



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

**DISEÑO DE EDIFICIO PARA OFICINAS MUNICIPALES, EN EL
MUNICIPIO DE COLOTENANGO, HUEHUETENANGO.**

Romeo Encarnación Zacarías

Asesorado por el Ing. Juan Merck Cos

Guatemala, mayo de 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE EDIFICIO PARA OFICINAS MUNICIPALES, EN EL
MUNICIPIO DE COLOTENANGO, HUEHUETENANGO.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR**

**ROMEO ENCARNACIÓN ZACARÍAS
ASESORADO POR EL ING. JUAN MERCK COS**

**AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, MAYO DE 2008

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	
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Juan Merck Cos
EXAMINADOR	Ing. Silvio Jose Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera
SECRETARIO	Inga. Marcia Ivonne 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 para oficinas municipales, en el municipio de Colotenango, Huehuetenango,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 20 de agosto de 2007.

Romeo Encarnación Zacarías



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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña:

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, **ROMEO ENCARNACIÓN ZACARÍAS**, procedí a revisar el **Informe Final**, cuyo título es **“DISEÑO DE EDIFICIO PARA OFICINAS MUNICIPALES EN EL MUNICIPIO DE COLOTENANGO, HUEHUETENANGO”**.

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 de este municipio.

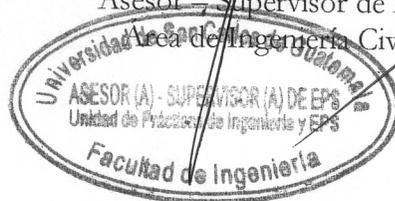
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

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



JMC/nader



Guatemala, 2 de abril 2008
Ref. EPS. D.346.04.08

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 **“DISEÑO DE EDIFICIO PARA OFICINAS MUNICIPALES EN EL MUNICIPIO DE COLOTENANGO, HUEHUETENANGO”**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **ROMEO ENCARNACIÓN ZACARIAS**, 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 de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”


Inga. Norma Ileana Sarmiento Zecena
Directora Unidad de EPS

NISZ/nader





Guatemala,
14 de abril de 2008

FACULTAD DE INGENIERIA

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 PARA OFICINAS MUNICIPALES EN EL MUNICIPIO DE COLOTENANGO, HUEHUETENANGO**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Romeo Encarnación Zacarías, 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.



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Juan Merck Cos y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Romeo Encarnación Zacarías, titulado DISEÑO DE EDIFICIO PARA OFICINAS MUNICIPALES, EN EL MUNICIPIO DE COLOTENANGO, HUEHUETENANGO, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

Ing. Fernando Amilcar Boiton Velásquez



Guatemala, mayo 2008.

/bbdeb.



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE EDIFICIO PARA OFICINAS MUNICIPALES, EN EL MUNICIPIO DE COLOTENANGO, HUEHUETENANGO**, presentado por el estudiante universitario **Romeo Encarnación Zacarías**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy ~~Olympo~~ Paiz Recinos
DECANO



Guatemala, mayo de 2008

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

Mi mama	Marta Zacarías Laines por su gran esfuerzo de haberme dado la oportunidad de estudiar y obtener este titulo.
Mi papa	(D.E.P.) Hilario Encarnación Zapeta Toño.
Mi hermano	Héctor por ayudarme incondicionalmente en este camino.
Mis hermanos	Ana, Susana, Eugenia, Ismelda, Enrique, Julio, Celso (D.E.P.), por su cariño y apoyo que me han dado.
A mis sobrinos, cuñados y cuñadas y toda mi familia	Por darme su calor humano y afecto, por ser tan especiales.
Mi novia	Sandra, por el cariño que me ha dado.
Mis amigos	Que hemos convivido en las buenas y en malas.
Al pueblo de Guatemala	Por darme la oportunidad de estudiar en esta gloriosa Universidad.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios, por permitirme la vida y dejarme compartir este momento con mis seres queridos.

Universidad de San Carlos de Guatemala, de la Facultad de Ingeniería, por haberme dado el conocimiento en estos años.

Al asesor Ing. Juan Merck Cos, por su valiosa ayuda en el desarrollo de este trabajo de graduación.

A la mancomunidad MAMSOHUE y a los compañeros de E.P.S., por haber compartido grandes momentos.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XV
OBJETIVOS	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Plan de mantenimiento de caminos rurales de la Mancomunidad MAMSOHUE.	1
1.1.1. Ubicación y localización	1
1.1.2. Extensión territorial	3
1.1.3. Límites y colindancias	3
1.1.4. Vivienda	3
1.1.5. Población e Idioma	3
1.1.6. Clima	5
1.1.7. Suelo y Topografía	5
1.1.8. Caracterización de la red vial	5
1.1.9. Elaboración del plan de mantenimiento de la red vial	8
1.2. Plan de mantenimiento de caminos rurales de la mancomunidad MAMSOHUE.	9

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1 Diseño de edificio para oficinas municipales	
--	--

2.1.1. Descripción del proyecto	45
2.1.2. Descripción del área disponible	45
2.1.3. Evaluación de la calidad de suelos	46
2.1.3.1 Determinación del valor soporte	46
2.1.4. Normas para el diseño de edificios para oficinas públicas	49
2.1.4.1 Criterios generales	49
2.1.4.2 Criterios de conjunto	49
2.1.4.3 Criterios de iluminación	50
2.1.4.4 Instalaciones	51
2.1.4.5 Otros criterios	52
2.1.5 Diseño Arquitectónico	52
2.1.5.1 Ubicación del edificio dentro del terreno	53
2.1.5.2 Distribución de ambientes	53
2.1.5.3 Alturas del Edificio	53
2.1.6 Selección del tipo de estructura	54
2.1.7 Diseño Estructural	54
2.1.7.1 Predimensionamiento de elementos estructurales	54
2.1.7.2 Cargas de diseño	58
2.1.7.2.1 Cargas verticales en marcos dúctiles	58
2.1.7.2.2 Cargas horizontales en marcos dúctiles	68
2.1.7.2.3 Fuerzas sísmicas	68
2.1.7.3 Modelos Matemáticos de marcos dúctiles	80
2.1.7.4 Análisis de marcos dúctiles por medio del programa ETABS.	80
2.1.7.5 Momentos últimos por envolvente de momentos	87
2.1.7.6 Diagrama de corte y momento	90
2.1.7.7 Diseño de losas	93

2.1.7.8	Diseño de vigas	105
2.1.7.9	Diseño de columnas	109
2.1.7.10	Diseño de cimientos	120
2.1.8	Instalaciones	135
2.1.8.1	Agua potable	135
2.1.8.2	Drenajes	135
2.1.8.3	Electricidad	136
2.1.9	Planos de construcción	136
2.1.10	Presupuesto	136
2.1.10.1	Materiales	136
2.1.10.2	Mano de obra	137
2.1.10.3	Costo total del proyecto	137
2.1.11	Cronograma de ejecución	139
CONCLUSIONES		141
RECOMENDACIONES		143
BIBLIOGRAFÍA		145
ANEXOS		147
APÉNDICE		151

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Ubicación y localización de la mancomunidad MAMSOHUE	2
2	Paneles de césped anclados con estacas de madera	18
3	Paneles de césped grueso	18
4	Barreras vivas	19
5	Barreras muertas	19
6	Mantenimiento con maquinaria	29
7	Mantenimiento manual	30
8	Superficie de rodadura	31
9	Limpieza de drenajes longitudinales	33
10	Limpieza de drenajes transversales	35
11	Reparación de bacheo manual	37
12	Remoción de derrumbes	39
13	Corte de maleza	42
14	Herramientas a utilizar	44
15	Área tributaria columna critica	56
16	Planta del edificio municipal	61
17	Planta primer nivel, marco analizado	64
18	Carga muerta y carga viva - marco 2	67
19	Carga muerta y carga viva - marco C	67
20	Carga por sismo - marco 2	79
21	Carga por sismo - marco C	79
22	Momentos por carga muerta vigas – marco 2	81
23	Momentos por carga muerta columnas – marco 2	81
24	Momentos por carga viva vigas – marco 2	82

25	Momentos por carga viva columnas – marco 2	82
26	Momentos por carga de sismo vigas – marco 2	83
27	Momentos por carga de sismo columnas – marco 2	83
28	Momentos por carga muerta vigas – marco C	84
29	Momentos por carga muerta vigas – marco C	84
30	Momentos por carga viva vigas – marco C	85
31	Momentos por carga viva columnas – marco C	85
32	Momentos por carga de sismo vigas – marco C	86
33	Momentos por carga de sismo columnas – marco C	86
34	Envolvente de momento en vigas – marco 2	88
35	Envolvente de momento en vigas – marco C	89
36	Envolvente de momentos en columnas – marco 2	89
37	Envolvente de momentos en columnas – marco C	90
38	Envolvente de corte en vigas – marco 2	91
39	Envolvente de corte en vigas – marco C	91
40	Envolvente de corte en columnas – marco 2	92
41	Envolvente de corte en columnas – marco C	92
42	Planta de losas del primer nivel	93
43	Diagrama de momentos balanceados en losas	101
44	Secciones de vigas	107
45	Sección longitudinal de viga	109
46	Detalle de columnas	119
47	Corte Simple en zapata	122
48	Corte punzonante en zapata	123
49	Detalle de zapata	126
50	Área tributaria para zapata	127
51	Dimensiones de zapata	129
52	Esfuerzos de terreno	130
53	Análisis de zapata	130

54	Detalle de zapata tipo 2	134
55	Mapa de zonificación sísmica en Guatemala	147
56	Valor de K'x y K'y	149
57	Estudio de suelos, ensayo de compresión triaxial	151
58	Planta amueblada	155
59	Planta acotada	157
60	Elevaciones y secciones	159
61	Planta de acabados	161
62	Planta de cimentación y columnas	163
63	Planta de losas	165
64	Detalles de vigas y columnas	167
65	Detalles de gradas y corte de muros	169
66	Planta de instalación hidráulica	171
67	Planta de instalación de drenajes	173
68	Detalles de instalaciones de drenajes	175
69	Planta de instalación eléctrica – iluminación	177
70	Planta de instalación eléctrica fuerza y especiales	179

TABLAS

I	Municipios integrantes de la mancomunidad	2
II	Resumen población, territorio y número de comunidades	4
III	Principales indicadores	6
IV	Red vial por cada municipio de caminos rurales	7
V	Red vial con jurisdicción nacional	7
VI	Descripción general de las actividades del proyecto	11
VII	Cronograma	12

VIII	Recursos humanos	12
IX	Recursos financieros (presupuesto)	13
X	Resultados esperados de las actividades del proyecto	14
XI	Impactos ambientales y medidas de prevención	22
XII	Valor soporte permisible, según el tipo de suelo	48
XIII	Tabla 9.5(a) altura o espesores mínimos de vigas no preesforzadas código ACI – 318	55
XIV	Cargas vivas mínimas uniformemente distribuidas	59
XV	Cálculo del centro de rigidez primer nivel	75
XVI	Cálculo para el centro de masa primer nivel	75
XVII	Fuerza por marco por torsión del primer nivel	76
XVIII	Cálculo del centro de rigidez segundo nivel	77
XIX	Cálculo para el centro de masa segundo nivel	77
XX	Fuerza por marco por torsión del segundo nivel	78
XXI	Resumen de carga ultima en losa del primer nivel	95
XXII	Cálculo de momentos en losas	97
XXIII	Cálculo de momentos balanceados en losas	100
XXIV	Armado para momentos en cada losa 1,14	103
XXV	Armado para momentos en cada losa 2,15	103
XXVI	Armado para momentos en cada losa 3,16	104
XXVII	Armado para momentos en cada losa 4,17	104
XXVIII	Cálculo del área de acero para viga tipo 7	106
XXIX	Armado de viga tipo 7	107
XXX	Armado flexión	134
XXXI	Presupuesto general por precios unitarios	137
XXXII	Cronograma de actividades	140
XXXIII	Método SEAOC, factor Z para sismos	147

LISTA DE SÍMBOLOS

A	Área
At	Área tributaria
Av	Área de la varilla
CM	Centro de masa
CU	Carga última
e	Excentricidad
Ec	Módulo de elasticidad del concreto
Es	Módulo elasticidad del acero
f'c	Resistencia última del concreto
Fcu	Factor de carga última
Fy	Esfuerzo del fluencia para el acero
h	Altura
Hv	Altura de la viga
I	Inercia
long.	Longitud
m	Relación entre lado corto y lado largo en losas
M	Momento
M(-)	Momento negativo
M(+)	Momento positivo
MB	Momento balanceado
Mcm	Momento de carga muerta
Mcv	Momento por carga viva
Mu	Momento último
P	Carga puntual
P't	Carga de trabajo

psi	Libras por pulgada cuadrada
q	Presión sobre el suelo por debajo de la zapata
Rec	Recubrimiento
S	Fuerza de sismo
Ton	Tonelada
W	Peso
Wc	Peso específico del concreto
Wm	Carga muerta distribuida

GLOSARIO

Área de acero mínima	Cantidad de acero, determinado por la sección y límite de fluencia.
Carga muerta	Peso muerto soportado por un elemento estructural, incluyendo el propio.
Carga viva	Peso variable dado por el personal, maquinaria móvil, etc., soportado por un elemento.
Cimiento corrido	Es el que se construye debajo de un muro.
Columna	Miembro que se usa principalmente para resistir carga axial de compresión y que tiene una altura de, por lo menos, tres veces su menor dimensión lateral.
Columna esbelta	Es aquella en que la carga última también está influida por la esbeltez, lo que produce flexión adicional debido a las deformaciones transversales.
Concreto reforzado	Concreto que contiene el refuerzo adecuado.

Confinamiento	El concreto queda confinado cuando a esfuerzos que se aproximan a la resistencia uniaxial, las deformaciones transversales se hacen muy elevadas debido al agrietamiento interno progresivo y el concreto se apoya contra el refuerzo del mismo.
Esfuerzo	Intensidad de fuerza por unidad de área.
Estribo	Elemento de una estructura que resiste el esfuerzo cortante.
Excentricidad	Cuando el centro de rigidez no coincide con el centro de masa, se produce excentricidad, esto es debido a que existe una distribución desigual y asimétrica de las masas y las rigideces en la estructura.
Fluencia	Sobrepasando el límite de elasticidad, todo aumento de carga produce deformaciones plásticas o permanentes que ya no son proporcionales al aumento de carga, sino que adoptan valores crecientes para incrementos de cargas iguales.
Marco de concreto rígido	Sistema estructural formado por columnas y vigas de concreto armado para soportar cargas verticales y horizontales.
Momento	Esfuerzo al que se somete un cuerpo, debido a la aplicación de una fuerza a cierta distancia de su centro de masa.

Momento negativo	Es el momento al que están siendo sometido los extremos de las vigas. Si el acero corrido no cubre dicho momento, se pone acero extra llamado bastón.
Momento resistente	Es el momento que puede resistir una estructura con cierta cantidad de acero.
Solera	Elemento estructural horizontal de un muro, que resiste el esfuerzo.
Zapata	Tiene por objeto transmitir la carga al subsuelo a una presión adecuada a las propiedades del suelo.
Zapata aislada	Es la que soporta una sola columna.

RESUMEN

Este trabajo de graduación está conformado por las siguientes fases: fase de investigación y fase de servicio técnico profesional

En la fase investigación se realizó un plan de mantenimiento de caminos rurales de la Mancomunidad de Municipios del Sur Occidente de Huehuetenango, MAMSOHUE.

En la fase del servicio técnico profesional se desarrolló el diseño del edificio, para oficinas municipales del municipio de Colotenango, Huehuetenango. Para el cual se utilizó el sistema de marcos espaciales dúctiles unidos con nudos rígidos, losa tradicional y muros tabiques de mampostería de block pómez.

El edificio será de dos niveles, el área de terreno destinado es de 352.38 m². En el primer nivel está distribuido los siguientes ambientes; recepción, policía municipal, registro civil, tesorería, salón de matrimonios, bodega de limpieza, archivos y servicios sanitarios. En el segundo nivel oficina del alcalde, oficina de la secretaria del alcalde, sala de sesiones, oficina del Consejo Municipal, oficina del IUSI, oficina municipal de planificación, oficina forestal, sala de espera, servicios sanitarios. Además para el acceso a los dos niveles se un módulo de gradadas.

OBJETIVOS

General

Desarrollar el Diseño de edificio para oficinas municipales, en el municipio de Colotenango, Huehuetenango.

Específicos

- 1 Realizar un diagnóstico participativo sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura, del municipio de Colotenango, Huehuetenango.
- 2 Desarrollar un plan de mantenimiento de Caminos Rurales, aplicable a la RED VIAL NO PAVIMENTADA DE LA MANCOMUNIDAD MAMSOHUE, el cual tendrá como fin principal tener una red vial transitable en cualquier época del año.
- 3 Capacitar a los miembros de comités de las comunidades beneficiadas en el proyecto de rehabilitación y mejoramiento de caminos Rurales de la mancomunidad MAMSOHUE.

INTRODUCCIÓN

El municipio de Colotenango está localizado a 290 km de la ciudad capital y a 35 km de la cabecera departamental de Huehuetenango por la carretera CA-1, rumbo a la frontera con México.

Este municipio presenta muchas necesidades que afectan el desarrollo del municipio, entre los problemas encontrados están: infraestructura, educación, salud, seguridad, ornato, entre los más importantes. Colotenango es uno de los 13 municipios que integran la Mancomunidad de Municipios del Sur Occidente de Huehuetenango MAMSOHUE, que tienen como fin el desarrollo de estos municipios.

Como proyecto del Ejercicio Profesional Supervisado E.P.S., se realizó el diseño del edificio para oficinas municipales en el municipio de Colotenango, Huehuetenango, ya que las instalaciones actuales de la municipalidad no responden a las necesidades actuales.

Por lo que el presente trabajo graduación, contiene el desarrollo del proyecto en cuestión, abarcando desde la arquitectura y distribución de ambientes, hasta el diseño de miembros estructurales y de instalaciones hidráulicas y eléctricas. Dando como resultado los planos, presupuesto y cronograma de actividades.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1 Plan de mantenimiento de caminos rurales de la mancomunidad MAMSOHUE.

Descripción de la Región MAMSOHUE

La Mancomunidad de Municipios del Sur Occidente de Huehuetenango, MAMSOHUE es una asociación de 13 municipios con personalidad jurídica, constituida de conformidad con la ley, para la formulación común de políticas públicas municipales, planes, programas y proyectos, ejecución de obras y la prestación eficiente de servicios de su competencia. Se rige por sus propios estatutos, y sus órganos directivos están representados por todos los concejos municipales de los municipios que la integran.

1.1 Ubicación y localización

Los 13 municipios que la integran, están localizados en el Departamento de Huehuetenango, en la región Nor-Occidente (Región VII) del territorio nacional.

Figura 1 Ubicación y localización de la mancomunidad MAMSOHUE

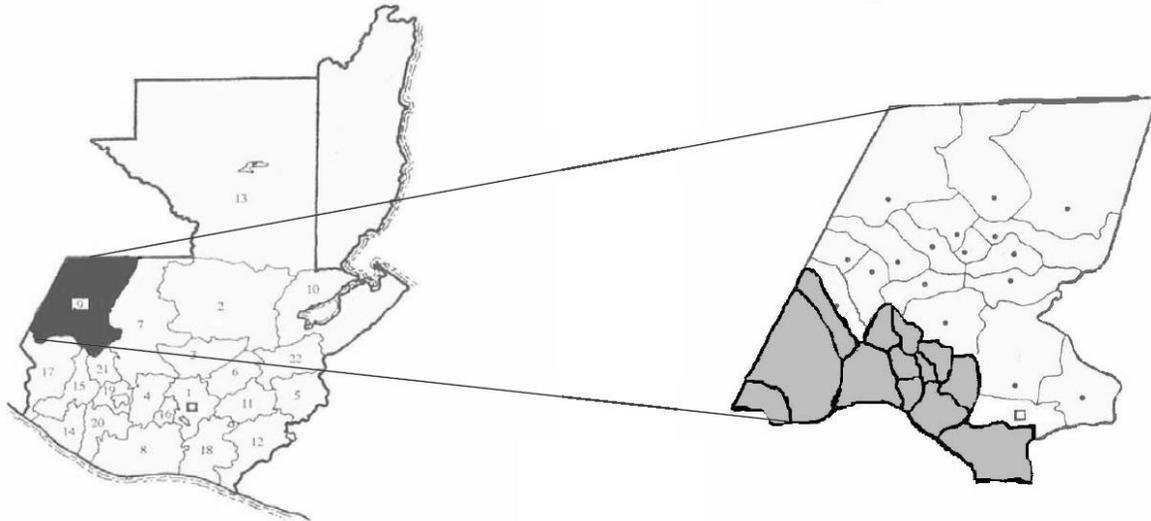


Tabla I Municipios integrantes de la mancomunidad

SUB REGIÓN IV		
Departamento	Nombre de la mancomunidad	Municipios Integrantes
HUEHUETENANGO	<p>MANCOMUNIDAD DE MUNICIPIOS DEL SUROCCIDENTE DE HUEHUETENANGO</p> <p>-MAMSOHUE-</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Malacatancito 2. Santa Bárbara 3. San Sebastián Huehuetenango. 4. Santiago Chimaltenango. 5. San Rafael Pétzal 6. San Juan Atitán 7. Colotenango 8. San Ildefonso Ixtahuacán 9. San Gaspar Ixchil 10. Cuilco 11. Tectitán 12. San Pedro Necta 13. La Libertad

1.1.1 Extensión territorial

La totalidad de los municipios que conforman la mancomunidad MAMSOHUE, suman una extensión de 1,776 kilómetros cuadrados

1.1.2 Límites y colindancias

La región que conforma la mancomunidad tiene las siguientes colindancias al norte con Jacaltenango, San Miguel Acatán, Todos Santos y Huehuetenango; al sur con San Marcos y Quetzaltenango; al este con Chiantla, Todos Santos, San Juan Ixcoy y al oeste con México.

1.1.3 Vivienda

En lo que respecta a vivienda el 71% están construidas con paredes de adobe con uno y dos ambientes, piso de tierra; el 29% son construcciones con paredes de block. La falta de servicios como agua potable, energía eléctrica y drenajes son factores que condicionan los niveles de vida de la población.

1.1.4 Población e Idioma

El número de habitantes de la región para finales del año 2004, es de 295,407 habitantes, con una densidad poblacional de 166 personas por kilómetro cuadrado.

La población de la mancomunidad es del 48.7% del sexo masculino y del 51.3 del sexo femenino, registrando una proporción de mujeres ligeramente superior a la de los hombres.

La población por grupo étnico, registra un 65.2% indígena, y el 34.8% como no indígena. La pertenencia étnica de la población indígena es mayoritariamente maya del grupo mam; con una minoría de quichés y tectitecos.

La población de la mancomunidad es netamente rural, ya que solamente el 10.7 % radica en área urbana, mientras que el 89.3% lo hace en el área rural.

La población de todos los municipios habla el idioma maya mam, Tectiteco y español.

Tabla II Resumen población, territorio y número de comunidades

MAMSOHUE					
POBLACIÓN, TERRITORIO Y NÚMERO DE COMUNIDADES POR MUNICIPIO					
	Población censos nacionales	Población boletas municipales	Territorio (km. ²)	Número de comunidades	Cabecera del departamento Kms
Total	243,945	295,407	1,776	592	
Malacatancito	15,540	15,540	268	49	14
Cuilco	46,407	52,124	592	117	75
San Pedro Necta	26,025	33,250	119	61	55
San Idelfonso Ixtahuacán	30,466	26,997	184	48	47
Santa Bárbara	15,318	15,318	132	41	23
La Libertad	28,563	34,286	104	87	62
San Juan Atitán	13,365	21,235	64	30	36
Colotenango	21,834	23,351	71	34	39

Continúa

San Sebastián Huehuetenango	21,198	26,678	108	44	25
Tectitán	7,189	8,679	68	37	105
San Rafael Petzal	6,420	7,775	18	13	30
San Gaspar Ixchil	5,809	13,546	31	14	44
Santiago Chimaltenango	5,811	16,628	17	17	37

Fuente: Censos Nacionales XI de Población y VI de Habitación 2002
Boletas Municipales, Estudio MAMSOHUE, Ecodesarrollo
Instituto Geográfico Nacional

1.1.5 Clima

Desde el punto de vista ecológico, la región presenta un cuadro sumamente interesante, con un amplio radio de condiciones climáticas. Las zonas de vida existentes son bosque húmedo tropical templado y bosque húmedo montano bajo subtropical, con las siguientes características: altitudes que varían entre los 500 a 3000 metros SNM; con una temperatura media anual entre los 12 grados centígrados en las partes altas, hasta los 30 grados centígrados en las partes bajas del municipio de Tectitán; la precipitación pluvial anual varía entre los 1000 a 2000 milímetros con áreas de microclima en donde se registran precipitaciones de hasta 4000 milímetros anuales, según el INSIVUMEH.

1.1.6 Suelo y topografía

El territorio lo atraviesa la sierra de Los Cuchumatanes y la Sierra Madre y lo riegan aproximadamente 15 ríos, 14 quebradas.

1.1.7 Caracterización de la red vial

La principal vía de comunicación lo constituye la carretera Interamericana CA – 1, la que conduce a cada uno de los trece municipios de la

mancomunidad, por otro lado los municipios que poseen asfalto hasta su cabecera municipal son: San Sebastián Huehuetenango, San Rafael Petzal, Colotenango, Malacatancito, San Gaspar Ixchil y San Ildefonso Ixtahuacán.

En la mancomunidad MAMSOHUE existen aproximadamente 1,324 km de vías acceso, a un promedio de 2.0 km para cada 1000 personas, el promedio nacional es de 1.2 km para cada 1000 personas. De la red vial disponible cerca de 76.8 km están pavimentados, 924 km en terracería y alrededor de 293 km de vereda.

El 15.2% de los tramos de caminos, es decir, un aproximado de 199 km se encuentran en buenas condiciones; el 34.8% (460 km) en regulares condiciones y el 50% cerca de 662 km en malas condiciones. Las situaciones se agravan durante los meses de invierno, cuando se interrumpe el tránsito en el 17% de las comunidades.

Tabla III Principales indicadores

Principales indicadores de la infraestructura de caminos y transporte	
% de caminos rurales sin labores de rehabilitación	65
% de caminos rurales sin labores de mantenimiento periódico	59
% de puentes entre regular y malas condiciones	60
% de comunidades sin organización para mantenimiento de caminos	71
% de tramos que se encuentran en malas condiciones	50
% de comunidades que carece de acceso por vehículo motorizado	20

Fuente: DMJM HARRIS-BIONERG, Consultoría de apoyo al Segundo Programa de Caminos Rurales y Carreteras Principales. **Capacitación elementos de planificación vial**

Tabla IV Red vial por cada municipio de caminos rurales

Código	Municipio	Cantidad Tramos	Long. (Km)
M-001	Colotenango	9.0	24.8
M-002	Malacatancito	7.0	51.5
M-003	San Gaspar Ixchil	4.0	13.6
M-004	San Ildefonso Ixtahuacán	8.0	49.1
M-005	Santa Bárbara	7.0	38.2
M-006	Cuilco	18.0	104.3
M-007	Tectitán	5.0	27.2
M-008	San Pedro Necta	5.0	40.2
M-009	San Rafael Petzal	4.0	8.5
M-010	Santiago Chimaltenango	8.0	34.6
M-011	San Juan Atitan	3.0	12.8
M-012	San Sebastián Huehuetenango	10.0	50.9
M-013	La Libertad	4.0	32.2
Totales		92.0	487.8

Fuente: DMJM HARRIS-BIONERG, Consultoría de apoyo al Segundo Programa de Caminos Rurales y Carreteras Principales. **Capacitación elementos de planificación vial**

Tabla V Red vial con jurisdicción nacional

Código	Municipio	Cant. Tramos	Long. (Km)
M-014	COVIAL	14.0	148.0
M-015	DGC - ZONA VIAL NO. 6	13.0	77.9
Totales		27.0	225.9

Fuente: DMJM HARRIS-BIONERG, Consultoría de apoyo al Segundo Programa de Caminos Rurales y Carreteras Principales. **Capacitación elementos de planificación vial**

1.1.8 Elaboración del plan de mantenimiento de la red vial

Este plan establece, dentro de sus objetivos, la creación de Comités de Mantenimiento Vial dentro de las comunidades beneficiarias del proyecto de Rehabilitación de Caminos Rurales, el cual persigue contar con una red vial óptima dentro del área de la mancomunidad MAMSOHUE.

La metodología a emplear se desarrollará mediante tres fases; una primera de sensibilización sobre los beneficios de este plan de mantenimiento de caminos rurales a las comunidades beneficiadas, donde se conformarán los comités de trabajo que garanticen la conservación de las carreteras; una segunda, de capacitación y formación en procedimientos técnicos que asegure la eficacia y eficiencia del trabajo de los comités y la tercera consistente en dar seguimiento a mediano y largo plazo del trabajo de estos comités.

1.2 Plan de mantenimiento de caminos rurales de la mancomunidad MAMSOHUE.

DOCUMENTO GUÍA DE MANTENIMIENTO DE CAMINOS RURALES

Este documento contiene los siguientes capítulos; capítulo I se refiere a la sensibilización de la población y un plan de comunicación social, el capítulo II trata sobre los aspectos ambientales que permitan reducir los impactos negativos al entorno de los caminos rurales. Capítulo III describe las acciones a realizar para el mantenimiento de caminos rurales

Metodología

El proyecto iniciará con la conformación de los grupos de mantenimiento, para involucrar a la sociedad civil y sensibilizar a las estructuras organizativas comunitarias y municipales, dentro del área rural, para que conformen estos comités de trabajo.

Se coordinará con las Oficinas Municipales de Planificación, organizaciones dentro del área y con personal técnico de las Oficinas Municipales de la Mujer, en el caso de los municipios que cuenten con ella, para que por medio de estas instancias, se convoquen a las comunidades beneficiarias de los tramos, para la realización de las capacitaciones.

Para reducir los costos de las capacitaciones, se llevarán a cabo en cada una de las comunidades beneficiadas por tramo rehabilitado, facilitando de esta manera la participación ciudadana, la asistencia y la minimización de costos de movilización de los integrantes de los comités de mantenimiento.

Como soporte audiovisual, se proyectarán videos que faciliten la comprensión de los temas impartidos utilizando un lenguaje claro y sencillo. En caso de ser necesario se contará con un traductor (a).

Además, se elaborará un documento en versión popularizada generado del Manual para el Mantenimiento Vial, el cual engloba los aspectos ambientales y de infraestructura vial.

Estrategia de sostenibilidad

El proyecto Mantenimiento de Caminos Rurales tiene como objetivo primordial, mantener la red vial optima del área de la mancomunidad MAMSOHUE, para que pueda ser transitable en cualquier época del año.

Las actividades a nivel general son las siguientes:

Sensibilización de la población: permitirá el apropiamiento de los proyectos y lograr la integración de los habitantes de las comunidades, dando a lugar que se conformen los comités de mantenimiento y minimizar así los costos de mano de obra para las actividades propias del mantenimiento.

Como la población no cuenta con los conocimientos técnicos para el mantenimiento de caminos, se realizaran capacitaciones sobre las actividades propias de mantenimiento. Con esto se reducirán costos, ya que no se tendrá que contratar personal de lugares fuera de la región de la mancomunidad. Las capacitaciones serán impartidas por personal técnico de la mancomunidad y, en especifico, de la Unidad Técnica de Asistencia Vial,.

Tabla VI Descripción general de las actividades del proyecto

No.	Actividad	Objetivos	Ubicación	Recursos
1	Reunión para conformación de grupos de trabajo	Crear grupos de trabajo	Colotenango	Recursos humanos
2	Reunión de cada grupo de trabajo	Planificar actividades de cada integrante de grupo	Colotenango	Recursos humanos
3	Entrega de información de cada área técnica	Recopilación de información en cada área de trabajo.	Huehuetenango	Recurso humano
4	Toma de videos sobre mantenimiento de caminos	Dar a conocer las actividades y la forma correcta de realizarlas	Colotenango	Recursos humanos, vehículos, cámara de video, herramientas
5	Edición de videos	Dar a conocer el mensaje para el mantenimiento de carreteras	Huehuetenango	Equipo de computo y humanos
6	Publicación de información dentro de la revista de la mancomunidad	Dar a conocer el proyecto a la población de la mancomunidad.	Región MAMSOHUE	Material informativo, equipo de computo
7	Estrategias de sensibilización para que la población se identifique con el proyecto	Establecer los métodos a utilizar para llegar a los grupos beneficiados	Región MAMSOHUE	Humano
8	Presentación de documento en la mancomunidad	Aprobación del documento para la puesta en marcha.	Huehuetenango	

Continúa

SOCIAL	1 Trabajadora Social Epesista	Diseño de la estrategia social. Coordinación con OMP ,organizaciones de mujeres y entidades presentes en los municipios. Identificación de comunidades. Implementación del taller de sensibilización.
--------	----------------------------------	--

Epesistas, en caso de ser asignados a la mancomunidad a cada una de las áreas.

Recursos materiales

- Material de oficina: Lápices, lapiceros, pizarrón, pápelografos, marcadores.
- Computadora portátil
- Cañonera
- Videos ilustrativos
- Vehículo de MAMSOHUE
- Material didáctico

Tabla IX Recursos financieros (Presupuesto)

No.	RUBRO	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
1	Materiales de oficina	1	Global	Q. 2000.00	Q. 2000.00
2	Material didáctico	1	Global	Q.1.500.00	Q.1.500.00
3	Alimentación	1	Global	Q. 5.000.00	Q. 5.000.00

Continúa

4	Combustible	1	Global	Q. 5.900.00	Q. 5.900.00
	Total:				Q.14,400.00

Tabla X Resultados esperados de las actividades del proyecto

MANTENIMIENTO DE CAMINOS RURALES		
ACTIVIDAD	RESULTADOS ESPERADOS	INDICADORES VERIFICABLES
Reunión para conformación de grupos de trabajo	Grupo permanente de trabajo	Listado de asistencia agenda de reunión
Entrega de información de cada área técnica	Unificación de la información recopilada de cada grupo de trabajo	Informe de actividades
Toma de videos sobre mantenimiento de caminos	Videos preliminares	Videos tomados en el trabajo
Edición de videos	Videos a publicar	Video editado
Publicación de información dentro de la revista de la mancomunidad para dar el proyecto	Que la información sea del conocimiento de la población	Revista mancomunidad

Continúa

Estrategias de sensibilización, para que la población se identifique con el proyecto	Que la población sea concientizada a través de la sensibilización	Documento elaborado con las diferentes estrategias.
Presentación de documento en la mancomunidad	Que el documento sea del conocimiento del personal de la mancomunidad	Informe de actividad.
Conformación de comités responsables del mantenimiento de caminos en la mancomunidad	Que se logren organizar los grupos de mantenimiento de caminos	Actas de conformación
Publicación del documento en la revista de la mancomunidad	Conocimiento de la población de los aspectos de mantenimiento de caminos	Revista publicada, manual de mantenimiento de caminos rurales
Capacitaciones a comités	Que los participantes hayan adquirido las técnicas correctas, para realizar un mantenimiento adecuado de los caminos rurales.	Agendas de reuniones, listados de asistencia, material elaborado por los asistentes, crónicas, cuaderno de campo, diario.

Capítulo I

Sensibilización

Está enfocado a la sensibilización social, respecto de la importancia del mantenimiento de caminos rurales.

Actividades a realizar para la organización y sensibilización de los grupos sobre mantenimiento de caminos rurales:

- Coordinar con los técnicos (a) de las oficinas Municipales de planificación y Organizaciones dentro de los Municipios, COCODES para la identificación de las comunidades beneficiadas de los tramos.
- Identificar los comités que ya están organizados dentro de las comunidades que son beneficiadas por cada uno de los tramos.
- Plan de comunicación social, orientado a la sensibilización de la población, donde se pretende dar prioridad al mantenimiento de caminos rurales.

Capítulo II

Aspectos ambientales

Uno de los propósitos fundamentales de los programas de desarrollo de infraestructura vial, constituye el incremento en el acceso vial en lo referente a caminos rurales, lo que conlleva a su vez el mejoramiento socioeconómico de las comunidades que conforman MAMSOHUE.

El mayor impacto ambiental ocasionado en la apertura y rehabilitación de estos proyectos de desarrollo social de caminos rurales, es la deforestación provocando erosión de los suelos del área.

Al efectuar la construcción de caminos rurales y sobre todo durante la temporada de lluvia, se obtienen zonas de mucha erosión y, si es inadecuado el drenaje de los caminos, en las zonas que reciben mucha precipitación, se destruirán y causarán impactos negativos en los caminos y en los terrenos colindantes, especialmente en los terrenos con mucha pendiente. Aún en las áreas de baja precipitación, una lluvia breve pero intensa, puede erosionar áreas grandes, sobre todo en lugares donde descargan las aguas de los drenajes. Los deslizamientos y derrumbes de áreas empinadas, pueden causar también problemas serios de sedimentación y lodo.

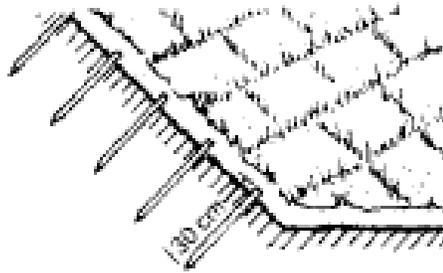
Para contrarrestar o minimizar el impacto ambiental, sobre estos sitios se dan los siguientes métodos:

- Plantación de arbustos y césped
- Barreras vivas y barreras muertas
- Reforestación

Plantación de arbustos y césped

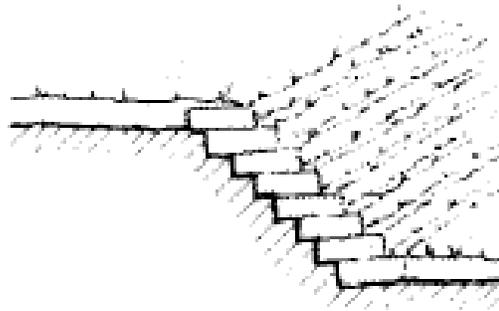
Si la pendiente es mayor a 45% y si se están utilizando paneles de césped para afianzar las tierras del talud, estos se deberán anclar con estacas de madera, para proporcionarle firmeza a cada uno de los paneles de césped.

Figura 2 Paneles de césped anclados con estacas de madera



Para consolidar taludes con pendientes entre 0% y 45% se pueden utilizar paneles gruesos de césped y rejillas para afianzar taludes de gran pendiente, donde es difícil que las plantas puedan afianzar el terreno.

Figura 3 Paneles de césped grueso



Otro método para la consolidación del terreno es la plantación de vegetación, a esta práctica se le denomina barreras vivas, además es necesario la plantación de especies frondosas, además del sauce que es una plantación auxiliar.

Como una manera de contrarrestar los efectos provocados por la apertura y mejoramiento de los caminos rurales existen varias prácticas que pueden ser eficaces como son:

Barreras vivas y barreras muertas

Es otra práctica de conservación de suelos muy eficaz, cuyos objetivos son: evitar que las zanjas se llenen de tierra arrastrada por la escorrentía, sirve como filtro o colador, ayuda a la formación de terrazas de banco, elevando el nivel inferior de cada faja comprendida entre curvas, hasta nivelarla con el borde superior de la misma faja.

Figura 4 Barreras vivas

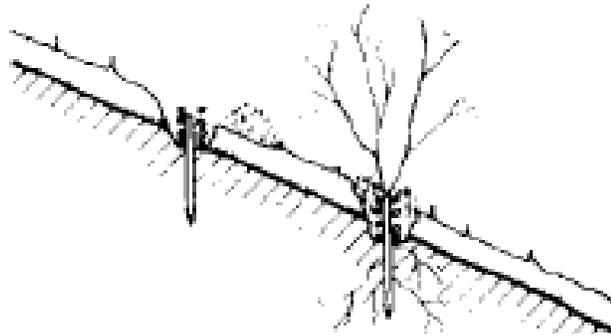
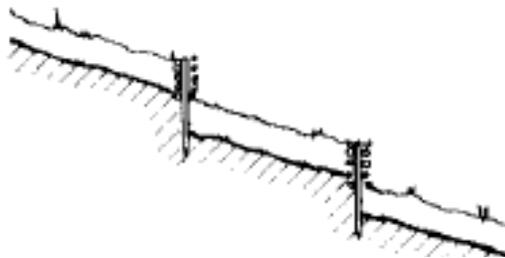


Figura 5 Barreras muertas



Ventajas:

- barreras vivas de pasto, podrán proveer de alimento para los animales.
- barreras muertas son de piedra, tronco o ramas: automáticamente se mantendrán limpias las fajas entre curvas.
- Sirven de guías para trazar paralelamente los surcos de siembra.

Los materiales para la construcción de barreras vivas o muertas pueden ser de piedra, troncos o ramas. Algunas plantas utilizadas para la construcción de barreras vivas.

- Izote,
- Pony
- Cola de caballo
- Saúco.
- Sacatón, entre otros.

Todo dependerá de las especies predominantes en la región.

Reforestación:

Esta práctica consiste en incorporar árboles a las áreas que han sido afectadas y, como consecuencia, han provocado erosiones de los suelos, consiste en realizar un reconocimiento del área afectada, hacer un tipo de trazo o señalización para una ubicación eficiente de los árboles a plantar.

Variedades de árboles a utilizar:

Esto dependerá de las variedades predominantes en la región, generalmente en el área de MAMSOHUE predomina ciprés y pino blanco y quercus, por consiguiente la reforestación a establecer será con estas variedades de árboles forestales.

Mantenimiento adecuado:

- Mantener el suelo húmedo pero no empapado. Demasiada agua ocasiona que las hojas se pongan pálidas y caigan.
- Regar el árbol, al menos una vez por semana, salvo cuando llueva, pero de manera más frecuente cuando hace calor.
- Cuando el suelo está seco debajo de la capa de material orgánico, es tiempo de regar. Continuar regando, disminuyendo la frecuencia cuando las temperaturas bajen.
- Otras prácticas de mantenimiento incluye la poda de ramas dañadas durante el proceso de plantación. Para la poda estructural, esperar hasta después que termine una estación de crecimiento en el sitio nuevo. Después de completar estos pasos, un cuidado rutinario y un ambiente favorable, asegurarán que el árbol o arbusto se desarrolle y prospere. Como un activo de gran valor para cualquier paisaje, los árboles son fuente de belleza y regocijo para personas de todas las edades.

Tabla XI Impactos ambientales y medidas de prevención

<p align="center">IMPACTOS NEGATIVOS POTENCIALES</p>	<p align="center">MEDIDAS DE ATENUACIÓN</p>
<p>1. Erosión de los cortes y rellenos recién hechos y sedimentación temporal en las vías de drenaje natural.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Limitar el movimiento de tierras a las temporadas secas. • Proteger las superficies más susceptibles con una cubierta protectora. • Proteger los canales de drenaje con veredas, o barreras de paja o tela. • Instalar depresiones para sedimento, sembrar o plantar, tan pronto como sea posible, en las superficies propensas a la erosión.
<p>2. Contaminación de la tierra y el agua con aceite, grasa y combustible en los patios de maquinaria.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Recolectar y reciclar los lubricantes. • Tomar precauciones para evitar los derrames.
<p>3. Creación de charcos de agua estancada en los fosos apropiados, canteras, etc, que son aptos para la propagación de mosquitos y otros vectores de enfermedades.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluar la ecología de los vectores en las áreas de trabajo e implementar las medidas necesarias (ej. igualar la superficie, rellenarla, y drenarla), para evitar la creación de hábitats.
<p>4. Trastorno ecológico y social a causa de los campamentos de construcción</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Escoger, construir y manejar, cuidadosamente, los sitios para los campamentos.

Continúa

<p>5. Destrucción de la vegetación y tierras en la vía de pasaje autorizado en los depósitos de basura y en los patios de maquinaria.</p>	<ul style="list-style-type: none">• Explotar y utilizar los recursos de los bosques públicos antes de la construcción.• Rehabilitar los sitios a su condición original, en cuanto sea posible, mediante la implementación de las medidas de restauración.
<p>6. Interrupción de los sistemas de drenaje subterráneos y superficiales (en el área de los cortes y rellenos)</p>	<ul style="list-style-type: none">• Instalar las obras de drenaje necesarias
<p>7. Derrumbes, depresiones, deslizamiento y otros movimientos masivos en los cortes del camino</p>	<ul style="list-style-type: none">• Alinear la ruta de tal manera que se eviten las áreas que son, por su naturaleza, inestables.• Diseñar las obras de drenaje para que se reduzcan los cambios en el flujo superficial y, adecuar las condiciones locales, según las evaluaciones anteriores.• Estabilizar los cortes del camino con estructuras (muros de concreto, mampostería en seco, gaviones, etc.).
<p>9. Mayor sedimento suspendido en los ríos que han sido afectados por la erosión de los cortes del camino, disminución de la calidad del agua y mayor</p>	<ul style="list-style-type: none">• Establecer, tan pronto como sea posible, la cobertura vegetal en las superficies erosionables.• Establecer piscinas de retención para reducir la carga de sedimento

sedimentación, aguas abajo.	antes de que el agua ingrese al río.
-----------------------------	--------------------------------------

Continúa

10. Paisaje estropeado (por los cortes del camino, los derrumbes inducidos y las depresiones, etc.)	<ul style="list-style-type: none"> • Los caminos de acceso a los sitios de turismo deben ser planificados, considerando la estética visual. • Hay que limitar la rasante para evitar los cortes y rellenos que destruyan el paisaje; • Mantener y/o restaurar la vegetación al lado del camino
11. Peligros para la salud e interferencia con el crecimiento de las plantas junto al camino, debido al polvo que se levanta al pasar los vehículos.,	<ul style="list-style-type: none"> • Controlar el polvo, colocando agua o químicos.
12. Contaminación de las aguas freáticas y superficiales con los herbicidas utilizados para controlar la vegetación y, los químicos (p.ej. el cloruro de calcio) empleados para controlar el polvo.	<ul style="list-style-type: none"> • Reducir su uso; • Emplear métodos alternativos (no químicos) para el control.

Capítulo III

Aspectos Técnicos

- Limpieza de la superficie de rodadura.
- Limpieza de drenajes longitudinales (cunetas revestidas, cunetas naturales).
- Limpieza de drenajes transversales. (tubería, caja recolectora, cabezal de entrada y salida, canal de salida).
- Bacheo manual con materiales locales.
- Remoción de derrumbes menores.
- Corte de maleza (chapeo).

MANUAL DE MANTENIMIENTO RUTINARIO DE CAMINOS RURALES MANCOMUNIDAD MAMSOHUE

DEFINICIONES

Camino rural

Es toda vía pública ubicada en zona rural abierta a la circulación de vehículos, peatones y demás usuarios. El camino sin mantenimiento puede ser transitable sólo en la estación seca, y con muchas dificultades en época lluviosa.

Carretera

Se denomina carretera, aquella vía pública que permite el tránsito permanente de vehículos, peatones y demás usuarios.

Chapeo

Significa cortar la maleza (monte) que se encuentra a la orilla del camino. Con esto se logra mejorar visibilidad.

Cuneta

Zanja lateral paralela al eje de la carretera o del camino construida entre los extremos del balasto o empedrado y el pie de los taludes, su sección transversal es variable comúnmente de forma triangular, trapezoidal, cuadrada y en L.

Contracuneta

Zanja lateral generalmente paralela al eje de la carretera o del camino, construida en la parte superior de las laderas, donde se apoyan los taludes de corte, su sección transversal también es variable, comúnmente de forma triangular y cuadrada.

Derecho de vía

Área o superficie de terreno, propiedad del Estado destinada al uso de una carretera o camino. Son zonas adyacentes utilizadas para todas las instalaciones y obras complementarias, delimitadas a ambos lados por los linderos de las propiedades colindantes.

Plataforma o corona

Área de la carretera o del camino que comprende la superficie de rodamiento y los hombros.

Superficie de rodadura

Área o superficie de la carretera o del camino destinada a la circulación de vehículos.

Superficie de rodadura balastada

Área o superficie formada por una o más capas de balasto, material selecto, sobre la que circulan los vehículos.

Superficie de rodadura empedrado

Área o superficie formada por piedra de canto rodado o piedra labrada, nivelada y consolidada con piedra de cinta colocada en hilera.

Talud

Es el área o superficie del terreno, en corte o relleno, comprendida entre la cuneta y el terreno original.

Sub-drenaje

Es el drenaje que se utiliza para encausar el agua subterránea, se construye de tuberías perforadas y piedra o pedrín graduado.

Alcantarilla

Es una obra de drenaje construida con tubos de sección circular o abovedada, diseñada y construida para desaguar caudales de agua.

Algunos términos sobre la misma.

- **Esviaje:** es el ángulo que forma la línea central de la tubería con la normal a la línea central de la carretera, cuando el ángulo es cero se dice que la tubería es normal.
- **Cabezal:** muro central de entrada y salida de las tuberías, diseñado y construido para sostener y proteger los taludes y encauzar las aguas.
- **Aletón o ala:** muro lateral colocado a continuación del cabezal a la entrada y salida de las tuberías, diseñado y construido para proteger los taludes y encauzar las aguas.
- **Caja:** caja cuadrada construida al inicio de la alcantarilla que sirve para encauzar la entrada del agua en la misma.
- **Muro de coronamiento:** muro superior construido a manera de remate de los cabezales y diseñado para sostener los taludes.
- **Relleno estructural:** es el material especial y/o de terracería uniformemente colocado y compactado alrededor de las tuberías, de manera que trabaje como anillo. También se le llama relleno a todo el material de terracerías que se coloca atrás de los aletones, muros de coronamiento y también sobre la propia tubería.

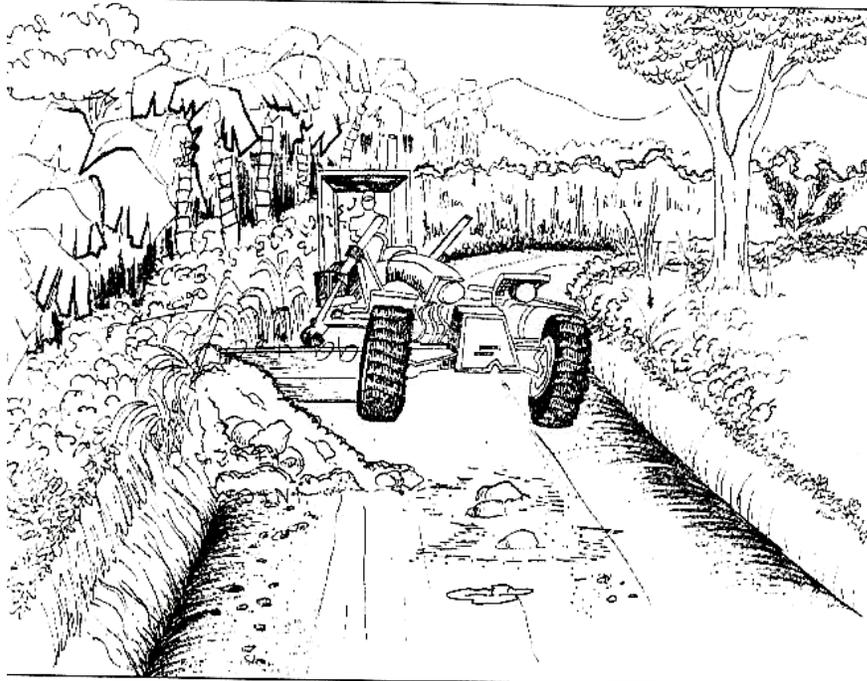
El mantenimiento de caminos rurales se puede hacer de la siguiente forma:

Mantenimiento con maquinaria (en el medio rural es dificultoso por los escasos recursos)

El mantenimiento con maquinaria se da una vez al año, o cuando el camino tenga problemas que no se puedan resolver con mano de obra de los habitantes de la comunidad.

Aquí se necesita la intervención de una institución como el Fondo Vial o de la Municipalidad.

Figura 6 Mantenimiento con maquinaria

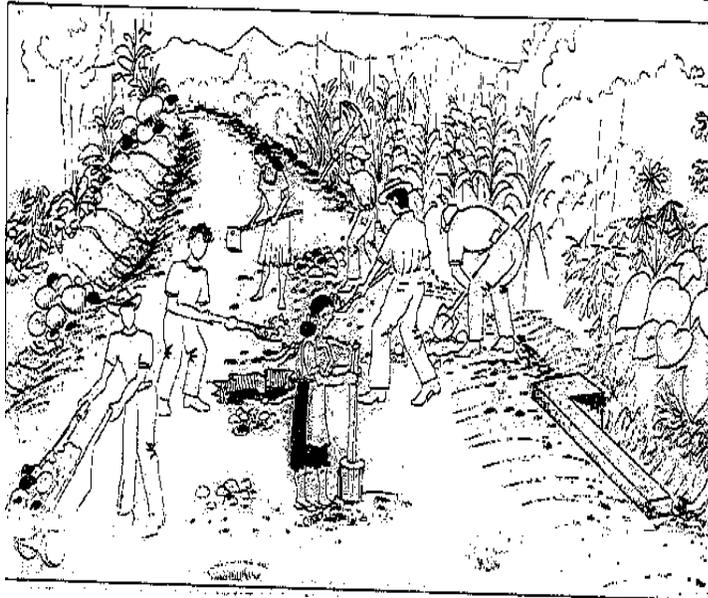


**Fuente: Proyecto Piloto de Micro-Empresas de Mantenimiento Vial.
Unidad Coordinadora Banco Mundial, Guatemala, 2004.**

Mantenimiento manual

El mantenimiento manual es una tarea muy importante que desarrolla la comunidad. Esta la puede realizar cualquier persona no importando su género.

Figura 7 Mantenimiento manual



**Fuente: Proyecto Piloto de Micro-Empresas de Mantenimiento Vial.
Unidad Coordinadora Banco Mundial, Guatemala, 2004.**

Las actividades que se realizan son dentro del mantenimiento del camino rural son los siguientes:

- Limpieza de la superficie de rodadura.
- Limpieza de drenajes longitudinales (cunetas revestidas ,cunetas naturales).
- Limpieza de drenajes transversales. (tubería, caja recolectora, cabezal de entrada y salida, canal de salida)
- Bacheo manual con materiales locales.
- Remoción de derrumbes menores.
- Corte de maleza (chapeo).

Limpieza de la superficie de rodadura

Figura 8 Superficie de rodadura



Descripción

Esta es una actividad de rutina, que consiste en retirar del camino los obstáculos tales como piedras, árboles caídos o ramas, montones de tierra, y desechos (basuras y todo lo que no pertenezca al camino).

Estos objetos deben ser retirados de la superficie de rodadura y depositarlos en lugares que no ofrezcan peligro. Los materiales pueden a veces ser botados, en condiciones de seguridad en los taludes.

Propósito

Dar mayor visibilidad y seguridad a los usuarios del camino y eliminar los obstáculos para el libre curso del agua desde la calzada hasta el sistema de drenaje.

Criterio

Esta actividad debe realizarse en donde se identifiquen acumulaciones peligrosas de materiales y desechos, sobre la superficie de rodadura que limiten la circulación y/o visibilidad.

Procedimiento de ejecución

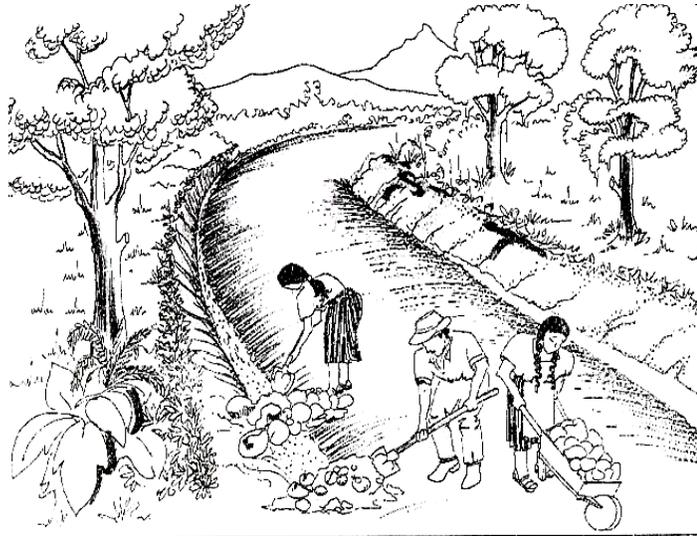
La actividad se iniciará con delimitar el área de trabajo. Se colocará seguridad con métodos sencillos ramas de arbustos, árboles, etc. o personas, que adviertan a los pilotos que se está trabajando, con una advertencia mínima de treinta metros para resguardar la seguridad de las personas de mantenimiento.

Los obstáculos serán retirados y depositados en lugares acordes a su naturaleza y en donde no causen ningún tipo de obstáculo al tráfico y no obstruya los sistemas de drenaje.

Después de terminar la actividad, se procederá a retirar las señales de seguridad.

Limpieza de drenajes longitudinales (cunetas revestidas, cunetas naturales)

Figura 9 Limpieza de drenajes longitudinales



**Fuente: Proyecto Piloto de Micro-Empresas de Mantenimiento Vial.
Unidad Coordinadora Banco Mundial, Guatemala, 2004.**

Descripción

Es una actividad de rutina que consiste en retirar de las cunetas y en la descarga todo lo que obstruya el paso del agua como piedras, tierra amontonada, lodo y arena, hojas secas, arbustos, e incluso sus raíces, basura (bolsas plásticas, papeles y otros.). La retirada de estos materiales se hará a lugares alejados de la carretera.

Estas actividades se pueden realizar conjuntamente con las demás actividades similares.

Propósito

Permitir el curso libre y controlado del agua por las cunetas y canales, evitar que el agua se salga de la cuneta y destruya el camino, además que los materiales desalojados caigan o entren, y tapen en parte o todo, el drenaje transversal.

Criterio

Deberá realizarse esta actividad cuando se localicen obstrucciones en las cunetas y drenajes laterales, cuando se identifiquen puntos donde se dificulte la circulación del agua por dichos elementos.

Procedimiento de ejecución

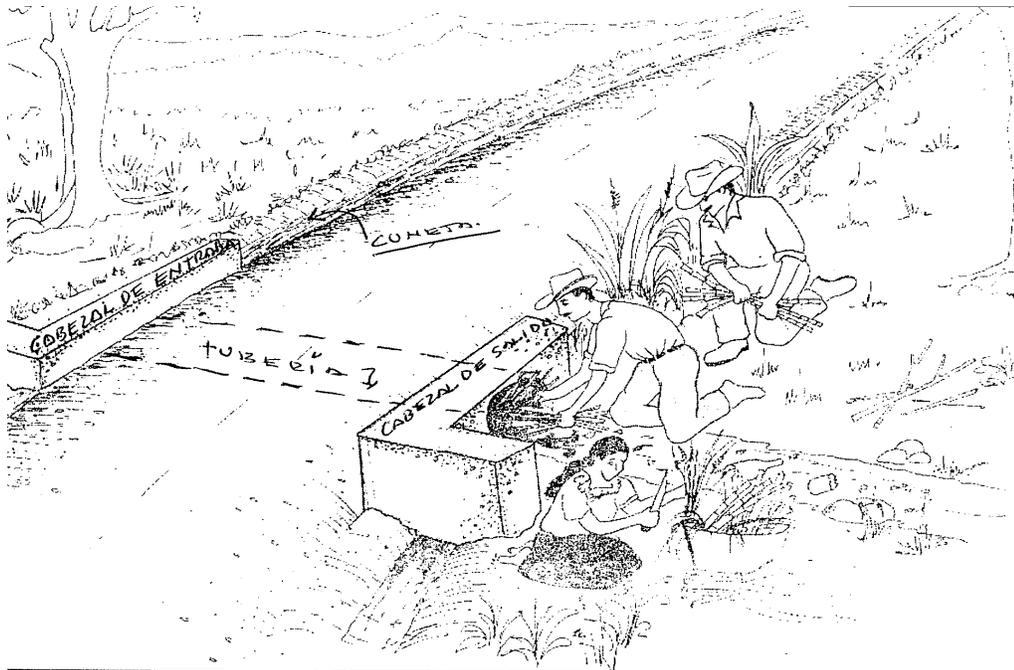
La actividad se iniciará con delimitar el área de trabajo. Se colocarán seguridad con métodos sencillos ramas de arbustos, árboles, etc. o personas que adviertan a los pilotos que se esta trabajando, con una advertencia mínima de treinta metros para resguardar la seguridad de las personas de mantenimiento.

Los obstáculos serán retirados y depositados en lugares acordes a su naturaleza.

Para evitar la ocurrencia de posteriores obstrucciones en las cunetas y canales, en ocasiones es necesario dar forma, alinear y profundizar los mismos a efecto de conseguir una sección y pendiente adecuadas.

Limpieza de drenajes transversales. (tubería, caja recolectora, cabezal de entrada y salida, canal de salida)

Figura 10 Limpieza de drenajes transversales



**Fuente: Proyecto Piloto de Micro-Empresas de Mantenimiento Vial.
Unidad Coordinadora Banco Mundial, Guatemala, 2004.**

Descripción

La actividad consiste en limpiar cuidadosamente, en toda su longitud, la sección hueca, así como las zonas de los cabezales de entrada y de salida.

Propósito

Permitir el curso libre y controlado del agua por las tuberías, cajas y bóvedas, y evitar que los materiales desalojados caigan o entren, en todo o en parte del drenaje.

Criterio

Deberá realizarse esta actividad cuando se localicen obstrucciones en las tuberías, cajas y bóvedas, ó cuando se identifiquen puntos donde se dificulte la circulación del agua por dichos elementos.

Los arrastres en flotación y los que se depositan en el lecho de las alcantarillas, representan un gran peligro para las mismas, ya que pueden atascarla por completo.

Procedimiento de ejecución

La actividad se iniciará con delimitar el área de trabajo. Se colocarán seguridad con métodos sencillos ramas de arbustos, árboles, etc. o personas que adviertan a los pilotos que se esta trabajando, con una advertencia mínima de treinta metros para resguardar la seguridad de las personas de mantenimiento.

Los obstáculos serán retirados y se deberán extender o verter donde no vayan a obstruir el curso del agua, preferiblemente en lugares aguas abajo y alejados del curso.

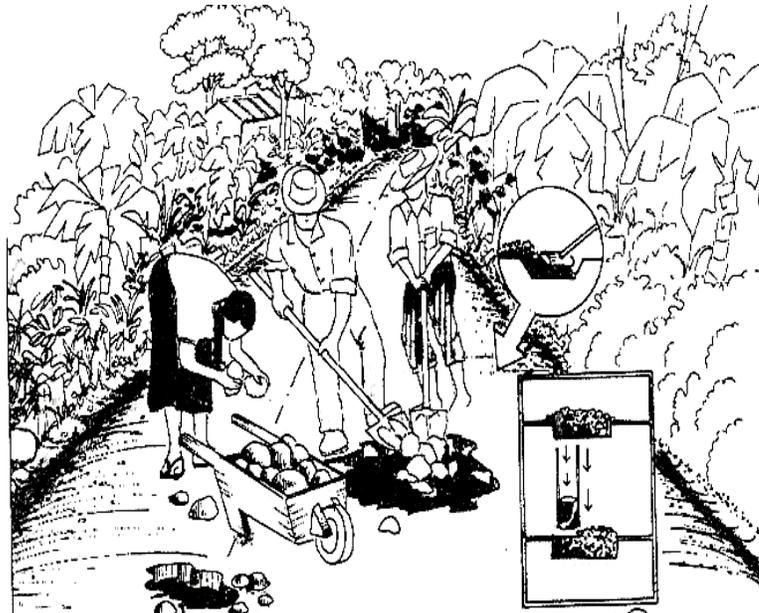
Un problema frecuente es la producción de arena y barro en las alcantarillas de menos de un metro de luz (tuberías y cajas), que pueden limpiarse haciendo pasar un cable o cuerda al que se le une un objeto adecuado.

Sobre el cabezal de salida, cuando se presente problemas de erosión y socavación, conviene rellenar la zona erosionada con bloque de piedra de un

tamaño considerable, para que actúe como disipador de energía. El empedrado deberá extenderse hacia aguas debajo de la zona erosionada. Deben emplearse piedras de tamaño mayor si están disponibles.

Bacheo manual con materiales locales

Figura 11 Reparación de bacheo manual



**Fuente: Proyecto Piloto de Micro-Empresas de Mantenimiento Vial.
Unidad Coordinadora Banco Mundial, Guatemala, 2004.**

Descripción

Esta actividad de conservación consiste en corregir puntos críticos en la superficie de rodamiento, antes de la reconstrucción con la motoniveladora, agregando grava nueva (balasto). El bacheo también se puede usar para reparar zonas desgastadas o erosionadas o se puede usar para restaurar zonas que se reblandecen durante el invierno.

Propósito

Reparar zonas relativamente pequeñas de la carretera que presentan grandes dificultades al tránsito vehicular. El bacheo se usa para corregir baches profundos, reblandecimientos, surcos por erosión, etc.

Criterio

Se debe realizar siempre que aparezcan tramos contaminados, asentamientos u otra deficiencia en la superficie de rodamiento, que no permitan la buena circulación del tránsito, o que provoquen la acumulación de agua en la superficie de rodamiento. Se puede usar el bacheo, en lugar de emprender la reconstrucción con niveladora en superficies de material granular.

Procedimiento de ejecución

La actividad se iniciará con delimitar el área de trabajo. Se colocarán seguridad con métodos sencillos ramas de arbustos, árboles, etc. o hombres que adviertan a los pilotos que se esta trabajando, con una advertencia mínima de treinta metros para resguardar la seguridad de las personas de mantenimiento.

Para realizar esta labor, deben seguirse los siguientes pasos después de localizar los hoyos o baches:

- Se procede a retirar todo el material indeseable del bache.
- Cuadrar el bache.

- Se rellena con material de balasto rociándolo con agua, tratando de darle la humedad óptima y compactándola por capas de 10 a 15 cms. Hasta alcanzar su densidad máxima.
- La superficie final del bache se le deberá dar la pendiente del tramo existente.

Si la causa del bache es exceso de humedad, además de su reparación de acuerdo al procedimiento antes descrito, se procederá a eliminar la humedad, reavivando las cunetas a su profundidad de diseño y si lo que se necesita es la construcción de alcantarilla o sub-drenaje informar a la municipalidad y supervisión asignada para el mismo.

Remoción de derrumbes menores

Figura 12 Remoción de derrumbes



Fuente: Manual de procedimientos de conservación de carreteras, ministerio de comunicaciones, Guatemala 2001.

Descripción

Consiste en la recolección, cargado, transporte y vaciado de todo el material proveniente de los taludes del camino cuya sección se encuentre en corte y que haya caído sobre la cuneta y la calzada, por efecto de deslizamiento o desprendimiento del suelo por causas inherentes a la calidad del mismo, por condiciones climáticas adversas o cualquier otra circunstancia. Se considerará derrumbe menor todo material caído cuyo volumen sea menor a 20 m³. La ocurrencia de derrumbes se incrementa en la época lluviosa.

Propósito

Eliminar obstrucciones en los sistemas de drenaje lateral, así como erradicar obstáculos menores que generen estrechamiento en la calzada con el consecuente incremento en la ocurrencia de accidentes.

Criterio

Esta actividad deberá realizarse tan pronto como se localicen los derrumbes, el material removido deberá trasladarse y acondicionarse en lugares donde no constituya obstáculo a canales o pueda ocasionar deslizamientos o nuevos derrumbes.

Procedimiento de ejecución

Esta actividad se iniciará con delimitar el área de trabajo. Se colocará seguridad con métodos sencillos ramas de arbustos, árboles, etc. o personas que adviertan a los pilotos que se esta trabajando, con una advertencia mínima

de treinta metros para resguardar la seguridad de las personas de mantenimiento.

Se deberá proceder a cargar el material producto del derrumbe, transportarlo hasta los sitios de vaciado, estos tendrán como requisitos indispensables la seguridad de que el material depositado en estos lugares no provocará en ningún momento obstrucción a los sistemas de drenaje del camino, daños a la ecología de la zona o cualquier otro tipo de problema.

El trabajo se dará por terminado cuando todo el material suelto haya sido removido en el desarrollo de esta actividad, Las operaciones necesarias para su realización, no producirán ningún daño a la calzada o cualquier otro elemento del camino.

Después del chequeo del acabado del trabajo que corresponda, se procederá a retirar los elementos de seguridad y control de tráfico.

Corte de maleza (chapeo)

Figura 13 corte de maleza



Fuente: Manual de procedimientos de conservación de Carreteras, ministerio de comunicaciones, Guatemala 2001

Descripción

Esta actividad, que es de rutina, implica control de la maleza, hierbas, matas y desrame de árboles. Fuera de las regiones áridas, el corte de la maleza, así como el despeje de matas en la superficie de rodadura constituye una actividad básica de conservación.

Propósito

Con el control de la vegetación se evita que:

- El lodo se acumule en el borde de la calzada.
- Se reduzca la visibilidad para los usuarios y se incremente el riesgo de accidentes para personas y animales.
- Aumente el peligro de incendios durante la estación seca.

Criterio

Esta actividad deberá realizarse una vez al año al menos, o cuando la maleza, matas, arbustos y árboles empiecen a obstaculizar el paso.

Procedimiento de ejecución

La actividad se iniciará con delimitar el área de trabajo. Se colocarán seguridad con métodos sencillos ramas de arbustos, árboles, etc. o personas que adviertan a los pilotos que se esta trabajando, con una advertencia mínima de treinta metros para resguardar la seguridad de las personas de mantenimiento.

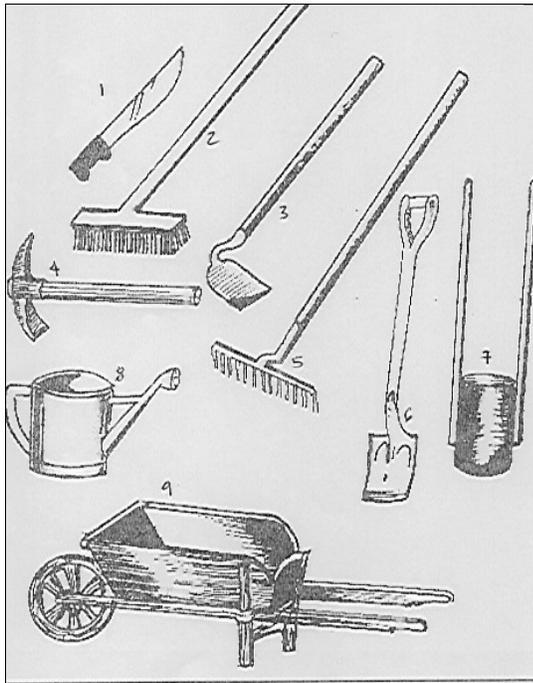
El área donde se realizará el corte de maleza, deberá estar libre de obstrucciones y restos.

Las hierbas y matas cortadas se deben retirar del camino. Se deben llevar con rastrillo a montones a cortos intervalos, unos de otros, para llevarlos bien lejos del borde de la carretera, de modo que no atasquen las cunetas.

Herramientas

Las herramientas que ayudan a realizar el mantenimiento manual de camino son:

Figura 14 Herramienta a utilizar



1. Machete
2. Cepillo
3. Azadón
4. Piocha o Pico
5. Rastrillo
6. Pala
7. Compactador
8. Regadera
9. Carretilla

**Fuente: Proyecto Piloto de Micro-Empresas de Mantenimiento Vial.
Unidad Coordinadora Banco Mundial, Guatemala, 2004.**

Material:

Balasto o selecto, estos es en el caso del bacheo

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1 Diseño de edificio para oficinas municipales

2.1.1 Descripción del proyecto

El proyecto a diseñar consiste en un edificio de dos niveles para oficinas municipales, siendo la distribución de ambientes en el primer nivel; Salón de matrimonios, policía municipal, recepción, archivo municipal, registro civil, archivo de registro civil, tesorería, bodega de limpieza y servicios sanitarios. En el segundo nivel; sala de sesiones, Concejo Municipal, oficina del IUSI, Oficina Municipal de Planificación OMP y oficina forestal, secretaria del alcalde, oficina del alcalde, sala de espera y servicios sanitarios. Además, contará con un módulo de gradas.

La estructura del nuevo edificio municipal se hará por medio del sistema de marcos espaciales dúctiles, losa tradicional según el código ACI-318 en edición de 1999 y tomando en cuenta las normas AGIES, los muros de división serán de mampostería de block pómez, las ventanas serán de madera y aluminio, puertas de madera y el piso cerámico.

2.1.2 Descripción del área disponible

Localización del terreno

El terreno donde se construirá el edificio, es donde funciona actualmente la municipalidad de Colotenango, la cual se encuentra a un costado de la plaza central y frente al salón municipal

Topografía del terreno

La forma del terreno es rectangular y plano con un área de 352.38 m².

2.1.3 Evaluación de la calidad de suelos

2.1.3.1 Determinación del valor soporte

El ensayo que se realizó fue el Triaxial efectuado en el Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII), y se hizo mediante una muestra inalterada extraída en el lugar del proyecto a una profundidad de 1.50m, que fue cubierta con parafina para lograr una muestra no alterada.

El método que se aplicó para el cálculo del Valor Soporte, fue el del Dr. Karl. Terzagui.

Datos obtenidos del centro de Investigaciones de Ingeniería. CII.

Ver apéndice 1

Tipo de ensayo	No consolidado y no drenado
Descripción del suelo	Arena Limosa color café
Dimensión y tipo de la probeta	2.5" x 5.0"
Ángulo de Fricción Interna	$\phi = 33.87^\circ$
Cohesión	$C_u = 6.40 \text{ ton/m}^2$

Datos para hallar el valor soporte

Base	=	1.00	m
Peso específico γ_s	=	1.14	ton/m ³
Angulo de fricción interna θ	=	33.87	Grados
Cu	=	6.4	ton/m ²
Desplante	=	1.5	m
Factor de seguridad F.S.	=	5	

$$\varphi = \frac{\theta * \pi}{180} = \frac{33.87 * \pi}{180} = 0.5911 \text{ rad}$$

Factor de flujo de carga = Nq

$$Nq = \frac{e^{\left(\frac{3}{2}\pi - \varphi\right) * \tan \varphi}}{2 \cos^2\left(45 + \frac{\varphi}{2}\right)} = \frac{e^{\left(\frac{3}{2}\pi - 0.5911\right) \tan 0.5911}}{2 \cos^2\left(45 + \frac{0.5911}{2}\right)}$$

$$Nq = 35.91$$

Factor de flujo de carga última

$$Nc = \cot \varphi * (Nq - 1) = \cot 0.5911 * (35.91 - 1)$$

$$Nc = 52.02$$

Factor de flujo de γ

$$N\gamma = 2 * (Nq + 1) * \tan \varphi$$

$$N\gamma = 2 * (35.91 + 1) * \tan 0.5911$$

$$N\gamma = 49.55$$

Capacidad portante última

$$q_o = 0.4 * \gamma_s * B * N\gamma + 1.3 * C * Nc + \gamma_s * D * Nq$$

$$q_o = 0.4 * 1.14 * 1 * 49.55 + 1.3 * 6.4 * 52.02 + 1.14 * 1.5 * 35.95$$

$$q_o = 516.78$$

Capacidad portante neta última

$$q_{on} = q_0 - \gamma_s * D_q$$

$$q_{on} = 516.78 - 1.14 * 1.5$$

$$q_{on} = 515.07$$

$$V_s = q_{on} / F.S.$$

$$V_s = 515.07 / 5$$

$$V_s = 103.01 \text{ T/m}^2$$

Se utilizará un valor reducido por seguridad para efectos de diseño, se adoptó un valor de 25 ton/m² tomando un valor intermedio entre suelos arenosos y suelos limosos de la tabla VI.

Tabla XII Valor soporte permisible, según el tipo de suelo

Valor soporte sugeridos para diferentes tipos de suelos		
Material del suelo	Ton/m ²	Observaciones
Roca sana no intemperizada	645	No hay estructura de grietas
Roca Regular	430	
Roca intermedia	215	
Roca Agrietada o porosa	22-86	
Suelos gravillosos	107	compactados, buena granulometría
Suelos gravillosos	64	Flojos, mala granulometría
Suelos gravillosos	43	Flojos, con mucha arena
Suelos arenosos	32-64	Densos
Arena fina	22-43	Densa
Suelos arcillosos	53	Duros
Suelos arcillosos	22	Solidez mediana
Suelos limosos	32	Densos
Suelos limosos	16	Densidad mediana

Fuente: Jadenón Cabrera, **Guía teórica para el curso de cimentaciones 1**, Pág. 44

2.1.4 Normas para el diseño de edificios para oficinas públicas

Primordialmente se aplicaran los criterios de arquitectura e ingeniería, para la distribución de ambientes y su geometría, combinada con las normas contenidas en el código ACI, AGIES, SEAOC, UBC.

2.1.4.1 Criterios generales

Se tomaran en cuenta las necesidades actuales y futuras que requiere la estructura, ubicación dentro del terreno, iluminación, orientación, relación de ambientes, forma de la estructura, altura del edificio, acabados, etc.

2.1.4.2 Criterios de conjunto

Conjunto arquitectónico

La fachada se diseñará tomando en cuenta las construcciones del entorno, integrando la arquitectura del lugar. La distribución de ambientes se adoptó como criterio que en el primer nivel funcionen las oficinas de atención al público y, en el segundo nivel las oficinas administrativas.

Orientación del edificio

La orientación debe ser de norte a sur, para optimizar la luz solar sin embargo por la ubicación del predio, la orientación del edificio se tomó de este a oeste.

2.1.4.3 Criterios de iluminación

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 más brillantes permiten mayor reflexión de la luz y como resultado una mejor 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% del área total de piso.
- 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 más parecido a la iluminación natural.

La iluminación del edificio municipal es natural bilateral y artificial para esto se utilizó ventanas y lámparas.

2.1.4.4 Instalaciones

Las instalaciones son un factor importantísimo para el correcto y eficiente funcionamiento del edificio municipal, regularmente se colocan dentro de este las instalaciones; hidráulica, drenaje, eléctrica y especiales.

2.1.4.5 Otros criterios

Ventilación

La cantidad disponible de aire en el ambiente, tiene gran importancia en el desarrollo de las actividades administrativas.

Criterios de color

Los colores claros hacen que el ambiente parezca más espacioso y cómodo, además que influye en el estado de ánimo del usuario.

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.

2.1.5 Diseño arquitectónico

El diseño arquitectónico consiste en distribuir de forma adecuada y armónica los ambientes, esto se hará con criterios arquitectónicos.

Para lograrlo, se deben diseñar de acuerdo a las necesidades que se tengan por el espacio disponible, los recursos materiales y las normas de diseño que existan; se debe tomar en cuenta para el diseño el número de personas que utilizará cada ambiente, la ubicación y localización del terreno y los recursos financieros.

En el diseño arquitectónico se tomó en cuenta los ambientes necesarios para un edificio municipal, el área a disposición, la iluminación y ventilación en cada ambiente, relación existente entre ambientes y otros.

2.1.5.1 Ubicación del edificio dentro del terreno

La ubicación de la construcción dentro del terreno será por la parte frontal, ya que se ubica sobre la calle principal.

2.1.5.2 Distribución de ambientes

El tamaño de los ambientes y su distribución dentro del edificio, se hizo de forma que queden ubicados conforme a su función y la relación existente entre ellos, es decir primer nivel serán para atención al público y en el segundo nivel oficinas administrativas y oficinas técnicas.

2.1.5.3 Alturas del Edificio

El edificio es de dos niveles, cada nivel tendrá 3 metros de piso a cielo, la altura total será de 6 metros.

2.1.6 Selección del tipo de estructura

La selección del tipo de estructura, depende de ciertos factores como son: economía, materiales disponibles, área de terreno, dimensiones de cada ambiente, forma, mano de obra disponible.

Con base a estos aspectos se optó por utilizar un sistema de marcos espaciales dúctiles, losa tradicional de concreto reforzado, muros (tipo tabique) de mampostería reforzada de block pómez.

2.1.7 Diseño estructural

2.1.7.1 Predimensionamiento de elementos estructurales

Predimensionamiento de Viga

El predimensionamiento de la viga se puede realizar con los siguientes criterios, por cada metro lineal libre de luz, aumentar ocho centímetros de peralte y la base equivale a $\frac{1}{2}$ del peralte.

El método ACI 318 en el capítulo 9 tabla 9.5(a). Ver tabla XIII da diferentes situaciones para predimensionamiento, en este caso se tomó cuando una viga es continua en ambos extremos.

Se optó un promedio de los dos métodos.

Tabla XIII tabla 9.5(a) altura o espesores mínimos de vigas no preesforzadas código ACI - 318

	Espesor mínimo, h			
	Simplemente apoyados	Con un Extremo continuo	Ambos Extremos continuos	En voladizo
Elementos	Elementos que no soporten o estén ligados a divisiones u otro tipo de elementos susceptibles de dañarse debido a deflexiones grandes.			
Losas macizas en una dirección	$\frac{\ell}{20}$	$\frac{\ell}{24}$	$\frac{\ell}{28}$	$\frac{\ell}{10}$
Vigas o losas nervadas en una dirección	$\frac{\ell}{16}$	$\frac{\ell}{18.5}$	$\frac{\ell}{21}$	$\frac{\ell}{8}$

Longitud de viga = 6.07 m

$$h_{viga} = 8\% * \text{Longitud de viga}$$

$$h_{viga} = 0.08 * 6.07m = .486m$$

$$h_{viga} = \frac{L}{21} = \frac{6.07}{21} = 0.289m$$

$$h_{promedio} = \frac{0.486 + 0.289}{2} = 0.3873m \approx 0.40m$$

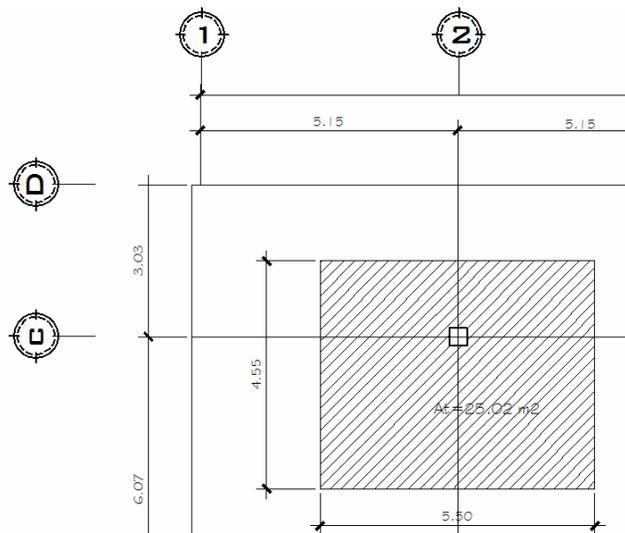
$$b = \frac{h_{promedio}}{2} = \frac{0.40}{2} = 0.20m$$

Se propone una sección de viga de 20cm x 40cm.

Predimensionamiento de columna:

Como lo considera el código ACI-318 99, en su capítulo 10. Sustituyendo valores en la ecuación de la carga puntual se obtiene el área gruesa de la columna.

Figura 15 Área tributaria columna critica



Datos

Área Tributaria = 25.02 m^2

Peso específico del concreto = 2400 kg/m^3

Conociendo estos datos se obtiene la carga puntual

$$P = \text{PesoEsp.} * At = 2400 \text{ Kg} / \text{m}^3 * 25.02 \text{ m}^2 = 60,048.00 \text{ Kg}$$

Este se multiplica por dos niveles

$$P = 60,048.00 \text{ Kg} * 2 = 120,096.00 \text{ Kg}$$

Sustituyendo valores en la ecuación de la carga puntual se obtiene el área gruesa de la columna.

$$P = 0.80[0.85 * f'c(Ag - As) + fy * As] \quad ; \text{Donde : } As = \rho * Ag$$

$$Ag = \left[\frac{P}{0.80[0.85 * f'c(1 - \rho) + fy * \rho]} \right]$$

$$Ag = \left[\frac{120,096.00}{0.80[0.85 * 210 * (1 - 0.01) + 2810 * 0.01]} \right] \quad \text{Donde } \rho = \text{cuantía de acero} = 1\%$$

$$Ag = 732.95 \text{ cm}^2$$

Se propone una sección de 35cm x 35cm = 1225cm² > 732.95 cm²

Predimensionamiento de Losa

Se utilizó el criterio del perímetro de losa dividido 180. Para predimensionar se utiliza la losa de mayor dimensión.

Donde t = espesor de losa

$$t = \frac{(6.07 * 2 + 5.15 * 2)}{180} = 0.124 \approx 0.12 \text{ m}$$

Se propone losa tradicional con espesor de 12 cm.

Predimensionamiento de zapatas

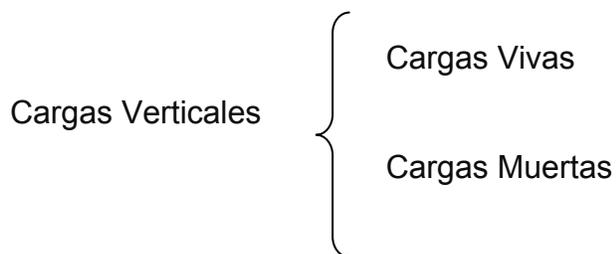
Los cimientos se diseñaran con zapatas aisladas.

Ver predimensionamiento de zapatas en la sección 2.1.7.10, Diseño de cimientos.

2.1.7.2 Cargas de diseño

Son todas las cargas que actúan sobre la estructura.

2.1.7.2.1 Cargas verticales en marcos dúctiles



Cargas Vivas:

Estas cargas pueden variar en magnitud y localización, pueden ser causados por los pesos de objetos colocados temporalmente sobre la estructura, por cargas móviles o por cargas naturales.

De tabla XIV, se muestran los valores de carga viva para diferentes clasificaciones de ocupación, como lo especifica la norma AGIES y otros códigos. Estas cargas se deben a seres humanos, equipo y al almacenamiento en general.

Tabla XIV Cargas vivas mínimas uniformemente distribuidas

Tipo de ocupación o uso	(Kg / m ²)
Vivienda	200
Oficina	250
Hospitales – encamamiento y habitaciones	200
Hospitales – servicios médicos y laboratorios	350
Hoteles – alas de habitaciones	200
Hoteles – servicios y áreas públicas	500
Escaleras privadas	300
Escaleras públicas o de escape	500
Balcones, cornisas y marquesinas	300
Áreas de salida y/o escape	500
Vestíbulos públicos	500
Plazas y áreas públicas a nivel de calle	500
Salones de reunión	
Con asientos fijos	300
Sin asientos fijos	500
Escenarios y circulaciones	500
Instalaciones deportivas públicas	
Zonas de circulación	500
Zonas de asientos	400
Canchas deportivas	Carga depende del tipo de cancha
Aulas y escuelas	200
Bibliotecas	
Áreas de lectura	200
Depósito de libros	600
Almacenes	
Minoristas	350
Mayoristas	500

Continúa

Estacionamientos y garajes	
Automóviles	250
Vehículos pesados	Según vehículo
Rampas de uso colectivo	750
Corredores de circulación	500
Servicio y reparación	500
Bodegas	
Cargas livianas	600
Cargas pesadas	1200
Tipo de ocupación o uso	(Kg / m²)
Fábricas	400
Cargas livianas	600
Cargas pesadas	
Azoteas de concreto con acceso	200
Azoteas sin acceso horizontal o inclinadas	100
Azoteas inclinadas más de 20°	75
Techos de láminas, tejas, cubiertas plásticas, lonas, etc. (aplica a la estructura que soporta la cubierta final)	50

Fuente: Normas AGIES NR – 2:200, Pág. 28

Cargas muertas:

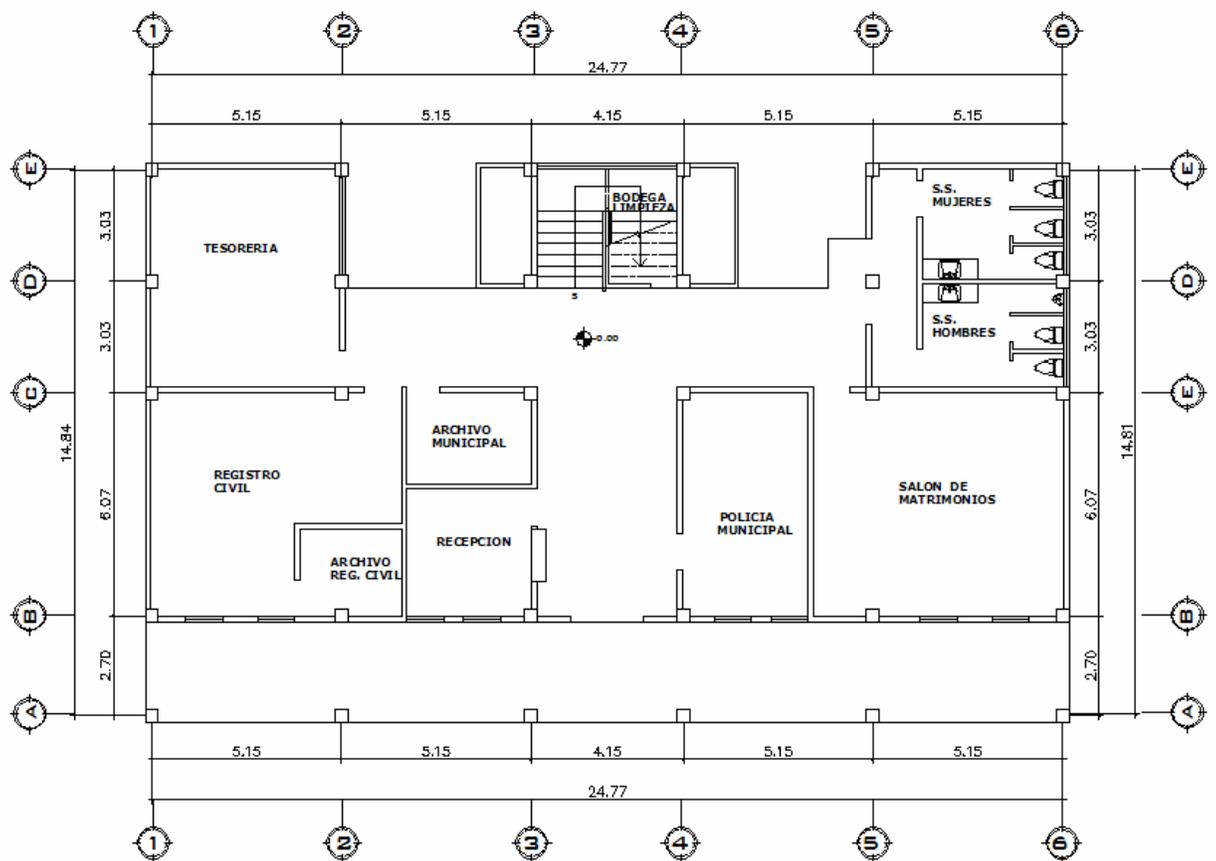
Son los pesos de los diversos miembros estructurales y de cualquier objeto que se encuentre permanentemente sobre la estructura.

Para un edificio, las cargas muertas las componen los pesos de las losas, vigas, columnas, muros, techos, ventanas, puertas, instalaciones (drenajes, hidráulicas, eléctricas, otras.), acabados y otros.

Estas cargas se pueden determinar con bastante proximidad dependiendo de los materiales que se utilicen, sus pesos pueden ser determinados a partir de sus densidades y tamaños, ayudado por tablas de códigos para algunos materiales.

En la siguiente figura se muestra la planta del edificio municipal.
Ver figura 16

Figura 16 planta del edificio municipal



Cálculo del peso de la estructura

Cargas vivas utilizadas (CV)

En techos = 100 kg/m^2

En pasillos (vestíbulos) = 500 kg/m^2

En oficinas = 250 kg/m^2

Cargas muertas (CM)

Concreto = $2,400 \text{ Kg/m}^3$

Muros = 150 Kg/m^2

Sobre carga = 60 Kg/m^2

a. Segundo nivel

Carga muerta

$$W_{\text{losa}} = 350.16 \text{m}^2 * 2400 \text{ Kg/m}^3 * 0.12 \text{m} = 100846.54 \text{kg}$$

$$W_{\text{viga}} = 207.48 \text{m} * 0.20 \text{m} * 0.40 \text{m} * 2,400 \text{kg/m}^3 = 72360.00 \text{ Kg}$$

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

$$W_{\text{sobrecarga}} = 350.16 \text{m}^2 * 60 \text{kg/m}^2 = 43775.91 \text{ Kg}$$

$$\text{Total de la carga muerta} = 162971.55 \text{ kg}$$

Carga viva

$$CV = 350.16 \text{m}^2 * 100 \text{ Kg./m}^2 = 35141.76 \text{kg}$$

Peso del segundo nivel

$$W = CM + 0.25CV$$

$$W = 162971.55 \text{ kg} + 0.25 * (35141.76 \text{kg.}) = 171756.99 \text{kg.}$$

b. Primer nivel

Carga muerta

$$\begin{aligned}W_{\text{losa}} &= 338.56\text{m}^2 \cdot 2400 \text{ Kg./m}^2 \cdot 0.12 \text{ m} &= 97507.67\text{kg} \\W_{\text{viga}} &= 207.5\text{m} \cdot 0.20\text{m} \cdot 0.40\text{m} \cdot 2400\text{kg/m}^3 &= 27885.31\text{kg} \\W_{\text{columnas}} &= 0.35\text{m} \cdot 0.35\text{m} \cdot 4.50\text{m} \cdot 2,400 \text{ Kg./m}^3 \cdot 30 &= 39690.00\text{kg} \\W_{\text{muros}} &= 621.64\text{m}^2 \cdot 390\text{m}^2 \cdot 150\text{kg/m}^2 &= 66970.80\text{kg} \\W_{\text{sobrecarga}} &= 338.56\text{m}^2 \cdot 60\text{kg/m}^2 &= 20314.10\text{kg}\end{aligned}$$

$$\text{Total de la carga muerta} = \mathbf{232053.78\text{kg}}$$

Carga viva

$$CV = 218.77\text{m}^2 \cdot 250 \text{ Kg./m}^2 + 136.64 \cdot 500 \text{ Kg./m}^2 = 123010.65\text{kg.}$$

Peso del primer nivel

$$W = CM + 0.25CV$$

$$W = 232053.78\text{kg} + 0.25 \cdot (123010.65\text{kg.}) = 262806.44\text{kg.}$$

Peso total de la estructura = W total

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

$$W_{\text{total}} = 262806.44\text{kg.} + 171756.99\text{kg.}$$

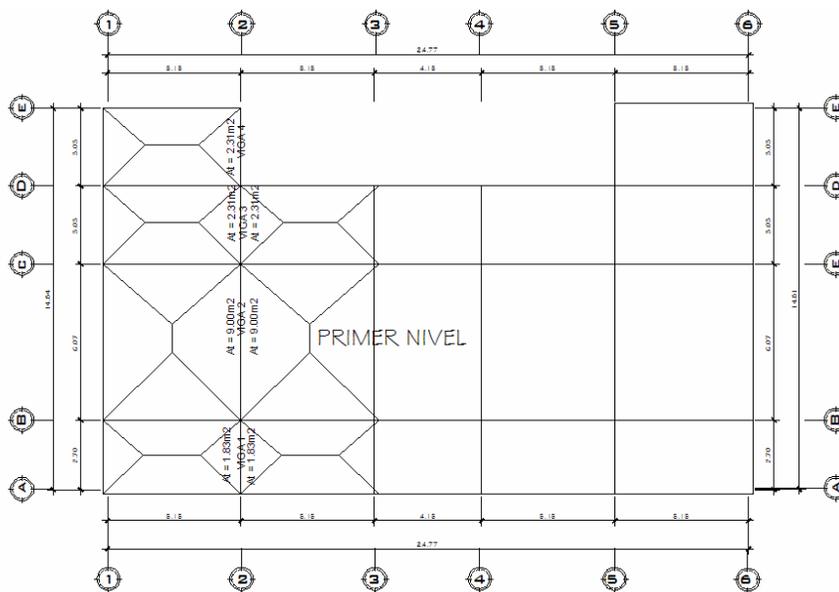
$$\mathbf{W_{\text{total}} = 434563.43 \text{ kg.}}$$

Integración de cargas para el marco 2

$$\text{Losa} = 348\text{kg/m}^2$$

Muros divisorios = 150kg/m²
 Carga viva = 100kg/m² en techos
 = 250kg/m² en oficinas
 = 500kg en pasillos

Figura 17 Planta primer nivel, marco analizado



PRIMER NIVEL

VIGA 1

$$CM = 348\text{kg/m}^3 \cdot (3.66\text{m})^2 / 2.70\text{m} + 0.20\text{m} \cdot 0.40\text{m} \cdot 2400\text{kg/m}^3$$

$$CM = 663.73 \text{ kg/m}$$

$$CV = 500\text{kg/m}^2 \cdot (3.66\text{m}^2) / 2.7\text{m}$$

$$CV = 677.78 \text{ kg/m}$$

VIGA 2

$$CM = 348\text{kg/m}^3 \cdot (18.00\text{m}^2) / 6.07\text{m} + 0.20\text{m} \cdot 0.40\text{m} \cdot 2400\text{kg/m}^3 + 150\text{kg/m}^3 \cdot 3.00\text{m}$$

$$CM = 1673.96 \text{ kg/m}$$

$$CV = 500\text{kg/m}^2 \cdot (18.00\text{m}^2) / 6.07\text{m}$$

$$CV = 741.35 \text{ kg/m}$$

VIGA 3

$$CM = 348\text{kg/m}^2 \cdot (4.62\text{m}^2) / 3.03\text{m} + 0.20\text{m} \cdot 0.40\text{m} \cdot 2400\text{kg/m}^3 +$$

$$CM = 722.61 \text{ kg/m}$$

$$CV = 500\text{kg/m}^2 \cdot (2.31\text{m}^2) / 3.03\text{m} + 250\text{kg/m}^2 \cdot (2.31\text{m}^2) / 3.03\text{m}$$

$$CV = 571.78 \text{ kg/m}$$

VIGA 4

$$CM = 348\text{kg/m}^2 \cdot (2.31\text{m}^2) / 3.03\text{m} + 0.20\text{m} \cdot 0.40\text{m} \cdot 2400\text{kg/m}^3 + 150\text{kg/m}^3 \cdot 3.00\text{m}$$

$$CM = 907.31 \text{ kg/m}$$

$$CV = 250\text{kg/m}^2 \cdot (2.31\text{m}^2) / 3.03\text{m}$$

$$CV = 190.59 \text{ kg/m}$$

SEGUNDO NIVEL**VIGA 1**

$$CM = 348\text{kg/m}^2 \cdot (3.66\text{m}^2) / 2.70\text{m} + 0.20\text{m} \cdot 0.40\text{m} \cdot 2400\text{kg/m}^3$$

$$CM = 663.73 \text{ kg/m}$$

$$CV = 100\text{kg/m}^2 \cdot (3.66\text{m}^2) / 2.7\text{m}$$

$$CV = 135.56 \text{ kg/m}$$

VIGA 2

$$CM = 348\text{kg/m}^2 \cdot (18.00\text{m}^2) / 6.07\text{m} + 0.20\text{m} \cdot 0.40\text{m} \cdot 2400\text{kg/m}^3$$

$$CM = 1223.96 \text{ kg/m}$$

$$CV = 100\text{kg/m}^2 \cdot (18.00\text{m}^2) / 6.07\text{m}$$

$$CV = 296.54 \text{ kg/m}$$

VIGA 3

$$CM = 348\text{kg/m}^2 \cdot (4.62\text{m}^2) / 3.03\text{m} + 0.20\text{m} \cdot 0.40\text{m} \cdot 2400\text{kg/m}^3 +$$

$$CM = 722.61 \text{ kg/m}$$

$$CV = 100\text{kg/m}^2 \cdot (4.62\text{m}^2) / 3.03\text{m}$$

$$CV = 152.48 \text{ kg/m}$$

VIGA 4

$$CM = 348\text{kg/m} \cdot (2.31\text{m}^2) / 3.03\text{m} + 0.20\text{m} \cdot 0.40\text{m} \cdot 2400\text{kg/m}^3$$

$$CM = 457.31 \text{ kg/m}$$

$$CV = 100\text{kg/m}^2 \cdot (2.31\text{m}^2) / 3.03\text{m}$$

$$CV = 76.24 \text{ kg/m}$$

Este mismo procedimiento se hace a todos los marcos de la estructura para integrar las cargas.

Las figuras 18 y 19 muestran los modelos que se obtienen de la carga muerta y carga viva.

Figura 18 Carga muerta y carga viva - marco 2

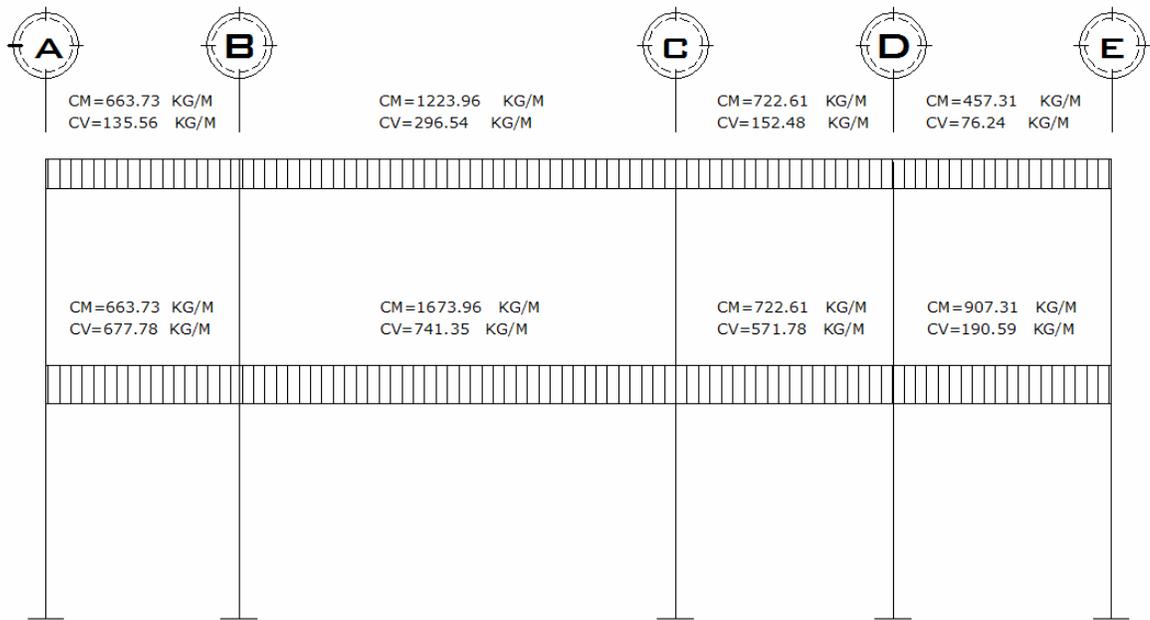
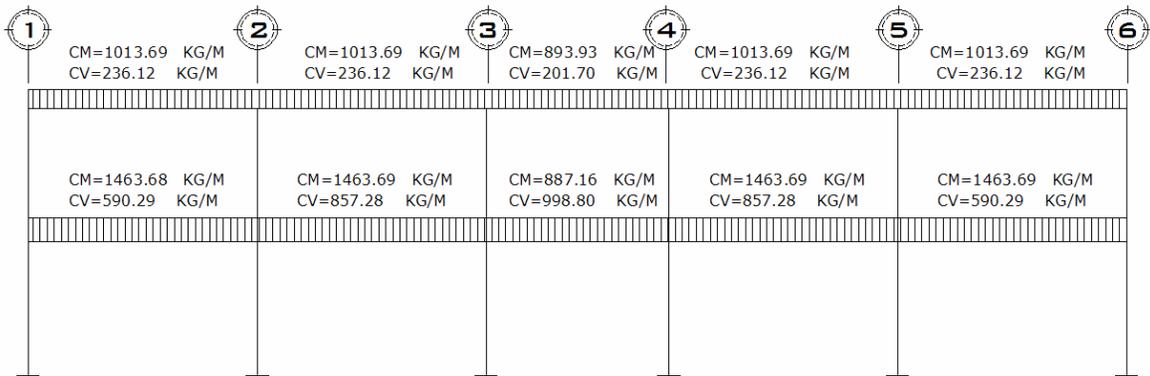


Figura 19 Carga muerta y carga viva - marco C



2.1.7.2.2 Cargas horizontales en marcos dúctiles

Son las cargas producidas por el viento, impacto o por sismo. Estas cargas son dinámicas. En este estudio se considerará la fuerza producida por un sismo, el viento en una estructura pesada no tiene mayor efecto, comúnmente se analiza para estructuras livianas, como por ejemplo techos de lámina. Simplificando el análisis sísmico, se utilizan estas fuerzas como cargas laterales estáticas, que tendrán el mismo efecto de un sismo.

2.1.7.2.3 Fuerzas sísmicas

La carga sísmica depende del peso de la estructura, se considera que la estructura se mantiene fija en su base, por lo tanto será el punto de aplicación de la fuerza, a esta fuerza se le llama Corte Basal (V) y ésta se transmitirá a los elementos estructurales, proporcional a sus rigideces y posición con respecto a su centro de rigidez.

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.

$$\mathbf{V = ZIKCSW}$$

Donde: $ZIKCSW$, son coeficientes que dependen del tipo de estructura, suelo, importancia, intensidad del sismo y zona sísmica, y W es el peso muerto total de la estructura más el 25% de todas las cargas vivas de diseño.

V = Corte Vasal o corte en la base.

$Z = 0.5$; es la variación de las fuerzas de diseño con los cambios probables de la intensidad sísmica a través de la zona. El departamento de Huehuetenango se encuentra localizado entre la zona 2 y zona 3, que es de alto peligro sísmico (normas estructurales de construcción recomendadas para Guatemala. Ver anexo 1 mapa y tabla de zonificación para Guatemala.

W = peso propio de la estructura más el 25% de las cargas vivas.

$I = 1.25$; este coeficiente depende del uso que se le va a dar a la estructura después de que ocurra el evento, en este caso es para institución pública.

$C = \frac{1}{15\sqrt{T}}$; se conoce también como el coeficiente sísmico. La T es el período fundamental de vibración de la estructura, en segundos; la $t = \frac{0.09 * h}{\sqrt{b}}$, donde h = a la altura, a del nivel más alto sobre la base, b = a la dimensión de entrepiso, en dirección paralela a las fuerzas aplicadas.

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.

En sentido X

$$C = \frac{1}{15\sqrt{T}} =$$

$$t = \frac{0.09 * h}{\sqrt{b}} = \frac{0.09 * 6.00}{\sqrt{25.12}} = 0.108$$

$$C = \frac{1}{15\sqrt{0.108}} = 0.185 \text{ por tanto usar } 0.12$$

En sentido y

$$C = \frac{1}{15\sqrt{T}} =$$

$$t = \frac{0.09 * h}{\sqrt{b}} = \frac{0.09 * 6.00}{\sqrt{15.23}} = 0.138$$

$$C = \frac{1}{15\sqrt{0.108}} = 0.162 \text{ por tanto usar } 0.12$$

S = 1.5; este coeficiente depende del tipo de suelo.

K = 0.67; coeficiente que depende del tipo de estructura, considera la propiedad de absorción de energía inelástica de los marcos resistentes a los momentos, también la redundancia de los marcos, o la segunda línea de defensa, presente en la mayor parte de los marcos completos, aunque no están diseñados para resistir cargas laterales. Los edificios que no poseen, por lo menos, un marco espacial de apoyo de cargas verticales se le asignan un valor alto para K, 0.67, es el valor sugerido por la Uniform Building Code, para marcos dúctiles con nudos rígidos.

Ahora, sustituyendo en la fórmula de corte vasal tenemos:

$$\mathbf{V_x = 0.5 * 1.25 * 0.12 * 1.5 * 0.67 * 434563.43 = 26,204.175 \text{ kg} = 26.20 \text{ ton}}$$

$$\mathbf{V_y = 0.5 * 1.25 * 0.12 * 1.5 * 0.67 * 434563.43 = 26,204.175 \text{ kg} = 26.20 \text{ ton}}$$

La fuerza total lateral V, es distribuida en toda la altura de la estructura, de acuerdo a la fórmula siguiente:

Donde

V = corte basal

Ft = fuerza en la cúspide

Fi = fuerza por nivel

La fuerza concentrada en la cúspide se calcula de la forma siguiente, debiendo cumplir con las siguientes condiciones.

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

Si $T > 0.25$ segundos; si no calcular $F_t = 0.07 * T * V$

Donde

T = período fundamental de la estructura

Por lo tanto, el valor de la fuerza, es decir del corte basal V, es 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

$$F_1 = \frac{(26,204.175 - 0)(262806.44 * 3.00)}{262806.44 * 3.00 + 171756.99 * 6.00} = 11358.064 \text{ Kg.}$$

$$F_2 = \frac{(26,204.175 - 0)(171756.99 * 6.00)}{262806.44 * 3.00 + 171756.99 * 6.00} = 14846.111 \text{ Kg.}$$

Como comprobación = F_t+F₁+F₂ = 0+11358.064+14846.111 = 26204.175 kg

Fuerzas por marco

La distribución de cargas sísmicas dependerá de la simetría estructural, ya que de existir excentricidades entre el C.R y el C.M, la capacidad torsional del edificio se verá afectada, los marcos que tengan una mayor excentricidad; experimentaran una fuerza de marco (F_m) mayor, a los que posean menor

excentricidad. Por ello deberán ser diseñados para soportar mayores cargas sísmicas.

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.

Fuerzas por marco en sentido y-y'

En este sentido los marcos no tienen simetría, por lo que hay torsión en la estructura.

Un método simplificado de analizar la torsión en las estructuras consiste en considerar separadamente los desplazamientos relativos del edificio, ocasionados por la traslación y rotación en cada piso, tomando en cuenta la rigidez de cada nivel, estas fuerzas tendrán un desplazamiento unitario, distribuyendo los cortantes por torsión en proporción a su rigidez. Los momentos de entrepiso se distribuyen en los diversos marcos y muros del sistema resistente a fuerzas laterales, de manera congruente con la distribución de los cortantes de entrepiso.

Según el tipo de estructura que se esté analizando, así será el tipo de apoyo y por lo tanto, la ecuación de la rigidez a usar.

Voladizo: se refiere a edificios de un nivel o a los últimos niveles de edificios multiniveles. La rigidez se calcula con la siguiente fórmula:

$$K = \frac{1}{\frac{Ph^3}{3EI} + \frac{1.2Ph}{AG}} \quad I = \frac{1}{12}bh^3$$

$$E = 15,100\sqrt{f'c} \quad G = 0.40E$$

Doblemente empotrado: se refiere a los primeros niveles o niveles intermedios de edificios multiniveles. La rigidez se calcula con la siguiente fórmula:

$$K = \frac{1}{\frac{Ph^3}{12EI} + \frac{1.2Ph}{AG}}$$

Donde:

P = carga asumida, generalmente 10,000 Kg.

h = altura del muro o columna analizada en centímetros

E = módulo de elasticidad del concreto

I = inercia del elemento, en cm⁴

A = sección transversal de la columna analizada

G = módulo de rigidez

Cuando el centro de rigidez CR no coincide con el centro de masa CM, se produce excentricidad en la estructura, esto es debido a que existe una distribución desigual y asimétrica de las masas y las rigideces en la estructura. La excentricidad se determina por medio de la diferencia que existe entre el valor del centro de masa y el valor del centro de rigidez.

Fuerza del marco por torsión

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

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

F_m = Fuerza por marco

Para esto se utilizan las siguientes fórmulas:

$$F_i' = \frac{K_m * F_n}{\sum K_m} \quad F_i'' = \frac{e * F_n * (\#de_Marcos)}{E_i} \quad E_i = \frac{\sum (K_m d_i)^2}{K_m d_i}$$

Donde:

K_m = rigidez del marco analizado

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

F_n = Fuerza por nivel

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

d_i = distancia entre el CR y el eje de cada marco considerado

e = excentricidad

Para primer nivel en el eje y

La rigidez de la columna se trabaja como doblemente empotrada por ser primer nivel de un edificio multinivel.

$$P = 10,000.00 \text{ kg.}$$

$$E = 15100 * (210 \text{ kg/cm}^2)^{1/2} = 218819.8$$

$$G = 0.4 * 218819.8 = 87527.92$$

$$I = 1/12*(35)*(35) = 3125052.1 \text{ cm}^4$$

$$K1 = \frac{1}{\frac{10000.00 * 300^3}{12 * 218819.8 * 3125052.1} + \frac{1.2 * 10000.00 * 300}{35 * 35 * 87527.92}}$$

$$K1 = 0.101$$

$$K_m = 4 \quad K = 4 * 0.1 = 0.505$$

Tabla XV Cálculo del centro de rigidez primer nivel

Marco	K	L	K*L
1	0.5050	14.83	7.4894
2	0.5050	11.79	5.9542
3	0.5050	8.76	4.4240
4	0.5050	2.69	1.3585
5	0.5050	0	0.0000
SUMATORIA	2.5251		19.2261

Centro de Rigidez

$$C.R. = \sum K*L / \sum K$$

$$C.R. = 19.2261 / 2.5251 = 7.61 \text{ m}$$

Tabla XVI Cálculo para el centro de masa primer nivel

Cálculo para el centro de masa primer nivel					
Figura	Y	X	A	A*y	A*x
1	8.93	12.36	521.15	4651.26	6441.41
2	1.52	2.58	15.60	23.63	40.17
3	1.52	22.15	15.60	23.63	345.46
Sumatoria			552.35	4698.53	6827.05

Centro de Masa

$$C.M. = \sum A*x / \sum A =$$

$$C.M. = 6827.05 / 552.35 = 8.51 \text{ m}$$

Excentricidad en Y = e_y

$$e_y = C_{My} - C_{Ry} = 8.51 - 7.61 = 0.89\text{m}$$

$$e_{\text{mín}} = 0.05 * b = 0.05 * 14.84 \text{ m} = 0.74\text{m}, \text{ por lo tanto se tomó } e_x = 0.89\text{m}$$

b = lado perpendicular donde actúa la carga.

Tabla XVII Fuerza por marco por torsión del primer nivel

Fuerza por marco por torsión del primer nivel								
N	Km.	Di	Km*di	(Km*di) ²	Ei	Fi'	Fi''	Fm
1	0.51	7.22	3.64	13.28	10.71	2271.61	946.37	3217.98
2	0.51	4.18	2.11	4.45	18.51	2271.61	547.68	2819.29
3	0.51	1.15	0.58	0.33	67.44	2271.61	150.30	2421.91
4	0.51	-4.92	-2.49	6.18	-15.70	2271.61	-645.78	1625.84
5	0.51	-7.61	-3.85	14.79	-10.15	2271.61	-998.57	1273.04
sumatoria	2.53			39.03				

La fuerza por marco, en el primer nivel en el sentido Y, se tomará la Fm mas critica, para que cubra todos las cargas sísmicas

$$F_m = 3217.98 \text{ kg}$$

Para segundo nivel en el eje y

Se utiliza la fórmula de voladizo por ser último nivel

$$P = 10,000.00 \text{ kg.}$$

$$E = 15100 * (210\text{kg/cm}^2)^{1/2} = 218819.8$$

$$G = 0.4 * 218819.8 = 87527.92$$

$$I = 1/12 * (35) * (35) = 3125052.1 \text{ cm}^4$$

$$K_2 = \frac{1}{\frac{10000.00 * 300^3}{3 * 218819.8 * 3125052.1} + \frac{1.2 * 10000.00 * 300}{35 * 35 * 87527.92}}$$

$$K_2 = 0.0253$$

$$K_m = 5 \quad K = 5 * 0.034 = 0.17$$

Tabla XVIII Cálculo del centro de rigidez segundo nivel

Cálculo del Centro de Rigidez segundo nivel			
Marco	K	L	K*L
1	0.17	14.83	2.50
2	0.17	11.79	1.99
3	0.17	8.76	1.48
4	0.17	2.69	0.45
5	0.17	0.00	0.00
SUMATORIA	0.84		6.42

Centro de Rigidez

$$C.R. = \sum K*L / \sum K$$

$$C.R. = 6.42 / 0.84 = 7.61 \text{ m}$$

Tabla XIX Cálculo para el centro de masa segundo Nivel

Cálculo para el centro de masa segundo Nivel					
Figura	Y	X	A	A*y	A*x
1	8.93	12.36	521.15	4651.26	6441.41
2	1.52	2.58	15.60	23.63	40.17
3	1.52	12.36	12.45	18.86	153.82
4	1.52	22.15	15.60	23.63	345.46
Sumatoria			564.80	4717.39	6980.87

Centro de Masa

$$C.M. = \sum A*x / \sum A =$$

$$C.M. = 6980.87 / 564.80 = 8.35 \text{ m}$$

Excentricidad en Y = e_y

$$e_y = C_{My} - C_{Ry} = 8.35 - 7.61 = 0.74 \text{ m}$$

$$e_{\text{mín}} = 0.05 * b = 0.05 * 14.84 = 0.74, \text{ se tomó } e_x = 0.74 \text{ m}$$

b = lado perpendicular donde actúa la carga.

Tabla XX Fuerza por marco por torsión del segundo nivel

Fuerza por marco por torsión del segundo nivel								
N	Km.	Di	Kmdi	(Kmdi) ²	Ei	Fi'	Fi''	Fm
1	0.17	7.22	1.22	1.48	3.58	2969.22	3063.21	6032.43
2	0.17	4.18	0.70	0.50	6.18	2969.22	1639.32	4608.54
3	0.17	1.15	0.19	0.04	22.53	2969.22	449.87	3419.09
4	0.17	-4.92	-0.83	0.69	-5.24	2969.22	-1932.95	1036.27
5	0.17	-7.61	-1.28	1.65	-3.39	2969.22	-2988.93	-19.71
sumatoria	0.84			4.36				

La fuerza por marco, en el segundo nivel en el sentido Y, se tomará la Fm más crítica, para que cubra todos los cargas sísmicas

$$F_m = 6032.43 \text{ kg}$$

Modelo del marco 2 y marco C por carga sísmica. Ver figura 20 y 21

Figura 20

Carga por sismo - marco 2

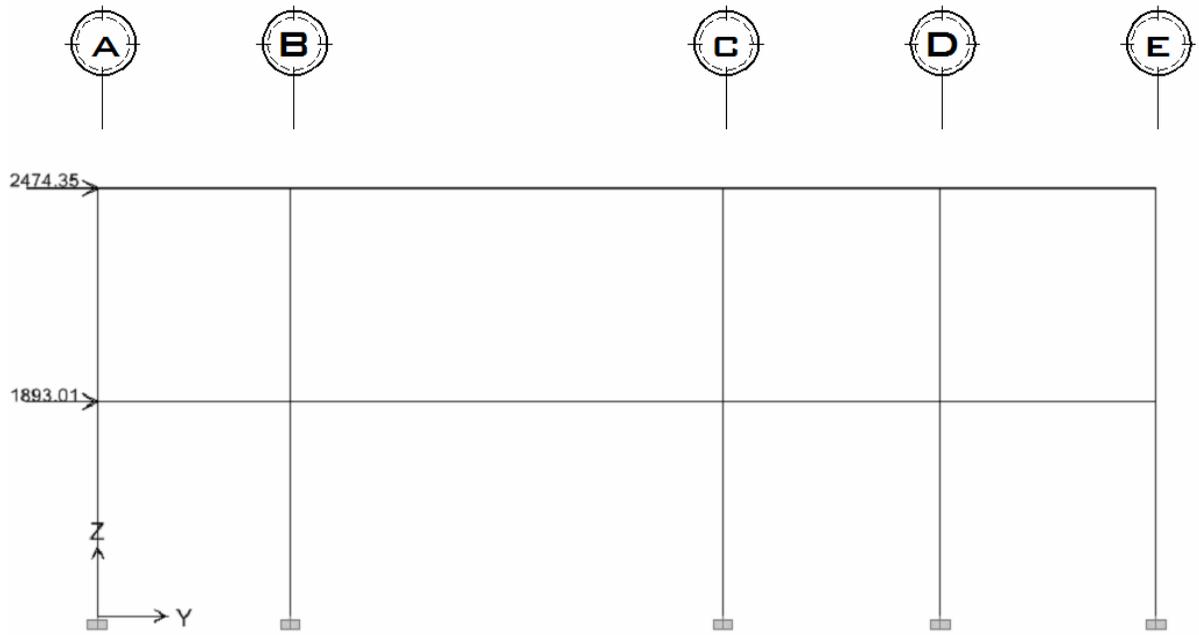
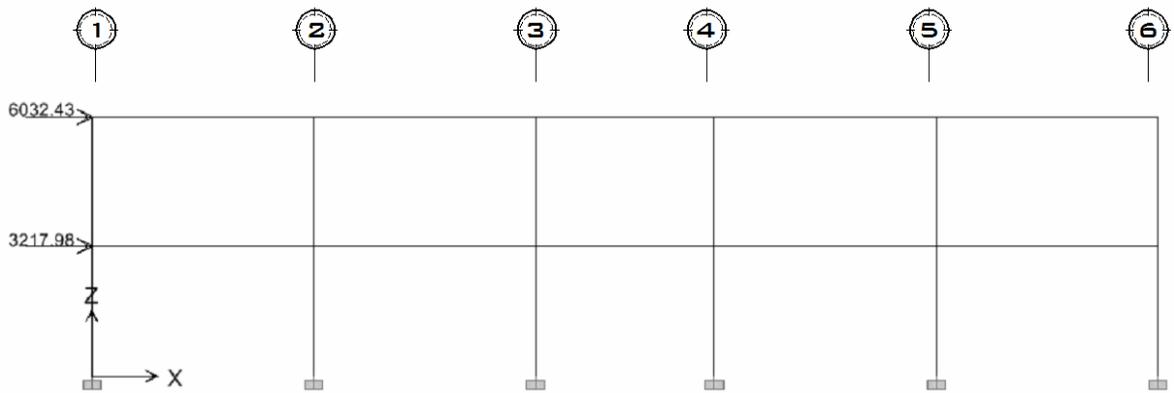


Figura 21

Carga por sismo - marco C



2.1.7.3 Modelos matemáticos de marcos dúctiles

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.

2.1.7.4 Análisis de marcos dúctiles por medio del programa ETABS.

Propuesto el tipo de sección que se usará en el análisis y diseño se procede a la determinación de las cargas que actuarán sobre la estructura; estas producen esfuerzos de corte, flexión, torsión, etc.

En este caso se consideran únicamente las cargas verticales producidas por los entrepisos que se suponen uniformemente distribuidas sobre vigas, y las fuerzas horizontales de sismo.

El análisis de marcos espaciales dúctiles resistentes a momentos, se realizó por medio del software ETABS V8, a manera de comprobación se analizó la estructura el método de *Kanni*; llegando a la conclusión de que los resultados variaron en un margen del 2%.

El análisis estructural se realizó para las diferentes cargas utilizadas: muerta, viva y sismo. Los siguientes modelos presentan los resultados del análisis para cada tipo de carga. Ver figuras 22 a la 33

Figura 22 Momentos por carga muerta vigas– marco 2

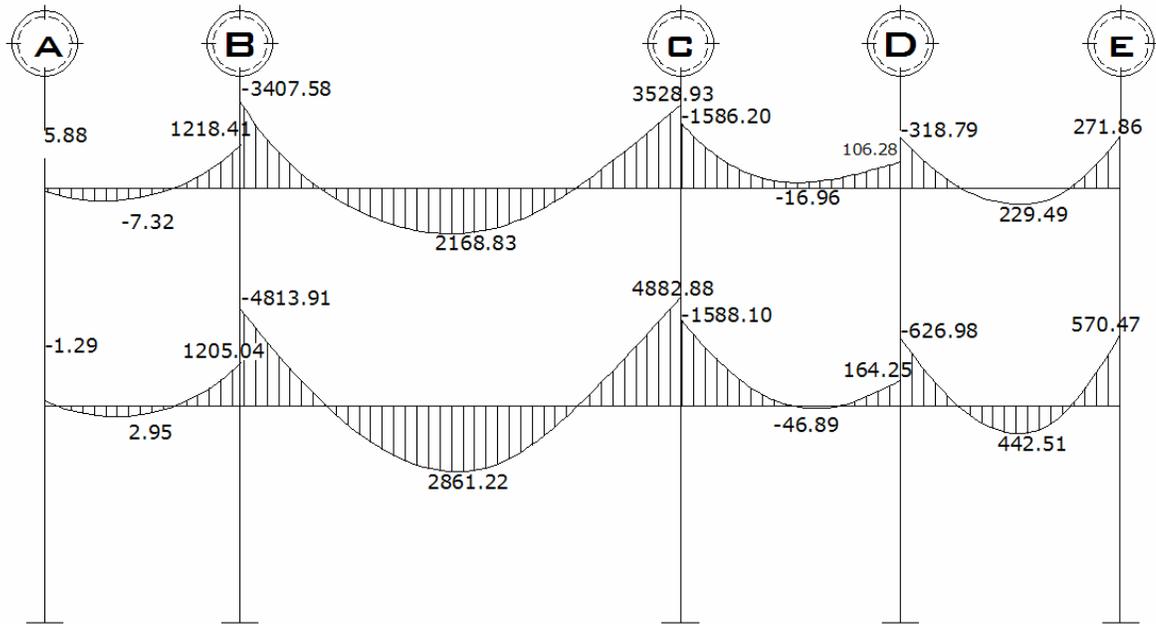


Figura 23 Momentos por carga muerta columnas – marco 2

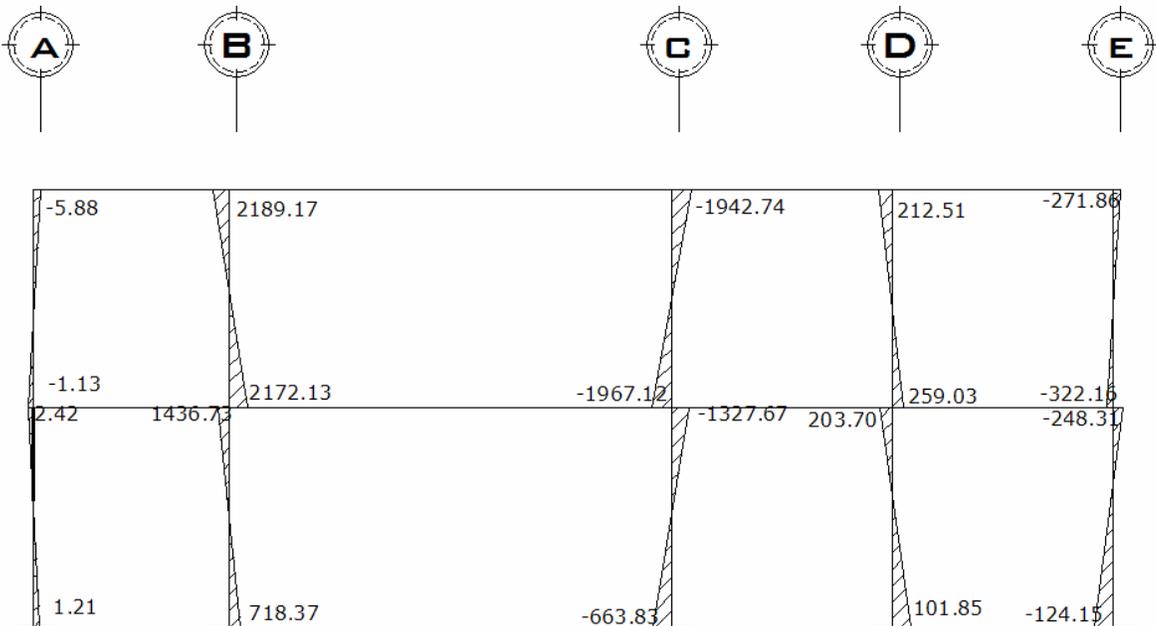


Figura 24

Momentos por carga viva vigas – marco 2

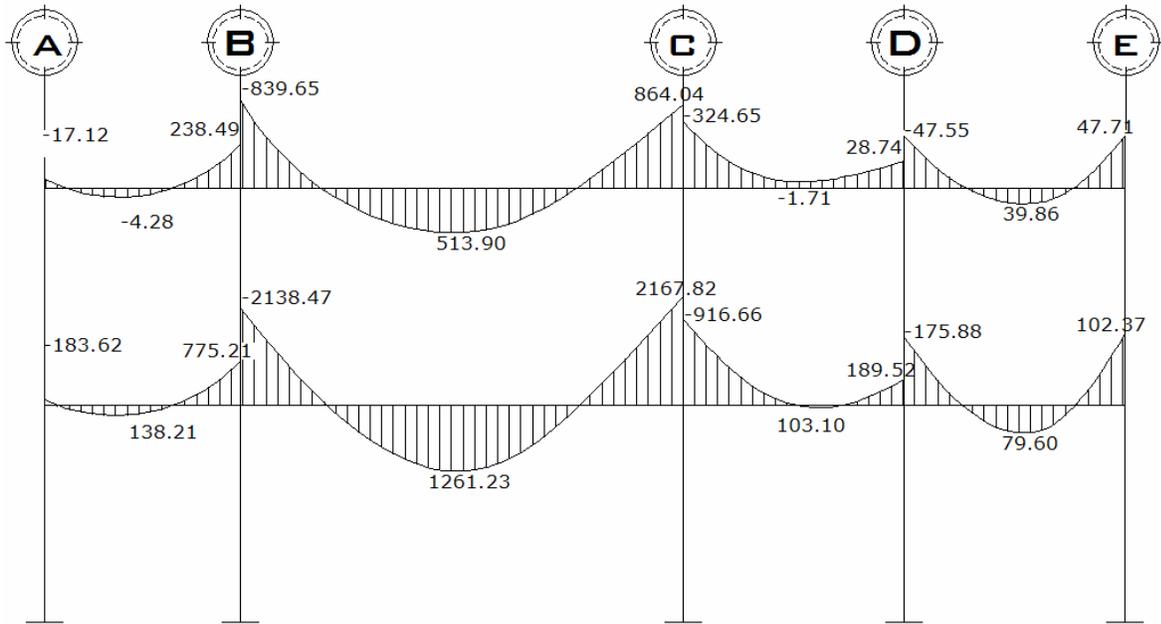


Figura 25

Momentos por carga viva columnas – marco 2

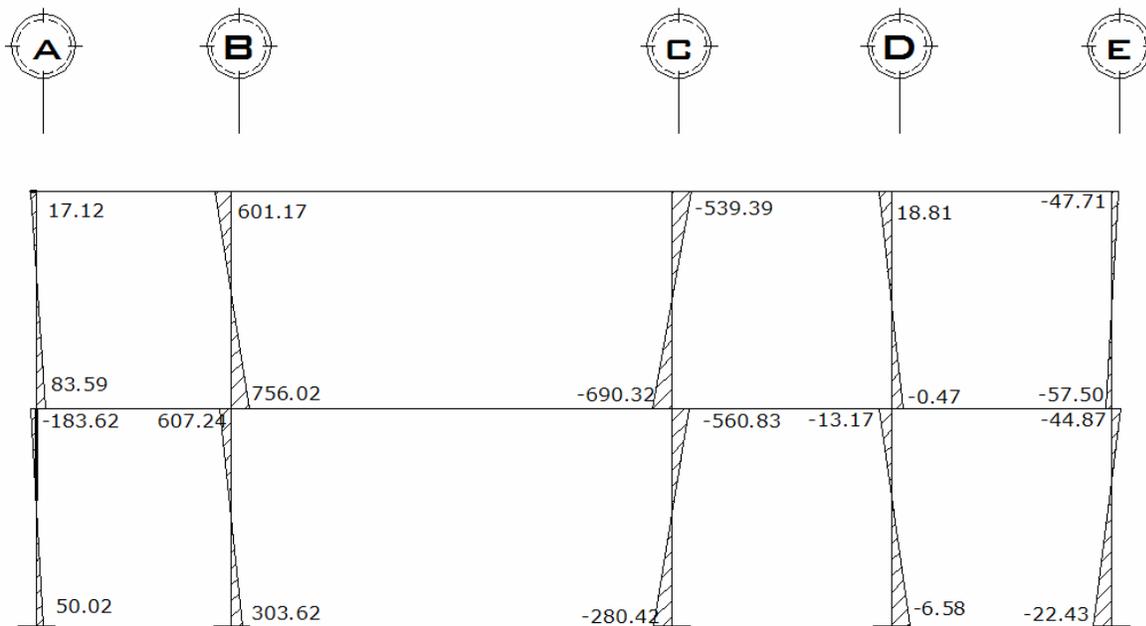


Figura 26 Momento por carga de sismo vigas – marco 2

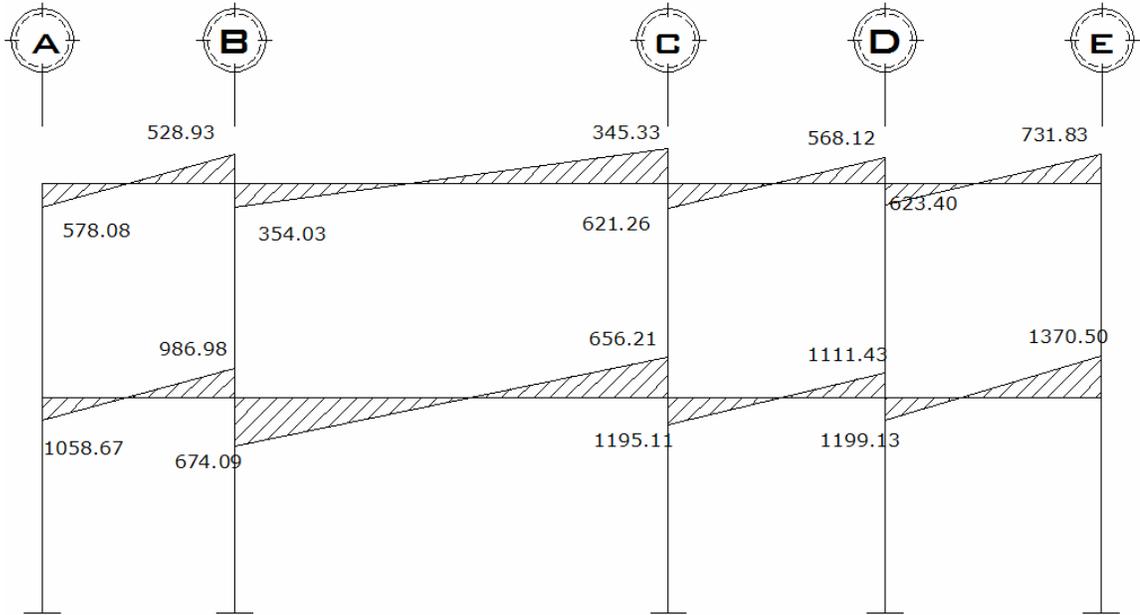


Figura 27 Momento por carga de sismo columnas – marco 2

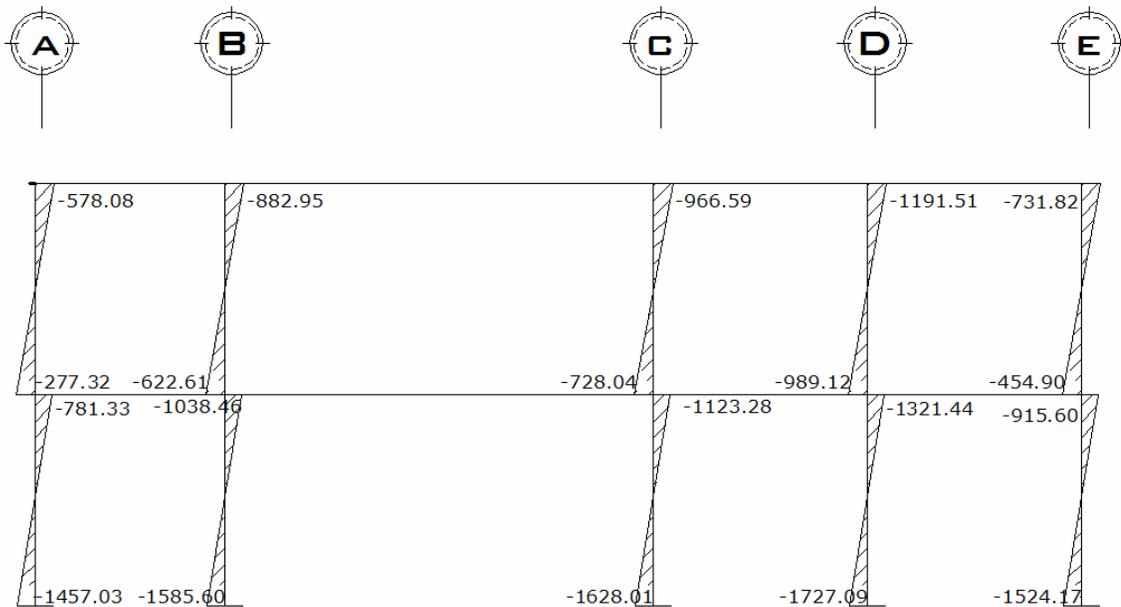


Figura 28 Momentos por carga muerta vigas – marco C

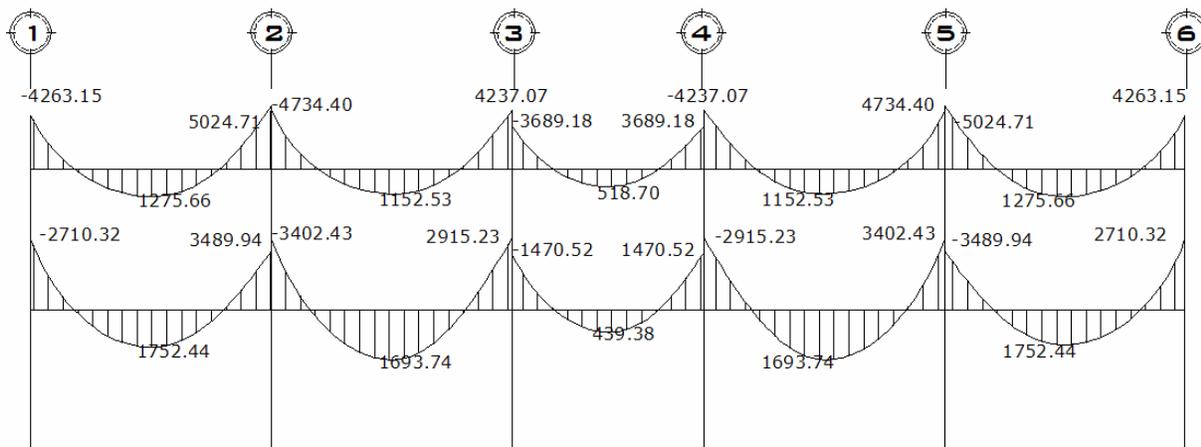


Figura 29 Momentos por carga muerta columnas – marco C

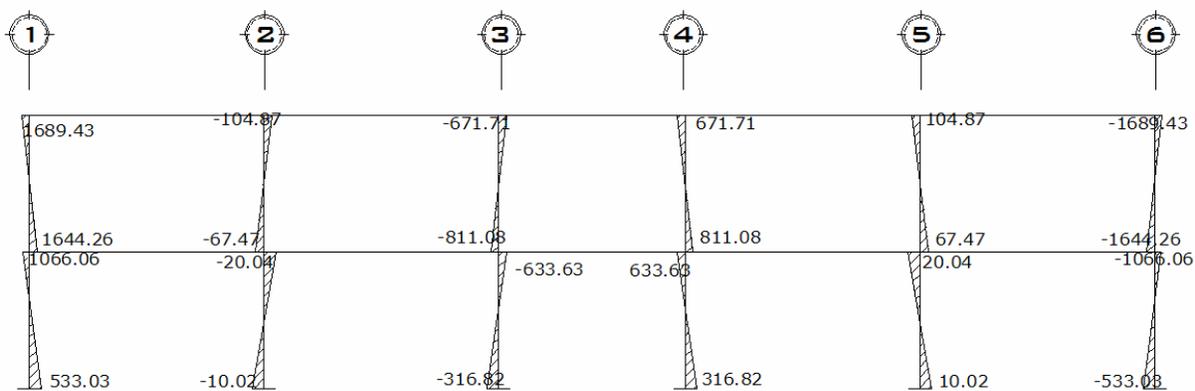


Figura 30 Momentos por carga viva vigas – marco C

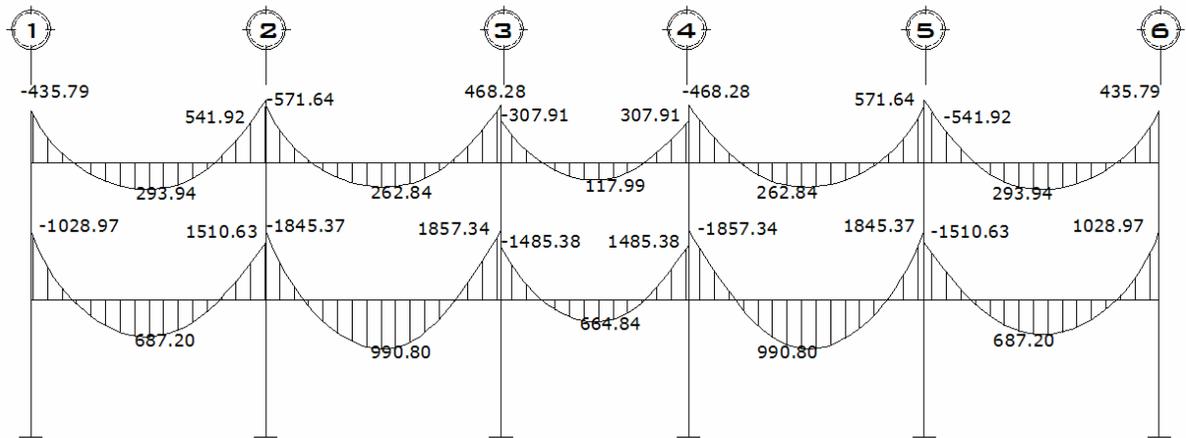


Figura 31 Momentos por carga viva columnas – marco C

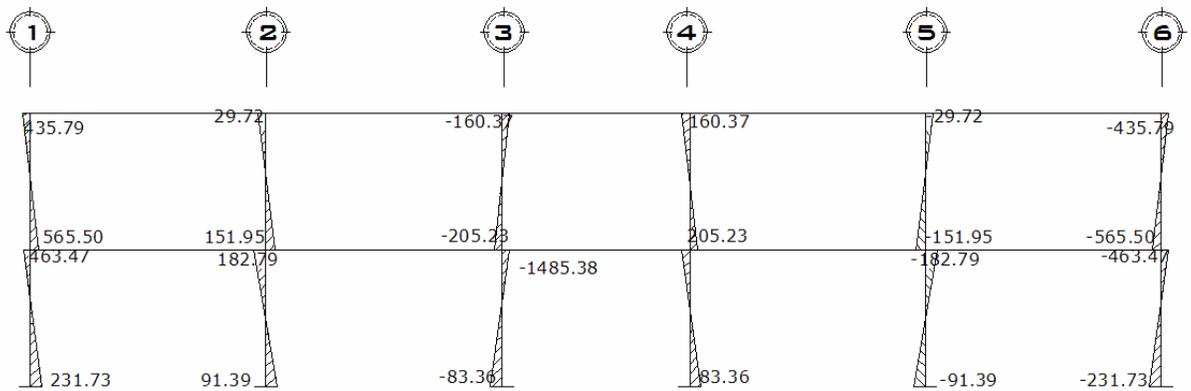


Figura 32 Momentos por carga de sismo – marco C

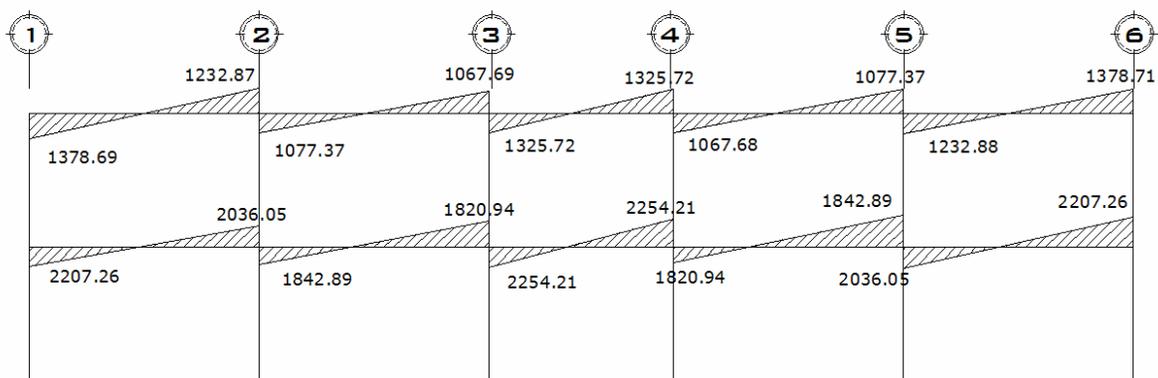
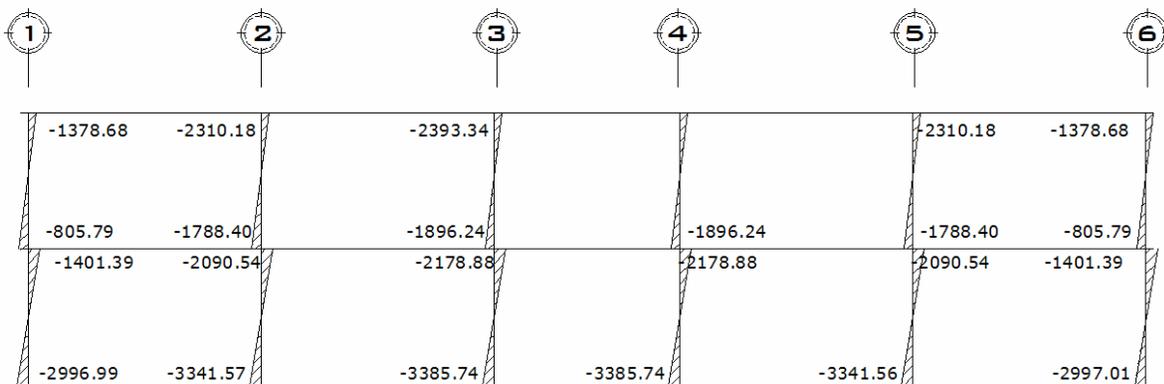


Figura 33 Momentos por carga de sismo – marco C



1.1.7.5 Momentos últimos por envolvente de momentos

La envolvente de momentos es la representación de los esfuerzos máximos que pueden ocurrir al superponer los efectos de las cargas muerta, viva, y sismo; las combinaciones que se usan son del código ACI para concreto reforzado.

La fuerza de corte y momentos flectores, deben tomarse a rostro para el diseño estructural. Las combinaciones propuestas por el código, son varias pero se tomaran aquellas cuyos valores sean los máximos.

$$M = 1.4MCM + 1.7MCV$$

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

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

$$M = 0.9MCM + 1.43MS$$

$$M = 0.9MCM - 1.43MS$$

Cálculo del momento positivo en vigas

En la envolvente de momentos se calcula el momento positivo, de las vigas con la siguiente fórmula:

$$M(+)= \frac{wl^2}{8} - \frac{|MF1 + MF2|}{2}$$

Donde:

W = cargas verticales en los marcos en sentido x

MF_1+MF_2 corresponden a los momentos finales de los extremos de cada viga.

MF de Carga Muerta B – E:

$$M(+)=\frac{wl^2}{8}-\frac{|MF1+MF2|}{2}$$

$$M(+)_{B-E}=\frac{663.73*2.7^2}{8}-\frac{1.29+1205.04}{2}=2.95\text{ Kg - m}$$

MF de Carga Viva B – E:

$$M(+)_{B-E}=\frac{677.78*2.7^2}{8}-\frac{183.62+775.21}{2}=138.21\text{ Kg - m}$$

Ver los diagramas de envolvente de momentos en vigas y columnas para los marco 2 y marco C. Ver figuras de la 34 a la 37.

Figura 34 **Envolvente de momentos en vigas – marco 2**

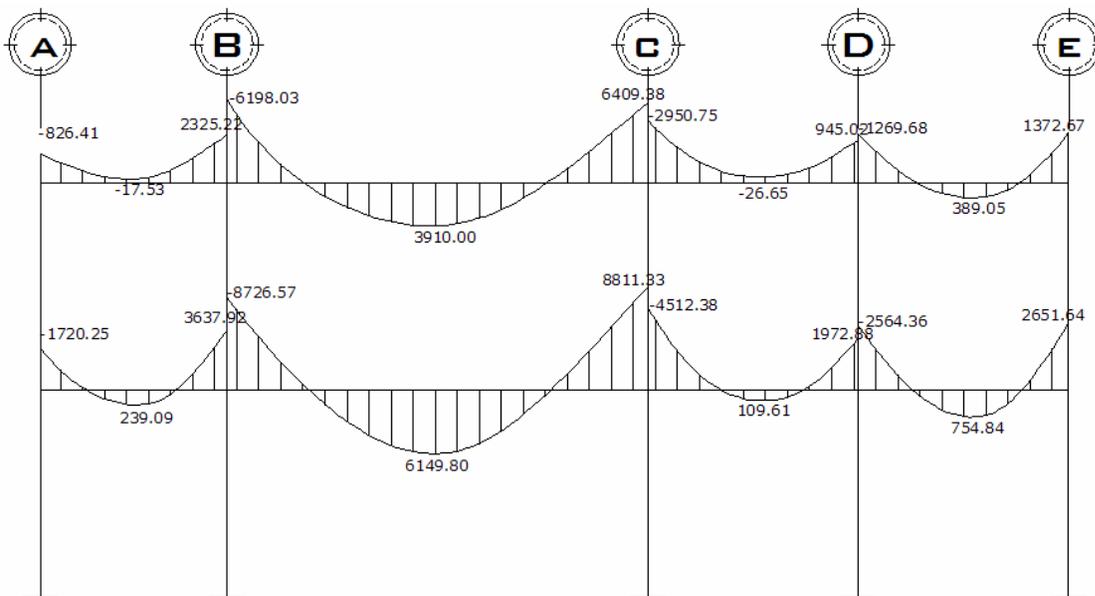


Figura 35 Envolverte de momentos en vigas – marco C

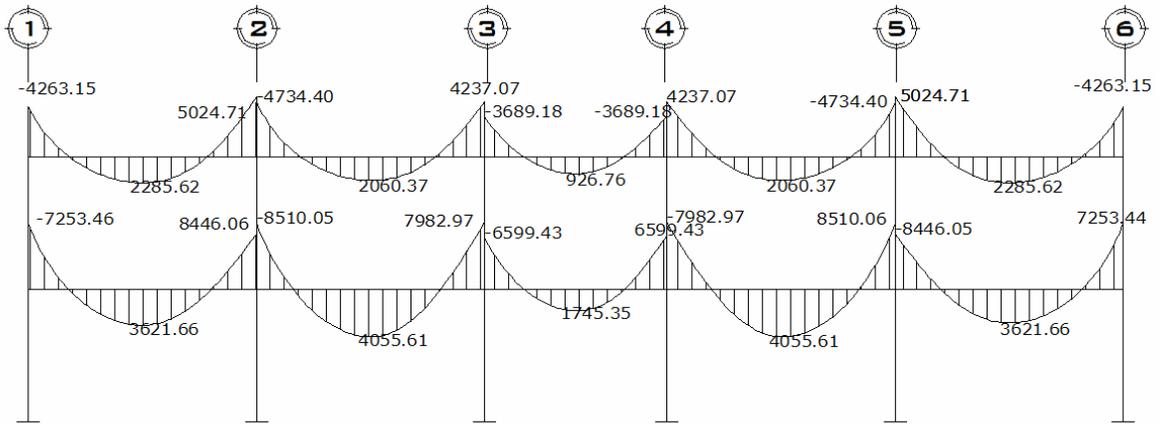


Figura 36 Envolverte de momentos en columnas – marco 2

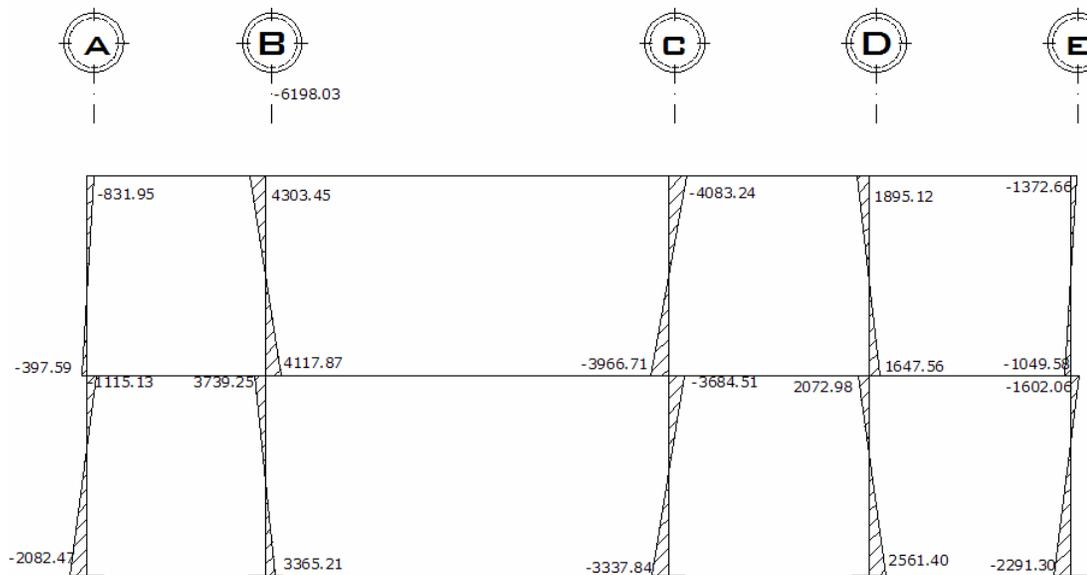
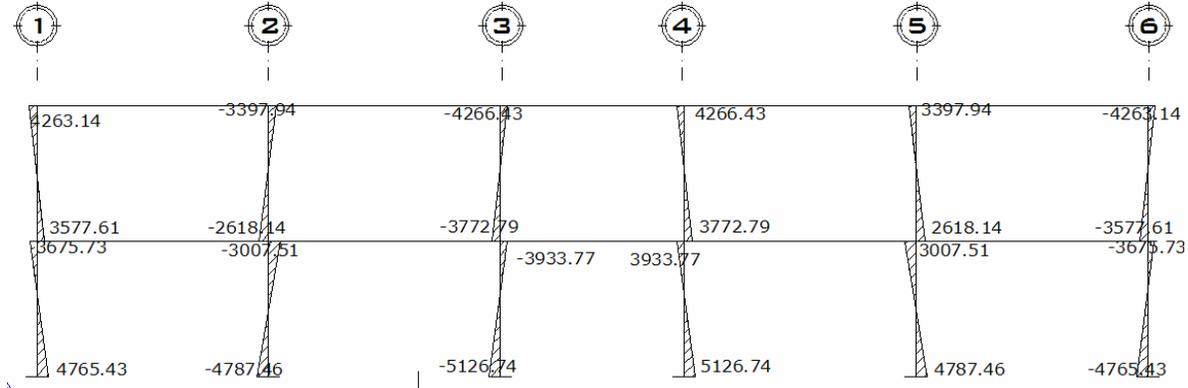


Figura 37 Envolvente de momentos en columnas – marco C



2.1.7.6 Diagrama de corte y momento

Los cortes en los marcos, se calculan con las fórmulas siguientes:

Corte en vigas:

$$V_v = 0.75 * \left[\frac{1.4(W_{cm} * L)}{2} + \frac{1.7(W_{cv} * L)}{2} + \frac{1.87(\sum Ms)}{L} \right]$$

Corte en columnas:

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

Corte en Marcos Típicos

Para carga Muertas

$$V_{E-b} = 0.75 * \left[\frac{1.4(663.73 * 2.7)}{2} + \frac{1.7(677.78 * 2.70)}{2} + \frac{1.87(1058.67 + 986.68)}{2.70} \right] = 31070.07 Kg.$$

$$V_{A-B} = \frac{1115.13 + 2082.47}{3.00} = 1065.87 Kg$$

Resultados ver figuras de la 38 a la 41.

Figura 38

Envolventes de corte en vigas – marco 2

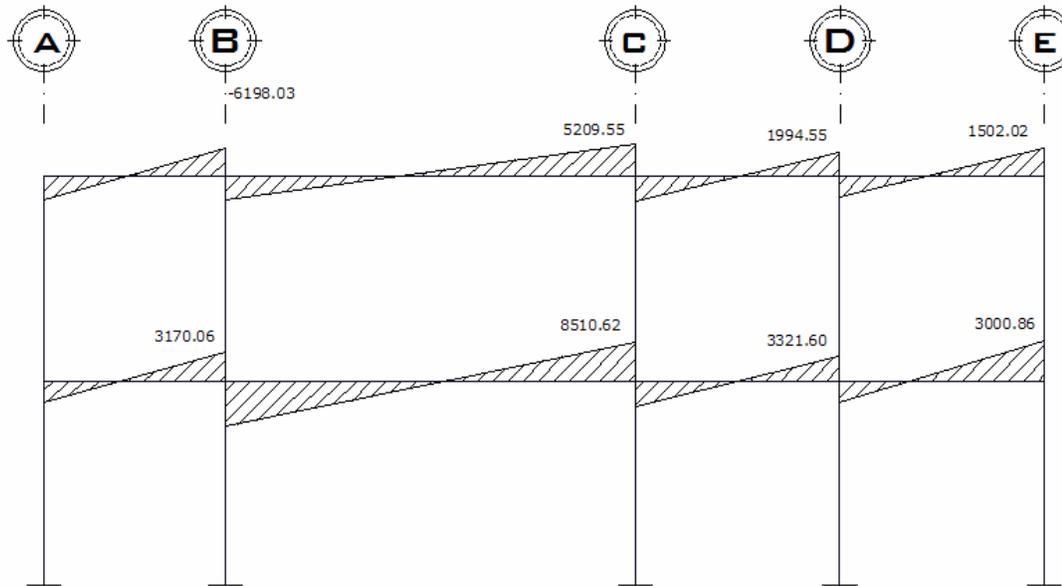


Figura 39

Envolvente de corte en vigas – marco C

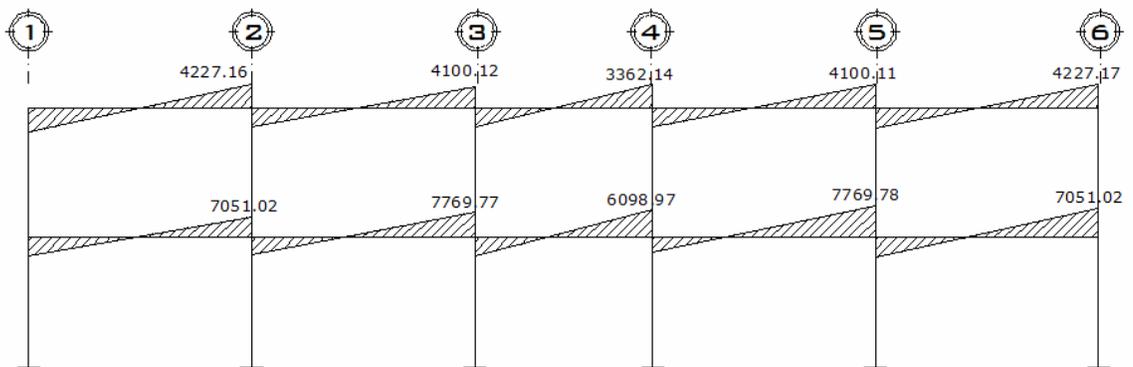


Figura 40 Envolverte de corte en columnas – marco 2

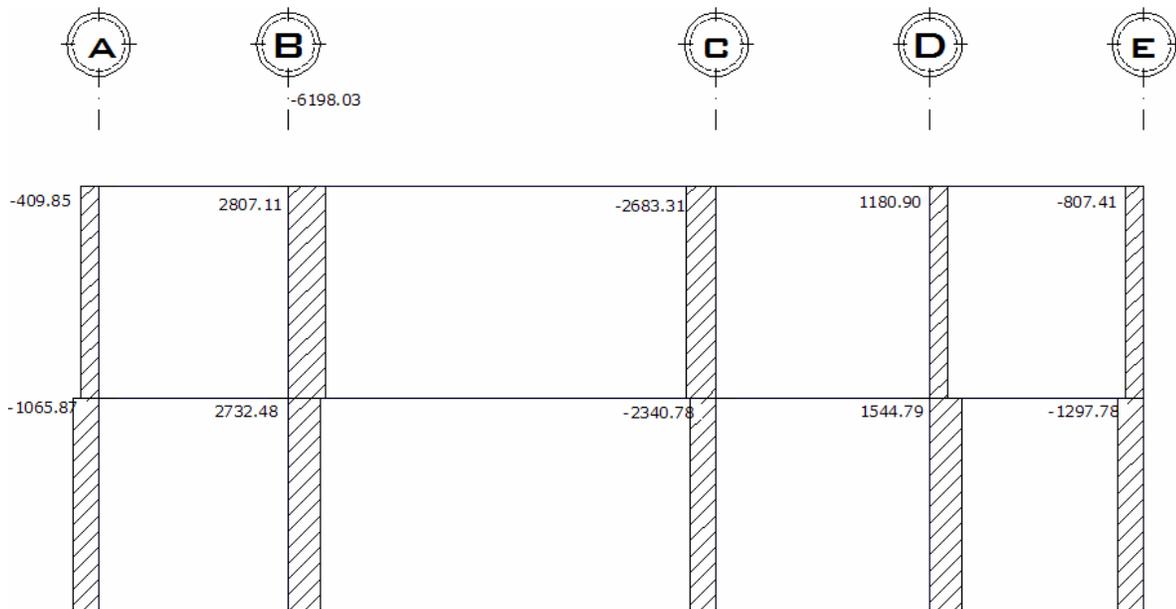
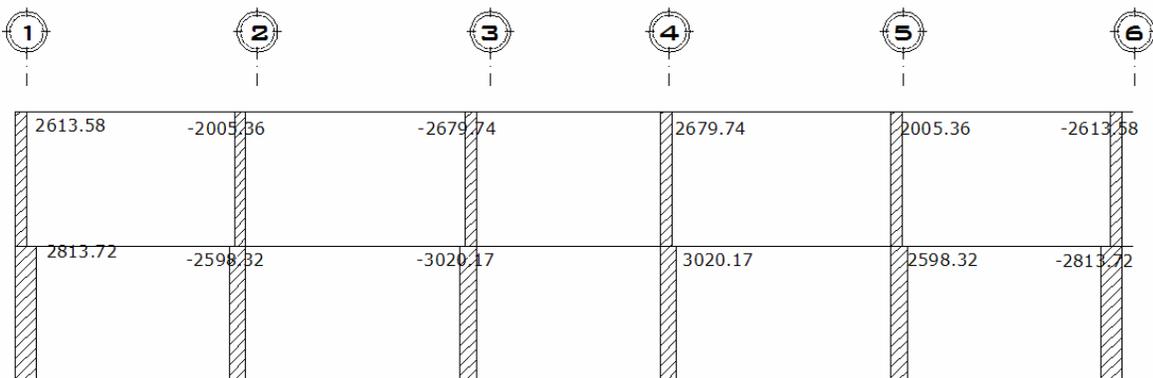


Figura 41 Envolverte de corte en columnas – marco C

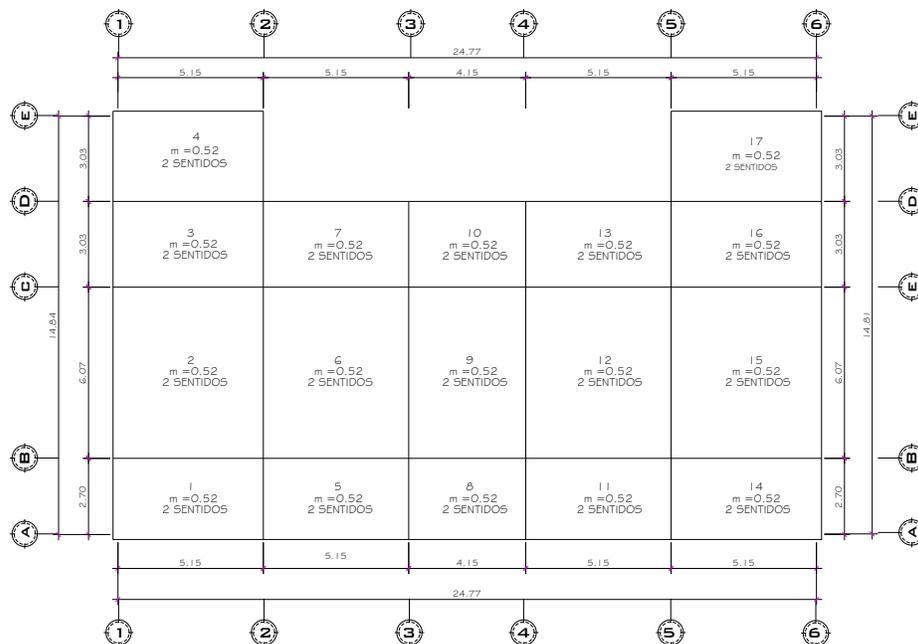


2.1.7.7 Diseño de losas

En las construcciones de concreto reforzado las losas se utilizan para proporcionar superficies planas y útiles. Una losa de concreto reforzado es una amplia placa plana, generalmente horizontal, cuyas superficies superior e inferior son paralelas o aproximadamente paralelas entre sí. Puede estar apoyada en vigas de concreto reforzado (se funde, por lo general, en forma monolítica con las vigas), en muros de mampostería o de concreto reforzado, en elementos de acero estructural, en forma directa por columnas o continua por el terreno.

En esta sección se detalla el procedimiento aplicado en el diseño de las losas del edificio para oficinas, del nivel 1. Para diseñarlas existen varios métodos, en éste caso se utilizó el método 3 ACI. Ver figura 25 planta de losas del primer nivel.

Figura 42 Planta losas del primer nivel



Datos

Peso específico de concreto =	2400	Kg/cm ³
Sobre carga =	60	Kg/m ²
f'c =	210	kg/cm ²
fy =	2810	kg/cm ²

Cargas Vivas

En Pasillos =	500	Kg/m ²
En oficina =	250	Kg/m ²
En Techos =	100	Kg/m ²

$$t = (2 \cdot 2.70 + 2 \cdot 5.15) / 180 = 0.09 \text{ m}$$

$$t = (2 \cdot 3.03 + 2 \cdot 4.11) / 180 = 0.08 \text{ m}$$

$$t = (2 \cdot 2.70 + 2 \cdot 4.11) / 180 = 0.08 \text{ m}$$

$$t = (2 \cdot 5.15 + 2 \cdot 6.07) / 180 = 0.11 \text{ m}$$

$$t = (2 \cdot 5.15 + 2 \cdot 6.07) / 180 = 0.12 \text{ m}$$

$$t = (2 \cdot 3.03 + 2 \cdot 5.15) / 180 = 0.09 \text{ m}$$

El espesor de losa final será $t = 0.12$

Carga Muerta de Losa

$$C_m = \text{peso esp} \cdot t$$

$$C_m = 2400 \text{ Kg/m}^3 \cdot 0.12 \text{ m} = 288 \text{ Kg/m}^2$$

Sobre carga

$$s_c = 60 \text{ Kg/m}^2$$

Carga Muerta Última

$$C_{mu} = 1.4 \cdot (C_m + s.c.)$$

$$C_{mu} = 1.4 \cdot (288 + 60) = 487.2 \text{ Kg/m}^2$$

Carga Viva Última = C_{vu}

$$C_{vu} = 1.7 \cdot C_v$$

$$C_{vu} = 1.7 \cdot 500 \text{ Kg/m}^2 = 850 \text{ Kg/m}^2$$

Carga Última = C_u

$$C_u = C_{mu} + C_{vu} = 487.2 + 850 = 1337.2 \text{ Kg/m}^2$$

Tabla XXI Resumen de carga última en losa del primer nivel

losa	lado corto		lado largo	m = a/b	Sentido	Perimetro metros	Espesor t metros	Propone t metros	Cm losa = Kg/m ²	sobre carga sc Kg/m ²	Cmu= 1.4(cmu+sc) Kg/m ²	Cvu =1.7CV Kg/m ²	Cu=	
	a metros	b metros											Cmu+Cu	Cu Kg/m
1	2.7	5.15	0.52	2 sentidos	15.7	0.09	0.12	288	60	487.2	850	1337.2	1337.20	
2	5.15	6.07	0.85	2 sentidos	22.44	0.12	0.12	288	60	487.2	425	912.2	912.20	
3	3.03	5.15	0.59	2 sentidos	16.36	0.09	0.12	288	60	487.2	425	912.2	912.20	
4	3.03	5.15	0.59	2 sentidos	16.36	0.09	0.12	288	60	487.2	425	912.2	912.20	
5	2.7	5.15	0.52	2 sentidos	15.7	0.09	0.12	288	60	487.2	850	1337.2	1337.20	
6	5.15	6.07	0.85	2 sentidos	22.44	0.12	0.12	288	60	487.2	425	912.2	912.20	
7	3.03	5.15	0.59	2 sentidos	16.36	0.09	0.12	288	60	487.2	850	1337.2	1337.20	
8	2.69	4.15	0.65	2 sentidos	13.68	0.08	0.12	288	60	487.2	850	1337.2	1337.20	
9	4.15	6.07	0.68	2 sentidos	20.44	0.11	0.12	288	60	487.2	850	1337.2	1337.20	
10	3.03	4.15	0.73	2 sentidos	14.36	0.08	0.12	288	60	487.2	850	1337.2	1337.20	
11	2.69	5.15	0.52	2 sentidos	15.68	0.09	0.12	288	60	487.2	850	1337.2	1337.20	
12	5.15	6.07	0.85	2 sentidos	22.44	0.12	0.12	288	60	487.2	425	912.2	912.20	
13	3.03	5.15	0.59	2 sentidos	16.36	0.09	0.12	288	60	487.2	850	1337.2	1337.20	
14	2.69	5.15	0.52	2 sentidos	15.68	0.09	0.12	288	60	487.2	850	1337.2	1337.20	
15	5.15	6.07	0.85	2 sentidos	22.44	0.12	0.12	288	60	487.2	425	912.2	912.20	
16	3.03	5.15	0.59	2 sentidos	16.36	0.09	0.12	288	60	487.2	425	912.2	912.20	
17	3.03	5.15	0.59	2 sentidos	16.36	0.09	0.12	288	60	487.2	425	912.2	912.20	

Cálculo de momentos:

$$\begin{aligned}Ma^- &= Ca^-(Cu)(a)^2 & Ma^+ &= Ca^+(Cmu)(a)^2 + Ca^+(Cvu)(a)^2 \\ Mb^- &= Cb^-(Cu)(b)^2 & Mb^+ &= Cb^+(Cmu)(b)^2 + Cb^+(Cvu)(b)^2\end{aligned}$$

Losa 1, m = 0.52 Caso 4

$$Ma^- = (0.094) * 1337.20 (2.70)^2 = 909.55 \text{ kg-m}$$

$$Mb^- = (0.006) * 1337.20 (5.15)^2 = 212.80 \text{ kg-m}$$

$$Ma^+ = (0.059) * 487 * 2.70^2 + (0.077) * 850 * 2.70^2 = 651.60 \text{ kg-m}$$

$$Ma^+ = (0.004) * 487 * 5.15^2 + (0.005) * 850 * 5.15^2 = 164.41 \text{ kg-m}$$

En losas sin continuidad el momento negativo es igual:

$$Ma^- = 1/3 * Ma^+ = 1/3 * 651.60 = 217.20 \text{ Kg - m}$$

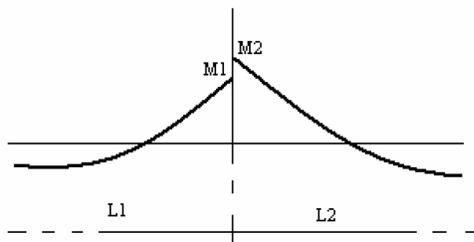
$$Mb^- = 1/3 * Mb^+ = 1/3 * 164.41 = 54.80 \text{ Kg - m}$$

Tabla XXII Cálculo de momentos en losas

losa	lado corto a m	lado corto b m	m = a/b	Caso	Coeficientes, tabla						Momento positivo CV	momento negativo	Momentos negativos en losas	Momentos positivos en losas
					Ca-	Ca+	Cb-	Cb+	Ma=-Ca+Cu*a2	Mb=-Cb-Cu*b2				
1	2.69	5.15	0.52	4	0.094	0.006	0.006	0.059	0.004	0.077	0.005	909.55	681.60	164.41
2	5.15	6.07	0.85	8	0.049	0.046	0.046	0.029	0.017	0.04	0.022	1185.50	825.61	649.66
3	3.03	5.15	0.59	9	0.085	0.006	0.006	0.036	0.004	0.059	0.007	711.86	391.24	130.59
4	3.03	5.15	0.59	6	0.095	0	0	0.056	0.003	0.068	0.008	795.61	515.81	128.94
5	2.69	5.15	0.52	8	0.089	0.01	0.01	0.056	0.004	0.076	0.005	861.17	664.88	164.41
6	5.15	6.07	0.85	2	0.060	0.031	0.031	0.024	0.012	0.037	0.019	1451.63	727.19	512.93
7	3.03	5.15	0.59	8	0.080	0.019	0.019	0.048	0.007	0.065	0.009	982.14	721.95	293.35
8	2.69	4.11	0.65	8	0.074	0.024	0.024	0.044	0.009	0.059	0.011	716.03	518.01	232.01
9	4.15	6.07	0.68	2	0.074	0.017	0.017	0.03	0.007	0.049	0.012	1704.21	969.04	501.47
10	3.03	4.11	0.74	8	0.061	0.036	0.036	0.036	0.013	0.049	0.016	748.88	543.41	336.72
11	2.69	5.15	0.52	8	0.089	0.01	0.01	0.056	0.004	0.076	0.005	861.17	664.88	164.41
12	5.15	6.07	0.85	2	0.060	0.031	0.031	0.024	0.012	0.037	0.019	1451.63	727.19	512.93
13	3.03	5.15	0.59	8	0.080	0.019	0.019	0.048	0.007	0.065	0.009	982.14	721.95	293.35
14	2.69	5.15	0.52	4	0.094	0.006	0.006	0.059	0.004	0.077	0.005	909.55	681.60	164.41
15	5.15	6.07	0.85	8	0.049	0.046	0.046	0.029	0.017	0.04	0.022	1185.50	825.61	649.66
16	3.03	5.15	0.59	9	0.085	0.006	0.006	0.036	0.004	0.059	0.007	711.86	391.24	130.59
17	3.03	5.15	0.59	6	0.095	0	0	0.056	0.003	0.068	0.008	795.61	515.81	128.94

Balance de momentos

Cuando el momento negativo en un lado de un apoyo es menor que el del otro lado, su diferencia se distribuye en proporción a su rigidez; esto se hace para determinar el valor del momento balanceado (MB), para el cual el código ACI recomienda el procedimiento siguiente:



1. Sí: $M_2 > M_1$
2. Si $M_1 > 0.8 * M_2$; entonces, $MB = (M_1 + M_2) / 2$
3. Sí: $M_1 < 0.8 * M_2$; esto implica que se toma una distribución proporcional de los momentos, según la rigidez de las losas como:

$$K_1 = \frac{1}{L_1} \qquad K_2 = \frac{1}{L_2}$$

K_1, K_2 = las rigideces de las losas a y b

L_1, L_2 = longitudes de losa consideradas

D_a, D_b = los factores de distribución de las losas a y b

Donde:

$$D_1 = \frac{K_1}{K_1 + K_2} \qquad D_2 = \frac{K_2}{K_1 + K_2}$$

Para realizar la distribución se efectúa según el cálculo de la tabla siguiente:

D1	D2
M1	M2

$(M2 - M1) * D1 + M1$	$(M2 - M1) * -D2 + M2$
MB	MB

Donde:

MB = Momento balanceado.

Balance de momentos en Losa 1 y 2

M1 = 909.55 Kg-m

M2 = 1546.05 kg-m

$0.80 * 1546.06 = 1236.84$

$909.55 < 1236.84$, esto implica que se toma una distribución proporcional de los momentos, según la rigidez de las losas como:

$$K_1 = \frac{1}{2.70} = 0.37 \qquad K_2 = \frac{1}{6.07} = 0.16$$

K1, K2 = las rigideces de las losas a y b

L1, L2 = longitudes de losa consideradas

Da, Db = los factores de distribución de las losas a y b

Donde:

$$D1 = \frac{0.37}{0.37 + 0.16} = 0.69 \qquad D2 = \frac{0.16}{0.37 + 0.16} = 0.31$$

Para realizar la distribución se efectúa según el cálculo de la tabla siguiente:

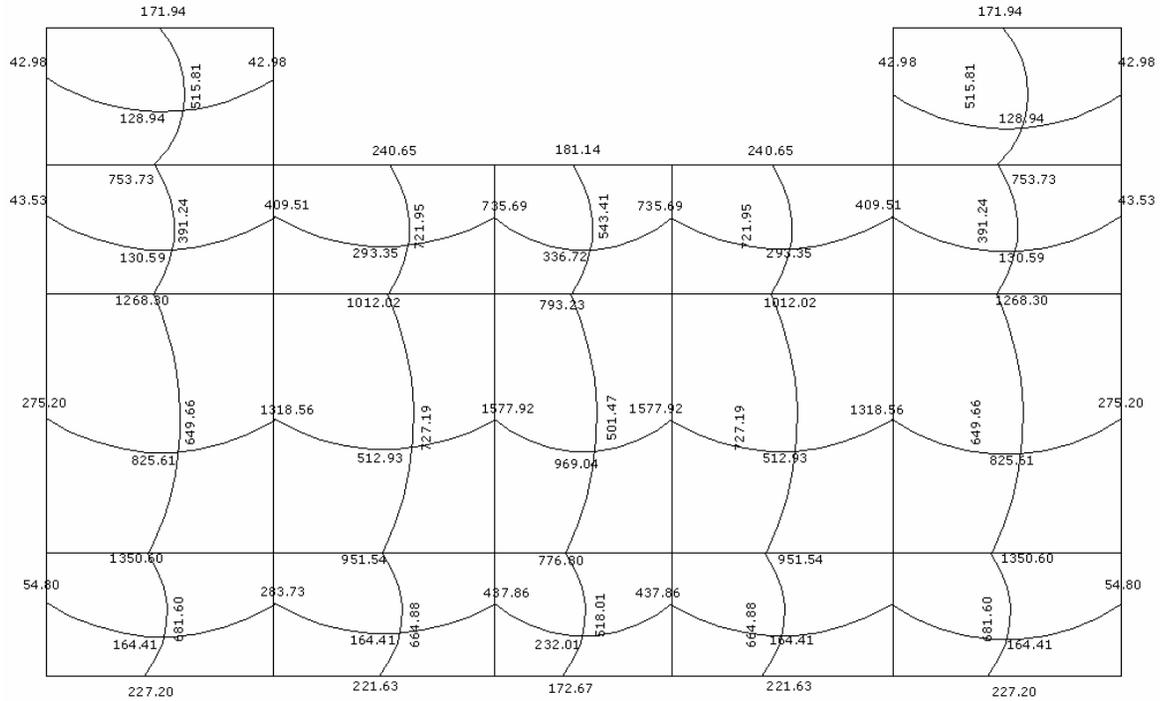
0.69	0.31
909.55	1546.05
$(1546.06 - 909.55) * 0.69 + 909.55$	$(1546.06 - 909.55) * 0.31 - 1546.05$
1350.60 Kg-m	1350.60 Kg-m

El procedimiento anterior se aplica para todas las demás losas de la estructura, en la tabla XXIII siguiente se muestra el resumen del cálculo, en la figura 43 se muestran los momentos balanceados.

Tabla XXIII Cálculo de momentos balanceados en losas

LOSAS	M1	M2	M1 > 0.80M	METODO	L1	L2	k1	K2	D1	D2	MB	prueba
1-2	909.55	1546.06	1236.84	RIGIDEZ	2.69	6.07	0.37	0.16	0.6929	0.3071	1350.60	1350.60
2-3	711.86	1546.06	1236.84	RIGIDEZ	3.03	6.07	0.33	0.16	0.6670	0.3330	1268.30	1268.30
3-4	711.86	795.61	636.49	PROMEDIO	-	3.03	-	0.33	-	-	753.73	-
5-6	861.17	1041.91	833.53	PROMEDIO	-	6.07	-	0.16	-	-	951.54	-
6-7	982.14	1041.91	833.53	PROMEDIO	-	6.07	-	0.16	-	-	1012.02	-
8-9	716.03	837.57	670.06	PROMEDIO	-	6.07	-	0.16	-	-	776.80	-
9-10	748.88	837.57	670.06	PROMEDIO	-	6.07	-	0.16	-	-	793.23	-
1-5	212.80	354.66	283.73	RIGIDEZ	5.15	5.15	0.19	0.19	0.5000	0.5000	283.73	283.73
2-6	1185.50	1451.63	1161.30	PROMEDIO	-	5.15	-	0.19	-	-	1318.56	-
3-7	145.16	673.85	539.08	RIGIDEZ	5.15	5.15	0.19	0.19	0.5000	0.5000	409.51	409.51
5-8	354.66	542.11	433.69	RIGIDEZ	5.15	4.11	0.19	0.24	0.4438	0.5562	437.86	437.86
6-9	1451.63	1704.21	1363.37	PROMEDIO	-	4.11	-	0.24	-	-	1577.92	-
7-10	673.85	813.17	650.54	RIGIDEZ	4.11	5.15	0.24	0.19	0.5562	0.4438	735.69	735.69
11-12	861.17	1041.91	833.53	PROMEDIO	-	6.07	-	0.16	-	-	951.54	-
12-13	982.14	1041.91	833.53	PROMEDIO	-	6.07	-	0.16	-	-	1012.02	-
14-15	909.55	1546.06	1236.84	RIGIDEZ	2.69	6.07	0.37	0.16	0.6929	0.3071	1350.60	1350.60
15-16	711.86	1546.06	1236.84	RIGIDEZ	3.03	6.07	0.33	0.16	0.6670	0.3330	1268.30	1268.30
16-17	711.86	795.61	636.49	PROMEDIO	-	3.03	-	0.33	-	-	753.73	-
14-11	212.80	354.66	283.73	RIGIDEZ	5.15	5.15	0.19	0.19	0.5000	0.5000	283.73	283.73
15-12	1185.50	1451.63	1161.30	PROMEDIO	-	5.15	-	0.19	-	-	1318.56	-
16-13	145.16	673.85	539.08	RIGIDEZ	5.15	5.15	0.19	0.19	0.5000	0.5000	409.51	409.51
11-8	354.66	542.11	433.69	RIGIDEZ	5.15	4.11	0.19	0.24	0.4438	0.5562	437.86	437.86
12-9	1451.63	1704.21	1363.37	PROMEDIO	-	4.11	-	0.24	-	-	1577.92	-
13-10	673.85	813.17	650.54	RIGIDEZ	4.11	5.15	0.24	0.19	0.5562	0.4438	735.69	735.69

Figura 43 Diagrama de momentos balanceados de losas



Diseño del armado de losa

Primero establecer el acero mínimo y el momento que resiste, luego calcular el acero de refuerzo para los momentos mayores al mínimo. Basado en el Código del ACI 318-99.

Datos:

$$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow 3000 \text{ psi}$$

$$F_y = 2810 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow 40,000 \text{ psi}$$

$$B = 100 \text{ cm (franja para un metro)}$$

Para calcular del acero mínimo:

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

$$\rho_{\min} = 14.1 / F_y$$

Donde:

b = Franja unitaria.

t = Espesor de la losa.

d = Peralte efectivo.

Entonces:

$$d = 12 - 2.5 = \mathbf{9.5 \text{ cm}}$$

$$A_{s\min} = (14.1 / 2810) * 100 * 9.5 = \mathbf{4.77 \text{ cm}^2}$$

Separación para $A_{s\min}$ con varillas No. 3

$$\begin{array}{r} 4.77\text{cm}^2 \text{ _____ } 100\text{cm} \\ 0.71\text{cm}^2 \text{ _____ } S \end{array}$$

$$S = 14.89 \text{ cm}$$

Separación máxima

$$S_{\max} = 2t$$

$$S_{\max} = 2 (12\text{cm}) = 24 \text{ cm}$$

separación máxima entre varillas: 14 cm.

Cálculo del momento que resiste el $A_{s\min} = 4.77\text{cm}^2$

$$M_{A_{s\min}} = \phi * \left(A_s * f_y * \left(d - \frac{A_s * f_y}{1.7 * f'_c * b} \right) \right)$$

$$M_{A_{s\min}} = 0.9 * (4.77\text{cm}^2 * 2810\text{Kg/cm}^2 * \left(9.5\text{cm} - \frac{4.77\text{cm}^2 * 2810\text{Kg/cm}^2}{1.7 * 210\text{Kg/cm}^2 * 100\text{cm}} \right))$$

$$M_{A_{s\min}} = 693.33\text{Kg} - m$$

Para los momentos menores que resiste el Asmin, se armaran a $S_{max} = 14\text{cm}$, para momentos mayores se armaran según indique el cálculo.

El resumen de los cálculos de cada momento para las losas, se encuentra en las siguientes tablas:

Ejemplo del cálculo de acero y separación para cada momento de losas 1 a la 3 y losas iguales. (Las demás losas se calcularon de la misma manera)

Tabla XXIV Armado para momentos en cada losa 1, 14

Losas 1, 14	Momentos	AS req Cm^2	S req m	Armado	Observaciones
Ma(+)	681.60	2.90	24.42	Utilizar #3 @ 14 cm	
Mb(+)	164.41	0.68	103.16	Utilizar #3 @ 14 cm	
Ma(-)	1350.60	5.91	12.01	Utilizar #3 @ 14 cm	Intercalar un bastón entre tensión y bastón
Mb(-)	283.73	1.19	59.53	Utilizar #3 @ 14 cm	
Ma(-)dis	227.20	0.95	74.49	Utilizar #3 @ 14 cm	
Mb(-)dis	54.80	0.22	310.68	Utilizar #3 @ 14 cm	

Tabla XXV Armado para momentos en cada losa 2, 15

Losas 2, 15	Momentos	AS req cm^2	S req cm	Armado	Observaciones
Ma(+)	825.61	3.54	20.06	Utilizar #3 @ 14cm	
Mb(+)	649.66	2.76	25.65	Utilizar #3 @ 14cm	
Ma(-)	1318.56	5.76	12.32	Utilizar #3 @ 14cm	Intercalar un bastón entre tensión y bastón
Mb(-)1	1350.60	5.91	12.01	Utilizar #3 @ 14cm	Intercalar un bastón entre tensión y bastón
Ma(-)dis	275.20	1.16	61.39	Utilizar #3 @ 14cm	
Mb(-)2	1268.30	5.53	12.83	Utilizar #3 @ 14cm	Intercalar un bastón entre tensión y bastón

Tabla XXVI Armado para momentos en cada losa 3, 16

losas 3, 16	Momentos	AS req cm2	S req cm	Armado	Observaciones
Ma(+)	391.24	1.65	43.00	Utilizar #3 @ 14cm	
Mb(+)	130.59	0.55	130.03	Utilizar #3 @ 14cm	
Ma(-)	1268.30	5.53	12.83	Utilizar #3 @ 14cm	Intercalar un bastón entre tensión y bastón
Mb(-)1	409.51	1.73	41.06	Utilizar #3 @ 14cm	
Ma(-)2	753.73	3.22	22.03	Utilizar #3 @ 14cm	
Mb(-)dis	43.53	0.18	391.28	Utilizar #3 @ 14cm	

Tabla XXVII Armado para momentos en cada losa 4, 17

Losas 4, 17	Momentos	AS req cm2	S req cm	Armado	Observaciones
Ma(+)	515.81	2.19	32.47	Utilizar #3 @ 14cm	
Mb(+)	128.94	0.54	131.70	Utilizar #3 @ 14cm	
Ma(-)	753.73	3.22	22.03	Utilizar #3 @ 14cm	
Mb(-)1	42.98	0.18	396.29	Utilizar #3 @ 14cm	
Ma(-)dis	171.94	0.72	98.62	Utilizar #3 @ 14cm	
Mb(-)2	42.98	0.18	396.29	Utilizar #3 @ 14cm	

Revisión por corte: el corte debe ser resistido únicamente por el concreto; por tal razón, se debe verificar si el espesor de losa es el adecuado. El procedimiento es el siguiente:

Cálculo del corte máximo actuante

$$V_{\max} = \frac{C_u * L}{2} = \frac{1337.20 * 5.15}{2} = 3443.29 \text{ Kg}$$

L = lado corto, de los lados cortos de losas se toma el mayor

B= base, franja unitaria, 100cm

Cálculo de corte máximo resistente

$$V_{res} = \phi \sqrt{f'_c} * b * d = 0.85 * \sqrt{210} * 100 * 9.5 = 11701.79 \text{ Kg}$$

Comparar V_r con $V_{m\acute{a}x}$

Si $V_r > V_{m\acute{a}x}$, el espesor es el adecuado, caso contrario aumentar t

Como $V_r > V_{m\acute{a}x}$ el espesor es adecuado.

Losas del segundo nivel

El procedimiento es similar al anterior, variando el cálculo de carga viva y carga muerta, el armado final se presentan en planos ver Apéndice.

2.1.7.8 Diseño de vigas

Son elementos estructurales que transmiten cargas externas de manera transversal, las cuales provocan momentos flexionantes y fuerzas cortantes en su longitud. Soportan el peso de losa y el propio y las transmiten a las columnas y muros si es el caso.

El procedimiento seguido para diseñar vigas, se describe a continuación, aplicado a la viga tipo 7. Los datos se obtienen del análisis estructural.

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

$$f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Sección} = 20 * 40 \text{ cm}$$

$$\text{Rec.} = 4 \text{ cm}$$

$$E_s = 2.1 * 10^6 \text{ kg/cm}^2$$

$$M(-)1 = -7253.46 \text{ kg - m}$$

$$M(-)2 = 8446.06 \text{ kg - m}$$

$$M(+) = 3621.66 \text{ kg - m}$$

$$V_{critico} = 7051.02 \text{ kg}$$

Limites de Acero

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

$$A_s \text{ min} = \frac{14.1}{2810} * 20 * 36 = 3.61 \text{ cm}^2$$

$$\rho_{bal} = \frac{\beta_1 * 0.85 * f'_c}{f_y} * \frac{6115}{6115 + f_y} = \frac{0.85 * 0.85 * 210}{2810} * \frac{6115}{6115 + 2810} = 0.03694$$

$$A_s \text{ max} = 0.50 * 0.03694 * 20 * 36 = 13.30 \text{ cm}^2$$

Refuerzo longitudinal

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

$$A_s = \left(20 * 36 - \sqrt{(20 * 36)^2 - \frac{7253.46 * 20}{0.003825 * 210}} \right) \left(\frac{0.85 * 210}{2810} \right) \rightarrow A_s = 8.82 \text{ cm}^2$$

Los resultados para los momentos se observan en la tabla XXII.

Tabla XXVIII Cálculo del área de acero para viga tipo 7

	Momento	As Req cm ²	As min	As max
M(-)1	7253.46 kg-m	8.82	3.61 cm ²	13.30 cm ²
M(+)	3621.66 kg-m	4.17	3.61 cm ²	13.30 cm ²
M(-)2	8446.06 kg-m	10.48	3.61 cm ²	13.30 cm ²

Para calcular el armado de la viga, se deben cumplir con los siguientes requisitos sísmicos según el código ACI-318 Cáp. 21:

a) Cama superior:

Colocar 2 varillas como mínimo

$$\left. \begin{array}{l} \text{Asmín} \quad 3.61 \text{ cm}^2 \\ 33\% \text{ As(-) mayor} \quad 3.49 \text{ cm}^2 \end{array} \right\} \longrightarrow \text{Se coloca el mayor}$$

As min. = 3.61 cm²

Armado propuesto 2 varillas corridas No. 6 = 5.7 cm² si cumple

b) Cama inferior:

Colocar 2 varillas como mínimo

As mín	3.61 cm ²	} → Se coloca el mayor
50%As(+)	2.08 cm ²	
33%As(-) mayor	3.61 cm ²	

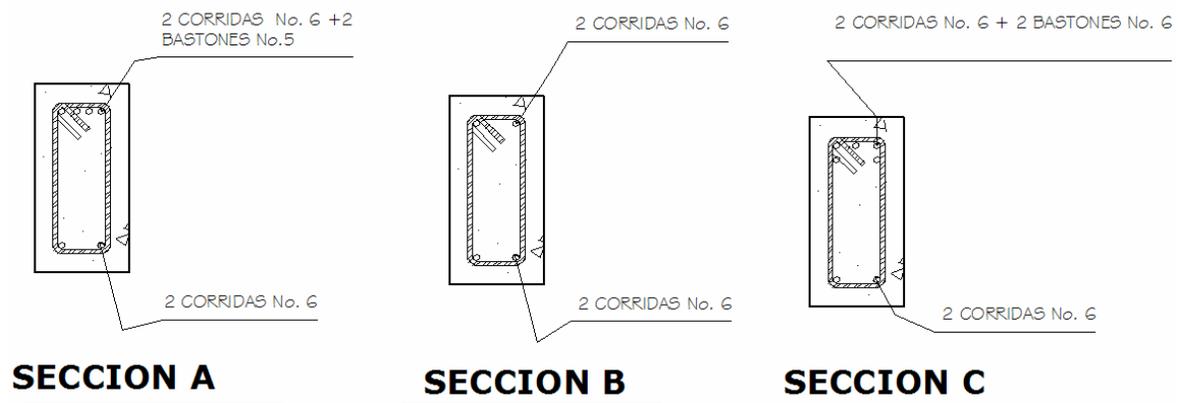
As min. =3.61 cm²

Armado propuesto 2 varillas corridas No. 6 = 5.7 cm² si cumple

Tabla XXIX Armado de viga tipo 7

Momento		As Req cm ²	Armado de la viga	chequeo	Ver figura 44
M(-)1	7253.46 kg-m	8.82	2 corridas No. 6 + 2 bastones No. 5 = 9.66 cm ²	Si cumple	Sección A
M(+)	3621.66 kg-m	4.17	2 corridas No. 6 = 5.7 cm ²	Si cumple	Sección B
M(-)2	8446.06kg-m	10.48	2 corridas No. 6 + 2 bastones No. 6 = 11.40cm ²	Si cumple	Sección C

Figura 44 Secciones de Vigas



Cálculo de corte resistente

$$V_r = 0.85 * 0.53 * \sqrt{f'c} * b * d = 0.85 * 0.53 * \sqrt{210} * 20 * 36 = 4700.42 \text{ Kg.}$$

Comparar corte resistente con corte último:

Si $V_r > V_u$ la viga necesita estribos solo por armado, a $S_{\text{máx.}} = d/2 < 30\text{cm}$.

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

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

$S_{\text{máx.}} = d/2 = 18 \text{ cm}$. usar mínimo acero No. 3

En este caso, $V_r = 4700.42 \text{ Kg} < V_u = 7769.77\text{Kg}$, entonces, se utiliza la ecuación anterior:

$$S = \frac{2 * 0.71 * 2810 * 36}{7769.77} = 19.00\text{cm},$$

Como el espaciamiento que requiere el corte actuante ultimo es mayor que al espaciamiento máximo, entonces se coloca el $S_{\text{máx.}} = 18 \text{ cm}$ en la zona no confinada.

Los requisitos mínimos para corte en zona confinada según el código ACI -318 en el artículo 21.3.3.

a) $2d$ en ambos extremos = $2 * 36 = 72 \text{ cm}$

b) Primer estribo a no más de 5 cm

c) $S_{\text{máx.}}$ no debe ser mayor que

- $d/4 = 36/4 = 9 \text{ cm}$

- $8db$ longitudinal menor diámetro = $8 * 1.59 = 12.72\text{cm}$

- $24db$ estribo = $24 * 0.95 = 22.8\text{cm}$

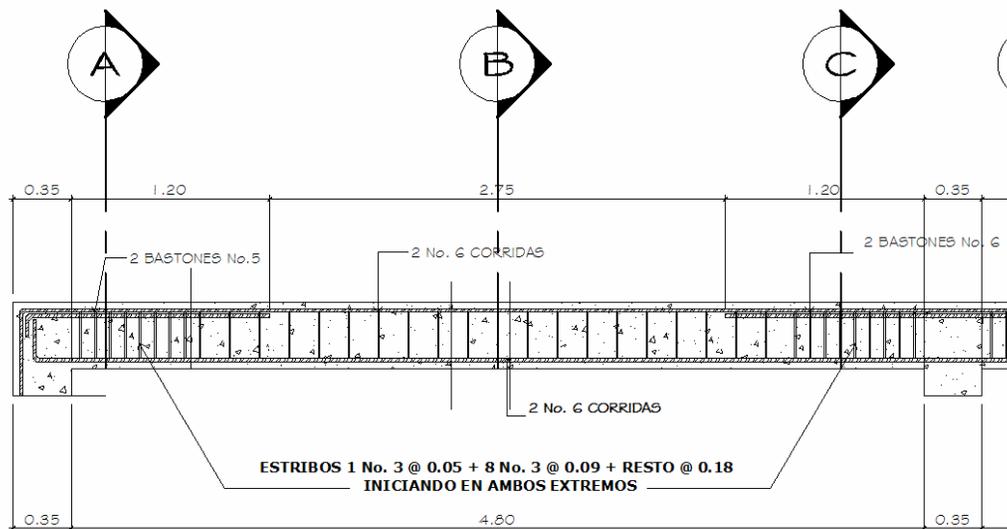
- No mayor de 30 cm

} se coloca el menor
de todos

$S_{\text{máx.}}$ en zona confinada es de 9 cm

El armado de estribos final para la viga es el siguiente: el primer estribo No. 3 a 0.05m + 8 Estribos No. 3 a 0.09 en zona confinada en ambos extremos y el resto @ 0.18 en zona no confinada. Ver figura 45 de sección longitudinal de viga

Figura 45 Sección longitudinal de Viga



2.1.7.9 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, aplicando en la columna del nivel 1.

Datos

Sección de columna = 35cm*35cm	$M_x = 4787.46 \text{ kg} - \text{m}$
Sección de viga 1 = 20cm*40cm	$M_y = 3739.25 \text{ kg} - \text{m}$
Sección de viga 2 = 20cm*40cm	$V_x = 2598.324 \text{ Kg}$
Longitud de columna = 3.00 m	$V_y = 2368.15 \text{ Kg}$
Longitud de vigas = 10.51 m	Área tributaria = 23.41m ²
Espesor de losa = 0.12m	

Carga Axial: $CU = 1.4 \text{ CM} + 1.7 \text{ CV}$

$$CU_2 = 1.4 (348) + 1.7 (100) = 657.2 \text{ Kg/m}^2$$

$$CU_1 = 1.4 (498) + 1.7 (750) = 1972 \text{ Kg/m}^2$$

$$CU = 657.2 + 1972 = 2629.4 \text{ Kg/m}^2$$

Cálculo del factor de carga última

$$F_{cu} = \frac{CU}{CM + CV} = \frac{2629.4}{1696} = 1.55$$

Cálculo de la carga axial: $P_u = (A_T * CU) + (PP \text{ vigas} * F_{cu}) =$

$$P_u = (23.41 * 2629.4) + (0.20 * 0.40 * 2,400 * 9.70) * 1.55$$

$$P_u = 64,440.97 \text{ Kg.}$$

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):

$$\psi = \frac{(\sum K_{col})}{(\sum k_{viga.})}$$

$K_{(rigidez)} = I/L$; I = Inercia, L = Longitud del elemento

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

$$I_{viga} = \frac{20 * 40^3}{12} = 106,666.67 cm^4$$

$$I_{col} = \frac{35 * 35^3}{12} = 125052.08 cm^4$$

$$K_{viga} = \frac{106666.67}{4.80} + \frac{106666.67}{4.80} = 444.44$$

$$K_{viga} = \frac{125052.08}{2.60} + \frac{125052.08}{2.60} = 961.93$$

$$\psi = \frac{961.93}{444.44} = 2.16$$

Extremo inferior

$$\psi_p = \frac{\psi_a + \psi_b}{2} = 1.082$$

Coeficiente K

$$K = \frac{20 + \psi_p}{20} * \sqrt{1 + \psi_p} \quad \text{para } \psi_p \leq 2$$

$$K = 0.9 * \sqrt{1 + \psi_p} \quad \text{para } \psi_p \geq 2$$

$$K = \frac{20 + 1.082}{20} * \sqrt{1 + 1.082} = 1.36$$

Esbeltez de columna

$$E = \frac{k * Lu}{\sigma} \quad \text{donde } \sigma = 0,3 * \text{lado menor para columnas rectangulares}$$

$$E = \frac{1.36 * 2.60}{0.30 * 9.35} = 33.68 > 22 \text{ y } < 100$$

Por lo tanto es una columna intermedia

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

$$\Psi_p = 0.82$$

$$K = 1.29$$

$$E = 31.94 > 22 \text{ y } < 100$$

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, 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:

$$\beta d = \frac{CMu}{CU} = \frac{1.4 * 846}{2629.4} = 0.45$$

Cálculo del EI total del material

$$Ec = 15,100\sqrt{f'c} \qquad Ig = \frac{1}{12} * bh^3$$

$$EI = \frac{Ec * Ig}{2.5 * (1 + \beta d)}$$

$$EI = \frac{15100\sqrt{210} * (35 * 35^3)}{2.5 * (1 + 0.45)} = 7.55 * 10^9 \text{ kg} - \text{cm}^2 = 755.9 \text{Ton} - \text{m}^2$$

Cálculo de la carga crítica de pandeo de Euler:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(K * Lu)^2} = \frac{\pi^2 * 755.9}{(1.36 * 2.60)^2} = 595.97 \text{Ton}$$

Cálculo del magnificador de momentos

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

$$\delta = \frac{1}{1 - \frac{Pu}{\phi P_{cr}}} = \frac{1}{1 - \frac{64.44}{0.70 * 595.97}} = 1.18$$

Cálculo de momentos de diseño:

$$M_{dx} = \delta * M_u = 1.18 * 4787.46 = 5649.20 \text{Kg} - m$$

Sentido Y

$$\beta_d = 0.45$$

$$EI = 755.9 \text{T-m}^2$$

$$P_{cr} = 662.40 \text{ Ton}$$

$$\delta = 1.16$$

$$M_{dy} = \delta * M_u = 1.16 * 3739.25 = 4337.53 \text{Kg} - m$$

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 tres valores: carga axial pura ($P'o$), carga de falla para una excentricidad e_x ($P'ox$) 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 $1\% Ag < As < 6\% Ag$ en zona sísmica.

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

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

$$\text{Armado propuesto } 8 \text{ No. } 6 = 8 (5.07) = 22.80 \text{ cm}^2$$

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

Valor de la gráfica

$$Y = X = \frac{H_{\text{nucleo}}}{H_{\text{columna}}} = \frac{b - 2rec}{h} = \frac{0.35 - 2 \times 0.035}{0.35} = 0.80$$

Valores de la curva:

$$\rho_u = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c A_g} = \frac{22.80 \times 2,810}{0.85 \times 210 \times 1225} = 0.29$$

Excentricidades:

$$e_x = \frac{M_{dx}}{P_u} = \frac{5649.20}{64440.97} = 0.087$$

$$e_y = \frac{M_{dy}}{P_u} = \frac{4337.53}{64440.97} = 0.067$$

Al conocer las excentricidades se calcula el valor de las diagonales

$$e_x/h_x = 0.087/0.80 = 0.105 \quad e_y/h_y = 0.067/0.80 = 0.0807$$

Con los valores obtenidos en los últimos cuatro pasos, se buscan los valores de los coeficientes K_x y K_y , entonces son: $K_x = 0.64$ y $K_y = 0.72$

Ver grafica anexo 2

Cálculo de cargas

Carga de resistencia de la columna a una excentricidad e_x :

$$P'_{ux} = K_x * f'_c * b * h = (0.64)(210)(35 * 35) = 164640 \text{ Kg.}$$

Carga de resistencia de la columna a una excentricidad e_y :

$$P'_{uy} = K_y * f'_c * b * h = (0.72)(210)(35 * 35) = 185220 \text{ Kg.}$$

Carga axial de resistencia de la columna

$$P'_o = \phi(0.85 * f'_c (A_g - A_s) + A_s * F_y) = 0.70 * (0.85 * 210 * (1225 - 22.80) + 22.80 * 2,810)$$

$$P'_o = 195062.49 \text{ Kg.}$$

Carga de la resistencia de la columna:

$$P'_u = \frac{1}{\frac{1}{P'_{ux}} + \frac{1}{P'_{uy}} - \frac{1}{P'_o}} = \frac{1}{\frac{1}{164640} + \frac{1}{185220} - \frac{1}{195062.49}} = 157572.60 \text{ Kg} > 64440.97 \text{ Kg}$$

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.

Refuerzo transversal

Además de diseñar las columnas para resistir flexocompresión, es necesario dotarlas con suficiente ductilidad, para 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.

Se debe chequear 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

Se calcula el corte resistente

$$V_r = 0.85 * 0.53 * \sqrt{f'_c} * b * d = 0.85 * 0.53 * \sqrt{210} * 35 * 32.5 = 7426.02 \text{ Kg}$$

Corte actuante

$V_u = 3020. \text{Kg}$ $V_r > V_u$; los estribos se colocaran en zona no confinada a $d/2$.

Para ambas opciones debe considerarse que la varilla utilizada en este diseño será la No. 3.

En este caso $V_r > V_u$, se colocan estribos a $S = d / 2 = 32.5 / 2 = 16.25$.

Los estribos se colocaran a cada 15 cm con varillas No. 3

Refuerzo por confinamiento

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

$$L_o \left\{ \begin{array}{l} L_u / 6 = 2.60 / 6 = 0.45 \text{ m} \\ \text{Lado mayor de la columna} = 0.35 \text{ m} \\ 48\emptyset \text{ varilla transv.} = 0.4572 \text{ m} \\ 16\emptyset \text{ varilla long.} = 0.305 \text{ m} \end{array} \right.$$

Longitud de confinamiento: 0.45 m

Cálculo de la relación volumétrica.

$$\rho_s = 0.45 * \left(\left(\frac{Ag}{Ach} \right) - 1 \right) \left(\frac{0.85 * f'c}{fy} \right) : \text{ pero debe cumplir con } \rho_s \geq 0.12 * \left(\frac{f'c}{fy} \right)$$

$$\rho_s = 0.45 * \left(\frac{35^2}{29^2} - 1 \right) \left(\frac{0.85 * 210}{2810} \right) = 0.0131$$

0.0131 \geq 0.0089 Por lo que se utiliza ρ_s

$$0.12 * \left(\frac{f'c}{fy} \right) = 0.12 * \left(\frac{210}{2810} \right) = 0.0089$$

utilizando varillas No. 3 para los estribos, el espaciamiento en la zona confinada es:

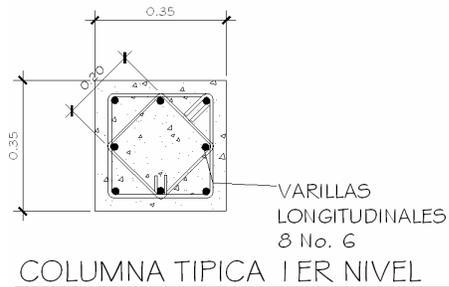
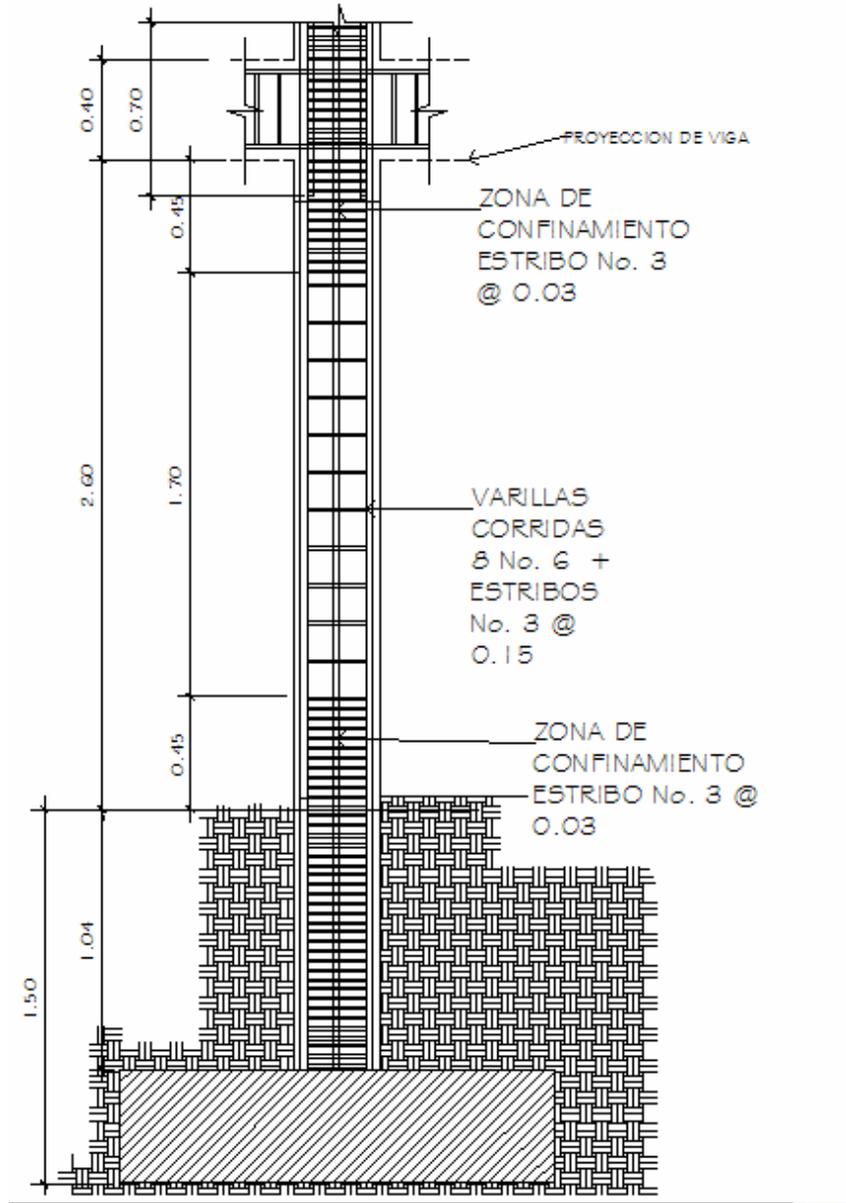
$$S_1 = \frac{2Av}{\rho_s Ln} = \frac{2 * 0.71}{0.0131 * 29} = 3.74 \text{ cm. } \approx 3 \text{ cm}$$

Por tener varillas en las caras de la columna se colocará estribos rotados a 45% alternados, según el código ACI 318, artículo 7.10.5.3

Nota: Este procedimiento se aplica a la columna del segundo nivel.

Ver detalle de columna del primer nivel, figura 46

Figura 46 Detalle de columna



2.1.7.10 Diseño de cimientos

Los cimientos son elementos estructurales destinados a recibir las cargas propias y las aplicaciones exteriores a la misma; estos a su vez transmiten la acción de las cargas sobre el suelo. Para elegir el tipo de cimentación a utilizar se deben considerar, principalmente, el tipo de estructura, la naturaleza de las cargas que se aplicarán, las condiciones del suelo y el costo de la misma. Para el presente proyecto se utilizarán dos tipos de zapatas y el cimiento corrido bajo los muros de mampostería.

Zapata tipo 1

$$M_x = 4.79 \text{ Ton-m}$$

$$P_u = 64.44 \text{ Ton}$$

$$\gamma_{\text{suelo}} = 1.14 \text{ Ton/m}^3$$

$$F_{cu} = 1.55$$

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

$$M_y = 3.74 \text{ Ton-m}$$

$$V_s = 25 \text{ Ton/m}^2$$

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

$$f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

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

Cálculo de las cargas de trabajo:

$$P'_t = \frac{P_u}{F_{cu}} = \frac{64.44}{1.55} = 41.57 \text{ Ton}$$

$$M_{tx} = \frac{M_x}{F_{cu}} = \frac{4.79}{1.55} = 3.09 \text{ Ton-m}$$

$$M_{ty} = \frac{M_y}{F_{cu}} = \frac{3.74}{1.55} = 2.41 \text{ Ton-m}$$

Predimensionamiento del área de la zapata:

$$A_z = \frac{1.5P'_t}{V_s} = \frac{1.5 * 41.57}{25} = 2.49 \text{ m}^2. \text{ Se propone usar dimensiones aproximadas}$$

$$A_z = 1.75 * 1.75 = 3.06 \text{ m}^2. > 2.49\text{m}^2$$

Revisión de presión sobre el suelo:

$$q = \frac{P_{cg}}{Az} \pm \frac{M_x * \bar{x}}{I_y} \pm \frac{M_y * \bar{y}}{I_x}$$

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

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

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

$$P = 41.57 + (0.35 * 0.35 * 7.3 * 2.4) + (1.14 * (1.50 - 0.40) * (1.75^2 - 0.35^2)) + (2.4 * 0.40 * 1.75^2)$$

$$P = 50.35 \text{ Kg.}$$

$$q = P/Az \pm M_x/S_x \pm M_y/S_y$$

$$q = \frac{50.35}{3.50} \pm \frac{3.09 * 0.875}{\frac{1}{12} * 0.35 * 0.35^3} \pm \frac{2.41 * 0.875}{\frac{1}{12} * 0.35 * 0.35^3}$$

$q_{\text{máx}} = 22.97 \text{ Ton/m}^2$ cumple, no excede el V_s

$q_{\text{mín}} = 9.91 \text{ Ton/m}^2$ cumple, sólo compresiones

Por lo que las dimensiones de la zapata son correctas.

Presión última:

$$q_u = q_{\text{máx}} * F_{cu} = 22.97 * 1.55 = 35.60 \text{ Ton/m}^2$$

Peralte efectivo

$$d = t - \text{rec.} - \varnothing_{var}/2$$

$$t \text{ asumido} = 0.40 \text{ m}$$

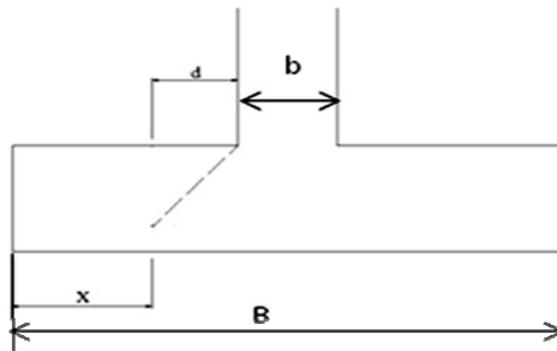
$$d = 0.40 - 0.075 - 2.54/2$$

$$d = 31 \text{ cm}$$

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, ver figura 47

Figura 47 Corte simple en zapata



t asumido = 0.40m

$$x = B/2 - b/2 - d$$

$$x = 1.75/2 - 0.35/2 - 0.31 = 0.3877\text{m}$$

$$V_{act} = \text{área} * q_u = 1.75 * 0.3877 * 35.60 = 24.15 \text{ Ton.}$$

$$V_r = \phi * 0.53 * \sqrt{f'_c} * B * d = 0.85 * 0.53 * \sqrt{210} * 1.75 * 0.31$$

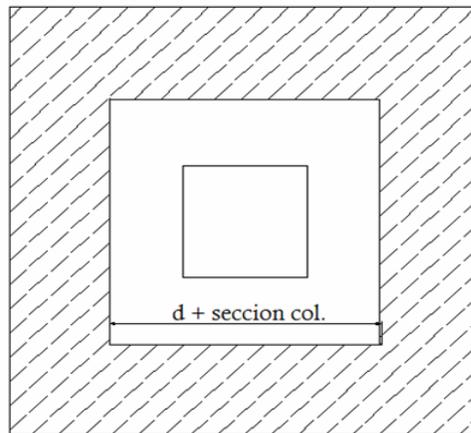
$$V_r = 35.68 \text{ Ton}$$

$V_{act} < V_r$ si cumple; el peralte propuesto resiste al corte simple

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. Ver figura 48.

Figura 48 Corte punzonante en zapata.



La revisión que se realiza es

$$b_o = 4 \cdot \text{perímetro de adentro} = 4 \cdot (d + \text{sección de columna})$$

$$d + \text{sección de columna} = 37.02 + 35.00 = 66.23 \text{ cm}$$

$$b_o = 4 \cdot 66.23 = 264.92 \text{ cm}$$

$$V_{act} = A \cdot q_u = (1.75 \cdot 1.75 - 0.72 \cdot 0.72) \cdot 35.60$$

$$V_{act} = 93.41 \text{ Ton.}$$

$$V_r = \phi \cdot 1.06 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_o \cdot d = 0.85 \cdot 1.06 \cdot \sqrt{210} \cdot 264.92 \cdot 0.31$$

$$V_r = 108.24 \text{ Ton.}$$

$V_{act} < V_r$ cumple; el peralte propuesto resiste el corte punzonante.

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

Se define tomando la losa en voladizo con la fórmula:

$$Mu = \frac{qu * L^2}{2} = \frac{35.60 * (1.75/2 - 0.35/2)^2}{2} = 8.72 \text{ Ton-m}$$

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:

$$As = (b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{Mu * b}{0.003825 * 210}}) \frac{0.85 * f'c}{Fy}$$
$$As = (70 * 31.00 - \sqrt{(70 * 31.00)^2 - \frac{15250 * 175/2}{0.003825 * 210}}) \left(\frac{0.85 * 210}{2810} \right)$$

$$As = 11.50 \text{ cm}^2$$

$$As_{\min} = \frac{14.1}{fy} * b * d$$

$$As_{\min} = \frac{14.1}{2810} * 175/2 * 31.00$$

$$As_{\min} = 13.61 \text{ cm}^2 \text{ Por tanto colocar } As_{\min}.$$

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

Espaciamiento entre varillas.

Usando var # 6

$$13.61 \text{ cm}^2 \longrightarrow 87.5 \text{ cm}$$

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

$$S = 2.85 * 87.5 / 13.61$$

$$S = 18.32 \text{ cm}$$

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

Cama superior

Acero por temperatura

$$A_{st} = 0.002 * b * t$$

$$A_{st} = 0.002 * 175 * 40 = 14 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento entre varillas con varilla No. 5

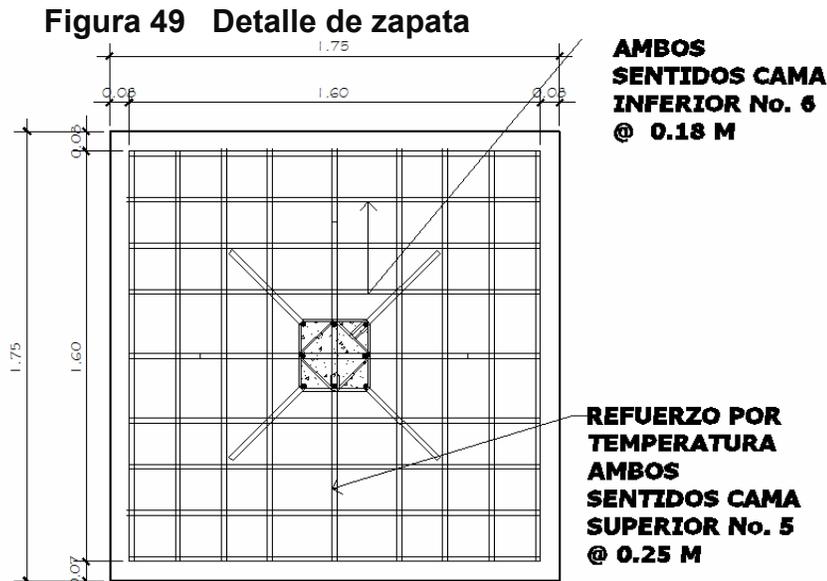
$$14.00 \text{ cm}^2 \longrightarrow 175 \text{ cm}$$

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

$$S = 2.00 * 175 / 14$$

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

Por lo tanto, el armado de la zapata será var. No. 6 @ 18 cm en ambos sentidos en cama inferior, en la cama superior var. No. 5 @ 25 cm en ambos sentidos. Ver figura 49. Detalle de zapata



Zapata tipo 2

Las zapatas de colindancia tienen la particularidad de que las cargas que sobre ellas recaen, lo hacen de forma no concentrada, por lo que se producen momentos de volteo que habrá que contrarrestar. Estas pueden ser de medianera y de esquina.

Soluciones para evitar el momento de volteo:

Viga centradora: a través de su trabajo a flexión, tiene la misión de absorber el momento de vuelco de la zapata no concentrada. Deberá tener gran inercia y estar fuertemente armada.

Vigas o forjado en planta: para centrar la carga, se puede recurrir a la colaboración de la viga o forjado superior al pilar de medianera. La viga o forjado deberá dimensionarse o calcularse, para la combinación de la flexión

propia, más la tracción a la que se ve sometida con el momento de volteo inducido por la zapata.

En estos casos, la mejor solución corresponde al uso de zapatas de linderero, sin ninguna liga a columnas adyacentes.

La base puede ser, rectangular o cuadrada, según sea el caso, el diseño del diamante que se presenta a continuación.

$$M_x = 4.79 \text{ Ton-m}$$

$$M_y = 3.74 \text{ Ton-m}$$

$$\gamma_{\text{suelo}} = 1.14 \text{ Ton/m}^3$$

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

$$F_{cu} = 1.55$$

$$f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

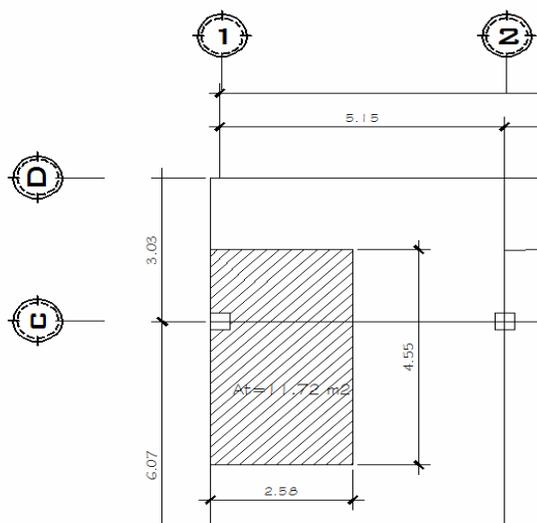
$$\text{Desplante } D_f = 1.50\text{m}$$

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

$$V_s = 25 \text{ Ton/m}^2$$

El área tributaria de la zapata de colindancia se observa en la figura 50.

Figura 50 Área tributaria para zapata



$$A_t = 11.72 \text{ m}^2$$

$$\text{Carga Axial: } CU = 1.4 \text{ CM} + 1.7 \text{ CV}$$

$$CU_2 = 657.2 \text{ Kg/m}^2$$

$$CU_1 = 1972 \text{ Kg/m}^2$$

$$CU = 657.2 + 1972 = 2629.4 \text{ Kg/m}^2$$

Cálculo del factor de carga última

$$F_{cu} = \frac{CU}{CM + CV} = \frac{2629.4}{1696} = 1.55$$

Cálculo de la carga axial: $P_u = (A_T * CU) + (PP \text{ vigas} * F_{cu}) =$

$$P_u = (11.72 * 2629.4) + (0.20 * 0.40 * 2,400 * 7.13) * 1.55$$

$$P_u = 32925.62 \text{ Kg.} = 32.93 \text{ ton}$$

Procedimiento para el diseño del diamante

$$P_t = 32.93 + 32.93 * 0.05 = 34.57 \text{ ton}$$

Por la excentricidad de la carga que provoca flexión, se toma inicialmente, una capacidad de carga menor que la que actúa. Se usa el valor de 15 Ton/m²; por lo tanto:

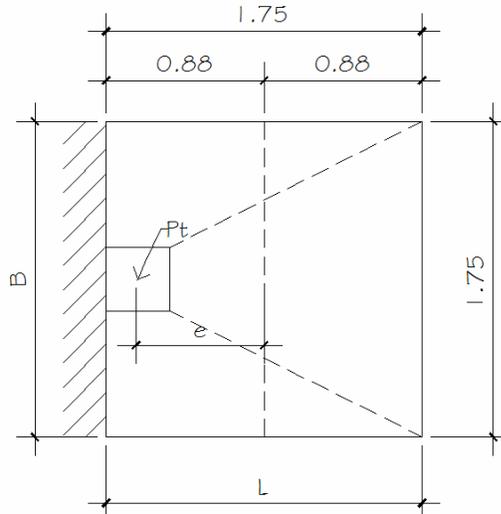
$$A_z = \frac{34.57}{15} = 2.30 \text{ m}^2. \text{ Se propone usar dimensiones aproximadas}$$

$$L = \sqrt{2.30} = 1.51 \text{ m}$$

Por lo que se toma una sección cuadrada de $1.75 * 1.75 = 3.06 \text{ m}^2. > 2.30 \text{ m}^2.$

Ver figura 51

Figura 51 Dimensiones de zapata



La carga P , centrada en la columna, se encuentra a una distancia del centro de:

$$e = \frac{1.75}{2} - \frac{0.35}{2} = 0.70m$$

Si se aplican dos fuerzas iguales a P_t , de sentido contrario en el centro de gravedad de la base, ellas, combinadas con P_t de la columna, provocan los esfuerzos siguientes en el terreno. Ver figura 51.

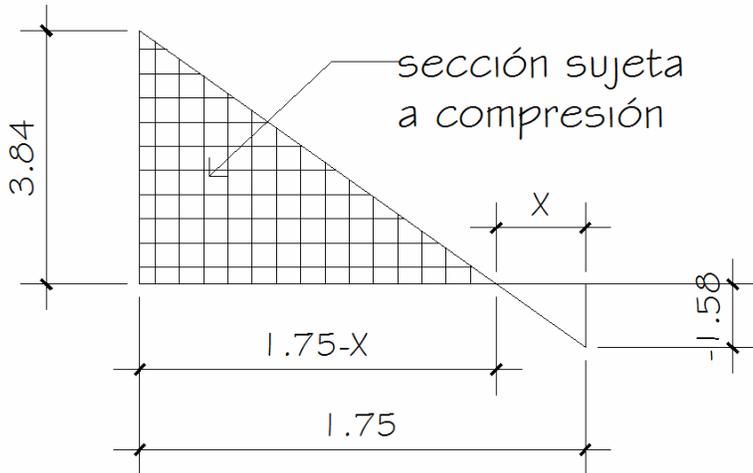
Compresión máxima

$$\sigma_c = \frac{P_t}{A} \left(1 + \frac{6 * e}{L} \right) = \frac{34570}{175 * 175} \left(1 + \frac{6 * 70}{175} \right) = 3.84 kg/cm^2$$

Tensión máxima

$$\sigma_r = \frac{P_t}{A} \left(1 - \frac{6 * e}{L} \right) = \frac{34570}{175 * 175} \left(1 - \frac{6 * 70}{175} \right) = -1.58 kg/cm^2$$

Figura 52 Esfuerzos en el terreno



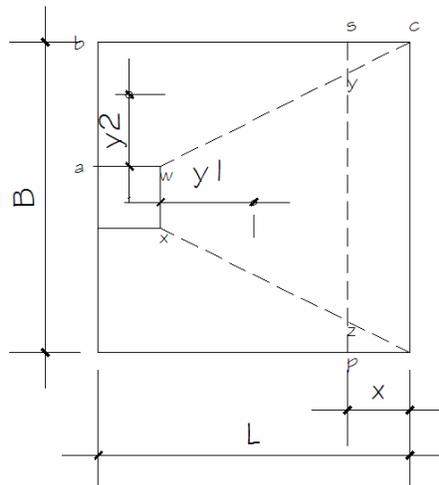
El punto donde cambia el esfuerzo de compresión al de tensión, el cual se encuentra a una distancia x , aplicando relación de triángulos. (Figura 52)

$$\frac{3.58}{1.75 - x} = \frac{1.58}{x}$$

$$X = 0.51\text{m}$$

Para efectuar el cálculo de la zapata se tendrá que considerar la parte del diagrama que se encuentra a compresión. Ver figura 53

Figura 53 Análisis de la zapata



Esfuerzo en el eje de inversión

$$\sigma_{eje} = \frac{\sigma_c * \left(\frac{L}{2} - x\right)}{L - x} = \frac{3.84 * \left(\frac{1.75}{2} - 0.51\right)}{1.75 - 0.51} = 1.13 \text{ kg/cm}^2$$

Altura del diamante:

Se asume una inclinación de 30°

$$h = \tan(30^\circ) * (L - col)$$

$$h = \tan(30^\circ) * (1.75 - 0.35) = 0.808 \approx 0.80 \text{ m}$$

La resultante de los esfuerzos en el trapecio wxyz será:

$$P_1 = \sigma_{eje} \left[\frac{wx + yz}{2} \right] * (h)$$

$$P_1 = 1.13 \left[\frac{35 + 124}{2} \right] * (80) = 7186.8 \text{ kg}$$

La fuerza anterior está aplicada al centro de gravedad de el trapecio wxyz cuya distancia a la sección xw es:

$$y_1 = \left(\frac{h}{3}\right) \left[\frac{2 * yz + wx}{yz + wx} \right]$$

$$y_1 = \left(\frac{80}{3}\right) \left[\frac{2 * 124 + 35}{124 + 35} \right] = 47.5 \text{ cm} = 0.475 \text{ m}$$

El momento P1 con respecto a ab es:

$$M_1 = P_1 * y_1$$

$$M_1 = 7186.80 * 0.475$$

$$M_1 = 3411.09 \text{ kg} - \text{m}$$

En la dirección del lado B, hay que considerar la compresión entre el paramento exterior y la línea neutra:

$$\sigma = \frac{3.58}{2} = 1.79 \text{ kg/cm}^2$$

Este esfuerzo está repartido en la superficie awcd, cuya área es:

$$A = aw * \left(\frac{B - wx}{2} \right) + \left[\frac{(B - wx) + (B - yz)}{4} \right] * h$$

$$A = 35 * \left(\frac{175 - 35}{2} \right) + \left[\frac{(175 - 35) + (175 - 124)}{4} \right] * 80$$

$$A = 6270 \text{ cm}^2$$

La resultante P2, aplicada al centro de gravedad de la superficie awcd es:

$$P2 = \sigma * A$$

$$P2 = 1.79 * 6270.00 = 12,038.40 \text{ kg}$$

$$y2 = \left(\frac{ab}{3} \right) \left[\frac{2 * ab + aw}{b + aw} \right]$$

$$y2 = \left(\frac{70}{3} \right) \left[\frac{2 * 175 + 35}{175 + 35} \right] = 42.78 = .4478 \text{ m}$$

El momento provocado por la fuerza será:

$$M2 = P2 * y2$$

$$M2 = 12038.40 * 0.44478$$

$$M2 = 5149.76 \text{ kg} - \text{m}$$

Para el cálculo de refuerzo se toma el momento mayor, en este caso es M2= 5149.75 kg-m

$$As = (b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{Mu * b}{0.003825 * 210}}) \frac{0.85 * f'c}{Fy}$$

$$As = (100 * 73 - \sqrt{(100 * 73)^2 - \frac{5149.75 * 100}{0.003825 * 210}}) \left(\frac{0.85 * 210}{2810} \right)$$

$$As = 2.79 \text{ cm}^2$$

Colocar As por temperatura

$$A_{st} = 0.002 * b * t$$

$$A_{st} = 0.002 * 161 * 73 = 23.51 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento entre varillas con varilla No. 6

$$23.51 \text{ cm}^2 \longrightarrow 175 \text{ cm}$$

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

$$S = 2.85 * 175 / 23.51$$

$$S = 21.51 \text{ cm}$$

El armado será varillas No 6 @ 0.20 m

La base de la zapata con diamante, se calcula con la diferencia entre los momentos del análisis estructural y los momentos obtenidos en el diamante.

$$M_y = 5.15 - 3.74 = 1.41 \text{ Ton} - m$$

$$M_x = 4.79 - 3.41 = 1.38 \text{ Ton} - m$$

Predimensionamiento del área de la zapata:

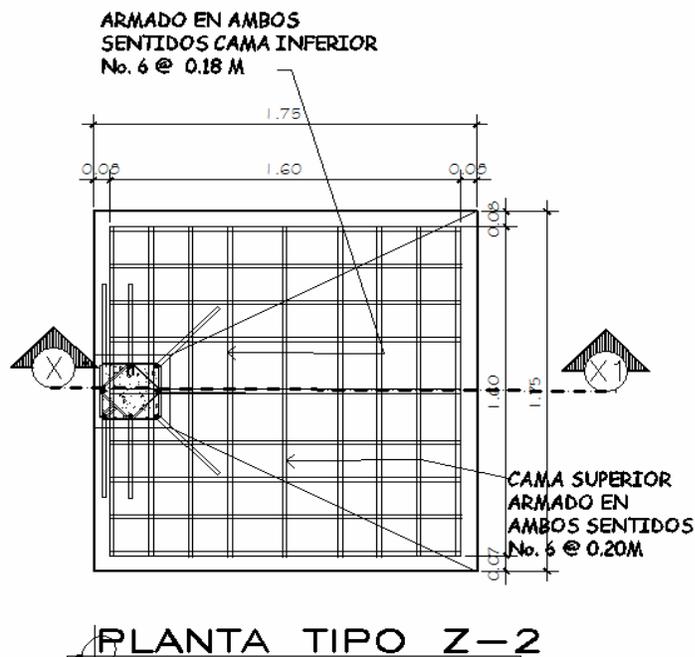
$$A_z = \frac{1.5 P t}{V_s} = \frac{1.5 * 21.25}{25} = 1.27 \text{ m}^2.$$

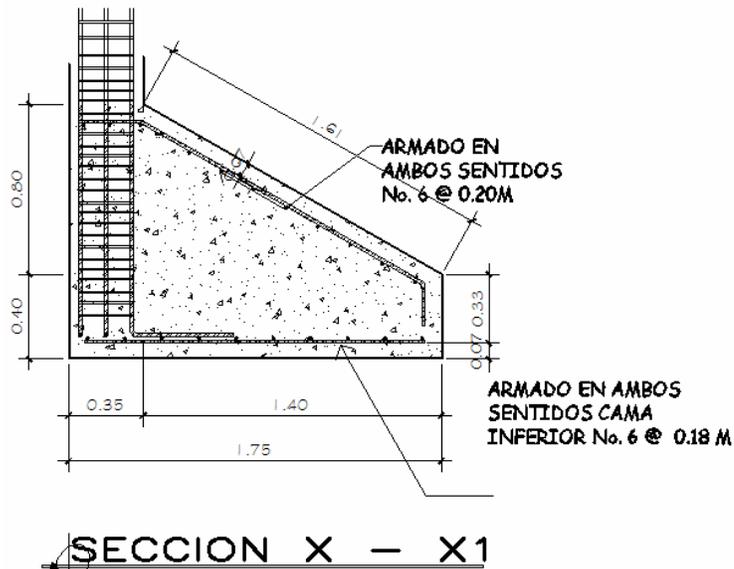
Se usará una sección cuadrada de $1.75 * 1.75 = 3.06 \text{ m}^2 > 1.27 \text{ m}^2$

Tabla XXX Refuerzo a flexión

Datos	Dimensiones	Flexión	Chequeo
MuX = 1.38 ton-m	1.75 mx1.75m	Mmax = 7.85 ton-m	Se diseña con acero mínimo
MuY = 1.41 ton-m			
Pultima= 32.93 ton	Az= 3.06m ²	As req= 10.09 cm ²	
Fcu = 1.55		As min= 27.42 cm ²	
Vs= 25 ton/m ²	t = 0.40m	S = 18.19 cm	
		armado ambos sentidos No. 6 @ 0.18m	

Figura 54 Detalle de zapata





2.1.8 Instalaciones

2.1.8.1 Agua potable

Todo el sistema de agua potable será por medio de circuito cerrado para que la presión sea la misma en cada punto, con tubería PVC ϕ $\frac{3}{4}$ ", los abastos por medio de tubería PVC ϕ $\frac{1}{2}$ ".

2.1.8.2 Drenajes

Las instalaciones de aguas negras y aguas pluviales se trabajaron en sistemas separativos, será por medio de tubería PVC de ϕ 4", 3", 2". En la descarga del drenaje a la red municipal se utilizara tubería PVC de ϕ 6".

2.1.8.3 Electricidad

Las instalaciones de iluminación, cuentan con tres circuitos en cada nivel y, cada uno tendrá un máximo de doce unidades. Las instalaciones de fuerza, cuentan con cuatro circuitos en el primer nivel, tres en el segundo nivel, con un máximo de doce unidades.

2.1.9 Planos de construcción

Para este proyecto se elaboraron 13 planos divididos en tres fases: Arquitectura, Estructuras e Instalaciones

Los siguientes planos son:

- Planta Amueblada
- Planta Acotada
- Elevaciones y Secciones
- Planta de Acabados
- Planta de Cimentación y Columnas
- Planta de Losas
- Detalles de Vigas y Columnas
- Detalles de Gradas y corte de muros
- Planta de Instalación Hidráulica
- Planta de Instalación de Drenajes
- Planta de Inst. Eléctrica - Iluminación
- Planta de Inst. Eléctrica Fuerza y Especiales

2.1.10 Presupuesto

2.1.10.1 Materiales

Los precios de los materiales para la elaboración del presupuesto, se obtuvieron, mediante cotizaciones en centros de distribución de la región.

2.1.10.2 Mano de obra

Los salarios de mano de obra se asignaron de acuerdo a los que la municipalidad maneja para casos similares.

2.1.10.3 Costo total del proyecto

El presupuesto se realizó a base de precios unitarios. A este se le aplicó un factor de indirectos del 30%. Ver tabla XXXI

Tabla XXXI Presupuesto general, por precios unitarios del edificio municipal de Colotenango, Huehuetenango

No.	Renglón	unidad	cantidad	Precio Unitario	Sub-total
1	TRABAJOS PRELIMINARES				
1.1	LIMPIEZA Y NIVELACIÓN	m ²	507.00	Q7.00	Q3,549.00
1.2	TRAZO Y ESTAQUEADO	ml	195.56	Q13.50	Q2,640.06
1.3	DEMOLICION ESTRUCTURAL EXISTENTE	m ²	315.29	Q456.30	Q143,866.83
2	CIMENTACIÓN				
2.1	EXCAVACION	ml	273.65	Q44.37	Q12,141.86
2.2	ZAPATA TIPO 1	u	23.00	Q4,080.41	Q93,849.38
2.3	ZAPATA TIPO 2	u	7.00	Q7,033.84	Q49,236.87
2.4	CIMIENTO CORRIDO CC-1	ml	130.97	Q189.88	Q24,868.95
2.5	CIMIENTO CORRIDO CC-2	ml	49.10	Q189.88	Q9,323.24
2.6	CIMIENTO CORRIDO CC-3	ml	13.17	Q160.09	Q2,108.38
2.7	RELLENO	m3	22.00	Q129.26	Q2,843.76
3	MUROS				
3.1	MUROS DE 15 CM 1ER NIVEL	m ²	537.57	Q170.09	Q91,433.56
3.2	MUROS DE 15 CM 2DO NIVEL	m ²	394.12	Q170.09	Q67,034.61
3.3	MURO DE 10cm DE GROSOR	m ²	21.00	Q142.65	Q2,995.57
3.4	SOLERA HIDRÓFUGA 20X15	MI	179.19	Q148.07	Q26,533.10
3.5	SOLERA INTERMEDIA 20X15	MI	251.18	Q148.07	Q37,192.84
3.6	SOLERA FINAL 20X15	ml	243.64	Q148.07	Q36,076.37
3.7	SOLERA EN SILLAR 15 X 15	ml	40.25	Q108.27	Q4,358.05

Continúa

3.8	SOLERA EN DINTEL 10 X 15	ml	97.25	Q101.20	Q9,841.81
3.9	SOLERA FINAL 13X15	ml	37.00	Q114.46	Q4,235.15
3.1	COLUMNA T-C	ml	407.20	Q142.34	Q57,961.15
3.11	COLUMNA T-D	ml	162.20	Q105.37	Q17,091.03
3.12	COLUMNA T-E	ml	37.40	Q66.91	Q2,502.53
3.13	COLUMNA T-F	ml	13.20	Q59.37	Q783.64
3.14	COLUMNA T-G	ml	8.20	Q137.33	Q1,126.11
3.15	COLUMNA T-H	ml	9.69	Q159.97	Q1,550.08
4	ESTRUCTURAS				
4.1	COLUMNAS 1ER NIVEL	U	30.00	Q2,887.44	Q86,623.29
4.2	COLUMNAS 2DO NIVEL	U	30.00	Q1,460.36	Q43,810.67
4.3	VIGA TIPO 1	MI	16.50	Q408.13	Q6,734.09
4.4	VIGA TIPO 2	MI	36.50	Q423.82	Q15,469.44
4.5	VIGA TIPO 3	MI	18.50	Q514.30	Q9,514.58
4.6	VIGA TIPO 4	MI	55.00	Q505.93	Q27,826.38
4.7	VIGA TIPO 5	MI	16.50	Q402.01	Q6,633.14
4.8	VIGA TIPO 6	MI	36.50	Q374.39	Q13,665.17
4.9	VIGA TIPO 7	MI	25.75	Q441.61	Q11,371.57
4.1	VIGA TIPO 8	MI	21.00	Q441.61	Q9,273.90
4.11	VIGA TIPO 9	MI	21.00	Q442.36	Q9,289.63
4.12	VIGA TIPO 10	MI	21.00	Q441.61	Q9,273.90
4.13	VIGA TIPO 11	MI	25.75	Q441.61	Q11,371.57
4.14	VIGA TIPO 12	MI	25.75	Q362.38	Q9,331.20
4.15	VIGA TIPO 13	MI	21.00	Q362.38	Q7,609.91
4.16	VIGA TIPO 14	MI	21.00	Q360.60	Q7,572.61
4.17	VIGA TIPO 15	MI	21.00	Q362.38	Q7,609.91
4.18	VIGA TIPO 16	MI	25.75	Q362.38	Q9,331.20
4.19	VIGAS DE AMARRE	MI	74.00	Q242.84	Q17,969.88
5	LOSAS				
5.1	LOSA TRADICIONAL 1ER NIVEL	m ²	338.00	Q411.32	Q139,025.67
5.2	LOSA TRADICIONAL 2DO NIVEL	m ²	353.00	Q411.03	Q145,094.33
6	GRADAS				
6.1	GRADAS	Global	1	Q8,597.48	Q8,597.48
7	ACABADOS				
6.1	PISO CERÁMICO	m ²	572.00	Q160.56	Q91,841.14
6.2	LOSETA DE GRANITO	m ²	69.00	Q173.56	Q11,975.74

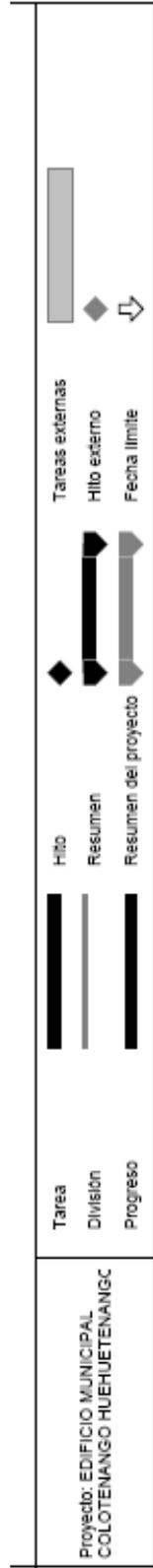
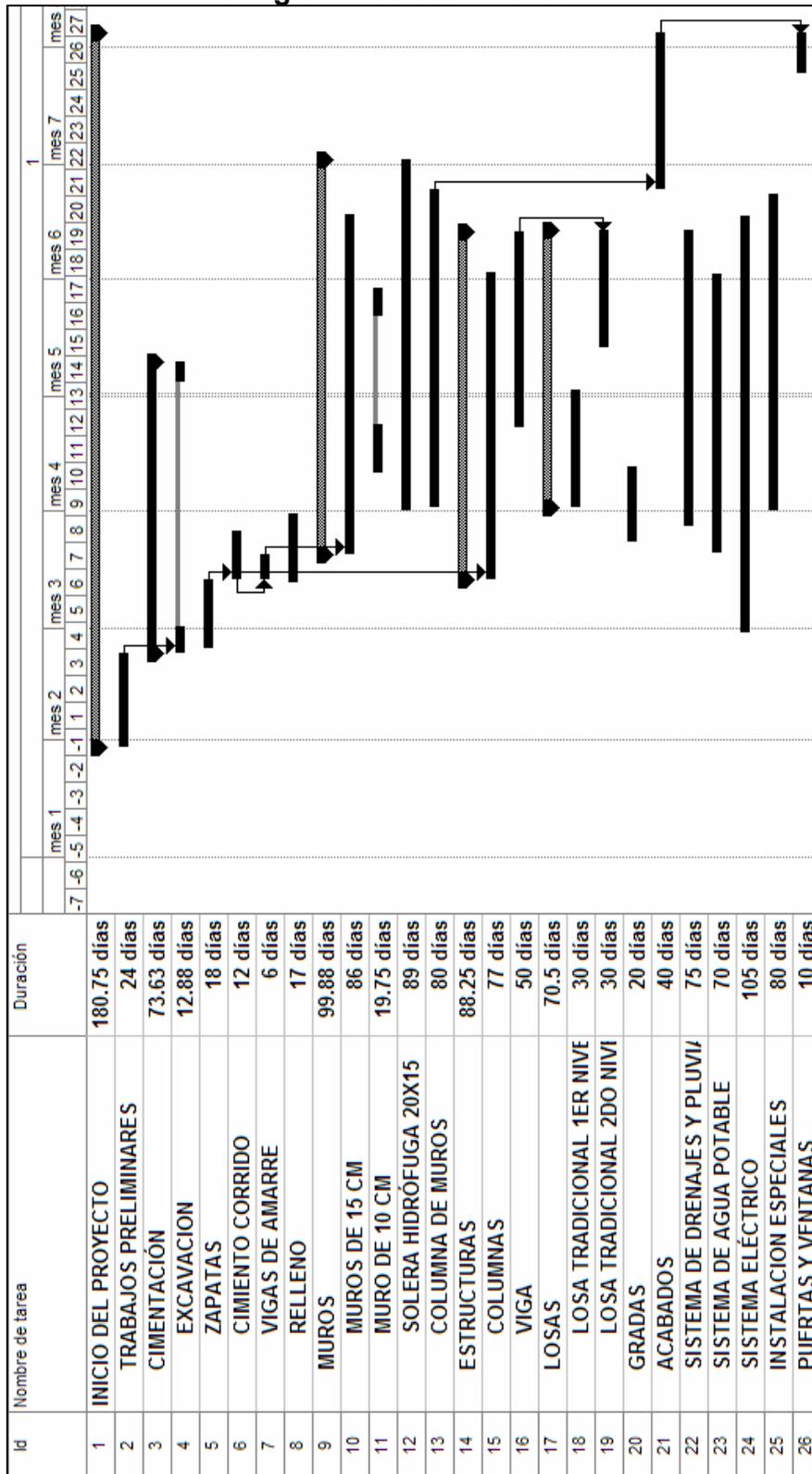
Continúa

6.3	REPELLO EN MUROS	m ²	2184.31	Q61.70	Q134,765.29
6.4	CERNIDO VERTICAL EN MUROS	m ²	2184.31	Q39.75	Q86,818.59
6.5	AZULEJO	m ²	88.00	Q166.72	Q14,671.16
6.6	PINTURA	m ²	2184.31	Q56.52	Q123,448.90
6.7	MOLDURAS	MI	53.33	Q52.99	Q2,825.76
6.8	BALCONES	U	16.00	Q598.99	Q9,583.85
8	SISTEMA DE DRENAJES Y PLUVIALES				
7.1	DRENAJES PLUVIALES	Global	1.00	Q15,846.77	Q15,846.77
9	SISTEMA DE AGUA POTABLE				
9.1	AGUA POTABLE	global	1.00	Q13,928.07	Q13,928.07
10	SISTEMA ELÉCTRICO				
10.1	ILUMINACIÓN Y FUERZA	global	1.00	Q35,564.75	Q35,564.75
11	INSTALACIÓN ESPECIALES				
11.1	INSTALACIÓN TELEFONIA E INTERNET	global	1.00	Q4,459.21	Q4,459.21
12	PUERTAS Y VENTANAS				
12.1	INSTALACIÓN DE PUERTAS Y VENTANAS	global	1.00	Q47,342.50	Q47,342.50
13	INSTALACIÓN DE ARTEFACTOS SANITARIOS				
13.1	INSTALACIÓN DE RETRETES	u	10.00	Q565.70	Q5,657.00
13.2	INSTALACIÓN DE LAVAMANOS	u	4.00	Q352.26	Q1,409.04
13.3	INSTALCIÓN DE URINALES	u	2.00	Q550.35	Q1,100.70
14	OTROS				
14.1	JARDINIZACIÓN	u	1.00	Q1,000.00	Q1,000.00
15	BARANDAS	ML	30.00	Q184.28	Q5,528.25
COSTO TOTAL DEL PROYECTO					Q1,925,910.17

2.1.11 Cronograma de ejecución

Este cronograma servirá para determinar el tiempo que durará la construcción e individualmente cada uno de los renglones de trabajo.

Tabla XXXII Cronograma de actividades



CONCLUSIONES

1. El estado en que se encuentra el edificio municipal, hace que no cumpla con dar un servicio eficiente a los vecinos del municipio, así como a los servidores públicos, razón por la cual se tomó la decisión de realizar la planificación y diseño del edificio municipal considerando las necesidades actuales y futuras.
2. En el diseño estructural del edificio para oficinas municipales se aplicaron diferentes criterios tanto técnicos, como económicos, en lo particular se le dio más importancia a los que establece el código A.C.I., AGIES, SEAOC y otros, esto con el propósito de garantizar una estructura segura, por estar ubicada en una zona sísmica.
3. Para la realización de el diagnóstico participativo en el municipio de Colotenango se tomó en cuenta los COCODES, COMUDE, ONG'S que trabajan en el área, establecimientos educativos así como a las autoridades municipales, para determinar sus problemas y necesidades. Como resultado de este diagnóstico se determinó, que en el municipio se necesita mayor cobertura en infraestructura, sistemas de agua potable, saneamiento, capacitación a las autoridades municipales, creación de microempresas, etc. Por lo que este trabajo de graduación contribuirá en el área de infraestructura.
4. Este trabajo de graduación muestra el desarrollo del diseño de un edificio municipal aplicando los conocimientos adquiridos y haciendo de estos una solución a los problemas reales que afrontan los municipios del país.

RECOMENDACIONES

A la municipalidad de Colotenango

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. Implementar el plan de mantenimiento de caminos rurales, para tener una red vial en buenas condiciones.

A la facultad de Ingeniería

5. Que se siga apoyando a la unidad de E.P.S. para que siga su labor de seguir prestando este servicio social, que contribuye grandemente al desarrollo de nuestro país.

BIBLIOGRAFÍA

1. Código ACI – 318-99. American Concrete Institute. **Código de diseño de hormigón armado y comentarios.** (Chile 2000)
2. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (AGIES). **Normas estructurales de diseño y construcción recomendadas para la República de Guatemala.** (Guatemala 2002)
3. Carlos Crespo Villalaz. Mecánica **De Suelos y cimentaciones.** (4ª Edición; México: editorial Limusa, 1999) p. 640
4. Nilson, Arthur H. **Diseño de estructuras de concreto.** (13ª Edición; Colombia: Editorial McGraw-Hill, 2001) p. 772
5. Ever Alexander Acajabón Hernández. Diseño del edificio para el mercado municipal y reubicación del desfogue de aguas negras, de la cabecera municipal de San Raymundo, Guatemala (Guatemala: Facultad de Ingeniería; USAC 2002) p. 150
6. Luís Arnoldo Estrada González. Diseño de edificio para oficinas municipales y alcantarillado sanitario de los cantones tercero y cuarto de la cabecera municipal de San Juan Alotenango, Sacatepequez. (Guatemala: Facultad de Ingeniería; USAC 2004)
7. Rossana Maldonado Rivas. Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Xenimaquín, y Edificación para oficinas municipales de San Juan Comalapa, Chimaltenango. (Guatemala: Facultad de Ingeniería; USAC 2006) p. 176

ANEXO 1

Figura 55 mapa de zonificación sísmica en Guatemala

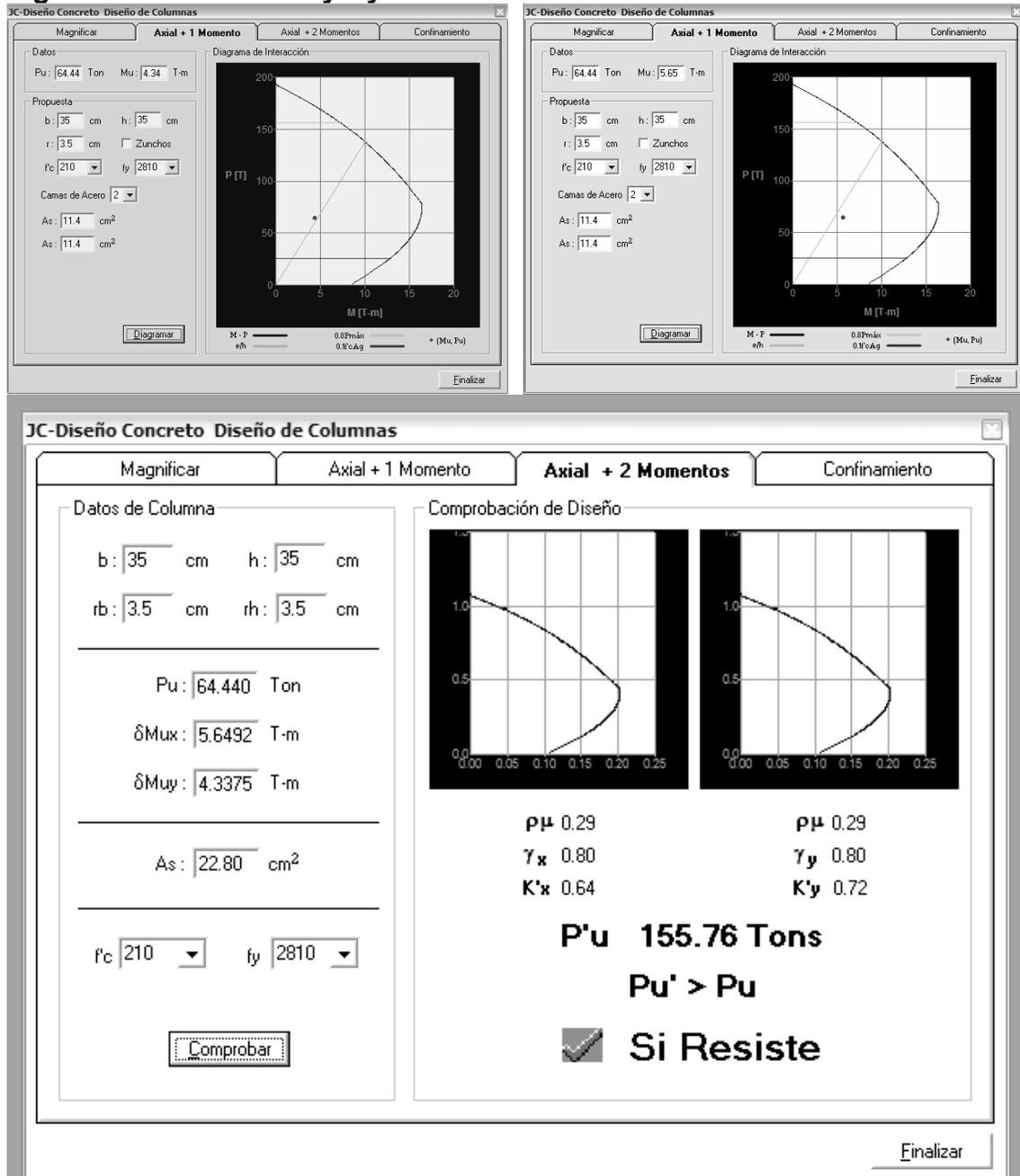


Tabla XXXIII Metodo SEAOC , factor Z para sismos

RIESGO	ZONA	COEFICIENTE Z
Ausencia de daño sísmico	0	0.00
Daño menor (intensidades de 5 y 6 EMM)	1	0.25
Daño moderado (intensidad 7 EMM)	2	0.50
Daño mayor (intensidad 8 y mas EMM)	3	1.00

ANEXO 2

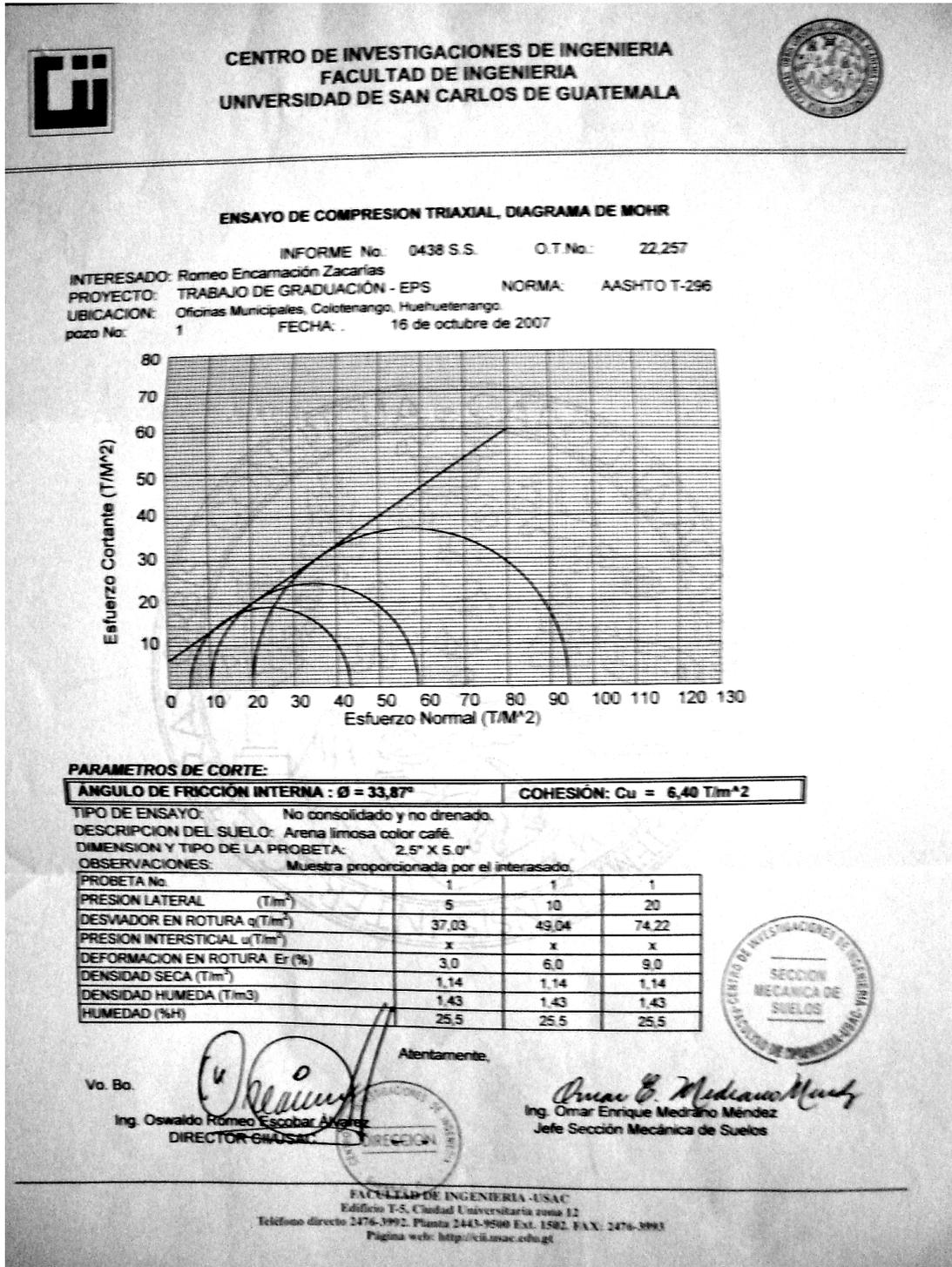
Figura 56 valor de K'_x y K'_y



Fuente: Julio Corado Franco, **Programa para el diseño completo de marcos de concreto reforzado, Jc Diseño concreto**. Facultad de ingeniería USAC 1998

APÉNDICE 1

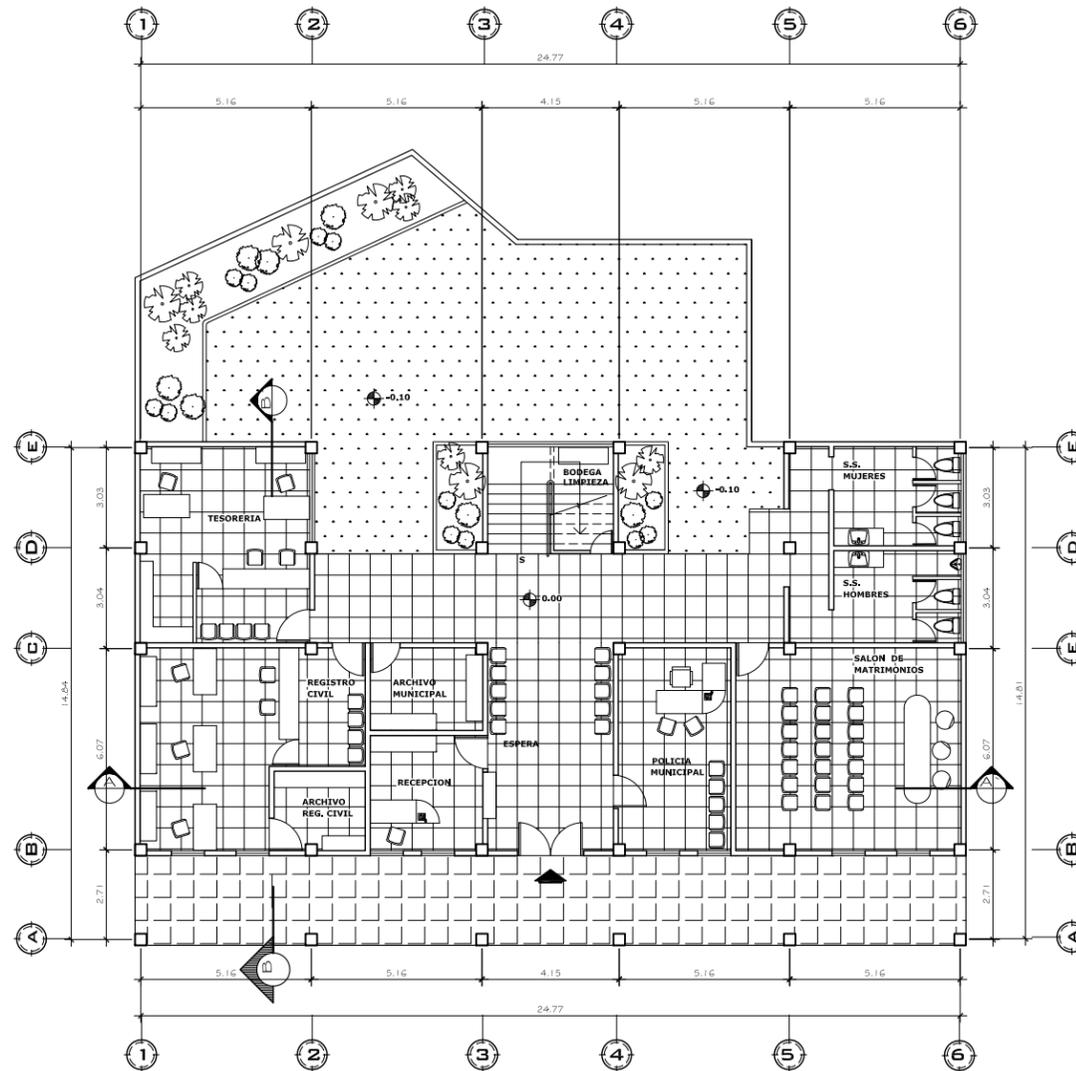
Figura 57 Estudio de suelos, ensayo de compresión triaxial



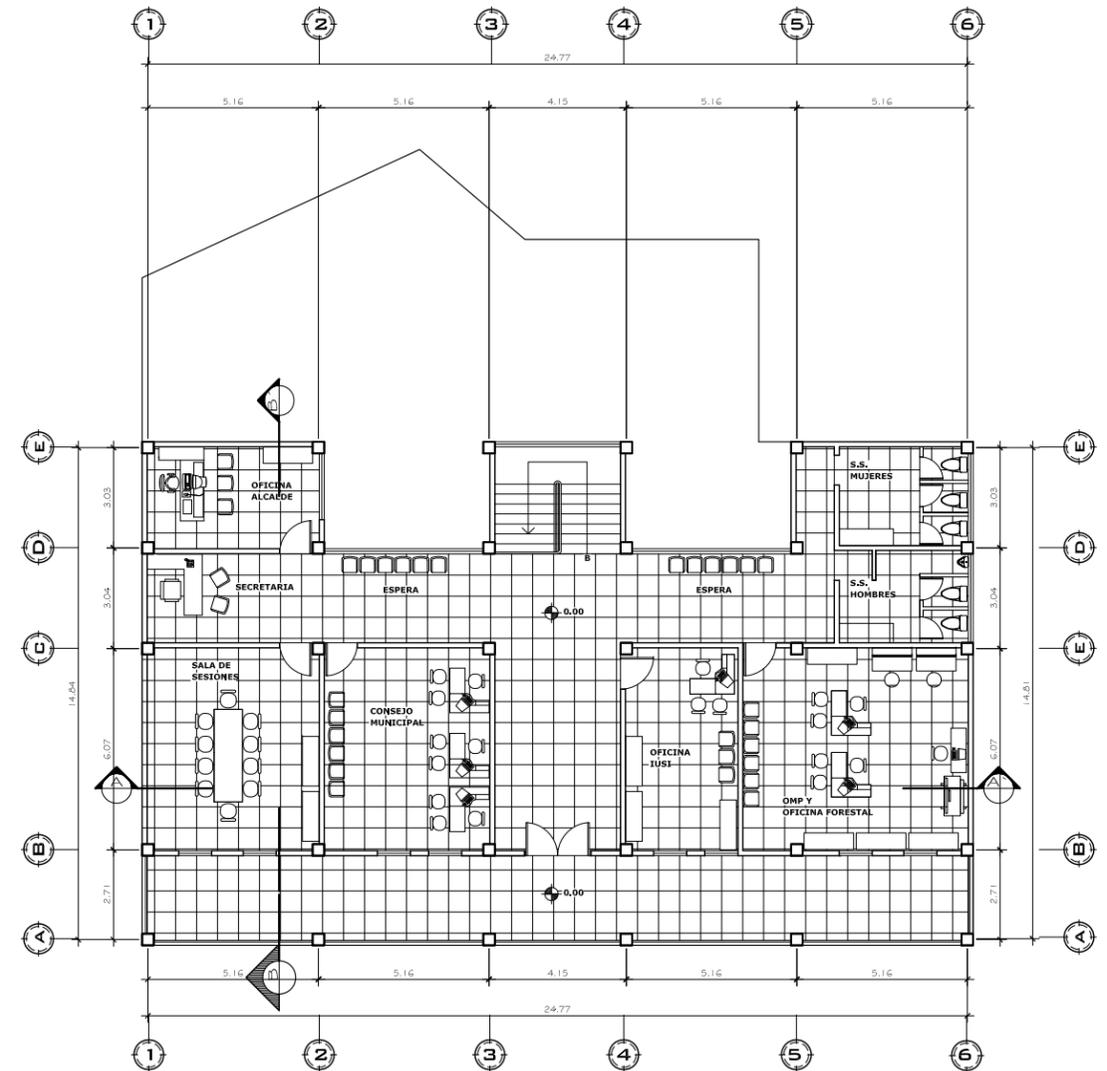
APÉNDICE 2

Planos constructivos, edificio municipal

(La escala indicada en los planos son originales para un formato A-1, por lo que los dibujos dentro de los planos, no corresponden a la escala indicada. Se han tenido que reducir para poder incorporarlos en el presente trabajo.)



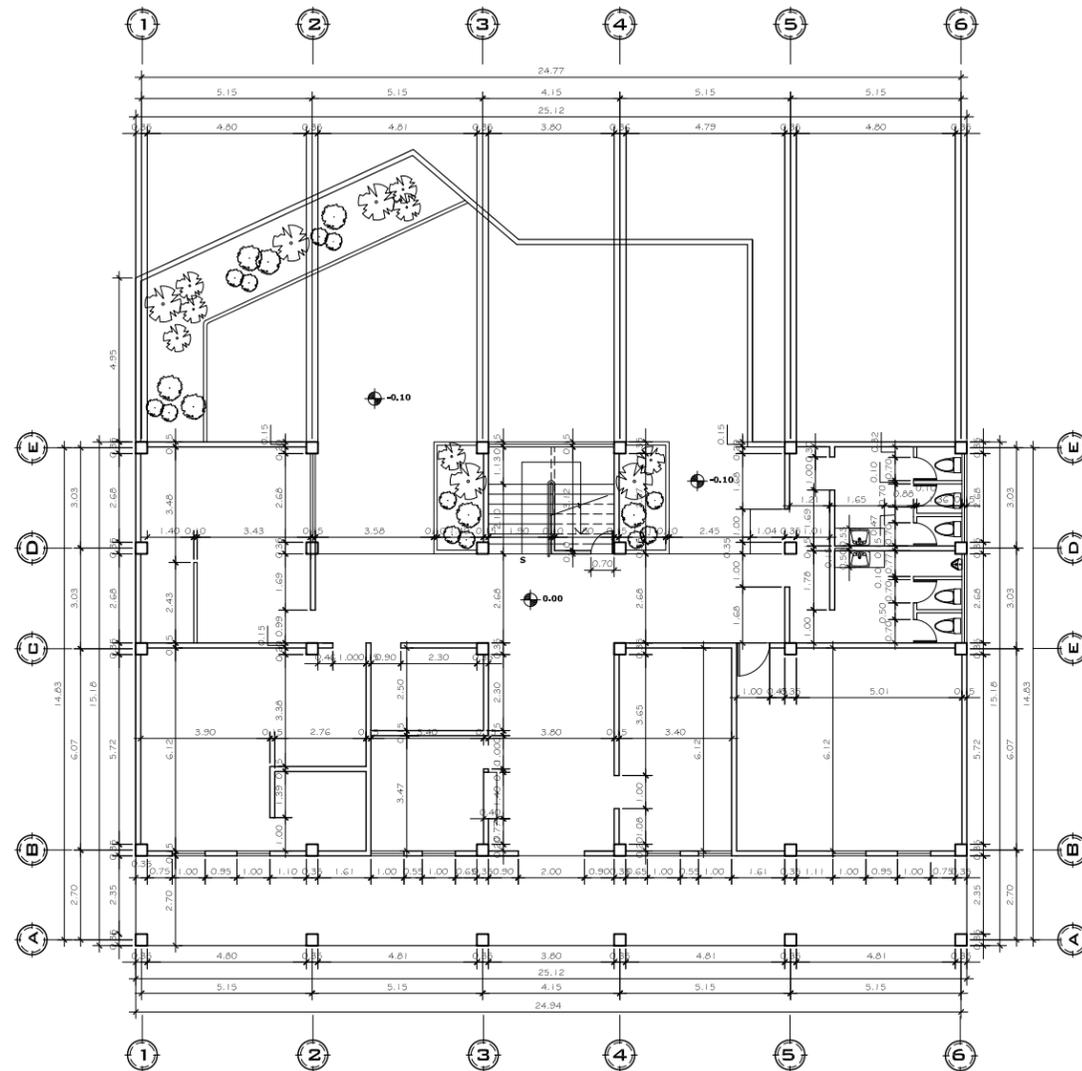
PRIMER NIVEL
PLANTA AMUEBLADA
ESC: 1: 100



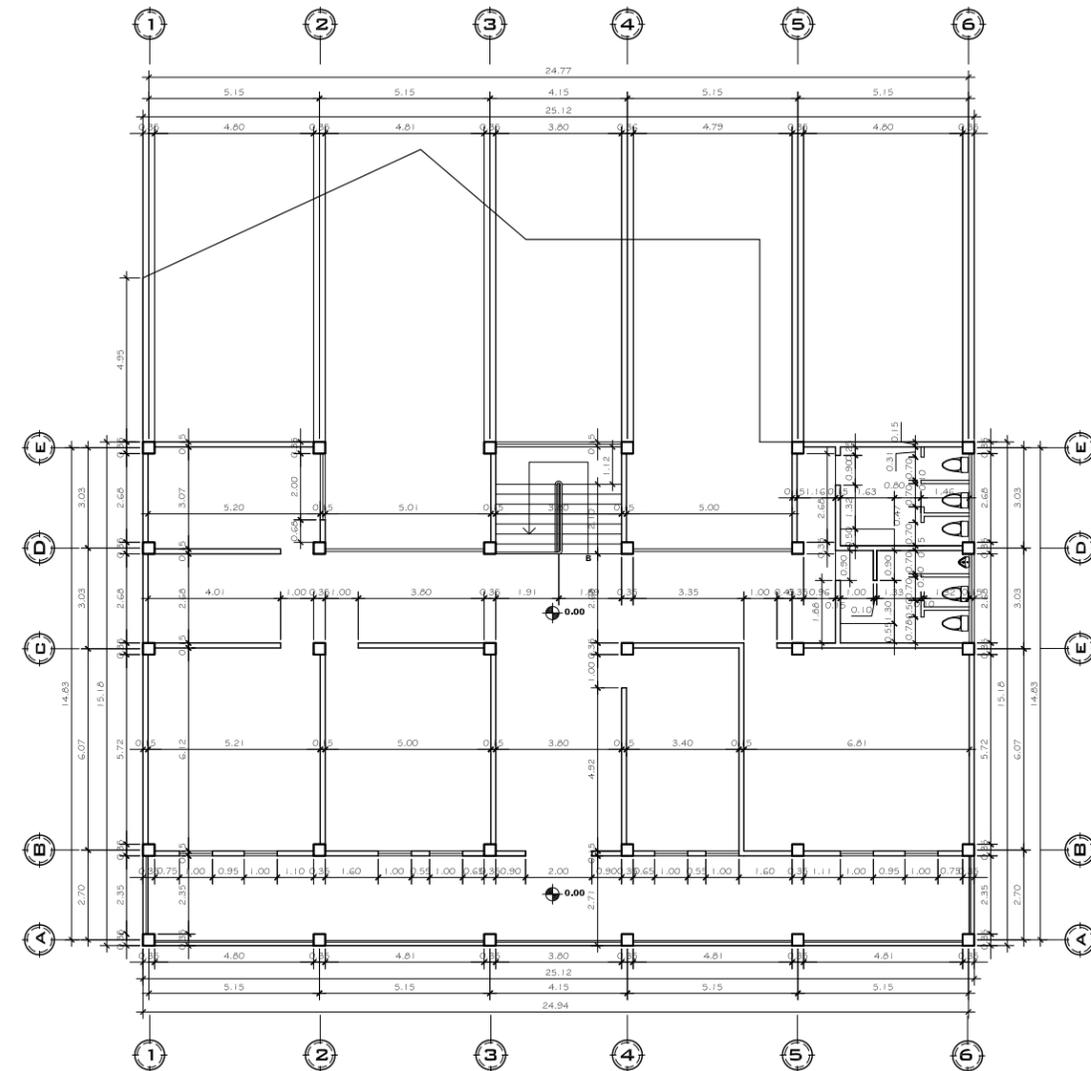
SEGUNDO NIVEL
PLANTA AMUEBLADA
ESC: 1: 100

PLANTA AMUEBLADA

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO 2007-4		EPS INGENIERIA INDICADA FECHA 2007	
	CONVENIO: EPSUM - MAMSOHUE	COMUNIDAD: COLOTENANGO		ESCALA: INDICADA
	EPESISTA: ROMEO ENCARNACION ZACARIAS	CONTENIDO: PLANTA AMUEBLADA		FECHA: 2007
	PROYECTO: EDIFICIO MUNICIPAL DE COLOTENANGO, HUEHUETENANGO			HOJA: 1 / 13



PRIMER NIVEL
PLANTA ACOTADA
ESC: 1: 100

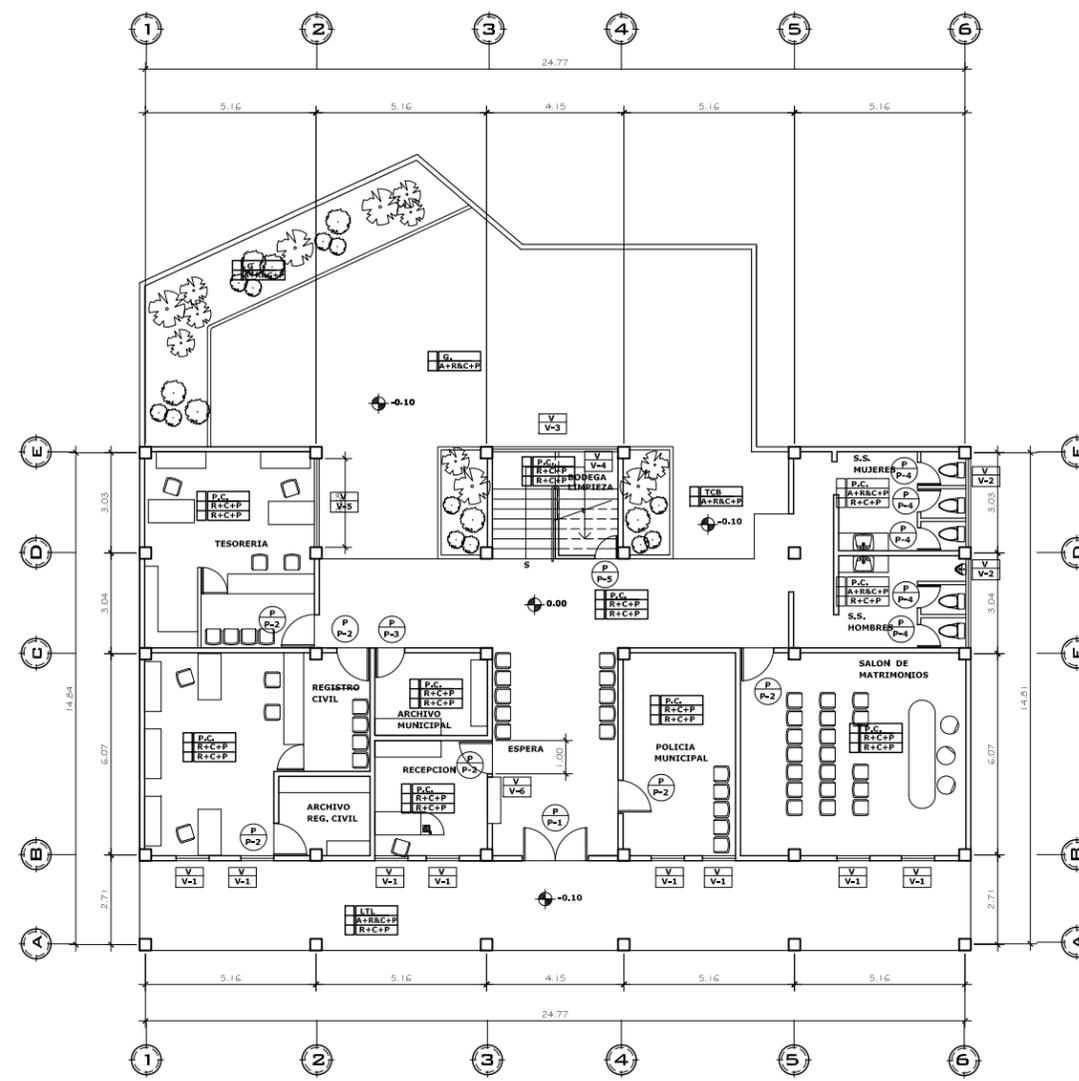


SEGUNDO NIVEL
PLANTA ACOTADA
ESC: 1: 100

PLANTA ACOTADA

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO 2007-I		EPS <small>ESCALA INDICADA</small> <small>FECHA 2007</small> <small>HOJA 2/13</small>
	<small>CONVENIO:</small> MAMSCHUE	<small>COMUNIDAD:</small> COLOTENANGO	
	<small>PROFESISTA:</small> ROMEO ENCARNACION ZACARIAS	<small>CONTENIDO:</small> PLANTA ACOTADA	
	<small>PROYECTO:</small> EDIFICIO MUNICIPAL DE COLOTENANGO, HUEHUETENANGO		
<small>ING. JUAN VERDE</small> <small>PROFESOR</small>		<small>ING. ROMEO ENCARNACION ZACARIAS</small> <small>EPS</small>	

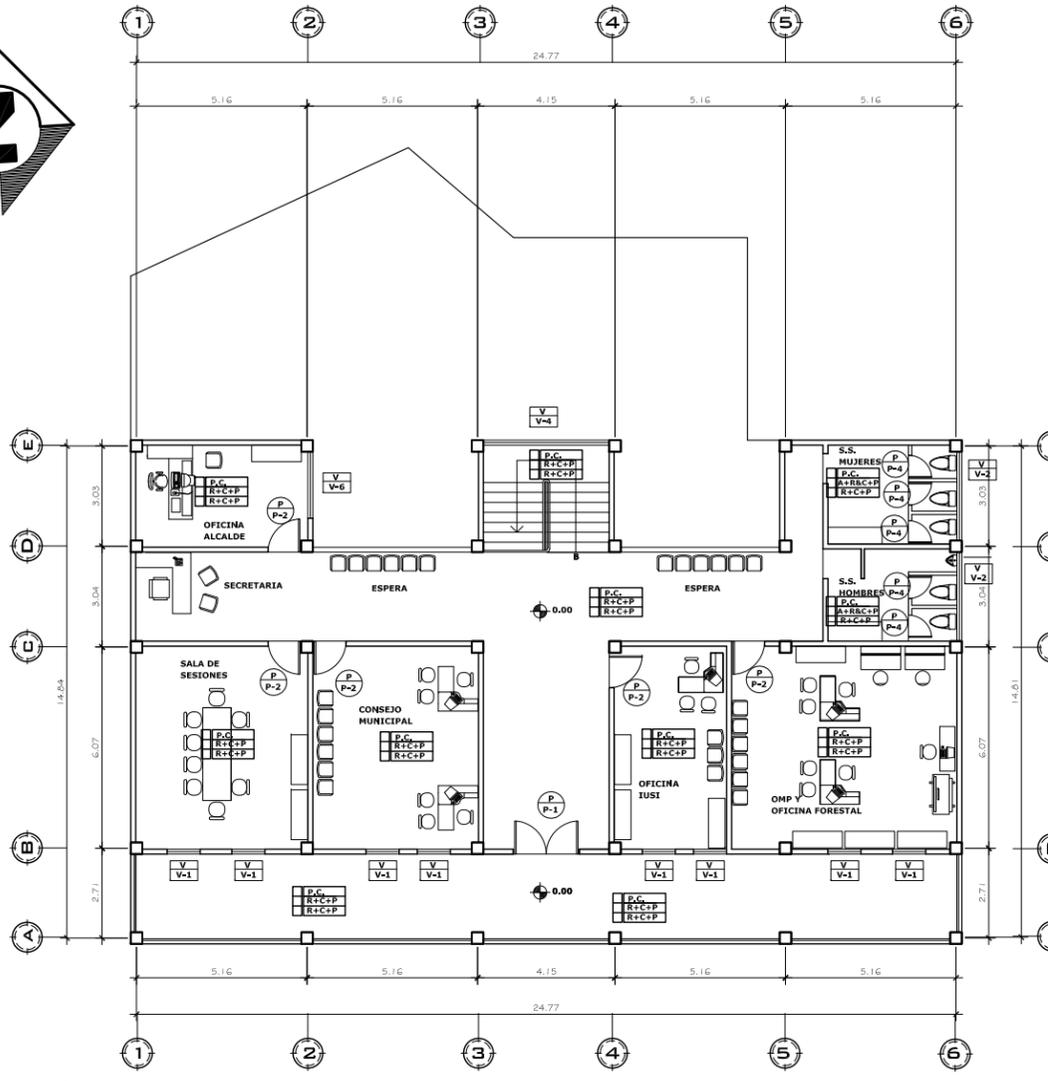
Figura 61 Planta de acabados



PRIMER NIVEL

ESC: 1: 100

PLANTA DE ACABADOS E INDICACION DE PUERTAS Y VENTANAS

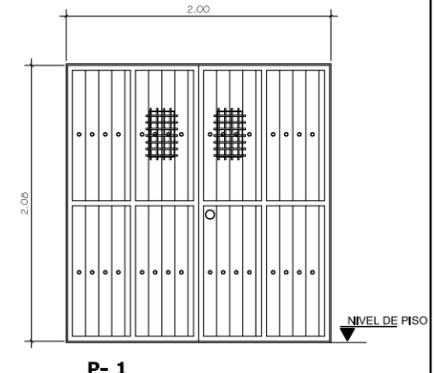


SEGUNDO NIVEL

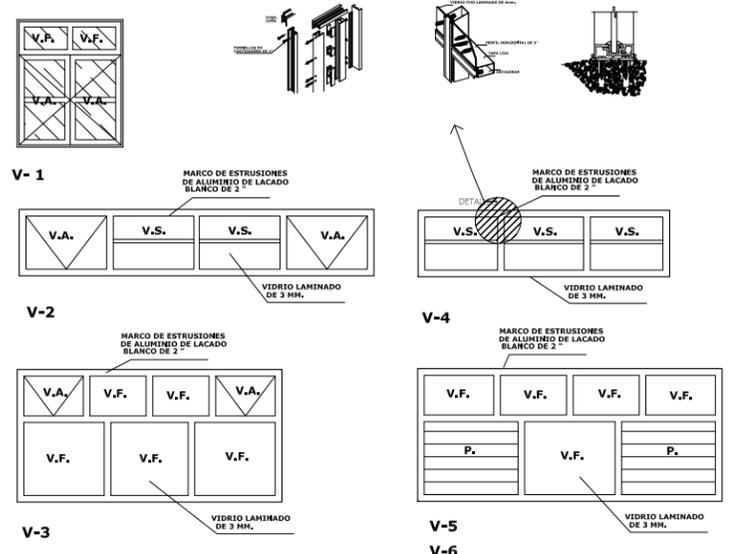
ESC: 1: 100

PLANTA DE ACABADOS E INDICACION DE PUERTAS Y VENTANAS

SIMBOLOGIA Y NOMENCLATURA	
	INDICA ACABADO EN PISO MUROS Y CIELO
	INDICA TIPO DE PUERTA
	INDICA TIPO DE VENTANA
LTL	LOSETA DE GRANITO DE MARMOL TIPO LAJA DE 0.40 x .40 x 0.03 Mts. DE 115 Lbs. DE COLOR TEJA Y ESTUCCO PARA PISO DE GRANITO
G	GRAMA TIPO SAN AGUSTIN DE ALTO 2.5 CMS CON TIERRA NEGRA Y ABONO
P.C.	PISO CERAMICO
TCB	TORTA DE CEMENTO ACABADO FINAL BARRIDO
R+C+P	REPELLO MAS CERNIDO VERTICAL Y PINTURA LATEX COLOR GRIS CLARO CODIGO 782
A+R+C+P	AZULEJO TIPO PALERMO GRIS DE 0.20X0.30 M HASTA UNA ALTURA DE 1.30 M S.N.P.T.+ REPELLO + CERNIDO Y PINTURA COLOR BLANCO HUESO CODIGO 782 HASTA ALTURA DE CIELO



P-1



V-1

V-2

V-3

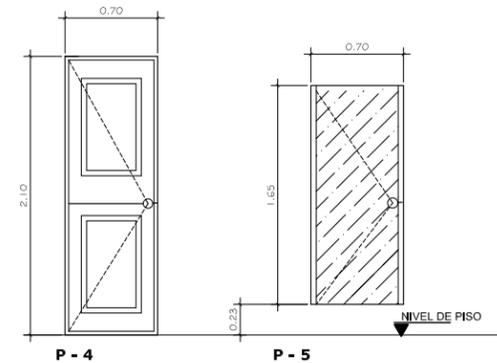
V-4

V-5

V-6

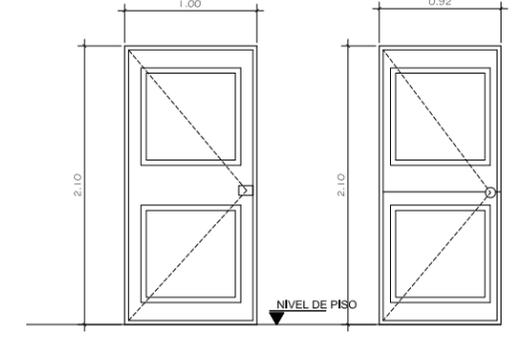
PLANILLA DE PUERTAS							
TIPO	ALTURA DE SILLAR	ALTURA DE DINTEL	ANCHO	ALTURA	UNIDADES	MATERIALES	TIPOLOGIA
P-1	0.00 M. SOBRE N.P.T	2.10 M. SOBRE N.P.T	2	2.10	1	MADERA CIPRES+HIERRO TINTE CAFE, BARNIZADO	2 HOJAS
P-2	0.00 M. SOBRE N.P.T	2.10 M. SOBRE N.P.T	1.00	2.10	11	CAOBILLA ENCHAPADA	1 HOJA
P-3	0.00 M. SOBRE N.P.T	2.10 M. SOBRE N.P.T	0.90	2.10	1	CAOBILLA ENCHAPADA	1 HOJA
P-4	0.20 M. SOBRE N.P.T	1.85 M. SOBRE N.P.T	0.70	1.65	10	CAOBILLA ENCHAPADA	1 HOJA
P-5	0.00 M. SOBRE N.P.T	2.10 M. SOBRE N.P.T	0.70	2.10	1	PLAYWOOD	1 HOJA

PLANILLA DE VENTANAS							
TIPO	ALTURA DE SILLAR	ALTURA DINTEL	ANCHO	ALTURA	UNIDADES	MATERIALES	TIPOLOGIA
V-1	0.90 M. SOBRE N.P.T	2.10 M. SOBRE N.P.T	1.00	1.20	16	MARCO DE MADERA CIPRES COLOR MADERA BARNIZADO + VIDRIO CLARO DE 3 MM.	2 HOJAS
V-2	2.10 M. SOBRE N.P.T	2.60 M. SOBRE N.P.T	2.68	0.50	4	MARCO DE ESTRUSIONES DE ALUMINIO LACADO BLANCO DE 2" + VIDRIO LAMINADO DE 3 MM.	PALETAS
V-3	1.63 M. SOBRE N.P.T	2.60 M. SOBRE N.P.T	3.5	0.97	2	MARCO DE ESTRUSIONES DE ALUMINIO LACADO BLANCO DE 2" + VIDRIO LAMINADO DE 3 MM.	+ VIDRIO F330 PALETAS
V-4	0.84 M. SOBRE N.P.T	1.44M. SOBRE N.P.T	1.85	0.60	1	MARCO DE ESTRUSIONES DE ALUMINIO LACADO BLANCO DE 2" + VIDRIO LAMINADO DE 3 MM.	+ VIDRIO F330 PALETAS
V-5	1.10 M. SOBRE N.P.T	2.10 M. SOBRE N.P.T	2.68	1.00	1	MARCO DE ESTRUSIONES DE ALUMINIO LACADO BLANCO DE 2" + VIDRIO LAMINADO DE 3 MM.	+ VIDRIO F330 PALETAS
V-6	1.10 M. SOBRE N.P.T	2.10 M. SOBRE N.P.T	2.00	1.00	1	MARCO DE ESTRUSIONES DE ALUMINIO LACADO BLANCO DE 2" + VIDRIO LAMINADO DE 3 MM.	+ VIDRIO F330 PALETAS



P-4

P-5



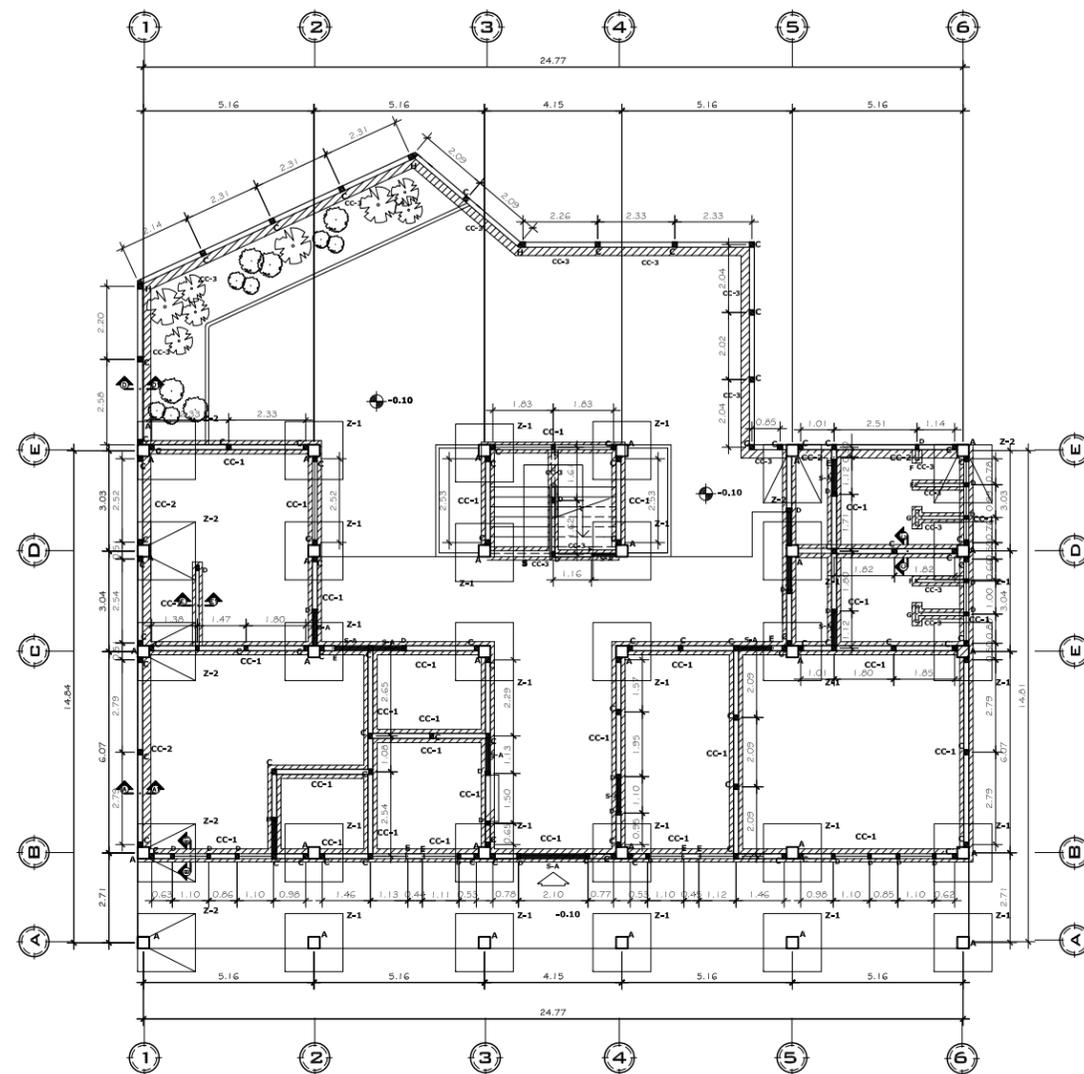
V-3

V-5

NOMENCLATURA	
P	INDICA VENTANA DE PALETAS
V.F.	INDICA VENTANA CON ABATIMIENTO VERTICAL
V.A.	INDICA VENTANA CON VIDRIO FIJO
V.S.	INDICA VENTANA TIPO SIFON

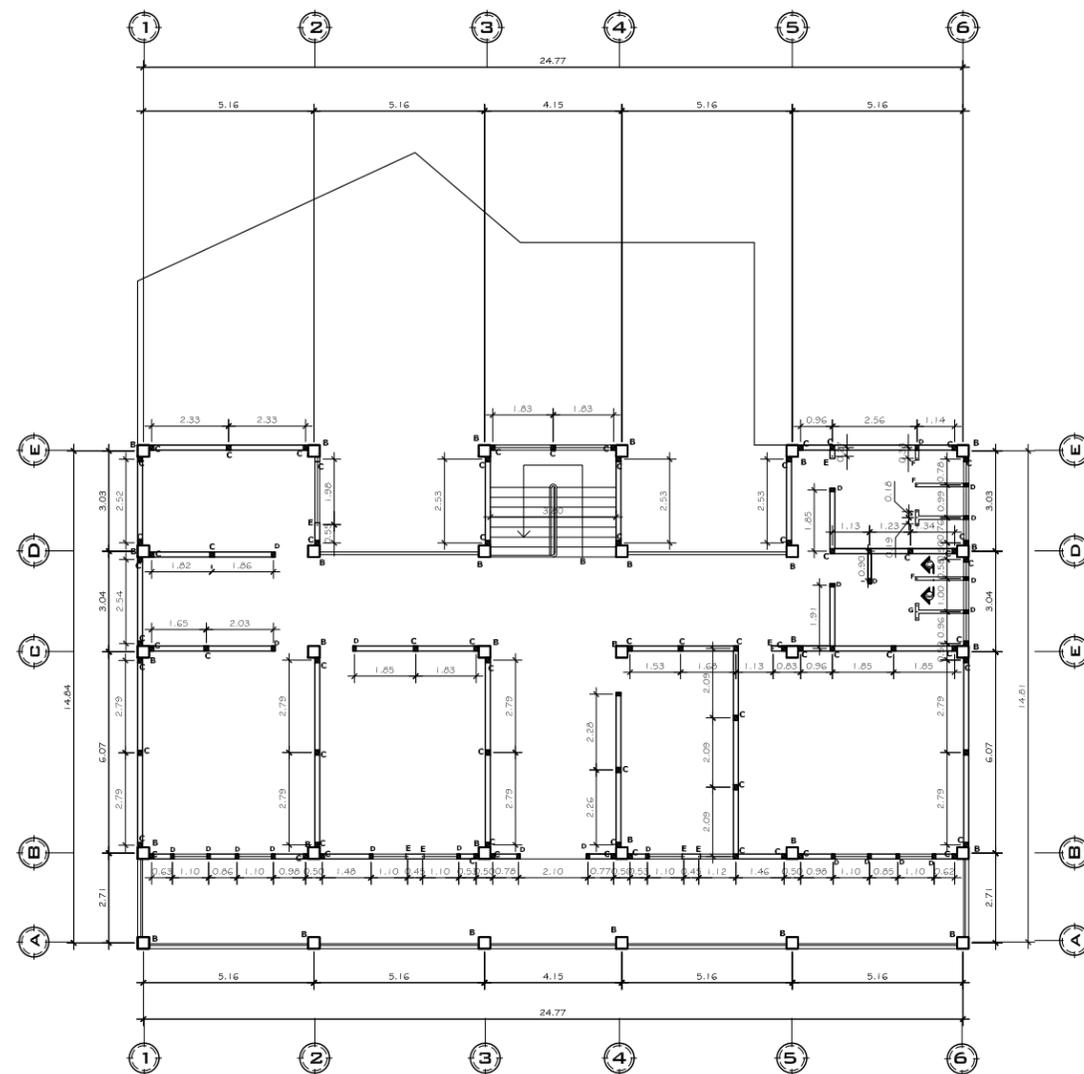
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO 2007-I		EPS <small>INDICADA</small> FECHA 2007 HOJA 4/13
	CONVENIO: EPS/UM - MAMISCHUE	COMUNIDAD: COLOTENANGO	
	EFECTISTA: ROMEO ENCARNACION ZACARIAS	CONTENIDO: PLANTA DE ACABADOS	
	PROYECTO: EDIFICIO MUNICIPAL DE COLOTENANGO, HUEHUETENANGO	ING. JUAN MEXIA REYES EPS	

Figura 62 Planta de cimentación y columnas



PRIMER NIVEL

PLANTA DE CIMENTACION Y COLUMNAS ESC: 1: 100



SEGUNDO NIVEL

PLANTA DE CIMENTACION Y COLUMNAS ESC: 1: 100

- ESPECIFICACIONES**
- $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ o $3,000 \text{ psi}$
 - $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$ o $40,000 \text{ psi}$
 - BLOCK DE POMEZ $f_m = 35 \text{ kg/cm}^2$
 - AGREGADO GRUESO = 1/2"
 - Valor Soporte Considerado = 25 Ton/m²
 - CARGAS VIVAS UTILIZADAS**
 - OFICINAS = 250 kg/cm²
 - PASILLOS = 500 kg/cm²
 - TECHOS = 100 kg/cm²
 - SOBRE CARGAS = 60 kg/cm²
 - GANCHOS STANDARD A 135°
 - No. 3 0.08 M
 - No. 4 0.08 M
 - TRASLAPES MIN.
 - No. 3 = 0.35
 - No. 4 = 0.50
 - No. 5 = 0.60
 - No. 6 = 0.75

Ld	Barras rectas si el espesor del concreto colocado es > 0.30 m		Barras rectas si el espesor del concreto colocado es < 0.30 m
	2.5*Ld	3.5*Ld	
3	11	27	38
4	14	36	50
5	18	45	63
6	22	54	75

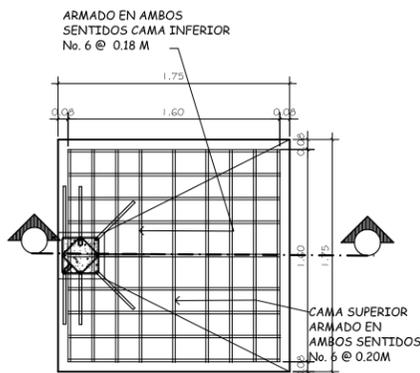
LA LONGITUD DE DESARROLLO MINIMA EN CMS.

ESPECIFICACIONES DE ACUERDO AL CODIGO ACI-318-99 Y LAS NORMAS GUATEMALTECAS-AGIS

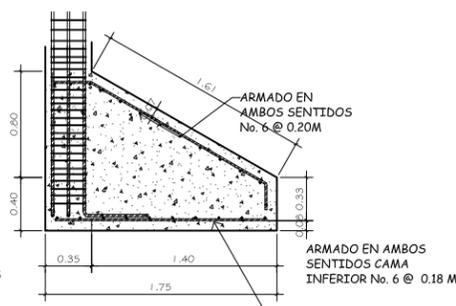
PLANTA DE CIMENTACION Y COLUMNAS

NOTAS

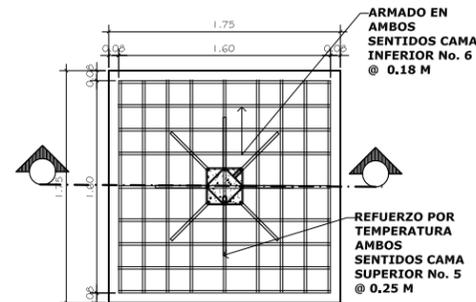
- VER DETALLES DE CORTE DE MUROS EN HOJA NO.8
- DETALLES DE GRADAS Y CORTES DE MUROS
- VER DETALLES DE SECCIONES EN HOJA NO.7 Y 8
- VER DETALLES DE CIMENTOS CORRIDOS EN CORTES DE MURO HOJA No. 8
- VER DETALLES DE CIMENTOS CORRIDOS EN



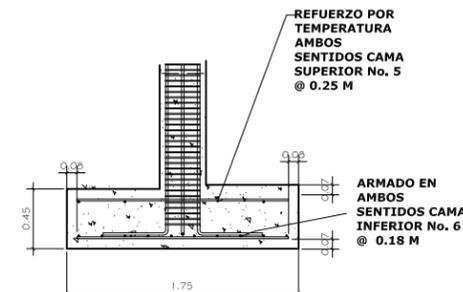
PLANTA TIPO Z-2 ESC: 1:25



SECCION X - X1 ESC: 1:25



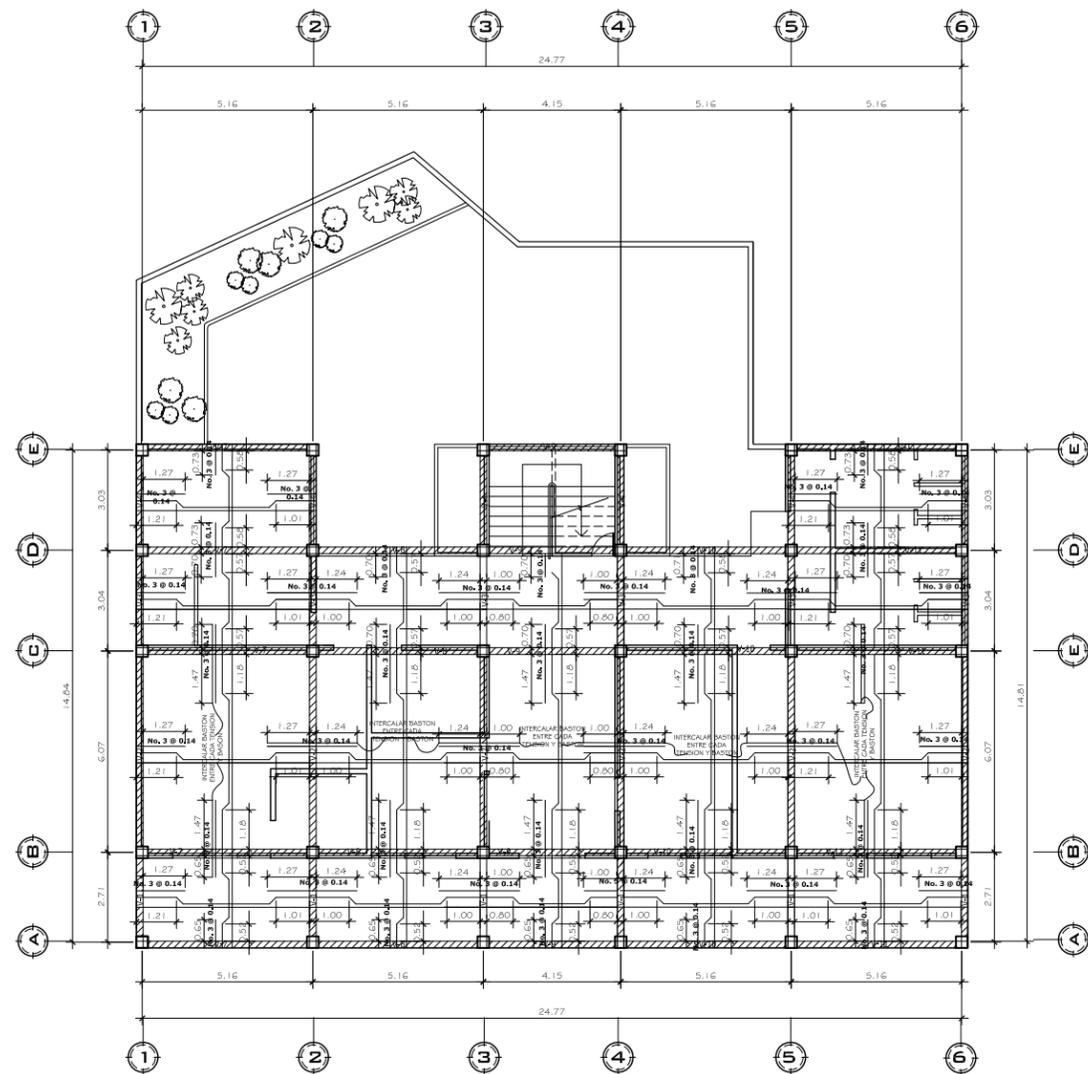
PLANTA TIPO Z-1 ESC: 1:25



SECCION Y - Y1 ESC: 1:25

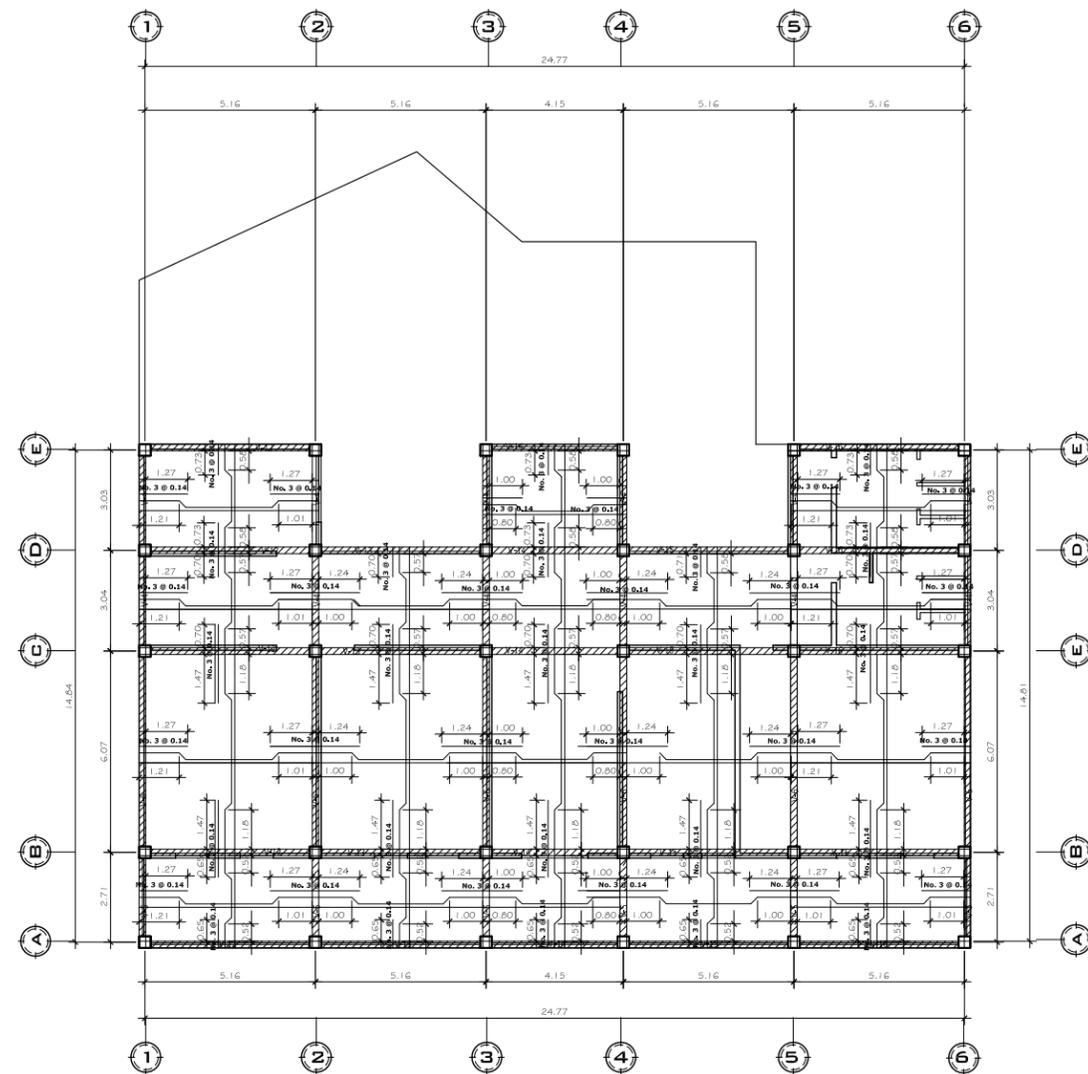
<p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO 2007-1</p>		<p>EPS</p>
<p>CONVENIO: EPSUM - MAMSCHUE</p>	<p>COMUNIDAD: COLOTENANGO</p>	<p>ESCALA: INDICADA</p>
<p>EFECTISTA: ROMEO ENCARNACION ZACARIAS</p>	<p>CONTENIDO: PLANTA CIMENTACION Y DETALLES</p>	<p>FECHA: 2007</p>
<p>PROYECTO: EDIFICIO MUNICIPAL DE COLOTENANGO, HUEHUETENANGO</p>	<p>ING. JUAN VERDE RECTOR EPS</p>	<p>HOJA: 5/13</p>

Figura 63 Planta de losas



PRIMER NIVEL

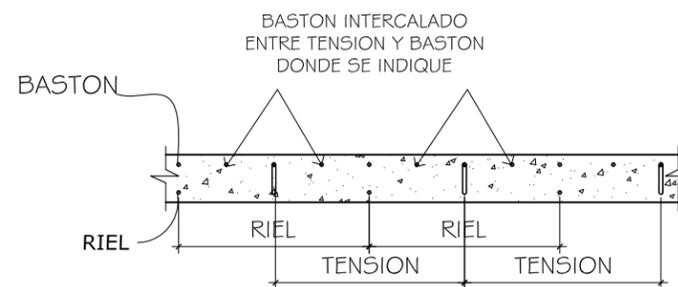
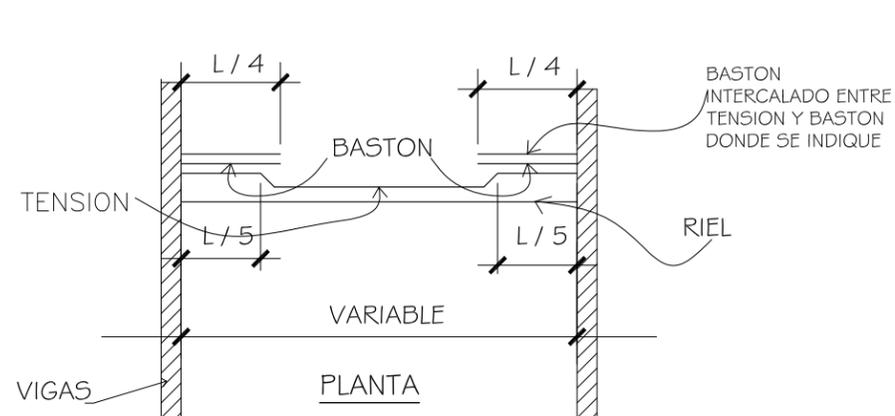
PLANTA DE LOSAS E INDICACION DE VIGAS ESC: 1: 100



SEGUNDO NIVEL

PLANTA DE LOSAS E INDICACION DE VIGAS ESC: 1: 100

PLANTA DE LOSA E INDICACION DE VIGAS

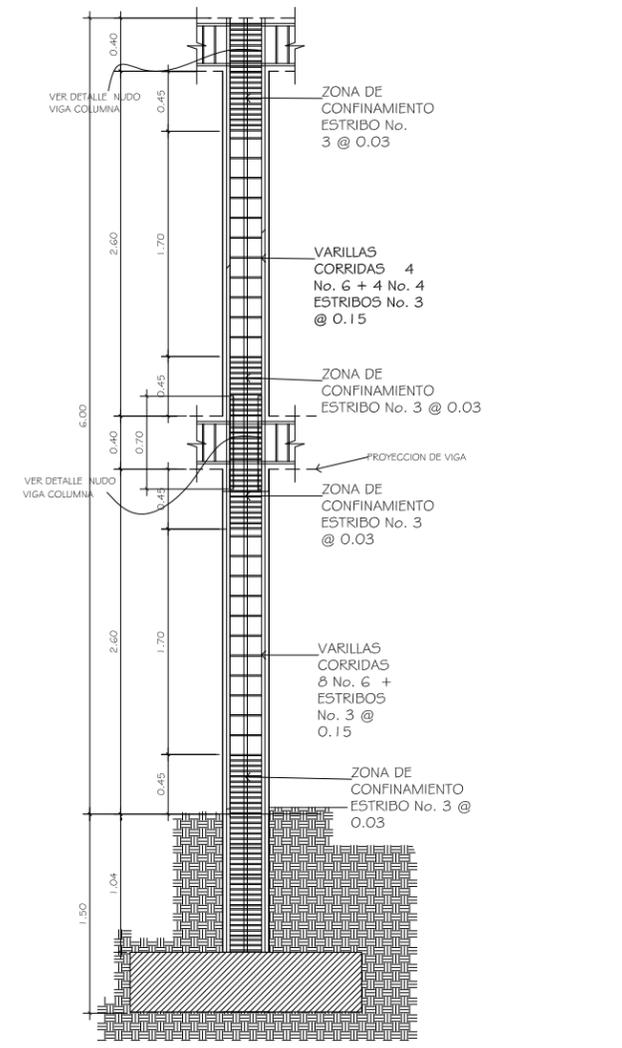
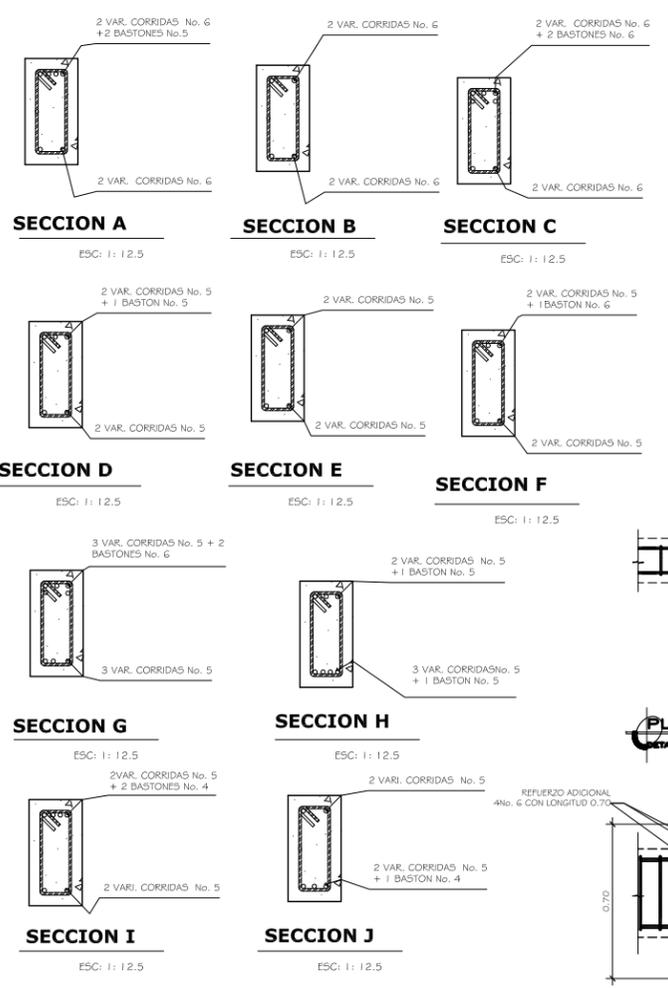
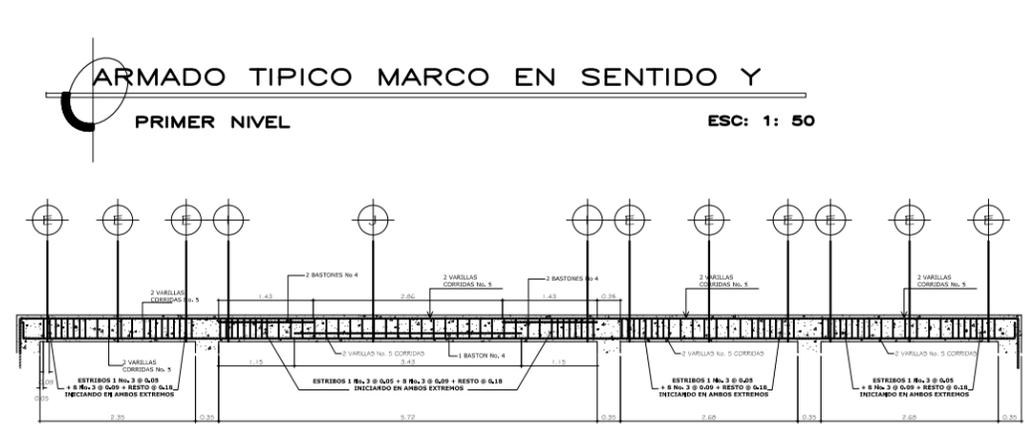
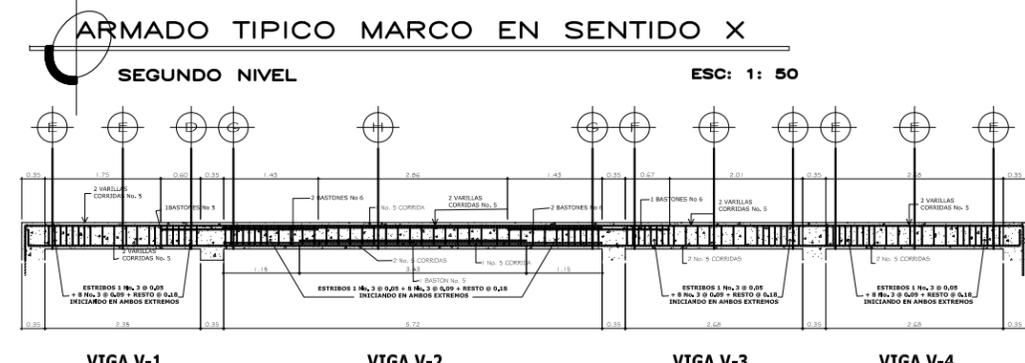
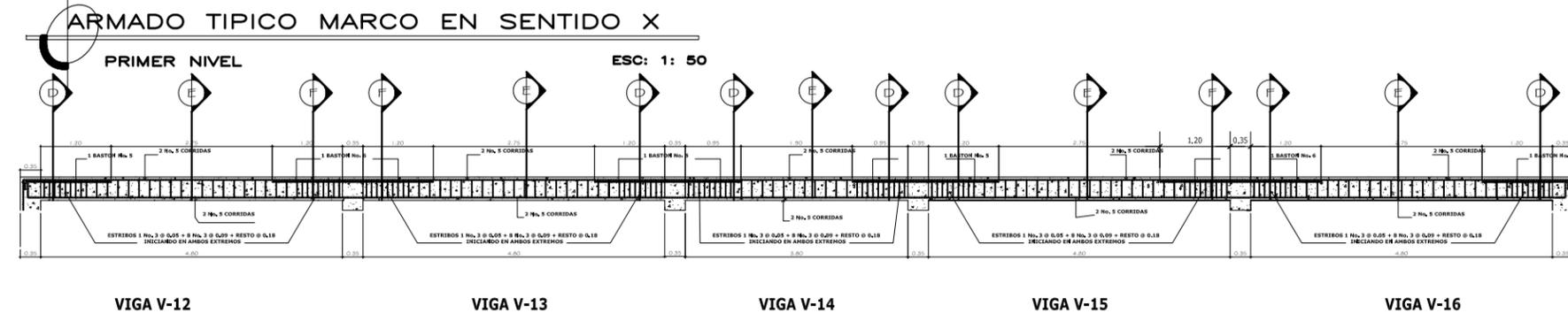
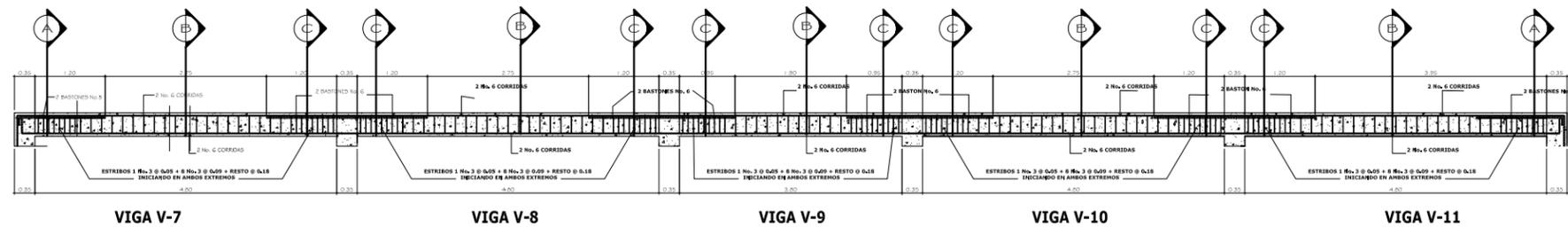


SECCION LOSA

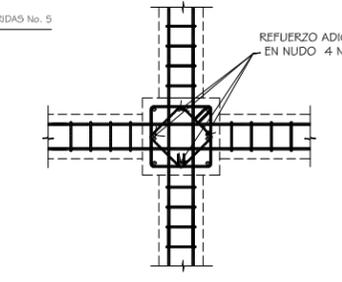
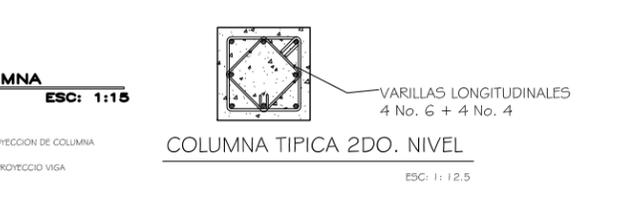
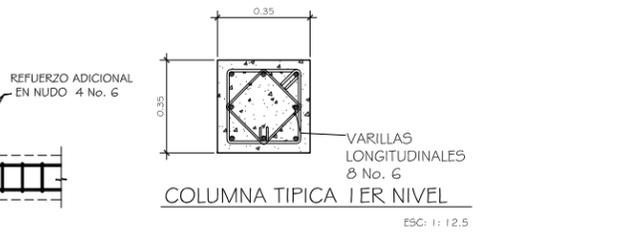


	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO 2007-I		EPS <small>INDICADA</small> <small>FECHA 2007</small> <small>HOJA 6/13</small>	
	<small>CONVENIO:</small> MAMSCHUE	<small>COMUNIDAD:</small> COLOTENANGO		<small>ESCALA:</small>
	<small>EFECTISTA:</small> ROMEO ENCARNACION ZACARIAS	<small>CONTENIDO:</small> PLANTA DE LOSAS Y VIGAS		<small>FECHA:</small> 2007
	<small>PROYECTO:</small> EDIFICIO MUNICIPAL DE COLOTENANGO, HUEHUETENANGO			<small>HOJA:</small> 6/13

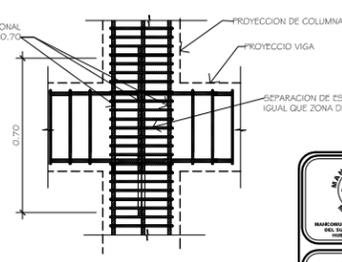
Figura 64 Detalles de vigas y columnas



DETALLE COLUMNA COLUMNA TIPICA ESC: 1:25



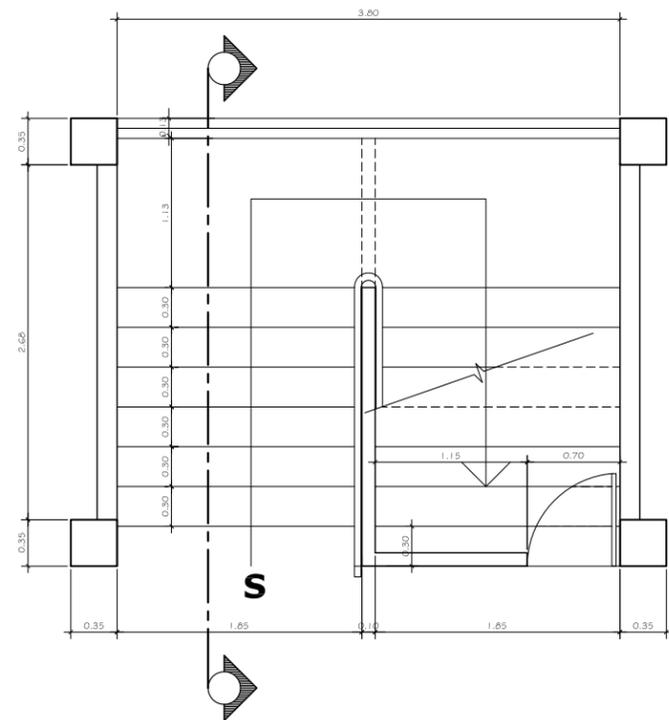
PLANTA VIGA-COLUMNA ESC: 1:15



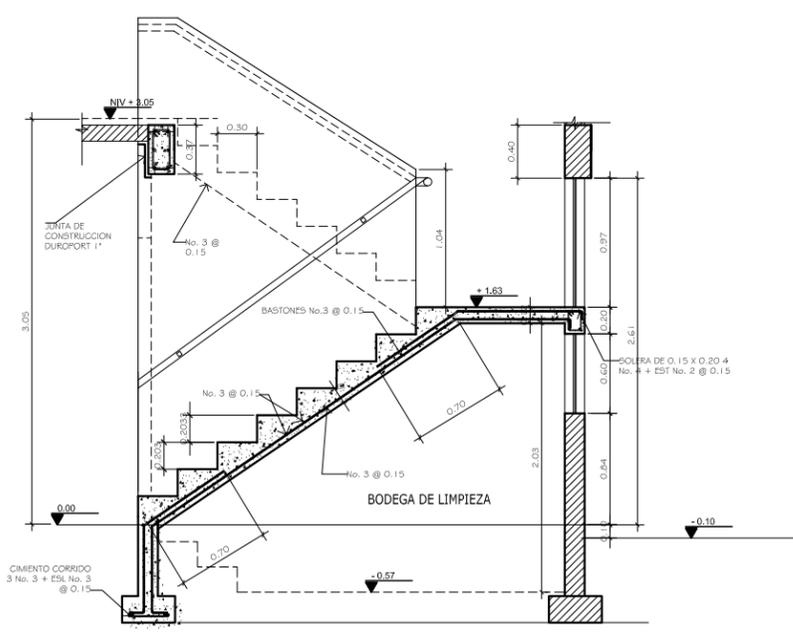
ELEVACION VIGA-COLUMNA ESC: 1:15

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO 2007-I		EPS <small>INDICADA</small>	
CONVENIO: EPS/UM - MANSCHUE	COMUNIDAD: COLOTENANGO	ESCALA: INDICADA	
EFECTISTA: ROMEO ENCARNACION ZACARIAS	CONTENIDO: DETALLES DE VIGAS COLUMNAS	FECHA: 2007	
PROYECTO: EDIFICIO MUNICIPAL DE COLOTENANGO, HUEHUETENANGO		HOJA: 7/13	
ING. JUAN VERDE RECTOR EPS		ING. ROMEO ENCARNACION ZACARIAS EPS	

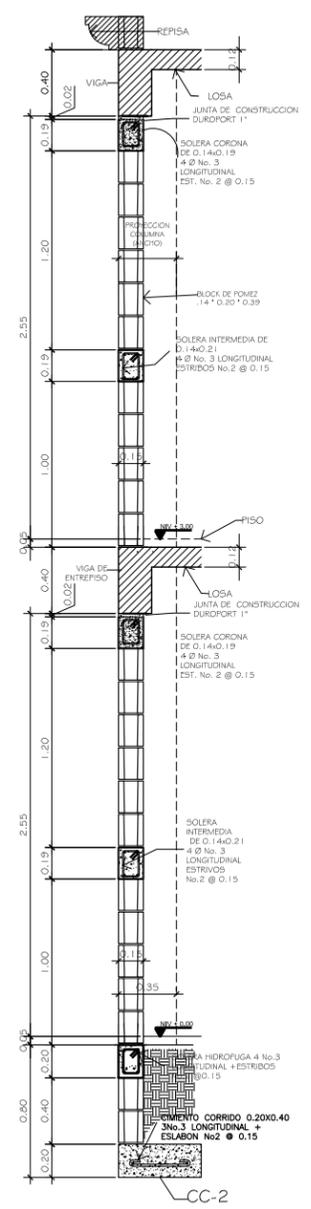
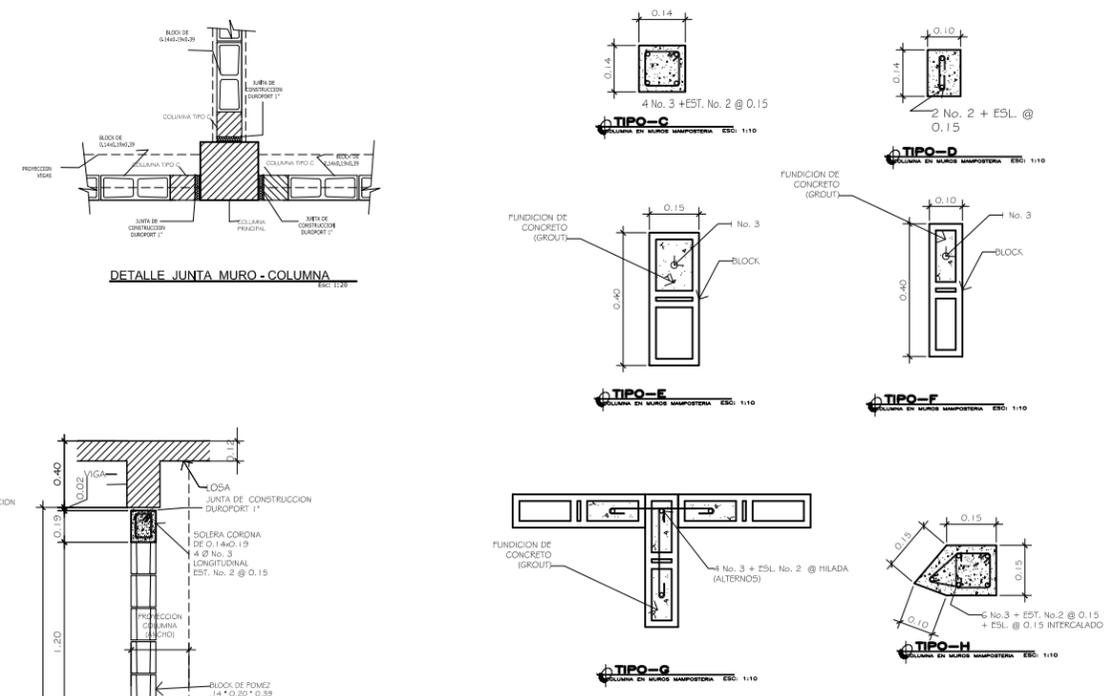
Figura 65 Detalle de gradas y corte de muros



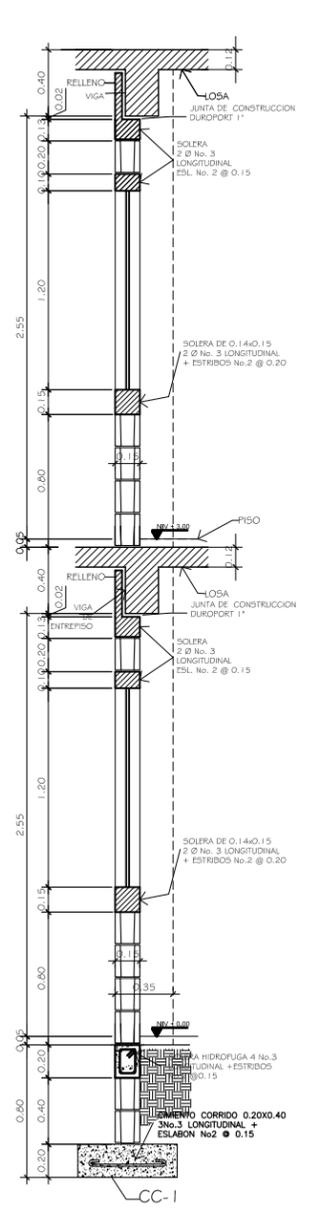
PLANTA
DETALLES DE GRADAS 1:25



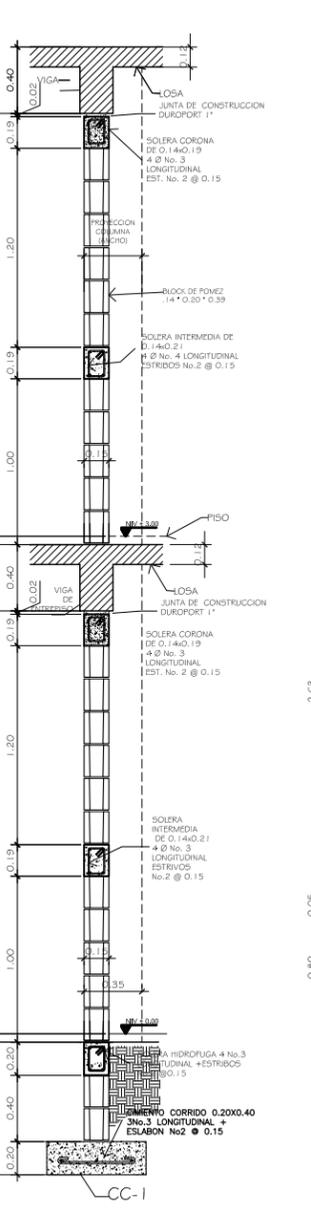
SECCION Z-Z1
DETALLES DE MURO 1:25



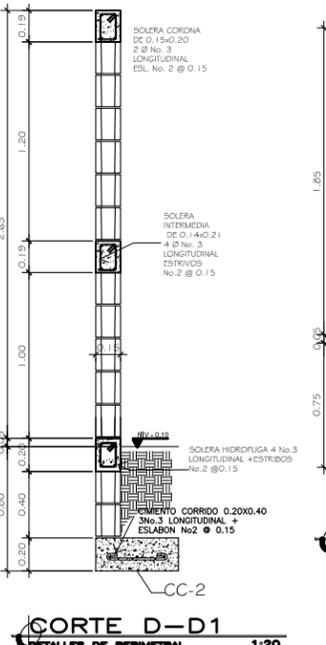
CORTE A-A1
DETALLES DE MURO 1:20



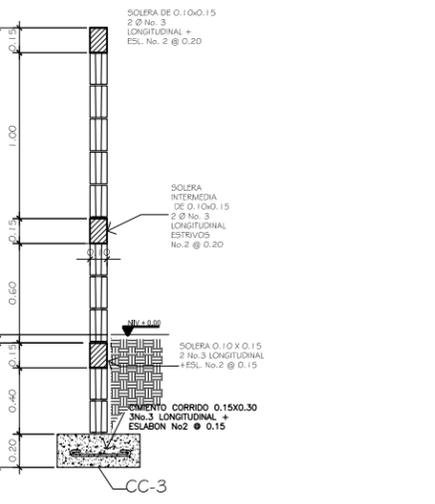
CORTE B-B1
DETALLES DE MURO CON VENTANA 1:20



CORTE C-C1
DETALLES DE MURO 1:20



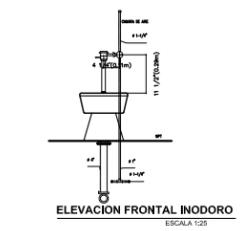
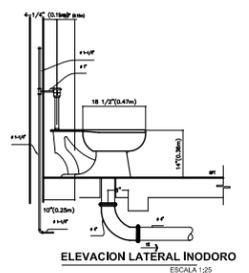
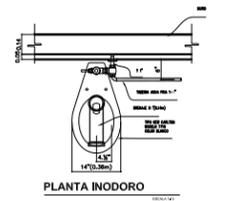
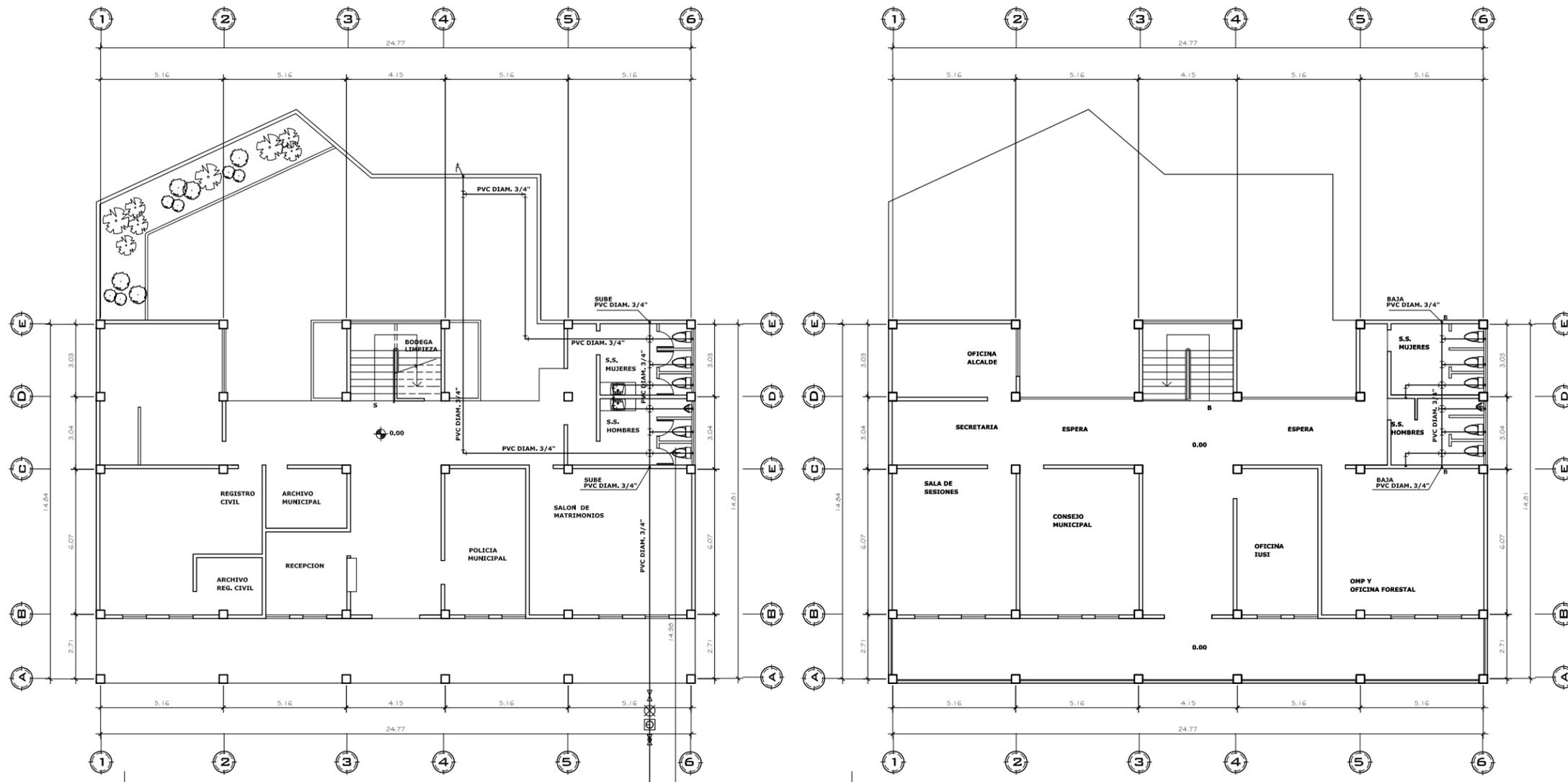
CORTE D-D1
DETALLES DE PERIMETRAL 1:20



CORTE D-D1
DETALLES DE MURO 1:20

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO 2007-I		EPS	
CONVENIO: MAMSCHUE EFECTISTA: ROMEO ENCARNACION ZACARIAS PROYECTO:	COMUNIDAD: COLOTENANGO CONTENIDO: DETALLE DE GRADAS E IND. EDIFICIO MUNICIPAL DE COLOTENANGO, HUEHUETENANGO	ESCALA: INDICADA FECHA: 2007 HOJA: 8 / 13	ING. JUAN MEXEL RAYDA OPS

Figura 66 Planta de instalación hidráulica



PRIMER NIVEL

PLANTA DE INST. HIDRAULICA Y DETALLES ESC: 1: 100

NOTAS

- LAS VALVULAS QUE DEBERAN DE SER INSTALADAS DENTRO DE UNA CAJA SON: LLAVE DE PASO, LLAVE DE GLOBO Y EL CONTADOR TANTO DE
- LA TUBERIA DE LA INSTALACION HIDRAULICA SE ENCUENTRA A 0.30 Mts. DEL NIVEL 0.00 LA ACOMETIDA COMO LAS INTERNAS DE LA INSTALACION
- EL DIAMETRO DE LA TUBERIA DEL CIRCUITO PRINCIPAL DE DISTRIBUCION ES DE 3/4" Y TODAS LAS ESPERAS PARA APARATOS SON DE 1/2"
- LAS UNIONES ENTRE TUBERIA Y ACCESORIOS DE PVC SE HARAN CON CEMENTO SOLVENTE DE SECADO RAPIDO, SIGUIENDO LAS RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE DEL PRODUCTO, EN LA UNIONES DE ROSCA SE UTILIZARA CINTA TEFLON.

ESPECIFICACIONES

LA TUBERIA DE PVC, SERA DE LA EMPRESA TURBOVITIL DE AMANCO, QUE CUMPLIRA CON LA NORMA COMERCIAL NORTEAMERICANA CS-25663 Y LA ESPECIFICACION D-178460 Y DE LA ASTM. DEBIDO A LA FACILIDAD DE SU OBTENCION, ASI COMO SU FACILIDAD DE INSTALACION. LA SUPERFICIE INTERNA LISA PERMITE UNA MAYOR CAPACIDAD HIDRAULICA. SU COEFICIENTE DE FRICCION ES DE 0.009, EVITANDO LA APARICION DE INCRUSTACIONES Y TUBERCULIZACION. LA TUBERIA TIENE RESISTENCIA AL IMPACTO POR LO QUE EVITA QUE SUPERA DAÑOS AL MOMENTO DE TRANSPORTAR, ALMACENAR Y/O INSTALAR LA TUBERIA. LA TUBERIA TIENE ALTA RESISTENCIA AL ATAQUE DE SUSTANCIAS QUIMICAS Y A LA CORROSION QUIMICA. LA LISURA EN SUS PAREDES INTERNAS Y EL ESPESOR DE LAS MISMAS PERMITEN QUE TENGA RESISTENCIA A LA ABRASION O DESGASTE PRODUCIDO POR LOS SOLIDOS EN SUSPENSION CONTENIDOS EN LOS FLUIDOS TRANSPORTADOS EN LA MISMA;

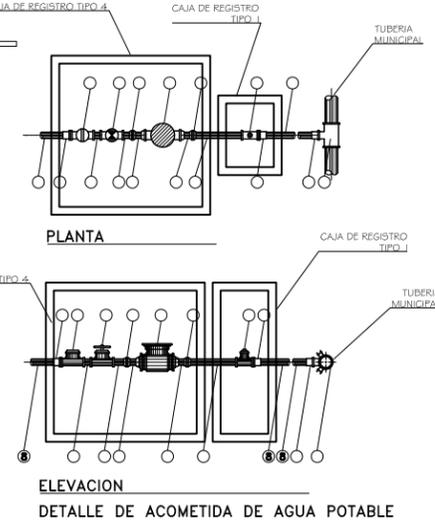
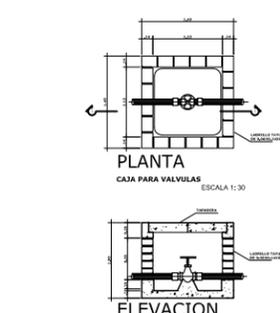
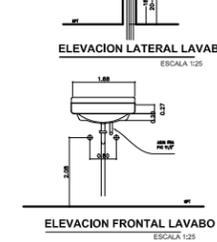
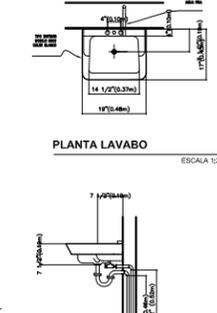
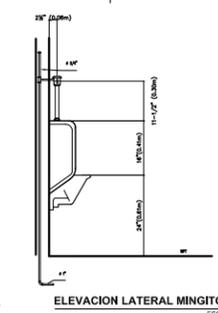
PARA UNIR LAS TUBERIAS Y ACCESORIOS DE PVC SE USARA PEGAMENTO MARCA TANGIT.

1. ANTES DE LA DESINFECTACION DE LA TUBERIA, ESTA DEBERA LLENARSE PARA ELIMINAR BOLSAS DE AIRE Y SERVIR DE LAVADO INICIAL. CON LA TUBERIA YA VACIA DEBERA APLICARSE LENTAMENTE EL AGUA CON EL DESINFECTANTE, CON UNA MEZCLA DE CLORO Y AGUA NO MENOR DE 50 PPM O POR OTRO METODO EQUIVALENTE, DEJANDOSE LLENA CON ESTA MEZCLA DE RED POR UN PERIODO DE 8 HORAS COMO MINIMO.
2. AL FINALIZAR EL PERIODO DE 8 HORAS SE DRENARA LA TUBERIA Y EL CLORO RESIDUAL NO SERA MENOR DE 0.5 PPM. EN CASO CONTRARIO DEBERA REPETIRSE LA OPERACION HASTA LOGRARSE EL RESULTADO DESEADO.

SIMBOLOGIA	
	CRUZ DE PVC
	TE DE PVC PERFIL
	CODO PVC 90° PERFIL
	CONTADOR DE AGUA DE Ø 3/4" A Ø 1/2"
	VALVULA DE GLOBO
	VALVULA DE COMPUERTA
	VALVULA DE CHEQUE
	TUBO PVC
	CIRCUITO DE DISTRIBUCION GRAL.
	TUBO CPVC
	REDUCTOR PVC DE Ø 3/4" A Ø 1/2"
	INDICA ASPERSOR
	RADIO DE ACCION = 5 Mts.
	INDICA UBICACION DE GRIFO

SEGUNDO NIVEL

PLANTA DE INST. HIDRAULICA Y DETALLES ESC: 1: 100



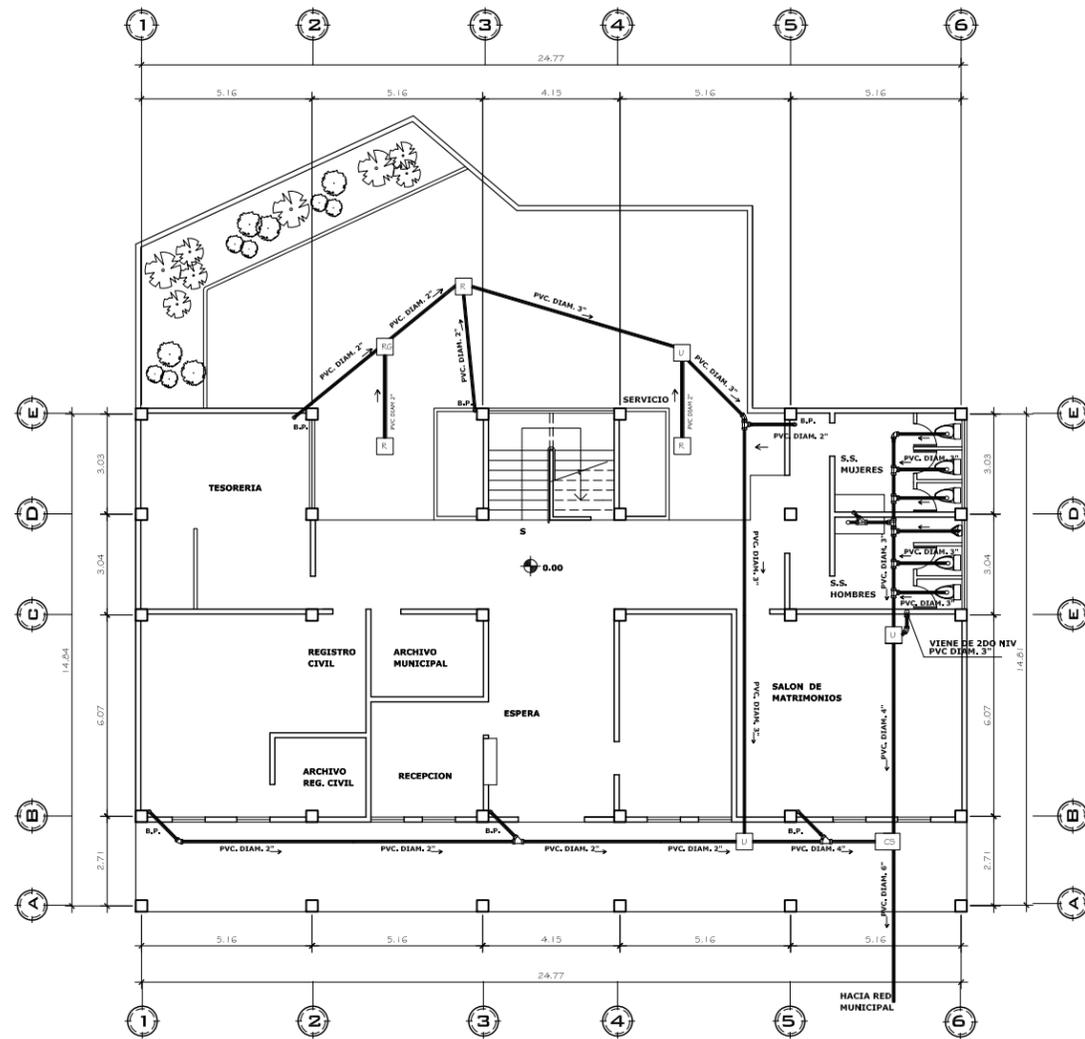
NOMENCLATURA

- ADAPTADOR MACHO P.V.C.
- MIPLE GALVANIZADO
- CHEQUE HORIZONTAL
- VALVULA DE COMPUERTA
- UNION UNIVERSAL
- CONTADOR
- LLAVE DE PASO
- TUBERIA P.V.C.
- ABRASADORA REDUCTORA DE BRONCE EMPAQUE

NOTA: VEASE DIAMETRO EN CADA DISEÑO DE OBRAS EXTERIOR

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO 2007-I		EPS
	CONVENIO: EPSURM - MAMSCHUE EFEMISTA: ROMEO ENCARNACION ZACARIAS PROYECTO:	COMUNIDAD: COLOTENANGO CONTENIDO: PLANTA Y DETALLES INST. HIDRAULICA EDIFICIO MUNICIPAL DE COLOTENANGO, HUEHUETENANGO	

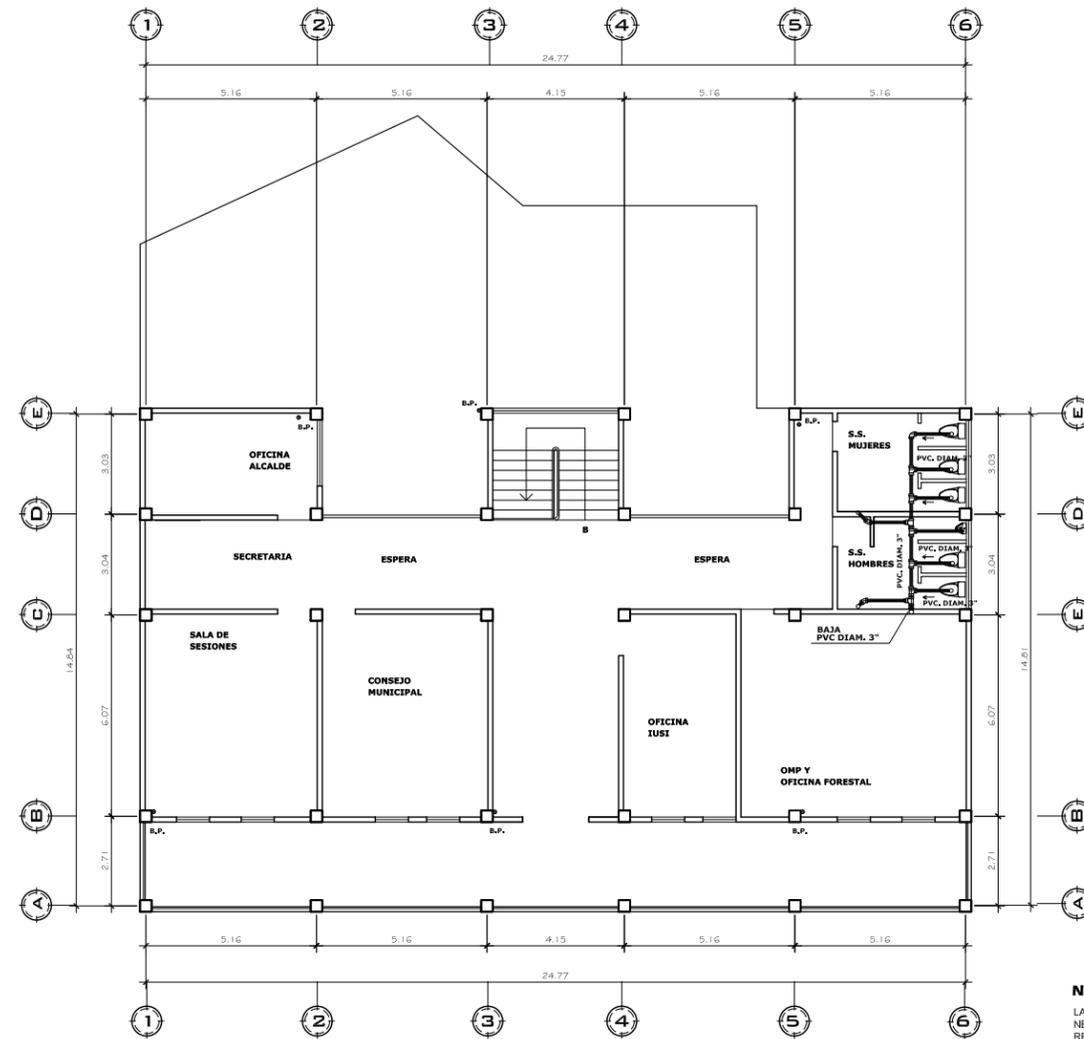
Figura 67 Planta de drenajes



PRIMER NIVEL

PLANTA DE AGUAS NEGRAS Y PLUVIALES

ESC: 1: 100



SEGUNDO NIVEL

PLANTA DE AGUAS NEGRAS Y PLUVIALES

ESC: 1: 100

NOTA:

LAS BAJADAS DE AGUA PLUVIAL O AGUAS NEGRAS, SE DEJARAN CUBIERTAS CON RELLENO, LA CUAL DEBERAN ESTAR CUBIERTAS CON UN MINIMO DE 40 MM.

LAS TUBERIAS NO DEBERAN COLOCARSE SOBRE NINGUNA COLUMNA ESTRUCTURAL, NI TAMPOCO ATRAVESAR SOBRE VIGAS.

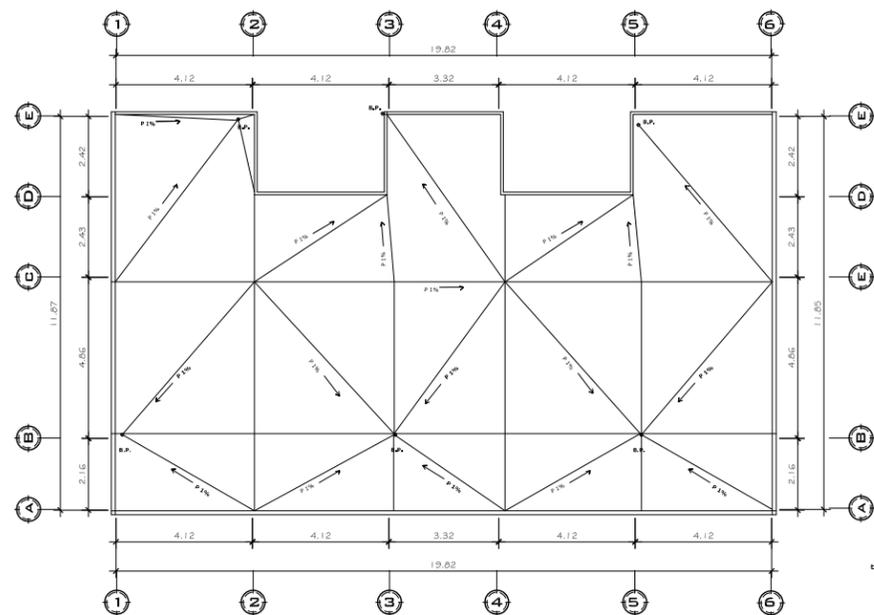
TODAS LAS TUBERIAS SE DEBERAN COLOCAR A UN LADO DE LOS MARCOS ESTRUCTURALES.

ESPECIFICACIONES TECNICAS

Para red general de Drenajes (AGUAS SERVIDAS Y PLUVIALES) se utiliza tubería de cloruro de polivinilo (PVC).

PENDIENTE TUBERIA AGUAS NEGRAS: 3%
PENDIENTE TUBERIA AGUAS PLUVIALES: 2%

TUBERIAS PVC
La tubería de PVC a utilizar en red de drenajes estar de acuerdo con la norma comercial norteamericana CS 256-63/SDR 26. La presión de trabajo ser de 160 libras sobre pulgada cuadrada para drenajes. Los accesorios serán del mismo material (PVC). Para las uniones utilizar cemento solvente de preferencia de secado lento, siguiendo las instrucciones del fabricante. Antes de aplicar el solvente a la junta, ésta se limpiará y se fijará hasta tener una superficie apropiada; luego se cubrirán ambos extremos con el solvente.
Las uniones deberán hacerse con el tipo de cemento solvente requerido, dependiendo del diámetro. Para la utilización del cemento solvente deben seguirse las instrucciones del fabricante. De preferencia se utilizará solvente de secado lento, manteniendo presión manual en la junta durante 30 segundos.



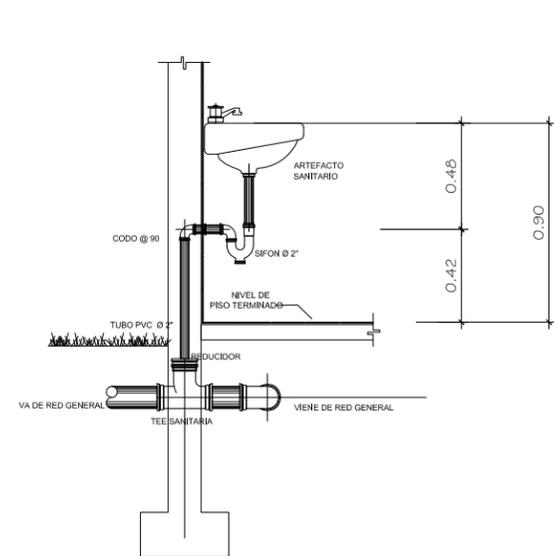
PLANTA DE TECHOS

PLANTA DE AGUAS NEGRAS Y PLUVIALES

ESC: 1: 1125

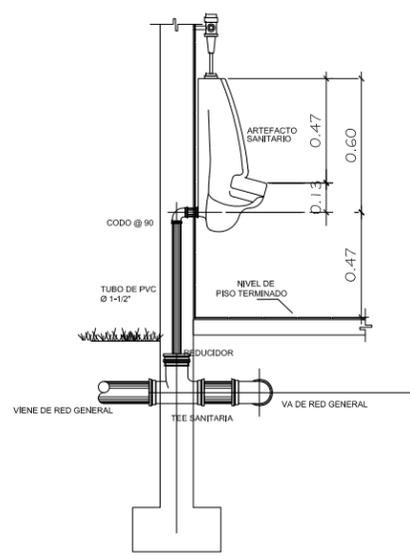
SIMBOLOGIA DE DRENAJES	
	INDICA UBICACION DE CAJA
R	CAJA REPOSADERA
U	CAJA DE UNION
RG	CAJA DE REGISTRO
CS	CAJA SIFON
PEND. 3%	PENDIENTE DE TUBERIA
	TUBO DE DRAJAJE AGUAS NEGRAS
	TUBERIA AGUAS PLUVIALES
	REDUCTOR P.V.C.
	TE PERFIL
	TE PLANTA
	YE
	CODDO 90° HORIZONTAL
	CODDO 90° VERTICAL
	CODDO 45° HORIZONTAL

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO 2007-I		EPS	
CONVENIO:	EPSUMA - MAMASCHUE	COMUNIDAD:	COLOTENANGO
PROFESISTA:	ROMEO ENCARNACION ZACARIAS	CONTENIDO:	PLANTA INST. DRENAJES
PROYECTO:	EDIFICIO MUNICIPAL DE COLOTENANGO, HUEHUETENANGO		
ING. JEFE AREA:	ING. JEFE AREA:	FECHA:	FECHA:
REVISOR:	REVISOR:	HOJA:	10/13



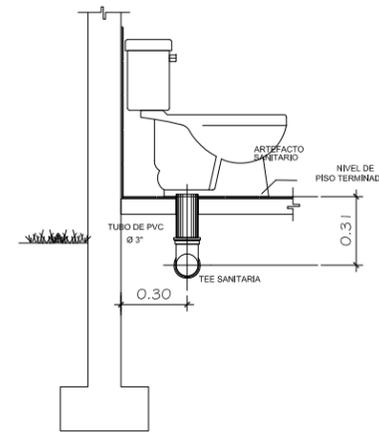
ESPERA DE LAVAMANOS

ESC. 1:15



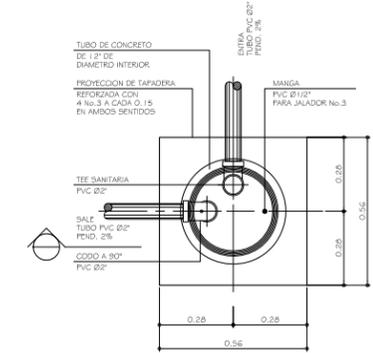
ESPERA DE MINGITORIO

ESC. 1:15



ESPERA DE INODORO

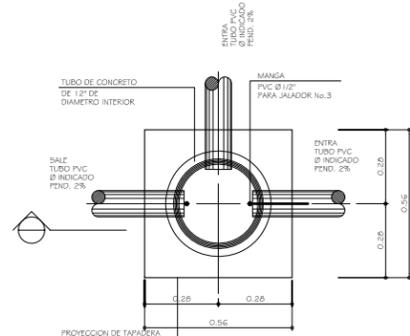
ESC. 1:15



PLANTA

DETALLE DE CAJA TRAMPA DE GRASA

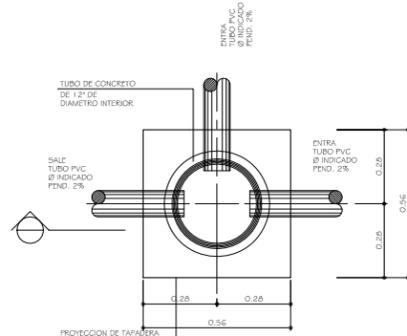
ESC. 1:12.5



PLANTA

DETALLE DE CAJA DE REGISTRO

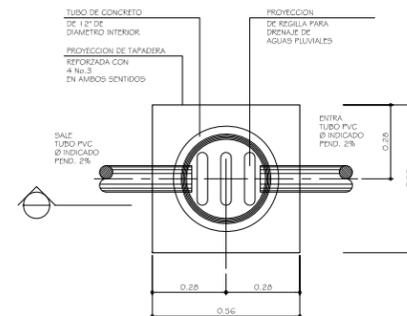
ESC. 1:12.5



PLANTA

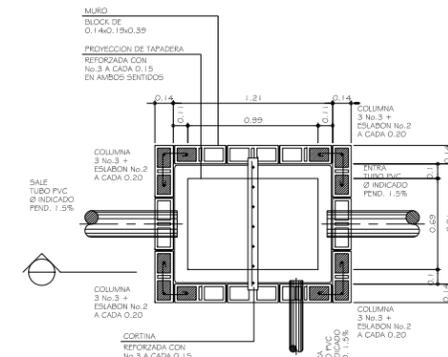
DETALLE DE CAJA DE UNION

ESC. 1:12.5



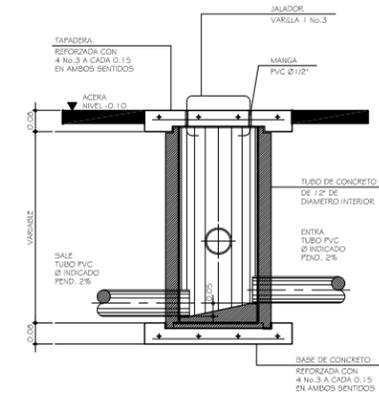
PLANTA

DETALLE DE CAJA CON REPOSADERA



PLANTA

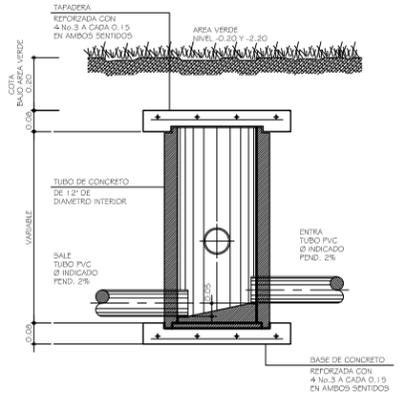
DETALLE DE CAJA SIFON PARA AGUAS NEGRAS



SECCION A-A

DETALLE DE CAJA DE REGISTRO

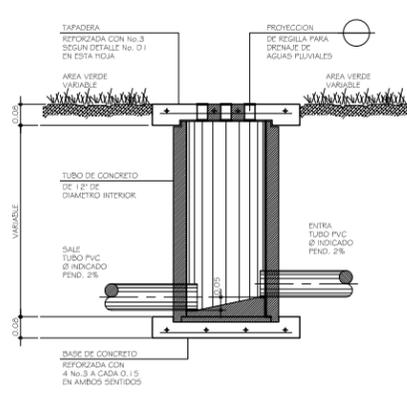
ESC. 1:12.5



SECCION B-B

DETALLE DE CAJA DE UNION

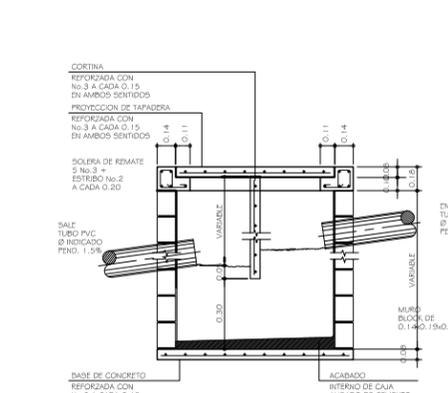
ESC. 1:12.5



SECCION D-D

DETALLE DE CAJA CON REPOSADERA

ESC. 1:12.5



SECCION F-F

DETALLE DE CAJA SIFON PARA AGUAS NEGRAS

ESC. 1:12.5

ESPECIFICACIONES TECNICAS

Las cajas de concreto serán hechas de tubos de concreto de un diámetro de 12" y base de concreto simple fundida en obra, de la forma y dimensiones que indican los planos. Las paredes serán repelidas y alisadas en su interior, el relleno será con mortero en una relación de una parte de cemento por tres partes de arena y el afino será con una parte de cemento por una parte de arena.

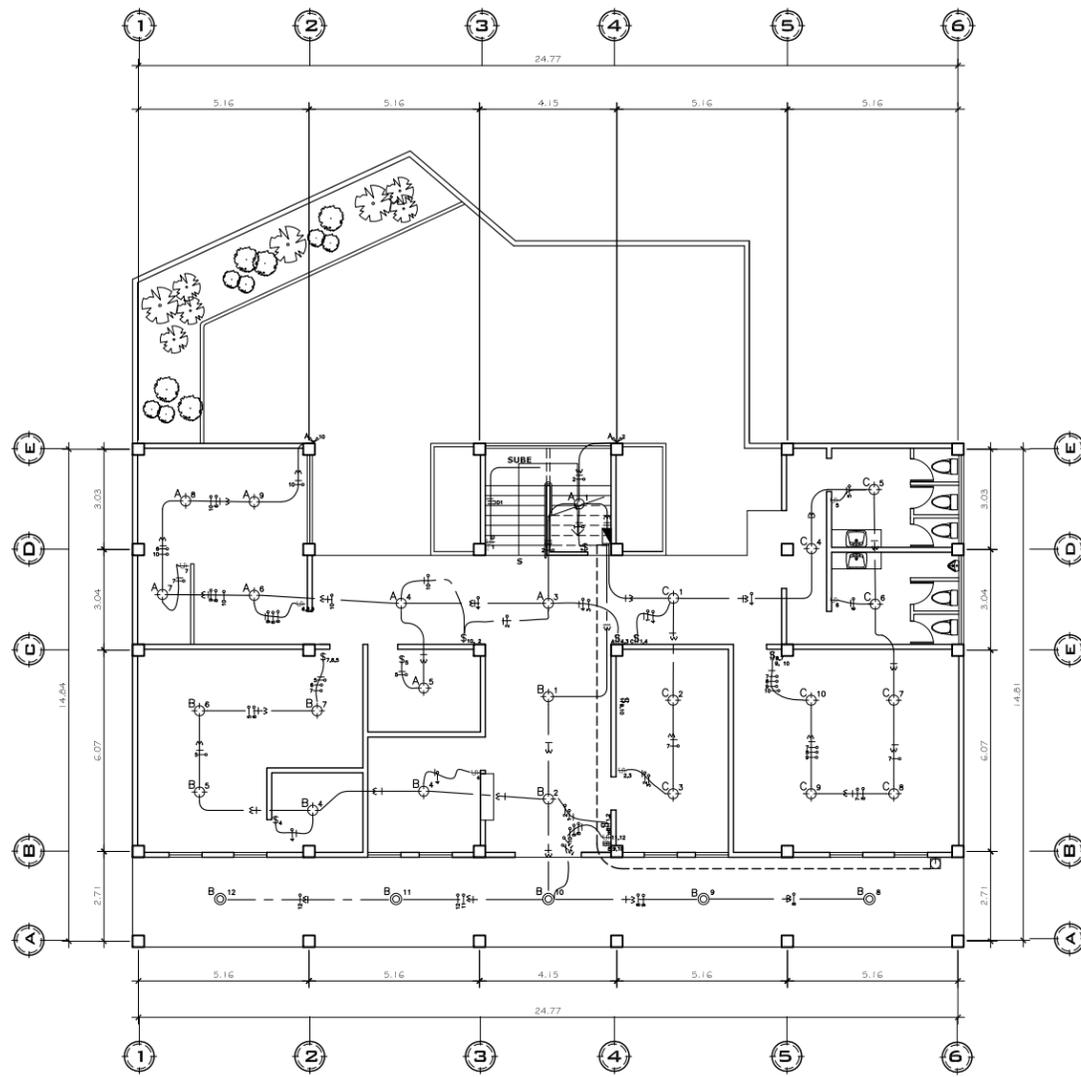
Las cajas reposadera serán hechas de paredes de ladrillo de obra y fondo de concreto simple, de la forma y dimensiones que indican los planos. Las paredes serán repelidas y alisadas en su interior, el relleno será con mortero en una relación de una parte de cemento por tres partes de arena y el afino será con una parte de cemento por una parte de arena.

INODOROS
Estos serán de color blanco y fabricados en masa vibrada. No deben presentar resacas, superficies rugosas visibles u oclusiones, capaces de esconder o retener materias putrescibles. El inodoro será de acción sifónica con tapa, con fondo integral con tapadera. El tubo de abasto a la pared, de tres octavas de pulgada de diámetro, al tarque estar asentado sobre la taza, accionado por valvulas de flotador y con capacidad mínima de 16 litros, con tapadera; el tubo de abasto y el llave de control ser de metal cromado. Cada una de las conexiones de agua al artefacto estará provista de su correspondiente control de metal cromado para poder interrumpir el servicio del artefacto en cualquier momento. Se utilizará el inodoro económico HIDRA 551 Incesa Standard o similar calidad. Se fijará al piso por medio de una brida plástica, empaque de cera, pernos y tuercas de anclaje; deber seguirse las especificaciones del fabricante.

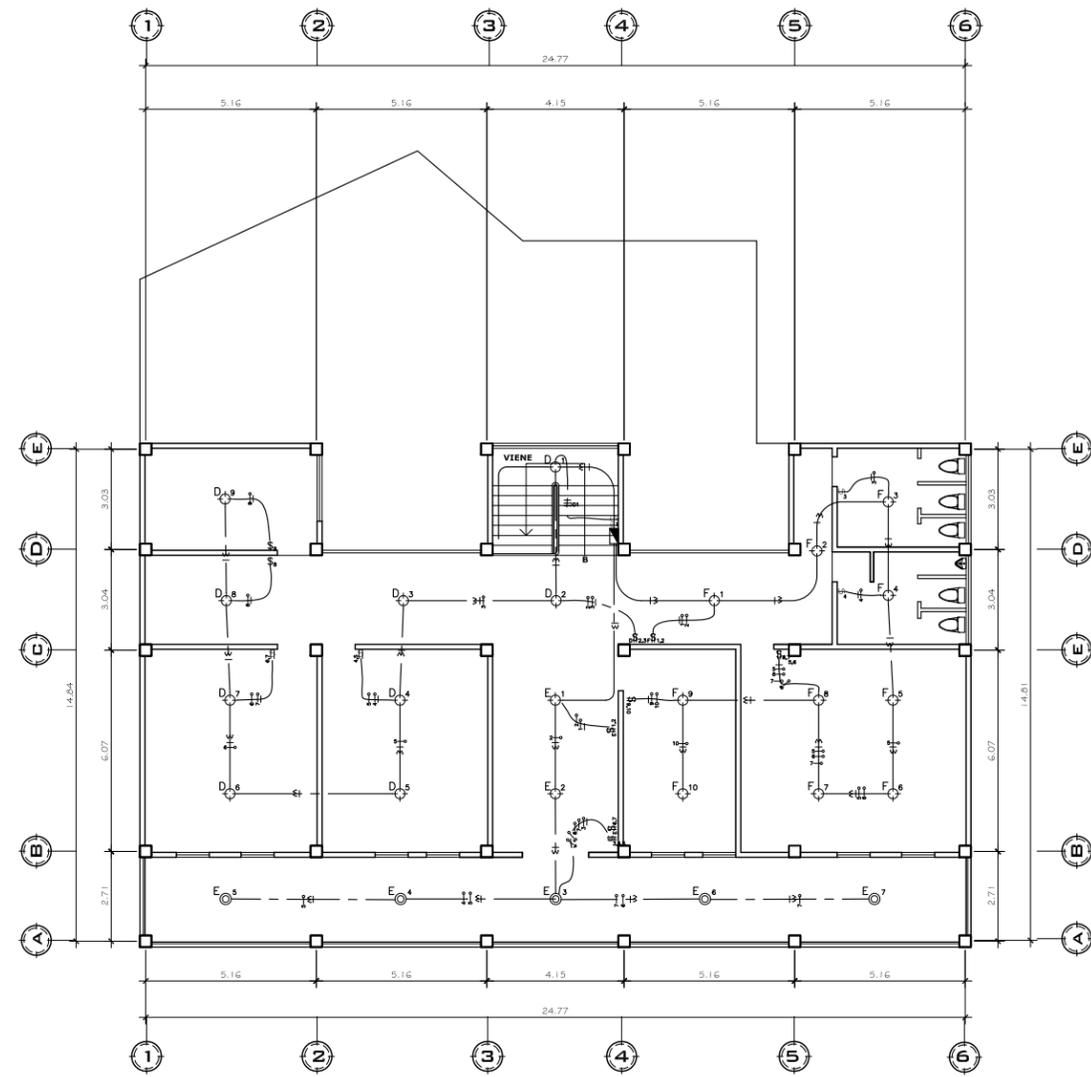
LAVAMANOS
Tendrá respaldo del mismo material que el resto del lavamanos; provisto de jabonera integral, alfiler de metal cromado en forma de P conectado a la pared, tubo de abasto de metal cromado de tres octavas de pulgada de diámetro. Se utilizará el lavamanos NEPTUNO No. 400 marca Incesa Standard o similar.

UNIFILES
Deberá fundirse en obra, según detalles en planos. Están recubiertos de esmalte tipo "A" de color blanco de 0.20 x 0.20 metros. La superficie aparente debe quedar perfectamente lisa y las juntas Impermeables.

<p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO 2007-I</p>		<p>E P S</p>	
CONVENIO: EPI/SUM - MAMSCHUE	COMUNIDAD: COLOTENANGO	ESCALA: INDICADA	FECHA: 2007
EFECTISTA: ROMEO ENCARNACION ZACARIAS	CONTENIDO: DETALLES DRENAJES Y CAJAS	HOJA 11/13	
PROYECTO: EDIFICIO MUNICIPAL DE COLOTENANGO, HUEHUETENANGO		<p>ING. JUAN VERDE Rector EPS</p> <p>ROMEO ENCARNACION ZACARIAS EPS</p>	



PRIMER NIVEL
 PLANTA DE INSTALACION ELECTRICA-ILUMINACION ESC: 1: 100

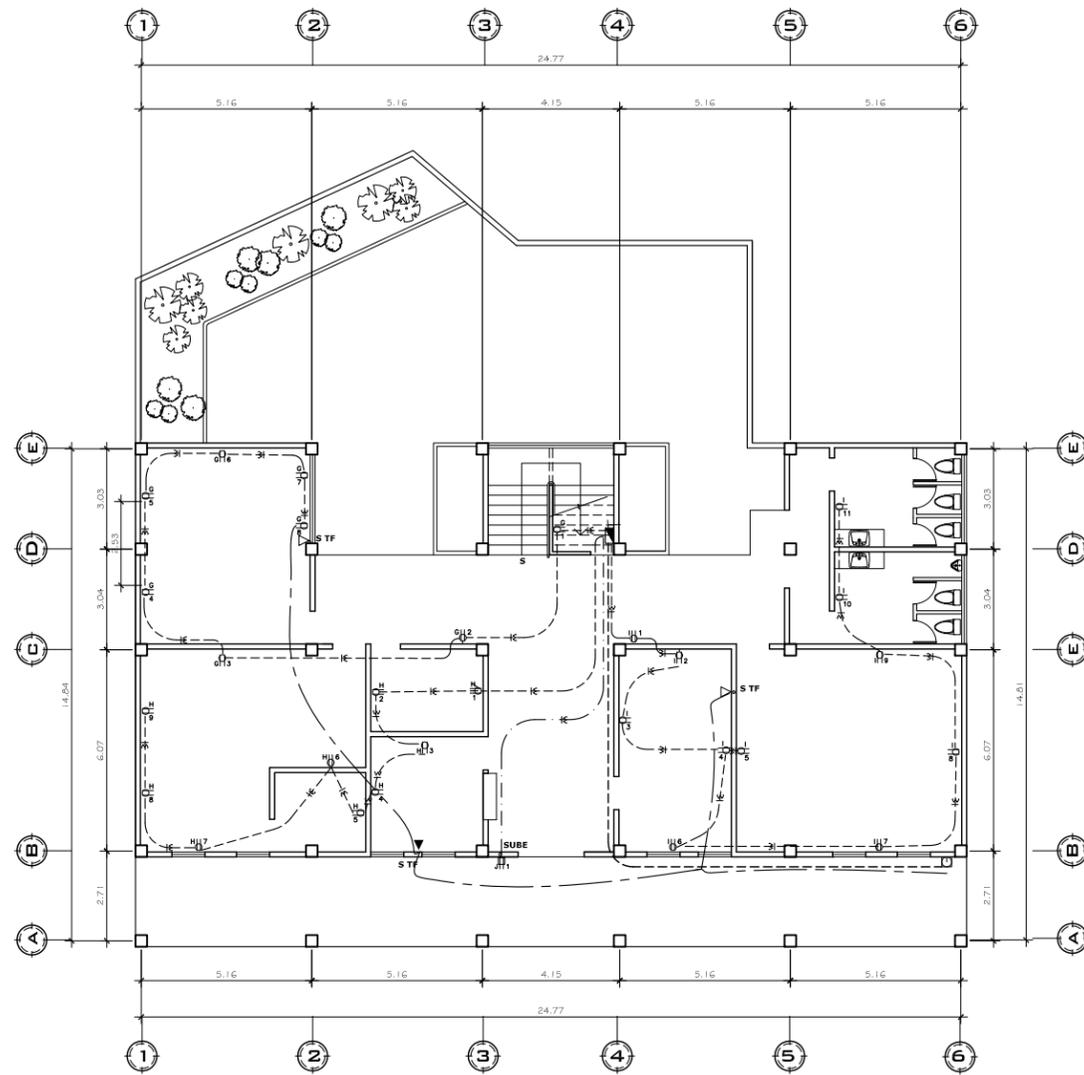


SEGUNDO NIVEL
 PLANTA DE INSTALACION ELECTRICA-ILUMINACION ESC: 1: 100

PLANTA INSTALACION ELECTRICA ILUMINACION

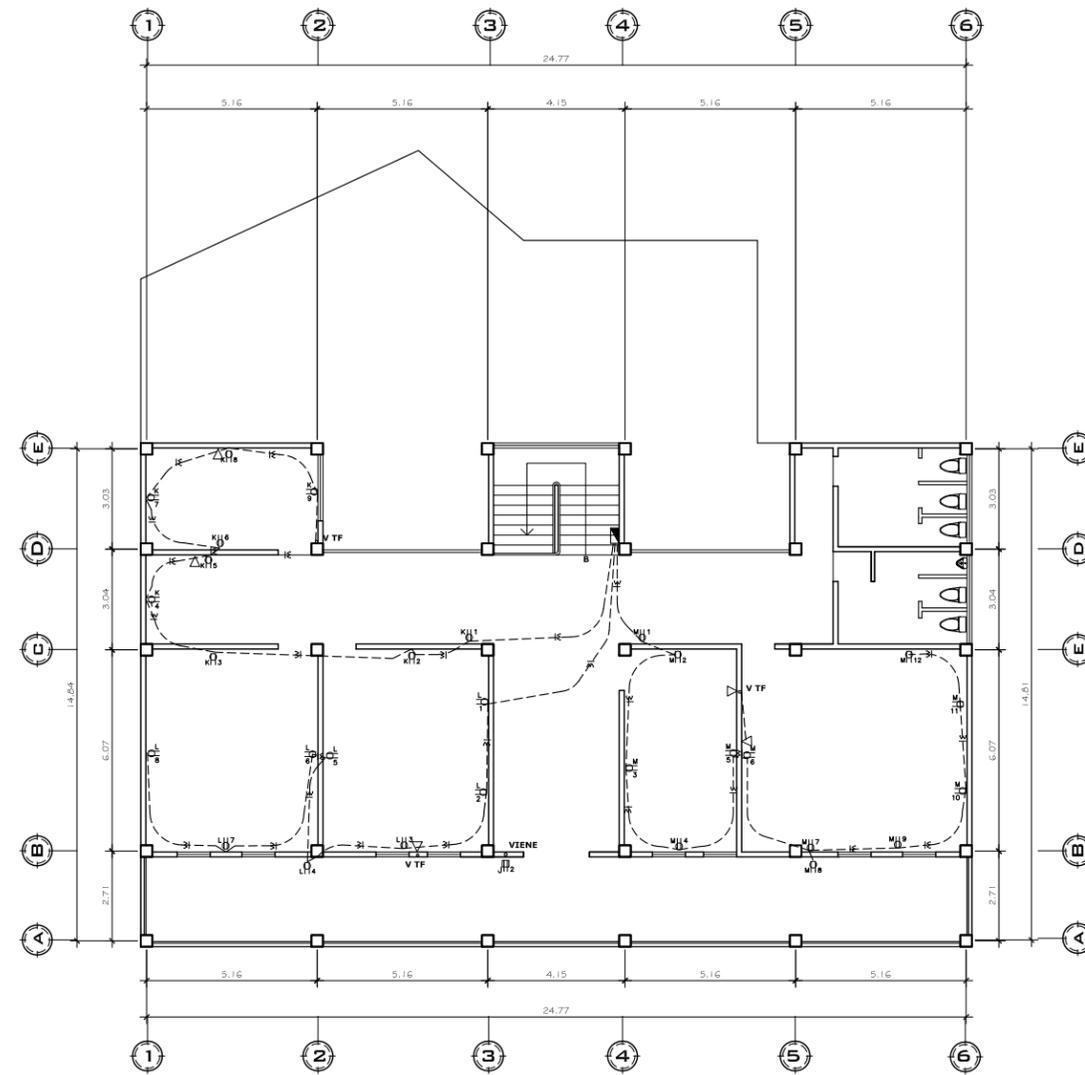
SIMBOLOGÍA DE ILUMINACIÓN	
	ILUMINACIÓN EN CIELO
	LAMPARA EN CIELO
	ILUMINACIÓN PARA PROYECTORES (REFLECTORES)
	LÍNEA NEUTRAL CALIBRE 12 TW O INDICADO
	LÍNEA VIVA CALIBRE 12 TW O INDICADO
	LÍNEA DE RETORNO CALIBRE 12 TW O INDICADO
	TUBO PVC ELÉCTRICO Ø3/4" O INDICADO EMPOTRADO EN LOSA
	TUBO PVC ELÉCTRICO Ø3/4" O INDICADO EMPOTRADO EN PARED
	TUBO PVC ELÉCTRICO Ø3/4" O INDICADO EMPOTRADO EN PISO
	INTERRUPTOR SIMPLE H=1.20 S.N.P.T.
	INTERRUPTOR DOBLE H=1.20 S.N.P.T.
	INTERRUPTOR TRIPLE H=1.20 S.N.P.T.
	INTERRUPTOR THREE WAYS VÍAS SIMPLE H=1.20 S.N.P.T.
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN H=1.70 S.N.P.T.
	CONTADOR H=2.7 S.N.B.T.
	SALIDA DE INSTALACIÓN DE TIMBRE H=1.80 S.N.P.T.
	PULSOR DE TIMBRE H=1.20 S.N.B.T.

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO 2007-I		EPS ESCALA INDICADA FECHA 2007
	CONVENIO: EPSUM - MAMSCHUE EFECTISTA: ROMEO ENCARNACION ZACARIAS	COMUNIDAD: COLOTENANGO CONTENIDO: PLANTA INST. ELECTRICA-ILUMINACION	
PROYECTO: EDIFICIO MUNICIPAL DE COLOTENANGO, HUEHUETENANGO ING. JUAN MESA ARQUITECTO			HOJA 12/13



PRIMER NIVEL

PLANTA DE INST. ELECTRICA-FUERZA Y ESPECIALES ESC: 1: 100



SEGUNDO NIVEL

PLANTA DE INST. ELECTRICA-FUERZA Y ESPECIALES ESC: 1: 100

PLANTA INSTALACION ELECTRICA FUERZA Y ESPECIALES

SIMBOLOGÍA DE FUERZA

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	LÍNEA NEUTRAL CALIBRE 1/2 TW O INDICADO
	LÍNEA VIVA CALIBRE 1/2 TW O INDICADO
	LÍNEA DE TIERRA CALIBRE 1/2 TW O INDICADO
	TUBO PVC ELÉCTRICO Ø3/4" O INDICADO EMPOTRADO EN LOSA
	TUBO PVC ELÉCTRICO Ø3/4" O INDICADO EMPOTRADO EN PARED O PISO
	TOMACORRIENTE SIMPLE 240 V. H=0.30 S.N.P.T.
	TOMACORRIENTE SALIDA PARA DUCHA H=0.30 S.N.P.T.
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN H=1.70 S.N.P.T.
	CONTADOR H=2.7 S.N.B.T.
	TOMACORRIENTE TELÉFONO PRINCIPAL H=0.30 S.N.P.T.
	TOMACORRIENTE TELÉFONO EXTENSIÓN H=0.30 S.N.P.T.
	VIENE O SUBE EXTENSIÓN TELÉFONO

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO 2007-I		EPS ESCALA INDICADA FECHA 2007
	CONVENIO: EPSURM - MAMSCHUE EFECTISTA: ROMEO ENCARNACION ZACARIAS	COMUNIDAD: COLOTENANGO CONTENIDO: PLANTA INST. ELEC. FUERZA Y ESPECIALES	
PROYECTO: EDIFICIO MUNICIPAL DE COLOTENANGO, HUEHUETENANGO		ING. JUAN VERDE RAYDA EPS	