



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

**DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DEL SALÓN MUNICIPAL  
ANTONIO CHACÓN GÓMEZ, PARA EL MUNICIPIO DE  
RABINAL, BAJA VERAPAZ**

**Boris Paolo Camó López**

Asesorado por el Ing. Ángel Roberto Sic García

**Guatemala, agosto de 2008**



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DEL SALÓN MUNICIPAL ANTONIO CHACÓN  
GÓMEZ, PARA EL MUNICIPIO DE RABINAL, BAJA VERAPAZ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERIA

POR:

**BORIS PAOLO CAMÓ LÓPEZ**

ASESORADO POR EL ING. ÁNGEL ROBERTO SIC GARCIA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, AGOSTO DE 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CÁRLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA



**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 Ivónne Véliz Vargas.

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO: Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos.  
EXAMINADOR: Ing. Mario Rodolfo Corzo Ávila.  
EXAMINADOR: Ing. José Eduardo Ramírez Saravia.  
EXAMINADOR: Ing. Ronny de Jesús Mayorga Liconá.  
SECRETARIA: Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas.

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

### **DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DEL SALÓN MUNICIPAL ANTONIO CHACON GÓMEZ, PARA EL MUNICIPIO DE RABINAL, BAJA VERAPAZ,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, el 15 de febrero de 2006.

Boris Paolo Camó López



Guatemala, 17 de julio de 2008  
Ref.EPS.D 407.07.08

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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor – Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Civil, **BORIS PAOLO CAMÓ LÓPEZ**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **“DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DEL SALÓN MUNICIPAL ANTONIO CHACÓN GÓMEZ PARA EL MUNICIPIO DE RABINAL, BAJA VERAPAZ”**.


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

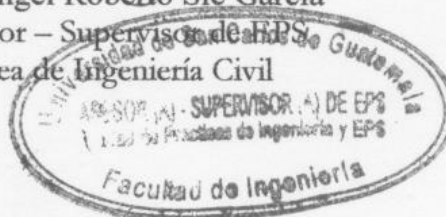
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

*“Id y Enseñad a Todos”*

  
Ing. Angel Roberto Sic Garcia  
Asesor – Supervisor de EPS  
Área de Ingeniería Civil



cc. archivo  
ARSG/am



FACULTAD DE INGENIERIA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 20 de mayo 2008  
Ref. EPS. D.335.05.08

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

Estimado Ingeniero Boiton Velásquez.

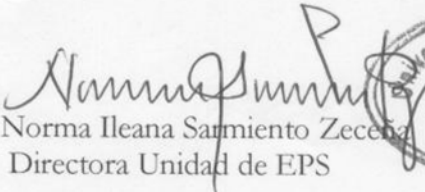
Por este medio atentamente le envío el **“DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DEL SALÓN MUNICIPAL ANTONIO CHACÓN GÓMEZ PARA EL MUNICIPIO DE RABINAL, BAJA VERAPAZ.”**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **BORIS PAOLO CAMÓ LÓPEZ**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Ángel Roberto Sic García.

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 Zeceña  
Directora Unidad de EPS



NISZ/nader



Guatemala,  
6 de agosto de 2008

FACULTAD DE INGENIERIA

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

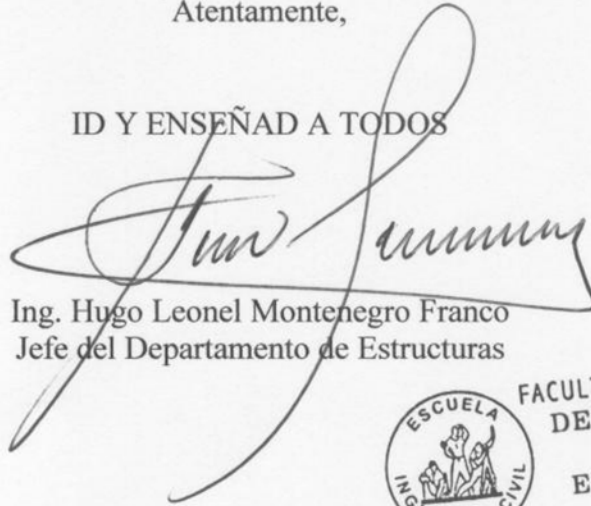
Estimado Ing. Samuels.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DEL SALÓN MUNICIPAL ANTONIO CHACÓN GÓMEZ PARA EL MUNICIPIO DE RABINAL, BAJA VERAPAZ**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Boris Paolo Camó López, quien contó con la asesoría del Ing. Ángel Roberto Sic García.

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. Hugo Leonel Montenegro Franco  
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
ESTRUCTURAS  
USAC

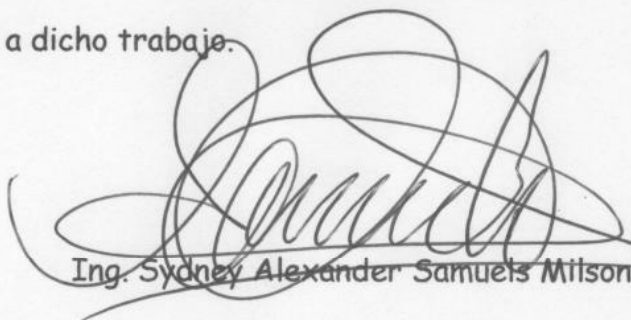
/bbdeb.





FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Ángel Roberto Sic García y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Boris Paolo Camó López, titulado DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DEL SALÓN MUNICIPAL ANTONIO CHACÓN GÓMEZ, PARA EL MUNICIPIO DE RABINAL, BAJA VERAPAZ, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

  
Ing. Sydney Alexander Samuels Milson



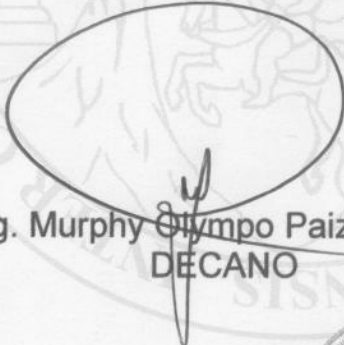
Guatemala, agosto 2008.

/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 Y PLANIFICACIÓN DEL SALÓN MUNICIPAL ANTONIO CHACÓN GÓMEZ PARA EL MUNICIPIO DE RABINAL, BAJA VERAPAZ**, presentado por el estudiante universitario **Boris Paolo Camó López**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy  Paiz Recinos  
DECANO

Guatemala, agosto de 2008



/gdech

## **ACTO QUE DEDICO A:**

**DIOS:** Por la fortaleza brindada, de llegar al final de esta etapa.

**MIS PADRES:** Alma Argentina, Celestino Camó y Maria Luisa

**MI ESPOSA E HIJA:** Norma Gricelda y Paola Daniela.

**MIS HERMANOS:** Elman Argel, Lesly Elena y Ana Luisa.

**MIS SUEGROS:** Pablo Cujá y Salomé Xitumul.

**MI FAMILIA EN GENERAL:** Por su apoyo moral y espiritual

**LA USAC Y AMIGOS:**

**LA IGLESIA ARCA DE SALVACIÓN:**

## **AGRADECIMIENTOS A:**

**DIOS:** Por Jesucristo, mi fuente de sabiduría y guía en el logro de la culminación de la carrera profesional.

**MIS PADRES:** Por el amor y sacrificio incansable, han permitido lograr esta meta.

**MI ESPOSA E HIJA:** Por su gran amor y apoyo incondicional.

**MI FAMILIA:** Por ser gran motivación.

**Ingeniero Ángel Roberto Sic García,** por la asesoría del presente proyecto.

**Empresa Concarza y Dirección General de Caminos,** en especial a los Ingenieros de la División de Planificación y Estudios, por su colaboración en el presente trabajo de graduación.

# ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	V
<b>LISTA DE SÍMBOLOS</b>	IX
<b>GLOSARIO</b>	XIII
<b>RESUMEN</b>	XVII
<b>OBJETIVOS</b>	XIX
<b>INTRODUCCIÓN</b>	XXI

## **FASE DE INVESTIGACIÓN**

### **1. MONOGRAFIA DEL MUNICIPIO DE RABINAL**

1.1	Historia y tradiciones	1
1.2	Ubicación y localización	2
1.3	División política	2
1.4	Distancias y límites	4
1.5	Clima	5
1.6	Suelos y topografía	5
1.7	Población	5
1.8	Situación económica	6
1.9	Servicios públicos	6
1.10	Investigación diagnóstica de las necesidades de servicios	7
1.10.1	Servicios de infraestructura	7
1.10.2	Servicios básicos	8

## SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

### 2. DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DEL SALÓN MUNICIPAL

2.1	Descripción del proyecto	11
2.2	Diseño arquitectónico	11
2.2.1	Requerimiento de áreas	11
2.2.2	Distribución de espacios	13
2.2.3	Alturas y cotas	14
2.2.4	Tipos de estructuras	14
2.3	Análisis estructural	15
2.3.1	Selección del tipo de estructura	15
2.3.2	Predimensionamiento de elementos estructurales	16
2.3.3	Cargas de diseño	18
2.3.3.1.	Cargas muertas	18
2.3.3.2.	Cargas vivas	19
2.3.4	Fuerzas sísmicas	20
2.3.5	Modelos matemáticos	21
2.3.5.1.	Techos	21
2.3.5.2.	Vigas y columnas	22
2.3.6	Análisis de elementos	26
2.3.6.1.	Análisis de marcos rígidos aplicando el programa ETABS	26
2.3.6.2.	Estudio de suelos	37
2.4	Diseño estructural	40
2.4.1	Diseño de la cubierta con techo curvo	40
2.4.1.1	Selección de losa prefabricada	44
2.4.2	Diseño de vigas	46
2.4.2.1	Diseño por flexión	46
2.4.2.2	Diseño a corte	49

2.4.2.3	Diseño de tensor	51
2.4.3	Diseño de columnas	52
2.4.3.1.	Diseño de estribos	58
2.4.4	Diseño de muro de carga	61
2.4.4.1	Diseño de escaleras	61
2.4.5	Diseño de cimientos	66
2.5	Instalaciones	73
2.5.1	Agua potable	73
2.5.2	Drenajes	74
2.5.3	Electricidad	76
2.6	Planos	78
2.7	Elaboración del presupuesto	78
<b>CONCLUSIONES</b>		81
<b>RECOMENDACIONES</b>		83
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>		85
<b>APÉNDICE</b>		87
<b>ANEXO</b>		113





# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1	Mapa de ubicación del municipio de Rabinal	04
2	Selección del sistema estructural	15
3	Solución arquitectónica	22
4	Estimación de cargas en marcos	22
5	Diagramas de momentos en marcos	23
6	Diagramas de esfuerzos cortantes en marcos	24
7	Modelo tridimensional para el análisis estructural	27
8	Dimensiones del marco analizado	29
9	Representación de la relación de capacidad de la columna	30
10	Reporte de datos de diseño para la columna en estudio	32
11	Diagrama de esfuerzo en el elemento viga B27 y combo U-2	35
12	Identificación y posición del elemento	36
13	Fuerzas en un arco	41
14	Forma de la cubierta	42
15	Detalle de la cubierta del techo	43
16	Detalle de viga-canal y anclaje de techo	43
17	Gráfica para seleccionar elementos de losa prefabricada	45
18	Diagrama de momentos en la viga	46
19	Elevación del armado longitudinal	48
20	Cortante actuante en viga	49
21	Armado final de la viga	51

22	Representación de elementos que llegan al nudo analizado	52
23	Detalle del acero longitudinal en la columna	56
24	Propuesta de armado longitudinal de la columna	58
25	Diagrama de momentos sobre el eje y-y'	59
26	Detalles estructurales del plano de cimentación	61
27	Elementos de una escalera	62
28	Modelo matemático para una escalera	63
29	Detalle del armado estructural de la escalera	65
30	Detalle de la zapata en estudio	66
31	Corte simple en zapata	69
32	Presiones de diseño y espesor de la zapata	69
33	Área de corte punzonante	70
34	Presión máxima de diseño debajo de la zapata	71
35	Armado final de la zapata	72

## TABLAS

I	Población censada del área urbana de Rabinal y proyección	06
II	Valores de predimensionamiento para vigas	16
III	Estimación de cargas muertas	18
IV	Sobre cargas o "Super Dead" en el programa ETABS	18
V	Estimación de cargas vivas	19
VI	Soluciones arquitectónicas	21
VII	Despliegue de datos del análisis estructural y dato más crítico	28
VIII	Despliegue de datos del análisis estructural para vigas	33
IX	Reacciones sobre la cimentación	36
X	Valores para factores de capacidad de carga	38
XI	Reacciones por cada arco de 1 pie de ancho	41

XII	Diámetros mínimos de tubería por accesorio sanitario	74
XIII	Área máxima a drenar con tubería para drenaje pluvial	75
XIV	Colocación de tomacorrientes	77
XV	Presupuesto del proyecto	78



## LISTA DE SÍMBOLOS

$h$	Altura total de un elemento.
$d$	Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide de la armadura en tracción.
$f'c$	Resistencia especificada a la compresión del concreto.
$fy$	Resistencia especificada a la fluencia de la armadura.
$Ag$	Área total de una sección.
$As$	Área de acero requerida para armaduras.
$\frac{C}{R}$	Relación de capacidad de las columnas.
$Asmín$	Área de acero mínima requerida para armaduras.
$Asmáx$	Área de acero máxima requerida para armaduras.
$\rho b$	Cuantía de armadura en tracción que produce condiciones balanceadas de deformación.

$\phi$	Factor de reducción de resistencia.
$V_c$	Resistencia nominal de corte proporcionada por el concreto.
$S$	Separación de la armadura por corte medida en dirección paralela a la armadura longitudinal.
$A_v$	Área de armadura por corte en una distancia $S$ .
$E_c$	Módulo de elasticidad del concreto.
$I_g$	Momento de inercia de la sección bruta del elemento con respecto al eje centroidal, sin tomar en consideración la armadura.
$K$	Factor de longitud efectiva para elementos en compresión.
$P_c$	Carga crítica para elementos en compresión.
$C_m$	Factor que relaciona el diagrama real de momento con un diagrama equivalente de momento uniforme.
$\delta$	Factor de amplificación del momento en marcos arriostrados, para reflejar el desplazamiento lateral que resulta de las cargas de gravedad y laterales.
$\phi$	Ángulo de fricción interna en los suelos.
$C_u$	Cohesión del suelo.

$N_c, N_q, N_\gamma$	Factores de capacidad de carga.
$F_{cu}$	Factor de carga última.
$V_s$	Valor soporte del suelo.
$A_z$	Área de la zapata.
$q_{dis}$	Presión de diseño en zapatas.
$V_s$	Resistencia de corte simple en zapatas.
$V_{sa}$	Resistencia de corte simple actuante en zapatas.
$V_p$	Resistencia de corte punzonante en zapatas.
$V_{pa}$	Resistencia de corte punzonante actuante en zapatas.
$b_o$	Perímetro de la sección crítica para zapatas.

## **GLOSARIO**

<b>ACI</b>	Instituto Americano del Concreto.
<b>AGIES</b>	Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica.
<b>Carga crítica</b>	Carga a la que se producen fallos en la estructura.
<b>Carga muerta</b>	Es la carga que permanece estática a través del tiempo, independientemente de la utilización de la estructura.
<b>Carga viva</b>	Es la carga que puede moverse a través del tiempo, se estima que podrá trasladarse en el futuro de un lugar a otro, debe tomarse siempre en cuenta para que no ocasione cambios estructurales.



<b>Carga última</b>	Es la suma de la carga viva con la carga muerta afectadas ambas por su respectivo factor de seguridad.
<b>Esfuerzo-deformación</b>	Es la curva que describe la relación entre el esfuerzo y la deformación de un material, en zona elástica e inelástica.
<b>Estribo</b>	Refuerzo empleado para resistir esfuerzos cortantes y de torsión en un elemento estructural.
<b>IGN</b>	Instituto Geográfico Nacional.
<b>Modulo de elasticidad</b>	Es una medida inherente de un material, o razón constante del esfuerzo a la deformación, antes del límite de proporcionalidad.
<b>Mampostería reforzada</b>	Es un sistema estructural formado por la unión de piezas (naturales o fabricadas) con el concreto armado.

<b>Momento</b>	Producto de la intensidad de una fuerza por su distancia perpendicular desde la línea de acción de la fuerza al eje de rotación.
<b>Peralte</b>	Es la distancia medida desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo sujeto a tensión.
<b>Proyecto</b>	Conjunto de planos, especificaciones, disposiciones especiales o cualquier otro documento que se emita antes o durante la ejecución del proyecto.
<b>Refuerzo</b>	Material que consiste en acero estructural y se utiliza para aumentar el soporte estructural de los elementos de concreto reforzado.
<b>Relación de esbeltez</b>	Es la relación de su altura (h) a su menor dimensión; en columnas reforzadas la relación mínima es igual a tres.



## **RESUMEN**

El informe que se presenta a continuación contiene el resultado del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), realizado en el municipio de Rabinal, del departamento de Baja Verapaz.

La planificación del proyecto se realizó en forma ordenada contando con una investigación diagnóstica de las necesidades expresadas por las autoridades ediles. También se determinó el uso de un sistema estructural de marcos rígidos de concreto reforzado y una cubierta laminada de tipo curva. Para el análisis estructural del edificio se contó con el apoyo del programa asistido por computadora ETABS, y para la realización del presupuesto se determino por medio del valor del precio unitario de cada renglón de trabajo.

Al final del presente trabajo, se presenta el presupuesto total del proyecto, así como el juego de planos con sus respectivas especificaciones.

## **OBJETIVOS**

### **GENERAL**

Desarrollar el diseño del nuevo Salón Municipal Antonio Chacón Gómez, para el municipio de Rabinal Baja Verapaz; cumpliendo con criterios y técnicas constructivas que se adapten a la región y atendiendo todas las especificaciones requeridas.

### **ESPECÍFICOS**

1. Aplicar los conocimientos adquiridos en la Facultad de Ingeniería, para el desarrollo del proyecto.
2. Contribuir con el desarrollo físico y sociocultural de los asociados, así como a las comunidades aledañas.
3. Hacer entrega del estudio completo del proyecto a la municipalidad de Rabinal Baja Verapaz, dejando este proyecto planificado con todas las fases que lo integran y de esta manera poder realizar su ejecución.

## INTRODUCCIÓN

El municipio de Rabinal, se encuentra localizado a 175 kms., de la ciudad capital.

En este municipio se realizó una investigación diagnóstica sobre servicios básicos e infraestructura, determinando de esa forma la necesidad del siguiente proyecto: el diseño y planificación del Salón Municipal Antonio Chacón Gómez.

El salón se diseñó con una estructura de marcos rígidos de concreto reforzado y muros de mampostería reforzada, con cubierta de lámina de tipo curvo y losa prefabricada. Para el análisis estructural se consideró el programa asistido por computadora Etabs y un estudio de suelos consistente en un ensayo triaxial; también para el presupuesto del mismo se consideraron los renglones de trabajo con su respectivo precio unitario.

El proyecto en mención brinda desarrollo y beneficios a los habitantes de este municipio.

# **1. MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE RABINAL, BAJA VERAPAZ**

## **1.1 Historia y tradiciones**

La cabecera municipal está asentada sobre el valle del Urrám; fue fundada en el año de 1,537 y conocida también durante el período hispánico como San Pablo Rabinal. Por Acuerdo Gubernativo del 2 de agosto de 1,893 fue elevada la villa de Rabinal a categoría de ciudad, debido a la importancia que obtuvo en su comercio e industria y por el grado de cultura que ha alcanzado en estos últimos años. La construcción de su iglesia parroquial inicia en los primeros meses del año de 1,540 a cargo de los frailes Pedro de Angulo y Luis Cáncer, de la orden de los dominicos, el material usado en su construcción consiste en piedras (lajas) que procedían de la ciudadela situada en el cerro de Kaj – Hiup al norte del pueblo, arena del río Rabinal, cal del lugar llamado piedra de cal y para hacer la mezcla adicionaron leche que procedía de la Hacienda “Buena Vista”.

La fiesta titular es en honor al santo patrono San Pablo, celebrada del 19 al 25 de enero. En recientes años se ha destacado por presentar el baile-drama “Rabinal Achí” declarado actualmente por la UNESCO como “patrimonio oral e inmaterial de la humanidad” y diversas danzas mezcladas con creencias y símbolos católicos tales como: El baile de los negritos, Los Diablos, El Chico Mudo, El Costeño, Huastecos, Santa Catarina, Los moros españoles,

Marineros, El Tun, Convite o Enmascarados, Caman, Chicop o de los animales, Cortes, San Jorge y el Soto Mayor.

Según publicado, en ocasión de las festividades de la Santísima Virgen María bajo la advocación del Patrocinio, es celebrada del 26 al 28 noviembre realizando tres representaciones del baile de la Conquista de Guatemala. Cuenta con 22 cofradías aproximadamente, formadas por diferentes órdenes religiosas que realizan sus rituales en distintas fechas, incluyendo la fiesta del Corpus Cristi.

## **1.2 Ubicación y localización**

El departamento de Baja Verapaz está ubicado en la región II, al norte de la ciudad de Guatemala, su cabecera departamental es Salamá y el municipio de Rabinal se encuentra a una distancia de 27 kilómetros asfaltados de su cabecera departamental sobre la ruta nacional 5.

Se localiza en las coordenadas pertenecientes a latitud 15° 05' 04" y longitud 90° 29' 32", sobre un banco de marca del IGN a una elevación de 972.69 metros sobre el nivel del mar.

## **1.3 División política**

El municipio cuenta con un pueblo, 14 aldeas y 64 caseríos; corresponden a la cabecera municipal los barrios San Pedro Apóstol, San Pedro Martir, San



Sebastián y Santo Domingo, así como los caseríos Chicojom, Chuacimarrón, Palimonix, Plan de Las Tunas, Chiquijuliac, Pacux, Pantulul, Sajcap, Xola, Chivanchán, Pachicá, Pamaliché y Xecambá.

Las aldeas son: Concul, con los caseríos: Conculito y Tres Cruces

Aldea Chirrum, con los caseríos: Coyajá, Cumatzá, Pacoy y Paxorocón

Aldea Chiticoy, con los caseríos: Corralabaj, Cuchilla de en medio, Chipacapox, El Morro y Papay

Aldea Chitucán, con los caseríos: Camalmapa, Canchún y El Mal Paso

Aldea Chuateguá, con los caseríos: Cumatzá, El Limar, Muculicá, Toloxcoc Chixim, El Sauce y Paoj

Aldea Pachalum

Aldea Pichec, con los caseríos Cruz de los Yaguales (Chuainup), Chuacotzij Panacal, Chiac, El Tablón y Xetor

Aldea Raxjut, con los caseríos Chipuerta, Joya de Ramos, Las Ventanas, El Durazno, Las Granadillas, Plan de Sánchez, Piedra del Tigre y San Rafael.

Aldea Río Negro, con el caserío: Los Encuentros

Aldea San Luis

Aldea San Rafael, con los caseríos Chisaliyá, Guachipilín, Las Delicias, Piedra de Cal y Xesiguán

Aldea Vegas Santo Domingo, con los caseríos Chitucancito, Chuaperol, Chuaracaná, Nimacabaj y Pacaal

Aldea Xeabaj, con los caseríos Chichupac y Tablón

Aldea Xococ, con los caseríos Buena Vista, Paxtilán y Canchún

Además, tiene una extensión territorial de 504 kilómetros cuadrados.

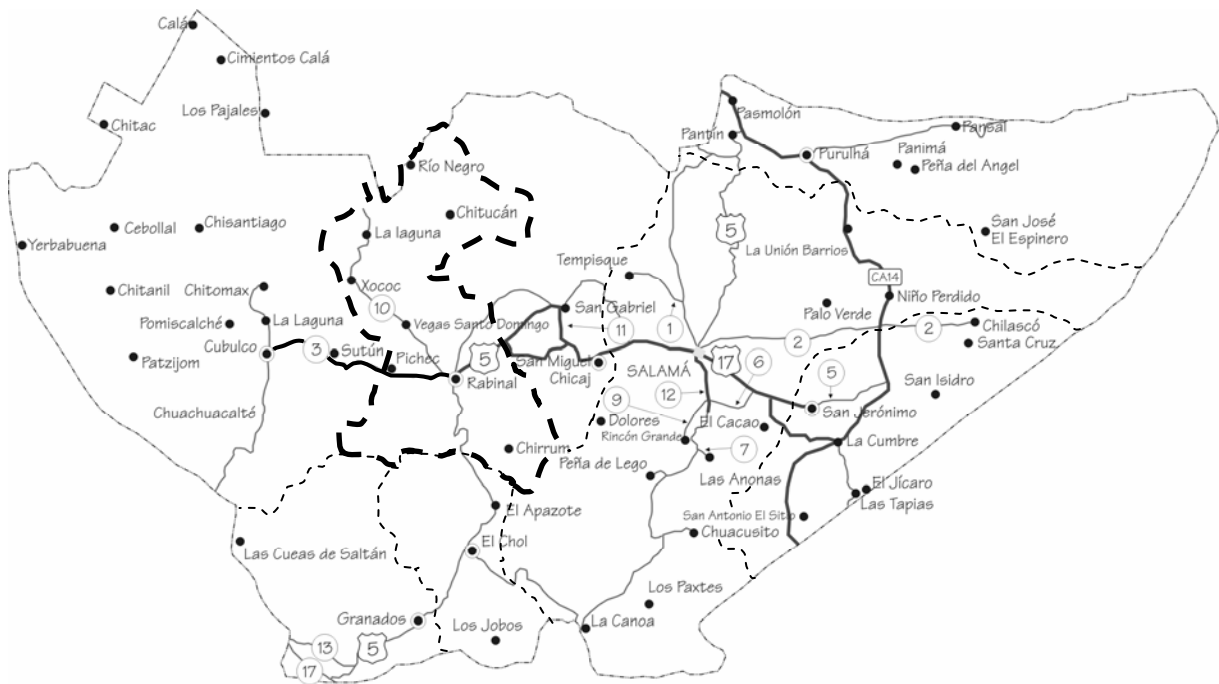
## 1.4 Distancias y límites

El municipio de Rabinal dista por el nor-este de la ciudad capital, 175 kilómetros de carretera asfaltada vía Sanarate, El Progreso y Salamá; también dista por el nor-oeste de la ciudad capital, 45 kilómetros de carretera asfaltada y 68 de tercería vía San Juan Sacatepéquez, Granados y El Chol. Entre los límites del municipio de Rabinal se encuentran:

- Norte: Municipio de Chicamán (El Quiché)
- Sur: Municipios de El Chol y Granados (Baja Verapaz)
- Este: Municipio de San Miguel Chicaj (Baja Verapaz)
- Oeste: Municipio de Cubulco (Baja Verapaz)

La rectificación de límites con Granados fue por acdo. gub. del 16 marzo 1954.

**Figura 1. Mapa de ubicación del municipio de Rabinal**



## **1.5 Clima**

El municipio pertenece a la zona de vida bosque seco subtropical, con áreas de clima semicálido seco y en menor medida templado durante el transcurso del año; en verano es totalmente seco con temperaturas que alcanzan los 33°C y 20°C como temperatura media y su precipitación oscila entre 300 y 500 mm con un promedio de 60 días de lluvia.

## **1.6 Suelos y topografía**

El tipo de suelo alrededor del área urbana posee tendencia agrícola, además cuenta con grandes extensiones de bosques de pino en sus montañas. Predominan entre sus estratos el tipo de suelo arcilloso y talpetate; mientras que el relieve en la cabecera municipal es plana registrando pendientes inferiores al 6%.

## **1.7 Población**

Según el censo poblacional realizado por el Instituto Nacional de Estadística (INE) para el año 2002, el municipio tiene un promedio de 5 habitantes por vivienda y el total de viviendas censadas fue de 8,549.

**Tabla I. Población censada del área urbana de Rabinal y proyección realizada año 2002 – 2008**

Año	Total	Hombres	Mujeres
2,002	8,515	4,048	4,467
2,008	10,360	4,925	5,435

Fuente Instituto Nacional de Estadística INE

### **1.8 Situación económica**

Las actividades económicas de los habitantes del municipio son de tipo agrícola, producción artesanal y otras de menor importancia; entre la producción agrícola se cuenta con el cultivo de maíz, frijol, arroz, maní, caña de azúcar, frutas diversas, especialmente la naranja que tiene fama a nivel nacional. La producción artesanal está constituida por los tejidos de algodón, cerámica, jícaras y guacales, máscaras, jarcia, muebles, instrumentos musicales, sombreros, petates, escobas, trenzas de palma, cobre, hierro, cerería, artículos de cuero, teja y ladrillo de barro, tul y piritécnia.

### **1.9 Servicios públicos**

Entre los servicios con que cuenta el municipio de Rabinal, se pueden mencionar los siguientes:

Agua potable

Drenajes

Calles pavimentadas  
Energía eléctrica  
Telefonía móvil y domiciliar  
Transporte urbano y extraurbano  
Centros educativos  
Centro de salud, etc.

## **1.10 Investigación diagnóstica de las necesidades de servicio**

### **1.10.1 Servicios de infraestructura**

Ampliación de mercado: el pueblo de Rabinal cuenta con una plaza pública ubicada en el centro urbano, y debido al incremento poblacional las instalaciones de la misma ya no son aptas para albergar cierta cantidad de comercios, esto ha obligado a unos comerciantes ha ubicarse en las calles principales. Además en la época de invierno imposibilita la circulación de los consumidores entre los mismos.

Construcción de la terminal de buses: con la pavimentación de la ruta nacional cinco que conduce hacia la cabecera departamental de Salamá y diferentes accesos al pueblo de Rabinal, se ha observado un incremento del servicio de transporte urbano y extraurbano, por lo que es importante contar con instalaciones adecuadas para el estacionamiento y maniobra de las unidades que hacen uso de la infraestructura vial.

Construcción del salón municipal: Debido al incremento de actividades culturales, políticas y sociales que se desarrollan en Rabinal, es necesario contar con instalaciones que tengan la capacidad, la seguridad y comodidad de albergar un gran número de personas para mejorar y contribuir con el desarrollo de esta comunidad.

Otros: entre estas necesidades se considera importante mejorar los accesos a las diferentes aldeas y caseríos, mediante la rehabilitación y mejoramiento de los caminos rurales; también es importante mencionar que existe la necesidad de realizar un ordenamiento y señalización vial dentro del área urbana para que el flujo vehicular y peatonal sea el adecuado.

### **1.10.2 Servicios básicos**

Agua potable: Debido al incremento poblacional en los últimos años y por la sequía que se deriva de las épocas de verano, la escasez del vital líquido de las fuentes superficiales ha llevado a las autoridades municipales a contratar los servicios profesionales de empresas privadas para la perforación mecánica de pozos en las 4 zonas del municipio.

Alcantarillado: en algunas zonas del área urbana las aguas residuales no son depositadas en lugares aptos para su control; estas son depositadas a flor de tierra, lo que genera la proliferación de insectos, malos olores y la contaminación de algunos ríos adyacentes al área.

Planta de tratamiento de desechos sólidos: actualmente el municipio cuenta con un área situada en la aldea de Pachalúm, cuya finalidad de algunos trabajadores municipales, es la recolección de todo desecho sólido que depositan los vecinos en 20 basureros observados cerca de los ríos, terrenos comunales y calles de regular circulación; y es por ello que se necesita de personal capacitado para llevar acabo la construcción y el buen funcionamiento de la misma.

## **2. DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DEL SALÓN MUNICIPAL**

### **2.1 Descripción del proyecto**

El proyecto consistirá en el diseño de un edificio que tendrá capacidad para realizar actividades de carácter social y cultural. Para la planificación del mismo se tiene un predio con la forma que tiene el plano de arquitectura mostrado en el apéndice del presente trabajo; contando con el área de 806.28 metros cuadrados ubicados dentro del terreno de la municipalidad de Rabinal; el edificio tendrá servicios generales y básicos por que es un salón dedicado a la población en general; las opciones en materiales y sistemas constructivos preferenciales son: marcos de concreto reforzado y muros de mampostería reforzada, losa de tipo prefabricada y cubierta auto soportable curva de aluminio y zinc, acabados de la mejor calidad, y contara con los servicios de agua potable, drenajes sanitarios y pluviales e instalaciones eléctricas.

### **2.2 Diseño arquitectónico**

#### **2.2.1 Requerimiento de áreas**

Entre los ambientes requeridos para el salón, se construirán los siguientes:



- Cocina: será de uso exclusivo para la preparación de los alimentos, contando también con servicio sanitario privado.
- Bar, cafetería y área de mesas: se utilizará de apoyo importante para brindar servicio de bebidas y comidas de tipo rápido al usuario con su respectivo espacio para la colocación de mesas para 4 personas.
- Vestidor para caballeros y damas: de uso exclusivo con sanitario privado para la preparación de actores y actrices.
- Cuarto de sonido: destinado para el ajuste de sonido y luces secundarias dentro del escenario.
- Escenario: espacio físico para la realización de actividades artísticas y de otra índole.
- Bodega de limpieza: para almacenamiento de útiles de limpieza y su ubicación es anexa al servicio sanitario de caballeros y damas.
- Área social y mezzanine: El área social esta calculada para el acomodamiento de 320 personas sentadas, ocupando cada una un área promedio de 0.80 mts<sup>2</sup>, 243 parejas para baile, ocupando cada una un área promedio de 1.00 mts<sup>2</sup>. El mezzanine puede ser ocupado con 13 mesas para 4 personas, cuya capacidad esta calculada para 52 personas.
- Taquilla y oficina administrativa: destinada para la venta de boletos y monitoreo interno dentro del edificio.

- Baño de caballeros y damas: calculado con capacidad para 7 personas por baño y su ubicación esta donde no provoque interrupciones.
- Área de conferencias: destinada para seminarios y talleres de capacitación.
- Bodega y cuarto de maquinas: destinada para almacenamiento de objetos y ubicación de tableros de distribución de circuitos eléctricos.

### 2.2.2 Distribución de espacios

La distribución de áreas quedará de la siguiente manera:

Cocina:	20.00 mts <sup>2</sup> .
Bar, cafetería, y área de mesas:	74.50 mts <sup>2</sup> .
Mezzanine:	117.81 mts <sup>2</sup> ,
Vestidor caballeros y damas:	15.30 mts <sup>2</sup> cada uno, total 30.60 mts <sup>2</sup> .
Cuarto de sonido:	8.70 mts <sup>2</sup> .
Escenario:	91.00 mts <sup>2</sup> .
Bodega de limpieza:	8.70 mts <sup>2</sup> .
Área social:	424.84 mts <sup>2</sup> ,
Taquilla y oficina administrativa:	9.00 mts <sup>2</sup> .
Baño de caballeros y damas:	19.48 mts <sup>2</sup> cada uno, total 38.96 mts <sup>2</sup>
Área de conferencias:	53.68 mts <sup>2</sup> .
Cuarto de máquinas:	16.62 mts <sup>2</sup> .

También se incluirá un área para jardinería, iluminación y ventilación natural.

### **2.2.3 Alturas y cotas**

Como se mencionó en la descripción del proyecto, el salón no podrá ser utilizado para actividades deportivas debido a que estas actividades requieren de espacios más amplios. Para las alturas se consideraron condiciones del clima en la región y el mayor número de usuarios que albergara el edificio; según el diseño comprenderá un mezanine en la nave central por lo que se requerirá doble altura en todo el perímetro del salón, siendo esta de 7.70 metros en los extremos y en la parte central de la cubierta tendrá 10.90 metros, a partir del nivel de referencia adoptado.

### **2.2.4 Tipo de estructuras**

En la actualidad existe diversidad de tipos de estructuras que pueden utilizarse para un proyecto como este; al momento de la planificación debe definirse cual es la más conveniente y el proyectista debe pensar en diversos factores tales como:

- Forma y dimensión del terreno.
- Utilización del edificio.
- Situación económica.
- Velocidad de construcción.
- Edificaciones existentes.
- Tipo de suelo, etc.

Para los factores anteriores, la estructura se puede diseñar con los siguientes materiales:

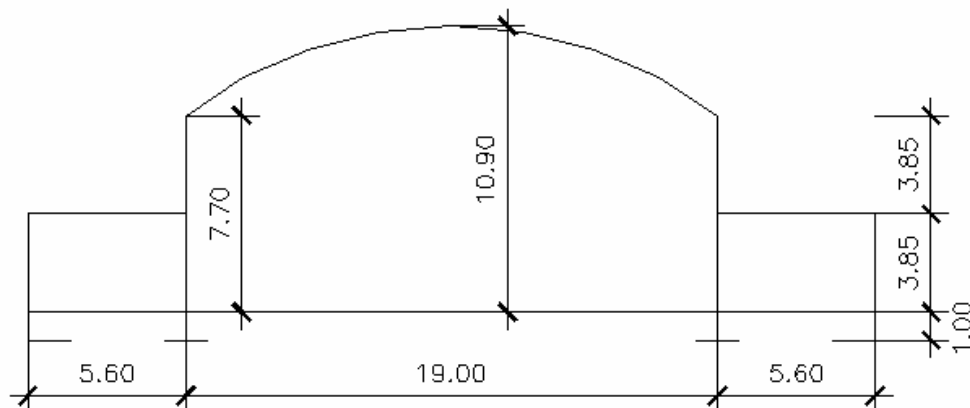
- Madera.
- Concreto reforzado y en combinación con otros materiales
- Acero estructural.

## 2.3 Análisis estructural

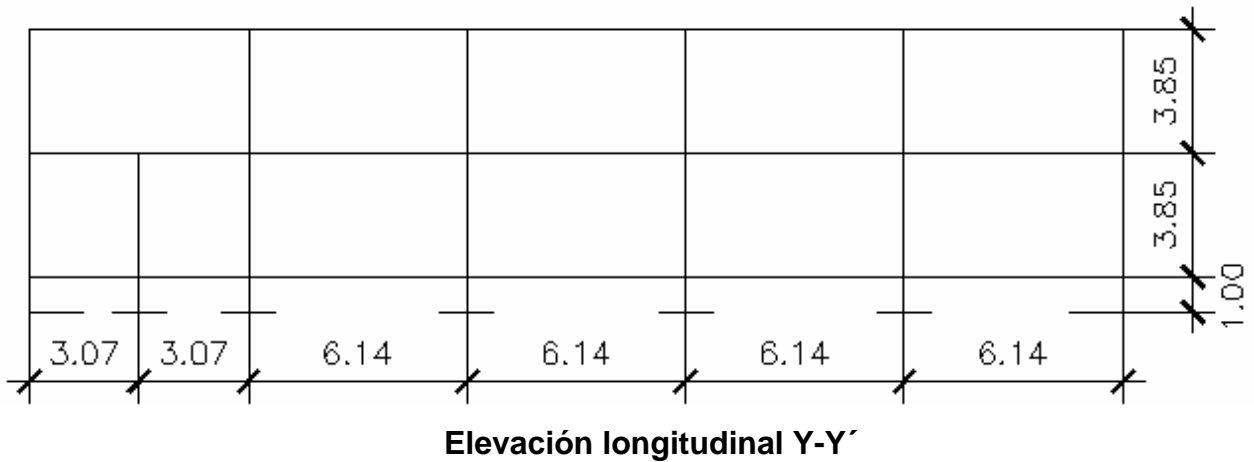
### 2.3.1 Selección del tipo de estructura

Según el plano de detalles estructurales mostrado en el apéndice, el edificio comprendido entre los ejes B y E; estará formado por una cubierta autoportable curva con material de aluminio y zinc. Para los ambientes comprendidos entre los ejes A-B; E-G; escenario y mezanine se colocará losa de tipo prefabricada y la estructura de los marcos rígidos que sostendrán la cubierta y losas estarán compuestos por vigas, columnas, zapatas de concreto reforzado y mampostería reforzada para muros de cerramiento.

**Figura 2. Selección del sistema estructural**



**Elevación transversal X-X'**



### 2.3.2 Predimensionamiento de elementos estructurales

El predimensionamiento se realizará utilizando algunos criterios que los códigos de construcción sugieren, pero si se cuenta con suficiente experiencia se podrá proponer de entrada dimensiones aproximadas.

**Vigas:** los criterios que se consideraron según el código ACI, contempla peraltes mínimos en vigas para una rigidez adecuada sin grandes deflexiones.

**Tabla II. Valores de predimensionamiento para vigas**

Peralte mínimo				
Elementos	Simplemente apoyado	Extremo continuo	Ambos continuos	Voladizos
	Elementos sin grandes deflexiones			
	L/16	L/18.5	L/21	L/8

Si se consideran los valores sugeridos por la tabla II se tiene:

$$H_{viga_1} = \frac{L}{18.5} = \frac{6.14}{18.5} = 0.33 - mts$$

$$Hviga_2 = \frac{L}{21} = \frac{6.14}{21} = 0.29 - mts$$

Entonces utilizaremos una sección de viga de 0.22 x 0.35 mts.

**Columnas:** los criterios que se consideraron son:

El código ACI recomienda una sección mínima de 400 cms<sup>2</sup>.

También se calcula una sección mínima con respecto a la carga aplicada de la siguiente ecuación.

$$P = 0.80 * (f'c * Ag + fy * As)$$

Donde  $As$  estará comprendido entre;  $1\% Ag \leq As \leq 8\% Ag$

Solución:  $18,205 = 0.80 * (281 * Ag + 2812 * As)$

$$18,205 = 0.80 * (63.23 * Ag + 2812 * Ag)$$

$$22,756 \text{ _kg} = 91.35 * Ag \text{ _kg / cm}^2$$

$$Ag = \frac{22,756}{91.35} = 249 \text{ _cm}^2$$

El resultado de la sección de la columna, es menor que la sección mínima recomendada por el ACI; y de acuerdo a la magnitud e importancia de la obra se utilizará una sección de 30\*30 cms.

### 2.3.3 Cargas de diseño

#### 2.3.3.1 Cargas muertas

Son todas aquellas cargas derivadas del peso propio de la construcción, generalmente incluyen el peso de la cubierta del techo curvo, estructura de marcos rígidos de concreto reforzado, losas prefabricadas, muros de mampostería reforzada, repellos, cernidos en techos y paredes, pisos, e instalaciones eléctricas, etc. En la tabla III y IV se muestra el peso de varios materiales utilizados en la construcción del edificio.

**Tabla III. Estimación de cargas muertas**

Techos y Muros		Aplicado	Peso	Unidad
1	Cubierta auto soportable		12.88	Kg/m <sup>2</sup>
2	Losa prefabricada	e=20 cm	300	Kg/m <sup>2</sup>
3	Repello	e=2 cm	15	Kg/m <sup>2</sup>
4	Cernido	e=2 cm	15	Kg/m <sup>2</sup>
5	Mampostería reforzada	e=15 cm	250	Kg/m <sup>2</sup>
6	Relleno de concreto ligero	Volumétrico	1600	Kg/m <sup>3</sup>

**Tabla IV. Sobre cargas o “SuperDead” en el programa ETABS**

No	Descripción	Aplicado	Peso	Unidad
1	Relleno y piso	2.5 cm esp.	400	Kg/m <sup>2</sup>

El cálculo de esta carga no representa mayor problema, debido a que se obtiene, mediante la multiplicación de los volúmenes de los elementos de la construcción por su peso volumétrico respectivo; y como se realizó un análisis estructural asistido por computadora, este asumió el peso propio de los elementos en la interfase de modelación 3D.

### 2.3.3.2 Cargas vivas

Estas se originan en la estructura debido a las personas, el mobiliario y equipo, los cambios de temperatura, el viento, la lluvia, los sismos, las explosiones y los suelos.

**Tabla V. Estimación de cargas vivas**

Cubierta auto soportable	39	Kg/m <sup>2</sup>
Losas en general	100	Kg/m <sup>2</sup>
Escenario y mezzanine	500	Kg/m <sup>2</sup>

Para anticipar las diferentes clases de cargas y fuerzas que puedan llegar a actuar en la estructura que se esta diseñando, el ingeniero cuenta con la ayuda de los códigos de diseño en donde se especifican, en general, las cargas más usuales para las estructuras, sin embargo, en ocasiones se tiene que acudir al criterio u otros métodos para la determinación de los valores.



#### **2.3.4 Fuerzas sísmicas**

Los sismos son aceleraciones producidas en el terreno, provocan ladeos a la estructura, generando determinados esfuerzos, cuando se estiman estos esfuerzos en los elementos que componen la estructura de marcos rígidos, se simplifica el análisis sísmico, utilizando fuerzas laterales estáticas que producirán el mismo efecto de ladeo que un sismo.

La fuerza sísmica dependerá del peso del edificio y por considerarse la estructura fija en su base, este es el punto de aplicación de la fuerza conocida como corte basal, la cual se transmitirá a los elementos que componen la estructura según sus tamaños, formas, rigidez y posiciones tanto en elevación como en planta.

Para la realización de un análisis estructural provocado por un sismo, deben seguirse las normas estructurales de diseño y construcción recomendadas para Guatemala, proporcionadas por la Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (AGIES), en el cálculo del corte basal ( $V$ ), generalmente se utiliza el método SEAOC y se aplicaran de acuerdo a las condiciones establecidas en Guatemala; para el índice de sismicidad ( $I_0$ ), Baja Verapaz (departamento) se encuentra en la zona 4.1, con un índice de sismicidad de 4; y como se realizó un análisis estructural asistido por computadora, este asumió todos los elementos que afectan a la estructura en la interfase de modelación 3D.

## 2.3.5 Modelos matemáticos

### 2.3.5.1 Techos

La solución arquitectónica de la estructura auto soportable es de forma curva, cuya solución básica es sobre vigas y columnas de concreto reforzado; a partir de allí resulta complicada la utilización de modelos matemáticos que puedan aplicarse directamente para obtener las reacciones del techo sobre los marcos rígidos que la soportaran; sin embargo, para facilidad de diseño, se utilizará la información que el fabricante de techos proporciona.

Luces y flechas permisibles: se refiere siempre a un segmento de circunferencia determinado por un radio, y se obtiene mediante la siguiente ecuación:

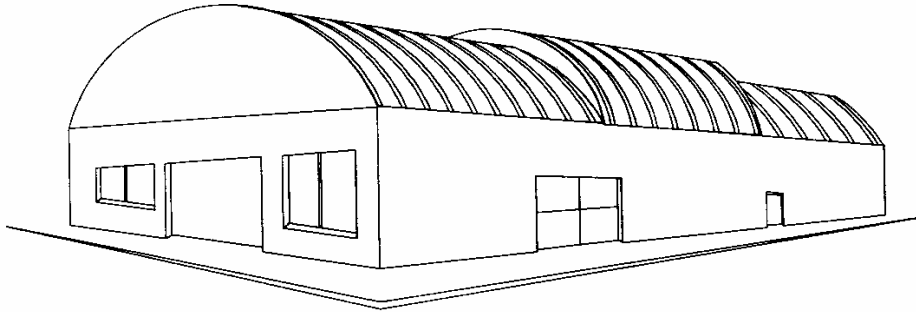
$$R = \frac{\frac{Luz^2}{4} + flecha^2}{2 * flecha}$$

Además, se presentan restricciones específicas en cuanto a la luz y la flecha

**Tabla VI. Soluciones arquitectónicas**

<b>SOLUCIÓN</b>	<b>Luz min. (m)</b>	<b>Luz máx. (m)</b>	<b>Fecha / luz optima</b>
Sobre estructura de concreto	2.00	30.00	1 / 6

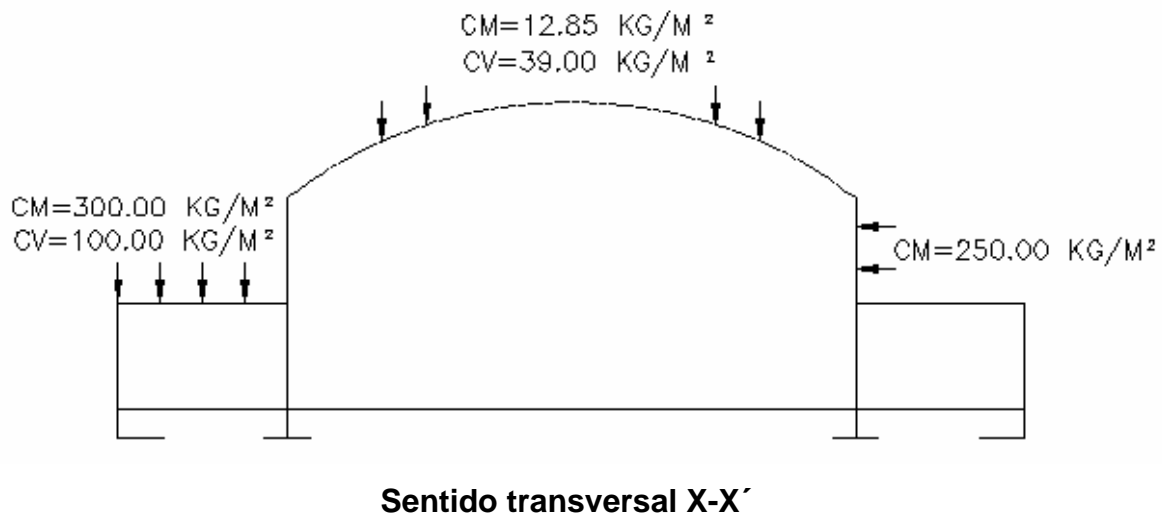
**Figura 3. Solución arquitectónica, estructura sobre paredes**

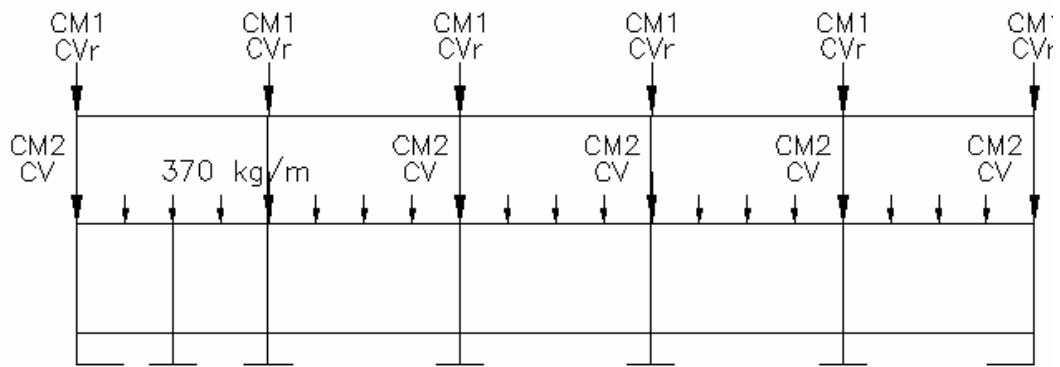


### 2.3.5.2 Vigas y columnas

Para el análisis estructural se tienen dos sentidos, el transversal “X” y el longitudinal “Y”; y se analizarán por separado debido a la forma en que actúa el techo sobre estos.

**Figura 4. Estimación de cargas en marcos**

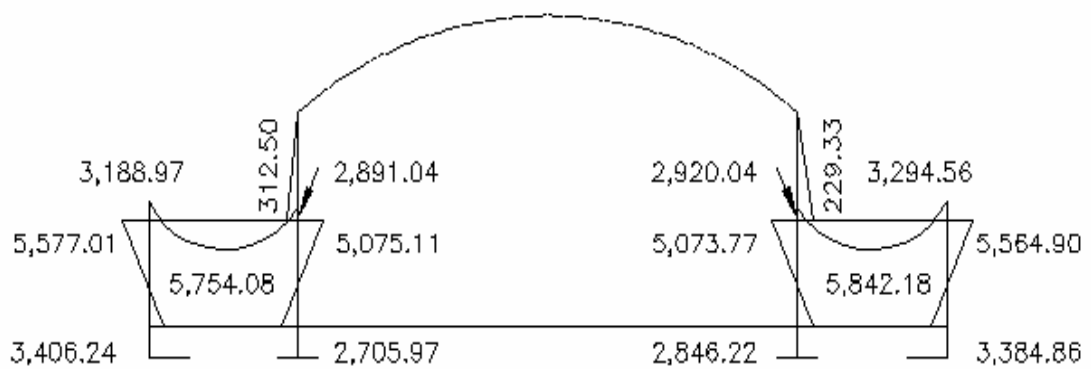




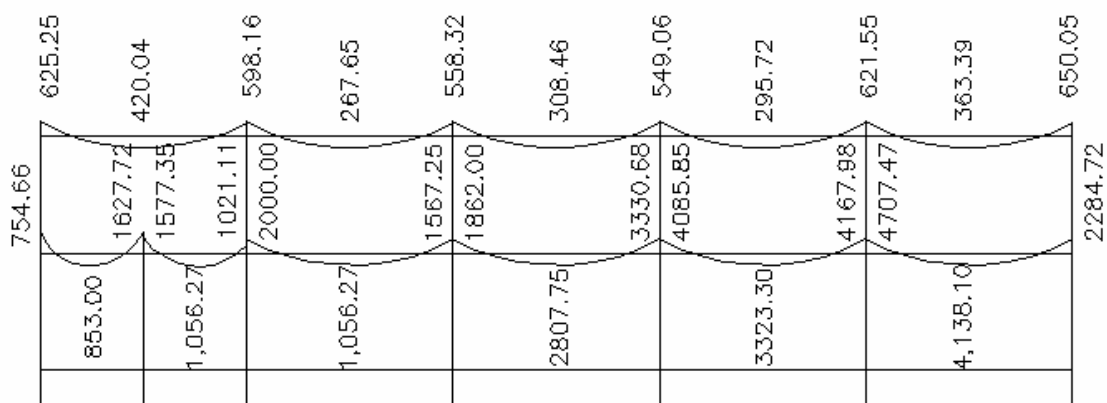
**Sentido longitudinal Y-Y'**

Donde: CM1= 402.7 kg  
 CVr= 1,138 kg; Cargas debidas al techo.  
 CM2= 2,867.72 kg  
 CV= 1,110.65 kg  
 La carga uniforme de 370 kg/m; es una sobrecarga en los muros.

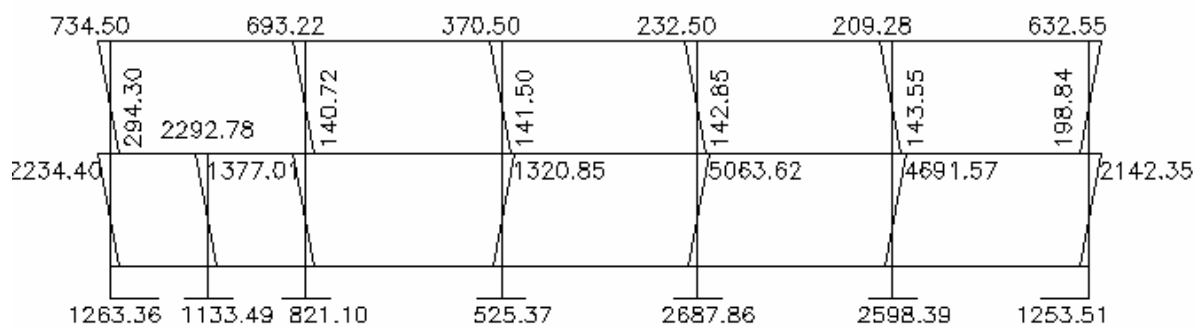
**Figura 5. Diagramas de momentos en marcos (kg-m)**



**Sentido transversal X-X'**

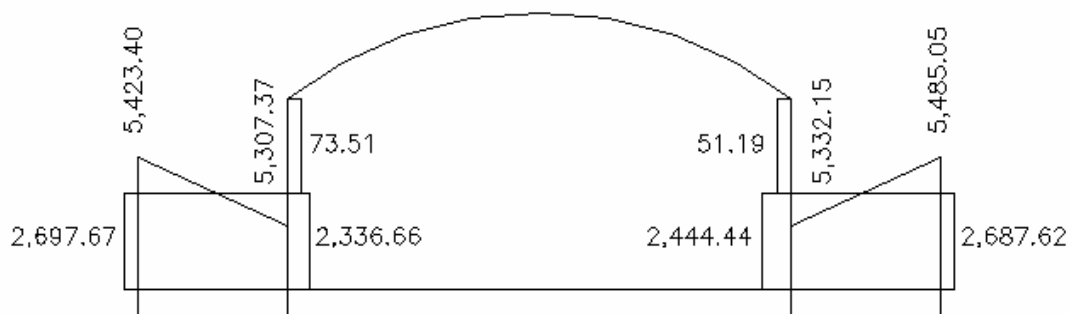


**Momentos en vigas, sentido longitudinal Y-Y'**

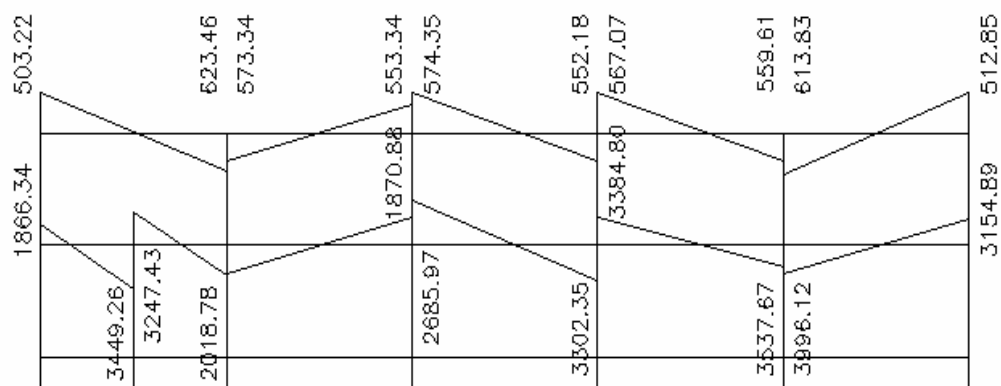


**Momentos en columnas, sentido longitudinal Y-Y'**

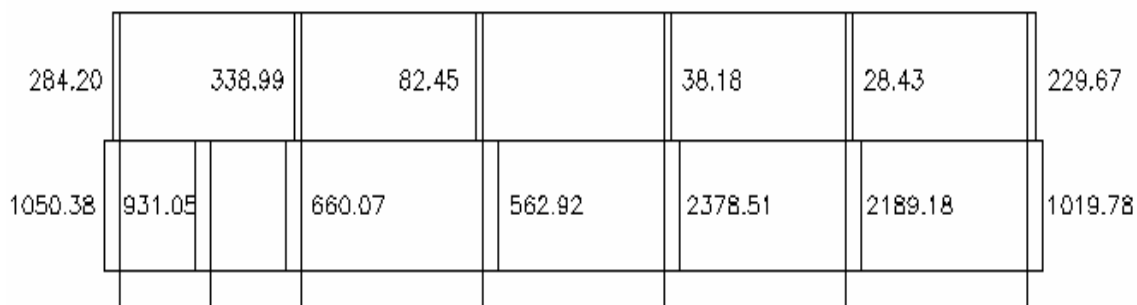
**Figura 6. Diagramas de esfuerzos cortantes en marcos (kgs)**



**Sentido transversal X-X'**



**Esfuerzo cortante en vigas, sentido longitudinal Y-Y'**



**Esfuerzo cortante en columnas, sentido longitudinal Y-Y'**

## 2.3.6 Análisis de elementos

### 2.3.6.1 Análisis de marcos rígidos aplicando el programa ETABS

#### Combinación de cargas requerida:

La resistencia requerida U, que debe resistir la carga permanente “Dead” y la sobre carga L “Live”, de “sismo” deber ser por lo menos:

$$U01=1.4*CM+1.2Cladding$$

$$U02=1.00*(1.2*CM + 1.6*CV + 0.5*CVroof )$$

$$U03=1.00*(1.2CM+1.2Cladding +0.50CV+1.6CVroof )$$

$$U04=1.00*(1.2CM +1.2Cladding + 1.0CV + 0.5CVroof )$$

$$U05=1.00*(1.2CM + 0.5CV + 0.5CVroof + 1*sismo xx )$$

$$U06=1.00*(1.2CM + 0.5CV + 0.5CVroof – 1*sismo xx )$$

$$U07=0.90*CM + 1.00*sismo xx$$

$$U08=0.90*CM – 1.00*sismo xx$$

$$U22=1.00*(1.2CM + 0.5CV + 0.5CVroof + 1*sismo yy )$$

$$U23=1.00*(1.2CM + 0.5CV + 0.5CVroof – 1*sismo yy )$$

$$U24=0.90*CM + 1.00*sismo yy$$

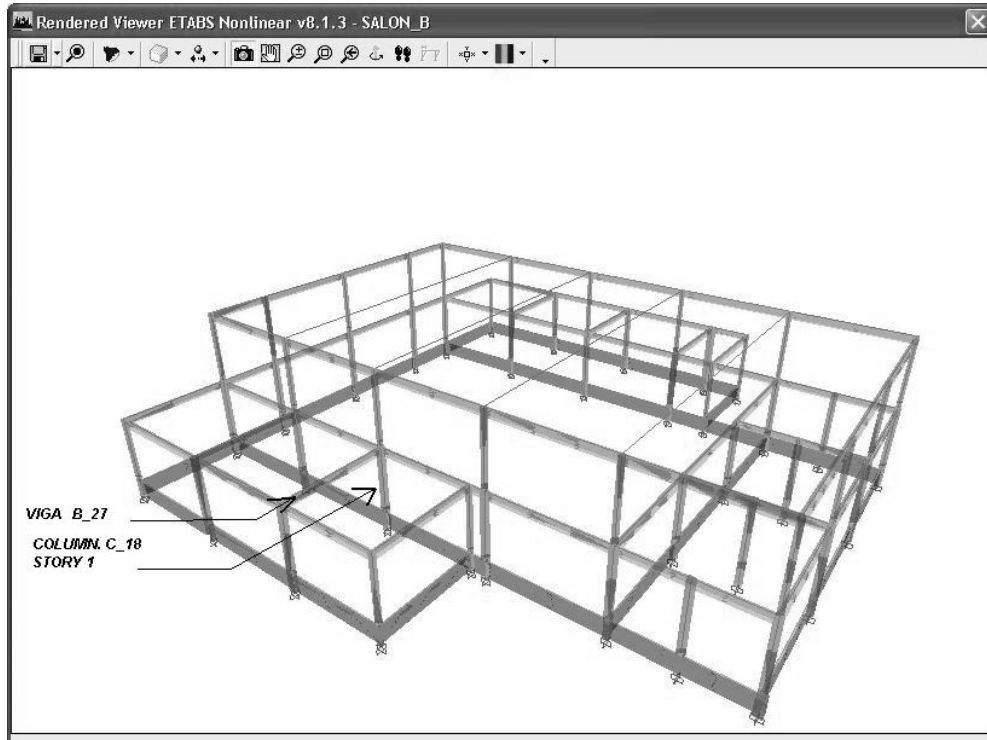
$$U25=0.90*CM – 1.00*sismo yy$$

Son 12 las combinaciones que se ingresan en el análisis estructural y debido a que son 55 vigas y 38 columnas; los casos de falla reflejados son de 660 para vigas y 456 para columnas respectivamente; esto significa que el análisis asistido por computadora es mucho más completo y previsible que un análisis manual aproximado como el método de coeficientes del ACI.

### Localización de los elementos de muestreo:

La siguiente ilustración muestra un modelo tridimensional, donde se encuentran localizados los elementos que servirán para el diseño estructural; estos elementos se determinaron por los resultados máximos obtenidos en los diagramas de momentos y esfuerzos cortantes indicados en los marcos anteriores de las figuras 5 y 6.

**Figura 7. Modelo tridimensional para el análisis estructural**



### Muestra de datos desplegados para columnas:

Debido a que esta columna presenta los valores máximos, indicados en los diagramas de momentos y esfuerzos cortantes, se obtiene un cuadro de datos exportado por ETABS a Microsoft Excel. En la Tabla VII se muestran los datos más importantes obtenidos del análisis, siendo estos los registros de momentos



en el eje x-x, registros de datos en eje y-y' y la carga axial P (negativa significa que esta a compresión).

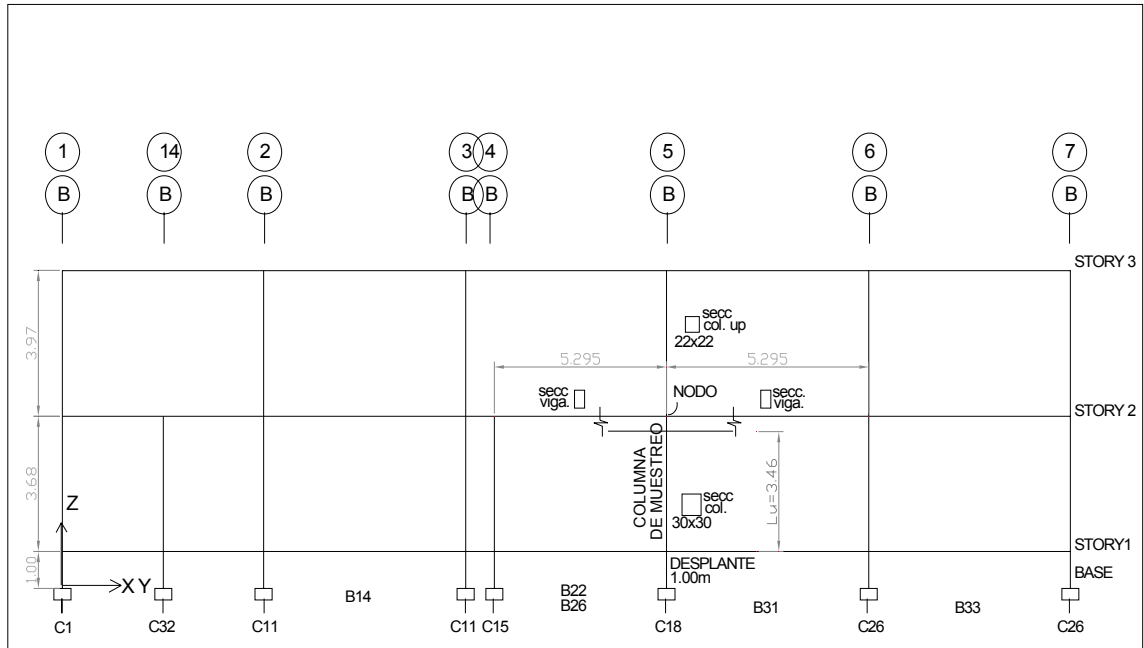
**Tabla VII. Despliegue de datos del análisis estructural y dato más crítico<sup>1</sup>**

Diseño de Columna C18 en unidades Kgf-cm							momento principal
Story	Column	Load	Loc	P	V2	M2	M3
STORY2	C18	U2	0	-15948.21	2378.51	-28908.8	251813.3
STORY2	C18	U2	169	-15509.61	2378.51	-3101.19	-150156
STORY2	C18	U2	338	-15071.02	2378.51	22706.46	-552124
STORY2	C18	U3	0	-14214.32	1793.57	-31170.2	166810.9
STORY2	C18	U3	169	-13775.73	1793.57	-4286.62	-136302
STORY2	C18	U3	338	-13337.13	1793.57	22596.96	-439415
STORY2	C18	U4	0	-14425.28	2062.63	-27110.4	216094.6
STORY2	C18	U4	169	-13986.69	2062.63	-3270.34	-132490
STORY2	C18	U4	338	-13548.09	2062.63	20569.74	-481074
STORY2	C18	U5	0	-13313.45	1983.32	-24371.9	230653.6
STORY2	C18	U5	169	-12874.85	1983.32	-3189.4	-104527
STORY2	C18	U5	338	-12436.26	1983.32	17993.1	-439707
STORY2	C18	U6	0	-12998.91	1615.46	-26851.5	142004.4
STORY2	C18	U6	169	-12560.31	1615.46	-3633.18	-131009
STORY2	C18	U6	338	-12121.71	1615.46	19585.17	-404022
STORY2	C18	U1	0	-13307.11	1795.26	-25184.2	193007.9
STORY2	C18	U1	169	-12795.42	1795.26	-3680.1	-110392
STORY2	C18	U1	338	-12283.72	1795.26	17823.99	-413791
STORY2	C18	U7	0	-8711.84	1338.02	-14950	168401.1
STORY2	C18	U7	169	-8382.9	1338.02	-2143.89	-57725.1
STORY2	C18	U7	338	-8053.95	1338.02	10662.25	-283851
STORY2	C18	U8	0	-8397.3	970.17	-17429.7	79751.93
STORY2	C18	U8	169	-8068.35	970.17	-2587.67	-84207.1
STORY2	C18	U8	338	-7739.41	970.17	12254.32	-248166
STORY2	C18	U22	0	-13142.83	1801.15	19381.3	186702.7
STORY2	C18	U22	169	-12704.23	1801.15	7934.509	-117692

Para la columna en estudio se obtiene un diagrama de momentos desplegado para 3 dimensiones. A continuación se dará una muestra de un despliegue real del marco analizado y sus dimensiones en metros.

<sup>1</sup> La tabla es transcrita desde Etabs a Excel, debido a la facilidad de manipular los datos.

**Figura 8. Dimensiones del marco analizado**



### **Diagrama de interacción biaxial para el diseño de columna C-18**

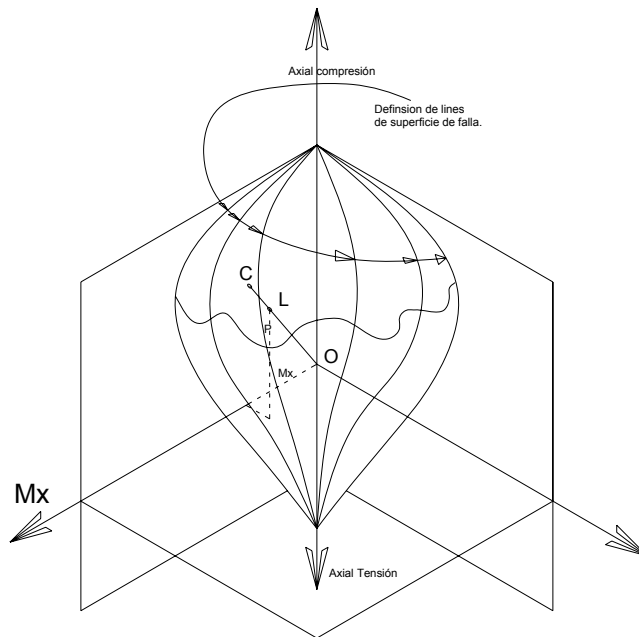
El uso de este diagrama de interacción Pu-Mu es el método más exacto que se conoce para la determinación de la capacidad de una columna, pues toma en cuenta la compatibilidad de deformaciones en el concreto y el acero. La capacidad de la columna se mide en un porcentaje del esfuerzo aplicado y el máximo esfuerzo dado a la falla, dicha falla es representada por la curva o límite donde fuera de ella hay falla en el material por destrucción. Del diagrama de interacción mostrado en la figura 9, se dan explicaciones de las siguientes características:

### Determinación de la Relación de Capacidad (Capacity Ratio C/R).

Básicamente la C/R es el factor que da la indicación de esfuerzo de la columna con respecto a la capacidad de ésta.

Antes se ingresa a la curva de interacción para chequear la capacidad, los factores de magnificación de momentos  $\delta_{ns}$  y  $\delta_s$  son aplicados a las cargas factorizadas para obtener  $P_u$ ,  $M_{ux}$ ,  $M_{uy}$ . El punto  $(P_u, M_{ux}, M_{uy})$  es colocado sobre el volumen de la curva de interacción como el punto "L" mostrado en la figura 9. Si el punto queda dentro del volumen, la capacidad de columna es adecuada. Sin embargo, si el punto queda fuera del volumen de interacción la columna quedará sobre esforzada.

**Figura 9. Representación de la relación de capacidad de la columna**



La relación de capacidad es hallada ploteando el punto "L" y determinando la localización del punto "C". El punto C es definido como el punto donde la línea OL se extiende hasta intersectar la superficie. Este punto es determinado por

una línea tridimensional de interpolación entre el punto que define la superficie de falla.

La relación de capacidad, CR, es dada por la relación OL/OC.

Si OL=OC (or CR=1), el punto queda sobre la superficie de interacción y la columna es llevada a su máxima capacidad, por lo que está bien.

Si OL<OC (or CR<1) el punto queda dentro del volumen de interacción y la columna queda dentro de una adecuada capacidad; aunque muy adentro quedaría una columna antieconómica.

Si OL>OC (or CR>1), el punto queda fuera del volumen de interacción y la columna estará sobre esforzada.

Del diagrama que están elaboradas con Excel Microsoft en las propiedades de los objetos "Line" se hallaron los tamaños de combinación U2 y U22 (este último con aplicación al sismo resistencia) siendo respectivamente las capacidades:

$$C/R = \frac{\sqrt{0.50^2 + 9.23^2}}{\sqrt{0.79^2 + 14.47^2}} = 0.643 \quad C/R = \frac{\sqrt{3.28^2 + 0.02^2}}{\sqrt{7.31^2 + 0.04^2}} = 0.489$$

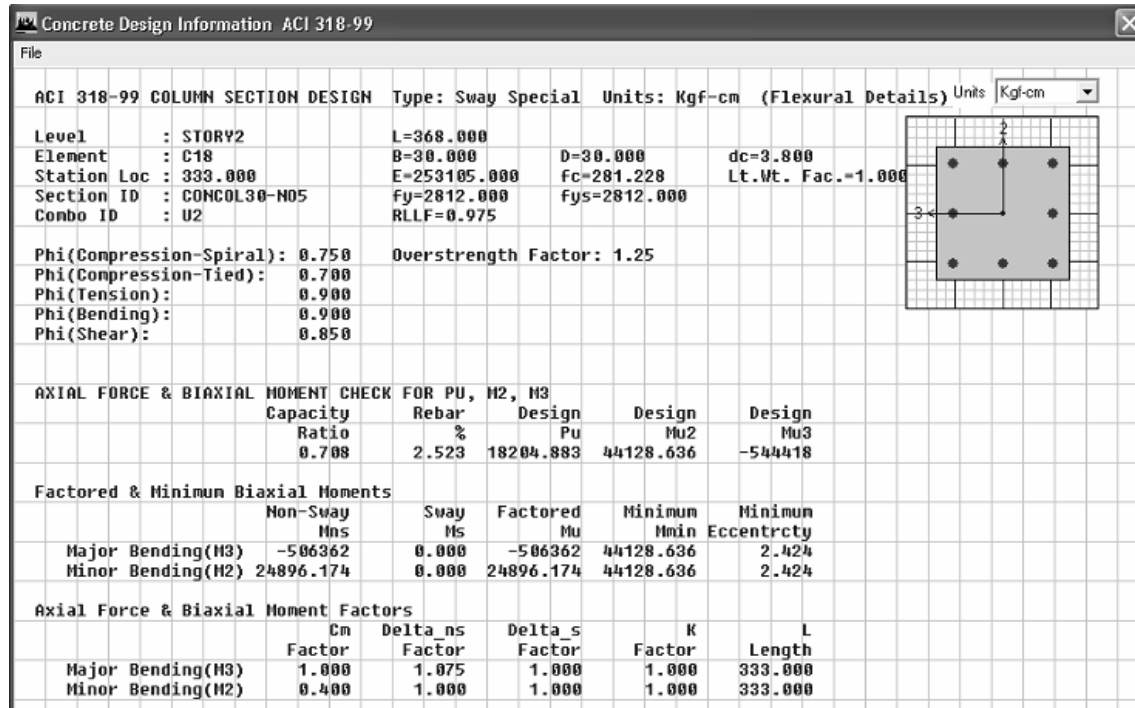
Esto significa que la capacidad esta al 64.3% de la falla pero por cuestiones de funcionalidad a no flexionar mucho las columnas, la cultura y arquitectura del lugar se dejaran las columnas de 30x30 cms de sección.

Los resultados dados por el análisis estructural otorgan primeramente los cálculos de los magnificadores de momentos debido al efecto de esbeltez de la columna.

A continuación se presenta una hoja de reporte del programa de cálculo para el eje 3-3 y 2-2 el cual se le aplica el mismo procedimiento de magnificación de momentos arriba expuesto. Estos son los momentos que se aplican al

diagrama de interacciones para el cálculo de capacidad C/R y determinar si una columna esta bien diseñada.

**Figura 10. Reporte de datos de diseño para la columna en estudio**



ACI 318-99 COLUMN SECTION DESIGN						Type: Sway Special	Units: Kgf-cm (Flexural Details)	Units: Kgf-cm
Level	: STORY2	L=368.000						
Element	: C18	B=30.000	D=30.000	dc=3.800				
Station Loc	: 333.000	E=253105.000	Fc=281.228	Lt.Wt. Fac.=1.000				
Section ID	: CONCOL30-N05	Fy=2812.000	Fys=2812.000					
Combo ID	: U2	RLLF=0.975						
Phi(Compression-Spiral)	: 0.750	Overstrength Factor:	1.25					
Phi(Compression-Tied)	: 0.700							
Phi(Tension)	: 0.900							
Phi(Bending)	: 0.900							
Phi(Shear)	: 0.850							
AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT CHECK FOR PU, M2, M3								
	Capacity	Rebar	Design	Design	Design			
	Ratio	%	Pu	Mu2	Mu3			
	0.708	2.523	18204.883	44128.636	-544418			
Factored & Minimum Biaxial Moments								
	Non-Sway	Sway	Factored	Minimum	Minimum			
	Mns	Ms	Mu	Mmin	Eccentricity			
Major Bending(M3)	-506362	0.000	-506362	44128.636	2.424			
Minor Bending(M2)	24896.174	0.000	24896.174	44128.636	2.424			
Axial Force & Biaxial Moment Factors								
	Cm	Delta_ns	Delta_s	K	L			
	Factor	Factor	Factor	Factor	Length			
Major Bending(M3)	1.000	1.075	1.000	1.000	333.000			
Minor Bending(M2)	0.400	1.000	1.000	1.000	333.000			

El reporte nos indica los siguientes datos:

$C_m = 1$ ;  $\Delta_{ns} = 1.07515$ ;  $\Delta_s = 1$ ; factor  $K = 1.1727$ ,  $L_u = 333_{cm}$

$C/R = 0.708 = 70.8\%$ ;  $Mu_3 = -544,418.00 \text{ kgf-cm}$ ;  $Mu_2 = 44,128 \text{ kgf-cm}$ ;

$Mu_2$  y  $Mu_3$  = al momento de diseño aplicado alrededor del eje X y al eje Y.

La combinación que fue evaluada a la más cercana de la falla es llamada

Combo ID: U2 y está factorizada de la siguiente forma:

$$1.2CM + 1.6CV + 0.5CV_{roof} + 1.2Cladding^2.$$

<sup>2</sup> Cladding es una sobrecarga la cual es provocada por elementos de cerramiento y elementos ornamentales de fachada y CVroof es la carga del techo.

## Muestra de datos desplegados para vigas

Tabla VIII. Despliegue de datos del análisis estructural

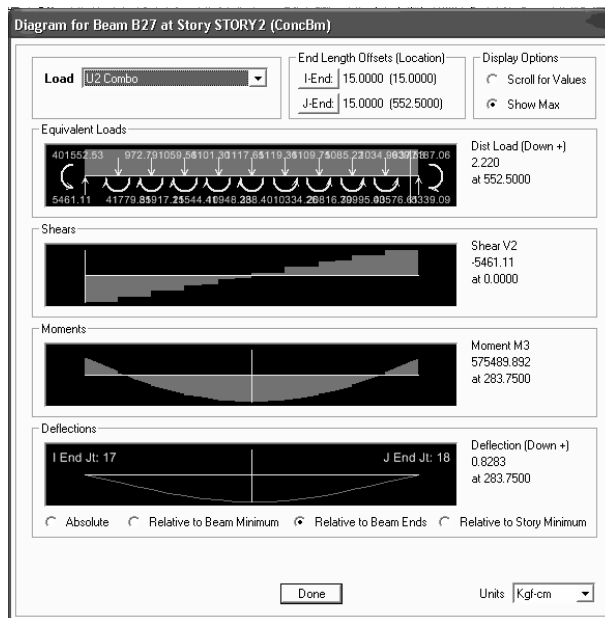
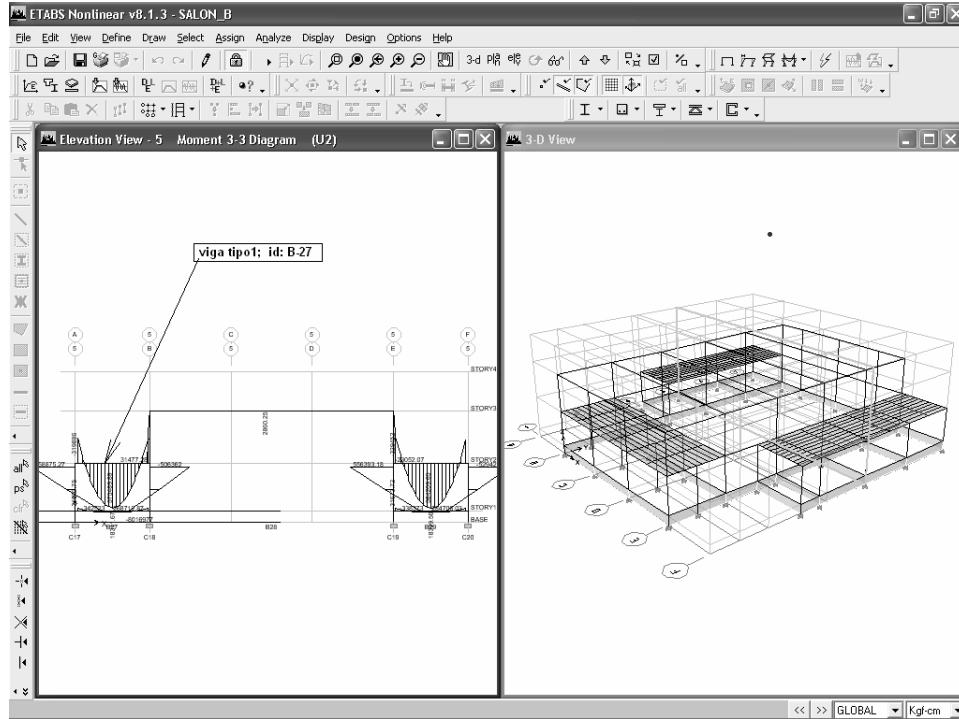
Datos de Esfuerzos en VIGAS B-27				kgf			kgf-m		kgf-m
Story	Beam	Load	Loc	P	V2	T	M2	M3	
STORY2	B27	U1	0.15	-599	-4259.42	-4.108	2.95	-2,467.24	
STORY2	B27	U1	0.5675	-599	-4151.27	-4.108	1.61	-711.51	
STORY2	B27	U1	0.5675	-489.93	-3391.32	-14.18	-0.71	-388.92	
STORY2	B27	U1	0.8513	-489.93	-3317.82	-14.18	-0.76	562.94	
STORY2	B27	U1	1.135	-489.93	-3244.32	-14.18	-0.81	1,493.95	
STORY2	B27	U1	1.135	-410.9	-2452.47	-20.436	0.20	1,737.60	
STORY2	B27	U1	1.4188	-410.9	-2378.96	-20.436	0.17	2,423.06	
STORY2	B27	U1	1.7025	-410.9	-2305.46	-20.436	0.15	3,087.67	
STORY2	B27	U1	1.7025	-358.4	-1501.13	-23.537	-0.06	3,250.69	
STORY2	B27	U1	1.9863	-358.4	-1427.63	-23.537	0.05	3,666.21	
STORY2	B27	U1	2.27	-358.4	-1354.13	-23.537	0.16	4,060.87	
STORY2	B27	U1	2.27	-330.38	-546.88	-23.751	-0.11	4,142.73	
STORY2	B27	U1	2.5538	-330.38	-473.38	-23.751	0.21	4,287.47	
STORY2	B27	U1	2.8375	-330.38	-399.87	-23.751	0.53	4,411.37	
STORY2	B27	U1	2.8375	-321.54	405.98	-21.191	-0.98	4,412.06	
STORY2	B27	U1	3.1213	-321.54	479.49	-21.191	-0.75	4,286.44	
STORY2	B27	U1	3.405	-321.54	552.99	-21.191	-0.53	4,139.95	
STORY2	B27	U1	3.405	-334.54	1354.76	-15.911	1.21	4,059.75	
STORY2	B27	U1	3.6888	-334.54	1428.27	-15.911	2.30	3,664.91	
STORY2	B27	U1	3.9725	-334.54	1501.77	-15.911	3.38	3,249.21	
STORY2	B27	U1	3.9725	-367.7	2295.19	-7.864	-2.15	3,088.63	
STORY2	B27	U1	4.2563	-367.7	2368.69	-7.864	-3.43	2,426.94	
STORY2	B27	U1	4.54	-367.7	2442.19	-7.864	-4.71	1,744.40	
STORY2	B27	U1	4.54	-449.61	3217.92	3	-2.16	1,504.51	
STORY2	B27	U1	4.8238	-449.61	3291.42	3	0.62	580.99	
STORY2	B27	U1	5.1075	-449.61	3364.93	3	3.40	-363.38	
STORY2	B27	U1	5.1075	-534.98	4104.17	17.389	6.52	-680.35	
STORY2	B27	U1	5.525	-534.98	4212.32	17.389	2.98	-2,416.42	
STORY2	B27	U2	0.15	-794.52	-5427.8	-20.364	4.69	-3,198.86	
STORY2	B27	U2	0.5675	-794.52	-5335.1	-20.364	2.81	-952.10	
STORY2	B27	U2	0.5675	-652.16	-4362.31	-30.964	-0.93	-534.30	
STORY2	B27	U2	0.8513	-652.16	-4299.3	-30.964	-0.98	694.56	
STORY2	B27	U2	1.135	-652.16	-4236.3	-30.964	-1.03	1,905.55	
STORY2	B27	U2	1.135	-548.41	-3176.74	-35.247	0.12	2,224.72	

Continuación de la tabla VIII.

STORY2	B27	U2	2.27	-442.72	-705.77	-29.434	-0.16	5,387.24
STORY2	B27	U2	2.5538	-442.72	-642.77	-29.434	0.28	5,578.57
STORY2	B27	U2	2.8375	-442.72	-579.77	-29.434	0.73	5,752.02
STORY2	B27	U2	2.8375	-431.45	539.6	-20.871	-1.37	5,754.90
STORY2	B27	U2	3.1213	-431.45	602.6	-20.871	-1.06	5,592.85
STORY2	B27	U2	3.405	-431.45	665.61	-20.871	-0.75	5,412.92
STORY2	B27	U2	3.405	-448.9	1775.35	-9.572	1.63	5,309.58
STORY2	B27	U2	3.6888	-448.9	1838.35	-9.572	3.14	4,796.89
STORY2	B27	U2	3.9725	-448.9	1901.36	-9.572	4.65	4,266.31
STORY2	B27	U2	3.9725	-493.92	2986.58	3.898	-2.98	4,058.15
STORY2	B27	U2	4.2563	-493.92	3049.58	3.898	-4.70	3,201.77
STORY2	B27	U2	4.54	-493.92	3112.59	3.898	-6.41	2,327.51
STORY2	B27	U2	4.54	-599.6	4147.54	19.145	-2.73	2,017.56
STORY2	B27	U2	4.8238	-599.6	4210.54	19.145	1.19	831.75
STORY2	B27	U2	5.1075	-599.6	4273.55	19.145	5.12	-371.93
STORY2	B27	U2	5.1075	-713.3	5213.08	36.427	8.09	-777.69
STORY2	B27	U2	5.525	-713.3	5305.78	36.427	2.96	-2,973.51
STORY2	B27	U3	0.15	-703.4	-4400.37	9.169	10.18	-2,826.21
STORY2	B27	U3	0.5675	-703.4	-4307.67	9.169	6.55	-1,008.41
STORY2	B27	U3	0.5675	-576.31	-3533.17	-6.46	-2.87	-671.69
STORY2	B27	U3	0.8513	-576.31	-3470.17	-6.46	-2.52	321.91
STORY2	B27	U3	1.135	-576.31	-3407.16	-6.46	-2.18	1,297.63
STORY2	B27	U3	1.135	-484.14	-2595.23	-15.479	0.34	1,555.40
STORY2	B27	U3	1.4188	-484.14	-2532.22	-15.479	0.29	2,282.85
STORY2	B27	U3	1.7025	-484.14	-2469.22	-15.479	0.24	2,992.43
STORY2	B27	U3	1.7025	-420.93	-1643.34	-19.55	0.11	3,169.29
STORY2	B27	U3	1.9863	-420.93	-1580.34	-19.55	0.14	3,626.65
STORY2	B27	U3	2.27	-420.93	-1517.34	-19.55	0.16	4,066.13
STORY2	B27	U3	2.27	-386.44	-689.84	-19.555	0.13	4,161.59
STORY2	B27	U3	2.5538	-386.44	-626.84	-19.555	0.34	4,348.39
STORY2	B27	U3	2.8375	-386.44	-563.84	-19.555	0.55	4,517.32
STORY2	B27	U3	2.8375	-373.88	258.48	-16.089	-1.26	4,531.62
STORY2	B27	U3	3.1213	-373.88	321.48	-16.089	-1.28	4,449.34
STORY2	B27	U3	3.405	-373.88	384.49	-16.089	-1.30	4,349.18
STORY2	B27	U3	3.405	-386.41	1195.85	-9.545	2.28	4,283.06
STORY2	B27	U3	3.6888	-386.41	1258.85	-9.545	3.68	3,934.80
STORY2	B27	U3	3.9725	-386.41	1321.86	-9.545	5.08	3,568.66

A continuación se presenta un diagrama de momentos para la combinación de U2 desplegado por el programa Etabs V8.1.3 y máximos valores para esa combinación específica.

Figura 11. Diagramas de esfuerzos en el elemento viga B27 y combo U-2.

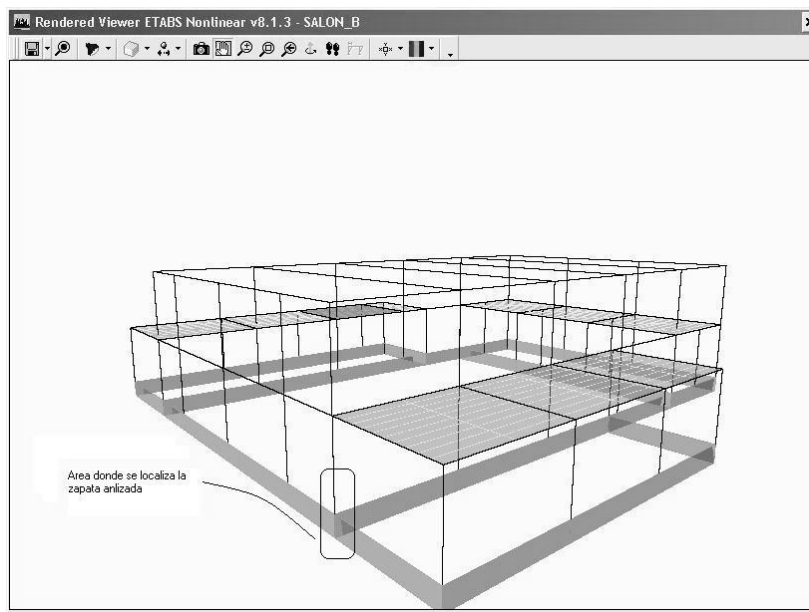




## Muestra de datos desplegados para zapatas

Se trata de un elemento tipo, el cual se escogió dentro de todas las columnas mayores con las reacciones más críticas de todo el modelo tridimensional. Como cimentación superficial concéntrica en un sentido y excéntrica en el otro sentido ortogonal, se chequea si hay tensiones en el suelo; esto porque es colindante en un solo lado de la zapata y luego se especificará el armado de parrilla, el peralte de losa y sus lados en base a las cargas obtenidas del análisis estructural.

**Figura 12. Identificación y posición del elemento**



**Tabla IX. Reacciones sobre la cimentación**

Datos input		
Pu=	15	Ton
Ma x-x =	2.71	T-m
Ma y-y=	1.25	T-m

### **2.3.6.2 Estudio de suelos**

Un complemento de la planificación para el presente proyecto, fue realizar un ensayo de laboratorio, a una muestra inalterada de suelo que se obtuvo dentro del terreno de la municipalidad de Rabinal.

#### **Ensayo triaxial**

Las pruebas de compresión triaxial se realizan con el propósito de determinar las características de esfuerzo-deformación, y la resistencia de los suelos sujetos a esfuerzos cortantes, producidos cuando varían los esfuerzos principales que actúan sobre un espécimen cilíndrico del suelo.

#### **Interpretación de los resultados del ensayo triaxial**

Las dos características de un suelo sometido al ensayo triaxial son; la cohesión y el ángulo de fricción interna, ya que la oposición que el suelo presenta al ser deformado es la fuerza cortante. Esta resistencia al esfuerzo cortante, equivale a su vez, a la suma de las componentes; fricción y cohesión. La resistencia friccional surge de la irregularidad de los contactos entre partículas y es proporcional a la fuerza perpendicular entre ellas. La cohesión que es la resistencia máxima a la tensión de un suelo, es el resultado de las fuerzas de atracción que hay entre gránulos en contacto íntimo. Como resultado del ensayo triaxial se determinaron los siguientes valores: cohesión=3.00 ton/ m<sup>2</sup>, y un ángulo de fricción interna  $\phi = 20.00^\circ$ .

## Capacidad de carga última

La capacidad de carga o apoyo de los cimientos es una característica de cada sistema de suelo-cimentación. Los distintos tipos de suelos difieren en capacidad de carga, pero también ocurre que en un suelo específico dicha capacidad varía con el tipo, forma, tamaño y profundidad del elemento de cimentación que aplica la presión.

La capacidad de carga para una cimentación de tipo cuadrada, se expresa de la siguiente forma:

$$q_u = 1.3C_u N_c + q N_q + 0.40 \gamma B N_\gamma$$

Donde  $N_c, N_q, N_\gamma$ , son los factores de capacidad de carga.

Para obtener los valores de los factores de capacidad de carga se consulta la siguiente tabla.

**Tabla X. Valores para factores de capacidad de carga**

$\phi$	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$
18	15.12	6.04	2.59
19	16.56	6.70	3.07
20	17.69	7.44	3.64
21	18.92	8.26	4.31
22	20.27	9.19	5.09

Fuente: Principios de ingeniería de cimentaciones. Página 129

## Factor de seguridad

El cálculo de la capacidad admisible (también conocido como permisible) de cimentaciones superficiales requiere la aplicación de un factor de seguridad (FS) a la capacidad de carga última. Para cada suelo existe una presión específica bajo la cual los asentamientos de las diferentes cimentaciones no exceden de valores razonables. Las presiones admisibles utilizan un factor de seguridad de 2.5 a 4, respecto a la presión de hundimiento del suelo en particular y para mantener los asentamientos dentro del límite elástico.

## Determinación de la capacidad de carga última

Datos:

$$C_u = 3.00 \text{ _ton/m}^2 \quad \phi = 20.00^\circ \quad \gamma = 1.45 \text{ _ton/m}^3 \quad \text{Desplante} = 1.00 \text{ _m}$$
$$\text{Base - zapata} = 1.50 \text{ _m}$$

Solución:

De la tabla X, para un ángulo de  $20^\circ$  se obtienen los siguientes valores:

$$N_c = 17.69 \quad N_q = 7.44 \quad N_\gamma = 3.64$$

Sustituyendo los valores obtenidos en la siguiente ecuación tenemos:

$$q_u = 1.3C_uN_c + qN_q + 0.40\gamma BN_\gamma$$

$$q_u = 1.3 * 3.00 * 17.69 + (1 * 1.45) * 7.44 + 0.40 * 1.45 * 1.50 * 3.64 = 82.95 \text{ _ton/m}^2$$

La carga admisible por unidad de área de la cimentación es

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS} = \frac{82.95}{4} = 20.74 = 21.00 \text{ _ton/m}^2$$

## 2.4 Diseño estructural

### 2.4.1 Diseño de la cubierta con techo curvo (Curvotek)

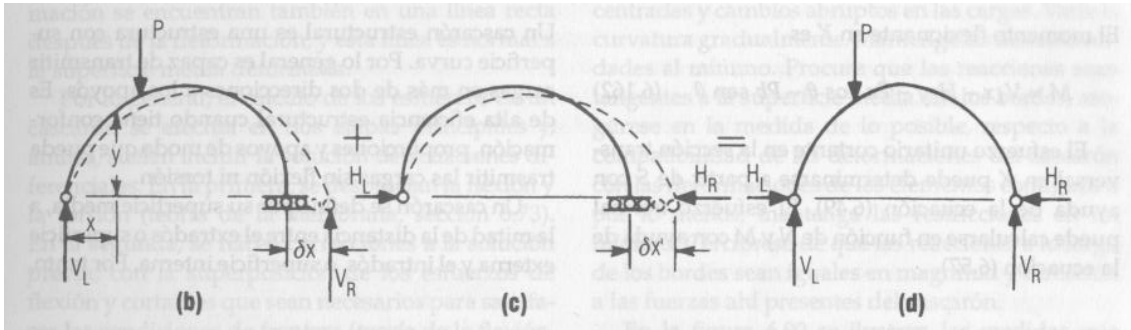
Las fuerzas en un arco se deben a las siguientes consideraciones:

- Las cargas en un arco inducen esfuerzos de flexión y de compresión directa.
- Las reacciones en un arco tienen componentes horizontales aunque todas las cargas sean verticales.
- Las deflexiones tienen componentes tanto verticales como horizontales.

Cuando un arco tiene articulaciones solo en los soportes, es estáticamente indeterminado; se tiene una componente de reacción desconocida más que pueden determinarse con las tres ecuaciones de equilibrio. Otra ecuación puede escribirse en función del comportamiento elástico del arco. Un procedimiento consiste en suponer que uno de los soportes es deslizable. El arco es entonces estáticamente determinado y la reacción y movimiento horizontal del soporte pueden calcularse para esta condición (figura 13 b). A continuación, puede calcularse la fuerza horizontal requerida para regresar el soporte móvil a su posición original (figura 13 c).

Finalmente, se obtiene las reacciones para el arco biarticulado (figura 13 d) sobreponiendo el primer conjunto de reacciones sobre el segundo.

**Figura 13. Fuerzas en un arco**



**Arco de 2 articulaciones**

A continuación se muestran en la tabla XI, los valores de las reacciones en libras producidas por las cargas consideradas:

**Tabla XI. Reacciones por cada arco de 1 pie de ancho.**

Luz	Flecha	Carga Muerta	Reacción	Reacción	Carga Viva	Reacción	Reacción
(m)	(m)	(lb/ft <sup>2</sup> )	Horizontal	Vertical	(lb/ft <sup>2</sup> )	Horizontal	Vertical
18	3	2.64	120.69	88.53	8	348.45	236.22
19	3.17	2.64	127.4	88.17	8	367.81	249.34
20	3.33	2.64	134.10	92.81	8	387.17	262.46

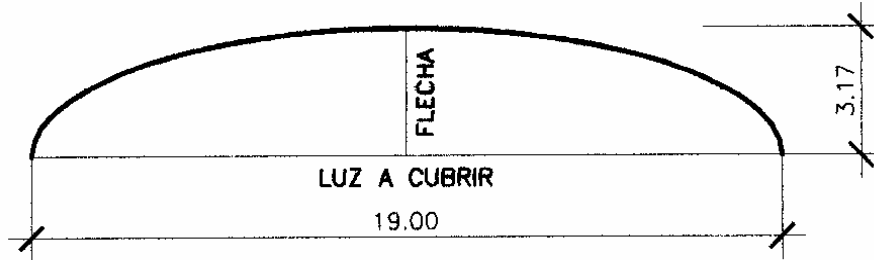
Continuación tabla XI

Luz	Flecha	Carga Viento	Reacción	Reacción	Reacción	Reacción
(m)	(m)	(lb/ft <sup>2</sup> )	Hor. Iz.	Vert. Iz.	Hor. Der.	Vert Der.
18	3	10	-12.30	-103.78	12.30	43.82
19	3.17	10	-12.98	-109.55	12.98	46.25
20	3.33	10	-13.67	-115.31	13.67	48.69

Fuente: folleto técnico de cubierta curva. Página 13

En la figura 14 se muestra a continuación las dimensiones que se aplicaron a la cubierta central del proyecto.

**Figura 14. Forma de la cubierta**



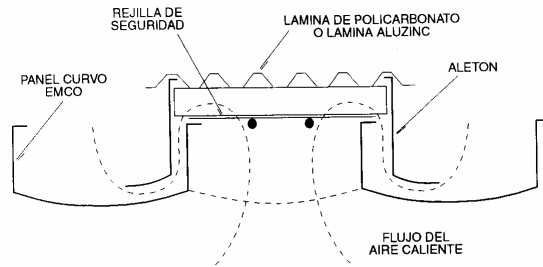
**Detalle de relación flecha luz**

**Material y accesorios de la cubierta:** la materia prima consiste en rollos de lámina de acero, de calidad estructural, recubierta con “ALUZINC” (una aleación de aluminio y zinc; en su mayoría aluminio) que es extremadamente resistente a la corrosión, lo que da como resultado un techo de mayor duración.

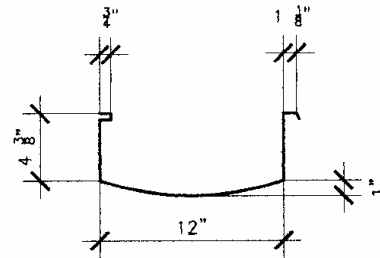
El ancho a cubrir y las cargas a las que esta será sometida definen los espesores de la lámina que se utilizará en cada caso, los cuales equivalen aproximadamente a lo que comercialmente se conoce como calibres 22, 24 y 26. Las cubiertas en ningún calibre exceden 2.8 libras por pie cuadrado de peso propio.

Los accesorios son totalmente opcionales y están destinados básicamente a optimizar la ventilación e iluminación, la separación recomendada es de 6 metros, los tipos de paneles se ven en la figura 15.

**Figura 15. Detalle de la cubierta del techo**



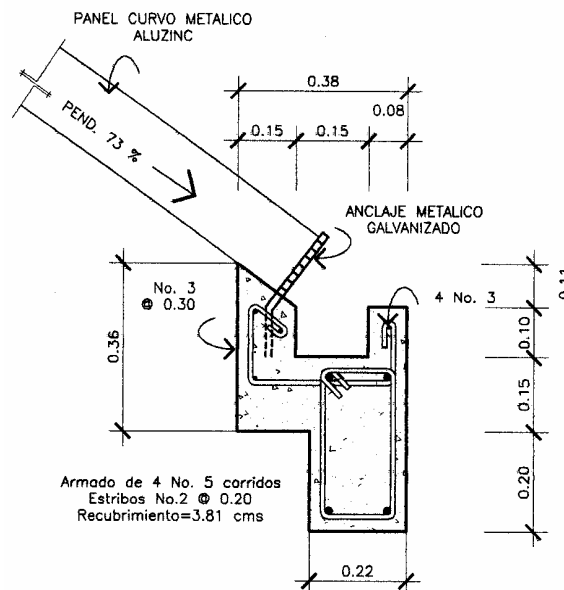
**Arco iluminado y ventilado**



**Detalle de panel curvo**

**Detalle de apoyos:** el apoyo consiste en una viga de tipo canal de concreto reforzado, y los paneles rolados estarán sujetos mediante anclajes metálicos como se observa en la figura 16.

**Figura 16. Detalle de viga-canal y anclaje de techo**





### 2.4.1.1 Selección de losa prefabricada

Los componentes del sistema de losa prefabricada se describen a continuación:

**Viguetas:** Compuestas por un joist y una pastilla de concreto. Para las pastillas existen 3 diferentes medidas; las cuales son 5 x 12 cm., 6 x 16 cm. & 10 x 16 cm., y cuya nomenclatura esta representada por JJ & J para las 2 últimas.

**Joist:** El tipo de joist que utiliza una vigueta varia en cuanto a la resistencia del acero y la forma del mismo, es construido con acero de alta resistencia, que garantiza una efectiva resistencia de fluencia de 3,500 kg/cm<sup>2</sup>. en las varillas dentro de la pastilla y de 2,800 kg/cm<sup>2</sup> en las varillas superiores y de la diagonal.

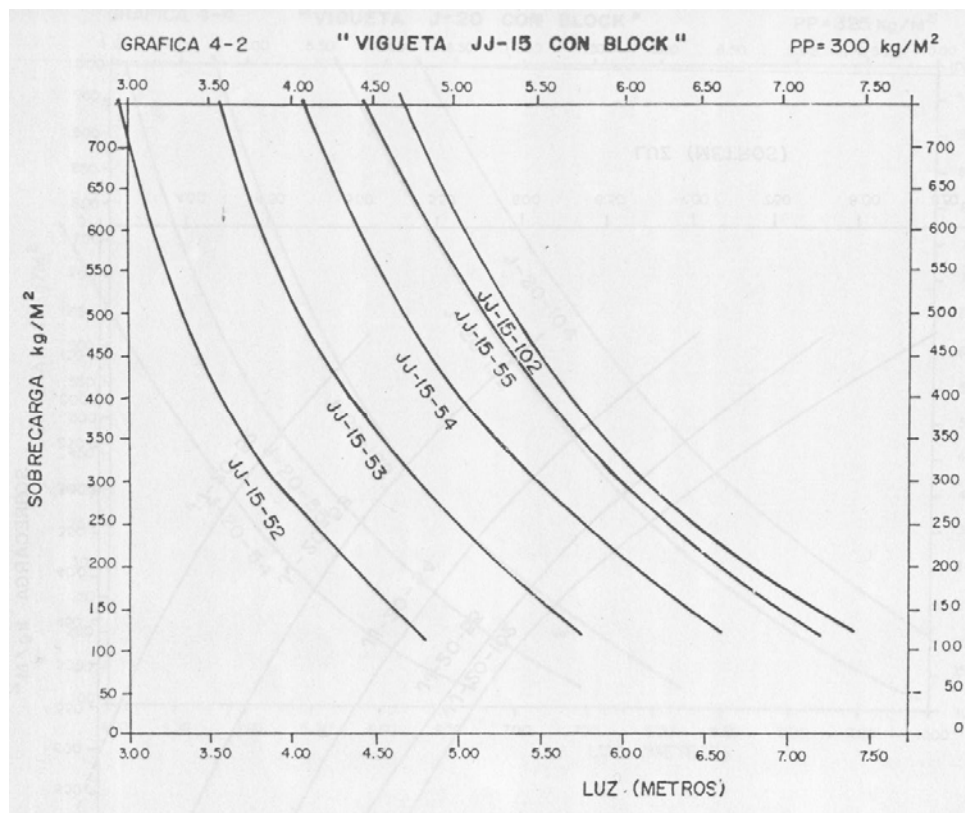
**Bovedillas:** Son fabricadas con material de piedra pómez y de concreto. Las dimensiones varían en largo y peralte; frecuentemente se encuentran bovedillas de 48 cm., 50 cm., 55 cm., 64 cm., de largo por 10 cm., 15 cm., y 20 cm., de peralte. En cuanto a su profundidad todas las bovedillas miden 25 cm.

**Criterios de diseño:** Para seleccionar adecuadamente los elementos que se van a utilizar existen tablas y gráficas, que dependen básicamente de los materiales a emplear, las cuales están estandarizadas en base al diseño de elementos típicos que consideran la carga última.

Ejemplo: se desea construir el techo inaccesible (100 kg/m<sup>2</sup>), que tiene 5.45 m, de luz libre, entonces se procede a encontrar el tipo de vigueta y bovedilla a utilizar.

Solución: El sistema a utilizar será el de vigueta JJ y bovedilla de 15 cm., de peralte, lo único que nos hace falta es el acero de refuerzo por flexión, el cual lo determinamos utilizando la grafica de la siguiente manera: con la intersección de la luz y la sobre carga encontramos un punto, que debe estar debajo de la curva del sistema a utilizar, para este caso el punto se encuentra abajo de la curva JJ-15-53. JJ significa vigueta de 6 cm., x 16 cm., el siguiente 15 es el peralte en cm., de la bovedilla, y el 53 corresponde a 3 varillas (el último dígito es el número de varillas) de Ø 6.2 mm., para la flexión.

**Figura 17. Gráfica para seleccionar elementos de losa prefabricada**



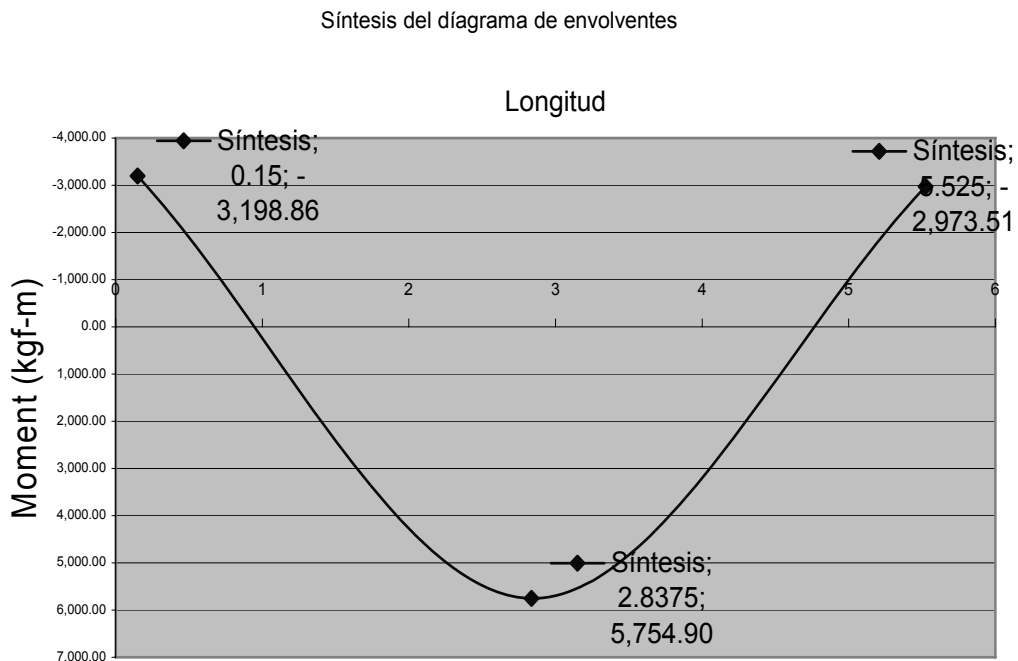
Utilizando el sistema JJ-15-53 para el techo de 5.45 m., de luz libre, este será capaz de soportar una sobrecarga máxima de 175 kg/m<sup>2</sup> (este valor lo leemos directamente de la gráfica), lo cual es mayor que la carga actuante de 100 kg/m<sup>2</sup>.

## 2.4.2 Diseño de vigas

### 2.4.2.1 Diseño por flexión

La siguiente gráfica muestra la síntesis de los momentos máximos negativos y el positivo de la envolvente de momentos, los cuales serán operados en la ecuación para determinar el área de acero requerida.

**Figura 18. Diagrama de momentos en la viga**



Datos de la viga:

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

$$d = 35 \text{ cm}$$

$$fy = 2812 \text{ kg/cm}^2$$

$$r = 3.81 \text{ cm} = 1.5''$$

$$b = 22 \text{ cm}$$

$$d = 31.19 \text{ cm}$$

- Área de acero de la viga por flexión

Cálculo del área de acero mínima:

$$A_s \min = \frac{14.1 * b * d}{f_y} = \frac{14.1 * 22 * 31.19}{2812} = 3.44 \text{ cms}^2$$

Cálculo del área de acero requerida mediante la siguiente ecuación:

$$A_s = \left( b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{Mu * b}{0.003825 * f'c}} \right) * 0.85 * \frac{f'c}{f_y}; \quad Mu = gk - m$$

Sustituyendo los valores de momento del diagrama de momentos, en la ecuación anterior tenemos los siguientes resultados:

$$A_s(-) = 4.21 \text{ cm}^2$$

$$A_s(+) = 7.82 \text{ cm}^2$$

$$A_s(-) = 3.90 \text{ cm}^2$$

Cálculo del área de acero máxima:

$$A_s \max = 0.5 * \rho b * b * d$$

$$\rho b = 0.85 * \phi * \frac{f'c}{f_y} * \left( \frac{6090}{f_y + 6090} \right); \text{ Donde } \phi = 0.90, \text{ en flexión}$$

$$\rho b = 0.85 * 0.85 * \frac{281}{2812} * \left( \frac{6090}{2812 + 6090} \right) = 0.05$$

$$A_s \max = 0.5 \rho b * b * d = 0.5 * 0.05 * 22 * 31.19 = 17.15 \text{ cm}^2$$

- Armado de la viga: como el área de acero requerida es menor que el área máxima se procederá al armado de la viga de la siguiente forma:

Cama superior

$$A_{s \text{ min}} = 3.44 \text{ cm}^2$$

$$2 \text{ va No.5} = 3.96 \text{ cm}^2 = 2 \text{ corridos}; \quad \text{se toma de los dos, el dato mayor}$$

$$33\% \text{ de } A_{s(-)} = 1.85 \text{ cm}^2$$

$$A_{\text{asfalta}} = 4.21 - 3.96 = 0.25 \text{ cm}^2 = 1 \text{ va No.5} = 1.98 \text{ cm}^2 = \text{bastones}$$

Cama inferior

$$A_{s \text{ mi}} = 3.44 \text{ cm}^2$$

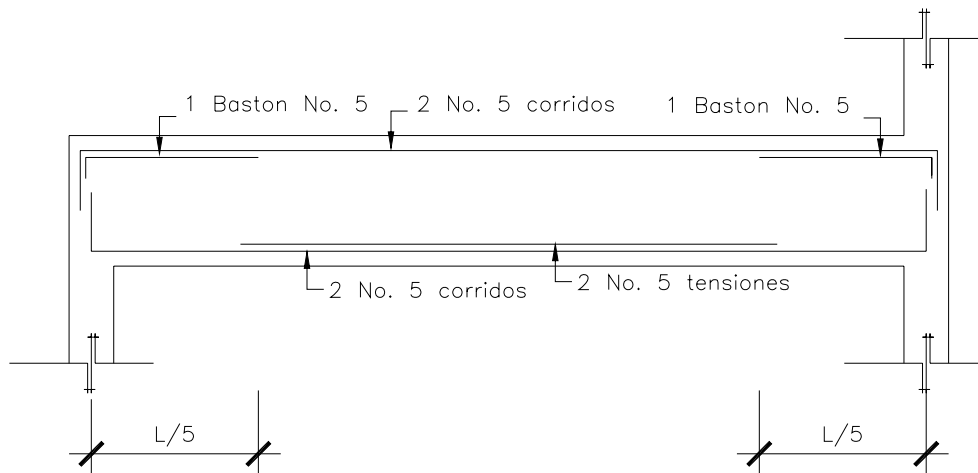
$$2 \text{ va No.5} = 3.96 \text{ cm}^2 = 2 \text{ corridos}; \quad \text{se toma de los tres, el dato mayor}$$

$$50\% \text{ de } A_{s(-)} = 2.10 \text{ cm}^2$$

$$50\% \text{ de } A_{s(+)} = 3.91 \text{ cm}^2$$

$$A_{\text{asfalta}} = 7.82 - 3.96 = 3.86 \text{ cm}^2 = 2 \text{ va No.5} = 3.96 \text{ cm}^2 = \text{tensiones}$$

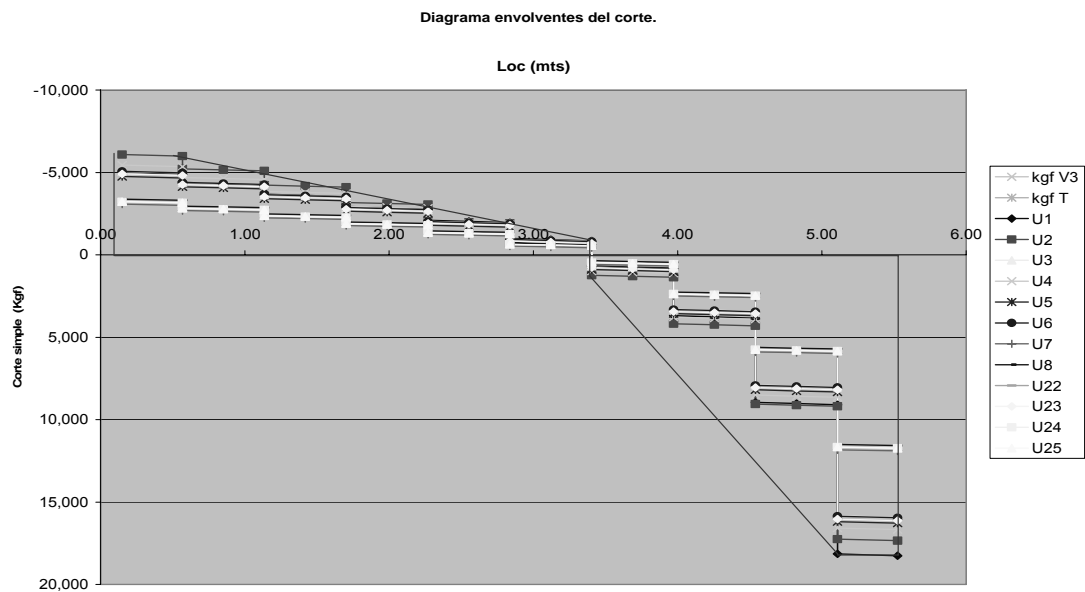
**Figura 19. Elevación del armado longitudinal**



### 2.4.2.2 Diseño a corte

La siguiente gráfica muestra la envolvente del cortante máximo negativo y positivo, y será analizada para determinar el espaciamiento requerido del acero transversal.

**Figura 20. Cortante actuante en viga**



Datos de la viga:

$$f'c = 281\_kg/cm^2$$

$$d = 35\_cm$$

$$fy = 2812\_kg/cm^2$$

$$r = 3.81\_cm = 1.5''$$

$$b = 22\_cm$$

$$d = 31.19\_cm$$

- Cálculo del cortante que resiste el concreto

$$Vc = \phi * 0.53 * \sqrt{f'c} * b * d = 0.85 * 0.53 * \sqrt{281} * 22 * 31.19 = 5,181.86kg$$

Donde el cortante es resistido por el concreto, se colocará un espaciamiento de

$$S_{\max} = \frac{d}{2} = \frac{31.19}{2} = 15.6\text{cm} \quad S_{\max} = 15\text{cm}$$

Según especificaciones del ACI el área mínima de refuerzo para cortante debe ser:

$$A_v = 3.5 * b * \frac{S}{f_y} = 3.5 * 22 * \frac{15}{2812} = 0.41\text{cms}^2$$

Como el cortante actuante del lado derecho de nuestro diagrama es de 17,341.6kg, se procederá a calcular el espaciamiento requerido de la siguiente manera:

$$S_{req} = A_v * \frac{f_y}{(v_a - v_c) * b}$$

$$\text{Donde } v_a = \frac{V_a}{b * d} = \frac{17,341.6}{22 * 31.19} = 25.27 \text{ _ kg / cm}^2$$

$$\text{y } v_c = 0.85 * 0.53 * \sqrt{f'_c} = 0.85 * 0.53 * \sqrt{281} = 7.55 \text{ _ kg / cm}^2$$

$$S_{req} = 2 * 0.71 * \frac{2812}{(25.27 - 7.55) * 22} = 10 \text{ _ cms}$$

En la figura 21 se muestra el armado transversal de la viga.

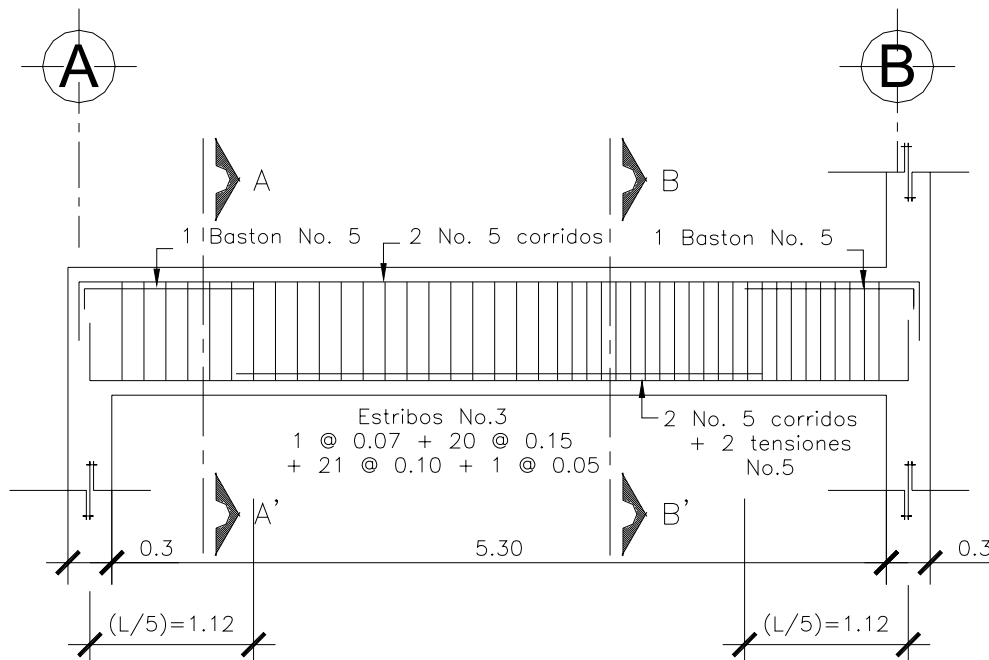
### 2.4.2.3 Diseño de tensor

Los tensores se instalan para absorber las reacciones horizontales que transmite el techo a la subestructura. Son fabricados con varillas de acero corrugado protegidos con pintura anticorrosiva. El diseño del tensor lo proporciona la empresa fabricante.

Se fabrican típicamente en cuatro distintos diámetros:

- a) de 1/2 pulgada.
- b) de 5/8 de pulgada.
- c) de 3/4 de pulgada.
- d) de 7/8 de pulgada.

**Figura 21. Armado final de la viga**

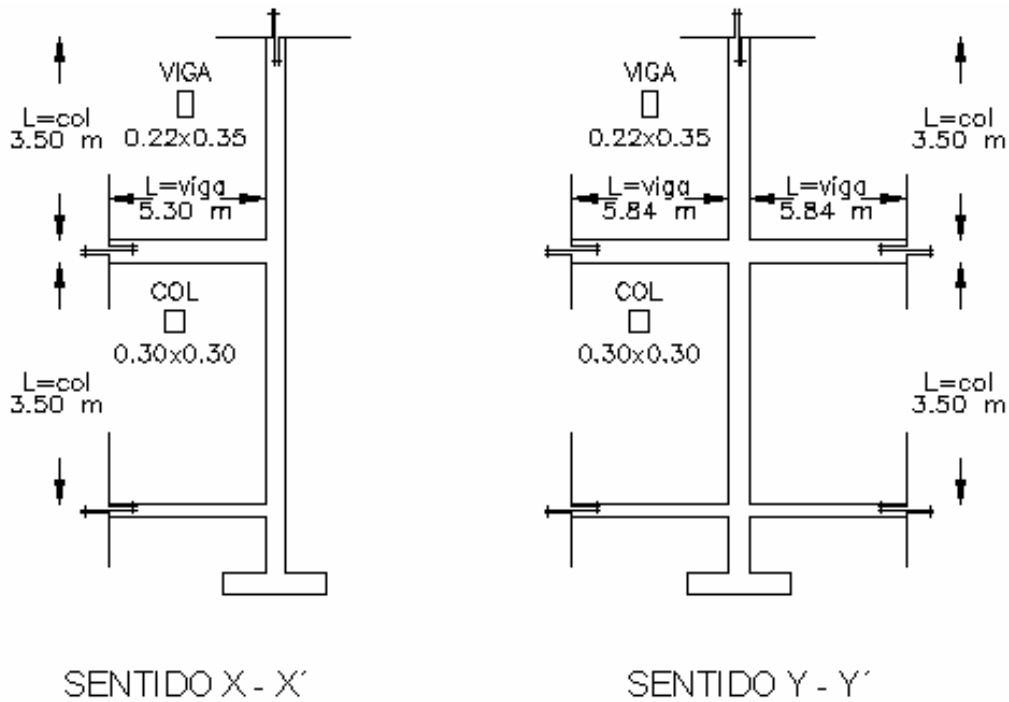




### 2.4.3 Diseño de columnas

En la figura 20 se muestra el elemento de concreto reforzado no arriostrado en ambos sentidos, por lo que se realizará el diseño de la columna con carga axial y momento biaxial.

**Figura 22. Representación de elementos que llegan al nudo analizado**



Los datos del análisis estructural son los siguientes:

$$P = 18.20 \text{ _ton} \quad M_x = 5.07 \text{ _ton - m} \quad M_y = 5.06 \text{ _ton - m}$$

$$f'c = 281 \text{ _kg / cm}^2 \quad fy = 2812 \text{ _kg / cm}^2 \quad b = h = 30 \text{ _cm}$$

$$r = 3.81 \text{ _mc} = 1.5'' \quad d = 26.19 \text{ _cm} \quad Lu = 3.50 \text{ _m}$$

- Cálculo de los magnificadores de momentos  $\delta x$  y  $\delta y$

**En el sentido X – X', tenemos:**

$$\text{Para columnas; } I_{col} = \frac{1}{12}bh^3 = \frac{1}{12} * 30 * 30^3 = 67,500 \text{ cm}^4$$

$$\text{Para vigas; } I_{viga} = \frac{1}{12}bh^3 = \frac{1}{12} * 22 * 35^3 = 78,604 \text{ cm}^4$$

$$K_{col} = \frac{I_{col}}{L_{col}} = \frac{67,500}{350} = 192.86 \text{ cm}^3$$

$$K_{viga} = \frac{I_{viga}}{L_{viga}} = \frac{78,604}{530} = 148.31 \text{ cm}^3$$

$$\psi_A = \frac{\sum K \text{ columnas}}{\sum K \text{ vigas}} = \frac{2 * 192.86}{148.31} = 2.60$$

$$\psi_B = 0.00 \text{ (por el empotramiento en la base)}$$

$$\psi_P = \frac{(\psi_A + \psi_B)}{2} = \frac{(2.60 + 0)}{2} = 1.30$$

Como es un marco no contraventado contra el desplazamiento lateral el índice de rigidez K es:

$$K = \frac{20 - \psi_P}{20} * \sqrt{1 + \psi_P} = \frac{20 - 1.30}{20} * \sqrt{1 + 1.30} = 1.42$$

- Comprobación de columna esbelta

$$r = 0.30h = 0.30 * 30 = 9$$

$$\frac{K * Lu}{r} > 22 \Rightarrow \frac{1.42 * 350}{9} = 55 > 22; \text{ (la columna es esbelta y se debe magnificar)}$$

- Cálculo de la carga crítica de la columna

$$E_c = 15100 * \sqrt{f'c} = 15100 * \sqrt{281} = 253,122 \text{ _kg / cm}^2$$

$$EI = 0.40 \frac{E_c * I_g}{(1 + \beta_d)}, \text{ siendo } \beta_d = 0.00 \text{ según ACI C10 y C10.12.3}$$

$$EI = 0.40 * \frac{253,122 * 67,500}{1 + 0.00} = 6.83 * 10^9 \text{ _kg / cm}^2$$

$$P_c = \frac{\pi^2 * EI}{(K * Lu)^2} = \frac{\pi^2 * 6.83 * 10^9}{(1.42 * 350)^2} = 272,902.60 \text{ _kg} \cong 272.90 \text{ _ton}$$

- Cálculo del factor de amplificación de momento

$C_m = 1$  para marcos no arriostrados

$$\delta_x = \frac{C_m}{1 - \frac{P_u}{0.75 P_c}} = \frac{1}{1 - \frac{18.20}{0.75 * 272.90}} = 1.10$$

Por último, el momento de diseño amplificado  $M\delta_x$  es:

$$M * \delta_x = 1.10 * 5.07 = 5.58 \text{ _ton - m}$$

**En el sentido Y – Y', tenemos:**

$$K_{col} = \frac{I_{col}}{L_{col}} = \frac{67,500}{350} = 192.86 \text{ _cm}^3$$

$$K_{vig} = \frac{I_{vig}}{L_{vig}} = \frac{78,604}{584} = 134.60 \text{ _cm}^3$$

$$\psi_A = \frac{\sum K \text{ columnas}}{\sum K \text{ vigas}} = \frac{2 * 192.86}{2 * 134.60} = 1.43$$

$\psi_B = 0.00$  (por el empotramiento en la base)

$$\psi_P = \frac{(\psi_A + \psi_B)}{2} = \frac{(1.43 + 0)}{2} = 0.72$$

$$K = \frac{20 - \psi_P}{20} * \sqrt{1 + \psi_P} = \frac{20 - 0.72}{20} * \sqrt{1 + 0.72} = 1.26$$

- Comprobación de columna esbelta

$$r = 0.30h = 0.30 * 30 = 9$$

$$\frac{K * Lu}{r} > 22 \Rightarrow \frac{1.26 * 350}{9} = 49 > 22; \quad (\text{la columna es esbelta y se debe magnificar})$$

- Cálculo de la carga crítica de la columna

$$P_c = \frac{\pi^2 * EI}{(K * Lu)^2} = \frac{\pi^2 * 6.83 * 10^9}{(1.26 * 350)^2} = 346,611.74 \text{ _kg} \cong 346.61 \text{ _ton}$$

- Cálculo del factor de amplificación de momento

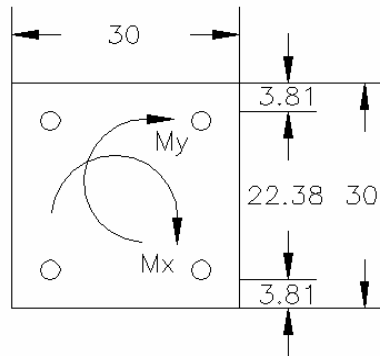
$$\delta_x = \frac{C_m}{1 - \frac{P_u}{0.75 P_c}} = \frac{1}{1 - \frac{18.20}{0.75 * 346.61}} = 1.08$$

Por último, el momento de diseño amplificado  $M \delta_x$  es:

$$M * \delta_y = 1.08 * 5.06 = 5.46 \text{ _ton - m}$$

- Cálculo del acero longitudinal

**Figura 23. Detalle del acero longitudinal en la columna**



Parámetros independientes

$$e_x = \frac{Mux}{Pu} = \frac{5.58}{18.20} = 0.30\_m$$

$$\left(\frac{e}{h}\right)_x = \frac{0.30}{0.30} = 1.00$$

$$e_y = \frac{Muy}{Pu} = \frac{5.46}{18.20} = 0.30\_m$$

$$\left(\frac{e}{h}\right)_y = \frac{0.30}{0.30} = 1.00$$

$$\gamma_x = \gamma_y = \frac{(Ln)}{h} = \frac{(h - 2 * r)}{h} = \frac{30 - 7.62}{30} = 0.75$$

Se tiene que promediar entre  $\gamma_x = 0.70$  y  $\gamma_x = 0.80$  de los gráficos del anexo.

La carga de falla será:

$$P'ua = \frac{Pu}{\phi} = \frac{18.20}{0.70} = 26.00\_ton$$

Asumiendo un área inicial de acero

$$As(min) = 0.01 * Ag = 0.01 * 30 * 30 = 9.00\_cm^2$$

$$\text{Propondremos } Ast = 4 \text{ varillas } \# 6 = (4 * 2.85) = 11.40\_cm^2$$

Cálculo de  $\rho_t \mu$ , y lectura de  $k'_x$  &  $k'_y$

$$\rho_t \mu = \left( \frac{A_{st}}{A_g} \right) * \left( \frac{f_y}{0.85 * f'_c} \right) = \left( \frac{11.40}{900} \right) * \left( \frac{2812}{0.85 * 281} \right) = 0.15$$

$$k'_x = k'_y = 0.10$$

Cálculo de las tres cargas  $P'_{ox}$ ,  $P'_{oy}$  &  $P'_o$

$$P'_{ox} = P'_{oy} = K' * f'_c * A_g = 0.10 * 281 * 900 = 25,290 \text{ _kg} \cong 25.29 \text{ _ton}$$

$$P'_o = (0.85 * f'_c * A_g) + (A_{st} * f_y) = (0.85 * 281 * 900) + (11.40 * 2812)$$

$$P'_o = 247,021.8 \text{ _kg} \cong 247.02 \text{ _ton}$$

Cálculo de  $P'_u$  con la ecuación de Bresler

$$P'_u = \frac{1}{\frac{1}{P'_{ox}} + \frac{1}{P'_{oy}} - \frac{1}{P'_o}} = \frac{1}{\frac{1}{25.29} + \frac{1}{25.29} - \frac{1}{247.02}} = 13.33 \text{ _ton} \langle P'_{ua} = 26.00 \text{ _ton}$$

La carga de falla que resiste ( $P'_u$ ) es menor que la carga de falla actuando ( $P'_{ua}$ ), entonces debemos incrementar el área de acero.

Entonces, se propondrá  $A_{st} = 6$  varillas # 8 =  $(6 * 5.067) = 30.40 \text{ _cm}^2$

$$\rho_t \mu = \left( \frac{A_{st}}{A_g} \right) * \left( \frac{f_y}{0.85 * f'_c} \right) = \left( \frac{30.40}{900} \right) * \left( \frac{2812}{0.85 * 281} \right) = 0.40$$

$$k'_x = k'_y = 0.21$$

$$P'_{ox} = P'_{oy} = K' * f'_c * A_g = 0.21 * 281 * 900 = 53,109 \text{ _kg} \cong 53.11 \text{ _ton}$$

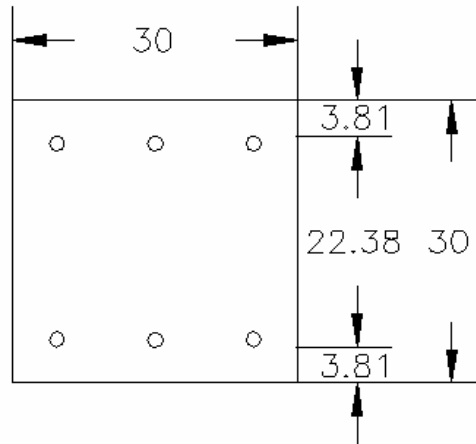
$$P'_o = (0.85 * f'_c * A_g) + (A_{st} * f_y) = (0.85 * 281 * 900) + (30.40 * 2812)$$

$$P'_o = 300,449.8 \text{ _kg} \cong 300.50 \text{ _ton}$$

$$P'_u = \frac{1}{\frac{1}{P'_{ox}} + \frac{1}{P'_{oy}} - \frac{1}{P'_o}} = \frac{1}{\frac{1}{53.11} + \frac{1}{53.11} - \frac{1}{300.50}} = 29.13 \text{ _ton} \rangle P'_{ua} = 26.00 \text{ _ton}$$

Por lo que el armado de 6 # 8 es correcto y se muestra en la siguiente figura.

**Figura 24. Propuesta de armado longitudinal de la columna**

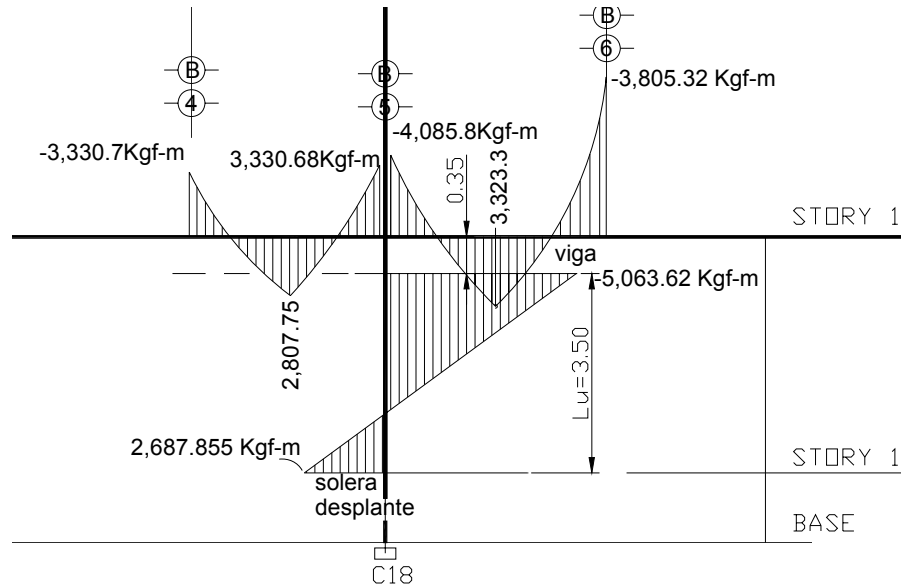


#### 2.4.2.1 Diseño de estribos

Es necesario que las columnas además de resistir flexo compresión, tengan la suficiente ductilidad a través de un refuerzo cuyo objeto es absorber parte de la energía que se genera en un sismo y se evite un colapso, este refuerzo consistirá en estribos cerca de las uniones viga – columna y en superficie de suelo – columna.

El procedimiento para realizar el refuerzo por corte se requiere de la determinación del diagrama de corte o valores de corte actuante.

Figura 25. Diagrama de momentos sobre el eje y-y'



$$V_u = \frac{M_1 + M_2}{L}; \text{ donde } V_u = \text{cortante en la columna}$$

$$V_u = \frac{5,063.62 + 2,687.85}{3.50} = 2,214.71 \text{ Kg};$$

Al obtener el valor del esfuerzo cortante actuante, se compara con el valor del esfuerzo cortante que resiste la sección de concreto para determinar la siguiente opción de diseño:

$$V_R = 0.55\phi\sqrt{f'c}bwd = 0.55 * 0.85 * \sqrt{281} * 22.38 * 26.19 = 4,593.36 \text{ Kg};$$

Debido a que el corte actuante es menor que el cortante que resiste la sección de concreto se colocaran los estribos a  $S = \frac{d}{2} = \frac{26.19}{2} = 13.00 \text{ cms}$

Y para determinar la longitud de confinamiento (Lo), se toma el mayor de los siguientes valores



$$L_o \geq \text{ladomayor}_{Hcol}; = 30.00 \text{ _cms}$$

$$L_o = \frac{Lu}{6} = \frac{350}{6} = 58.30 \text{ _cms}$$

$$L_o = 45 \text{ _cms}$$

Para propósitos de construcción se tomara  $L_o = 60 \text{ _cms}$

Entonces para el cálculo de la separación  $S_o$ , entre estribos se debe considerar lo siguiente:

$$\rho_s = 0.45 * \left( \frac{Ag}{Ahc} - 1 \right) * \frac{f'_c}{f_y} = 0.45 * \left( \frac{30^2}{22.38^2} - 1 \right) * \frac{281}{2812} = 0.0358$$

Estribos de varilla # 3;  $A_v = 0.71 \text{ _cm}^2$

$$S_o = \frac{2 * A_v}{Ln * \rho_s} = \frac{2 * 0.71}{22.38 * 0.0358} = 1.77 \text{ _cm} < 3.00 \text{ _cm}$$

Como el espaciamiento es menor que 3 cms., se debe resolver el problema mediante la siguiente alternativa:

Utilizar un eslabón junto con el estribo en la parte confinada  $L_o$ .

$$S_o = \frac{2 * A_v}{Ln * \rho_s} = \frac{2 * 0.71}{\left( \frac{22.38}{2} \right) * 0.0358} = 3.54 \text{ _cm} > 3.00 \text{ _cm}$$

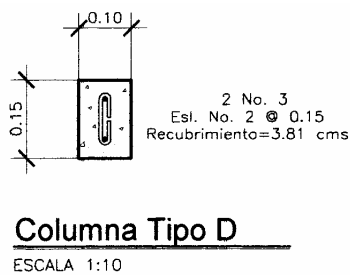
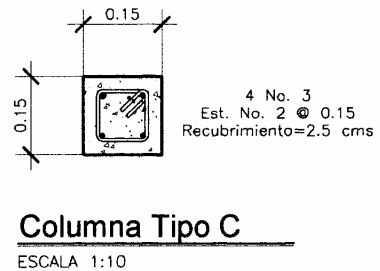
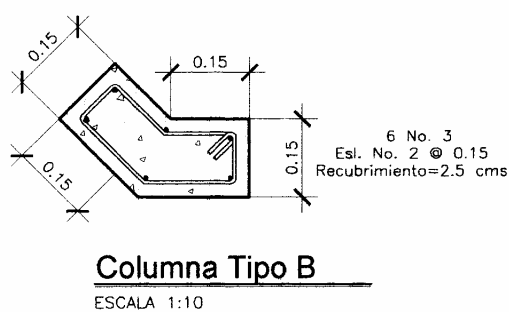
Entonces se usará un estribo # 3 + un eslabón # 3 @ 3.00 cms.

En el plano de cimentaciones se puede observar el armado final de la columna.

## 2.4.4 Diseño de muro de carga

Los muros son de mucha importancia debido a la función estructural que desempeñan. En el apéndice, se puede observar el plano de cimentación y columnas, en el cual se encuentra la distribución de columnas que ayudan a sostener los muros, donde se pueden reconocer tres tipos de columnas (B, C y D) siendo que la separación entre columnas tipo C y tipo D no exceden de 3.00 mts.

**Figura 26. Detalles estructurales del plano de cimentación**



### 2.4.4.1 Diseño de escaleras

Relaciones que nos pueden garantizar la comodidad de una escalera.

$$c \leq 20 \text{ cms.}$$

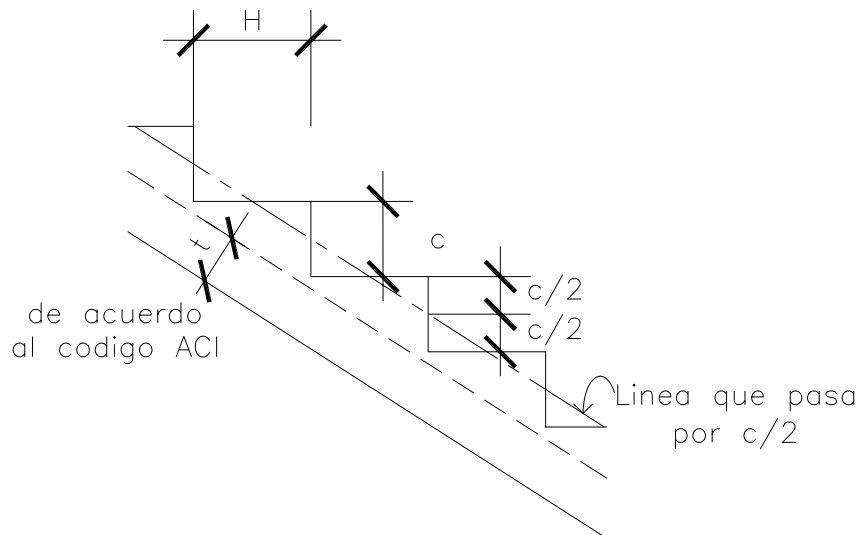
$$H > c$$

$$2c + H \leq 64 \text{ cms. (valor cercano)}$$

$$c + H = 45 - 48 \text{ cms.}$$

$$c \times H = 480 - 500 \text{ cm}^2.$$

**Figura 27. Elementos de una escalera**



$$CV = 500 \text{ kg/m}^2 \quad Wc = 2.40 \text{ ton/m}^3 \quad f'c = 281 \text{ kg/cm}^2 \quad fy = 2812 \text{ kg/cm}^2$$

$$Es = 2.03 \cdot 10^6 \text{ kg/cm}^2$$

Determinando el número de escalones mínimos

$$No.escalones = \frac{3.69}{0.185} = 19.94 \cong 20 \text{ _escalones ;}$$

Por lo tanto, se construirán 10 escalones en subida para llegar al descanso.

$$No.huellas = No.escalones - 1 = 10 - 1 = 9 \text{ _huellas}$$

$$H = \frac{S}{No.huellas} = \frac{2.61}{9} = 0.29 \text{ _mts}$$

Luego se chequean las relaciones de comodidad descritas anteriormente

- |   |            |
|---|------------|
| $C = 18.5 \leq 20$ cms;                                 | ok         |
| $H = 29 > c = 18.5$ cms;                                | ok         |
| $2C + H = 2(18.5) + 29 = 66$ cms $\leq 64$ cms;         | no chequea |
| $C + H = 18.5 + 29 = 47.5$ cms;                         | ok         |
| $C \times H = 18.5 \times 29 = 536.5$ cm <sup>2</sup> ; | no chequea |

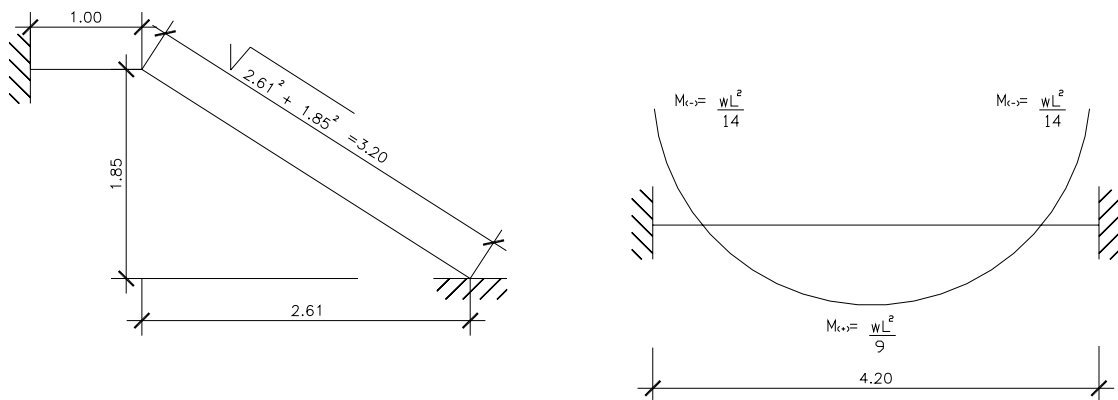
Diseño de la losa unidireccional:

Encontrando el espesor "t" usando la relación  $m = \frac{a(\text{lado} - \text{corto})}{b(\text{lado} - \text{largo})} = \frac{2.00}{4.20} = 0.476$

$$t = \frac{L}{24} = \frac{4.20}{24} = 0.175; \text{ por la condición de continuidad en un sentido}$$

Entonces se asumirá un espesor "t" = 15 cms.

**Figura 28. Modelo matemático para una escalera**



Integración de cargas:

Carga muerta

$$\text{Peso propio de la escalera} = Wc \cdot (t + c/2) = 2400 \cdot (0.15 + \frac{0.185}{2}) = 582 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Peso de los acabados} = \text{repello \& cernido} + \text{piso cerámico} = \frac{100 \text{ kg/m}^2}{682 \text{ kg/m}^2}$$

Carga viva

Escaleras para locales públicos =  $500 \text{ kg/m}^2$

Carga última =  $1.2 * (682) + 1.6 * (500) = 1,618.40 \text{ kg/m}^2$ .

Considerando una franja de 1 mt., tenemos una carga última de 1,618.40 kg/m.

Cálculo de momentos.

$$M_{(-)} = \frac{Wu * L^2}{14} = \frac{1,618.40 * 4.2^2}{14} = 2,039.20 \text{ kg-m}$$

$$M_{(+)} = \frac{Wu * L^2}{9} = \frac{1,618.40 * 4.2^2}{9} = 3,172.10 \text{ kg-m}$$

Cálculo del área de acero

$$b = 100 \text{ cm} \quad f'c = 281 \text{ kg/cm}^2$$

$$d = 12 \text{ cm} \quad fy = 2812 \text{ kg/cm}^2$$

$$M_{(-)} = 2,039.20 \text{ kg-m} \quad As_{(-)} = 7.05 \text{ cm}^2 \quad \text{No.4 @ 0.18 m}$$

$$M_{(+)} = 3,172.10 \text{ kg-m} \quad As_{(+)} = 11.29 \text{ cm}^2 \quad \text{No.4 @ 0.11 m}$$

Límites para el acero

$$As_{\min} = \frac{14.1 * b * d}{fy} = \frac{14.1 * 100 * 12}{2812} = 6.02 \text{ cm}^2$$

$$As_{\max} = 0.5 * \rho_b * b * d; \quad \rho_b = 0.85 * \beta_1 * \frac{0.003}{\left(\frac{fy}{Es}\right) + 0.003} * \frac{f'c}{fy}$$

$$\rho b = 0.85^2 * \frac{0.003}{\left(\frac{2810}{2.06 * 10^6}\right) + 0.003} * \frac{210}{2810} = 0.0369469$$

$$A_{s_{max}} = 0.5 * 0.0369469 * 100 * 12 = 22.17 \text{ cm}^2$$

Acero por temperatura

$$A_{s_{temp}} = 0.002 * b * t = 0.002 * 100 * 15 = 3.00 \text{ cm}^2$$

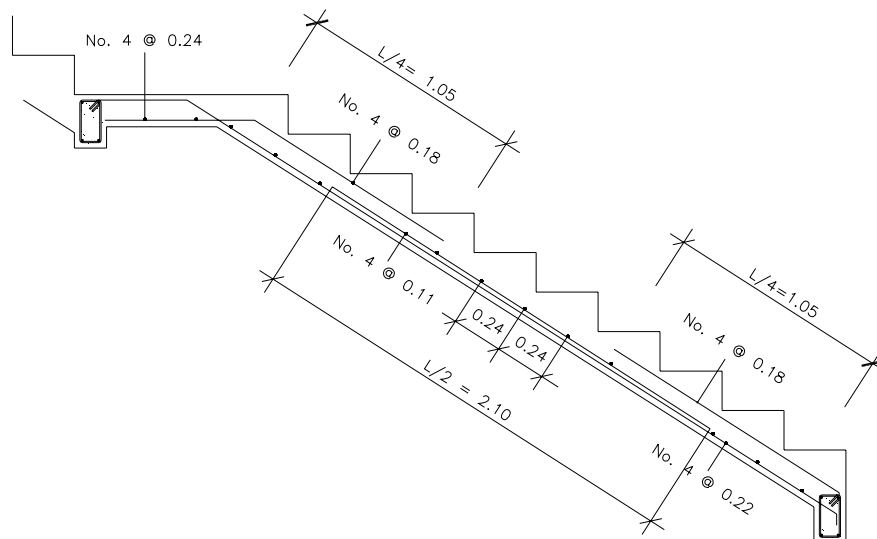
Espaciamiento

$$S_{req} = \frac{A_v * 100}{A_{s_{temp}}} = \frac{0.71 * 100}{3.00} = 24.00 \text{ cm}$$

El acero por temperatura debe colocarse en otro sentido, tomando en consideración lo siguiente:

- Se debe alternar cuando exista cama doble de refuerzo principal.

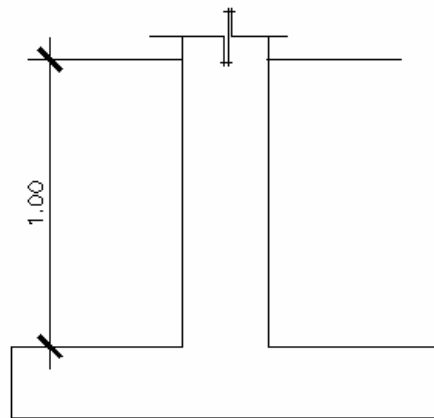
**Figura 29. Detalle del armado estructural de la escalera**



### 2.4.5 Diseño de cimientos

Los cimientos son elementos estructurales, cuyo destino es recibir las cargas propias y las aplicadas exteriormente a una estructura; para finalmente transmitir las reacciones de las cargas al suelo. El diseño de este tipo de zapata es aislada y concéntrica; los resultados obtenidos por el análisis estructural se presentan a continuación:

**Figura 30. Detalle de la zapata en estudio**



$$Pu = 18.20\_ton$$

$$Mx = 2.71\_ton - m$$

$$My = 2.69\_ton - m$$

$$f'c = 281\_kg / cm^2$$

$$fy = 2812\_kg / cm^2$$

$$Vs = 21\_ton / m^2$$

$$\gamma_s = 1.45\_ton / m^3$$

$$\gamma_c = 2.40\_ton / m^3$$

$$Fcu = 1.50$$

$$Columna = 30x30\_cm$$

- Diseño del área de la zapata

Para estimar el área de la zapata, se utilizan las cargas de servicio, si en lugar de estas, se obtienen las cargas factorizadas, se deben dividir entre un factor de carga última determinado por.

$$FCU = \frac{1.4CM + 1.7CV}{CM + CV}$$

Donde:

$1 \leq \text{Factor} \leq 2$  (el factor estimado es de acuerdo a la experiencia)

Para calcular el área se utilizan las cargas de trabajo o servicio

$$P' = \frac{Pu}{Fcu} = \frac{18.20 \text{ ton}}{1.50} = 12.13 \text{ ton}$$

$$Mtx = \frac{Mx}{Fcu} = \frac{2.71 \text{ ton} \cdot \text{m}}{1.50} = 1.80 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$Mty = \frac{My}{Fcu} = \frac{2.69 \text{ ton} \cdot \text{m}}{1.50} = 1.79 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$Az = \frac{Fcu * P'}{Vs} = \frac{1.5 * 12.13 \text{ ton}}{21 \text{ ton/m}^2} = 0.87 \text{ m}^2$$

Como los momentos en ambos sentidos son de magnitud similar, entonces se propone una zapata cuadrada con las dimensiones siguientes:

$Az = 1.50 * 1.50 = 2.25 \text{ m}^2$ ; por la importancia de la obra se utilizará esta sección

- Chequeo de presión sobre el suelo

Para determinar la presión sobre el suelo se debe considerar: la carga de trabajo (P'), el peso del suelo del desplante (Ps), el peso de la columna (Pcol) y el peso del cimiento (Pcim) (zapata).



$$P' = 12.13 \text{ _ton}$$

$$P_s = (A_z - A_{col}) * \text{Desplante} * \gamma_s = (1.50^2 - 0.3^2) * 1.00 * 1.45 = 3.13 \text{ _ton}$$

$$P_{col} = A_{col} * H * \gamma_c = 0.3^2 * 4.50 * 2.40 = 0.97 \text{ _ton}$$

$$P_{cim} = A_z * \text{tasumido} * \gamma_c = 1.50^2 * 0.25 * 2.40 = 1.35 \text{ _ton}$$

$$P = P' + P_s + P_{col} + P_{cim} = 12.13 + 3.13 + 0.97 + 1.35 = 17.58 \text{ _ton}$$

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

$$q = \frac{P}{A_z} \pm \frac{M_{tx}}{S_x} \pm \frac{M_{ty}}{S_y}; \text{ Donde } S = \left(\frac{1}{6}\right) * b * h^2; \text{ módulo de sección en el sentido}$$

indicado

$$q_{\max} = \frac{17.58}{1.50^2} + \left[ \frac{1.80 + 1.79}{\left(\frac{1}{6}\right) * 1.5^3} \right] = 14.20 \text{ _ton/m}^2$$

$$q_{\min} = \frac{18.45}{1.50^2} - \left[ \frac{1.80 + 1.79}{\left(\frac{1}{6}\right) * 1.5^3} \right] = 1.43 \text{ _ton/m}^2$$

Lo que indica que:

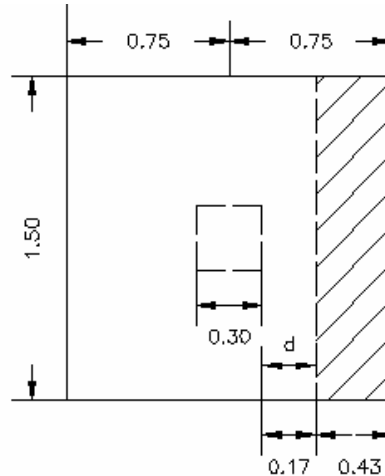
$q_{\max} < V_s$ ; por lo cual no excede el valor soporte del suelo, esto es correcto.

$q_{\min} > 0$ ; por lo que indica que no existen presiones de tensión.

Tomando en cuenta que la presión debajo de la zapata en un punto, es distinta a la localizada en cualquier otro, por motivos de diseño se trabajara con una presión constante debajo de la zapata, la cual puede ser un valor de presión última:

$$q_{dis\mu} = q_{\max} * F_{cu} = 14.20 * 1.50 = 21.30 \text{ _ton/m}^2; \text{ ver figura 26.}$$

**Figura 31. Corte simple en zapata**

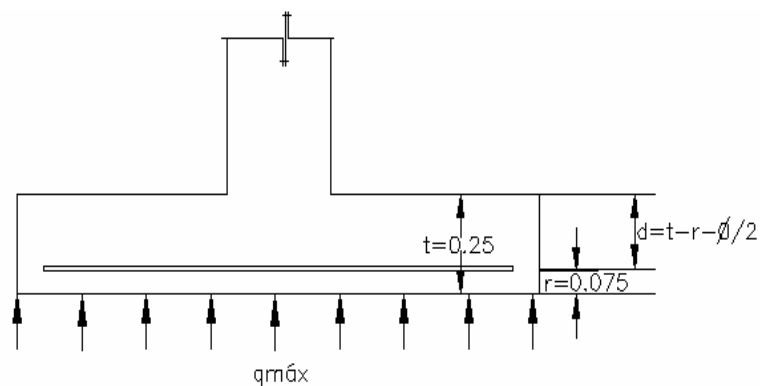


- Diseño de espesor de la zapata

Para determinar el espesor de la zapata, es necesario que resista tanto el corte simple o corte flexionante como el punzonamiento causado por la columna y las cargas actuantes.

$$d = t - \text{recubrimiento} - \frac{\phi}{2} = 25 - 7.5 - \frac{1.27}{2} = 16.87 \cong 17 \text{ cm}; \text{ donde } \phi = \frac{1}{2}''$$

**Figura 32. Presiones de diseño y espesor de la zapata**



Cálculo del corte actuante:

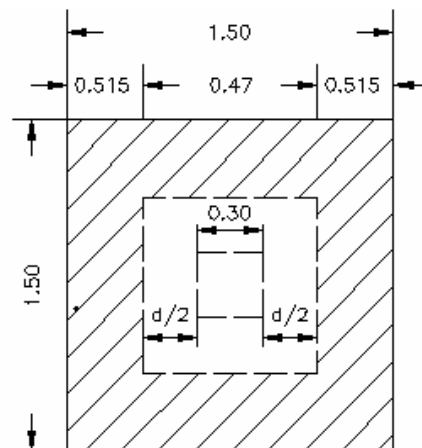
$$V_{act} = A_{ashurada} * q_{dis} \mu = (1.50 * 0.43) * 21.30 = 13.74 \text{ _ton}$$

Cálculo del corte simple resistente:

$$VR = \phi * 0.53 * \sqrt{f'c} * b * d = 0.85 * 0.53 * \sqrt{281} * 150 * 17 / 1000 = 19.26 \text{ _ton}$$

Entonces tenemos:  $VR > Va$ ; por lo tanto el espesor si chequea; ver figura 26.

**Figura 33. Área de corte punzonante**



Cálculo del corte punzonante actuante:

$$V_{act} = A_{ashurada} * q_{dis} \mu = (1.50^2 - 0.47^2) * 21.30 = 43.22 \text{ _ton}$$

Cálculo del corte punzonante resistente:

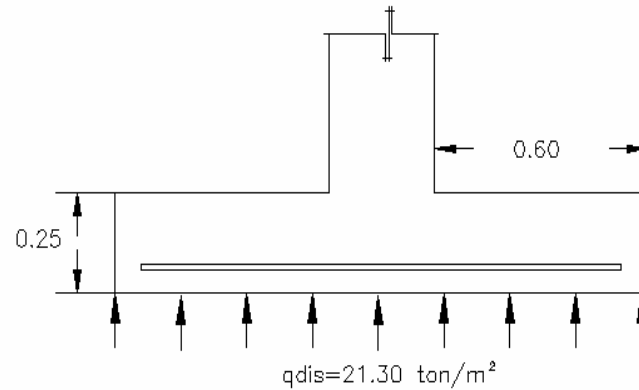
$$VR = \phi * 1.06 * \sqrt{f'c} * b_o * d / 1000 = 0.85 * 1.06 * \sqrt{281} * 188 * 17 / 1000 = 48.27 \text{ _ton}$$

$b_o$  = perímetro de sección crítica de punzonamiento

$$b_o = 4 * (30 + d) = 4 * (47 \text{ cm}) = 188 \text{ _cm}$$

Entonces tenemos:  $VR > Va$ ; si resiste el cortante por punzonamiento; ver figura 27.

**Figura 34. Presión máxima de diseño debajo de la zapata**



- Diseño del refuerzo por flexión

El momento último actuante será:

$$M_u = \frac{wl^2}{2} = \frac{q_{dis} \mu * l^2}{2} = \frac{21.30 * 0.60^2}{2} = 3.83 \text{ ton} - m / m$$

#### Cálculo del acero requerido

Teniendo los siguientes datos:

$$M_u = 3,830 \text{ kg} - m / m$$

$$b = 150 \text{ cm}$$

$$d = 17 \text{ cm}$$

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

$$f_y = 2812 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

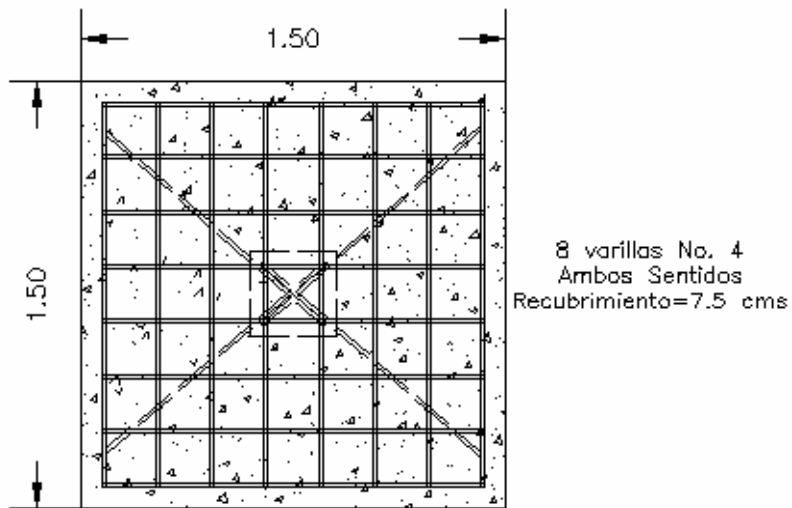
Se obtiene el valor del acero requerido  $A_s = 9.09 \text{ cm}^2$

Entonces se utilizará el acero requerido equivalente a 8 varillas No. 4

Cálculo del espaciamiento

$$S = A_v * \frac{(b - 2r)}{A_{req}} = 1.27 * \frac{(150 - 15)}{9.09} = 19.00 \text{ cm}$$

**Figura 35. Armado final de la zapata**



## **2.5 Instalaciones**

### **2.5.1 Agua potable**

El proyecto se proveerá de agua potable en cantidad y presión suficiente para satisfacer las necesidades y servicio de los usuarios de acuerdo a los siguientes requisitos mínimos:

- El servicio de agua potable será continuo durante las 24 horas del día.
- La dotación mínima aceptable es de 200 litros/persona/día.
- Son aceptables redes de distribución diseñados por circuitos cerrados.
- En puntos estratégicos de fácil acceso, deben instalarse válvulas de control, que permitan aislar tramos de tubería para operaciones de mantenimiento; sin que para esto sea necesario cortar el servicio de agua a todo el edificio.
- El tipo de tubería a utilizar será de cloruro polivinilo pvc de 1" de diámetro para ramales principales y pvc de ½" de diámetro para las conexiones a los artefactos sanitarios.
- Las tuberías deben colocarse lo más apartado posible de las de drenaje y nunca a nivel inferior que estas.
- En los puntos de cruce entre tubería de agua y drenaje, las primeras deben quedar por lo menos 20 cms., por encima protegidas con mortero o concreto en una longitud de 1 mt., a cada lado del cruce.
- Cuando la presión y el servicio de agua no sean suficientes, se instalaran sistemas que proporcionen un abastecimiento adecuado; siendo estos tanques o cisternas con equipos hidroneumáticos.

### 2.5.2 Drenajes

La función del sistema de drenaje en el edificio consistirá en eliminar con seguridad y rapidez los desechos sólidos de acuerdo a los siguientes requisitos mínimos:

- Deberá dotarse de un sistema separativo de drenajes, que garantice la correcta evacuación y disposición de las aguas negras y pluviales.
- El objetivo del drenaje sanitario es la evacuación de las aguas residuales provenientes de sanitarios, cocinas y otros, debiendo diseñarse de acuerdo a los requisitos siguientes:

**Tabla XII. Diámetros mínimos de tubería por accesorio sanitario**

ARTEFACTO	DIAMETRO MINIMO
Inodoro	4"
Lavamanos	1 ½"
Urinal	1 ½"
Pila	2"
Reposadera de piso	1 ½"

- Las tuberías enterradas deben tener una pendiente mínima de 2% y una máxima de 6%.
- El objetivo del drenaje pluvial es la evacuación de las aguas provenientes de la escorrentía producida por la precipitación pluvial, debiendo diseñarse el sistema de acuerdo a los requisitos siguientes:
- Las bajadas deben ubicarse si es posible en paredes que den al exterior de la edificación, protegidas con mortero, concreto u otro material.

- El área máxima para drenar con un bajante, según su diámetro es el siguiente:

**Tabla XIII. Área máxima a drenar con tubería para drenaje pluvial**

<b>DIAMETRO PLGS.</b>	<b>ÁREA MÁXIMA (M<sup>2</sup>)</b>
2	30
2 ½	60
3	100
4	210
6	625

Para intensidad de lluvia de 200 mm/hr

- Los diámetros requeridos para tuberías horizontales son aceptables de 4" en áreas exteriores y 6" para áreas interiores.



### **2.5.3 Electricidad**

Todo el edificio se dotará de instalaciones eléctricas que cubran las necesidades en cuanto a iluminación artificial y otros usos de la corriente. Las instalaciones deberán llevarse a cabo en base al Reglamento de la Empresa Eléctrica de Guatemala.

#### **LOCALIZACIÓN DE SALIDAS PARA ILUMINACIÓN**

En las áreas interiores se ubicarán en cualquier lugar considerado, con el fin de producir el efecto de iluminación que se desee.

#### **LOCALIZACIÓN DE INTERRUPTORES**

Serán colocados dentro del ambiente útil, del lado opuesto al que se habrán las puertas y lo mas cercano posible a ellas, a una altura recomendable de 1,20 mts. Los interruptores de luces exteriores se ubicarán en puntos funcionales dentro del edificio.

#### **CIRCUITOS**

Para las salidas de iluminación y tomacorrientes de uso general, excluyendo los correspondientes a estufas, calentadores, etc., deberá proveerse un circuito de 15 o 20 amperios por cada 12 unidades como máximo, debiendo estar distribuido el total de salidas en forma equitativa entre los circuitos que se instalen.

El calibre de los conductores esta de acuerdo al calculo respectivo, pero en ningún caso será menor que el No. 12 AWG, aceptándose el No. 14 únicamente para regreso de interruptores.

## LOCALIZACIÓN DE TOMACORRIENTES

En la siguiente tabla se especifica el número mínimo aceptable de tomacorrientes y las alturas recomendables de colocación.

**Tabla XIV. Colocación de tomacorrientes**

<b>AMBIENTES</b>	<b>No. MÍNIMO UNIDADES</b>	<b>H. RECOMENDABLE</b>
Vestíbulos en edificio	1 por cada 12 m <sup>2</sup>	0.30 m
Cocina	1 para mesa de trabajo	1.20 m
Bar y cafetería	1 para refrigerador	1.20 m
Vestidores	1 por cada 6 m de perímetro	0.30 m
Escenario	1 por cada 12 m <sup>2</sup>	0.30 m

Obligatorio deben ser unidades dobles

## CAJAS DE DISTRIBUCIÓN

Se colocarán en el cuarto de máquinas a una altura máxima de 1.75 mts., sobre el nivel de piso. También se colocarán con el número necesario de flipones de acuerdo a los circuitos de uso inmediato y tendrán capacidad para la instalación de por lo menos 2 más en el futuro.

## DUCTOS

El tipo de material a utilizar será de cloruro de polivinilo (pvc) de diámetro de 1", debido al número y calibre de los alambres que se conduzcan. Todas las uniones deberán ser impermeables y los ductos que se coloquen en las losas de concreto se instalarán sobre la cama de refuerzo, amarrados adecuadamente para evitar desplazamientos en el momento de la fundición.

## 2.6 Planos

Los planos elaborados para el salón son los siguientes: plano de arquitectura, plano de secciones y elevaciones generales, plano de cotas, plano de cimentación y columnas, plano de estructura de techo, plano de instalación de agua potable, plano de instalación de drenajes y electricidad; estos se encuentran en el apéndice para una mejor visualización.

## 2.7 Elaboración del presupuesto

El presupuesto es una valoración sobre lo que podría costar la construcción de la obra, para el presente proyecto se calcularon los costos directos que incluyen los materiales y mano de obra; los costos indirectos que incluyen la dirección y administración del mismo, y la sumatoria de ambos costos da como resultado los precios unitarios.

**Tabla XV. Presupuesto del proyecto**

No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	P.U.	TOTAL
<b>1. TRABAJOS PRELIMINARES</b>					
1.1	Retiro de estructura existente	m <sup>2</sup>	831.23	Q 15.00	Q 12,468.45
1.2	Demolición de muros existentes	m <sup>2</sup>	825.00	Q 55.50	Q 45,787.50
1.3	Trazo y estaqueado	ml	292.58	Q 17.55	Q 5,134.78
1.4	Rotulo de identificación	unidad	1.00	Q 3,900.00	Q 3,900.00
<b>SUBTOTAL</b>					<b>Q 67,290.73</b>
<b>2. CIMENTACIÓN</b>					
2.1	Zapata tipo 1 de 1.50x1.50x0.25	unidad	12.00	Q 2,983.67	Q 35,804.04
2.2	Zapata tipo 2 de 1.50x1.50x0.25	unidad	17.00	Q 3,507.99	Q 59,635.83

2.3	Cimiento corrido de 0.20x0.40	ml	215.00	Q 345.79	Q 74,344.85
2.4	Levantado de muro a solera hum.	m <sup>2</sup>	135.60	Q 165.68	Q 22,466.21
2.5	Solera de humedad de 0.15x0.20	ml	251	Q 206.48	Q 51826.48
<b>SUBTOTAL</b>					<b>Q 244,077.41</b>
<b>3. COLUMNAS</b>					
3.1	Columna tipo A de 0.30x0.30	ml	177.38	Q 1,069.87	Q 189,773.54
3.2	Columna tipo B de 0.30x0.15	ml	40.50	Q 471.91	Q 19,112.36
3.3	Columna tipo C de 0.15x0.15	ml	353.80	Q 204.14	Q 72,224.73
3.4	Columna tipo D de 0.15x0.10	ml	151.35	Q 206.48	Q 31,250.75
<b>SUBTOTAL</b>					<b>Q 312,361.38</b>
<b>4. MUROS Y SOLERAS</b>					
4.1	Levantado de muros de block	m <sup>2</sup>	1,232.14	Q 165.68	Q 204,140.96
4.2	Solera intermedia 1 de 0.15x0.20	ml	251.00	Q 206.48	Q 51,826.48
4.3	Solera intermedia 2 de 0.15x0.20	ml	251.00	Q 206.48	Q 51,826.48
4.4	Solera de corona de 0.15x0.20	ml	110.00	Q 206.48	Q 22,712.80
4.5	Solera intermedia 3 de 0.15x0.20	ml	126.50	Q 206.48	Q 26,119.72
4.6	Solera intermedia 4 de 0.15x0.20	ml	126.50	Q 206.48	Q 26,119.72
4.6	Solera final de 0.15x0.20	ml	110.00	Q 206.48	Q 22,712.80
4.7	Solera intermedia 5 de 0.15x0.20	ml	38.00	Q 206.48	Q 7,846.24
4.8	Solera intermedia 6 de 0.15x0.20	ml	20.00	Q 206.48	Q 4,129.60
4.9	Cenefa	ml	42.28	Q 433.41	Q 18,324.58
<b>SUBTOTAL</b>					<b>Q 435,759.38</b>
<b>5. VIGAS</b>					
5.1	Viga tipo 1 de 22x35	ml	15.90	Q 854.80	Q 13,591.32
5.2	Viga tipo 2 de 22x35	ml	86.00	Q 835.77	Q 71,876.22
5.3	Viga tipo 3 de 22x35	ml	138.00	Q 835.77	Q 115,336.26
5.4	Viga tipo 4 de 22x35 (canal)	ml	62.00	Q 606.43	Q 37,598.66
<b>SUBTOTAL</b>					<b>Q 238,402.46</b>
<b>6. ESTRUCTURA DE TECHOS</b>					
6.1	Estructura autosoportable curva	m <sup>2</sup>	589.00	Q 350.00	Q 206,150.00
6.2	Losa prefabricada de e=0.20	m <sup>2</sup>	407.56	Q 678.93	Q 276,704.71
<b>SUBTOTAL</b>					<b>Q 482,854.71</b>
<b>7. INSTALACIONES</b>					
7.1	Instalación hidráulica	global	1.00	Q 10,438.41	Q 10,438.41

7.2	Drenaje sanitario y pluvial	global	1.00	Q 29,075.46	Q 29,075.46
7.3	Artefactos sanitarios	global	1.00	Q 52,407.67	Q 52,407.67
7.4	Electricidad, luz y fuerza	global	1.00	Q 500,000.00	Q 500,000.00
<b>SUBTOTAL</b>					<b>Q 591,921.54</b>
<b>8. ACABADOS Y RECUBRIMIENTOS</b>					
8.1	Repello + cernido en muros	m <sup>2</sup>	1,507.36	Q 245.43	Q 369,951.36
8.2	Repello + cernido en cielo	m <sup>2</sup>	335.30	Q 379.66	Q 127,300.00
8.3	Azulejo de color	m <sup>2</sup>	5.88	Q 235.50	Q 1384.74
<b>SUBTOTAL</b>					<b>Q 498,636.10</b>
<b>9. PISOS Y ENCAMINAMIENTOS</b>					
9.1	Piso cerámico de 31x31 cm	m <sup>2</sup>	924.30	Q 253.43	Q 234,245.35
9.2	Banqueta de concreto e=7 cm	m <sup>2</sup>	39.00	Q 103.03	Q 4,018.17
9.3	Adoquín standard	m <sup>2</sup>	161.00	Q 235.65	Q 37,939.65
<b>SUBTOTAL</b>					<b>Q276,203.17</b>
<b>10. HERRERIA</b>					
10.1	Ventanería	m <sup>2</sup>	56.31	Q 550.00	Q 30,970.50
10.2	Puertas de metal P-2 0.75x1.65	unidad	7.00	Q 1,522.14	Q 10,654.98
10.3	Puertas de metal P-3 0.90x2.10	unidad	7.00	Q 1,972.14	Q 13,804.98
10.4	Puertas de metal P-5 1.80x2.10	unidad	2.00	Q 3,944.28	Q 7,888.56
10.5	Puertas de metal P-6 4.00x2.10	unidad	1.00	Q 7,888.56	Q 7,888.56
10.6	Puertas de metal P-7 0.60x 1.00	unidad	2.00	Q 1,200.00	Q 2,400.00
<b>SUBTOTAL</b>					<b>Q 73,607.58</b>
<b>11. ESTRUCTURA DE CONCRETO</b>					
11.1	Gradas para mezzanine	global	1.00	Q 15,000.00	Q 15,000.00
					<b>Q 15,000.00</b>
<b>12. CARPINTERIA</b>					
12.1	Puerta de madera P-1 0.70x2.10	unidad	3.00	Q 1,320.00	Q 3,960.00
12.2	Puerta de madera P-4 1.00x2.10	unidad	1.00	Q 2,250.00	Q 2,250.00
12.3	Gradas para escenario	unidad	2.00	Q 5,000.00	Q 10,000.00
<b>SUBTOTAL</b>					<b>Q 16,210.00</b>
<b>TOTAL</b>					<b>Q 3.252,324.46</b>

## CONCLUSIONES

1. La ayuda de un programa asistido por computadora como lo es (ETABS V8.1.3.), es indispensable para que un análisis estructural tome en cuenta todas las combinaciones de carga mayorada, debido a que la variedad de los resultados en los esfuerzos es directamente proporcional al número de elementos con las combinaciones de carga, esto da como resultado el ahorro de tiempo en el diseño estructural.
2. El salón municipal quedará seguro con el armado y elementos estructurales propuestos en el diseño estructural; generando así un beneficio para los usuarios del salón.
3. La investigación realizada en el área urbana de Rabinal, determinó que la población tiende a un crecimiento económico, social y comercial; por lo que demanda más proyectos de servicios básicos y de infraestructura para solucionar la problemática que afrontan.

## RECOMENDACIONES

1. A las autoridades municipales se les solicita realizar las gestiones ante las instituciones, que puedan brindar el financiamiento para la realización del presente proyecto y éste pueda ser ejecutado de inmediato.
2. Al comité municipal se le solicita informar a los contratistas encargados de la ejecución del proyecto, que involucren a los pobladores de la región para el trabajo de mano de obra calificada y no calificada, puesto que el proyecto tiende a generar beneficio social. También se debe garantizar una supervisión técnica en la construcción del mismo para que se cumpla con las especificaciones contenidas en los planos.
3. El presupuesto considerado para la ejecución del proyecto tiene como referencia el precio unitario de cada renglón de trabajo, por lo que deberá ser actualizado previo a su cotización para que este más apegado a la realidad.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Cabrera Seis, Jadenon Vinicio. Guía y teórica práctica del curso de cimentaciones 1. Tesis de Ingeniería Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1994. 178pp.
2. Flores Cruz, Carlos Enrique. Procedimiento General de Diseño Estructural para edificios de Concreto Reforzado. Tesis de Ingeniería Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1997. 106pp.
3. H. Nilson, Arthur. Diseño de estructuras de concreto. Duodécima edición. Colombia: Editorial Mc Graw Hill, 1999. 722pp.
4. López Ruiz, José Emilio. Análisis Estructural del Edificio existente de Bioterio. Trabajo de Graduación de Ingeniería Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2,003. 121 pp.
5. Palacios Hernández, Gustavo Adolfo. Diseño de salón de uso múltiple para Zaculeu Central zona 9, Municipio de Huehuetenango, Huehuetenango. Trabajo de Graduación de Ingeniería Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2,005

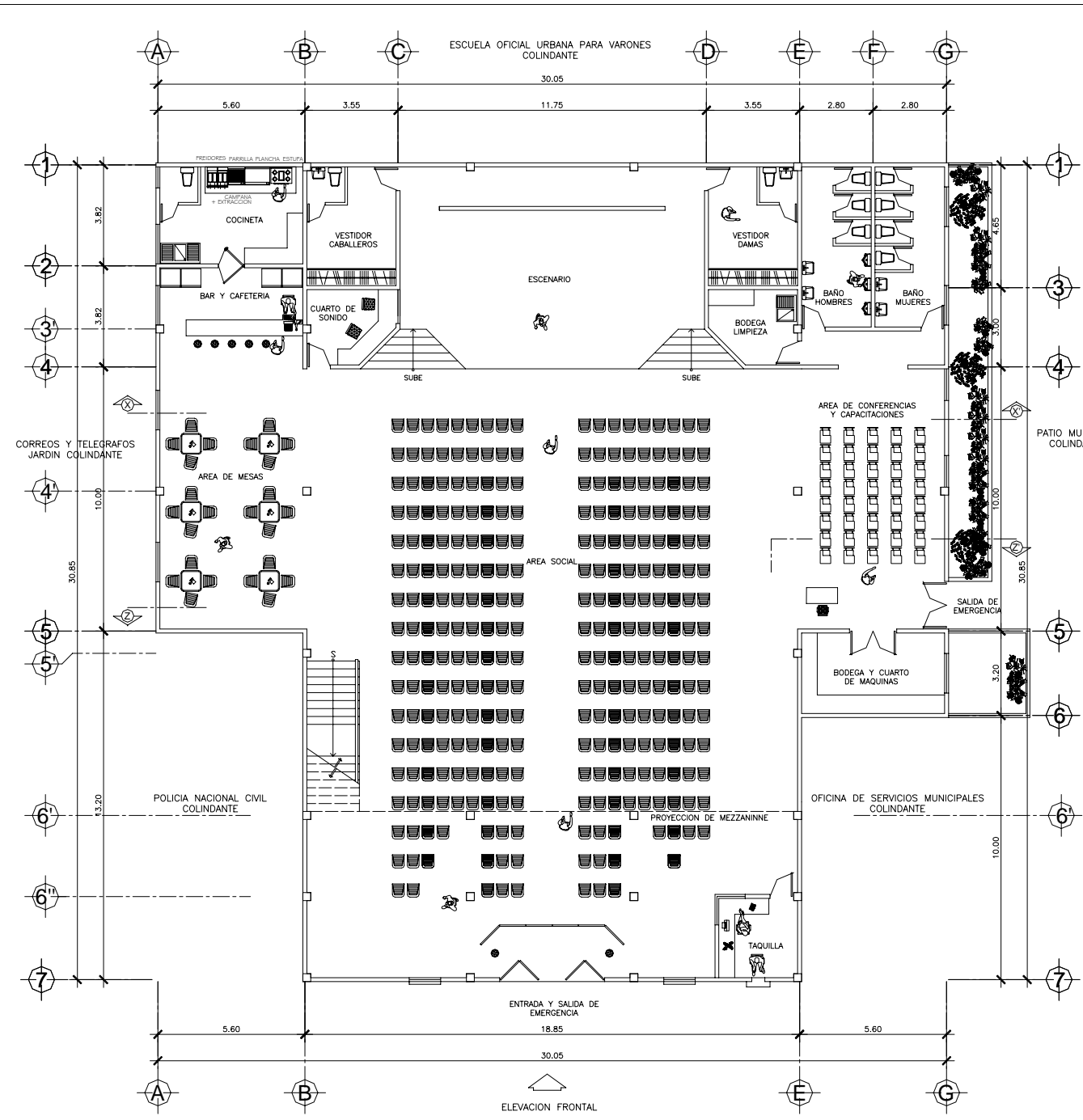


6. S. Merritt, Frederick, Kent Lofting y Jonathan Ricketts. Manual del Ingeniero Civil. 4ta ed. (tomo I). Mexico: Editorial Mc Graw Hill, 2002.

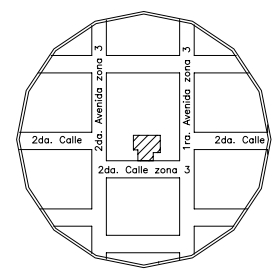
## **APÉNDICE**

### **Juego de planos**



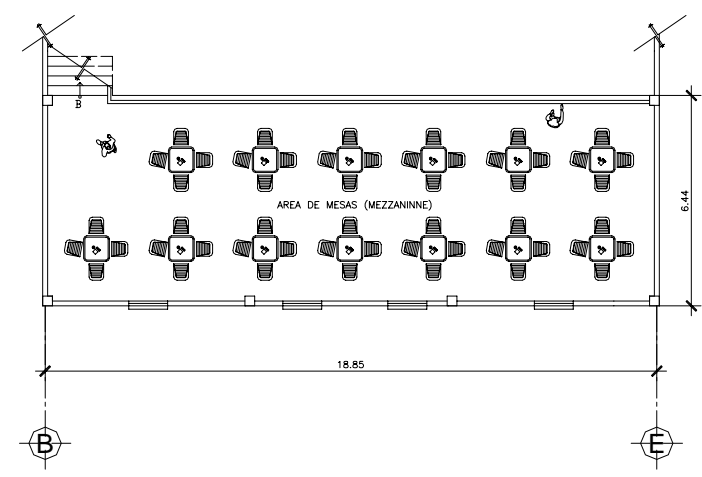


**DISTRIBUCION DE AMBIENTES**  
ESCALA 1:100



**PLANO DE UBICACION**  
SIN ESCALA

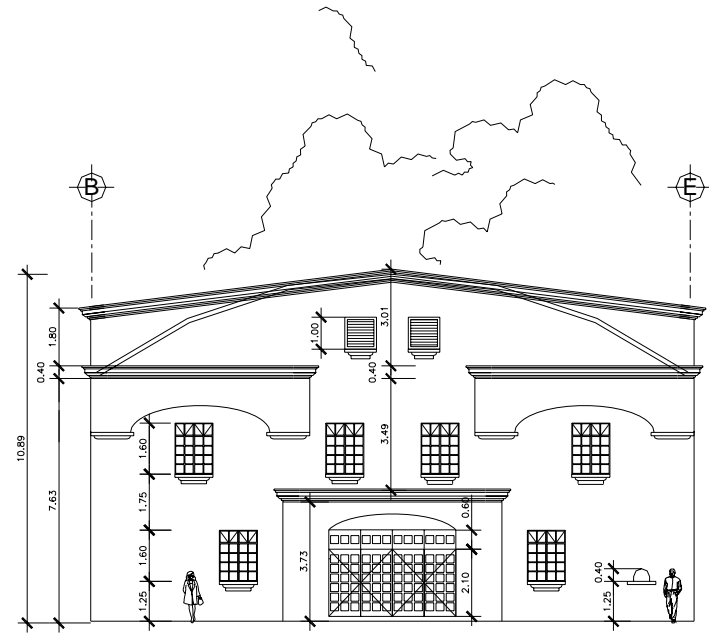
ELEVACION LATERAL



**SEGUNDO NIVEL MEZZANINI**  
ESCALA 1:100

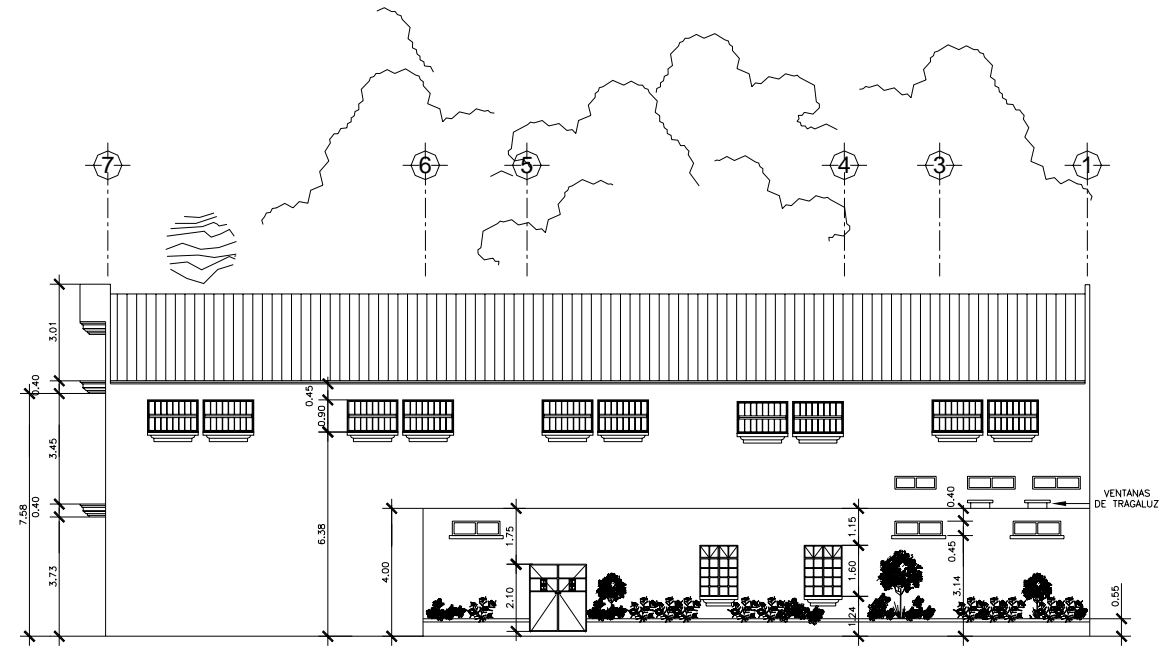
FACULTAD DE INGENIERIA MUNICIPALIDAD RABINAL, BAJA VERAPAZ	
PROYECTO: SALON MUNICIPAL ANTONIO CHACON GOMEZ	
DIRECCION: PARQUE CENTRAL MUNICIPIO DE RABINAL	
ADQUIRENTE: MUNICIPALIDAD DE RABINAL, BAJA VERAPAZ	
CONTENIDO: PLANO DE ARQUITECTURA	
DISEÑO: EPS BORIS CAMO	ESCALA: INDICADA
DIBUJO: EPS BORIS CAMO	FECHA: ENERO 2,008
SUPERVISADO Y APROBADO: ING. ANGEL ROBERTO SIC GARCIA	HOJA 1 12





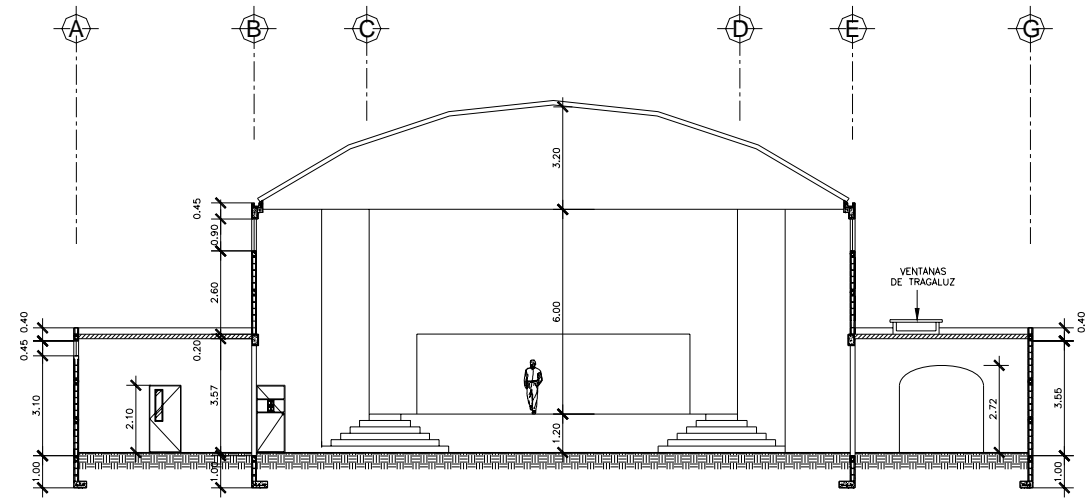
**ELEVACION FRONTAL**

ESCALA 1:100



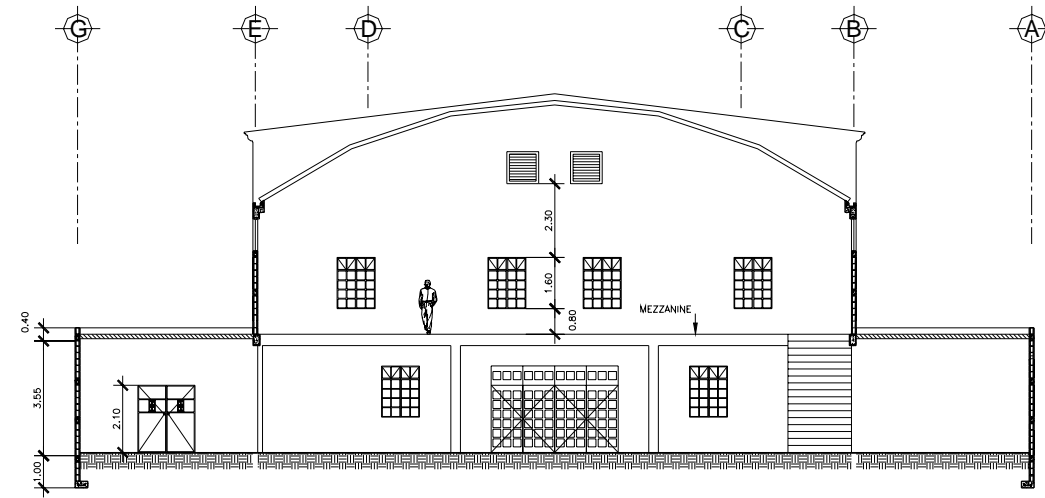
**ELEVACION LATERAL DERECHA**

ESCALA 1:100



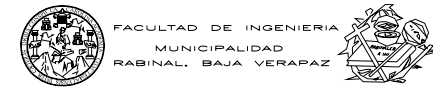
**SECCION TRANSVERSAL X-X'**

ESCALA 1:100



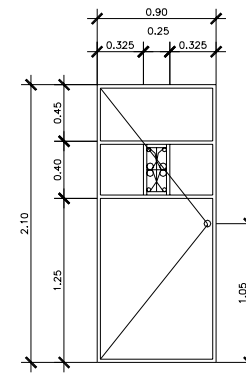
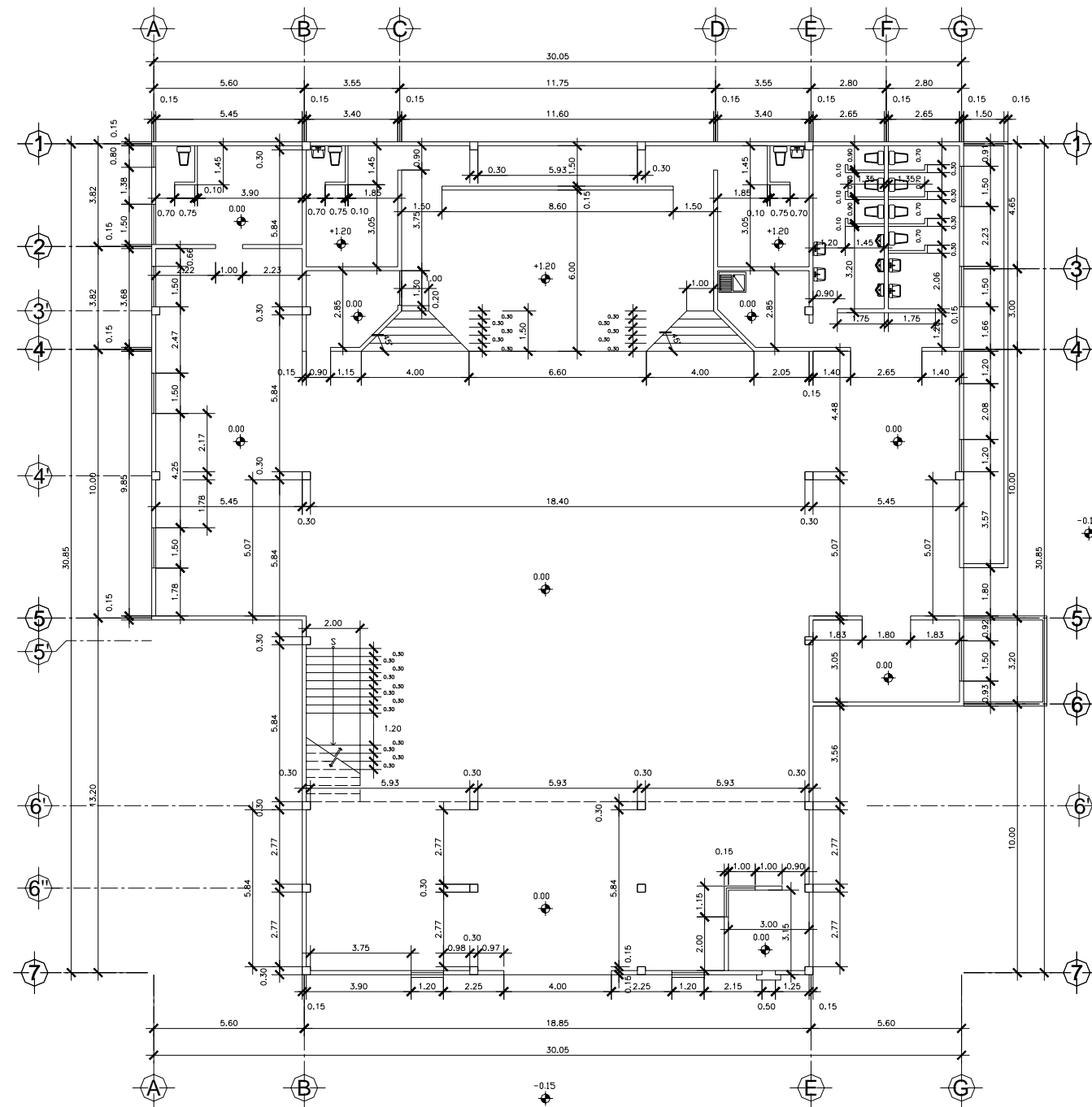
**SECCION TRANSVERSAL Z-Z'**

ESCALA 1:100

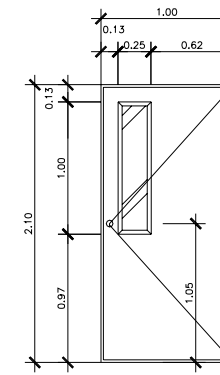


PROYECTO:			SALON MUNICIPAL ANTONIO CHACON GOMEZ		
DIRECCION:			PARQUE CENTRAL MUNICIPIO DE RABINAL		
ADQUIRIENTE:			MUNICIPALIDAD DE RABINAL		
CONTENIDO:			PLANO DE ELEVACIONES GENERALES Y SECCION TRANSVERSAL X-X'		
DISEÑO:		ESCALA:		INDICADA	
DIBUJO:		FECHA:		HOJA	
SUPERVISO Y APROBO:		ING. ANGEL ROBERTO SIC GARCIA		2 / 12	

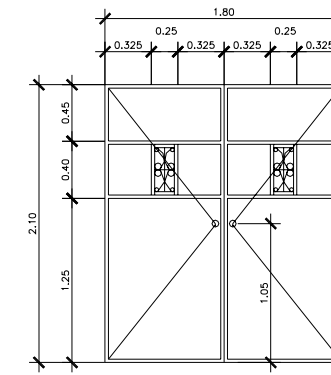




**Puerta tipo P-3**  
METAL



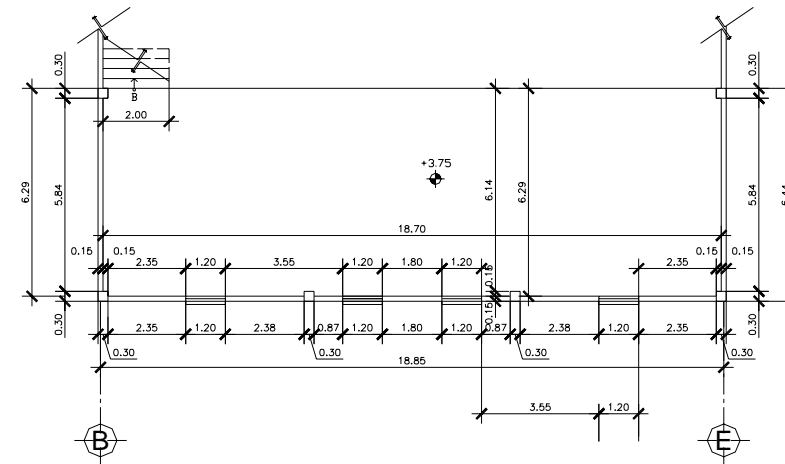
**Puerta tipo P-4**  
MADERA + VIDRIO



**Puerta tipo P-5**  
METAL

**DETALLE DE PUERTAS**

ESCALA 1:25

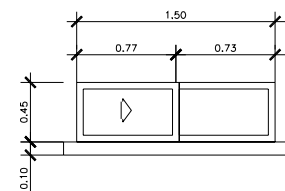


**SEGUNDO NIVEL MEZZANINI**

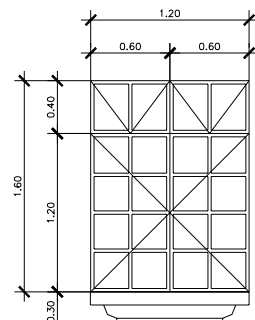
ESCALA 1:100

**COTAS GENERALES**

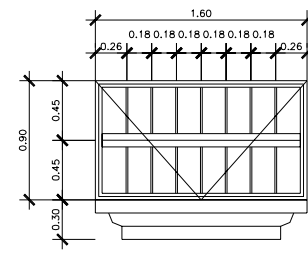
ESCALA 1:100



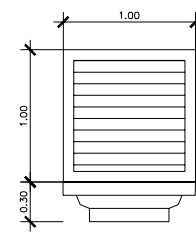
**Ventana tipo V-2**  
METAL + VIDRIO Y CORREDIZO



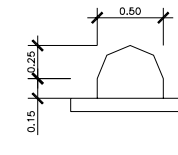
**Ventana tipo V-5 y V-6**  
METAL + VIDRIO CLARO Y BALCON



**Ventana tipo V-10**  
METAL + VIDRIO CLARO ABATIBLE



**Ventana tipo V-11**  
ALUZINC TIPO LOUVER



**Ventana tipo V-7**  
METAL SIN VIDRIO

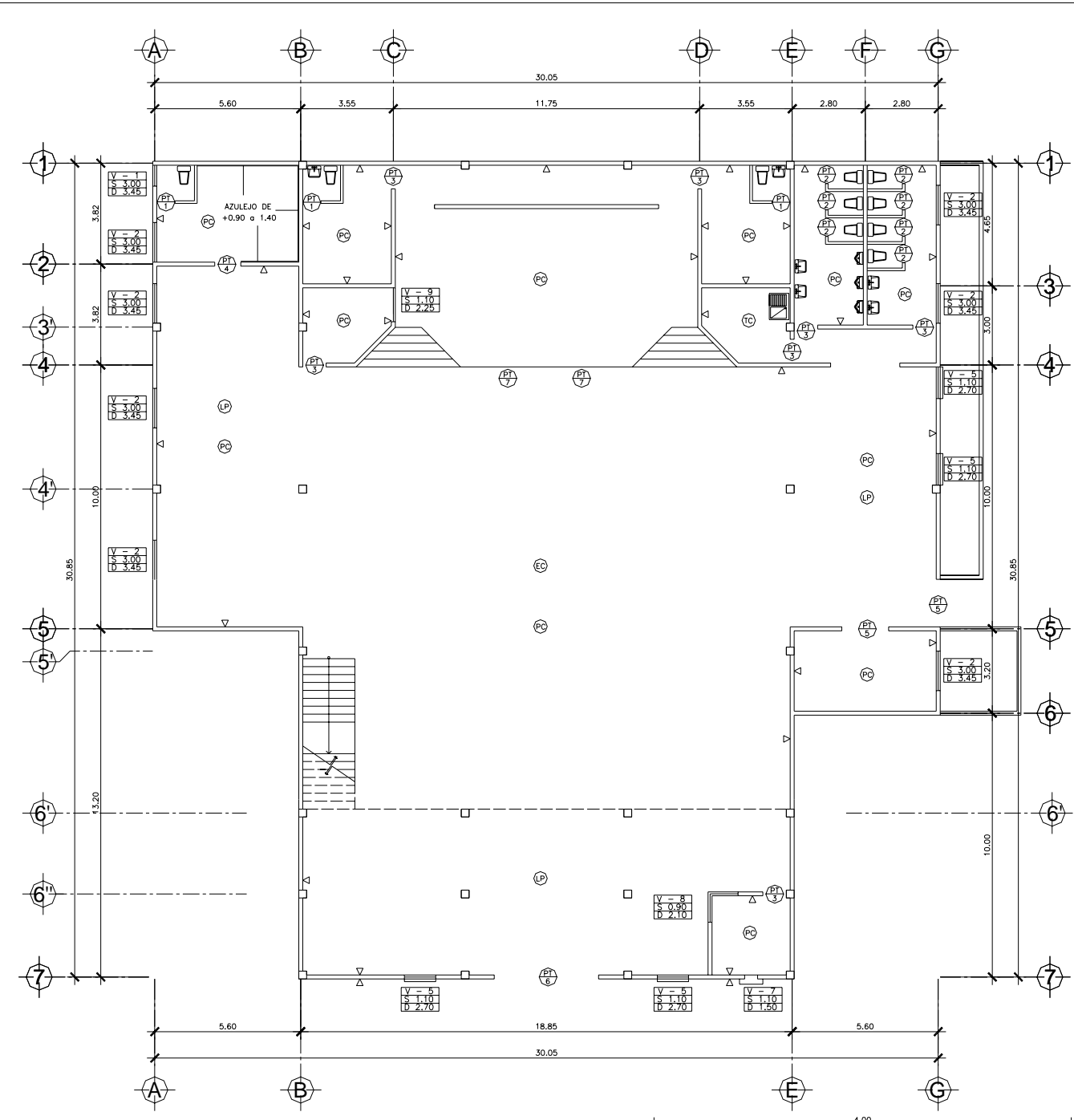
**DETALLE DE VENTANAS**

ESCALA 1:25

PROYECTO:	SALON MUNICIPAL ANTONIO CHACON GOMEZ
DIRECCION:	PARQUE CENTRAL MUNICIPIO DE RABINAL
ADQUIRIENTE:	MUNICIPALIDAD DE RABINAL BAJA VERAPAZ
CONTENIDO:	PLANO DE COTAS GENERALES Y DETALLE DE PUERTAS Y VENTANAS
DISEÑO:	EPS BORIS CAMO
ESCALA:	INDICADA
DIBUJO:	EPS BORIS CAMO
FECHA:	ENERO 2,008
SUPERVISO Y APROBO:	ING. ANGEL ROBERTO SIC GARCIA
	HOJA 3
	12

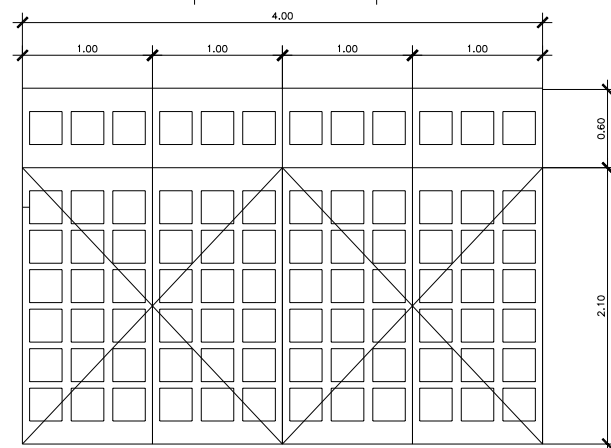






**ACABADOS + PUERTAS Y VENTANAS**

ESCALA 1:100



**Puerta tipo P-6**  
METAL DE 4 HOJAS ESC 1:25



**SIMBOLOGÍA DE ACABADOS**

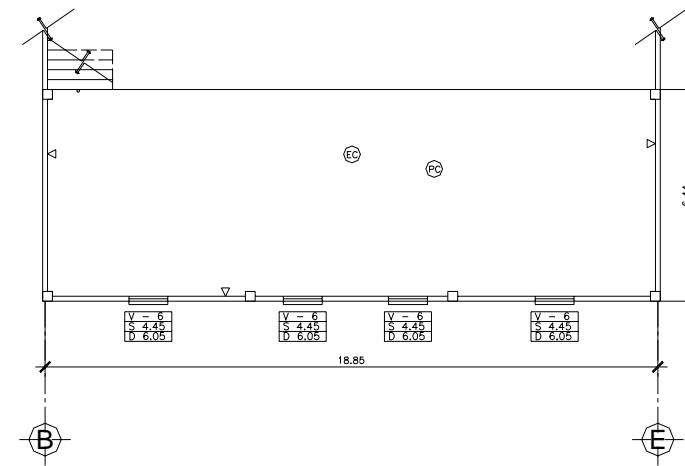
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
PT	PUERTA TIPO
V	VENTANA TIPO
S	SILLAR
D	DINTEL
▷	REPELLO + CERNIDO
PC	PISO CERAMICO
EC	ESTRUCTURA AUTOSOPORTABLE CURVA (CURVOTECK)
LP	LOSA PREFABRICADA

**PLANILLA DE PUERTAS**

TIPO	ANCHO	ALTO	UNIDAD	MATERIAL	OBSERVACIONES
P-1	0.70	2.10	3	Plywood de 1/4"	Para baño de vestidores
P-2	0.70	1.65	7	Metal de 3/64"	Para baños de caballeros y damas
P-3	0.90	2.10	7	Metal de 3/64"	
P-4	0.90	2.10	1	Madera de pino + vidrio	Con abatimiento
P-5	1.80	2.10	2	Metal de 3/64"	Para bodega y salida de emergencia
P-6	4.00	2.70	1	Metal de 3/64"	Entrada principal 4 hojas
P-7	0.60	1.00	2	Metal de 3/64"	Ubicadas debajo del escenario

**PLANILLA DE VENTANAS**

TIPO	SILLAR	DINTEL	ANCHO	ALTO	UNIDAD	OBSERVACIONES
V-1	3.00	3.45	0.80	0.45	1	Ventana de metal + vidrio para baño de cocina
V-2	3.00	3.45	1.50	0.45	7	Ventana de metal + vidrio claro y corrediza
V-3	4.45	4.85	1.50	0.40	2	Ventana de metal + vidrio para baño de vestidores
V-4	4.45	4.85	1.30	0.40	2	Ventana de metal + vidrio para cuarto de sonido
V-5	1.10	2.70	1.20	1.60	2	Ventana de metal + vidrio claro y abatible + balcon
V-6	4.45	6.05	1.20	1.60	4	Ventana de metal + vidrio claro y abatible + balcon
V-7	1.10	1.50	0.50	0.40	1	Ventanilla metal sin vidrio para taquilla
V-8	0.90	2.10	2.00	1.20	1	Ventana de metal + vidrio claro y sellada
V-9	1.10	2.25	1.30	1.15	1	Ventana de metal + vidrio claro, cuarto de sonido
V-10	6.25	7.25	1.60	0.90	20	Ventana de metal + vidrio claro abatible
V-11			1.00	1.00	2	Ventanas de aluzinc Tipo louver de trozo
V-12			1.32	0.27	2	Ventana de metal tipo sifon sobre baño de hombres



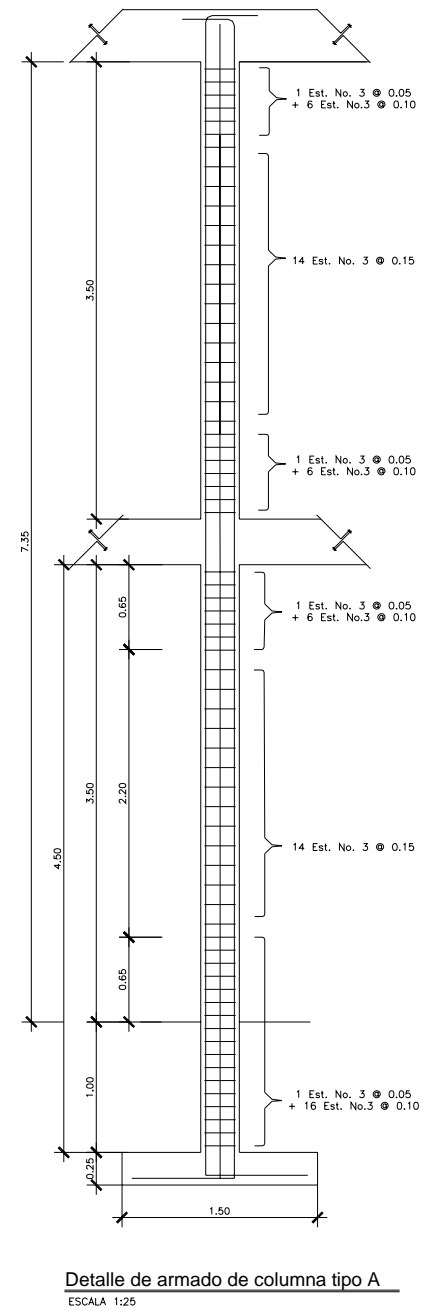
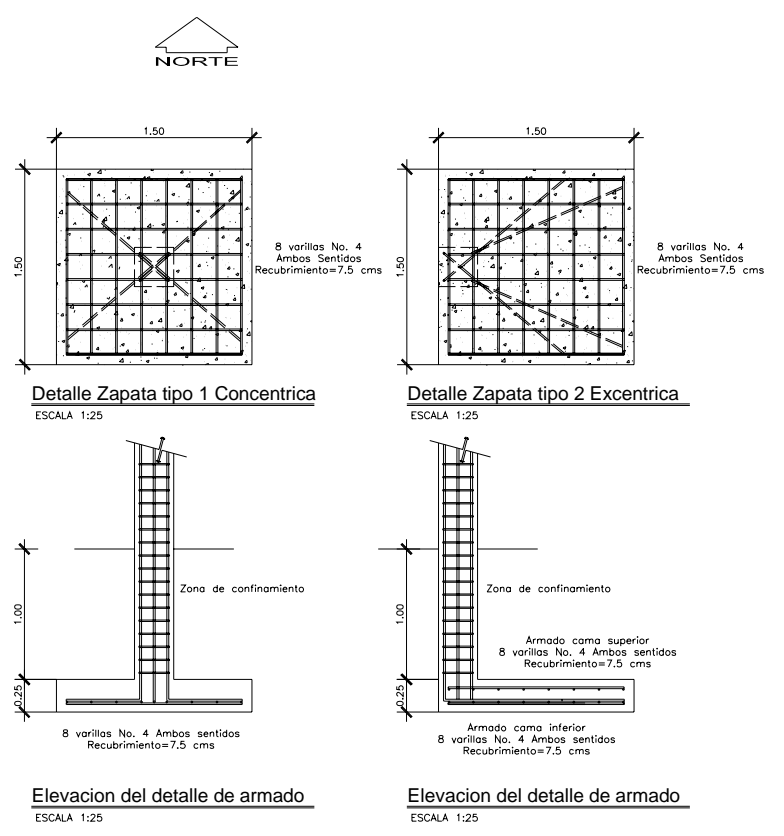
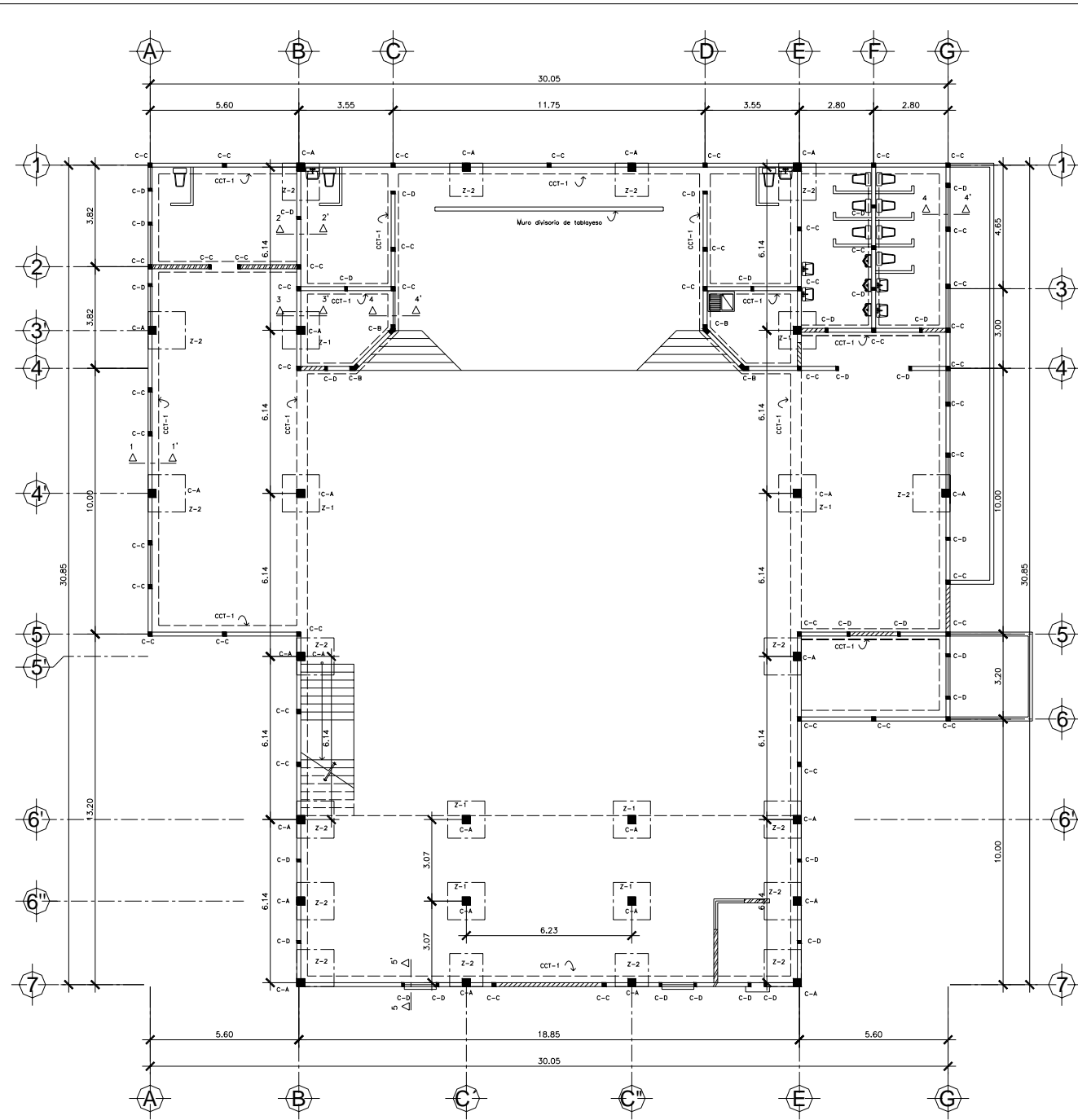
**SEGUNDO NIVEL MEZZANINI**

ESCALA 1:100



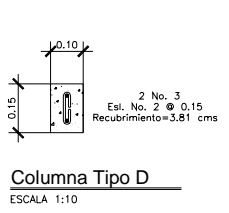
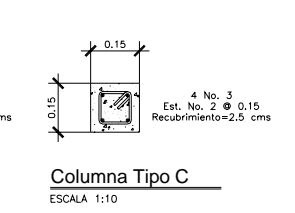
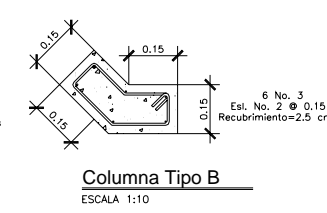
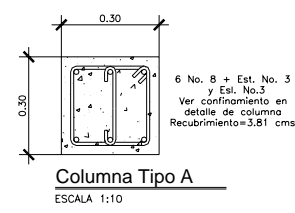
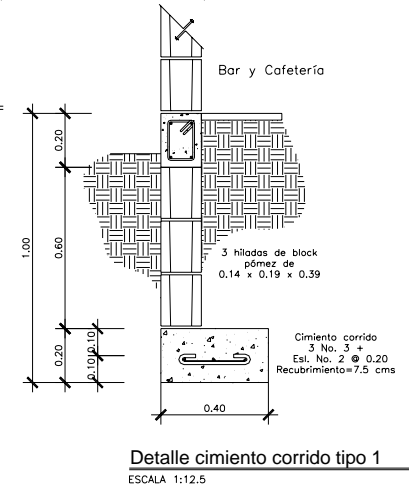
PROYECTO:	SALON MUNICIPAL ANTONIO CHACON GOMEZ		
DIRECCION:	PARQUE CENTRAL MUNICIPIO DE RABINAL		
ADQUIRENTE:	MUNICIPALIDAD DE RABINAL, BAJA VERAPAZ		
CONTENIDO:	PLANO DE ACABADOS Y DETALLE DE PUERTAS Y VENTANAS		
DISEÑO:	EPS BORIS CAMO	ESCALA:	INDICADA
DIBUJO:	EPS BORIS CAMO	FECHA:	ENERO 2.008
SUPERVISADO Y APROBADO:	ING. ANGEL ROBERTO SIC GARCIA		HOJA 4



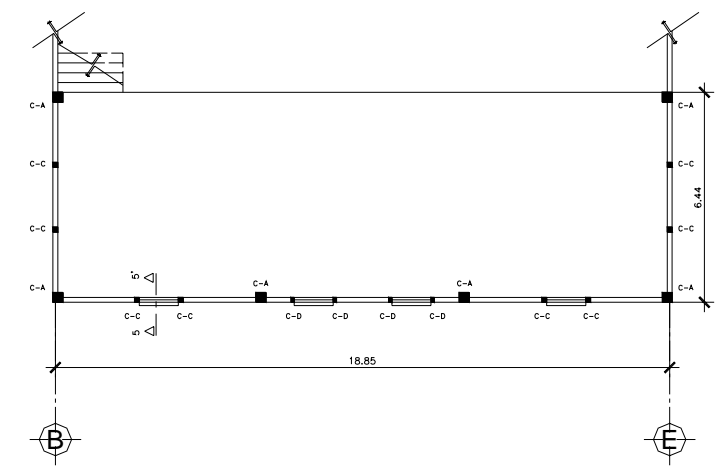


**CIMENTACION Y COLUMNAS**  
ESCALA 1:100

SIMBOLOGÍA DE CIMENTACION	
cct-	CIMIENTO CORRIDO TIPO
S. A.	SOLERA DE AMARRE O VIGA CONECTORA
1	INDICA CORTE DE MURO
C-	COLUMNA TIPO
■	INDICA MURO QUE NO ES DE CARGA
Z-	INDICA ZAPATA



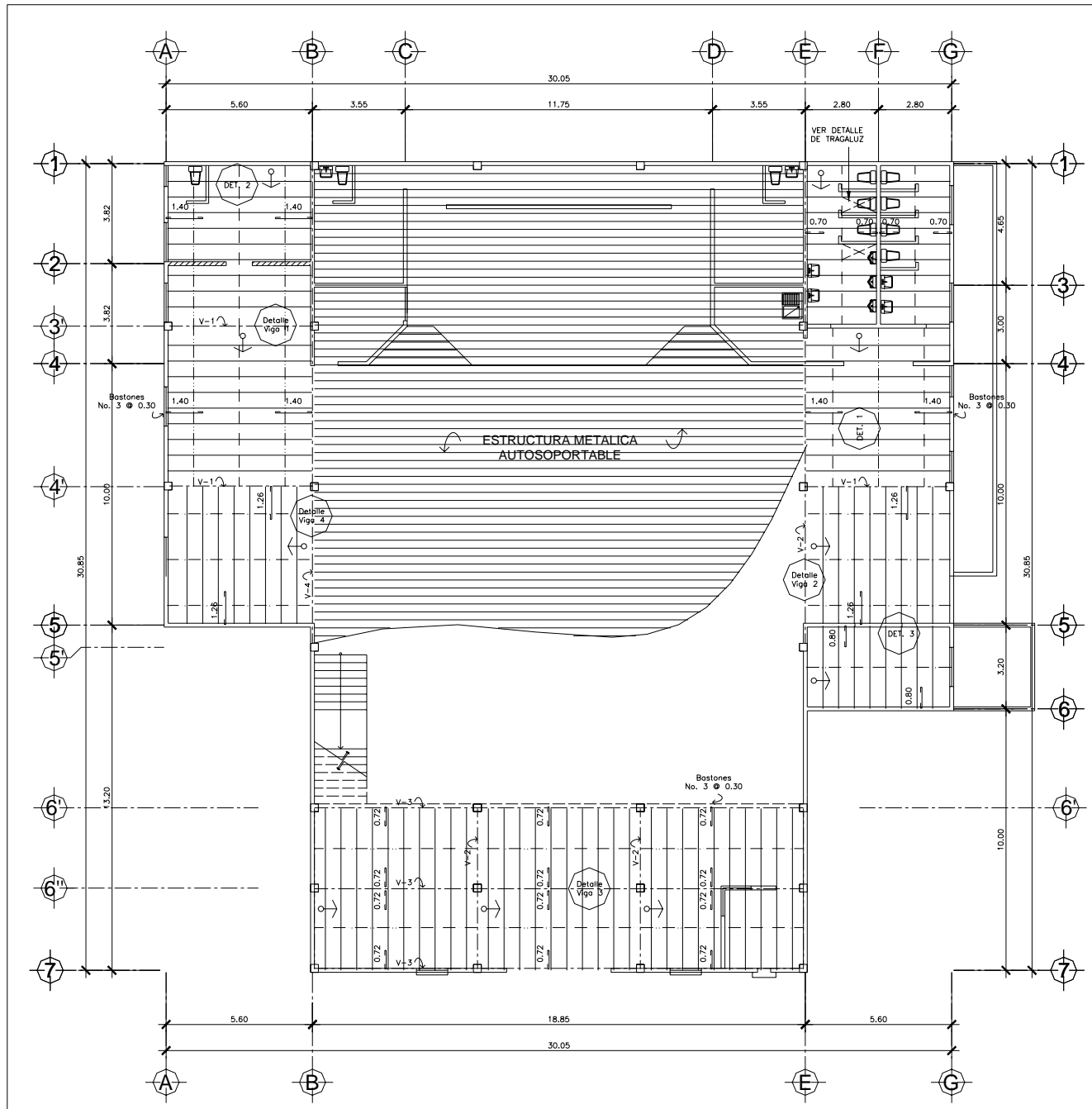
**SEGUNDO NIVEL MEZZANINI**  
ESCALA 1:100



FACULTAD DE INGENIERIA  
MUNICIPALIDAD DE RABINAL, BAJA VERAPAZ

PROYECTO: SALON MUNICIPAL ANTONIO CHACON GOMEZ  
DIRECCION: PARQUE CENTRAL MUNICIPIO DE RABINAL  
ADQUIRENTE: MUNICIPALIDAD DE RABINAL  
CONTENIDO: PLANO DE CIMENTACION Y COLUMNAS, + DETALLES ESTRUCTURALES  
DISEÑO: EPS BORIS CAMO ESCALA: INDICADA  
DIBUJO: EPS BORIS CAMO FECHA: ENERO 2008 HOJA: 5  
SUPERVISADO Y APROBADO: ING. ANGEL ROBERTO SANCHEZ GARCIA





**ESTRUCTURA DE LOSA Y CUBIERTA METALICA**

ESCALA 1:100

**SIMBOLOGÍA DE TECHOS**

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	SOLERA DE FINAL
	VIGA TIPO
	BASTON
	VIGUETAS
	RIGIDIZANTE
	INICIO DE MODULACION CON BOVEDILLA

**TRASLAPES Y ANCLAJES**

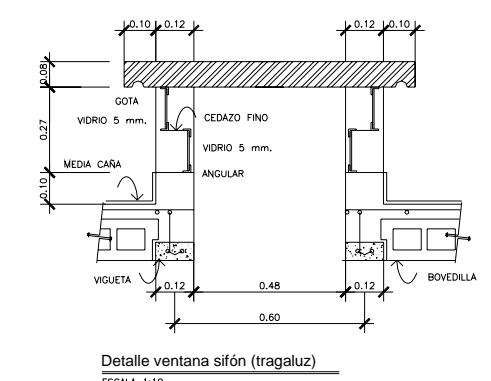
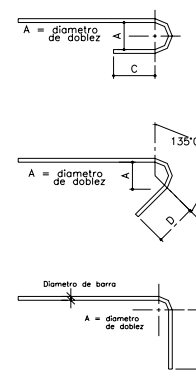
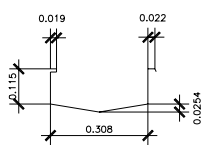
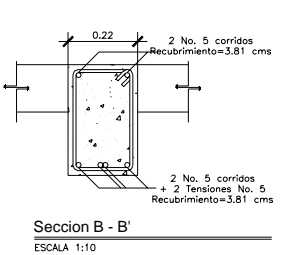
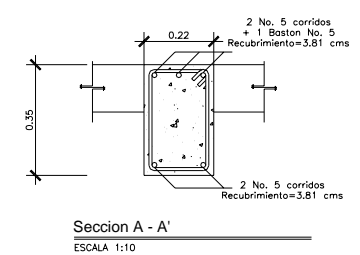
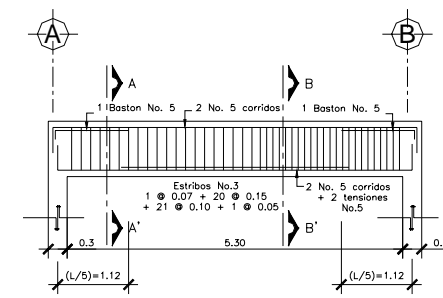
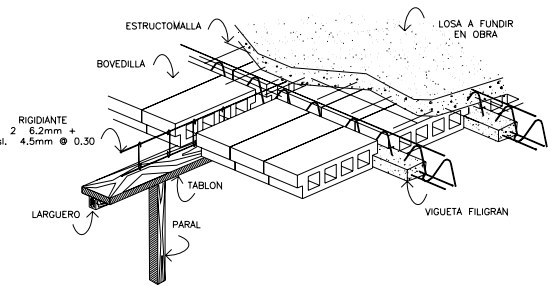
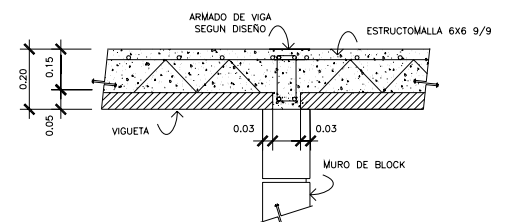
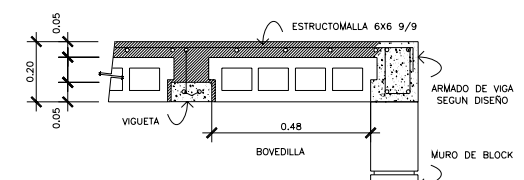
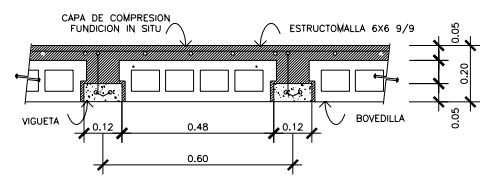
Barra	Traslape en columnas	Traslape en vigas y losos	Anclajes
3	0.30	0.40	0.30
4	0.40	0.60	0.40
5	0.50	0.70	0.50

**TABLA DE MATERIALES**

CONCRETO DE	Fc= 210 kg/cm2
CONCRETO DEL MARCO	Fc= 281 kg/cm2
ACERO	Fy= 2810 kg/cm2
VALOR SOPORTE SUELO	Vs= 40 Ton/m2

**Tabla ganchos de Ref.principal (mts.)**

Barra	A	B	C	D
2	0.04	0.10	0.10	0.10
3	0.06	0.15	0.10	0.10
4	0.08	0.20	0.10	0.15
5	0.10	0.20	0.10	0.15
6	0.12	0.25	0.10	---
8	0.16	0.35	0.15	---
10	0.26	0.40	0.15	---



FACULTAD DE INGENIERIA MUNICIPALIDAD RABINAL, BAJA VERAPAZ

PROYECTO: SALON MUNICIPAL ANTONIO CHACON GOMEZ

DIRECCION: PARQUE CENTRAL MUNICIPIO DE RABINAL

ADQUIRIENTE: MUNICIPALIDAD DE RABINAL

CONTENIDO: PLANO DE ESTRUCTURA DE TECHO Y DETALLES

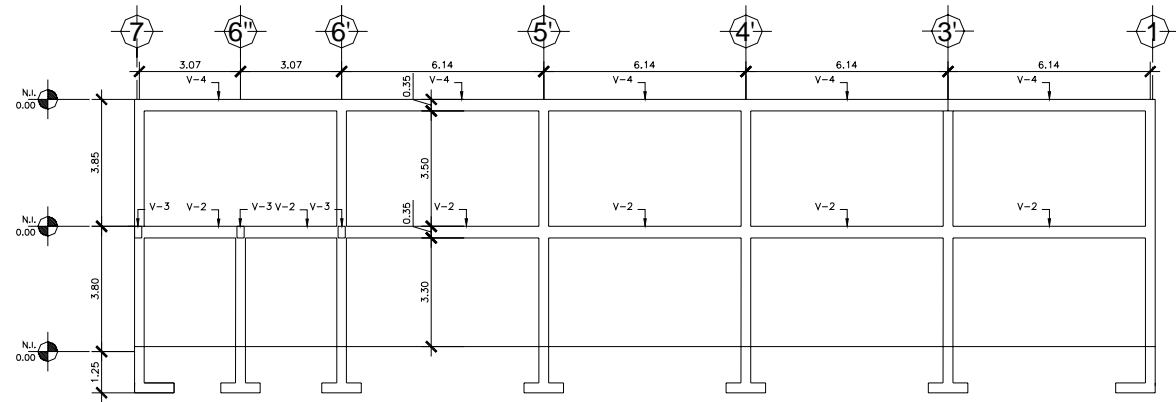
DISENO: BORIS CAMO ESCALA: INDICADA

DIBUJO: BORIS CAMO FECHA: ENERO 2,008

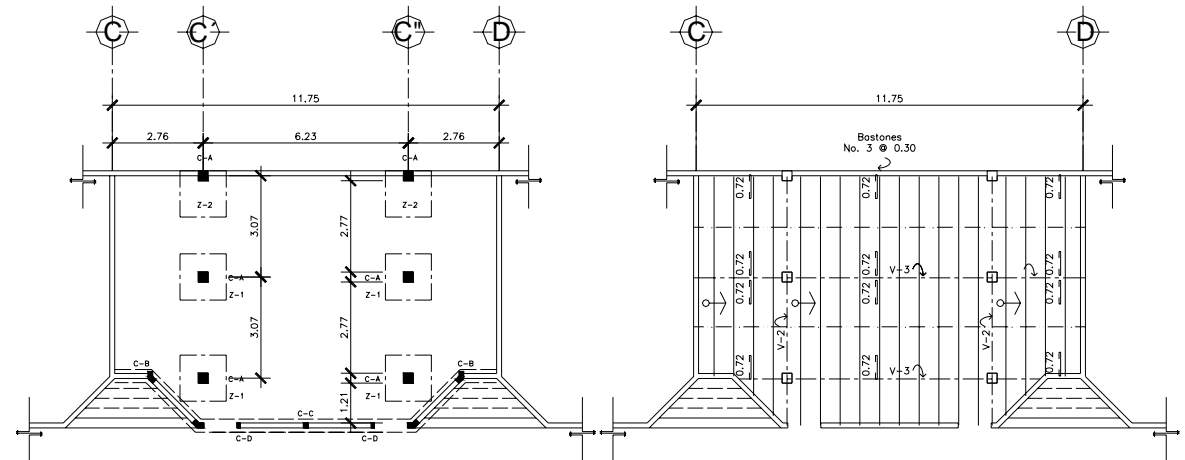
SUPERVISO Y APROBO: ING. ANGEL ROBERTO SIC GARCIA

HOJA 6





Detalle de marcos estructurales en sentido longitudinal  
ESCALA: 1:100

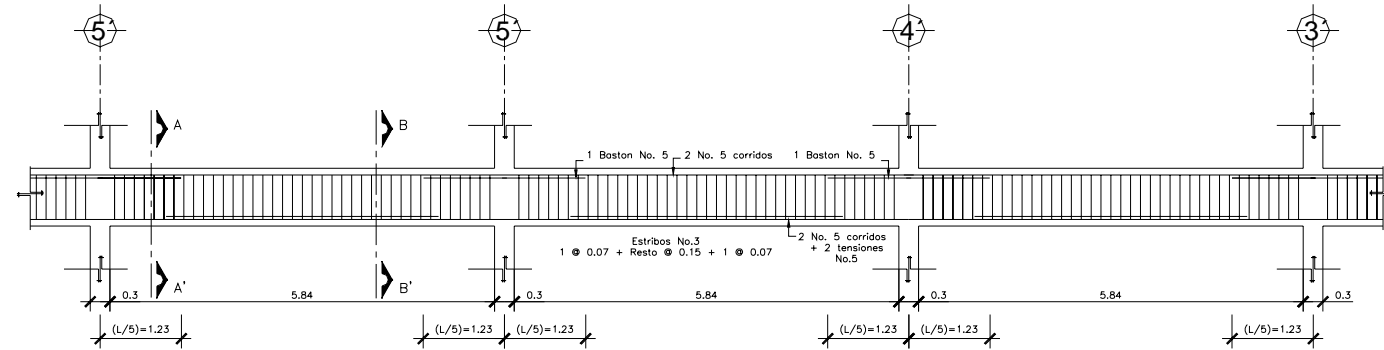


CIMENTACION AREA DE ESCENARIO

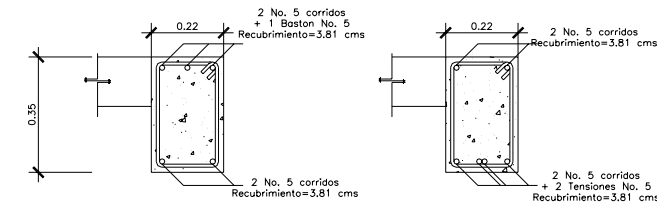
ESCALA 1:100

ESTRUCTURA DE LOSA PREFABRICADA

ESCALA 1:100

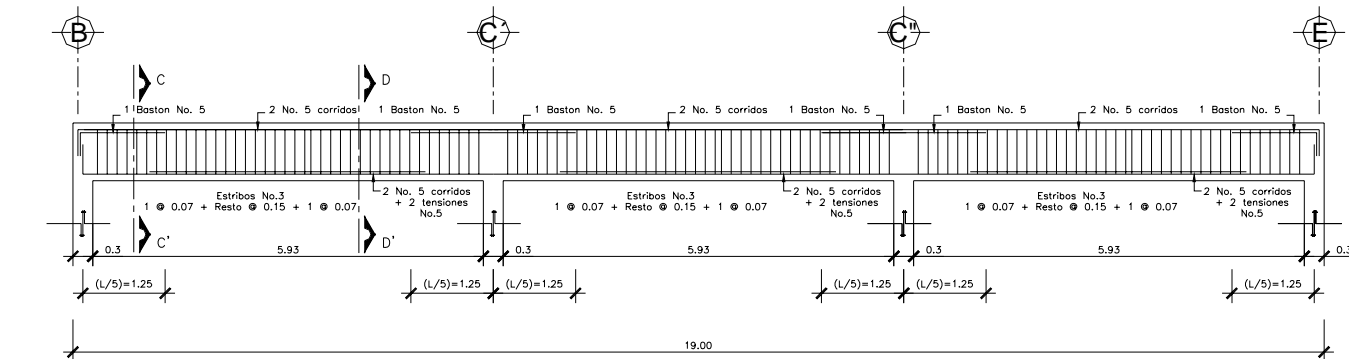


Detalle de viga tipo 2  
ESC. Horizontal 1:50  
ESC. Vertical 1:20

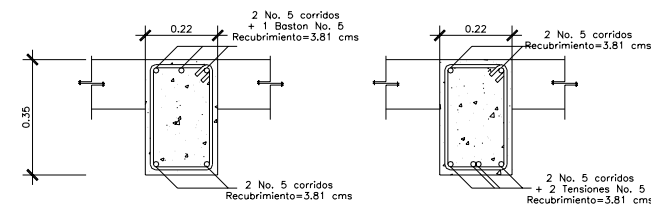


Seccion A - A'  
ESCALA 1:10

Seccion B - B'  
ESCALA 1:10

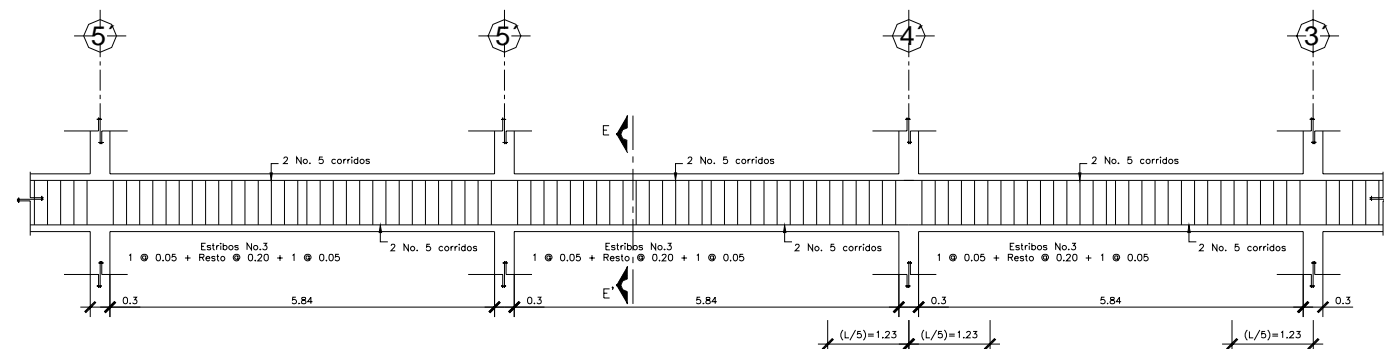


Detalle de viga tipo 3  
ESC. Horizontal 1:50  
ESC. Vertical 1:20

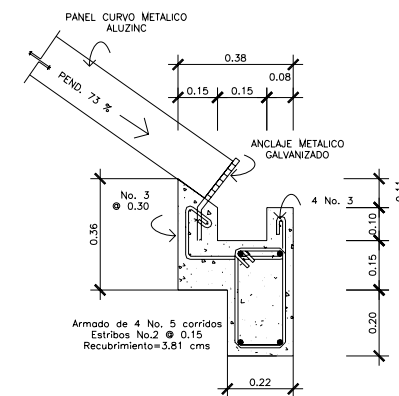


Seccion C - C'  
ESCALA 1:10

Seccion D - D'  
ESCALA 1:10



Detalle de viga tipo 4  
ESC. Horizontal 1:50  
ESC. Vertical 1:20



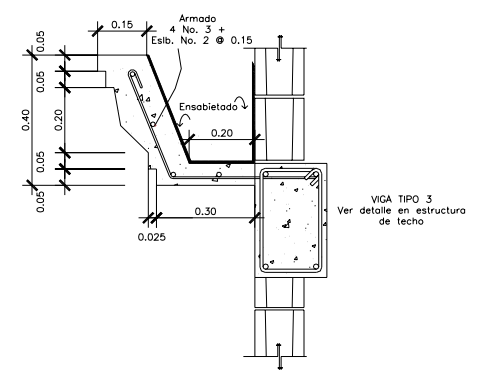
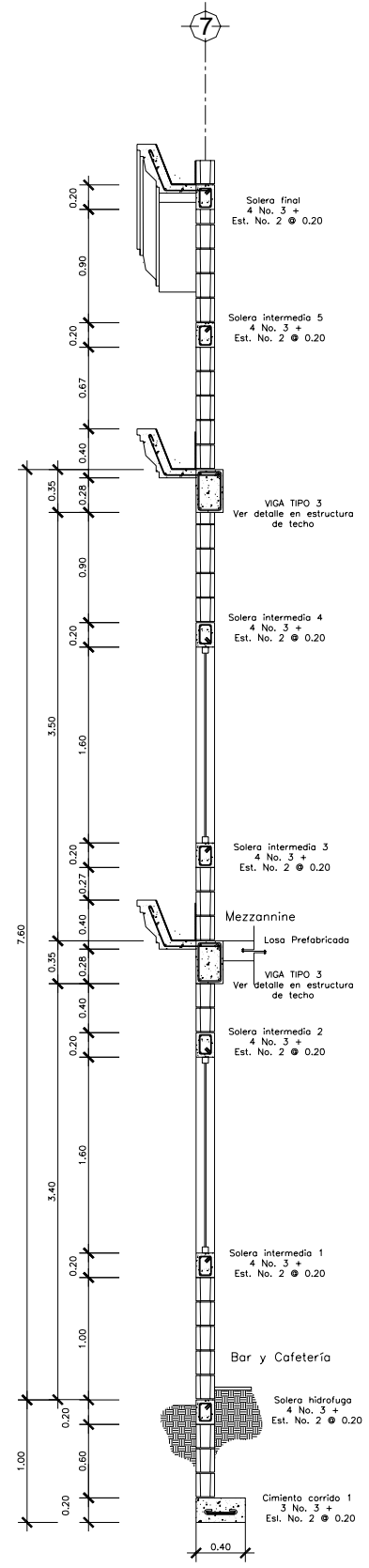
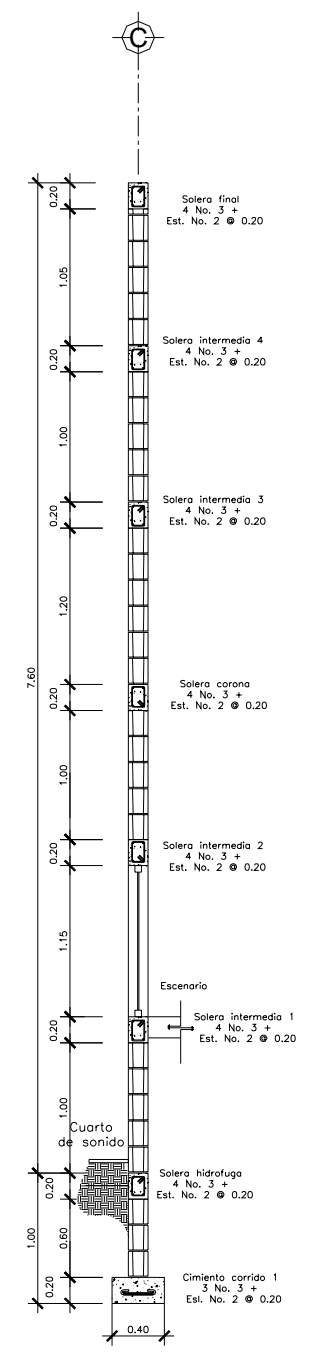
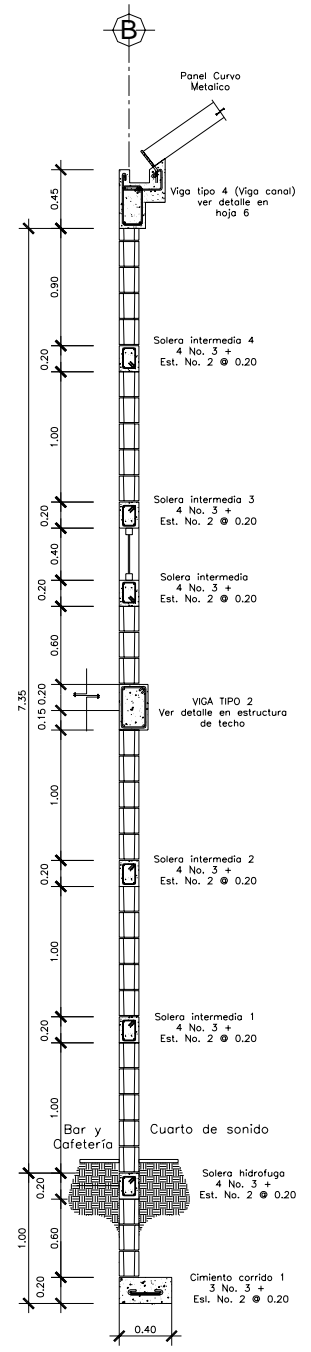
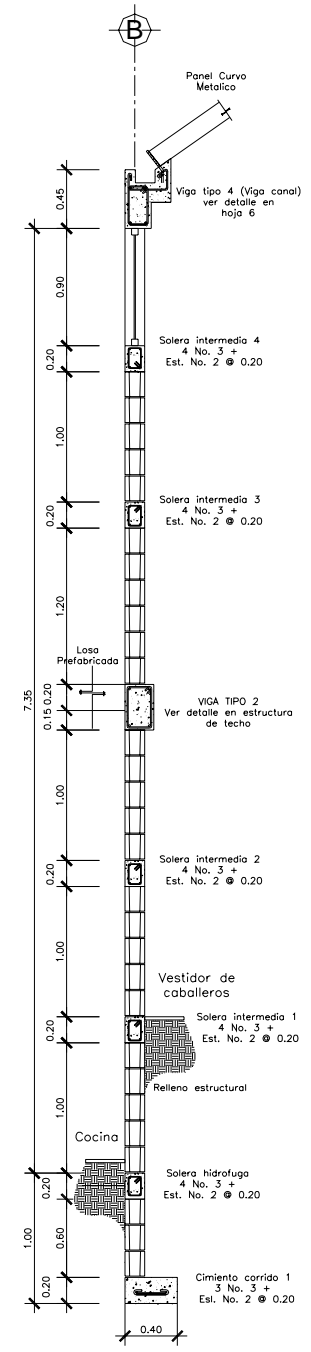
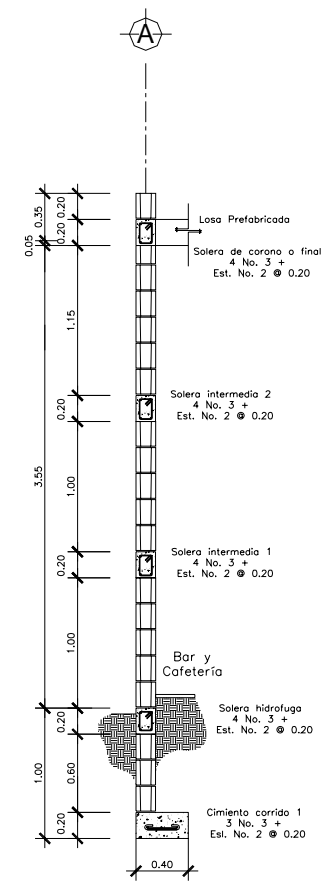
Seccion E - E' ( viga canal )

ESCALA 1:10

FACULTAD DE INGENIERIA MUNICIPALIDAD RABINAL, BAJA VERAPAZ	
PROYECTO:	SALON MUNICIPAL ANTONIO CHACON GOMEZ
DIRECCION:	PARQUE CENTRAL MUNICIPIO DE RABINAL
ADQUIRENTE:	MUNICIPALIDAD DE RABINAL
CONTENIDO:	PLANO DE DETALLES ESTRUCTURALES
DISEÑO:	BORIS CAMO
ESCALA:	INDICADA
DIBUJO:	BORIS CAMO
FECHA:	ENERO 2,008
SUPERVISO Y APROBO:	ING. ANGEL ROBERTO SIC GARCIA
HOJA	7 / 12

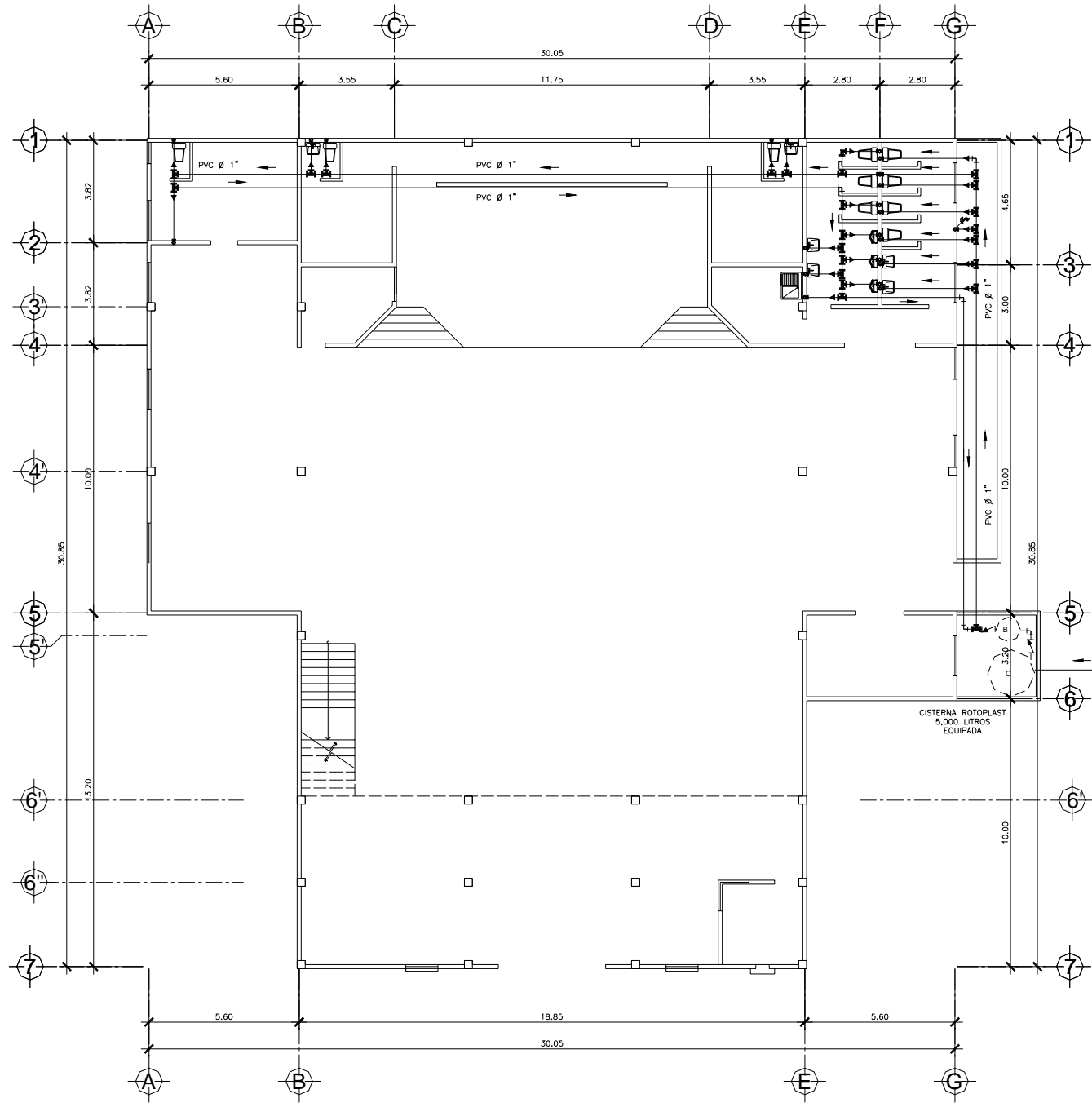






PROYECTO:	SALON MUNICIPAL ANTONIO CHACON GOMEZ
DIRECCION:	PARQUE CENTRAL MUNICIPIO DE RABINAL
ADQUIRIENTE:	MUNICIPALIDAD DE RABINAL
CONTENIDO:	PLANO DE CORTE DE MUROS
DISEÑO:	EPS BORIS CAMO
ESCALA:	INDICADA
DIBUJO:	EPS BORIS CAMO
FECHA:	ENERO 2,008
SUPERVISADO Y APROBADO:	ING. ANGEL ROBERTO SIC GARCIA
HOJA	8
	12

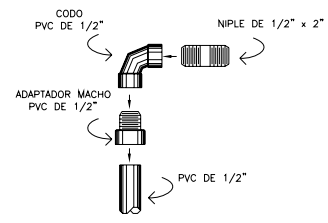




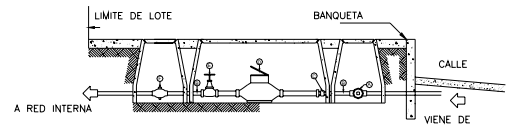
**DISTRIBUCION DE AMBIENTES**  
ESCALA 1:100



SIMBOLOGIA DE INSTALACIONES HIDRAULICAS	
SIMBOLO	SIGNIFICADO
	CONTADOR DE VOLUMEN DE AGUA DE $\phi$ 3/4"
	VALVULA DE PASO
	VALVULA DE COMPUERTA O INDICADA
	UNION DE EXPANSION
	VALVULA DE RETENCION O CHEQUE
	TUBO PVC $\phi$ 1" O INDICADO PARA AGUA POTABLE
	TEE A 90° VERTICAL
	TEE A 90° HORIZONTAL
	REDUCIDOR DE $\phi$ 1" A $\phi$ 1/2"
	CODO A 90° VERTICAL
	CODO A 90° HORIZONTAL
	GIRFO PARA MANGUERA
	BOMBA DE 1 HP
	TANQUE CISTERNA ROTOPLAST 5,000 LITROS, EQUIPADA

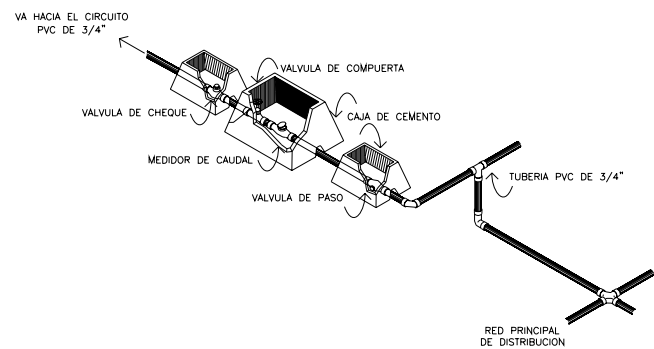


**Detalle para acometidas de artefactos**  
SIN ESCALA



**Detalle de sección de acometida**  
SIN ESCALA

- A. LLAVE DE PASO
- B. NIPLE PVC DE 3/4"
- C. 1 COPLA PVC DE 3/4"
- D. MEDIDOR
- E. LLAVE DE COMPUERTA DE 3/4"
- F. CHEQUE

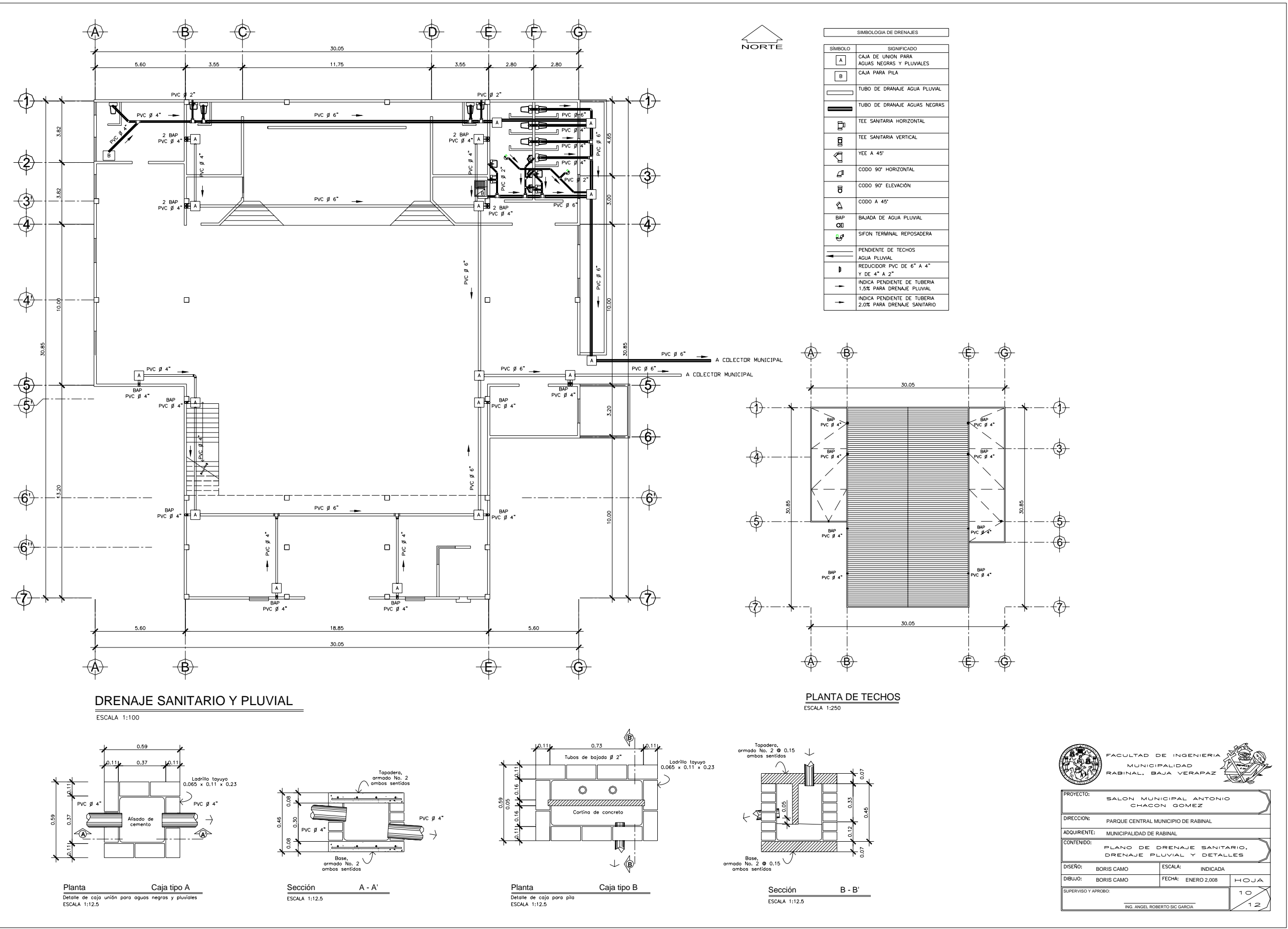


**Isometrico, acometida agua potable**  
SIN ESCALA

FACULTAD DE INGENIERIA  
MUNICIPALIDAD  
RABINAL, BAJA VERAPAZ

PROYECTO: SALON MUNICIPAL ANTONIO CHACON GOMEZ	
DIRECCION: PARQUE CENTRAL MUNICIPIO DE RABINAL	
ADQUIRENTE: MUNICIPALIDAD DE RABINAL	
CONTENIDO: PLANO DE INSTALACION HIDRAULICA Y DETALLES	
DISEÑO: BORIS CAMO	ESCALA: INDICADA
DIBUJO: BORIS CAMO	FECHA: ENERO 2,008
SUPERVISO Y APROBO:	HOJA 9
ING. ANGEL ROBERTO SIC GARCIA	
12	

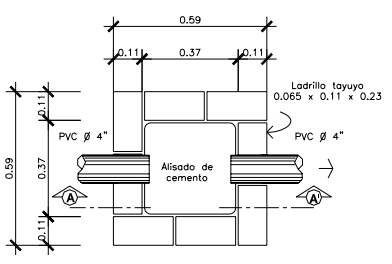




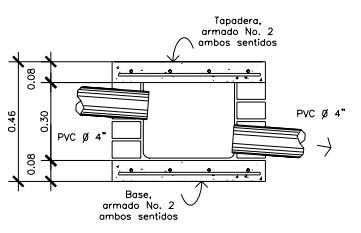
SIMBOLOGIA DE DRENAJES	
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
A	CAJA DE UNIÓN PARA AGUAS NEGRAS Y PLUVIALES
B	CAJA PARA PILA
(Line with arrow)	TUBO DE DRAÑAJE AGUA PLUVIAL
(Line with arrow)	TUBO DE DRAÑAJE AGUAS NEGRAS
(Tee symbol)	TEE SANITARIA HORIZONTAL
(Tee symbol)	TEE SANITARIA VERTICAL
(Elbow symbol)	YEE A 45°
(Elbow symbol)	CODDO 90° HORIZONTAL
(Elbow symbol)	CODDO 90° ELEVACIÓN
(Elbow symbol)	CODDO A 45°
(Downward arrow)	BAJADA DE AGUA PLUVIAL
(Box symbol)	BAP
(Box symbol)	SIFON TERMINAL REPOSADERA
(Arrow with slope)	PENDIENTE DE TECHOS
(Arrow with slope)	AGUA PLUVIAL
(Arrow with slope)	REDUCIDOR PVC DE 6" A 4" Y DE 4" A 2"
(Arrow with slope)	INDICA PENDIENTE DE TUBERIA 1.5% PARA DRENAJE PLUVIAL
(Arrow with slope)	INDICA PENDIENTE DE TUBERIA 2.0% PARA DRENAJE SANITARIO

**DRENAJE SANITARIO Y PLUVIAL**  
ESCALA 1:100

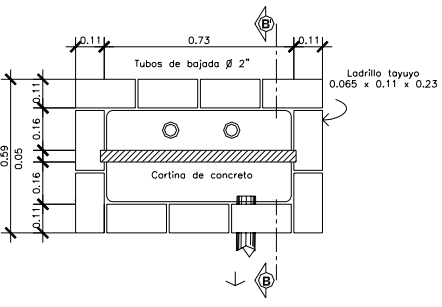
**PLANTA DE TECHOS**  
ESCALA 1:250



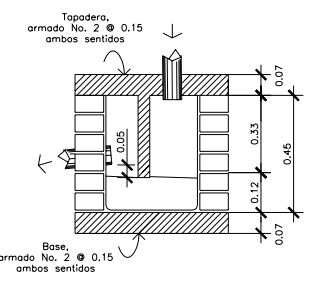
**Planta Caja tipo A**  
Detalle de caja unión para aguas negras y pluviales  
ESCALA 1:12.5



**Sección A - A'**  
ESCALA 1:12.5



**Planta Caja tipo B**  
Detalle de caja para pila  
ESCALA 1:12.5

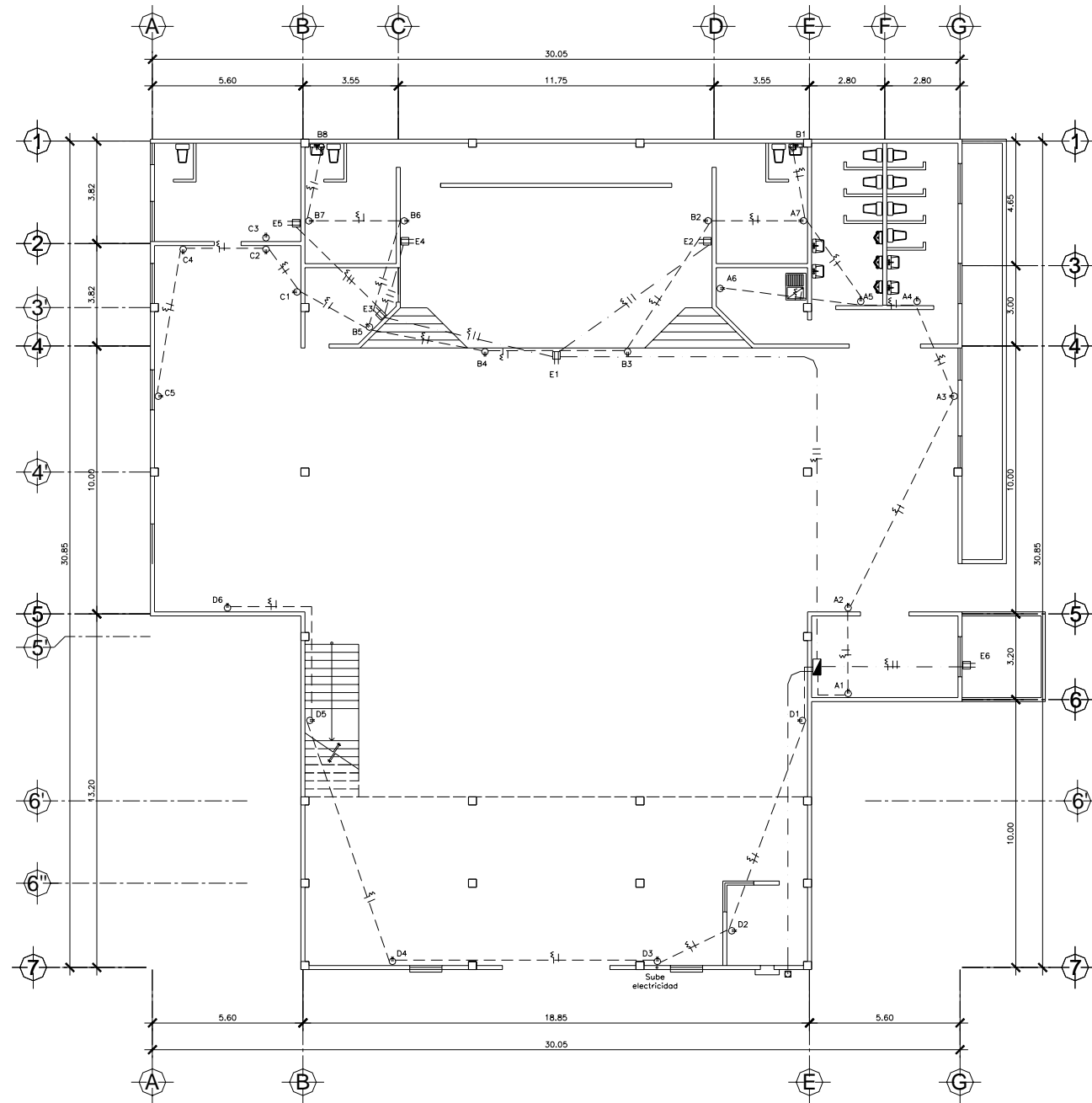


**Sección B - B'**  
ESCALA 1:12.5

FACULTAD DE INGENIERIA MUNICIPALIDAD RABINAL, BAJA VERAPAZ

PROYECTO:	SALON MUNICIPAL ANTONIO CHACON GOMEZ		
DIRECCION:	PARQUE CENTRAL MUNICIPIO DE RABINAL		
ADQUIRENTE:	MUNICIPALIDAD DE RABINAL		
CONTENIDO:	PLANO DE DRENAJE SANITARIO, DRENAJE PLUVIAL Y DETALLES		
DISEÑO:	BORIS CAMO	ESCALA:	INDICADA
DIBUJO:	BORIS CAMO	FECHA:	ENERO 2,008
SUPERVISO Y APROBO:	ING. ANGEL ROBERTO SIC GARCIA		10
			12





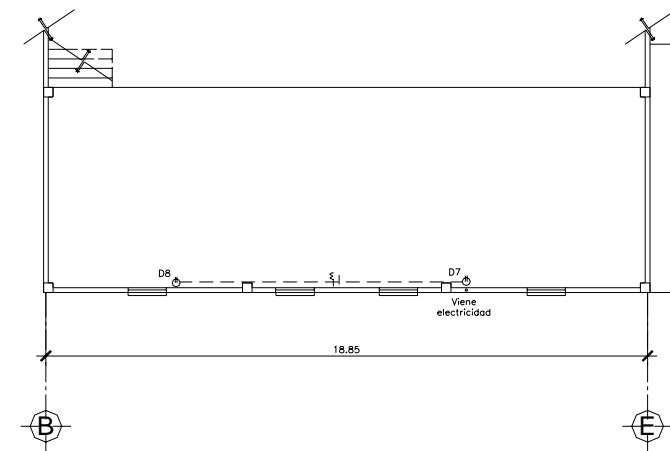
**INSTALACION ELECTRICA**

ESCALA 1:100



SIMBOLOGIA DE FUERZA

SIMBOLO	SIGNIFICADO
□	CONTADOR H=2.7 S.N.P.T.
▭	TABLERO DE DISTRIBUCION H=1.70 S.N.P.T.
○	TOMACORRIENTE DOBLE 120 V. H=0.30 S.N.P.T.
⊞	TOMACORRIENTE SIMPLE 240 V. H=0.30 S.N.P.T.
— —	LÍNEA NEUTRAL CALIBRE 12 TW O INDICADO
—+—	LÍNEA VIVA CALIBRE 12 TW O INDICADO
— —	TUBO PVC ELECTRICO #1" O INDICADO, EMPOTRADO EN PISO
—+—	TUBO PVC ELECTRICO #1" O INDICADO, EMPOTRADO EN PISO



**SEGUNDO NIVEL MEZZANINI**

ESCALA 1:100



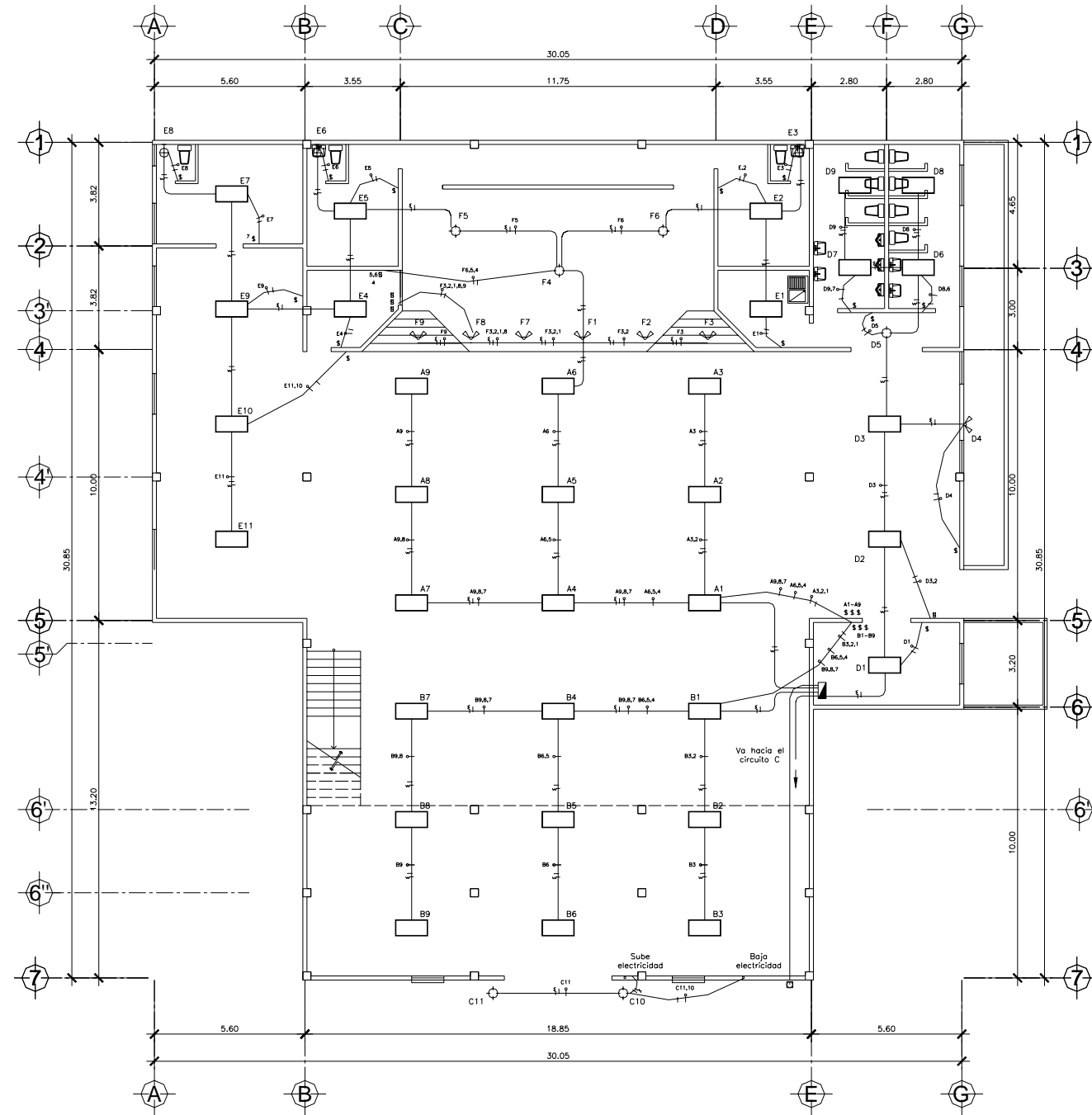
FACULTAD DE INGENIERIA  
MUNICIPALIDAD  
RABINAL, BAJA VERAPAZ



PROYECTO:	SALON MUNICIPAL ANTONIO CHACON GOMEZ		
DIRECCION:	PARQUE CENTRAL MUNICIPIO DE RABINAL		
ADQUIRENTE:	MUNICIPALIDAD DE RABINAL		
CONTENIDO:	PLANO DE INSTALACION ELECTRICA (FUERZA)		
DISENO:	BORIS CAMO	ESCALA:	INDICADA
DIBUJO:	BORIS CAMO	FECHA:	ENERO 2,008
SUPERVISADO Y APROBADO:	ING. ANGEL ROBERTO SIC GARCIA		HOJA 11 / 12







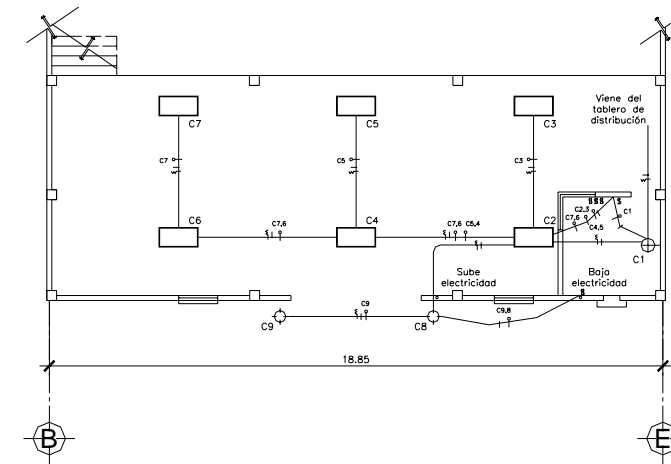
**INSTALACION ELECTRICA**

ESCALA 1:100



SIMBOLOGÍA DE ILUMINACIÓN

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	CONTADOR H=2.7 S.N.P.T.
	ILUMINACIÓN EN CIELO
	ILUMINACIÓN EN PARED TIPO PLAFONERO H=1.80 S.N.P.T.
	INDICA LAMPARA DE 2'x4', 4x32 ELECTRONICAS EN CIELO
	ILUMINACIÓN PARA PROYECTORES (REFLECTORES)
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN H=1.70 S.N.P.T.
	INTERRUPTOR SIMPLE H=1.20 S.N.P.T.
	INTERRUPTOR DOBLE H=1.20 S.N.P.T.
	LINEA NEUTRAL CALIBRE 12 TW O INDICADO
	LINEA VIVA CALIBRE 12 TW O INDICADO
	LINEA DE RETORNO CALIBRE 12 TW O INDICADO
	TUBO PVC ELÉCTRICO Ø1" O INDICADO, EMPOTRADO EN LOSA
	TUBO PVC ELÉCTRICO Ø1" O INDICADO, EN CIELO
	TUBO PVC ELÉCTRICO Ø1" O INDICADO EMPOTRADO EN PISO



**ILUMINACION DEBAJO DE MEZZANINI**

ESCALA 1:100



FACULTAD DE INGENIERIA  
MUNICIPALIDAD  
RABINAL, BAJA VERAPAZ



PROYECTO:	SALON MUNICIPAL ANTONIO CHACON GOMEZ		
DIRECCION:	PARQUE CENTRAL MUNICIPIO DE RABINAL		
ADQUIRIENTE:	MUNICIPALIDAD DE RABINAL		
CONTENIDO:	PLANO DE INSTALACION ELECTRICA (ILUMINACION)		
DISEÑO:	BORIS CAMO	ESCALA:	INDICADA
DIBUJO:	BORIS CAMO	FECHA:	ENERO 2,008
SUPERVISO Y APROBO:	ING. ANGEL ROBERTO SIC GARCIA		HOJA 12 12



## **ANEXO**

**Diagramas de interacción para diseño de columnas con momento biaxial**



