



Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Civil

**DISEÑO DEL SALÓN MUNICIPAL, UBICADO EN EL MUNICIPIO  
DE RÍO HONDO DEL DEPARTAMENTO DE ZACAPA**

**Daniel Eduardo Sapón Rodríguez**

Asesorado por el Ing. Ángel Roberto Sic García

Guatemala, noviembre de 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SALÓN MUNICIPAL, UBICADO EN EL MUNICIPIO  
DE RÍO HONDO DEL DEPARTAMENTO DE ZACAPA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

**DANIEL EDUARDO SAPÓN RODRÍGUEZ**

ASESORADO POR EL ING. ÁNGEL ROBERTO SIC GARCÍA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

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

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

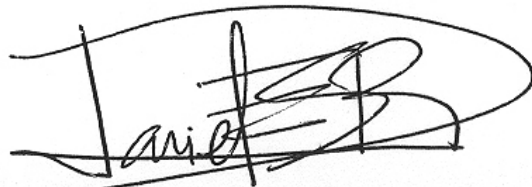
<b>DECANO</b>	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos.
<b>EXAMINADOR</b>	Inga. Carmen Marina Mérida Alva
<b>EXAMINADOR</b>	Ing. Jorge Lam Lan
<b>EXAMINADOR</b>	Ing. Yefri Rosales Juárez
<b>SECRETARIA</b>	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas.

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

### **DISEÑO DEL SALÓN MUNICIPAL, UBICADO EN EL MUNICIPIO DE RÍO HONDO DEL DEPARTAMENTO DE ZACAPA,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,  
con fecha 28 de mayo de 2009.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Daniel', enclosed within a large, stylized oval or loop.

**DANIEL EDUARDO SAPÓN RODRÍGUEZ.**



UNIDAD DE E.P.S.

Guatemala 27 de octubre de 2009.  
Ref.EPS.DOC.1517.10.09.

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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Daniel Eduardo Sapón Rodríguez** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200212927**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DEL SALÓN MUNICIPAL UBICADO EN EL MUNICIPIO DE RÍO HONDO DEL DEPARTAMENTO DE ZACAPA”**.

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. Ángel Roberto Sic García  
Asesor-Supervisor de EPS  
Área de Ingeniería Civil

c.c. Archivo  
ARSG/ra





UNIDAD DE E.P.S.

Guatemala, 27 de octubre de 2009.  
Ref.EPS.D.735.10.09

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

Estimado Ingeniero Samuels Milson.

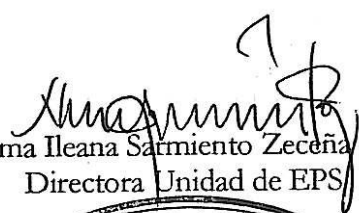
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DEL SALÓN MUNICIPAL UBICADO EN EL MUNICIPIO DE RÍO HONDO DEL DEPARTAMENTO DE ZACAPA"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Daniel Eduardo Sapón Rodríguez**, 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.

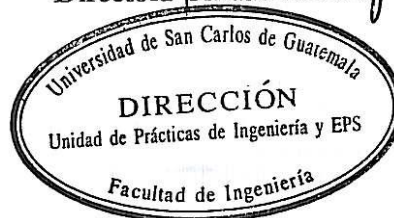
Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

*"Id y Enseñad a Todos"*

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

NISZ/ra





FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala,  
6 de noviembre de 2009

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

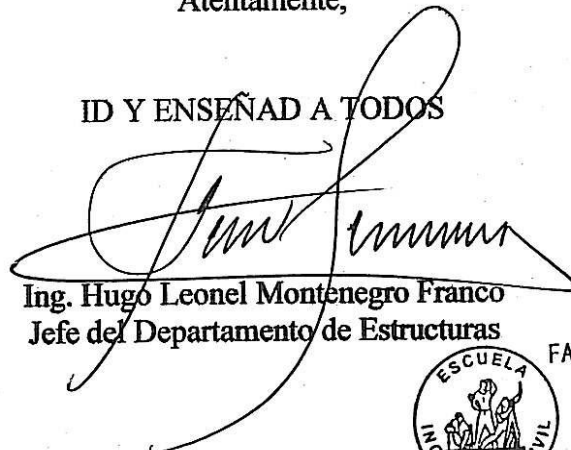
Estimado Ing. Samuels.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SALÓN MUNICIPAL UBICADO EN EL MUNICIPIO DE RÍO HONDO DEL DEPARTAMENTO DE ZACAPA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Daniel Eduardo Sapón Rodríguez, 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



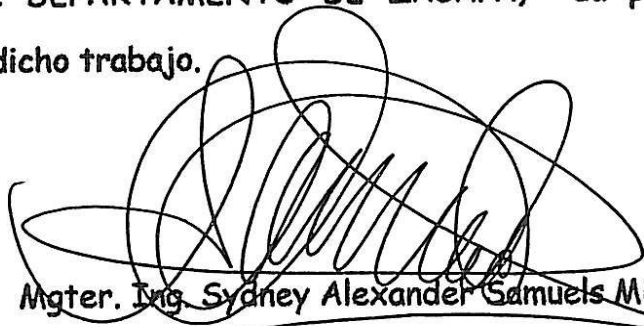
Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco  
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
ESTRUCTURAS  
USAC

/bbdeb.

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 Daniel Eduardo Sapón Rodríguez, titulado DISEÑO DEL SALÓN MUNICIPAL, UBICADO EN EL MUNICIPIO DE RÍO HONDO DEL DEPARTAMENTO DE ZACAPA, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.



Mgter. Ing. Sydney Alexander Samuels Milson



FACULTAD DE INGENIERIA  
DIRECTOR  
USAC

Guatemala, noviembre 2009.

/lga.





El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DEL SALÓN MUNICIPAL, UBICADO EN EL MUNICIPIO DE RÍO HONDO DEL DEPARTAMENTO DE ZACAPA**, presentado por el estudiante universitario Daniel Eduardo Sapón Rodríguez, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano



Guatemala, noviembre de 2009

/cc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por derramar sus bendiciones en el trayecto de mi vida y darme la fortaleza de seguir adelante.
- Mi madre** Clara Luz, por confiar en mí incondicionalmente, por los sabios consejos que me ha dado, porque le debo mi vida y lo que soy. GRACIAS MAMÁ
- Mi padre** Samuel Norberto, por apoyarme en todo lo emprendido. Gracias a los dos por su amor, apoyo, comprensión y su esfuerzo para lograr uno de los éxitos más importantes en mi vida.
- Mis hermanos** Oscar, Sara, Laura (D.E.P), Por apoyarme e instarme a seguir adelante siempre, por ser fuente de inspiración y mi ejemplo a seguir.
- Mi familia** Que me ha brindado su apoyo y cariño.
- Mis amigos** Por brindarme su amistad en todo momento y haberme acompañado en una etapa muy significativa e inolvidable en mi vida.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

- Dios** Por ser guía principal en mi vida y por darme sabiduría para lograr una de mis metas propuestas.
- Municipalidad de Río Hondo, Zacapa** En especial al señor Felipe Méndez, por darme la oportunidad de realizar mi práctica, también a: Patricio Paz, Ninfa, doña Consuelo y María Fernanda, por su amistad y por todas las vivencias que recordaré siempre.
- Ing. Ángel Roberto Sic García** Por su colaboración en el presente trabajo de graduación.
- Universidad de San Carlos** En especial a la Facultad de Ingeniería, por transmitirme los valiosos conocimientos y así poder formarme como profesional.

# ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	<b>V</b>
<b>LISTA DE SÍMBOLOS</b>	<b>VII</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>XI</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>XIII</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>XV</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>XVII</b>
<b>1. MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE RÍO HONDO, ZACAPA</b>	
1.1. Contexto regional	1
1.2. Municipio Río Hondo	2
1.2.1. Datos históricos	2
1.2.2. Aspectos geográficos	3
1.2.3. Población	3
1.2.4. Dotación de servicios básicos	4
1.2.5. Zonas de vida	5
1.3. Aspectos generales	6
1.3.1. Origen de su nombre	6
1.3.2. Fiesta titular	6
1.3.3. Extensión territorial, altitud, latitud, longitud	6
1.3.4. Colindancias	6
1.3.5. Clima, suelos y potencial productivo	7
1.4. Centros poblados y servicios existentes	8
1.4.1. Infraestructura social y productiva	9
1.4.2. Educación	12
1.4.3. Salud	14

1.4.4.	Vivienda	15
1.4.5.	Recreación y turismo	16
1.5.	Actividades económicas	16
1.5.1.	Producción agrícola	16
1.5.2.	Producción pecuaria	19
1.5.3.	Producción artesanal	19
1.6.	Diagnóstico y priorización de las necesidades	20

## **2. DISEÑO DEL SALÓN MUNICIPAL DE RÍO HONDO**

2.1.	Investigación preliminar	23
2.2.	Antecedentes	23
2.2.1.	Reconocimiento del lugar	23
2.3.	Preliminares	24
2.3.1.	Limpieza	24
2.3.2.	Demolición	24
2.3.3.	Excavación	24
2.4.	Tipo de estructura a diseñar	25
2.5.	Cargas aplicadas	27
2.5.1.	Carga muerta	27
2.5.2.	Carga viva	28
2.5.3.	Carga de viento	29
2.5.4.	Carga horizontal	31
2.6.	Diseño de cubierta	32
2.7.	Viga de anclaje	36
2.8.	Diseño de columnas	37
2.9.	Diseño de muro de mampostería	46
2.10.	Cálculo de rigidez de los muros	47
2.11.	Corte basal	48

2.12. Diseño a corte	49
2.13. Diseño a flexión	50
2.14. Diseño de cimentación	51
2.15. Diseño de zapata	52
2.16. Presupuesto del proyecto	59
2.17. Cronograma de ejecución	60
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>61</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>63</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>65</b>
<b>APÉNDICE</b>	<b>67</b>



# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1. Modelo matemático.....	25
2. Estimación de cargas .....	26
3. Diagrama de envolvente de momentos .....	26
4. Diagrama de corte y momento para una viga doblemente empotrada ...	30
5. Fuerza horizontal aplicada a la columna.....	31
6. Diagrama de corte y momento para columna con carga horizontal.....	32
7. Diseño de techos .....	33
8. Diagrama de relación luz/flecha.....	34
9. Radio de curvatura.....	35
10. Detalle de viga de anclaje.....	36
11. Refuerzo longitudinal eje E .....	37
12. Refuerzo longitudinal eje 1 .....	38
13. Diagrama para chequeo por corte simple .....	48
14. Diagrama para chequeo por corte punzonante .....	49
15. Diagrama de presión del suelo .....	50
16. Armado de la zapata.....	52
17. Cronograma de ejecución .....	54

## TABLAS

I	Centros poblados del municipio de Río Hondo .....	8
II	Interpretación de datos de ETABS para armado de columnas.....	38
III	Presupuesto del proyecto.....	53





## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>A.C.I.</b>	Instituto Americano del Concreto
<b>Ag</b>	Área gruesa de columna
<b>As</b>	Área de acero
<b>Asmín</b>	Área de acero mínima
<b>Asmáx</b>	Área de acero máxima
<b>Az</b>	Área de zapata
<b>b</b>	Base del elemento
<b>c</b>	Longitud de desarrollo
<b>C</b>	Coeficiente relacionado al período de vibración de la estructura.
<b>CD</b>	Carga de viento
<b>CM</b>	Carga muerta
<b>CU</b>	Carga última
<b>CV</b>	Carga viva
<b>cms</b>	Centímetro
<b>d</b>	Peralte efectivo
<b>e</b>	Excentricidad
<b>Em</b>	Módulo de mampostería
<b>f</b>	Flecha

<b>F</b>	Fuerza
<b>f'c</b>	Resistencia del concreto a los 28 días
<b>Fcu</b>	Factor de carga última
<b>f'y</b>	Esfuerzo de fluencia del acero
<b>hm</b>	Altura del muro
<b>I</b>	Coeficiente de importancia de la estructura
<b>K</b>	Coeficiente que depende del tipo de estructura
<b>Kg</b>	Kilogramo
<b>kg-m</b>	Kilogramo metro
<b>kg/m<sup>2</sup></b>	Kilogramo por metro cuadrado
<b>l</b>	Longitud
<b>L</b>	Luz libre
<b>lbs</b>	Libras
<b>lbs/pulg<sup>2</sup></b>	Libras por pulgada cuadrada
<b>lm</b>	Longitud del muro
<b>m</b>	Metro
<b>Máx</b>	Momento axial
<b>Mmáx</b>	Momento máximo
<b>Mú</b>	Momento último
<b>P</b>	Carga horizontal
<b>Pax</b>	Carga axial
<b>pulg</b>	Pulgada

<b>qu</b>	Carga última
<b>R</b>	Radio de curvatura
<b>s</b>	Espaciamiento
<b>S</b>	Coefficiente que depende del suelo
<b>t</b>	Espesor
<b>tm</b>	Espesor del muro
<b>Ton</b>	Tonelada
<b>Ton/m<sup>2</sup></b>	Tonelada por metro cuadrado
<b>Ton/m<sup>3</sup></b>	Tonelada por metro cúbico
<b>(V)</b>	Corte basal
<b>Vact</b>	Corte actuante
<b>Vmáx</b>	Corte máximo
<b>Vcr</b>	Corte resistente
<b>Vs</b>	Valor soporte del suelo
<b>W</b>	Peso propio de la estructura
<b>Z</b>	Coefficiente de riesgo sísmico
<b>@</b>	Separación entre varillas



## **GLOSARIO**

### **CARGA DE DISEÑO**

Carga última, que se utiliza en el diseño de elementos estructurales de edificación.

### **CARGA DE VIENTO**

Es la fuerza producida por la velocidad del viento.

### **CARGA MUERTA**

Carga que permanece constante en el tiempo.

### **CARGA ÚLTIMA**

Es la suma de las cargas afectadas por factores de seguridad.

### **CARGA VIVA**

Carga no permanente en la estructura.

### **COLUMNA ESBELTA**

Es aquella columna que por su grado de longitud tiende a fallar por pandeo.

### **COMPACTACIÓN**

Acción de hacer alcanzar a un material una textura apretada o maciza.

### **CONCRETO**

Es un material pétreo, artificial, obtenido de la mezcla, en proporciones determinadas, de cemento, arena, pedrín y agua.

<b>COTA DE TERRENO</b>	Número en los planos topográficos que indica la altura de un punto sobre un plano de referencia.
<b>FLEXIÓN</b>	Acción y efecto de doblar un cuerpo o algún miembro.
<b>INERCIA</b>	Propiedad de los cuerpos de no modificar su estado de reposo o movimiento si no es por la acción de una fuerza.
<b>MOMENTO</b>	Magnitud resultante del producto del valor de una fuerza por su distancia a un punto de referencia.
<b>MURO</b>	Pared de cualquier material con que se divide o cierra un espacio.
<b>PUNZONAMIENTO</b>	Efecto producido por una fuerza que insiste sobre una superficie de área pequeña.
<b>SOLERA</b>	Elemento estructural horizontal de concreto. Tiene como función conectar monolíticamente los elementos estructurales para dar mayor estabilidad a las estructuras y a los muros de mampostería.

## **RESUMEN**

El presente trabajo de graduación es el resultado del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), el cual se realizó en el municipio de Río Hondo del departamento de Zacapa.

Este trabajo se divide en dos capítulos. En el primer capítulo se presenta un informe amplio sobre las características del área de estudio, dicha información permitió conocer las necesidades básicas del municipio con el objetivo de presentar posibles soluciones e identificar necesidades prioritarias en ese momento.

El segundo capítulo comprende el diseño de un salón municipal para la Municipalidad de Río Hondo, Zacapa. El cual consiste en un sistema estructural elaborado a través de muros de mampostería y cubierta metálica, las cargas consideradas son; viva, muerta y sísmica; la primera depende del uso de la estructura; la segunda depende del material y método constructivo; y la tercera de las dos anteriores. En el análisis estructural se realizaron las diferentes combinaciones de carga y con las más críticas se diseñaron los elementos estructurales.





## **OBJETIVOS**

### **General**

Contribuir al desarrollo de la infraestructura por medio del diseño de salón municipal, ubicado en el Municipio de Río Hondo del departamento de Zacapa.

### **Específicos:**

1. Realizar el diseño del salón municipal de Río Hondo.
2. Proveer a la comunidad de planos y presupuestos necesarios para la construcción del proyecto.
3. Desarrollar una estructura funcional y económica para la comunidad.
4. Aplicar los conocimientos adquiridos en la Facultad de Ingeniería, desde el punto de vista teórico-práctico, para el beneficio de la población y del estudiante.



## **INTRODUCCIÓN**

El Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.) pretende contribuir con el desarrollo de las diferentes comunidades en el interior del país, dentro del municipio asignado, brindando el apoyo técnico necesario y buscando soluciones a los problemas y necesidades que se tengan en ellas.

Así mismo las municipalidades buscan constantemente mejorar la calidad de vida de sus habitantes, partiendo de lo anterior, la Municipalidad de Río Hondo no está exenta de ese interés obligatorio por la mejora continua en el desarrollo del municipio, por lo que se constituye como necesario la realización de diversos proyectos los cuales tienen como fin el bienestar de sus pobladores.

Según un estudio de necesidades y problemáticas, en coordinación con la Oficina Municipal de Planificación (O.M.P), del municipio de Río Hondo, departamento de Zacapa, se tomó como prioridad en proyectos de infraestructura el diseño del salón municipal de Río Hondo.

Es importante mencionar que se priorizó este proyecto debido a que éste satisface las necesidades básicas que demanda la población del municipio de Río Hondo, en cuanto a infraestructura se refiere.



# 1. MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE RÍO HONDO, ZACAPA

## 1.1 Contexto regional

La República de Guatemala, conforme Decreto 70-86 del Congreso, Artículo 2, delimita territorialmente a uno o más departamentos que reúnan similares condiciones geográficas, económicas y sociales, subdividiéndose en 8 regiones. La Región III quedó integrada por los departamentos de: Zacapa, Izabal, El Progreso, y Chiquimula, con una superficie de 16,026 kilómetros cuadrados, el cual ocupa el 14.7 % del área geográfica del país; colinda al norte con Alta Verapaz, El Petén, Belice y el Mar Caribe; al sur con los departamentos de Jalapa, Jutiapa y la frontera con República de Honduras; al oeste con los departamentos de Alta y Baja Verapaz, y Guatemala.

El departamento de Zacapa cuenta con una extensión territorial de 2,690 kilómetros cuadrados y representa el 16.8% de la Región III y el 2,5% del territorio nacional y está situada a 14 grados 58' 45" latitud norte y a 89 grados 31' 20" longitud oeste del meridiano de Greenwich, con una altitud sobre el nivel del mar de 184.69 metros, esto según la marca establecida en la estación del ferrocarril. Zacapa posee, en la actualidad, una densidad de población promedio de 73 habitantes por kilómetro cuadrado, la Región III por su parte presenta una densidad de 270, en tanto que en el ámbito nacional es de 1002 habitantes por kilómetro cuadrado.

## **1.2 Municipio de Río Hondo**

### **1.2.1 Datos históricos**

Se cree que fueron los Toltecas quienes a través del lago de Izabal siguieron el curso del Río Motagua, y se asentaron en la región que hoy forma los departamentos de Izabal, Zacapa y Chiquimula. Los departamentos que integran la región, agrupan 34 municipios.

En el año 1,737 ya se hablaba de la existencia del Valle de Río Hondo y Candelaria; consta en actas del año 1,829 que estaba bajo la autoridad del Gobierno Supremo de Estado, cuyo corregimiento se encontraba en la cabecera de Chiquimula. En la Constitución Política del Estado de Guatemala, decretada por su Asamblea Constituyente el 11 de octubre 1825, se hace mención de Río Hondo como resultado de la división política del Estado de Guatemala, perteneciente al circuito de Zacapa. Se desconoce por ahora la fecha en que se fundó esta comunidad, pero se sabe que el primer nombre de su cabecera era **“Candelaria de Río Hondo”**.

El Arzobispo doctor don Pedro Cortéz y Larraz, llevó a cabo la visita pastoral a su diócesis en 1,768 a 1770 y mencionó al actual poblado como hacienda Río Hondo, lo que probablemente signifique que en esa época no había crecido demasiado su población, al grado de ser una comunidad; indicó que estaba a tres leguas de la Cabecera del Curato, y no hace mención del número de habitantes de esa época: **“El terreno es fértil para todo género de frutos y produce lo mismo para Chiquimula”**, declaró en su escrito.

### **1.2.2 Aspectos geográficos**

El municipio de Río Hondo pertenece al departamento de Zacapa, se localiza al nor-oriental del país, y está ubicado en el kilómetro 137 ruta al atlántico, identificada como CA-9; catalogada como cabecera de 3ra. categoría, posee una extensión territorial de 422 kilómetros cuadrados, el nombre geográfico oficial es; RIO HONDO, limita al norte con el municipio del Estor (Izabal); al este con Gualán y Zacapa (Zacapa); al sur con Zacapa y Estanzuela (Zacapa); al oeste con Teculután (Zacapa).

### **1.2.3 Población.**

La población total del municipio de Río Hondo es de 18,724 habitantes, con una población emigrante de 30 personas y un total de 491 nacimientos. En el área urbana viven 2,418 habitantes, y el área rural cuenta con 16,306.

El municipio de Río Hondo cuenta con 10 parajes, 5 labores, 10 fincas, 26 aldeas y 13 caseríos poblados, 1 hacienda, 3 colonias, 2 lotificaciones; cuenta además con 22 ríos, 58 quebradas, 1 riachuelo, 1 baño termal; entre los accidentes orográficos con que cuenta están: 1 sierra, 6 montañas, 9 cerros, 1 mina de oro y una gran variedad de mármol que se extrae de la sierra de las minas.



### **1.2.4 Dotación de servicios básicos**

El casco urbano del municipio cuenta con los siguientes servicios básicos:

- Agua potable
- Bomberos municipales
- Calles pavimentadas y adoquinadas
- Campo de fútbol y basquetbol
- Centro de salud
- Clínica dental
- Correos
- Drenajes
- Educación primaria
- Educación básica
- Universidad rural
- Energía eléctrica, pública y domiciliar
- Farmacia de la comunidad
- Farmacia estatal
- Farmacias privadas
- Juzgado de paz
- Oficina de empadronamiento
- Sanatorio privado medico familiar
- Servicio de televisión por cable y nacional
- Teléfonos domiciliarios, monederos y tarjeteros
- Tren de aseo

El área rural cuenta con los siguientes servicios:

- Agua entubada domiciliar
- Campos de fútbol
- Canchas de basquetbol
- Carreteras de terracería
- Clínicas
- Educación básica
- Educación primaria
- Energía eléctrica domiciliar
- Farmacias
- Puestos de salud
- Salones comunales
- Servicio de televisión por cable y nacional
- Un hospital infantil

### **1.2.5 Zonas de vida**

El municipio se encuentra en las atribuciones meridionales de la Sierra de las Minas, está situada al norte del mismo y por consiguiente su topografía es muy accidentada en su mayor parte; la Sierra de las Minas abarca aproximadamente el 75.1 % de su extensión territorial. La región del valle cubre aproximadamente el 24.9 % de las estribaciones de las Sierras de las Minas, a las márgenes del río Motagua, presentando hacia los causes y valles de los ríos, gradas o saltos, que forman las conocidas cataratas o cascadas. En el pasado se han explotado los mármoles que se extraen de las montañas de Santa Cruz y se supone que en su sub-suelo existen ricas vetas de oro, así como yacimientos de hierro y cobre.

### **1.3 Aspectos generales**

#### **1.3.1 Origen de su nombre**

El nombre de Río Hondo es en honor al río que atraviesa la cabecera municipal. En años anteriores, según nuestros abuelos, este era bastante caudaloso y profundo, donde habitaba una gran variedad y cantidad de peces que eran atrapados para consumo personal y hasta para el comercio; el río hondo proveía parte de la dieta alimenticia de las personas en aquellos días.

#### **1.3.2 Fiesta titular**

Río Hondo celebra su feria titular en honor a su patrona, La Virgen de Candelaria, por acuerdo del 7 de noviembre de 1934; en los días del 25 al 28 de febrero.

#### **1.3.3 Extensión territorial, altitud, latitud, longitud**

- Extensión territorial: 422 kilómetros cuadrados.
- Altitud: 184.91 metros sobre el nivel del mar.
- Latitud Norte: latitud 15°02'36''
- Longitud Oeste: 89° 35' 06''

#### **1.3.4 Colindancias**

- AL NORTE: Con los departamentos de Alta Verapaz e Izabal.
- AL ESTE: Con el municipio de Gualán.
- AL SUR: Con los municipios de Estanzuela y Zacapa.
- AL OESTE: Con el municipio de Teculután.

### **1.3.5 Clima, suelos y potencial productivo**

La Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura clasifica como regiones semiáridas aquellas con precipitación de 400 a 600 milímetros (mm) anuales como áridas las de 100 a 400 y desérticas las de precipitación media inferior de 100 mm. anuales.

En la zona semiárida que acá se describe, la precipitación promedio anual está entre 500 y 650 mm.; la humedad relativa entre el 60 y 72 % y la evapotranspiración potencial entre 600 a 800 mm anuales, mayor que la disposición promedio de precipitación, lo cual explica el déficit de agua. La temperatura promedio varía de los 22 a los 28 grados C. En los cerros, a una altitud de 500 a 600 MSNM, la precipitación llega a 800 mm anuales.

Su clima es cálido en el sector del Valle y templado en la región montañosa. La temperatura oscila entre 20.5 y 33.99 grados; cuenta con dos estaciones definidas: lluviosa y seca, la estación lluviosa tiene una duración aproximada de seis meses, principia en la segunda quincena del mes de mayo y finaliza los primeros días del mes de noviembre, con una precipitación pluvial media de 622.8 milímetros. La estación húmeda es relativa y oscila en 68 %.

Sus suelos están clasificados en dos grupos, los que son aptos para los cultivos de corto tiempo y los que se ubican en la región montañosa y se caracterizan por ser rocosos y con muchas pendientes; otra particularidad de estos suelos es que pueden ser frágiles y poco profundos.

Las principales actividades productivas del municipio son: la agricultura, ganadería, industria, comercio, y servicios; sobresaliendo la agricultura, que genera la mayor parte del producto bruto.

#### 1.4 Centros poblados y servicios existentes

Tabla I. Centros poblados del Municipio de Río Hondo

Nombre del centro poblado	Categoría	No. Habitantes	No. Casas	Distancia a la cabecera Municipal (km)
Río Hondo	Cabecera	2377	816	0
Rosario	Aldea	1250	350	13
Tabacal	Aldea	69	17	24
Moran	Aldea	352	83	27
Pata Galana	Aldea	343	81	11
Llano verde	Aldea	470	110	12
El peton	Aldea	451	99	10
Jesús María	Aldea	336	72	9
Jumuzna	Aldea	250	73	11
Las pozas	Aldea	426	110	8
Las delicias	Aldea	296	70	9
Mal paso	Aldea	379	102	10
La espinilla	Aldea	568	146	15
Jones	Aldea	940	245	15
Llano largo	Aldea	222	53	10
La pepesca	Aldea	749	180	5
Chan Chan	Aldea	182	43	3
El tecolote	Aldea	250	30	2
Casas de pinto	Aldea	209	49	5
Sunzapote	Aldea	350	63	9
Nuevo sunzapote	Aldea	1050	140	8
Ojo de agua	Aldea	451	115	10
Santa cruz	Aldea	1790	395	11
Monte Grande	Aldea	739	186	16
Santa Rosalia Mármol	Aldea	337	86	23
Panaluya	Aldea	209	63	2
La ceibita	Caserío	188	53	9
El Senegal	Caserío	90	21	2.3
La arenera	Caserío	498	120	12
El cajón de Jones	Caserío	74	30	18
El chorro	Caserío	20	6	4
Rio Blanco	Caserío	102	31	
Las joyas	Caserío	98	18	2
El Naranja	Caserío	100	20	29
Pasabien	Caserío	531	98	14
Lo de Mejía	Caserío	31	9	9
Agua caliente	Caserío	30	10	10
Puente Mármol	Caserío	100	27	8
San Lorenzo	Caserío	150	30	
El palmo	Caserío	300	54	

### **1.4.1 Infraestructura social y productiva**

#### **Sistema vial**

De los 40 poblados del municipio, 9 se comunican con la ruta al Atlántico por medio de carretera asfaltada, y el resto tienen carreteras de terracería y balastradas.

La cabecera municipal de Río Hondo se comunica con la ciudad capital por carretera asfaltada (Ruta CA-9, carretera al Atlántico), con una distancia de 137 kilómetros.

El municipio cuenta en su mayoría con aldeas de carreteras cortas y anchos de vías un poco estrechos, pero accesibles en su mayoría en todo el año. Hay caseríos que aún no cuentan con acceso propio, pero si con estudio topográfico para su planificación y posterior ejecución; estas vías de comunicación reciben mantenimiento por lo menos dos veces por año, antes y después del invierno y esto se lleva a cabo en orden de prioridad.

#### **Energía eléctrica**

De 4903 viviendas, 4678 disponen de energía eléctrica domiciliar, 225 no cuentan con dicho servicio. En cuanto a alumbrado público, 37 centros poblados cuentan con este servicio, incluyendo la cabecera municipal.

## **Agua potable y saneamiento ambiental**

- **Situación de abastecimiento de agua (área urbana)**

Existen 802 viviendas con chorro propio, 14 viviendas abastecidas por llena cántaros.

- **Situación de abastecimiento de agua (área rural)**

4006 viviendas cuentan con chorro propio, se abastecen con llena cántaros 81 viviendas.

- **Área rural**

3,833 viviendas cuentan con letrina, 114 no cuentan con servicio de drenaje.

- **Área urbana**

559 viviendas cuentan con drenajes, 257 no cuentan con este servicio, 257 viviendas cuentan con letrinas; no se cuenta con ninguna planta de tratamiento en la cabecera municipal, pero ya se hicieron las gestiones necesarias y dentro de poco empezará su construcción.

## **Rastros, cementerios y otros.**

- **Rastros**

Río Hondo no cuenta con ningún rastro formalmente construido, sino que las actividades de destace y venta de carne de res, es realizada por comerciantes individuales.

- **Cementerios**

Existen aproximadamente 10 cementerios en el municipio de Río Hondo, incluyendo el de la cabecera.

- **Salones de usos múltiples**

Se reportan 8.

- **Teléfonos**

La cabecera municipal cuenta con 264 teléfonos domiciliarios, 6 teléfonos comunitarios, 17 teléfonos tarjeteros.

- **Templos religiosos**

Existe una iglesia católica ubicada en el parque central de la cabecera y 5 iglesias evangélicas distribuidas en diversos puntos de la misma. Cabe señalar que la religión protestante es la que predomina en la mayor parte del municipio.





9. Llano Verde
10. El Petón
11. Jesús María
12. Jumuzna
13. Las Pozas
14. Las Delicias
15. Mal Paso
16. La Espinilla
17. Jones
18. El Cajón de Jones
19. Llano Largo
20. La Pepesca
21. La Palma
22. Chán Chán
23. Tecolote
24. Casas de Pinto
25. Sunzapote
26. Nuevo Sunzapote
27. Ojo de Agua
28. Santa Cruz
29. Pasabién
30. Monte Grande
31. Santa Rosalía Mármol
32. San Lorenzo
33. La Arenera
34. Caserío El Puente

**Nivel medio**

4 centros educativos

**Ubicación:**

1. Río Hondo (Instituto por Cooperativa)
2. Aldea Santa Cruz ( Instituto por Cooperativa)
3. Aldea Monte Grande (Municipal)
4. Aldea El Rosario (Colegio Privado Sión)

**Nivel superior**

Desde hace tres años, Río Hondo cuenta con los servicios de estudios superiores de la Universidad Rural de Guatemala, ubicada en la cabecera municipal; los cursos son impartidos los fines de semana en las instalaciones del Instituto Básico por Cooperativa.

**1.4.3 Salud**

En este sentido, los servicios existentes en el municipio son proporcionados en parte por el Ministerio de Salud, que están destinados a la cobertura de la atención primaria de salud, la prevención y control de enfermedades bacterianas, víricas y parasitarias.

La cabecera municipal cuenta con un centro de salud, está clasificado como de tipo “B” y fue puesto en funcionamiento a partir del año 1966. Este centro tiene cobertura sobre las siguientes aldeas: Jumuzna, La Pepesca, Las Pozas, La Palma, Chan Chán, Panaluya, Casas de Pinto, El Tecolote y Caserío Las Joyas.

Río Hondo cuenta con cuatro puestos de salud. El primero se encuentra en la aldea Santa Cruz, y tiene cobertura sobre las siguientes aldeas y caseríos: Santa Cruz, Monte Grande, Santa Rosalía, San Lorenzo, La Arenera, Pasabién, Peaje Santa Cruz, Caserío El puente.

El segundo puesto está ubicado en la aldea de Jones, que atiende a las siguientes aldeas y caseríos: Jones, Mal Paso, Las Delicias, La Espinilla, Llano Largo y el caserío el Cajón.

El tercer puesto de salud se encuentra en la aldea El Rosario, atiende a las siguientes aldeas: El Rosario, Llano Verde, Morán, Pata Galana, Jesús María, El Petón y El Tabacal.

El cuarto puesto de salud, recién inaugurado, está situado en la aldea Nuevo Sunzapote, y tiene cobertura sobre: aldea Sunzapote, Ojo de Agua, El Manzano, Agua Caliente, Lo de Mejía.

#### **1.4.4 Vivienda**

El tipo de vivienda predominante en la cabecera municipal es la de paredes de block (algunas aún son de adobe), con piso de cemento, granito o cerámico; techo de teja o de lámina galvanizada, con 2 ó 4 ambientes, corredor y patio. Existen muchas casas de terraza y de 2 niveles; a orillas en los límites de la cabecera, existen casas construidas con lodo y nylon, o solo de lámina.

### **1.4.5 Recreación y turismo**

#### **Campos deportivos**

Campos de fútbol: existen 9 canchas, 2 de éstas están ubicadas en la cabecera municipal, el resto en las comunidades del área rural.

Canchas de básquetbol: existen 12 canchas, 1 de éstas está ubicada en la cabecera municipal, el resto de ellas se encuentran en las comunidades rurales.

#### **Balnearios**

Existen 4 balnearios en el municipio: Pasabién, La Planta, El ranchón, El Tecolote.

#### **Lugares turísticos**

La sierra de las minas se considera como el más importante atractivo turístico del municipio, debido a su gran biodiversidad.

## **1.5 Actividades económicas**

### **1.5.1 Producción agrícola**

#### **Cultivo del maíz**

Es uno de los productos más cultivados en la zona, fundamentalmente porque constituye la base alimenticia diaria de la población y porque es un cultivo que se adapta a diferentes condiciones climáticas.

Los suelos destinados para este cultivo son por lo general los de menor calidad y es el comodín de los otros cultivos, o sea que cuando no se siembra ninguno de los otros, se cultiva maíz, por lo que sus rendimientos son bajos en relación al departamento del país.

Según datos suministrados por lo propios agricultores, éste decreció en el año 1994 a 26,398 quintales en relación a 30,391 del año 1988 promediando 29,300 quintales. El precio que estuvo vigente en el año 1988 fue de Q 23.04 en relación a Q 77.00 en el año 1994, muestra un crecimiento de 334.20 %; pero este incremento no es compatible con el deterioro de los términos de intercambio y con el grado de inflación acumulada durante los años estudiados, el cual alcanza un 150 % aproximadamente destinándose la mayor parte de ésta producción al auto consumo.

### **Cultivo de frijol**

Es otro cultivo de importancia en esta zona. La población lo cultiva para el autoconsumo por ser éste base de la dieta alimenticia. Aquí también manifestó una tendencia en su cultivo hasta el año 1994, el precio vigente en el año 1988 fue de Q 70.56 comparados con Q 79.44 registrados en el año 1994; manifestando un incremento del 12.59 %.

### **Cultivo del tabaco**

Este cultivo es de los más importantes en la Región Oriental, principalmente en el municipio de Río Hondo, lugar que satisface las exigencias de los suelos y clima adecuados para su desarrollo. Generalmente son suelos franco arcillosos o franco arenoso, ubicados en la región del valle; donde existe agua para su riego y las condiciones topográficas facilitan las labores de mecanización para obtener una buena producción.

### **Cultivo de tomate**

Es un cultivo que generalmente se destina para consumo familiar y para la agroindustria, desafortunadamente es sensible al ataque de las plagas y enfermedades, a daños por condiciones atmosféricas y no existe control en las épocas de siembra, lo que hace que el precio sufra constantes variaciones en el año.

### **Cultivo de melón**

Es un cultivo que viene desde año 1978, ha venido cobrando importancia en la región oriental y por ende en el municipio por las condiciones de suelo y clima. Se exporta a los países de Estados Unidos y mercado Europeo.

### **Cultivo de sandía**

Al igual que el melón y el tabaco, la sandía es otro de los cultivos, cuyo destino es la exportación, situación que ha obligado al productor a cambiar las variedades tradicionales, o sea la sandía grande, por otras de menor tamaño, que reúna los requisitos del mercado tanto nacional como internacional.

### **Cultivo de chile pimiento**

Este cultivo se presenta como una buena alternativa para los agricultores en la generación de ingresos, pero tiene la desventaja que es muy propenso a las plagas, lo que exige fuerte inversión en insumos lo cual provoca alteraciones en el mercado con su precio.

## **1.5.2 Producción pecuaria**

### **Ganado vacuno**

La crianza de ganado vacuno es una de las principales actividades pecuarias del departamento y del municipio, donde se comercian ganado criollo y razas cruzadas, que se prefieren por ser más resistentes a enfermedades y a los efectos de la sequía. Para su alimentación se utiliza principalmente el pasto que crece de forma natural en las llanuras, pasto cultivado, desechos de cosechas, principalmente de maíz y melaza.

### **Ganado porcino**

La producción porcina y aves de corral es baja, se encuentra en manos de las amas de casa y se destina por lo general para consumo familiar o ventas esporádicas; existen comerciantes que se dedican a la compra de cerdos para su crianza y/o destace en menor escala.

## **1.5.3 Producción artesanal**

En este campo se observan algunas actividades, sobresaliendo aquellas dirigidas a la producción de objetos para el hogar, tales como, la elaboración de canastas, escobas de palma, ollas de barro, hamacas, bolsas de pita, comales de barro.

Existen algunos artesanos que fabrican bustos de personajes importantes, o de cualquier persona que lo desee, réplicas de vasos, platos y estatuillas mayas.



## **1.6 Diagnóstico y priorización de las necesidades**

El municipio como parte integral está conformado por las comunidades del área rural y urbana. Por facilidades administrativas se divide el municipio, teniendo como consecuencia varios espacios concretos de territorio, los cuales vienen a conformar las diferentes comunidades, teniendo condiciones de vida muy propias y particulares, por lo que es necesario hacer un análisis concreto de cada comunidad.

Para tener un acercamiento con la comunidad, es indispensable conocerla a través del contexto en que se desenvuelve, lo cual nos indica en forma general la situación real de la vida comunitaria. Se hace necesario efectuar lo que denominamos diagnóstico, que es una técnica que permite recoger datos verídicos y reales, en este caso el de la comunidad, para luego interpretarlas y tener como producto un documento. Este muestra todo el contexto: social, político, económico, organizativo, histórico y cultural, teniendo como fin primordial la identificación de necesidades y problemas de la comunidad.

Este diagnóstico constituye la base para planificar el desarrollo a nivel comunitario y municipal. Es una guía o agenda comunitaria, porque concluye con la parte más importante que son las necesidades y problemas de la misma, lo cual ayudará a que los entes comunitarios, Gobierno Municipal y Oficina Municipal de Planificación, tengan una herramienta necesaria para visualizar la situación en que se desenvuelve la comunidad. También es de gran utilidad al momento de formular y ejecutar proyectos de la comunidad, ya que estos deben hacerse en base a las necesidades reales de la comunidad y lograr a corto y largo plazo el desarrollo de la misma.

Las diferentes necesidades y problemas que afronta en la actualidad la comunidad se determinan por un análisis y validación del orden de la priorización de necesidades, quedando en el siguiente orden:

1. Mejorar condiciones del camino
2. Construcción de escuela
3. Construcción de planta de tratamiento para el drenaje
4. Construcciones de pozos mecánicos
5. Instituto básico
6. Mejorar las instalaciones del puesto de salud
7. Mejoras al salón comunal
8. Muros de contención
9. Cancha polideportiva
10. Energía eléctrica
11. Construcción de puentes
12. Proyectos agropecuarios
13. Reforestación
14. Proyecto de mini-riego
15. Escuela nocturna
16. Reparación de puentes
17. Recolección de basura



## **2. DISEÑO DEL SALÓN MUNICIPAL DE RÍO HONDO**

### **2.1 Investigación preliminar**

Actualmente la cabecera municipal cuenta con un salón municipal que esta en malísimas condiciones, por lo cual dificulta la realización de las distintas actividades en el mismo.

Debido a lo anterior la municipalidad decidió realizar un proyecto para dar solución a esta problemática, el cual consiste en el diseño de un salón de usos múltiples que contará con un escenario, vestidores, comedor, taquilla y servicios sanitarios.

### **2.2 Antecedentes**

#### **2.2.1 Reconocimiento del lugar**

La municipalidad de Río Hondo cuenta con un inmueble que se encuentra ubicado en la cabecera municipal. El tipo de suelo del terreno donde se quiere construir el salón de usos múltiples es un suelo bastante firme, por esa razón la profundidad de desplante que se utilizará para la cimentación será de 0.60 metros.

## **2.3 Preliminares**

Se le llama así a los trabajos que se tienen que efectuar antes de realizar cualquier proyecto de construcción, estos consisten en preparar las condiciones del terreno para que se proceda a la construcción del mismo.

### **2.3.1 Limpieza**

En este caso la municipalidad se encargará de limpiar y remover todos los objetos que de alguna forma dificultaran la construcción del salón, también sacará la basura que esta situada en el terreno.

### **2.3.2 Demolición**

Se llama así al proceso contrario de la construcción, en el caso particular de este proyecto no se procederá a demoler ningún tipo de construcción, ya que se tiene libre el espacio donde será edificado el salón de usos múltiples.

### **2.3.3 Excavación**

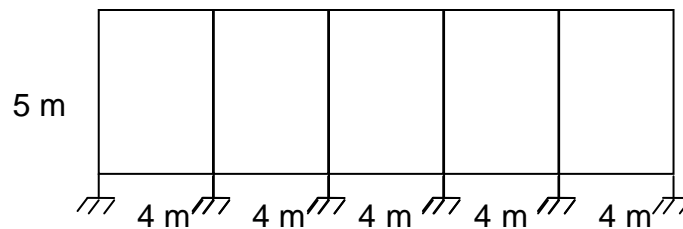
La excavación se hace sobre las líneas de trazado que se hará sobre el terreno, estas no deberán de exceder las cotas de cimentación indicadas en los planos de construcción. La cimentación no se podrá construir sobre zonas no controladas ni sobre tierras de cultivo, suelos orgánicos, los cuales deberán de ser removidos en su totalidad y reemplazados por suelos seleccionados, para luego realizar compactación del material, antes de iniciar la construcción de la cimentación.

## 2.4 Tipo de estructura a diseñar

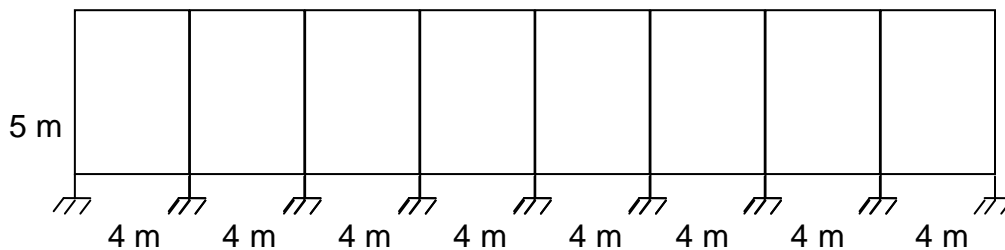
En la selección del diseño estructural de una edificación social depende generalmente del clima y de los materiales disponibles en la región para llevar a cabo su construcción. El resultado debe comprender el tipo de estructura a diseñar, las formas, dimensiones y el proceso de ejecución.

En este caso en particular se ha elegido un sistema estructural básico de columnas aisladas o columnas con carga axial y momento uniaxial con un techo de cubierta curva de lámina de aluzinc y muros de mampostería.

Figura 1. **Modelo matemático de estructura**

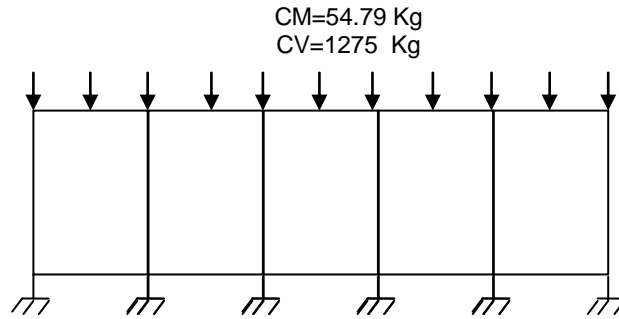


Elevación transversal X-X'

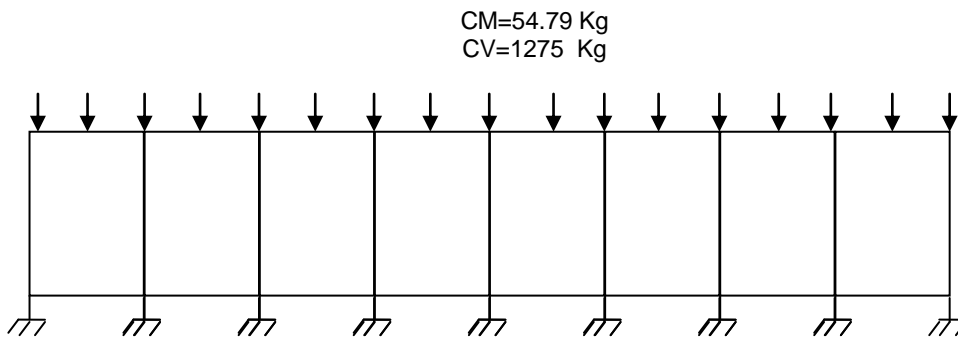


Elevación longitudinal Y-Y'

Figura 2. Estimación de cargas

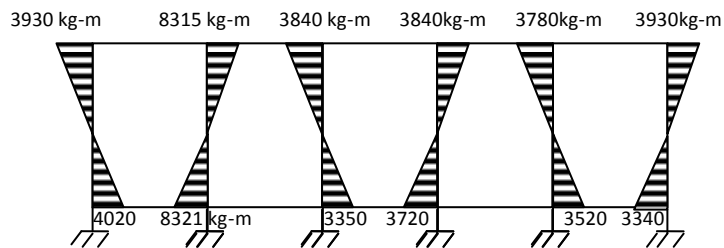


Elevación transversal X-X'

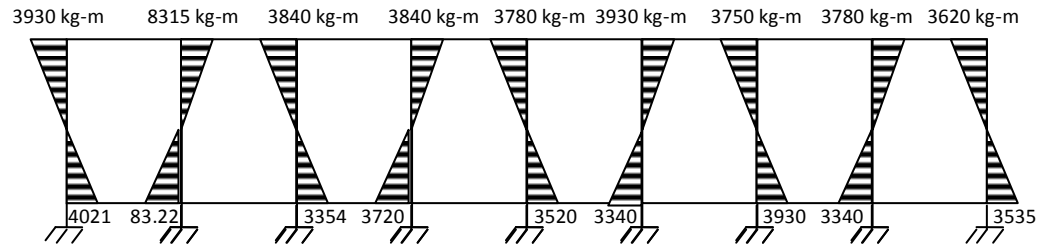


Elevación longitudinal Y-Y'

Figura 3. Diagrama de envoltura de momentos



Elevación transversal X-X'



Elevación longitudinal Y-Y'

## 2.5 Cargas aplicadas

Las cargas aplicadas según su dirección se dividen en horizontales y verticales, todo depende del tipo de estructura que se analice así serán las cargas que se tomaran en cuenta para analizar dicha estructura.

### 2.5.1 Carga muerta

Son aquellas cargas que actúan durante toda la vida de la estructura. Incluyen todos aquellos elementos de la estructura como vigas, pisos, techos, columnas, cubiertas.

La principal carga muerta es el peso propio de la estructura, sus valores se obtienen considerando el peso específico del material de la estructura y el volumen de la estructura.



Debido a que el techo es curvo, se utilizaran solo cargas muertas y por tal motivo se utilizará el diagrama de viga doblemente empotrada en el análisis de la estructura. Este diagrama se define en función de la luz y la flecha, en el caso crítico no excederá de 13.70 kg/ m<sup>2</sup> (dato dado por el fabricante).

Los resultados son los siguientes:

$$\text{Área a cubrir} = 20\text{m} \times 32\text{m} = \mathbf{640\ m^2}$$

*la separación de columnas es de 4 metros y hay 13.33 paneles*

$$\text{Peso por panel} = 0.30\text{m} \times 20\text{m} \times \frac{13.70\text{kg}}{\text{m}^2} = \mathbf{82.21\text{kg}}$$

$$P = 13.33\text{paneles} \times 82.21\ \text{kg} = \mathbf{1095.85\ \text{kg}}$$

$$CM = \frac{1095.85\ \text{kg}}{20\text{m}} = \mathbf{54.79\ \text{kg/m}}$$

### **2.5.2 Carga viva**

Estará definida por las necesidades de carga del proyecto, en este caso se tendrán en cuenta las instalaciones eléctricas, marcadores electrónicos, cielo falso, etc. La carga viva que se utilizará será de 12.75 kg/m.

$$CV = \mathbf{12.75\ \frac{kg}{m}} \quad (\text{dato obtenido por el fabricante})$$

### 2.5.3 Carga de viento

El valor se considera dependiendo las condiciones de viento del lugar en donde se realizará el proyecto, en este caso en particular por ser techo curvo y una construcción de un nivel se utilizará 15.91 kg/m.

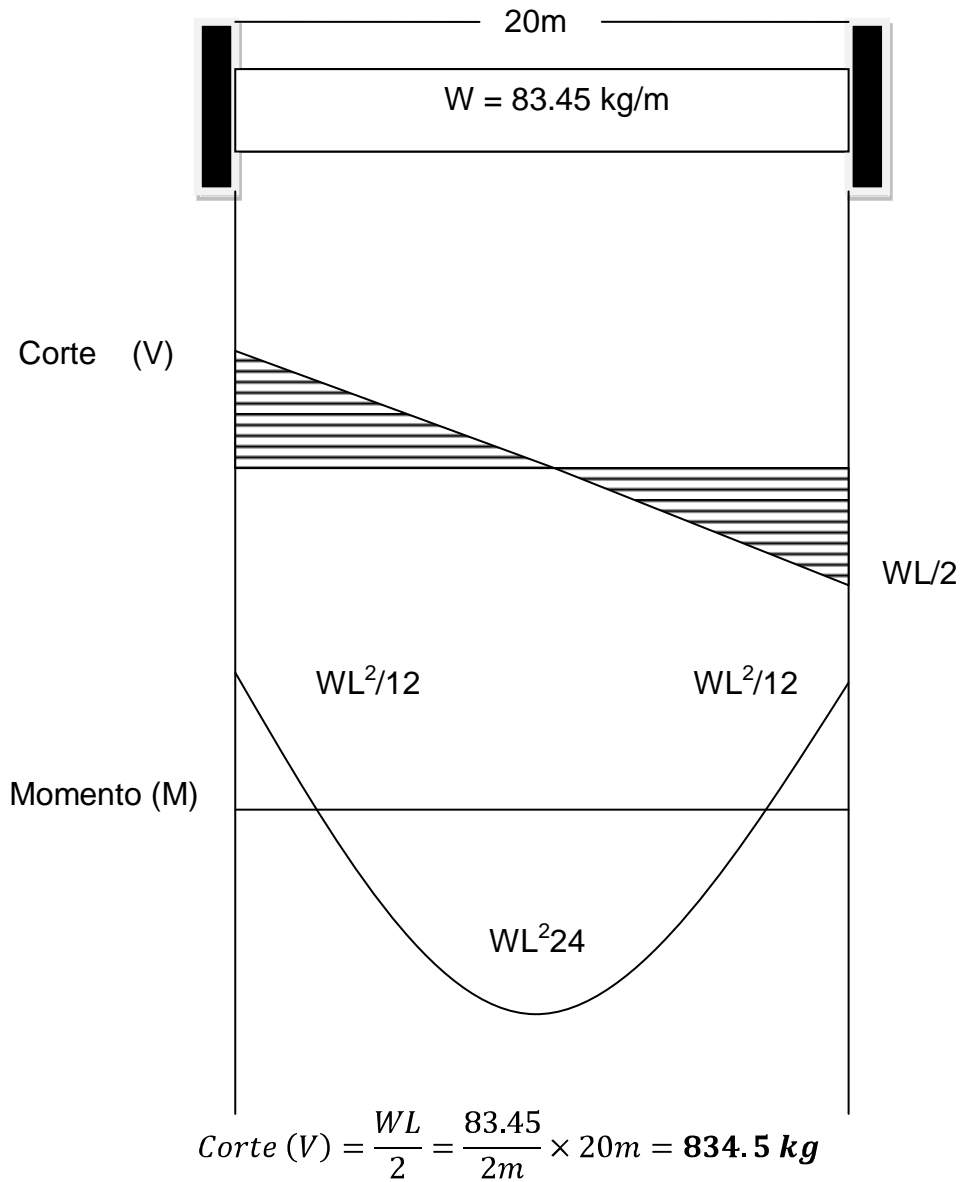
$$CD = 15.91 \frac{kg}{m} \text{ (dato dado por el fabricante)}$$

La carga total se determinará con la sumatoria de todas las cargas que actúan en la estructura.

$$Carga\ total = CM + CV + CD$$

$$Carga\ total = 54.79 \frac{kg}{m} + 12.75 \frac{kg}{m} + 15.91 \frac{kg}{m} = 83.45 \text{ kg/m}$$

Figura 4. Diagrama de corte y momento para una viga doblemente empotrada



$$\text{Momento} = \frac{WL^2}{12} = \frac{83.45 \times 20^2}{12} = 2781.6 \text{ kg} - \text{m}$$

## 2.5.4 Carga horizontal

Las cargas horizontales son provocadas por vientos y por sismos, en nuestra región son comunes estas cargas, el análisis realizado cubre los efectos que podría causar la otra carga si se presentará, en el diseño de techos curvos la carga de viento es de gran importancia ya que puede afectar el techo, para el diseño de dichos techos el fabricante utiliza factores que determinan la carga horizontal de viento utilizada para ciertas longitudes.

Datos:

Paneles 13.33

Distancia 4 m

Peso por panel 82.21 kg

$P \text{ total} = 82.21 \text{ kg} * 20\text{m} = 1644.2 \text{ kg}$

Figura 5. Fuerza horizontal aplicada a la columna

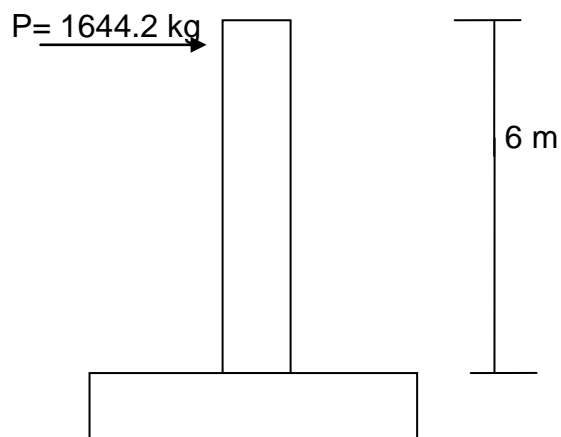
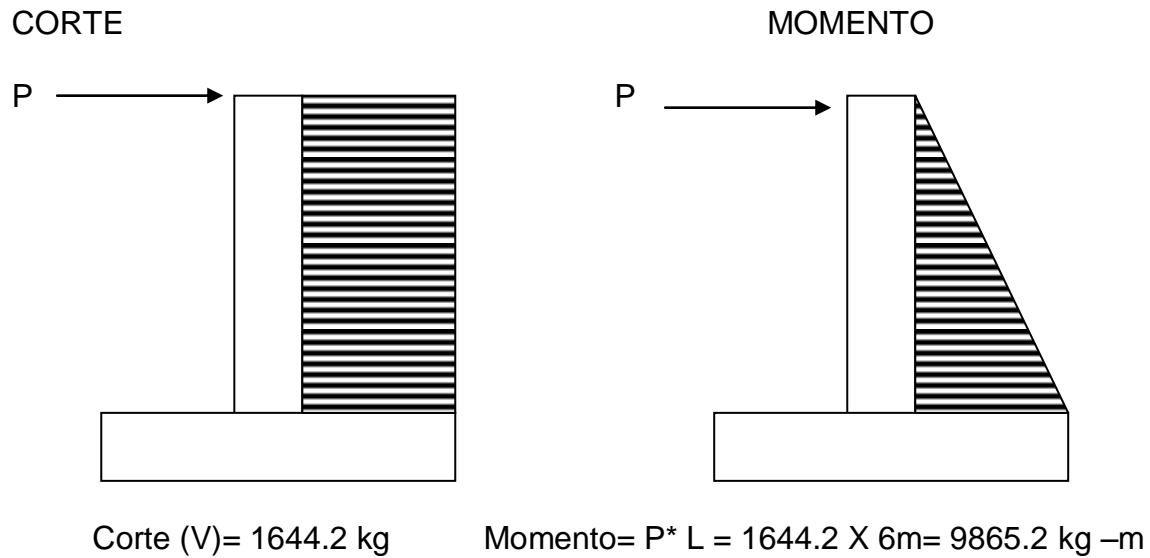


Figura 6. Diagrama de corte y momento para una columna con carga horizontal



Debido a que el diseño es de una columna con carga axial y momento uniaxial, se utilizará el momento más crítico que actúa en la estructura.

Max = 9865.2 kg - m


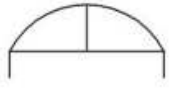



Pax = 1644.2 Kg

## 2.6 Diseño de cubierta

El diseño de la cubierta será proporcionado por una empresa que se dedica a este tipo de techos curvos, la materia prima que utilizan son rollos de lamina de acero, en calidad estructural, recubierta con aluzinc (mezcla entre aluminio y zinc), que es extremadamente resistente a la corrosión, lo que da como resultado un techo durable.

El aluzinc tiene una vida útil cuatro veces mayor que cualquier otro tipo de lámina, los espesores de lámina que se utilizan en cada caso, equivalen aproximadamente a lo que comercialmente se conoce como calibres.

Figura 7. **Diseño de techos**

SOLUCIÓN	Luz mín. (m)	Luz máx. (m)	Relación flecha/luz óptima
 PISO A PISO	4.00	20.00	1/2
 SOBRE PAREDES O ESTRUCTURA METALICA	2.00	30.00	1/6
 SOBRE PAREDES O ESTRUCTURA METALICA SIMPLEMENTE APOYADA	2.00	8.00	1/10
 OJIVA	4.00	14.00	1/8
 RECTA	0.10	60.00	

Fuente: **Emco**

El techo que se selecciona es el curvo para el diseño del salón, ya que utiliza un método de instalación muy rápido en comparación a los demás que se encuentran en el mercado.

### Luces y flechas permisibles

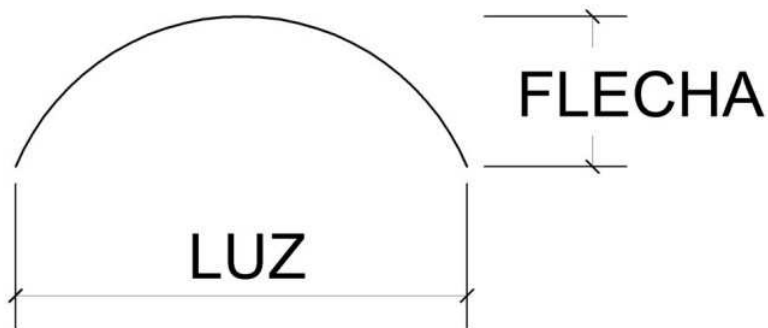
Luz mínima = 2 metros

Luz máxima= 30 metros

Relación flecha / luz mínima = 1/10

Relación flecha /luz máxima =  $\frac{1}{2}$

Figura 8. Diagrama de relación luz /flecha



## Radio de curvatura

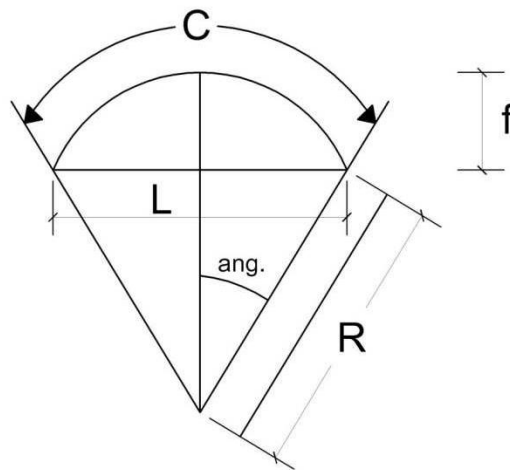
R= radio de curvatura

L= luz libre

c= longitud de desarrollo

f= flecha

Figura 9. Radio de curvatura



$$f = \frac{L}{6} = \frac{20m}{6} = 3.33 \text{ metros}$$

$$R = \frac{\frac{L^2}{4} + f^2}{2 \times f} = \frac{\frac{20^2}{4} + 3.33^2}{2 \times 3.33} = 16.68 \text{ m}$$

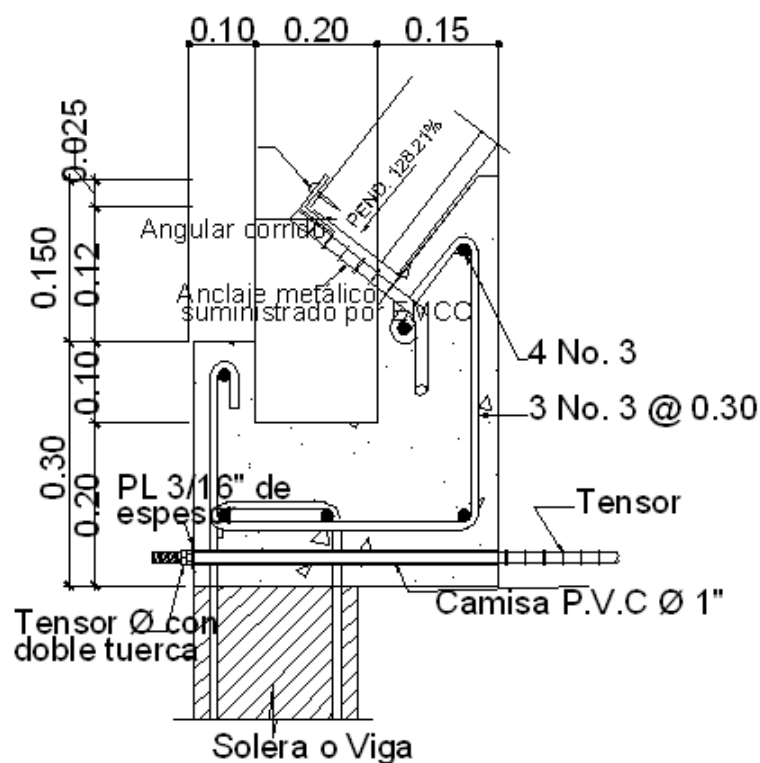
$$c = \frac{\pi \times R \times \text{angulo}}{90} = \frac{\pi \times 16.68 \times 36.83}{90} = 21.44 \text{ m}$$



## 2.7 Viga de anclaje

Este tipo de viga es especial, ya que por medio de este elemento estructural se apoyará el techo curvo, el fabricante recomienda que se construya conforme a la relación de flecha/luz y por tal motivo la empresa encargada de realizar el techo proporciona las medidas a utilizar.

Figura 10. **Detalle de viga de anclaje**



### DETALLE DE CUNETETA ANCLAJE EMCO

Refuerzo 5 No. 4  
ambos sentidos @ 0.08 M

Fuente: **Emco**

## 2.8 Diseño de columnas

Estos son elementos estructurales que están diseñados para soportar cargas axiales y momentos flexionantes. La carga axial será la sumatoria de todas las cargas últimas verticales que soportará el elemento estructural. Para el diseño de la columna se toma el mayor de los momentos actuantes sobre ella.

El diseño de la columna se realiza en base a las cargas críticas que actúan sobre ella, es decir se toman los valores más grandes que actúan sobre el elemento estructural a diseñar. El diseño resultante para cada columna es aplicado a todas ellas. A continuación se muestra el cálculo del diseño para la columna crítica del salón municipal.

Figura 11. Refuerzo longitudinal eje E

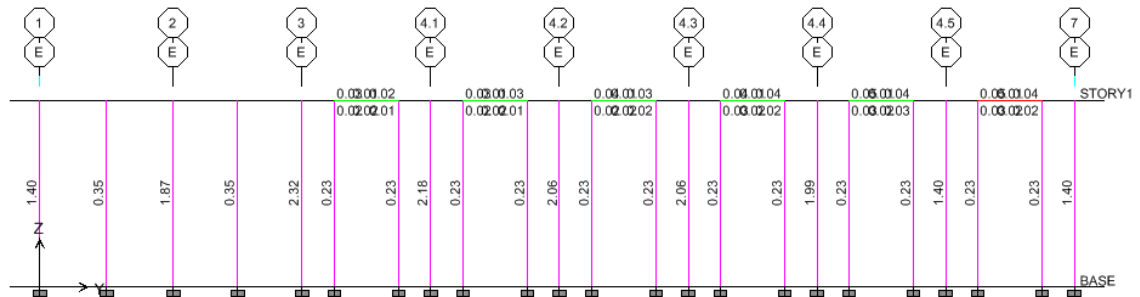


Figura 12. Refuerzo longitudinal eje 1

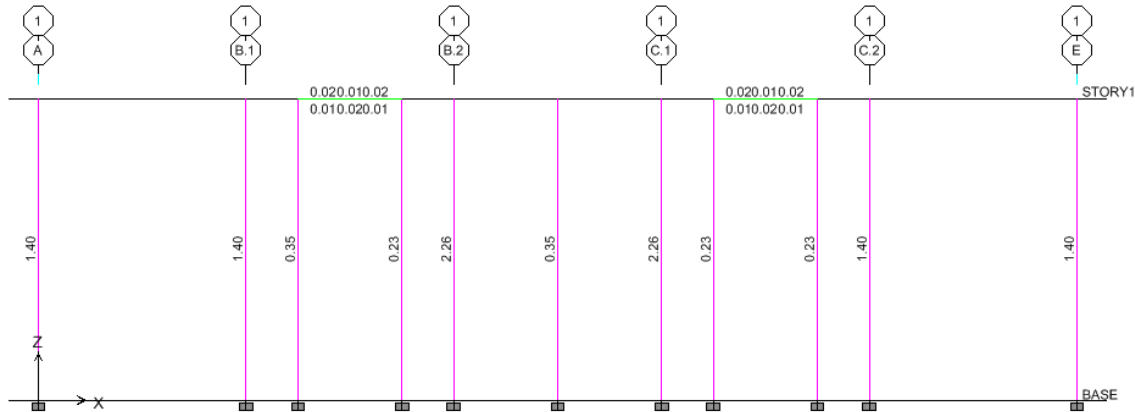


Tabla II. Interpretación de datos de ETABS para armado de columnas

Cuantía acero en plg <sup>2</sup>	Armado propuesto de columnas
1.4	8 varillas No.4
2.32	8 varillas No.5

En la tabla anterior se muestran los valores críticos para el diseño de columnas de 30x30 cm. Con base a estos resultados se tipificaron todas las columnas, llegando así al armado propuesto para el diseño final.

Datos:

$$\text{Seccion de la columna} = 30 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$$

$$\text{Luz} = 6 \text{ metros}$$

$$\text{Max} = 9865.2 \text{ kg} - m$$

$$\text{Pax} = 1644.2 \text{ kg}$$

$$\text{W} = 83.45 \text{ kg/m}$$

Determinación de carga axial

$$CU = 1.4CM + 1.7CV + 1.7CD$$

$$CU = 1.4 (54.79) + 1.7 (12.75) + 1.7(15.91)$$

$$CU = 125.42 \text{ kg/m}$$

Factor de carga última

$$Fcu = \frac{CU}{CM + CV + CD}$$

$$Fcu = \frac{125.42}{54.79 + 12.75 + 15.91}$$

$$Fcu = 1.50$$

Cálculo de la carga axial

$$Pu = \text{área tributaria} \times CU$$

$$Pu = 60 \times 125.42$$

$$Pu = 7525.2 \text{ kg}$$

Por su sección y su altura la columna se chequeara por esbeltez.

### Clasificación de columna por su esbeltez

La esbeltez de las columnas se basa en su geometría, conforme crece su esbeltez, los esfuerzos de flexión también crecen por lo que puede presentarse

el pandeo. Por su valor de esbeltez (E), las columnas se clasifican en cortas ( $E < 21$ ), intermedias ( $21 \leq E \leq 100$ ) y largas ( $E \geq 100$ ). Si el resultado del efecto de esbeltez es ( $E > 22$ ) se dice que es una columna con un grado de esbeltez que será necesario magnificar los momentos que actúan en la columna.

Por simplificación de cálculos en el diseño se convirtió los datos al sistema inglés.

Cálculo de coeficientes que miden el grado de empotramiento a la rotación en las columnas ( $\Psi$ ):

Donde:

$$\psi = \frac{\sum K_{Col}}{\sum K_{Viga}} \quad K_{Col} = \frac{0.7K_{col}}{L_{col}} \quad K_{Viga} = \frac{0.35K_{Viga}}{L_{Viga}}$$

$$\psi_a = \frac{\frac{0.70 \times 1080.3}{204.72}}{\frac{0.35 \times 833.33}{157.5} + \frac{0.35 \times 833.33}{157.5}} = 1.00$$

$\psi_b = 1.2$  (cuando el extremo de la columna se encuentra empotrado)

Promedio

$$\psi_p = \frac{\psi_a + \psi_b}{2} = 1.1$$

Cálculo de coeficiente K por ecuación (ACI R. 10.11.1)

Si  $\psi_p < 2$

$$K = \frac{20 - \psi_p}{20} \times \sqrt{1 + \psi_p}$$

Si  $\psi_p \geq 2$

$$K = 0.9 \times \sqrt{1 + \psi_p}$$

Como  $\psi_p < 2$

$$K = \frac{20 - \psi_p}{20} \times \sqrt{1 + \psi_p} = 1.37$$

Efecto de esbeltez

$$\frac{Kl_u}{r}$$

Donde:

Lu= luz libre

$$r = 0.30h$$

h = lado de sección de columna (11.81 pulg. = 30cm).

$$\frac{Klu}{r} = \frac{1.37 \times 236.22}{0.30 \times 11.81} = 91.3$$

Es una columna esbelta, y como es  $< 100$  se utilizará el método de magnificación de momentos que recomienda el código ACI

### **Magnificación de momentos**

Un amplificador para una columna es una función de su carga axial factorizada  $P_u$  y de su carga de pandeo crítica  $P_c$ .

Antes de poder calcular los amplificadores para una estructura dada, es necesario efectuar un análisis de primer orden de la estructura, la sección del miembro usada para este análisis deben tomar en cuenta la influencia de las cargas axiales, el código ACI permite el uso de las siguientes propiedades para los miembros de la estructura, estas propiedades pueden usarse para marcos con o sin desplazamiento lateral.

Módulo de elasticidad

$$E_c = 15000 \times \sqrt{f'_c}$$

$$E_c = 15000 \times \sqrt{281} = 251,445.8 \text{ Kg/cm}^2$$

$$I_g = \frac{1}{12} * bh^3$$

Cálculo del factor de flujo plástico del concreto:

$$\beta_d = \frac{CM_u}{CU} = \frac{76.70}{125.42} = 0.61$$

Cálculo del total del material

$$EI = \frac{0.4 \times Ec \times Ig}{1 + \beta d} = 4.21E + 9 \text{ kg} - \text{cm}^2$$

$$EI = 421.67 \text{ Ton} - \text{m}^2$$

Ecuación de carga crítica de pandeo de Euler

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(KLu)^2} = \frac{\pi^2 * 421.67}{(1.37 * 6.00)^2} = 61.60 \text{ Ton.}$$

Cálculo del magnificador de momentos.

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

$$\delta = \frac{1}{1 - \frac{Pu}{\phi P_{cr}}} = \frac{1}{1 - \frac{7.52}{0.70 * 61.60}} = 1.08$$

Cálculo de momentos de diseño:

$$Mdx = \delta * Mu = 1.08 * 9865.2 = 10654 \text{ Kg} - \text{m}$$

### **Cálculo del acero longitudinal por el método de BRESLER**

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



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

El procedimiento a seguir es el siguiente:

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

$$A_{s\text{mín}} = 0.01 (30 * 30) = 9.00 \text{ cm}^2. \quad A_{s\text{mas}} = 0.06 (30 * 30) = 54.00 \text{ cm}^2$$

Se propone un armado con un valor intermedio a los límites permitidos de  $A_s$ .

$$\text{Armado propuesto } 8 \text{ No. } 5 = 8(1.97) = 15.83 \text{ cm}^2.$$

Selección del acero utilizado

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

$$\text{Valor de la gráfica} \quad Y - X = d/h = (30 - 2(4)) / 30 = 0.73$$

$$\text{Valores de la curva:} \quad P_{tu} = \frac{A_s f_y}{0.85 F'_c A_g} = \frac{15.83 * 2,810}{0.85 * 210 * 900} = 0.27$$

$$\text{Excentricidad:} \quad E_x = \frac{M_{dx}}{P_u} = \frac{10.65}{7.52} = 1.41$$

Al conocer las excentricidades se calcula el valor de las diagonales.

$$\frac{e_x}{h_x} = \frac{1.41}{0.30} = 4.7$$

Con los valores obtenidos en los últimos cuatro pasos, se buscan los valores de los coeficientes.  $K_x$  y  $K_y$ , entonces son:  $K_x = 0.13$  y  $K_y = 0.14$ .

Cálculo de cargas:

Cargas de resistencia de las columnas a una excentricidad  $e_x$ :

$$P'_{ux} = K_x * f'_c * b * h = (0.13)(210)(30*30) = 24570 \text{ Kg.}$$

Carga de resistencia de la columna a una excentricidad  $e_y$ :

$$P'_{uy} = K_y * f'_c * b * h = (0.14)(210)(30*30) = 26460 \text{ Kg}$$

Carga axial de resistencia de la columna:

$$P'_o = \phi(0.85 * f'_c(Ag - A_s) + A_s * F_y)$$

$$P'_o = 0.70 * (0.85 * 210(900 - 15.83) + 15.83 * 2,810)$$

$$P'_o = 141,614 \text{ Kg}$$

Carga de la resistencia de la columna:

$$P'_u = \frac{1}{\frac{1}{P'_{ux}} + \frac{1}{P'_{uy}} - \frac{1}{P'_o}} = \frac{1}{\frac{1}{24570} + \frac{1}{26460} - \frac{1}{141,614}} = 13990 \text{ Kg}$$

Como  $P'_u$  (13.90 ton) >  $P_u$  (7.52 Ton) el armado propuesto si resiste las fuerzas aplicadas, si esto no fuera así se debe aumentar el área de acero hasta que cumpla sin exceder los límites de acero que indica el código ACI.

## Refuerzo transversal

El acero de refuerzo transversal lo constituyen los estribos, que son los encargados de darle a la columna la resistencia necesaria para soportar los

esfuerzos de corte a la que esta sometida. Estos también son elementos que ayudan a controlar el pandeo transversal de las varillas de acero cuando están sometidas a compresión.

Refuerzo que resiste el concreto

$$V_{cr} = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{f'c} \times b \times d$$
$$V_{cr} = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{280} \times 30 \times 26 =$$

$$V_{cr} = 5879.87 \text{ kg}$$

$$V_{cu} = \frac{8315 + 8321}{6} = 2772 \text{ Kg}$$

$$V_{cr} > V_{cu} \text{ se colocan estribos } s = d/2$$

Como el corte que resiste es mayor al corte que actúa se colocaran estribos a cada 15 centímetros para todos los casos la varilla a utilizar será número tres.

## 2.9 Diseño de muro de mampostería

Este elemento en la construcción esta sujeto a cargas laterales en su plano, en este tipo de elementos se aprovecha la gran rigidez lateral que tienen por su considerable peralte y pueden evitar las deflexiones horizontales. El tipo de elemento que se utilizó para el muro del salón municipal fue el block con medidas de 14x19x39 centímetros y una resistencia de 35 kg-cm.

## 2.10 Cálculo de rigidez de los muros

Para el cálculo de rigidez se toma en cuenta el tipo de techo que se utilizará en la edificación, si es de concreto o por laminas, siendo este último caso se toman las paredes en voladizo.

Datos:

$$\text{Espesor del muro} = tm = 0.15 \text{ m}$$

$$\text{Altura del muro} = hm = 5 \text{ m}$$

$$\text{longitud de muro} = Lm = 3.70$$

$$\text{Modulo de mamposteria} = Em = 1$$

$$R = \text{Rigidez de muro}$$

Cálculo de la rigidez

$$a = \frac{hm}{Lm}$$

$$R = \frac{tm}{4a^3 + 3a}$$

$$a = \frac{5}{3.70} = 1.35$$

$$R = \frac{0.15}{(4 \times 1.35^3) + (3 \times 1.35)} = \mathbf{0.0107}$$

La rigidez se deja en función de E para trabajar con valores pequeños, pues no afecta el análisis.

## 2.11 Corte basal

Asociemos el edificio a una barra empotrada al suelo, cuanto más pesado sea el edificio o mayor masa tenga, mayor será la fuerza horizontal equivalente que tienda a moverlo, su mayor desplazamiento será en el último piso y su mayor valor de corte estará en la base empotrada. A este corte que se origina en la base se le conoce como corte basal.

Datos:

$$\text{Corte basal} = (V) = ZIKCSW$$

$Z$  = coeficiente de riesgo sísmico

$I$  = coeficiente de importancia de la estructura

$K$  = coeficiente que depende del tipo de estructura

$C$  = coeficiente relacionado al periodo de vibración

$S$  = coeficiente que depende del suelo

$W$  = peso propio de la estructura

Para estructuras de un solo nivel, la combinación de factores ZIKCS es igual a 0.1, por lo que el corte basal estará dado por la siguiente fórmula:

$$\text{Corte basal} = (V) = 0.1 \times W$$

$$W = \text{peso techo} + \text{peso viga} + \text{peso columnas} + \text{sobrecarga} + 0.25CV$$

$$\text{peso techo} = 106 \text{ paneles} \times 82.21 \text{ kg} = 8.76 \text{ Ton}$$

$$\text{peso viga canal} = 0.3\text{m} \times 0.45\text{m} \times 64\text{m} \times 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 20.7 \text{ Ton}$$

$$\text{peso columnas} = 0.30\text{m} \times 0.30\text{m} \times 6\text{m} \times \frac{2400\text{kg}}{\text{m}^3} \times 26\text{unidades} = 33.6 \text{ Ton}$$

$$\text{sobrecarga} = 32 \times 20 \times \frac{60\text{kg}}{\text{m}^2} = 38.4 \text{ Ton}$$

$$\text{Carga viva} = 32 \times 20 \times \frac{100\text{kg}}{\text{m}^2} = 64 \text{ Ton}$$

$$\text{Corte basal} = (V) = 0.1 \times (8.6 \text{ Ton} + 20.7 \text{ Ton} + 33.6 \text{ Ton} + 38.4 \text{ Ton} + 16 \text{ Ton})$$

$$\text{Corte basal} = (V) = 11.73 \text{ Ton}$$

## 2.12 Diseño a corte

Los elementos estructurales que están sometidos a corte son principalmente las vigas y las soleras. En este caso solo se analizaran las soleras debido a que la estructura a edificar solo será de un nivel.

Diseño de solera según recomendaciones de ACI

$$As_{\text{minh}} = 0.0013 \times hm \times tm$$

$$As_{\text{minh}} = 0.0013 \times 100 \times 15 = 1.95 \text{ cm}^2$$

Siguiendo las recomendaciones del ACI, AGIES y del FHA para la solera intermedia se proponen 4 varillas No.3.

$$As_{\text{propuesto}} = 4 \times 0.712 \text{ cm}^2$$

$$As_{\text{propuesto}} = 2.85 \text{ cm}^2$$

Se utilizará el área de acero propuesto ya que cumple con los requerimientos y recomendaciones del diseño.

## 2.13 Diseño a flexión

Para contrarrestar los efectos de flexión se utilizan los elementos estructurales verticales, en este caso serán las columnas.

Criterios:

$$\text{FHA: } A_{s\text{mín}} = 0.0008 \cdot t \cdot L$$

$$\text{ACI: } A_{s\text{mín}} = 0.0007 \cdot t \cdot L$$

Donde:

$A_{s\text{mín}}$  = acero de refuerzo mínimo vertical

Se utilizará el criterio del ACI

$$A_{s\text{mín}} = 0.0007 \cdot t_m \cdot L_m$$

Muro de 32.00 metros (sentido largo)

$$A_{s\text{mín}} = 0.0007(15\text{cm})(3200\text{cm})$$

$$A_{s\text{mín}} = 33.6 \text{ cm}^2$$

As calculado = # de varillas ( $A_v$  #) #de columnas

$$A_s \text{ calculado} = 8 \cdot (1.26\text{cms}) \cdot 2 + 8 \cdot (1.97) \cdot 7 =$$

$$A_s \text{ calculado} = 130\text{cms}^2$$

Si comparamos el área de acero recomendado por el ACI y el área de acero calculado vemos que es mayor el área de acero calculado y que resiste las cargas aplicadas como se chequeo anteriormente en el diseño de columnas, entonces utilizaremos el área de acero calculado.

Muro de 20 metros (sentido corto)

Asmín= 0.0007 (15)(2000)

Asmín = 21cm<sup>2</sup>

En el sentido corto se colocaran 2 columnas reforzadas con 8 varillas número cuatro y 4 columnas reforzadas con 8 varillas número cinco.

As calculado = (2x8x1.26) +( 4x8x1.97) = 83.2 cm<sup>2</sup>

El área de acero propuesto es mayor al área de acero mínimo recomendado por el ACI, por lo tanto usaremos el área de acero calculado debido a que es mayor al área de acero mínimo y porque resiste a las cargas aplicadas como se vio anteriormente en el diseño de columnas.

## **2.14 Diseño de cimentación**

La cimentación es la parte de la estructura que permite la transmisión de las cargas que actúan, hacia el suelo o hacia la roca subyacente.

Cuando los suelos reciben las cargas de la estructura, se comprimen en mayor o en menor grado, y producen asentamientos de los diferentes elementos de la cimentación y por consiguiente de toda la estructura. Para este proyecto se utilizara un tipo de zapata y el cimiento corrido bajo los muros de mampostería.



## 2.15 Diseño de zapata

La principal función de la zapata es de distribuir la carga total que transmite una columna, muro, incluyendo su propio peso, sobre suficiente área de terreno.

Datos:

$$Max = 9865 \text{ kg} - m$$

$$PU = 7525 \text{ kg}$$

$$Vs = 60 \text{ T/m}^2$$

$$Psuelo = 1.55 \text{ T/m}^3$$

$$Pconcreto = 2.4 \text{ T/m}^3$$

$$Fcu = 1.4$$

Cálculo de cargas de trabajo

$$P' = \frac{PU}{Fcu}$$

$$P' = \frac{7525}{1.4} = 5370 \text{ kg} \cong 5.37 \text{ Ton}$$

$$M'x = \frac{Max}{Fcu}$$

$$M'x = \frac{9865}{1.4} = 7046 \text{ kg} \cong 7.04 \text{ Ton}$$

Pre dimensionamiento de área de zapata

$$Az = \frac{1.5 \times P'}{Vs}$$

$$Az = \frac{1.5 \times 5370}{20000} = 0.40 \text{ m}^2$$

*Se propone zapata de 1m x 1m = Az = 1m<sup>2</sup>*

Presión del suelo

$$S = \frac{1}{6} \times b \times h^2$$

$$S = \frac{1}{6} \times 1 \times 1^2 = 0.166$$

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

$$P = 5.37 + (5 \times 0.3 \times 0.3 \times 2.4) + (1 \times 1 \times 0.2 \times 2.4) + (1 \times 1 \times 1 \times 1.55)$$

$$P = 8.48 \text{ Ton}$$

$$q = \frac{P}{Az} \pm \frac{M'x}{Sx}$$

$$q = 21.8$$

$$Max = 21.8 < Vs$$

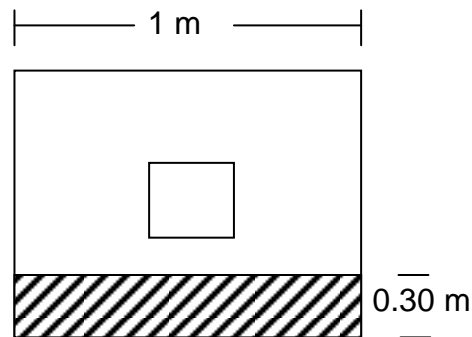
Presión de diseño

$$\begin{aligned}q \text{ diseño} &= \text{Max} \\q \text{ dis} &= 21.8 \text{ ton/m}^2 \\q \text{ dis}\mu &= q \text{ dis} \times Fcu \\q \text{ dis}\mu &= 21.8 \times 1.4 = 30.52 \text{ ton/m}^2\end{aligned}$$

Chequeo por corte simple

$$\begin{aligned}t &= \text{espesor} = 20 \text{ cm} \\R &= \text{recubrimiento} = 7 \text{ cm}\end{aligned}$$

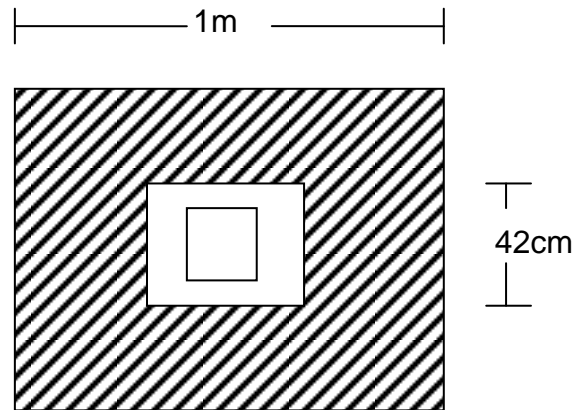
Figura 13. Diagrama para chequeo por corte simple



$$\begin{aligned}d &= t - Rec - \frac{\emptyset}{2} = 12 \text{ cm} \\V_{act} &= (0.3 \times 1) \times 25.64 = 7.69 \text{ ton/m}^2 \\V_{cr} &= 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{f'c} \times b \times \frac{d}{1000} \\V_{cr} &= 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{280} \times 100 \times \frac{12}{1000} = 9.04 \text{ ton/m}^2\end{aligned}$$

Chequeo por corte punzonante

Figura 14. Diagrama para chequeo por corte punzonante



$$V_{act} = \text{Area ashurada} \times q_{dis\mu}$$

$$V_{act} = ((1 \times 1) - (0.42 \times 0.42)) \times 30.52 = 25.14 \text{ Ton}$$

$$V_{cr} = 0.85 \times 1.06 \times \sqrt{f'c} \times b_o \times \frac{d}{1000}$$

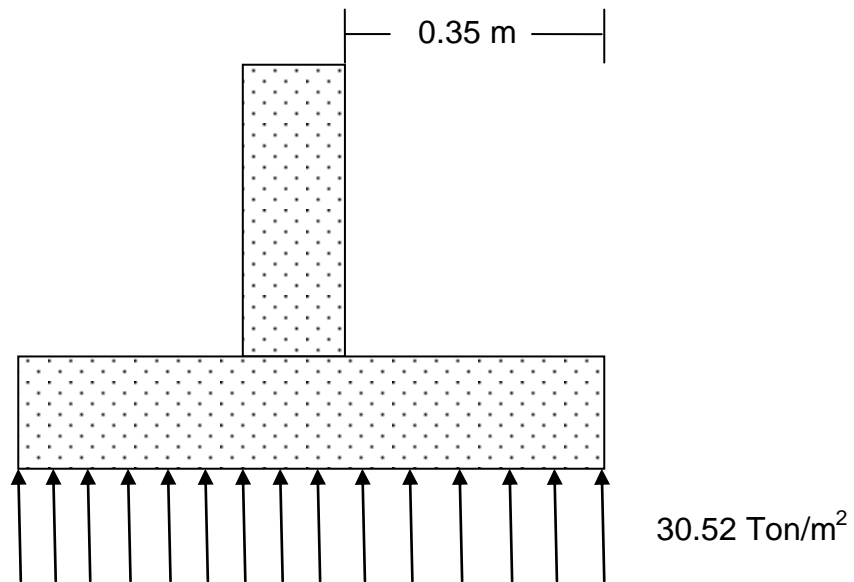
$$b_o = 4 \times (30 + 12) = 168 \text{ cm}$$

$$V_{cr} = 0.85 \times 1.06 \times \sqrt{280} \times 168 \times \frac{12}{1000} = 30.39 \text{ Ton}$$

$V_{cr} > V_{act}$  La zapata soporta el punzonamiento

## Diseño de refuerzo

Figura 15. Diagrama de presión del suelo



Momento último actuante

$$M_u = \frac{W \times L^2}{2}$$

$$M_u = \frac{30.52 \times 0.35^2}{2} = 3.73 \text{ Ton} - m$$

Área de acero

$$A_s = \left[ b \times d - \sqrt{(b \times d)^2 - \frac{M_u \times b}{0.003825 \times f'c}} \right] \times \left[ \frac{0.85 \times f'c}{f_y} \right]$$

$$A_s = \left[ 100 \times 17 - \sqrt{(100 \times 17)^2 - \frac{3738 \times 1000}{0.003825 \times 210}} \right] \times \left[ \frac{0.85 \times 210}{2810} \right]$$

**$A_s = 6.20$  Se proponen 5 varillas No.4**

Acero mínimo

$$A_{s\text{mín}} = 0.002 \times b \times d$$

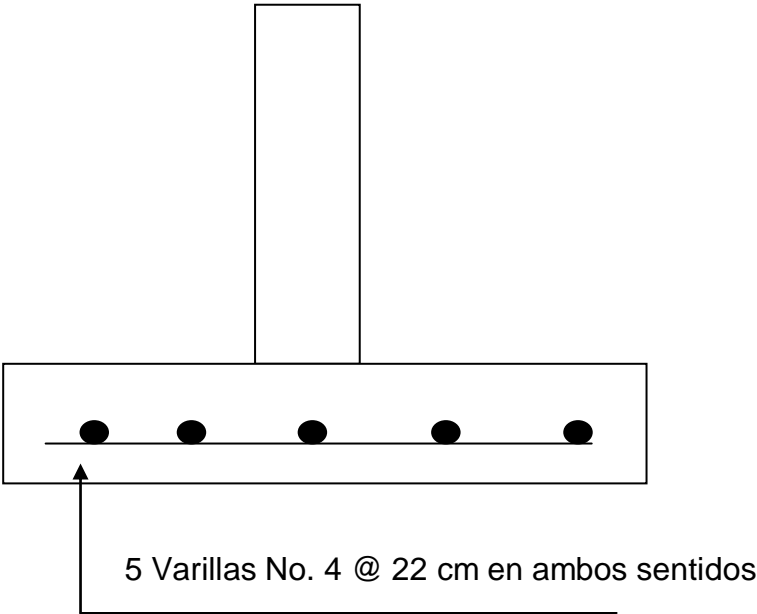
$$A_{s\text{mín}} = 0.002 \times 100 \times 17$$

$$A_{s\text{mín}} = 3.4 \text{ cm}^2$$

Colocaremos el área de acero que se calculó, ya que es mayor que el acero mínimo.

Se colocará el área de acero calculado y por lo tanto se proponen 5 varillas número cuatro a cada 22 centímetros.

Figura 16. Armado de la zapata



## 2.16 Presupuesto del proyecto

Tabla III. Presupuesto del proyecto

NO.	REGLÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO	TOTAL
1	PRELIMINARES	640	M <sup>2</sup>	Q75.00	Q48,000.00
2	ZAPATAS	34	UNIDADES	Q383.82	Q13,050.00
3	CIMIENTO CORRIDO	140	ML	Q125.95	Q17,633.00
4	SOLERA DE HUMEDAD	120	ML	Q133.08	Q15,970.00
5	COLUMNA TIPO A	20	ML	Q244.15	Q4,883.00
6	COLUMNA TIPO B	150	ML	Q271.85	Q40,778.00
7	COLUMNA TIPO C	185	ML	Q91.89	Q17,000.50
8	COLUMNA TIPO D	185	ML	Q114.88	Q21,252.50
9	LEVANTADO MURO	8900	UNIDADES	Q4.54	Q40,420.00
10	SOLERA INTERMEDIA	400	ML	Q113.06	Q45,223.00
11	VIGA DE CANAL	64	ML	Q325.94	Q20,860.00
12	PISO DE CONCRETO FUNDIDO	640	M <sup>2</sup>	Q121.28	Q77,620.00
13	TECHO EMCO	640	M <sup>2</sup>	Q529.97	Q339,179.04
14	DRENAJES	1	GLOBAL	Q17,710.00	Q17,710.00
15	AGUA POTABLE	1	GLOBAL	Q17,965.00	Q17,965.00
16	INST. ELÉCTRICAS	1	GLOBAL	Q31,385.00	Q31,385.00
17	ACABADOS	1	GLOBAL	Q176,560.00	Q176,560.00

<b>SUB-TOTAL</b>	<b>Q 945,489.04</b>
------------------	---------------------

SUMATORIA GASTO TOTAL DEL PROYECTO	Q945,489.04
TRANSPORTE (10%)	Q94,548.90
IMPREVISTOS MANO OBRA (5%)	Q47,274.45
ADMINISTRACIÓN (10%)	Q94,548.90
IMPREVISTOS (7%)	Q66,184.23
HERRAMIENTA Y EQUIPO (5%)	Q47,274.45
SUPERVISIÓN (5%)	Q47,274.45

<b>TOTAL PROYECTO</b>	<b>Q1,342,594.44</b>
-----------------------	----------------------



## 2.17 Cronograma de ejecución

Figura 17. Cronograma de ejecución

NO.	REGLÓN	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Preliminares	■	■	■	■																				
2	Zapatas			■	■	■	■	■	■																
3	Cimiento corrido			■	■	■	■	■	■																
4	Solera de humedad							■	■																
5	Columna tipo A			■	■					■	■	■	■	■	■	■	■								
6	Columna tipo B			■	■					■	■	■	■												
7	Columna tipo C			■	■					■	■	■	■												
8	Columna tipo D			■	■					■	■	■	■												
9	Levantado de muro							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■								
10	Solera intermedia											■	■	■	■	■	■								
11	Viga de canal													■	■	■	■								
12	Piso concreto fundido															■	■	■	■	■	■				
13	Techo Emco																	■	■	■	■				
14	Drenajes															■	■	■	■	■	■				
15	Agua potable															■	■	■	■	■	■				
16	Inst. eléctricas													■	■	■	■					■	■	■	■
17	Acabados																					■	■	■	■

## CONCLUSIONES

1. En el análisis y diseño del salón municipal, como el propuesto en el presente trabajo de graduación, se tomaron en cuenta factores como las dimensiones del terreno, el clima, la región y las costumbres, entre otras; para garantizar a los usuarios la funcionalidad, seguridad y comodidad requeridas.
2. El salón municipal de Río Hondo contará con un área de construcción de 640 metros cuadrados, con un costo total asociado de Q 1,342,594.44, por lo tanto el costo por metro cuadrado será de Q2,097.80 .
3. Que las personas de la comunidad obtengan una fuente de trabajo con la construcción de proyectos, para así contribuir económicamente con cada uno de ellos y minimizar los costos de obra.
4. La realización de Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.) contribuye a la formación profesional del futuro ingeniero civil, ya que permite llevar a la práctica la teoría, adquiriendo criterio y experiencia a través del planteamiento de soluciones viables a los diferentes problemas que afectan a las comunidades de nuestro país.



## **RECOMENDACIONES**

1. 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.
2. Establecer medidas de supervisión y control de todas las fases de ejecución del proyecto, para garantizar un proyecto de infraestructura de calidad y que no exista ningún tipo de riesgo en la ejecución del mismo.
3. Actualizar los precios presentados en los presupuestos, antes de su construcción, porque los precios de los materiales están sujetos a cambios por variaciones en la economía guatemalteca.
4. Crear un plan de mantenimiento preventivo, así como capacitar al personal que se encargará del mantenimiento, para garantizar el buen funcionamiento del proyecto.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Álvarez Haase, Ricardo Augusto. Programa para análisis de Estructuras de mampostería reforzada. Trabajo de graduación, Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad San Carlos de Guatemala. Guatemala, 2001.
2. Leet-Chia-Ming Uang, Kenneth M. Fundamentos de análisis estructural, Segunda edición, Mc Graw Hill. 1988.
3. Meli Piralla, Roberto. Diseño estructural. Segunda edición, Editorial Limusa, 2005.
4. Nilson-George Winter, Arthur H. Diseño de Estructuras de concreto, 11ª. Edición, editorial Mcgraw Hill. 1998
5. Ortiz Mendoza, Jorge Luis. Diseño de un edificio de mampostería reforzada. Trabajo de graduación, Ingeniería Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1998.
6. Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-05). Versión en español y en sistema métrico.

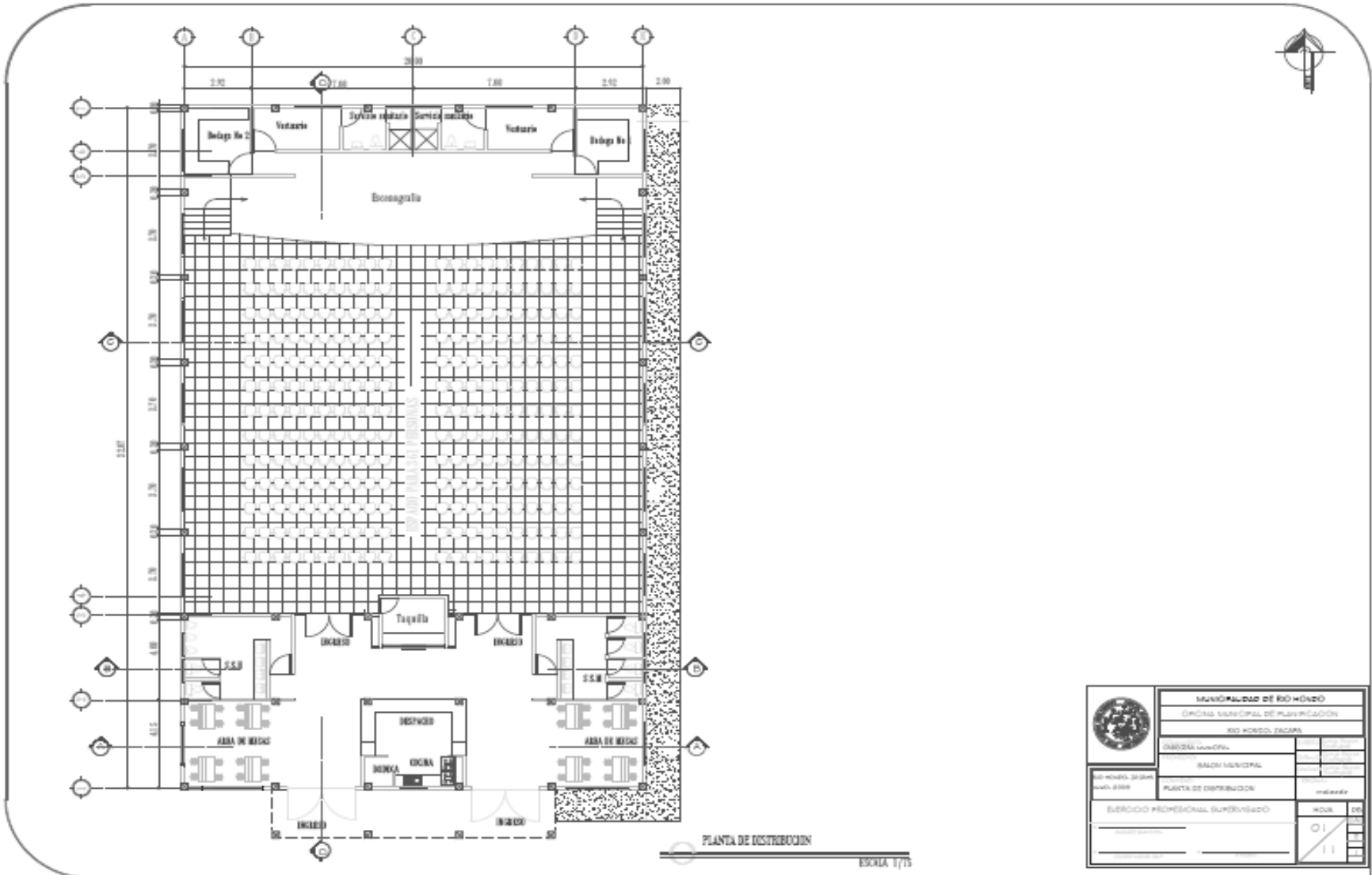


## **APÉNDICE**

PLANOS CONSTRUCTIVOS DEL SALÓN MUNICIPAL DE RÍO  
HONDO, ZACAPA.



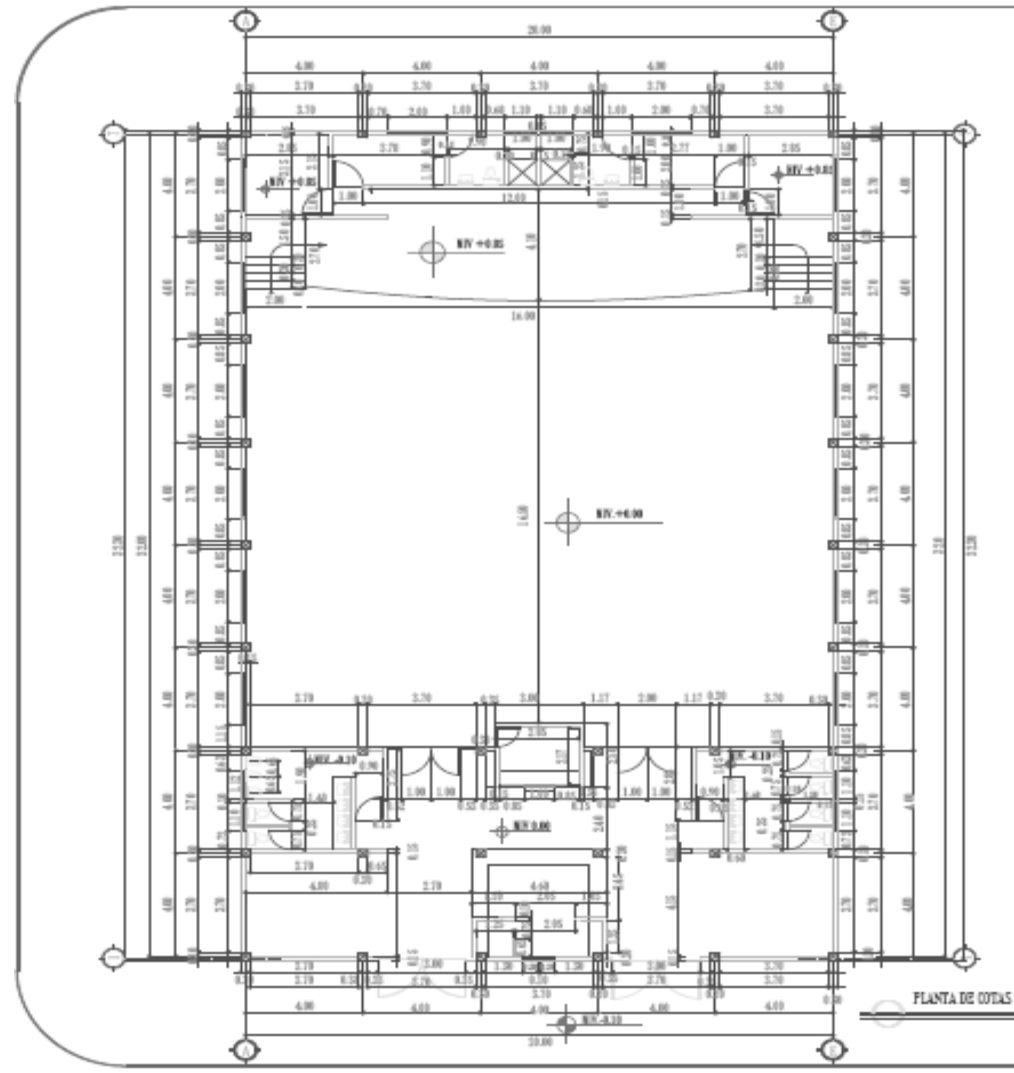




PLANTA DE DISTRIBUCION

ESCALA 1/75

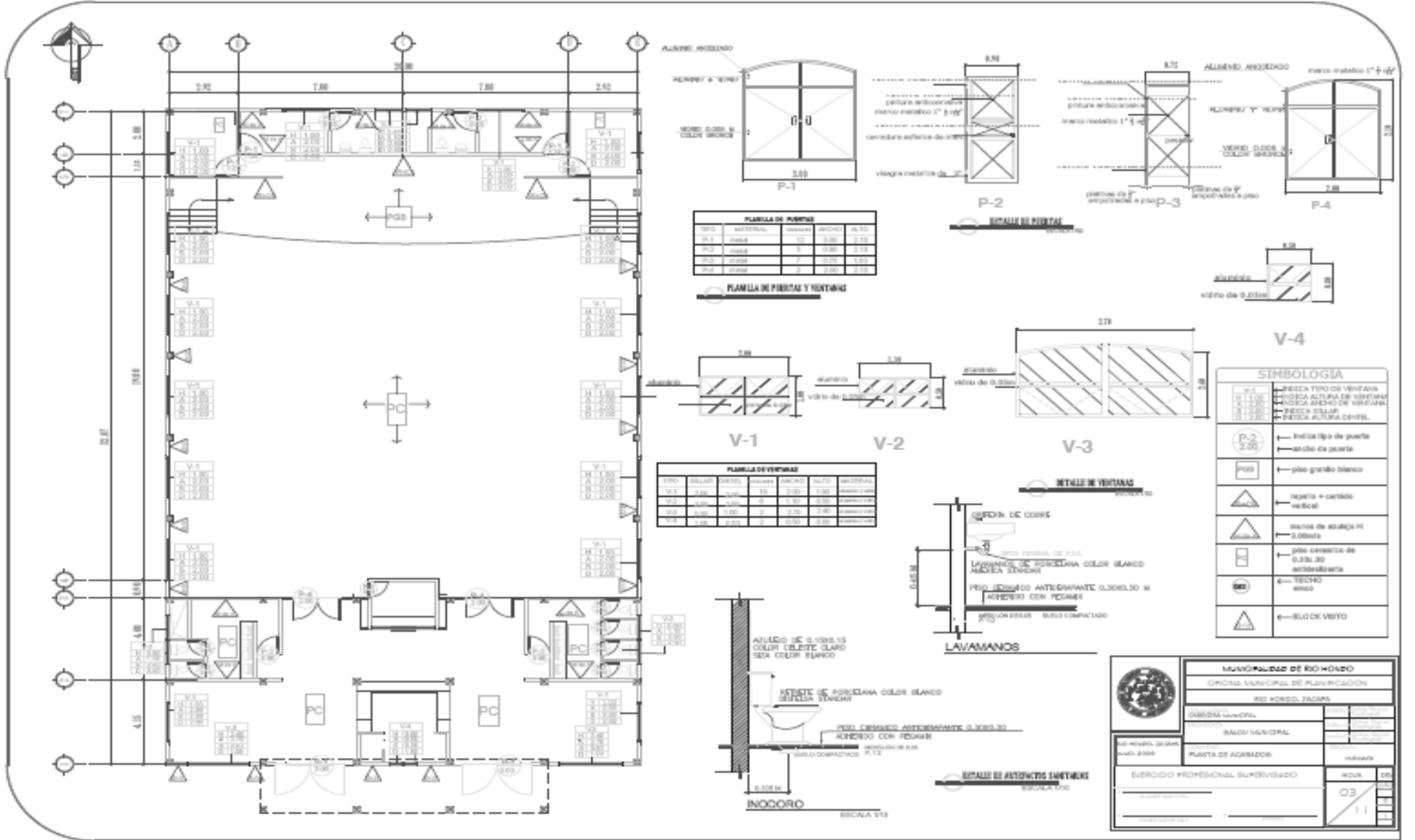
	<b>MUNICIPALIDAD DE RIO HONDO</b>	
	OFICINA MUNICIPAL DE PLANEACION	
	RIO HONDO, ZACARA	
AREA: <input type="text"/>		
BARRIO: <input type="text"/>		
PLANTA DE DISTRIBUCION: <input type="text"/>		
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO: <input type="text"/>		
FECHA: <input type="text"/>		HOJA: <input type="text"/>
DE: <input type="text"/>		DE: <input type="text"/>



PLANTA DE COTAS  
ESCALA 1/75



	<b>MUNICIPALIDAD DE RIO HONDO</b>	
	DIRECCION MUNICIPAL DE PLANEACION	
	RIO HONDO, ZACATECAS	
	DIRECCION LOCAL:	
	MUNICIPIO:	
BO. HONDO ZACATECAS MAY. 2008	PLANTA DE COTAS	INDICADA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		HOJA DE
		02 DE
		11



**PLANILLA DE PUERTAS**

NO.	DESCRIPCIÓN	ANCHO	ALTO
P-1	puerta	1.20	2.10
P-2	puerta	0.90	2.10
P-3	puerta	0.90	2.10
P-4	puerta	1.20	2.10

**PLANILLA DE PUERTAS Y VENTANAS**

**PLANILLA DE VENTANAS**

NO.	DESCRIPCIÓN	ANCHO	ALTO
V-1	ventana	1.20	1.20
V-2	ventana	0.90	1.20
V-3	ventana	1.20	1.20
V-4	ventana	1.20	1.20

**SIMBOLOGÍA**

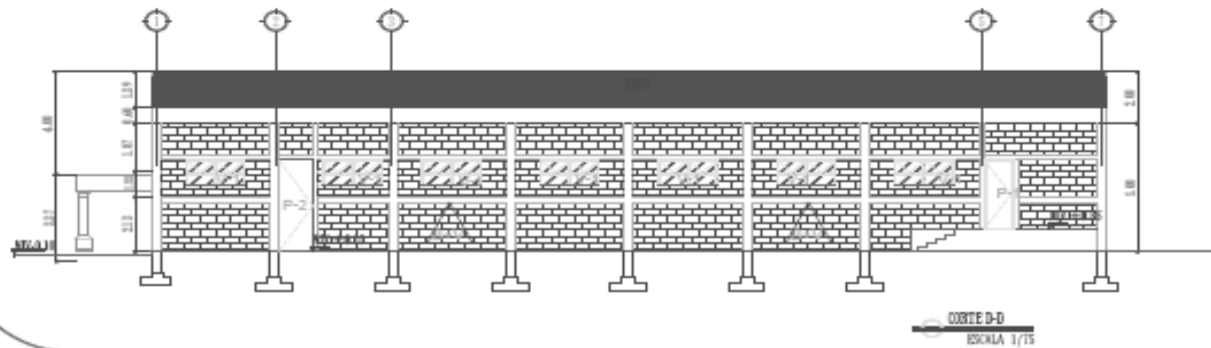
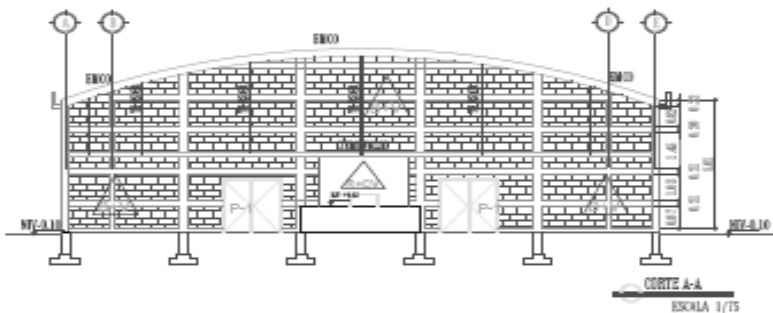
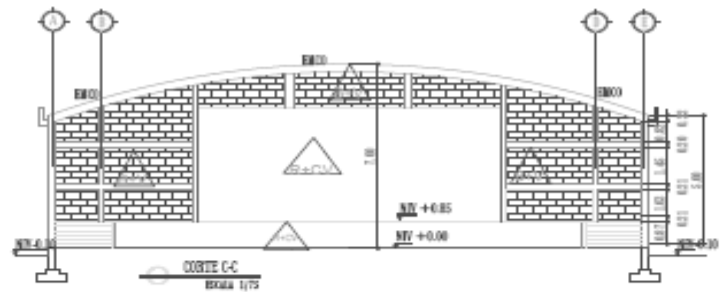
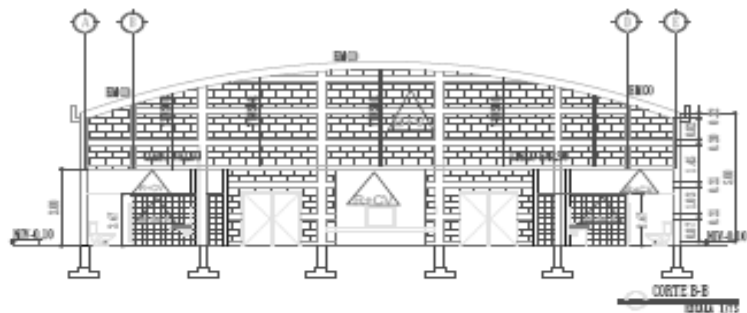
	→ PIEZA TIPO DE VENTANA
	→ PIEZA ALTIMETRIA DE VENTANA
	→ PIEZA ANCHO DE VENTANA
	→ PIEZA SILLAR
	→ PIEZA ALTIMETRIA CENTRAL
	→ Indica tipo de puerta
	→ ancho de puerta
	→ piso grande blanco
	→ apertura + cambio vertical
	→ altura de apertura H
	→ 0.30m
	→ piso cerámico de 0.30x0.30 antideslizante
	→ TOILETO
	→ BLOQUE VENTILADO

**MUNICIPALIDAD DE RIO HONDO**  
 OFICINA MUNICIPAL DE PLANEACION  
 RIO HONDO, TAMAULIPAS

ORDEN MUNICIPAL: \_\_\_\_\_  
 SALUD MUNICIPAL: \_\_\_\_\_  
 PLANTA DE ACABADOS: \_\_\_\_\_

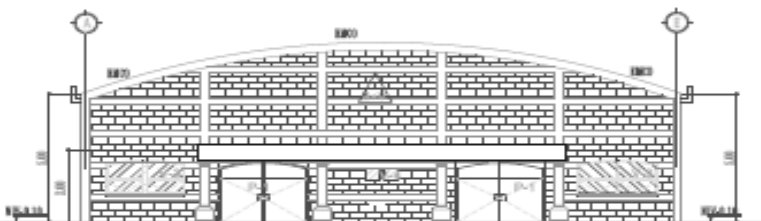
PROYECTO: \_\_\_\_\_  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO: \_\_\_\_\_

MOA: 03  
 DE: 11

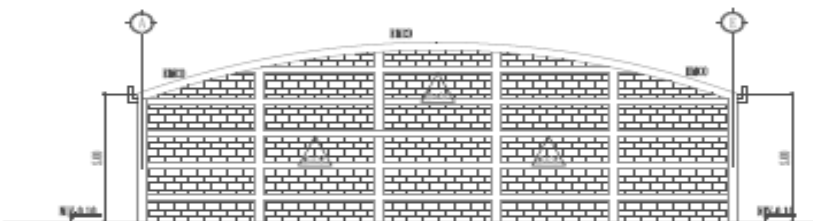


SIMBOLOGIA	
	← BLOCK VISTO
P-2	← indica tipo de puerta
V-1	← indica tipo de ventana
	← espejo + canalido vertical
	← pisos de aculeto
	← TECHO BRICO

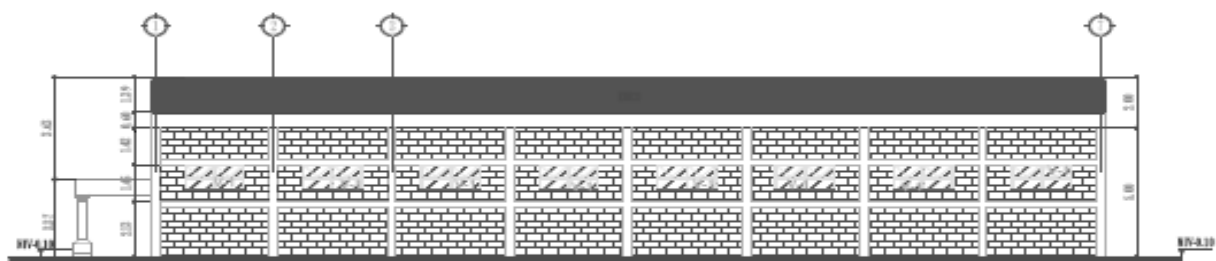
	MUNICIPALIDAD DE RIO HONDO	
	OFICINA MUNICIPAL DE PLANEACION	
	RIO HONDO, ZACAPA	
	UNIDAD EJECUTIVA	
	MAYOR NACIONAL	
	REGIDOR	
	MAYOR	
BO HONDO, ZACAPA C.A. 2000	BO HONDO, ZACAPA	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		HOJA DE
		04 DE
		11 DE



**ELEVACION FRONTAL**  
ESCALA 1/75



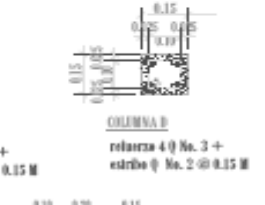
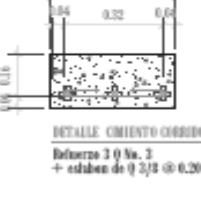
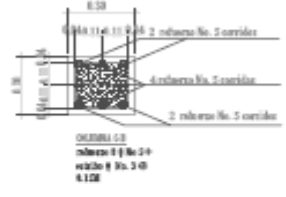
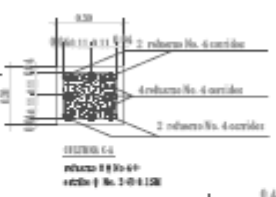
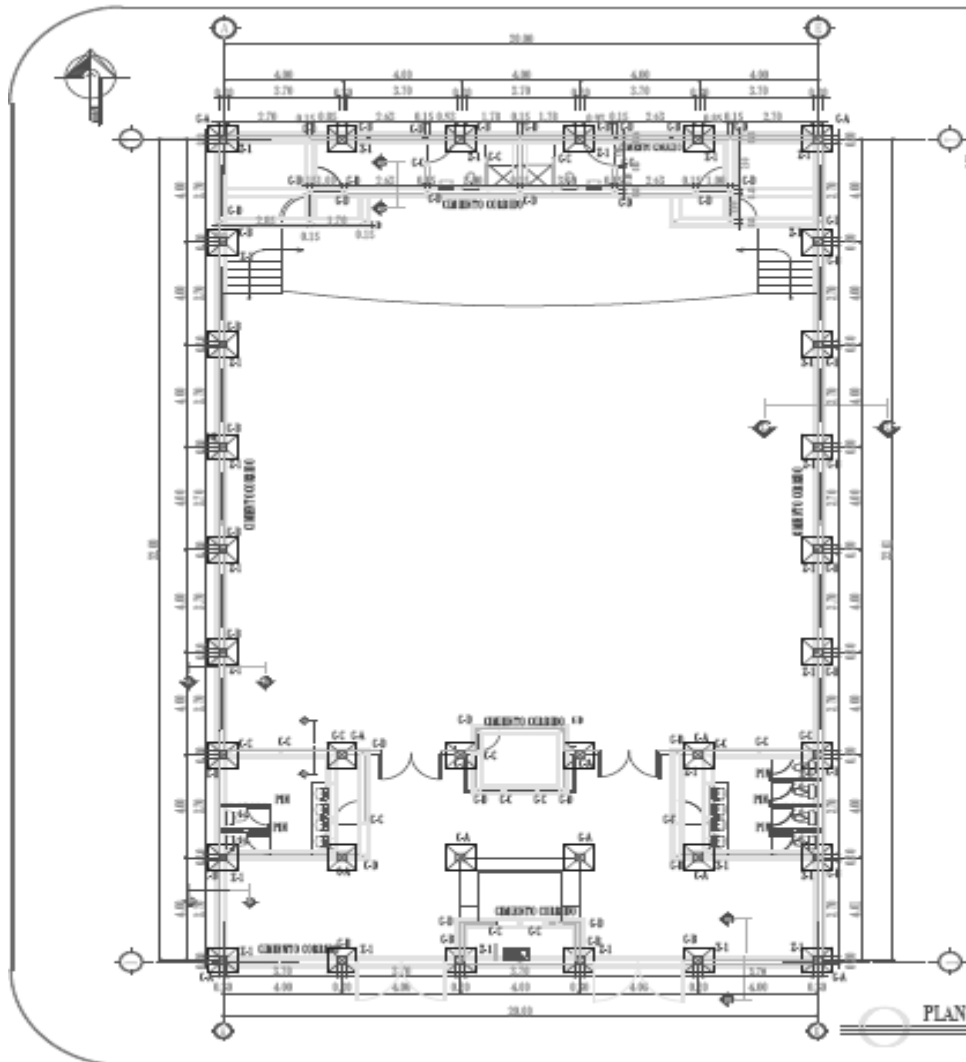
**ELEVACION POSTERIOR**  
ESCALA 1/75



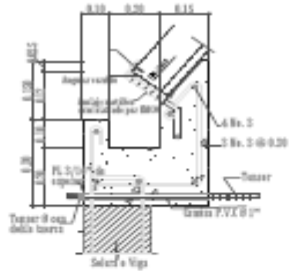
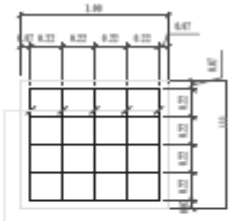
**ELEVACION LATERAL**  
ESCALA 1/75

SIMBOLOGIA	
	← BLOCK VISTO
	← Indica tipo de puerta
	← Indica tipo de ventana
	← resello + cerrido vertical
	← muros de azulejo
	← TECHO ERRO

	<b>MUNICIPALIDAD DE RIO HONDO</b>	
	OFICINA MUNICIPAL DE PLANIFICACION	
	RIO HONDO, ENCOMINAS	
	OMEGA LINDERA	
	SALON MUNICIPAL	
	ELEVACIONES	INDICADA
PROYECTO: 2024-0001	FECHA: 2024	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		HORA DE
		08
		11



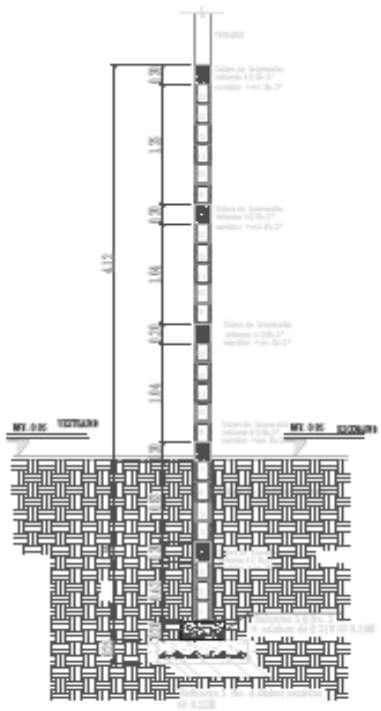
**DETALLE DE COLUMNAS**  
ESCALA 1/20



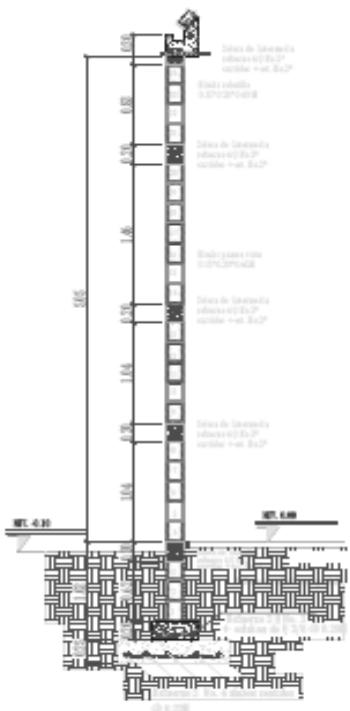
**PLANTA DE CIMENTACION**

BOLLA 1/20

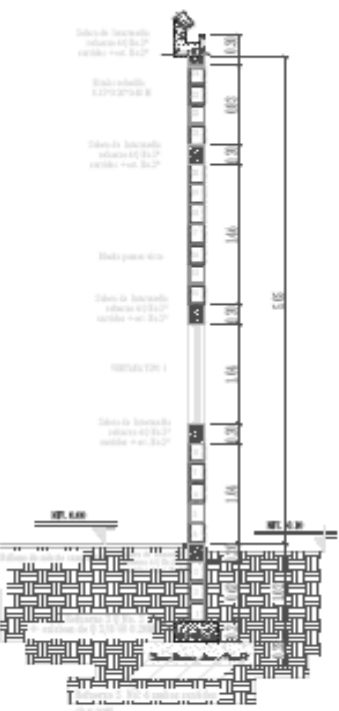
	<b>MUNICIPALIDAD DE RIO HONDO</b>	
	OFICINA MUNICIPAL DE PLANIFICACION	
	RIO HONDO, ZACARAS	
	COMISARIA LOCAL	_____
	SALON MUNICIPAL	_____
No. HONDO 2024 No. 0000	PLANTA DE CIMENTACION	_____
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	HOJA DE OC 1.1	DE



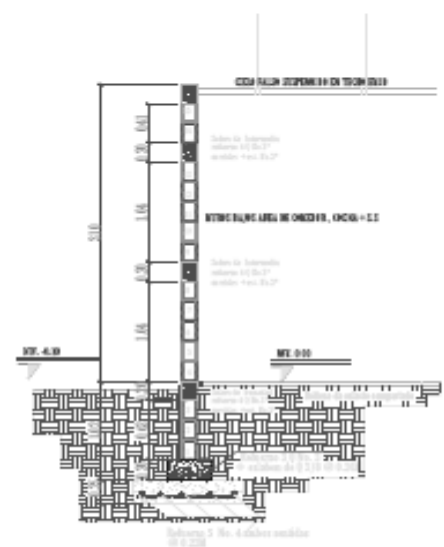
**CORTE DE MURO D-D' ,E-E'**  
Escala 1/125



**CORTE DE MURO A-A'**  
Escala 1/125



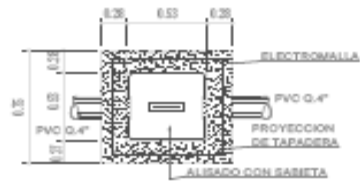
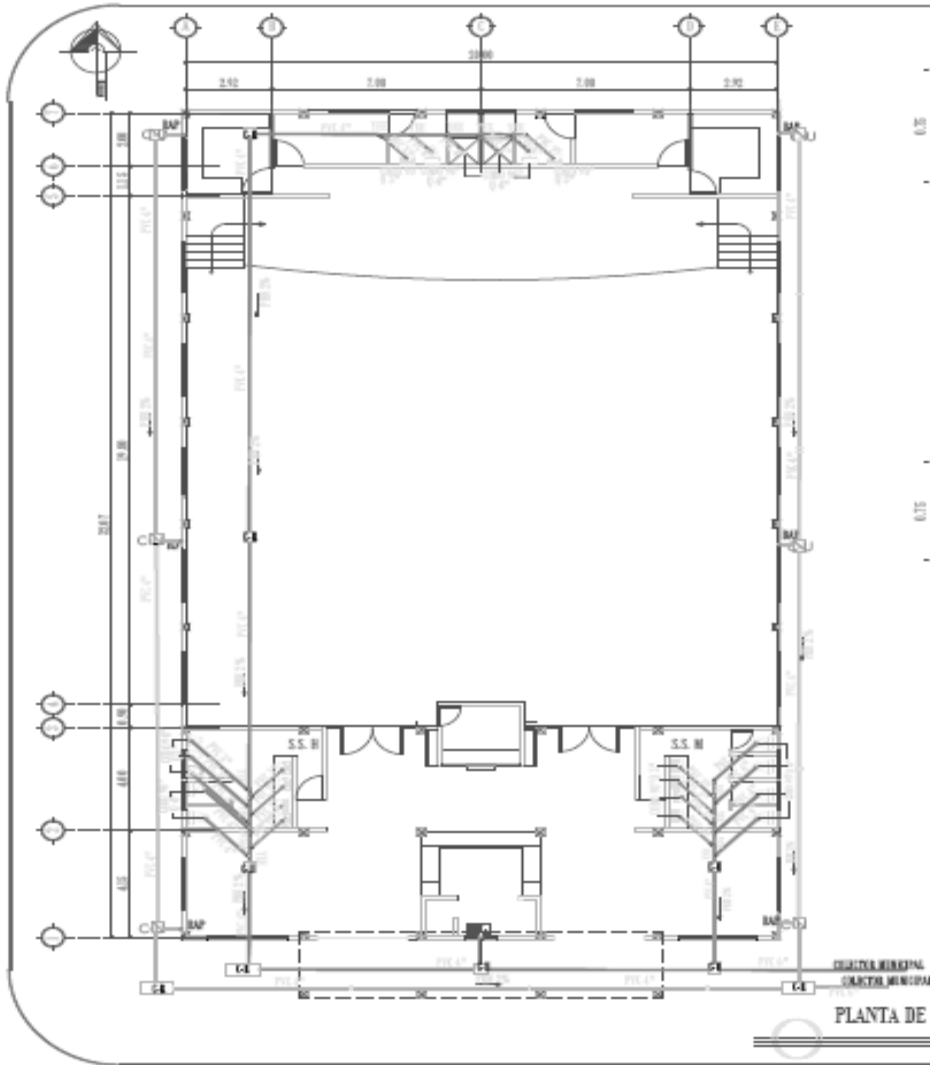
**CORTE DE MURO VENTANA C-C'**  
Escala 1/125



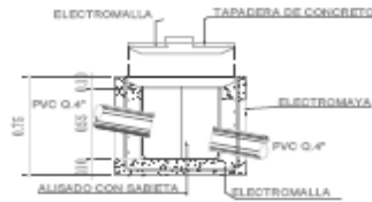
**CORTE DE MURO B-B' ,D-D' ,E-E'**  
MUROS BAJOS S.S. ,COCINA  
Escala 1/125

	<b>MUNICIPALIDAD DE RIO HONDO</b> OFICINA MUNICIPAL DE PLANEACION RIO HONDO, ZACAS	
	GERENTE GENERAL BALCON MORALES	GERENTE DE PROYECTOS BALCON MORALES
GERENTE DE OBRAS BALCON MORALES	<b>CORTE DE MURO B</b>	FECHA 07/11
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	INGENIERO BALCON MORALES	FOLIO 11





**PLANTA**  
**CAJA DE REGISTRO** ESCALA 1:25

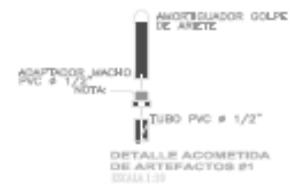
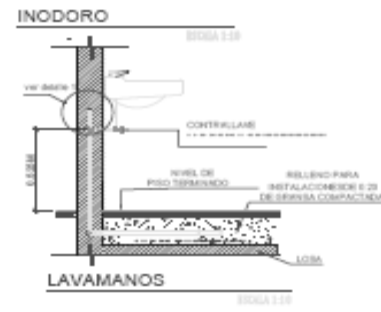
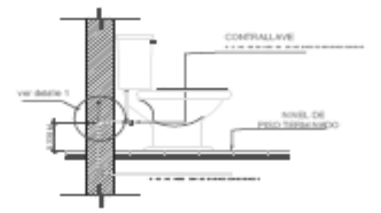
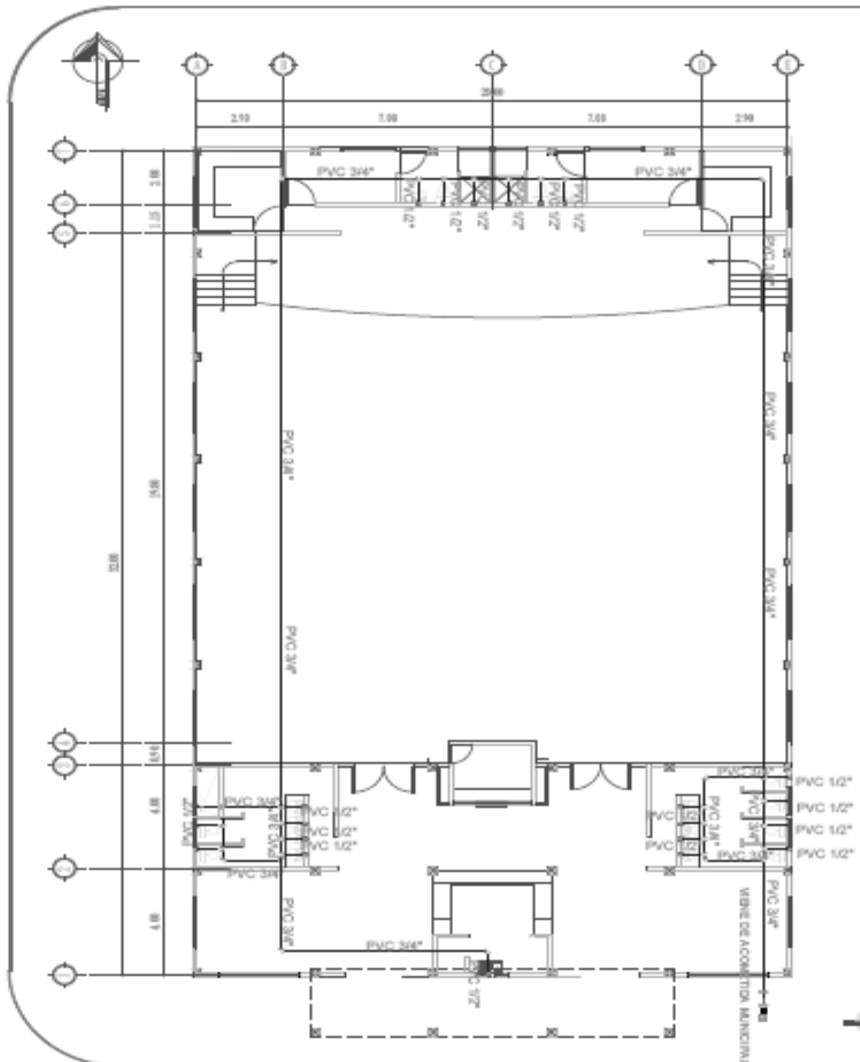


**SECCION A-A'**  
ESCALA 1:20

**SIMBOLOGIA DE DRENAJES**

.....	.....	SIGNIFICADO
		CAJA DE REGISTRO
		BAJADA DE AGUAS PLUVIALES
		BAJADA DE AGUAS NEGRAS
		YE
		CODD 90° PERFIL
		CODD 90° ELEVACION
		CAJA DE UNION
		TUBO DE DRAJAJE AGUA PLUMAL
		TUBO DE DRAJAJE AGUAS NEGRAS
		REDUCTOR DE 2" A 4"
		AGUA PLUMAL

	<b>MUNICIPALIDAD DE RÍO HONDO</b>	
	OPCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN	
RÍO HONDO, ENCARNA		
CARRERA 1000/1001		
BARRIO MUNICIPAL		
PLANTA DE DRENAJES DE DRENAJES		
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
HORA DE		DE
06		11



SIMBOLOGIA	
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
⊙	CRUZ DE PVC # 3/4" O INEGADO
⊞	TE DE PVC
⊕	CORDÓN PVC 60° # 3/4" O INEGADO PLANTA
⊖	CORDÓN PVC 60° # 3/4" O INEGADO POFPL
⊚	REDUCTOR PVC DE # 3/4" A # 1/2
⊘	VÁLVULA DE PASO
⊠	CONTROLES DE VOLUMEN DE AGUA DE # 3/4" A # 1/2
⊡	VÁLVULA DE BOLA
⊢	LLAVE CONTROL MANUAL HORIZONTAL PARA ARTIFACTOS SANITARIOS
⊣	VÁLVULA DE CIERRE O INEGADA
⊤	VÁLVULA DE RETENCIÓN O CHECK
⊥	VÁLVULA DE GLOBO
—	TUBO PVC # 3/4" O INEGADO
—	TUBO PVC # 1/2" O INEGADO

	<b>MUNICIPALIDAD DE RIO HONDO</b>	
	OFICINA MUNICIPAL DE PLANIFICACION	
RIO HONDO, PAGO		
CATEGORIA LOCAL		
CATEGORIA NACIONAL		
CATEGORIA INTERNACIONAL		
PROYECTO 2004	PLANTA INSTALACIONES HIDRAULICAS	1/1
INGENIERO PROFESIONAL SUPERVISADO		NOVA DE
		OS
		1/1

PLANTA DE AGUA POTABLE  
ESCALA 1/75



