



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

**DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE LA ESCUELA NORMAL BILINGÜE CHORTÍ
INTERCULTURAL DEL MUNICIPIO DE CAMOTÁN, CHIQUIMULA**

Juan Miguel Ruiz Samayoa

Asesorado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, octubre 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE LA ESCUELA NORMAL BILINGÜE CHORTÍ
INTERCULTURAL DEL MUNICIPIO DE CAMOTÁN, CHIQUIMULA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

JUAN MIGUEL RUIZ SAMAYOA

ASESORADO POR EL ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, OCTUBRE 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

| | |
|------------|--------------------------------------|
| DECANO | Ing. Murphy Olympto 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 |
| SECRETARIA | Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas |

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

| | |
|------------|---|
| DECANO | Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos |
| EXAMINADOR | Ing. Silvio José Rodríguez Serrano |
| EXAMINADOR | Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta |
| EXAMINADOR | Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera |
| SECRETARIA | Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas |

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE LA ESCUELA NORMAL BILINGÜE CHORTÍ INTERCULTURAL DEL MUNICIPIO DE CAMOTÁN, CHIQUIMULA,

tema que fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 19 de septiembre de 2005.

Juan Miguel Ruiz Samayoa

AGRADECIMIENTO ESPECIAL A:

JESÚS

Por ayudarme siempre a salvar los obstáculos de la vida.

MI PADRE

Por su cariño, ejemplo de humanidad, y por siempre estar cuando lo necesite.

MI MADRE

Por su amor, comprensión y apoyo incondicional.

MIS HERMANOS

MI ASESOR

Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

LA FACULTAD DE INGENIERÍA

LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

DEDICO ESTE ACTO CON MUCHO CARIÑO A:

MIS PADRES

Héctor Conrado Ruiz
Vilma Gloria del Rosario Samayoa de Ruiz

MIS HERMANOS

Héctor Leonardo Ruiz Samayoa
Oscar Manuel Ruiz Samayoa

LA MEMORIA DE MI ABUELA

María del Rosario Ruiz

MIS TÍOS

Neri, Minche, Beda, Olgui y Giovanni

MIS PRIMOS

Claudia, Franklin, Charol, Chaco, Shený, Giovanni y María

MIS AMIGOS

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--------------------------------|------|
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES | V |
| LISTA DE SÍMBOLOS | VII |
| GLOSARIO | XI |
| RESUMEN | XV |
| OBJETIVOS | XVII |
| INTRODUCCIÓN | XIX |

1. INVESTIGACIÓN

| | | |
|---------|--|---|
| 1.1 | Monografía del lugar | 1 |
| 1.1.1 | Reseña histórica | 1 |
| 1.1.2 | Aspectos físicos | 2 |
| 1.1.2.1 | Extensión territorial y ubicación geográfica | 2 |
| 1.1.2.2 | Geografía y topografía | 2 |
| 1.1.2.3 | Distancia relativa | 3 |
| 1.1.2.4 | Localización | 3 |
| 1.1.2.5 | Clima | 3 |
| 1.1.3 | Demografía | 4 |
| 1.1.4 | Vivienda | 4 |
| 1.1.5 | Actividades económicas | 5 |
| 1.1.6 | Servicios | 7 |
| 1.1.6.1 | Agua Potable | 7 |
| 1.1.6.2 | Evacuación de excretas y aguas servidas | 7 |
| 1.1.6.3 | Aspectos Educativos | 8 |
| 1.1.6.4 | Salud | 8 |

| | | |
|---------|--|----|
| 1.1.6.5 | Medios de comunicación | 9 |
| 1.2 | Normativa del Ministerio de Educación empleada para el diseño y planificación de los edificios escolares | 10 |
| 1.2.1 | Confort | 10 |
| 1.2.1.1 | Confort visual | 10 |
| 1.2.1.2 | Confort térmico | 11 |
| 1.2.1.3 | Confort acústico | 11 |
| 1.2.2 | Instalaciones | 12 |
| 1.2.2.1 | Instalación de agua potable | 12 |
| 1.2.2.2 | Instalación sanitaria | 13 |
| 1.2.2.3 | Instalación eléctrica | 14 |
| 1.2.3 | Espacios | 15 |
| 1.2.3.1 | Espacios educativos | 15 |
| 1.2.3.2 | Espacios administrativos | 16 |
| 1.2.3.3 | Espacios complementarios | 17 |

2. GENERALIDADES

| | | |
|-------|--------------------------------------|----|
| 2.1 | Descripción del proyecto | 19 |
| 2.2 | Capacidad de alumnos | 19 |
| 2.3 | Tipo de estructura a diseñar | 19 |
| 2.4 | Distribución de cargas gravitatorias | 20 |
| 2.4.1 | Carga viva | 20 |
| 2.4.2 | Carga muerta | 20 |
| 2.4.3 | Carga de sismo | 21 |
| 2.5 | Análisis estructural | 21 |
| 2.6 | Características del suelo | 22 |

3. DISEÑO DE EDIFICIOS

| | | |
|---------|----------------------------------|----|
| 3.1 | Diseño de techo | 23 |
| 3.1.1 | Diseño de costanera | 23 |
| 3.1.1.1 | Integración de cargas | 23 |
| 3.1.1.2 | Chequeo a flexión | 24 |
| 3.1.1.3 | Chequeo a corte | 24 |
| 3.1.1.4 | Chequeo por deflexión | 25 |
| 3.1.1.5 | Chequeo a torsión | 25 |
| 3.1.2 | Diseño de tendal | 26 |
| 3.1.2.1 | Integración de cargas | 26 |
| 3.1.2.2 | Chequeo a flexión | 27 |
| 3.1.2.3 | Chequeo a corte | 27 |
| 3.1.2.4 | Chequeo por deflexión | 28 |
| 3.1.3 | Diseño de pernos | 28 |
| 3.2 | Diseño de muros | 29 |
| 3.2.1 | Corte basal | 29 |
| 3.2.2 | Esfuerzos permisibles | 31 |
| 3.2.2.1 | Esfuerzo permisible a flexión | 31 |
| 3.2.2.2 | Esfuerzo permisible a compresión | 32 |
| 3.2.2.3 | Esfuerzo permisible a corte | 32 |
| 3.2.3 | Diseño del refuerzo | 33 |
| 3.3 | Diseño de cimientos | 37 |
| 3.3.1 | Chequeo a corte simple | 38 |
| 3.3.2 | Chequeo a flexión | 39 |
| 3.4 | Diseño de zapata | 39 |
| 3.4.1 | Área de zapata requerida | 40 |
| 3.4.2 | Presión del suelo | 40 |
| 3.4.3 | Chequeo a corte simple | 40 |
| 3.4.4 | Chequeo a corte punzonante | 41 |

| | | |
|-----------|--|----|
| 3.4.5 | Chequeo a flexión | 42 |
| 4. | DISEÑO DEL SALÓN DE USOS MÚLTIPLES Y ÁREA DEPORTIVA | |
| 4.1 | Diseño del salón de usos múltiples | 43 |
| 4.1.1 | Forma de la cubierta | 43 |
| 4.1.2 | Selección de la cubierta | 43 |
| 4.1.2.1 | Diseño de costanera | 44 |
| 4.1.3 | Análisis del marco estructural | 45 |
| 4.1.3.1 | Cálculo y diseño para un marco | 45 |
| 4.1.4 | Muros | 54 |
| 4.1.5 | Diseño de zapata concéntrica | 54 |
| 4.2 | Diseño de cancha deportiva | 54 |
| 5. | INTEGRACIÓN DEL PRESUPUESTO DEL PROYECTO | |
| 5.1 | Generalidades | 57 |
| 5.2 | Cuadros de presupuesto | 57 |
| 5.3 | Cronograma de ejecución | 61 |
| 6. | EVALUACIÓN DE RIESGOS | |
| 6.1 | Por sismo | 65 |
| 6.2 | Por inundación | 65 |
| 6.3 | Por deslizamiento | 66 |
| | CONCLUSIONES | 67 |
| | RECOMENDACIONES | 69 |
| | BIBLIOGRAFÍA | 71 |
| | APÉNDICE | 73 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

| | |
|--|----|
| 1. Mapa topográfico del casco urbano de Camotán | 2 |
| 2. Capacidad a momento de una sección | 32 |
| 3. Planta de cimiento corrido, área actuante en corte simple | 38 |
| 4. Planta de zapata, área actuante en corte simple | 41 |
| 5. Planta de zapata, área actuante en corte punzonante | 42 |
| 6. Nomenclatura del marco | 46 |
| 7. Carga última uniformemente distribuida | 47 |
| 8. Carga de viento uniformemente distribuida | 48 |
| 9. Carga puntual de sismo | 49 |
| 10. Gráfica de riesgo | 64 |
| 11. Planta amueblada | 75 |
| 12. Planta acotada | 77 |
| 13. Planta de cimentación | 79 |
| 14. Planta de conjunto | 81 |
| 15. Planta de fuerza | 83 |
| 16. Planta de iluminación | 85 |
| 17. Elevaciones y secciones del salón | 87 |
| 18. Elevaciones y secciones de aulas | 89 |
| 19. Planta de techos más marco del salón | 91 |
| 20. Planta de acabados | 93 |
| 21. Planilla de puertas y ventanas | 95 |
| 22. Sanitarios | 97 |

TABLAS

| | | |
|-------|--|----|
| I. | Dotación de agua potable por alumno | 13 |
| II. | Tipo de lámparas a utilizar según local | 14 |
| III. | Capacidad de alumnos por aula | 15 |
| IV. | Área por alumno en aula teórica | 16 |
| V. | Área por alumno en servicios administrativos | 16 |
| VI. | Área por alumno y superficie en salón de usos múltiples | 18 |
| VII. | Interrelación aproximada de los suelos y valores soporte | 22 |
| VIII. | Obtención de n_p | 34 |
| IX. | Comparación de cargas | 50 |
| X. | Dimensiones y propiedades físicas del perfil W12X40 | 51 |
| XI. | Dimensiones y propiedades físicas del perfil W12X22 | 52 |
| XII. | Cuantificación y costo de materiales | 57 |
| XIII. | Cuantificación y costo de mano de obra | 60 |
| XIV. | Integración de costos | 61 |
| XV. | Cronograma de ejecución | 62 |

LISTA DE SÍMBOLOS

| | |
|-------------------------------|--|
| A | Área |
| AISC | <i>American Institute of Steel Construction</i> (Instituto americano de construcción en acero) |
| As | Área de acero |
| ASD | <i>Allowable Strength Design</i> (Diseño por esfuerzos permisibles) |
| b | Ancho del elemento a compresión |
| b_f | Longitud del patín |
| CV | Carga viva |
| D, d | Peralte |
| E | Módulo de elasticidad |
| Fa | Esfuerzo permisible a compresión |
| fa | Esfuerzo a compresión |
| Fb | Esfuerzo permisible a flexión |
| fb | Esfuerzo a flexión |
| Fb_{corte}, fc | Esfuerzo permisible a corte |
| Fb_{tensión} | Esfuerzo permisible a tensión |
| Fcu | Factor de carga última |
| Fs | Esfuerzo permisible a tensión del acero |
| fs | Esfuerzo a tensión |
| Fy | Esfuerzo de fluencia del acero |
| f'c | Resistencia del concreto |
| f'm | Resistencia de la unidad de mampostería |
| C | Fuerza a compresión |

| | |
|-------------------------|---|
| CM | Carga muerta |
| cm. | Centímetro |
| h | Altura del muro |
| I | Inercia |
| j | Factor del peralte para aplicar la fuerza a compresión |
| K | Rigidez |
| Km | Kilómetro |
| Kg | Kilogramo |
| L | Longitud |
| lb | Libras |
| m | Metro |
| M | Momento actuante |
| m. c. a. | Metros columna de agua |
| n | Relación de módulos de elasticidad |
| P, q | Peso, fuerza o carga |
| plg | Pulgada |
| PRONADE | Programa Nacional de Autogestión para el Desarrollo Educativo |
| PVC | Material de cloruro de polivinilo |
| Q | Relación de distancias |
| R | Reacción |
| r | Radio de giro |
| S | Módulo de sección |
| SC | Sobre carga |
| T | Fuerza a tensión |
| t | Peralte del elemento de concreto |
| t_f | Espesor del patín |
| t_{muro} | Ancho del block |

| | |
|-------------|---|
| t_w | Espesor del alma |
| Ton | Tonelada |
| UTM | Universal Transversal de Mercator |
| V | Fuerza a corte |
| Vs | Valor soporte del suelo |
| y | Distancia del eje neutro a la fibra extrema |
| γ | Peso específico |
| σ | Esfuerzo de flexión |
| ρ | Cuantía de acero |
| \emptyset | Diámetro |
| φ | Factor de resistencia al corte del concreto |
| ω | Carga lineal |
| ω' | Carga lineal de trabajo |

GLOSARIO

| | |
|-----------------------------|---|
| Agua potable | Agua sanitariamente segura, adecuada para beber, cuya ingestión no ocasiona efectos nocivos a la salud, además de ser inodora, insípida, incolora y agradable a los sentidos. |
| Análisis estructural | Es el uso de las ecuaciones de la resistencia de materiales para encontrar los esfuerzos internos que actúan sobre unas estructuras resistentes, como edificaciones o esqueletos resistentes de maquinaria. |
| Confort acústico | Buena disposición de la infraestructura de un edificio para minimizar los sonidos exteriores. |
| Confort térmico | Buena disposición de la ventilación para obtener un clima agradable. |
| Corte basal | Fuerza sísmica horizontal que actúa en la base empotrada de las edificaciones. |
| Deflexión | Distancia vertical entre la posición inicial del eje neutro y las posiciones instantáneas que tome, medidas en el lugar de mayor diferencia del elemento estructural. |

| | |
|------------------------------|--|
| Demografía | Ciencia cuyo objeto de estudio es la población. |
| Desastre | Evento que provoca cuantiosos daños, más allá de los que pueden ser atendidos con los recursos locales. |
| Diseño estructural | Dimensionar un sistema estructural que equilibre las fuerzas a las que va a estar sometido, y resistir las sollicitaciones sin colapso o mal comportamiento (excesivas deformaciones). |
| Dotación | Cantidad de agua que se asigna a una persona para su subsistencia diaria, expresada en litros por habitante por día. |
| Esfuerzos permisibles | Diseño de estructuras basado en cargas de servicio (sin factores de carga). |
| Flexión | Esfuerzo debido a un momento actuante sobre el eje transversal de una estructura. |
| Flexo-compresión | Se refiere a los elementos estructurales sometidos a esfuerzos de flexión y compresión en la misma acción. |

| | |
|--------------------------|---|
| Fuerza cortante | Resultante de las tensiones paralelas a la sección transversal de un prisma. |
| Módulo de sección | Propiedad geométrica de un elemento estructural que determina sus dimensiones para la resistencia a la carga aplicada. |
| Momento flector | Sistema formado por dos fuerzas paralelas de dirección contraria e igual magnitud. |
| Refuerzo | Acero necesario para resistir los esfuerzos de flexión y corte de los elementos estructurales de concreto armado. |
| Riesgo | Conjunto de factores que hacen proclive a una sociedad de ser afectada de manera severa por un fenómeno. |
| Sismo | Movimiento vibratorio que se origina en el interior de la tierra y que se propaga en todas direcciones en forma de ondas elásticas, denominadas ondas sísmicas. |
| Suelo | Todo material sin consolidar en el lecho rocoso. |

RESUMEN

En el presente trabajo de graduación se presenta el proceso del diseño y planificación de la Escuela Normal Bilingüe Chortí Intercultural, proyecto que es prioridad para el municipio de Camotán.

En el capítulo uno se hace una descripción del municipio de Camotán, en cuanto a su historia, aspectos físicos, sociales, económicos y servicios. Así también, en esta primera parte se describe la normativa del Ministerio de Educación que se aplicó para el diseño de las instalaciones de la escuela, entendiéndose espacios, iluminación, aspectos eléctricos y servicio de agua.

En el capítulo dos se describe el proyecto y todos los aspectos a tomar en cuenta para el análisis y diseño estructural. Estos son las cargas que actuarán sobre las estructuras, fuerzas horizontales, verticales, vivas y muertas, y el método de análisis estructural empleado.

En el capítulo tres figura todo el proceso de análisis y diseño estructural de los módulos de aulas, desde el techo con estructura metálica pasando por los muros de mampostería hasta llegar a la cimentación que consta de cimiento corrido y zapatas concéntricas.

El análisis estructural y diseño del salón de usos múltiples y de la cancha deportiva es lo que se presenta en el capítulo cuatro. El salón de usos múltiples se diseñó con marcos de acero de perfil I con zapatas concéntricas, cubierta de lámina metálica y muros de mampostería que descansan sobre una cimentación corrida.

En la parte final del informe se presenta la integración del presupuesto del proyecto y la evaluación de riesgos, evaluación donde se pondera la vulnerabilidad de las instalaciones debido a las amenazas propias del lugar.

Con la implementación de esta escuela se beneficiará a la población adolescente de Camotán, Jocotán, Olopa y San Juan Ermita, y por consecuencia al desarrollo económico y cultural de la región.

OBJETIVOS

General

Generar toda la información necesaria para que el municipio de Camotán pueda tener un establecimiento, en el cual pueda cubrir todas las necesidades de la comunidad estudiantil a nivel medio, y de esa forma contribuir al desarrollo educativo de esta región del oriente del país.

Específicos

1. Diseñar la Escuela Normal Bilingüe Chortí Intercultural del municipio de Camotán, Chiquimula, para que dicha población pueda contar con las instalaciones adecuadas de un centro educativo de este nivel.
2. Aplicar las normas que el Ministerio de Educación de Guatemala recomienda para las instalaciones educativas en cuanto a espacios, iluminación, servicio de electricidad y agua, obteniéndose así un establecimiento que permita el proceso de enseñanza aprendizaje con calidad.
3. Aportar con este trabajo de graduación una herramienta técnicamente profesional que cumpla las normas estructurales y de diseño, para la posterior ejecución del centro educativo y de esa forma contribuir con la población a alcanzar con el paso del tiempo un mejor nivel de vida.

4. Realizar un análisis de cuantificación de materiales y precios en el mercado para obtener un presupuesto real en cuanto a costos y calidad de materiales.
5. Alcanzar un establecimiento que sea cómodo para los estudiantes en cuanto a sus actividades teóricas, cívicas, físicas y extracurriculares.

INTRODUCCIÓN

Debido a la falta de unas instalaciones adecuadas para el desarrollo del proceso enseñanza aprendizaje a nivel medio, en la comunidad estudiantil del municipio de Camotán, Chiquimula, se realizó el presente trabajo de graduación que permitirá a la adolescencia de esa región tener la oportunidad de aprovechar de mejor manera su tiempo en las aulas.

En el diseño de la escuela se tomaron en cuenta las normas que recomienda el Ministerio de Educación en cuanto a espacios, iluminación y servicios, al igual los edificios se proyectaron bajo las normas estructurales y de diseño aplicables para asegurar una estructura confiable. La escuela podrá albergar a estudiantes de nivel medio que deseen cursar su carrera de diversificado, con 9 aulas para 40 alumnos cada una, beneficiando así a 360 estudiantes anualmente.

Para comprender lo realizado en este proyecto se puede decir que es un trabajo de ingeniería civil, en el área del análisis y diseño estructural, que abarca el campo de las estructuras metálicas en el caso de los techos y los marcos del salón de usos múltiples, estructura de mampostería para los muros, y cimentación de zapatas concéntricas y cimiento corrido para la transmisión de cargas al suelo.

En cuanto a los factores externos que podrían en un momento dado afectar el proyecto se puede mencionar que el riesgo mayor es el de los sismos, dado que Guatemala se encuentra en una zona del mundo altamente sísmica y el municipio de Camotán se ubica muy cerca de la falla de Jocotán-Chamelecón.

La ejecución de este proyecto deberá de tener muy en cuenta todos los aspectos que a continuación se plantean para que la obra sea lo más funcional posible y así cumpla con el objetivo de prestar un servicio de calidad a la población estudiantil que es parte importante para un mejor futuro de nuestro país.

1. INVESTIGACIÓN

1.1 Monografía del lugar

1.1.1 Reseña histórica

Etimológicamente la palabra Camotán viene de las voces aztecas camoti = camote (batata edulis) y del sufijo tlan = abundancia; lugar donde se produce mucho camote. El municipio se encuentra al oriente de Guatemala, a 32 kilómetros de la cabecera departamental de Chiquimula y 201 kilómetros de la capital de Guatemala, es frontera con la república de Honduras.

El arzobispo de Guatemala; Doctor Pedro Cortés Larraz, de acuerdo con visita pastoral, que efectuó a su diócesis entre los años 1768 a 1770, en su recorrido visitó Camotán y hace una descripción geográfica del mismo, indicando que todo el territorio es sumamente fértil y que se componía de 403 familias de indios con 1,346 personas de habla Chortí.

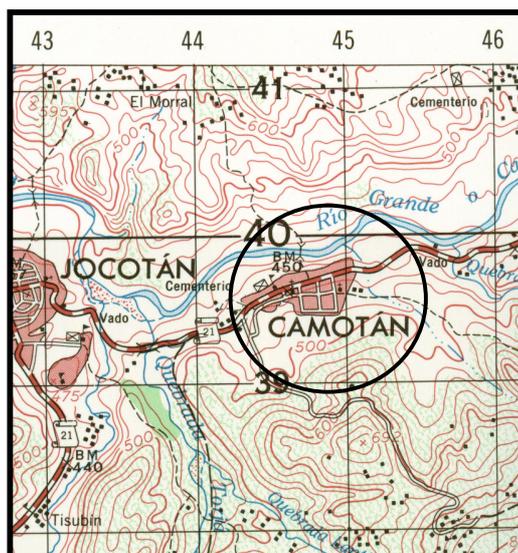
El nombre antiguo del municipio de Camotán es San Juan Camotán, cuyo nombre aparece en el listado de Curatos del Arzobispo de Guatemala, publicado en julio de 1806. Ascende a la categoría de municipio por el sistema de jurados, incluido en el distrito de Chiquimula y decretado por el Código de Livingston el 27 de agosto de 1836; figurado en el listado de poblados del Estado de Guatemala, que fueron distribuidos para la administración de justicia, según Recopilación de Leyes de Pineda Mont.

1.1.2 Aspectos físicos

1.1.2.1 Extensión territorial y ubicación geográfica

La extensión territorial del municipio es de 232 kilómetros cuadrados. Está a una altura de 471 metros sobre el nivel del mar, su clima es semi-cálido, se encuentra ubicado en las coordenadas latitud Norte $14^{\circ} 49' 13''$ longitud oeste $89^{\circ} 22' 24''$. La población en un 60% es descendiente de la etnia Chortí, el idioma que se habla es el español y pocas personas hablan la lengua Chortí.

Figura 1. Mapa topográfico del casco urbano de Camotán



Fuente: Instituto Geográfico Nacional (IGN). Hoja cartográfica Jocotán, escala 1:50,000.

1.1.2.2 Geografía y topografía

El casco urbano de la cabecera municipal de Camotán está asentado en la riberia del río "Grande" con topografía plana de oriente a poniente y es inclinada al sur de la población, con pendientes de sur a norte y de oriente a poniente.

La topografía del terreno del municipio de Camotán en general es muy accidentada con cerros y montañas de pendientes muy grades, ríos, quebradas y zanjones; las áreas planas ó de poca pendiente están ubicadas en la rivera del río Grande pero únicamente es el 10% del total.

1.1.2.3 Distancia relativa

La distancia de la cabecera municipal de Camotán a la cabecera departamental de Chiquimula es de 32 kilómetros, por la carretera que conduce al Florido, frontera con la república de Honduras.

Se ubica a 201 kilómetros de la ciudad capital. Esta carretera es asfaltada, se encuentra en buen estado y es transitada en toda época del año.

1.1.2.4 Localización

El municipio de Camotán pertenece al departamento de Chiquimula, está conformado por la cabecera municipal, 29 aldeas y 78 caseríos. Colinda al norte con el municipio de la Unión, departamento de Zacapa; al sur con el municipio de Esquipulas, Chiquimula; al oriente con Copán Ruinas de la República de Honduras y al poniente con el municipio de Jocotán, Chiquimula.

1.1.2.5 Clima

En esta zona las condiciones climáticas durante los meses que no llueve de noviembre a diciembre se presentan días claros y días nublados con presencia de lloviznas de enero a octubre.

La temperatura media anual para esta zona varía entre 20° y 26° centígrados. La temperatura se incrementa en los meses de marzo, abril y mayo que es la época más crítica del verano y asciende a 34° centígrados, especialmente en el mes de abril e inicio del mes de mayo.

El clima templado y frío se manifiesta en las montañas más altas. La precipitación pluvial promedio anual oscila entre 1,100 y 1,349 milímetros.

1.1.3 Demografía

La población total es de 35,263 habitantes y 6,479 casas, datos recabados por los guardianes de salud de cada comunidad bajo la dirección del Centro de Salud. La densidad de población aproximada es de 5 a 6 habitantes por vivienda. La tasa de crecimiento de población es del 2%, según datos del Instituto Nacional de Estadística.

1.1.4 Vivienda

En el municipio de Camotán existen 6,479 viviendas. Según análisis realizado por la unidad técnica municipal de acuerdo con las visitas realizadas a las comunidades se estima que el 62% de las viviendas están en mal estado, son de techo de palma, paredes de palma, basura de banano, de madera, bajareque, piso de tierra. Las casas tienen un solo ambiente. Las aldeas con sus caseríos que tienen en mayor cantidad este tipo de vivienda son los más pobres: aldea el Guayabo, aldea Cajón del Río, aldea Lela Chancó, aldea Tisipe, aldea Marimba, aldea Lela Obraje, aldea El Limón, aldea Rodeo, aldea Tachoche, aldea Morola, aldea Guior, aldea Shupá, caseríos de Shalaguá, caseríos del Volcán y otros.

Un 38% de las viviendas están en buen estado, de éstas la mayoría tienen techo de lámina, paredes de bajareque, piso de cemento y una minoría tienen paredes de block, techo de lámina. Son raras las casas con techo de concreto en el área rural.

1.1.5 Actividades económicas

Tenencia de tierras. La mayoría de familias disponen de tierra propia para vivir. En las áreas de mucha pobreza las personas no tienen tierras para la siembra de sus cultivos y rentan la tierra para sembrar maíz, frijol y maicillo. En cada aldea existe un terreno ejidal para uso comunal, del que se puede extraer leña, vigas y calzote para la construcción de viviendas.

Principales cultivos. Maíz, frijol, maicillo, café, tabaco, chile, tomate. Cultivos secundarios. El banano, la caña, el izote, la naranja, el aguacate y el limón.

Técnicas de producción. En el cultivo de maíz se aplica la siguiente técnica: rozar, guatalear, deshierbar, abonar con abonos químicos, doblar y tapisar. En frijol: guatalear, deshierbar, abonar, arrancar, secar y aporrear.

Actividad principal a la que se dedican los habitantes. El 100% de los hombres se dedican a la agricultura, en esta actividad también son aplicados los niños mayores de 7 años y el 100% de las mujeres se ocupan de los oficios domésticos. Un pequeño grupo de personas en cada aldea ó caserío se dedica a la artesanía, fabricando: sombreros de palma, petates de tule, lazos, bolsas y redes de pita de Maguey, escobas, trenzas y otros, que son otros ingresos que ayudan a la economía del hogar.

Ingreso promedio mensual. En el caso de los hombres el promedio de ingresos mensuales es de Q200, proveniente especialmente de jornales, en el caso de las mujeres, no se conoce su salario ya que sus actividades diarias son oficios domésticos y en sus tiempos libres producen artesanías que venden en el mercado de Jocotán y esto les genera otros ingresos de carácter temporal. El jornal en el área rural tiene un valor entre Q10 y Q20 que resulta muy bajo y aparte es eventual, pero con más frecuencia.

Comercio. El municipio no cuenta con un mercado específico, ni tienen una plaza o lugar identificado para transacciones comerciales en el área urbana. Existen tiendas que expenden verduras, granos básicos y otros productos. Los pequeños productores de café, venden su producto a intermediarios que llegan a su comunidad a comprar. El día martes en el parque se venden verduras provenientes del occidente del país. La mayor acción de transacciones comerciales se desarrolla en el mercado de Jocotán el día domingo, municipio cercano con mucha concentración de pequeños productores, acá se vende y se compra.

En el área urbana de Camotán existe una farmacia, un taller de reparación de calzado, 15 tiendas, 2 cantinas, un taller de herrería, un taller de mecánica, dos librerías. Cuatro casetas con ventas de golosinas y comidas.

En la aldea Muyurcó existe un mercado cantonal los días martes y sábado, es de carácter informal, y convergen campesinos de las aldeas vecinas tales como: aldea Tular y caseríos, Limón y caseríos, Cajón del Río y aldea Shalagua de Camotán además las aldeas de Tontoles y Naranjo de Jocotán.

En Caparjá existe convergencia de campesinos que realizan compras y ventas formando un mercado cantonal visitada los domingos por los campesinos de las aldeas que están alrededor: Guayabo y caseríos, Anicillo y caseríos, La Libertad y caseríos y aldeas vecinas de la república de Honduras.

1.1.6 Servicios

1.1.6.1 Agua potable

El 50% de las viviendas del municipio de Camotán son abastecidas con sistemas de agua domiciliar, el 16% se abastece con sistemas comunitarios por llena cántaro. El 34% de la población se abastece por pozos propios, ríos, quebradas y otras fuentes superficiales.

El 100% de las formas de abastecimiento de agua de los habitantes del área rural de Camotán no tienen ningún tipo de desinfección ó tratamiento de cloración.

1.1.6.2 Evacuación de excretas y aguas servidas

En las aldeas y caseríos de Camotán, un mínimo del 60% de la población realiza la evacuación de excretas en campo abierto y un 95 % de las viviendas, las aguas servidas son evacuadas en el patio de su casa. Como se puede observar el 60% de la población total evacua las excretas en campo abierto. Existen caseríos en que la totalidad de viviendas no cuentan con letrinas.

1.1.6.3 Aspectos educativos

El municipio de Camotán posee una estructura en el ramo de educación que es dirigida y controlada por la unidad técnica de supervisión del Ministerio de Educación, cuenta en el área urbana con una escuela de educación primaria, una escuela de nivel pre-primaria (sin edificio), un Instituto de educación básica y un colegio privado.

En el área rural existen 50 centros oficiales de nivel primaria, 2 centros educativos de nivel primario municipales, 4 centros privados y 43 centros de nivel primario atendidos por PRONADE.

Centros oficiales de nivel pre-primaria 10, de los cuales 10 están en funcionamiento, PRONADE tiene en funcionamiento 20 centros educativos de nivel pre-primaria.

Analfabetismo. El índice de analfabetismo en el municipio de Camotán es alto, ya que según datos del Ministerio de Educación manejados por la Unidad Técnica Municipal, se estima que de la población de 15 años de edad en adelante, el 41% es analfabeto. La concentración de analfabetismo se manifiesta en mayor grado en el área rural; se estima que el 98% de los analfabetos de Camotán pertenecen al área rural.

1.1.6.4 Salud

El municipio de Camotán cuenta con 1 centro de salud tipo B ubicado en la cabecera municipal, 12 centros comunitarios de salud y 3 puestos de salud.

El Centro de salud cuenta con un médico, una enfermera profesional, seis auxiliares de enfermería, un inspector de salud, un técnico en salud rural que se refuerza con 63 comadronas capacitadas especialmente para la atención de partos y 197 guardianes de salud, cada uno vela por 20 familias en su comunidad. Además un médico ambulatorio que presta sus servicios en los centros de convergencia de las comunidades rurales.

1.1.6.5 Medios de comunicación

Los medios de comunicación más comunes en el área rural son las radiodifusoras, telegrama, razones de persona a persona. La correspondencia llega por medio de los alcaldes auxiliares. Las radios de mayor audiencia son radio Chortí y Perla de Oriente, La Novedad y otras de Honduras. La cabecera municipal de Camotán cuenta con una oficina de correo, la que presta servicios de encomiendas, envíos y cartas así como envío y recepción de telegramas. El área urbana cuenta con 10 líneas telefónicas, que los usuarios utilizan como teléfonos comunitarios y en el área rural, algunas aldeas poseen teléfonos comunitarios: aldea Caparjá, aldea La Libertad, aldea Shalaguá, aldea Caulotes, aldea Tesoro, aldea Guior, aldea Morola, aldea El Volcán, aldea La Lima, aldea Pajcó, caserío Palo Verde 2, aldea Lela Chancó, aldea Tapuán y aldea Lantiquín.

Transporte. Para transportarse de las comunidades a la cabecera municipal se utilizan vehículos tipo pick up de doble tracción y es común que se recorran los caminos a pie. Las carreteras son de terracería que invierno se encuentran en mal estado. Existe servicio de transporte extraurbano de la cabecera municipal a Florido Frontera con la República de Honduras, sirviendo a las aldeas: Caparjá, La Libertad, Shupá, Lela Chancó, Lela Obrajé, Brasilar. Esta carretera es asfaltada y se encuentra en buen estado.

En el área urbana se ve televisión por cable, los canales que se transmiten son extranjeros, de procedencia mexicana. No se capta la señal de los canales guatemaltecos.

1.2 Normativa del Ministerio de Educación empleada para el diseño y planificación de la escuela

1.2.1 Confort

1.2.1.1 Confort visual

Iluminación natural unilateral. El área de ventanas debe ser del 25 al 30% del área del piso. El techo (cielo raso), y el muro del fondo (opuesto a la ventana) deben ser de color muy claro. El muro del fondo no debe estar a una profundidad mayor de 2.5 veces la altura del muro donde están las ventanas.

Iluminación natural bilateral. Las ventanas en el muro del fondo ayudan a mejorar las condiciones de iluminación siempre y cuando den al exterior. También en este caso el área total de ventanas debe ser del 25 al 30% del área del piso.

Iluminación artificial. La iluminación artificial puede usarse como apoyo a la iluminación natural, en este caso es suficiente asegurar un nivel mínimo general de 150 luxes.

1.2.1.2 Confort térmico

La ventilación debe ser constante, alta, cruzada y sin corriente de aire. El volumen del aire dentro del aula debe ser de 4 a 6 metros cúbicos por alumno, teniendo presente que para los distintos niveles de escuelas y para las distintas funciones de los locales hay una cantidad de metros cuadrados por alumno.

Al dividir el volumen del aire recomendado por dicha cantidad obtenemos las alturas que deben tener los locales. Se recomienda aproximadamente al coeficiente menor en las regiones del clima frío y al coeficiente mayor en las regiones de clima cálido.

1.2.1.3 Confort acústico

Condiciones externas. De preferencia los terrenos deben ubicarse en zonas tranquilas, de no ser esto posible, debe estudiarse el diseño de modo que el viento se lleve los ruidos en vez de traerlos. La mejor forma de prevenir la interferencia dentro del establecimiento es separar en el diseño del conjunto, las zonas tranquilas de las ruidosas.

Condiciones internas. En general, los materiales porosos son los que mejor absorben el sonido, mientras que los duros y compactos tienden a propagarlo. Es importante anotar que el mobiliario y equipo móvil, deben tener las patas con aislamiento acústico para reducir el ruido al manipularlo.

1.2.2 Instalaciones

Las instalaciones usadas regularmente en los edificios escolares, cualquiera que sea el nivel educativo al que pertenezcan, son las hidráulicas, sanitarias, eléctricas y de gas. En su diseño y colocación deberá garantizarse lo siguiente:

- seguridad de operación para los habitantes;
- capacidad adecuada para prestar el servicio específico;
- duración razonable y economía de mantenimiento;
- servicio ininterrumpido de sus funciones;
- protección contra la humedad y corrosión por otros elementos distintos.

1.2.2.1 Instalaciones de agua potable

La presión mínima aceptable será de 15 Lb/plg² (10.5 m. c. a.) para el caso más crítico, recomendándose una presión máxima de 40 Lb/plg² (28 m. c. a.).

En general, las tuberías de agua potable deben colocarse apartadas de los drenajes y a un nivel superior. En los puntos de cruce las primeras deben quedar por lo menos 20 cm. Por encima protegidas por mortero ó concreto en una longitud de un metro a cada lado del cruce.

La dotación de agua por alumno no deberá ser menor a la que se señala en la tabla siguiente:

Tabla I. Dotación de agua potable por alumno

| Nivel educativo | Dotación/alumno |
|------------------------------------|------------------------|
| Jardín de niños y Primaria | 50 litros/alumno |
| Medio Básico y Medio Diversificado | 90 litros/alumno |

1.2.2.2 Instalación sanitaria

El desarrollo de estas deberá hacerse mediante un sistema separativo de drenajes que garantice la evacuación tanto de aguas negras como pluviales.

En el caso de que se trate de un colector combinado, este deberá unificarse en el exterior del edificio.

Las redes de drenaje tienen que cumplir con los siguientes requisitos:

- Si van enterradas; en áreas no construidas, aceptable siempre que se dote de cajas de registro a distancias no mayores de 15 metros.
- Si van en entrepista; dentro del relleno superior (no en la losa).
- Si van empotradas; siempre que no afecten los elementos estructurales, protegidas con mortero o concreto.

Disposiciones especiales. La instalación de artefactos en establecimientos educativos, especialmente la de inodoros, requiere de consideraciones especiales que garanticen cierta duración en su funcionamiento, esto debido al mal uso y/o vandalismo por parte de los educandos.

El sistema tradicional de instalación de inodoros con depósito individual resulta ser demasiado frágil, ya que el fácil acceso a los depósitos ocasiona en la mayoría de los casos su inmediata destrucción.

1.2.2.3 Instalación eléctrica

La instalación eléctrica en los establecimientos escolares cumple con dos funciones principales, la iluminación y la dotación de energía para el funcionamiento de diversos aparatos y equipos empleados como ayudas didácticas.

En el caso de iluminación, ésta puede programarse como apoyo a la iluminación natural y para uso nocturno del edificio. Estará diseñada para proporcionar en los diversos ambientes los niveles de iluminación que se señalan en el punto correspondiente a confort visual. Para lograr la iluminación óptima se deberá usar la tabla siguiente.

Tabla II. Tipo de lámparas a utilizar según local

| Local | Tipo de lámpara | Luz |
|-------------------|---|------------------------------------|
| Aulas | Incandescentes ó fluorescentes | Semidirecta |
| Biblioteca | Solo incandescentes | Semidirecta Directa concentrada |
| Gimnasios | Solo incandescentes, aunque se puede alternar con fluorescentes | Directa Semidirecta |
| Talleres | Solo incandescentes, si se usa fluorescentes colocarlas en paredes y con balastro | Directa |

1.2.3 Espacios

1.2.3.1 Espacios educativos

Aula teórica. La naturaleza teórica parcial o total de los contenidos de los programas de estudios de algunas asignaturas, exige espacios educativos flexibles y versátiles que permitan el desarrollo no solo del método tradicional expositivo sino también el de otras técnicas didácticas.

El número de alumnos recomendable para desarrollar actividades en este tipo de locales educativos, atendiendo los distintos niveles, es la siguiente:

Tabla III. Capacidad de alumnos por aula

| Nivel | Capacidad de alumnos por aula | |
|---------------------|-------------------------------|--------|
| | Óptimo | Máximo |
| Pre-primario | 25 | 30 |
| Primario | 30 | 40 |
| Medio | 30 | 40 |

Para determinar el área total del aula se considera la capacidad máxima de alumnos por aula. El área por alumno recomendable es la siguiente:

Tabla IV. Área por alumno en aula teórica

| Nivel | Área por alumno | |
|---------------------|-----------------|--------|
| | Óptimo | Mínimo |
| Pre-primario | 2.40 | 2.00 |
| Primario | 1.50 | 1.25 |
| Medio | 1.50 | 1.30 |

1.2.3.2 Espacios administrativos

Los espacios administrativos son aquellos elementos físicos que alojan al personal encargado de coordinar al personal, la actividad y el uso del edificio escolar y ejecutar acciones de refuerzo o complemento a las docentes, administrativos y de servicio; tales como: administración, Dirección, secretaría, contabilidad, salón de profesores, orientación vocacional, servicio médico, etc.

Para garantizar el uso óptimo de los espacios administrativos en los establecimientos se debe garantizar un área mínima por alumnos que depende del nivel y matrícula, como lo muestra la siguiente tabla.

Tabla V. Área por alumno en servicios administrativos

| Matricula De | - | 101 | 201 | 301 | 401 | 501 | 601 | 701 | 801 | 901 | 1001 | 1101 |
|---------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| A | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 900 | 1000 | 1100 | 1200 |
| Preprimaria | 0.6 | 0.4 | 0.3 | | | | | | | | | |
| Primaria | 0.8 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.15 | | |
| Medio | | 0.6 | 0.4 | 0.4 | 0.35 | 0.3 | 0.26 | 0.26 | 0.26 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |

1.2.3.3 Espacios complementarios

Para un desarrollo más eficiente de la tarea escolar se requiere de ciertos espacios adicionales a los espacios educativos propiamente dichos, que permiten realizar actividades complementarias o de apoyo, orientadas a contribuir a la formación, aprendizaje y entretenimiento de los educandos.

Los espacios clasificados en este sector serán los siguientes:

- Biblioteca
- Salón de recursos didácticos
- Salón de usos múltiples
- Gimnasio

En los planes y programas de estudio se encuentra establecida una serie de actividades que contribuyen igualmente al desarrollo psicomotor y socioemocional de actividad creadora y de la sensibilidad estética de los educandos.

Salón de usos múltiples. Este deberá ser diseñado de tal manera que constituya un espacio variado y atractivo que llene su función de foco social del establecimiento. Deberá presentar la posibilidad de incorporar áreas cubiertas y de circulación para ampliar su capacidad y posibilidades de uso.

Se compondrá de los siguientes elementos básicos:

- Un espacio principal donde se puedan llevar a cabo actividades como: educación física, música, asambleas, reuniones sociales, etc.

- Espacio para escena, incorporado al espacio anterior y con una diferencia de niveles para garantizar la visibilidad desde cualquier punto del salón, en general tendrá 35 m² y de preferencia la relación ancho largo será de 1:1.5.
- Bodega, destinada al almacenamiento de plataformas, sillas plegadizas o apilables, instrumentos musicales o aparatos de gimnasia, su superficie variara de acuerdo a la capacidad de alumnos de la escuela, de 250 a 500 35 m², de 500 a 1,000 45 m² y de 1,000 a 1,200 55 m².

El área total mínima y la superficie total mínima con las cuales debe cumplir el salón de usos múltiples es la siguiente:

Tabla VI. Área por alumno y superficie en salón de usos múltiples

| Matricula | 240 | 320 | 400 | 480 | 560 | 640 | 720 | 800 | 880 | 960 | 1040 | 1120 | 1200 |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|
| M ² /alumno | 0.84 | 0.77 | 0.73 | 0.70 | 0.68 | 0.67 | 0.66 | 0.65 | 0.64 | 0.63 | 0.63 | 0.62 | 0.62 |
| Área (m ²) | 201.6 | 246.4 | 292.0 | 336.0 | 380.8 | 428.8 | 475.2 | 520.0 | 563.2 | 6048 | 655.2 | 694.4 | 744.0 |

2. GENERALIDADES

2.1 Descripción del proyecto

La Escuela Normal Bilingüe Chortí Intercultural será una obra que albergará a estudiantes del nivel diversificado de la región chortí de Chiquimula, integrada por los municipios de San Juan Ermita, Olopa, Jocotán y Camotán.

El proyecto contempla la construcción de tres edificios con tres aulas, Dirección, cocina, salón de usos múltiples, cancha deportiva y módulo de servicios sanitarios.

2.2 Capacidad de alumnos

La escuela podrá recibir en sus instalaciones a 360 alumnos repartidos en 9 aulas teórica con cabida para 40 educandos.

2.3 Tipo de estructura a diseñar

Para los edificios de aulas teóricas y servicios sanitarios se diseñó una cubierta de lámina de galvanizada que descansa sobre tendales y costaneras de acero con perfil c. Los muros se proyectaron con estructura de mampostería reforzada que transmite las cargas al suelo por medio de una base formada por zapatas cuadradas concéntricas y cimiento corrido.

El edificio que servirá como salón de usos múltiples tendrá un alma de estructura metálica en acero de perfil I, una cubierta de lámina, muros de mampostería reforzada y base con zapatas típicas y cimiento corrido.

La cancha deportiva cumplirá con las medidas reglamentarias de un campo de fútbol sala y baloncesto, al igual que con las dimensiones de la portería, el tablero y la canasta propias de cada deporte. Esta se construirá con una plancha de concreto reforzada con acero.

2.4 Distribución de cargas gravitatorias

2.4.1 Carga viva

Es toda aquella fuerza que afecta a la estructura y es producida por la ocupación de la misma, ya sea por personas, muebles móviles, maquinaria, vehículos, etc.

La carga viva a utilizar para el desarrollo de este proyecto es de 25 kg/m^2 , correspondiente únicamente al peso del instalador de la cubierta.

2.4.2 Carga muerta

El peso propio de los componentes de una estructura es la fuerza que se llama carga muerta.

2.4.3 Carga de sismo

Los sismos producen esfuerzos en una estructura debido al movimiento del suelo y las características de respuesta de la estructura. La magnitud de los esfuerzos depende de la cantidad y tipo aceleración del suelo, igualmente de la rigidez y masa de la estructura.

Para determinar la carga de sismo se utilizó el método *Stanford*, que calcula esta fuerza como mínimo del 10% del total del peso de la estructura.

2.5 Análisis estructural

El objetivo del análisis estructural es calcular los esfuerzos que afectan a cada uno de los miembros de una estructura, para ello se idealizan los soportes y conexiones entre sí, al igual que las cargas, llegando a determinar los desplazamientos y deflexiones.

El paso que sigue luego del análisis estructural es el diseño, que para el caso específico de la Escuela Normal Bilingüe Chortí Intercultural se utilizó en la estructura metálica del techo el método de esfuerzos permisible, al igual que en los marcos de acero; en los muros de mampostería la técnica universal de diseño a flexión elástica y para los elementos de concreto reforzado el procedimiento denominado cargas últimas.

2.6 Características del suelo

La Escuela Normal Bilingüe Chortí Intercultural se planea construir en el área urbana de Camotán que es en su mayoría un suelo de arcilla limoso, el valor soporte de este va desde 3.50 hasta 17.60 toneladas por metro cuadrado según se presenta en la tabla de abajo, por lo tanto la capacidad de carga que se empleará para el cálculo de la cimentación es de 10.00 ton/m².

Tabla VII. Interrelación aproximada de los suelos y valores soporte

| Tipo de suelo | Rango de valor soporte en Ton/m² |
|--------------------------------|--|
| Grava limpia GW y GP | 24.60 – 45.70 |
| Grava limosa GM | 21.10 – 45.70 |
| Grava arcillosa GC | 21.10 – 31.65 |
| Arena limpia SW | 21.10 – 31.65 |
| Arena limpia SP | 14.00 – 24.60 |
| Arena limosa SM | 14.00 – 31.65 |
| Arena arcillosa SC | 14.00 – 21.10 |
| Limo y arcilla OH, ML, CH y CL | 3.50 – 17.60 |
| Limo y arcilla OL y MH | 7.00 – 12.30 |

Fuente: Álvaro Ramírez. **Planificación y diseño de pavimento y drenaje pluvial de la colonia La Arada, ubicada en la zona 4 de Villa Nueva, municipio de Guatemala.**
Tesis ingeniero civil. Pág. 66.

3. DISEÑO DE EDIFICIOS

3.1 Diseño de techo

3.1.1 Diseño de costanera

3.1.1.1 Integración de cargas

Carga muerta

$$\text{Peso lámina} = 5.50 \text{ kg/m}^2 = 1.13 \text{ Lb/pie}^2$$

$$\text{Separación entre costaneras} = 1.12 \text{ m} = 3.67 \text{ pies}$$

$$\text{CM} = (1.13 \text{ Lb/pie}^2)(3.67 \text{ pie}) = 4.15 \text{ Lb/pie}$$

Peso propio

Suponiendo una costanera de 2" X 4"

$$\gamma_{\text{acero}} = 7.85 \text{ Ton/m}^3 = 490 \text{ Lb/pie}^3$$

$$\omega_{\text{PP}} = [2 \text{ base} + \text{peralte}] \times \text{espesor} \times \text{peso específico}$$

$$\omega_{\text{PP}} = \left(2 \left(\frac{2}{12} \right) \text{pie} + \left(\frac{4}{12} \right) \text{pie} \right) \left(\frac{1}{12} \right) \text{pie} (490 \text{ Lb/pie}^3) = 1.70 \text{ Lb/pie}$$

Carga por instalaciones

$$\omega_{\text{INS}} = 12\% W_{\text{CM}} = 0.12 \times 4.15 \text{ Lb/pie} = 0.50 \text{ Lb/pie}$$

Carga por viento

$$P_v = 0.004819V^2 ; \text{ donde } V = \text{velocidad del viento en Km/h} \quad \text{Norma ASCE}$$

$$P_v = (0.004819) (65 \text{ Km/h})^2 = 20.36 \text{ Kg/m}^2$$

$$\omega_v = (20.36 \text{ Kg/m}^2) (1.12 \text{ m}) = 22.80 \text{ Kg/m} = 15.31 \text{ Lb/pie}$$

Carga viva

La carga viva para este caso se tomará como 25 Kg/m² que representa el peso del instalador de la cubierta.

$$\omega_{CV} = 25 \text{ Kg/m}^2 \times 1.12 \text{ m} = 28 \text{ Kg/m} = 18.80 \text{ Lb/pie}$$

Carga lineal total

$$\omega = \omega_{CM} + \omega_{PP} + \omega_{INS} + \omega_v + \omega_{CV}$$

$$\omega = 4.15 + 1.70 + 0.50 + 15.31 + 18.80 = 40.46 \text{ Lb/pie}$$

3.1.1.2 Chequeo a flexión

Distancia máxima entre apoyos = 3.02 m = 9.91 pies

$$M = \frac{\omega L^2}{8} = \frac{(40.46 \text{ Lb/pie})(9.91 \text{ pie})^2}{8} = 496.47 \text{ Lb-pie}$$

Fb = 0.66Fy; donde Fy es el límite de fluencia del acero.

$$Fb = (0.66) (36000 \text{ Lb/plg}^2) = 23760 \text{ Lb/plg}^2$$

Módulo de sección S

$$S = \frac{M}{Fb} = \frac{(496.47)(12) \text{ Lb-plg}}{23760 \text{ Lb/plg}^2} = 0.25 \text{ plg}^3$$

El módulo de sección que corresponde a una costanera de 2" X 4" es de 0.51 plg³, que es mayor al valor requerido en el diseño.

3.1.1.3 Chequeo a corte

$$R = \frac{\omega L}{2} = \frac{(40.46 \text{ Lb/pie})(9.91 \text{ pie})}{2} = 200.48 \text{ Lb}$$

$$F_v = \frac{R}{(\text{peralte})(\text{espesor})}; \text{ donde } F_v \text{ es el cortante actuante.}$$

$$F_v = \frac{(200.48/1000)\text{kips}}{(4\text{plg})(1/16 \text{ plg})} = 0.80 \text{ kips/plg}^2$$

La resistencia del acero A36 es de 14.5 kips/plg², que es mucho mayor al cortante actuante en la costanera.

3.1.1.4 Chequeo a deflexión

$$\text{Deflexión permisible} = D_P = \frac{L}{360} = \left(\frac{9.91(12)}{360}\right) \text{ plg} = 0.33 \text{ plg}$$

$$\text{Deflexión real} = D_R = \left(\frac{5}{384}\right) \times \left(\frac{\omega L^4}{EI}\right)$$

$$D_R = \left(\frac{5}{384}\right) \times \left(\frac{(0.00337 \text{ kips/plg})(118.92 \text{ plg})^4}{(29000 \text{ kips/plg}^2)(1.79 \text{ plg}^4)}\right) = 0.17 \text{ plg}$$

3.1.1.5 Chequeo a torsión

$$\text{Se debe cumplir } \sqrt{\frac{103 \times 10^3 C_b}{F_y}} \leq \frac{l}{r_t} \leq \sqrt{\frac{510 \times 10^3 C_b}{F_y}}$$

$$\text{Para que } F_b = \left(\frac{2}{3} - \frac{F_y(l/r_t)^2}{1530 \times 10^3 C_b}\right) F_y \text{ donde } C_b = 1$$

$$\sqrt{\frac{103 \times 10^3 (1)}{36}} = 53.23 < \frac{118.92}{2.02} = 58.96 < \sqrt{\frac{510 \times 10^3 (1)}{36}} = 119.02$$

$$F_b = \left(\frac{2}{3} - \frac{36(58.96)^2}{1530 \times 10^3 (1)}\right) 36 = 21.05 \text{ kips/plg}^2$$

$$S = \frac{M}{F_b} = \frac{(496.47)(12) \text{ Lb-plg}}{21050 \text{ Lb/plg}^2} = 0.28 \text{ plg}^3 < 0.51 \text{ plg}^3$$

3.1.2 Diseño de tendal

3.1.2.1 Integración de cargas

La única carga adicional que se tomará en cuenta para el diseño de los tendales es el peso de estos. El peso de las costaneras se distribuirá en una unidad de área para que sea uniforme.

Carga muerta

Separación entre tendales = 3.02 m = 9.91 pies

$$CM_1 = (1.13 \text{ Lb/pie}^2)(9.91 \text{ pie}) = 11.20 \text{ Lb/pie}$$

$$\text{Peso de las costaneras} = \frac{1.70 \text{ Lb/pie}}{3.67 \text{ pie}} = 0.46 \text{ Lb/pie}^2$$

$$\text{Carga de las costaneras} = CM_2 = (0.46 \text{ Lb/pie}^2)(9.91 \text{ pie}) = 4.56 \text{ Lb/pie}$$

$$CM = CM_1 + CM_2 = 11.20 \text{ Lb/pie} + 4.56 \text{ Lb/pie} = 15.76 \text{ Lb/pie}$$

Peso propio

Suponiendo un tendal con doble costanera de 2" X 4"

$$\gamma_{\text{acero}} = 7.85 \text{ Ton/m}^3 = 490 \text{ Lb/pie}^3$$

$$\omega_{PP} = 2(2 \text{ base} + \text{peralte})(\text{espesor})(\text{peso específico})$$

$$\omega_{PP} = 2\left(2\left(\frac{2}{12}\right)\text{pie} + \left(\frac{4}{12}\right)\text{pie}\right)\left(\frac{1}{16}\right)\text{pie} (490 \text{ Lb/pie}^3) = 3.40 \text{ Lb/pie}$$

Carga por instalaciones

$$\omega_{INS} = 0.5 \text{ Lb/pie}$$

Carga por viento

$$\omega_v = 15.31 \text{ Lb/pie}$$

Carga viva

$$\omega_{CV} = 18.80 \text{ Lb/pie}$$

Carga lineal total

$$\omega = \omega_{CM} + \omega_{PP} + \omega_{INS} + \omega_v + \omega_{CV}$$

$$\omega = 15.76 + 3.40 + 0.50 + 15.31 + 18.80 = 53.77 \text{ Lb/pie}$$

3.1.2.2 Chequeo a flexión

Distancia máxima entre apoyos = 3.63 m = 11.90 pie

$$M = \frac{\omega L^2}{8} = \frac{(53.77 \text{ Lb/pie})(11.90 \text{ pie})^2}{8} = 951.80 \text{ Lb-pie}$$

$F_b = 0.66F_y$; donde F_y es el límite de fluencia del acero.

$$F_b = (0.66) (36000 \text{ Lb/plg}^2) = 23760 \text{ Lb/plg}^2$$

Módulo de sección S

$$S = \frac{M}{F_b} = \frac{(951.80)(12) \text{ Lb-plg}}{23760 \text{ Lb/plg}^2} = 0.48 \text{ plg}^3$$

El módulo de sección que corresponde a una costanera de 2" X 4" es de 0.51 plg^3 , como el tendal está compuesto por dos costaneras unidas, el módulo de sección para este será 1.02 plg^3 , que es mayor al valor requerido en el diseño.

3.1.2.3 Chequeo a corte

$$R = \frac{\omega L}{2} = \frac{(53.77 \text{ Lb/pie})(11.90 \text{ pie})}{2} = 319.93 \text{ Lb}$$

$$F_v = \frac{R}{(\text{peralte})(\text{espesor})}; \text{ donde } F_v \text{ es el cortante actuante.}$$

$$F_v = \frac{(319.93/1000) \text{ kips}}{2(4 \text{ plg})(1/16 \text{ plg})} = 0.64 \text{ kips/plg}^2$$

La resistencia del acero A36 es de 14.5 kips/plg², que es mucho mayor al cortante actuante en el tendal.

3.1.2.4 Chequeo a deflexión

$$\text{Deflexión permisible} = D_P = \frac{L}{360} = \left(\frac{11.90(12)}{360} \right) \text{ plg} = 0.40 \text{ plg}$$

$$\text{Deflexión real} = D_R = \left(\frac{5}{384} \right) \times \left(\frac{\omega L^4}{EI} \right)$$

$$D_R = \left(\frac{5}{384} \right) \left(\frac{(0.00448 \text{ kips/plg})(142.8 \text{ plg})^4}{(29000 \text{ kips/plg}^2)((2)(1.79 \text{ plg}^4))} \right) = 0.23 \text{ plg}$$

3.1.3 Diseño de pernos

Los pernos que unirán los tendales en la parte más alta de la estructura del techo se diseñarán chequeando los esfuerzos de tensión y corte que actúan en ellos.

Chequeo a tensión

$$F_{b_{\text{tensión}}} = 0.50 \times F_y = (0.50)(36000 \text{ Lb/plg}^2) = 18000 \text{ Lb/plg}^2$$

$$\sigma = \frac{My}{I} = \frac{((951.80 \text{ Lb-pie})(12))(2 \text{ plg})}{1.17 \text{ plg}^4} = 19524.10 \text{ Lb/plg}^2$$

$$T = A_{\text{tensión}} \times \sigma = 0.50 \text{ plg}^2 \times 19524.10 \text{ Lb/plg}^2 = 9762.05 \text{ Lb}$$

$$A_{\text{pernos}} = \frac{T}{F_{b_{\text{tensión}}}} = \frac{9762.05 \text{ Lb}}{18000 \text{ Lb/plg}^2} = 0.54 \text{ plg}^2$$

El área de un perno de $\varnothing 3/8$ " es de 0.11 plg^2 , es decir que se necesitan 5 pernos para sumar 0.55 plg^2 y contrarrestar la fuerza de tensión que actuará en ellos.

Chequeo a corte

$$F_{b_{\text{corte}}} = 0.40 \times F_y = (0.40)(36000 \text{ Lb/plg}^2) = 14400 \text{ Lb/plg}^2$$

$$V = \frac{\omega L}{2} = \frac{(53.77 \text{ Lb/pie})(11.90 \text{ pie})}{2} = 319.93 \text{ Lb}$$

$$A_{\text{pernos}} = \frac{V}{F_{b_{\text{corte}}}} = \frac{319.93 \text{ Lb}}{14400 \text{ Lb/plg}^2} = 0.022 \text{ plg}^2$$

Para neutralizar el efecto de corte es suficiente un solo perno de $3/8$ " de diámetro, pero para contrarrestar la tensión se necesitan 5 pernos, por lo tanto se colocarán 10 pernos por tendal que suman 1.10 plg^2 .

3.2 Diseño de muros

Para el efecto se dejará detallado abajo el diseño del muro longitudinal de la fachada del edificio de aulas.

3.2.1 Corte Basal

Lámina

$$\text{Área tributaria} = 48 \text{ m}^2$$

$$\text{Peso} = (5.50 \text{ Kg/m}^2)(48 \text{ m}^2) = 264 \text{ Kg}$$

Costaneras

$$\text{Peso de costaneras} = 0.46 \text{ Lb/pie}^2 = 2.25 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Peso} = (2.25 \text{ Kg/m}^2)(48 \text{ m}^2) = 108 \text{ Kg}$$

Tendales

$$\text{Peso del tendal} = 0.26 \text{ Lb/pie}^2 = 1.27 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Peso} = (1.27 \text{ Kg/m}^2)(48 \text{ m}^2) = 60.96 \text{ Kg}$$

Carga viva

$$25\%CV = (0.25)(25 \text{ Kg/m}^2) = 6.25 \text{ Kg/m}^2$$

$$25\%CV = (6.25 \text{ Kg/m}^2)(48 \text{ m}^2) = 300 \text{ Kg}$$

Sobre carga

$$\text{Peso de cubierta} = 264 \text{ Kg} + 108 \text{ Kg} + 60.96 \text{ Kg} = 432.96 \text{ Kg}$$

$$SC = 12\% \text{Peso de cubierta} = (0.12)(432.96 \text{ Kg}) = 51.96 \text{ Kg}$$

Muro

$$P_{\text{mampostería}} = (\text{Área})(\text{Ancho})(\gamma_{\text{mampostería}})$$

$$P_{\text{mampostería}} = (54.51 \text{ m}^2)(0.14 \text{ m})(400.00 \text{ Kg/m}^3) = 3052.56 \text{ Kg}$$

$$P_{\text{columnas y vigas}} = (\text{Área})(\text{Ancho})(\gamma_{\text{concreto}})$$

$$P_{\text{columnas y vigas}} = (31.44 \text{ m}^2)(0.14 \text{ m})(2400.00 \text{ Kg/m}^3) = 10563.84 \text{ Kg}$$

$$P_{\text{muro}} = P_{\text{mampostería}} + P_{\text{col y vigas}} = 3052.56 \text{ Kg} + 10563.84 \text{ Kg} = 13616.40 \text{ Kg}$$

Zapatas

$$P_{\text{zap}} = (11 \text{ zapatas})(\text{Ancho})(\text{Alto})(\text{Largo})(\gamma_{\text{concreto}})$$

$$P_{\text{zap}} = 11(0.60 \text{ m})(0.20 \text{ m})(0.60 \text{ m})(2400 \text{ Kg/m}^3) = 1900.80 \text{ Kg}$$

Cimiento Corrido

$$P_{\text{CC}} = (\text{Ancho})(\text{Alto})(\text{Largo})(\gamma_{\text{concreto}})$$

$$P_{\text{CC}} = (0.40 \text{ m})(0.20 \text{ m})(26.96 \text{ m})(2400 \text{ Kg/m}^3) = 5176.32 \text{ Kg}$$

Peso total

$$P_{\text{total}} = \text{Peso de cubierta} + 25\%CV + SC + P_{\text{muro}} + P_{\text{zap}} + P_{\text{CC}}$$

$$P_{\text{total}} = 432.96 \text{ Kg} + 300 \text{ Kg} + 51.96 \text{ Kg} + 13616.40 \text{ Kg} + 1900.80 \text{ Kg} + 5176.32 \text{ Kg} = 21478.44 \text{ Kg}$$

El corte basal es entre el 10 y 30% del peso total de la estructura que afecta el diseño, para esta edificación se tomará el cortante basal estático equivalente como $10\%P_{total}$.

$$V = 0.10(21478.44 \text{ Kg}) = 2147.84 \text{ Kg}$$

3.2.2 Esfuerzos permisibles

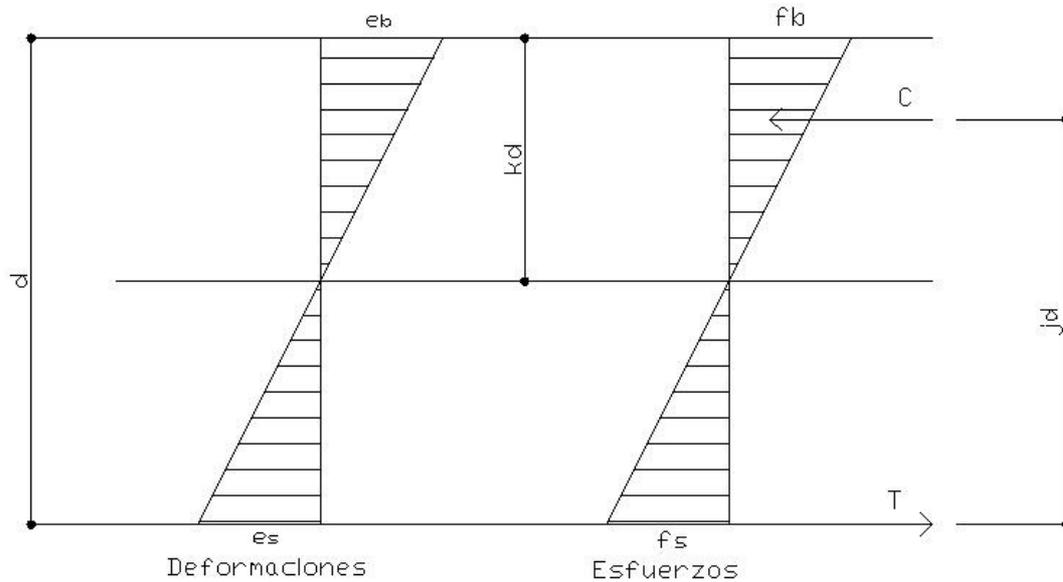
El método de diseño estructural utilizado a continuación se llama técnica universal de diseño a flexión elástica, y tiene como característica el uso de la relación modular del acero con la mampostería, que facilita el proceso, así también se toman momentos de las áreas esforzadas respecto al eje neutro.

3.2.2.1 Esfuerzo permisible a flexión

La capacidad a flexión de una sección de mampostería reforzada estará limitada a los esfuerzos permisibles de los materiales, a uno o a ambos al mismo tiempo.

El momento basado en el esfuerzo de la mampostería es $M_m = \text{fuerza} \times \text{brazo} = C \times jd = \left(\frac{1}{2}\right) (f_a)(k_b)(d) \times jd$. De donde se despeja el esfuerzo a compresión $f_a = \left(\frac{M}{bd^2}\right) \left(\frac{2}{jk}\right)$. En el caso del acero el momento es $M_s = \text{fuerza} \times \text{brazo} = T \times jd = \rho bd(f_s) \times jd$, por lo tanto el esfuerzo a tensión queda $f_s = \left(\frac{M}{bd^2}\right) \left(\frac{1}{j\rho}\right)$. Ahora el esfuerzo permisible de la mampostería y el acero es $F_{a_m} = 0.30 \times f'_m$ y $F_s = 0.50 \times f_y$.

Figura 2. Capacidad a momento de una sección



3.2.2.2 Esfuerzo permisible a compresión

La resistencia a compresión de la unidad de mampostería a trabajar es de 25 Kg/cm^2 , y el soporte a compresión del muro es del 30 por ciento, 7.5 Kg/cm^2 .

$$f_c = \frac{P_{\text{total}}}{A_{\text{muro}}} = \frac{21478.44 \text{ Kg}}{(14 \text{ cm})(2696 \text{ cm})} = 0.57 \text{ Kg/cm}^2 < 7.50 \text{ Kg/cm}^2$$

3.2.2.3 Esfuerzo permisible a corte

Para que el muro resista el corte, el resultado de la ecuación que relaciona el cortante con el área actuante debe ser menor a 0.50 Kg/cm^2 .

$$f_u = \frac{V}{A_{\text{muro}}} = \frac{2147.84 \text{ Kg}}{(14 \text{ cm})(2696 \text{ cm})} = 0.06 \text{ Kg/cm}^2 < 0.50 \text{ Kg/cm}^2$$

3.2.3 Diseño del refuerzo

Para el cálculo del área de acero necesaria para contrarrestar la flexión en un muro por medio de este método de diseño se determina el valor de $\frac{z}{j k}$ y $n p_j$ que se despejan de las ecuaciones del momento basado en el esfuerzo a compresión de la mampostería y del momento basado en el esfuerzo a tensión del acero respectivamente.

Datos

$$\begin{array}{ll} f' m = 25 \text{ Kg/cm}^2 & \text{Espesor} = 14 \text{ cm} \\ f_y = 2810 \text{ Kg/cm}^2 & V = 2147.84 \text{ Kg} \\ \text{Largo} = 26.96 \text{ m} & E_s = 2000000 \text{ Kg/cm}^2 \\ \text{Alto} = 4.00 \text{ m} & \end{array}$$

Cálculos

$$\begin{aligned} f_a &= 0.30(25 \text{ Kg/cm}^2) = 7.5 \text{ Kg/cm}^2 \\ f_s &= 0.5(2810 \text{ Kg/cm}^2) = 1405 \text{ Kg/cm}^2 \\ M &= (2147.84 \text{ Kg})(4.20 \text{ m}) = 9020.93 \text{ Kg-m} \\ E_m &= 400f' m = 400(25 \text{ Kg/cm}^2) = 10000 \text{ Kg/cm}^2 \\ n &= \frac{E_s}{E_m} = \frac{2000000 \text{ Kg/cm}^2}{10000 \text{ Kg/cm}^2} = 200 \\ d &= \text{largo} - 10 \text{ cm} = 2696 - 10 = 2686 \text{ cm} \\ \frac{z}{j k} &= b d d \times \frac{f_a}{M} = (14 \text{ cm})(2686 \text{ cm})^2 \left(\frac{7.5 \text{ Kg/cm}^2}{902093 \text{ Kg-cm}} \right) = 839.750 \\ n p_j &= \frac{n M}{b d d f_s} = \frac{(200)(902093 \text{ Kg-cm})}{(14 \text{ cm})(2686 \text{ cm})^2 (1405 \text{ Kg/cm}^2)} = 0.0013 \end{aligned}$$

El siguiente paso es calcular y tabular los valores de k , j , $\frac{2}{jk}$, y npj suponiendo valores de np hasta encontrar los valores más próximos a los calculados de $\frac{2}{jk}$ y npj anteriormente. Para obtener los valores de k y j se utilizan las siguientes fórmulas:

$$k = \sqrt{(np)^2 + 2np} - np$$

$$j = 1 - \frac{k}{3}$$

Tabla VIII. Obtención de np

| np | k | j | 2/jk | npj |
|-----------|-----------|-----------|-------------|------------|
| 0.0000029 | 0.0024054 | 0.9991982 | 832.1226023 | 0.0000029 |
| 0.0000028 | 0.0023636 | 0.9992121 | 846.8220387 | 0.0000028 |
| 0.0000027 | 0.0023211 | 0.9992263 | 862.3307296 | 0.0000027 |
| | | | | |
| 0.0012500 | 0.0487656 | 0.9837448 | 41.6901806 | 0.0012297 |
| 0.0013000 | 0.0497068 | 0.9834311 | 40.9138712 | 0.0012785 |
| 0.0013500 | 0.0506291 | 0.9831236 | 40.1811168 | 0.0013272 |

De la tabla anterior se toma el valor más alto de np de los dos que se aproximan a los valores de $\frac{2}{jk}$ y npj calculados, esto para saber la cuantía de acero necesario.

$$np = 0.0013 \rightarrow \rho = \frac{0.0013}{n} = \rho = \frac{0.0013}{200} = 0.0000065$$

$$As = \rho b d = (0.0000065)(14 \text{ cm})(2686 \text{ cm}) = 0.244 \text{ cm}^2$$

El refuerzo mínimo vertical en un muro de mampostería es $\rho = \frac{A_s}{dt_{\text{muro}}} \geq 0.0007$, y el refuerzo mínimo horizontal es $\rho = \frac{A_s}{ht_{\text{muro}}} \geq 0.0013$, debido a que se trata de un edificio escolar. Debido que ρ es 6.49×10^{-6} y 4.36×10^{-5} para el refuerzo vertical y horizontal respectivamente, se utilizarán los valores mínimos para calcular el área de acero.

Refuerzo vertical

$$A_s = 0.0007(14 \text{ cm})(2686 \text{ cm}) = 26.32 \text{ cm}^2$$

$$\text{Número de varillas} = \frac{26.32 \text{ cm}^2}{0.71 \text{ cm}^2} = 37.07 \approx 37 \text{ No. 3}$$

A lo largo del muro se usarán once columnas con cuatro varillas número 3 cada una y cuatro columnas con dos varillas número 3 cada una para los marcos de ventanas y puertas, por lo tanto, la cantidad de varillas sumarán 52, cubriendo así el área de acero requerida.

Como se pudo chequear el muro de mampostería soporta la fuerza debida al corte basal, por lo tanto el refuerzo transversal de las columnas será de estribos número 2 con espaciamiento a cada 15 centímetros, con el fin de mantener el refuerzo longitudinal en su lugar y confinar el concreto.

Refuerzo horizontal

$$A_s = 0.0013(14 \text{ cm})(400 \text{ cm}) = 7.28 \text{ cm}^2$$

$$\text{Número de varillas} = \frac{7.28 \text{ cm}^2}{0.71 \text{ cm}^2} = 10.25 \approx 11 \text{ No. 3}$$

Para cubrir la cantidad de acero requerido se usarán tres soleras en el muro, la de corona y humedad llevarán cuatro varillas número 3 y la solera intermedia tendrá tres varillas número 3, obteniendo un área de acero de 7.81 cm² suficiente para cubrir el área mínima.

Refuerzo transversal

Lámina

$$\text{Área tributaria} = 16 \text{ m}^2$$

$$\text{Peso} = (5.50 \text{ Kg/m}^2)(16 \text{ m}^2) = 88.00 \text{ Kg}$$

Costaneras

$$\text{Peso} = (2.25 \text{ Kg/m}^2)(16 \text{ m}^2) = 36.00 \text{ Kg}$$

Tendales

$$\text{Peso} = (1.27 \text{ Kg/m}^2)(16 \text{ m}^2) = 20.32 \text{ Kg}$$

Carga viva

$$\text{CV} = (25 \text{ Kg/m}^2)(16 \text{ m}^2) = 400 \text{ Kg}$$

Sobre carga

$$\text{Peso de cubierta} = 88.00 \text{ Kg} + 36.00 \text{ Kg} + 20.32 \text{ Kg} = 144.32 \text{ Kg}$$

$$\text{SC} = 12\% \text{Peso de cubierta} = (0.12)(144.32 \text{ Kg}) = 17.32 \text{ Kg}$$

Fuerza de corte

$$V = 1.4\text{CM} + 1.7\text{CV} = 1.4(88+36+20.32+17.32) + 1.7(400) = 900.30 \text{ Kg}$$

Esfuerzo cortante actuante

$$V_a = \frac{V}{bd} = \frac{900.30 \text{ Kg}}{(14 \text{ cm})(25 \text{ cm})} = 2.58 \text{ Kg/cm}^2$$

Esfuerzo cortante resistente

$$V_r = \phi 0.53 \sqrt{f'c} = 0.85(0.53) \sqrt{210 \text{ Kg/cm}^2} = 6.53 \text{ Kg/cm}^2 > V_a$$

El refuerzo transversal de las soleras será de estribos número 2 con espaciamiento a cada 15 centímetros.

3.3 Diseño de cimientos

Integración de cargas

$$CM = \text{Peso de cubierta} + SC + P_{\text{muro}} + P_{CC} + P_{\text{suelo}}$$

$$P_{\text{suelo}} = \text{desplante} \times \text{area unitaria} \times \gamma_{\text{suelo}} = (0.55 \text{ m})(0.40 \text{ m}^2)(1400 \text{ Kg/m}^3)$$

$$P_{\text{suelo}} = 308 \text{ Kg}$$

$$CM = 432.96 \text{ Kg} + 51.96 \text{ Kg} + 13616.40 \text{ Kg} + 5176.32 \text{ Kg} + 308 \text{ Kg}$$

$$CM = 19585.64 \text{ Kg}$$

$$\omega_{CM} = \frac{19585.64 \text{ Kg}}{26.96 \text{ m}} = 726.47 \text{ Kg/m}$$

$$CV = 25.00 \text{ Kg/m}^2$$

$$CV = (25 \text{ Kg/m}^2)(48 \text{ m}^2) = 1200 \text{ Kg}$$

$$\omega_{CV} = \frac{1200 \text{ Kg}}{26.96 \text{ m}} = 44.51 \text{ Kg/m}$$

$$\omega_{ULTIMA} = 1.4\omega_{CM} + 1.7\omega_{CV} = 1.4(726.47 \text{ Kg/m}) + 1.7(44.51 \text{ Kg/m})$$

$$\omega_{ULTIMA} = 1017.06 \text{ Kg/m} + 75.67 \text{ Kg/m} = 1092.73 \text{ Kg/m}$$

Dimensiones

$$\omega' = \frac{\omega_{ULTIMA}}{F_{cu}} = \frac{1092.73 \text{ Kg/m}}{1.49} = 733.37 \text{ Kg/m}$$

$$Az = \frac{1.5 \omega'}{V_s} = \frac{1.5(733.37 \text{ Kg/m})}{10000 \text{ Kg/m}^2} = 0.11 \text{ m}^2$$

$$t = 15 + D + \text{recubrimiento} = 15 \text{ cm} + 0.95 \text{ cm} + 7.5 \text{ cm} = 23.45 \text{ cm}$$

Debido a que el muro tiene 15 centímetros de ancho, se utilizará para el cimiento 0.40 m^2 por cada metro longitudinal de pared, y el espesor se tomará como 20 centímetros, suficiente para la carga que actuará.

$$q_{\text{max}} = \frac{(\omega_{ULTIMA})(1 \text{ m})}{Az} = \frac{(1092.73 \text{ Kg/m})(1 \text{ m})}{0.40 \text{ m}^2} = 2731.82 \text{ Kg/m}^2$$

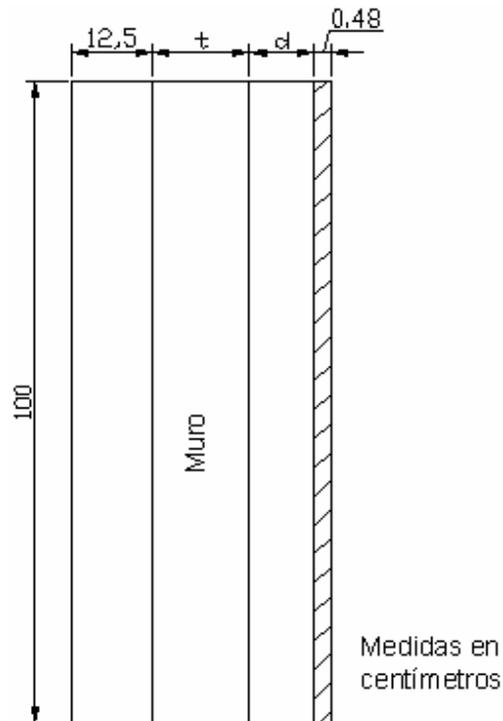
$$q_{\max} = 2731.82 \text{ Kg/m}^2 < V_s = 10000 \text{ Kg/m}^2$$

$$q_{\text{dis.u}} = q_{\max} \times F_{cu} = (2731.82 \text{ Kg/m}^2)(1.49) = 4070.42 \text{ Kg/m}^2$$

3.3.1 Chequeo a corte simple

$$d = t - \text{recubrimiento} - \frac{D}{2} = 20 \text{ cm} - 7.5 \text{ cm} - \frac{0.95 \text{ cm}}{2} = 12.02 \text{ cm}$$

Figura 3. Planta de cimiento corrido, área actuante en corte simple



$$A_{\text{act}} = [(\text{ancho} - t_{\text{muro}})(0.5) - d](1 \text{ m}) = [(0.40\text{m} - 0.15\text{m})(0.5) - 0.1202\text{m}](1\text{m})$$

$$A_{\text{act}} = 0.0048 \text{ m}^2$$

$$V_{\text{act}} = A_{\text{act}} \times q_{\text{dis.u}} = (0.0048 \text{ m}^2)(4070.42 \text{ Kg/m}^2) = 19.54 \text{ Kg}$$

$$V_{\text{res}} = (\phi)(0.53)\sqrt{f'c} (b)(d) = (0.85)(0.53)\sqrt{210 \text{ Kg/cm}^2} (100\text{cm})(12.02\text{cm})$$

$$V_{\text{res}} = 7847.10 \text{ Kg}$$

Como se puede observar el cortante resistente (V_{res}) es mucho mayor que el cortante actuante (V_{act}), por lo tanto el espesor del cimiento es correcto.

3.3.2 Chequeo a flexión

$$M_{act} = \frac{q_{dis.u} L^2 (1 \text{ m})}{2} = \frac{(4070.42 \text{ Kg/m}^2)(0.125 \text{ m})^2(1 \text{ m})}{2} = 31.80 \text{ Kg-m}$$

$$A_{s_{min}} = (0.4) \frac{14.1}{f_y} \times b \times d = (0.4) \frac{14.1}{2810 \text{ Kg/cm}^2} (100\text{cm})(12.02\text{cm}) = 2.41 \text{ cm}^2$$

$$\frac{A_s^2 f_y^2}{1.7 f_c b} - A_s f_y d + \frac{M_{act}}{\phi} = 221.18 A_s^2 - 33776.20 A_s + 3533.33 = 0$$

$$A_s = 0.105 \text{ cm}^2 \ll A_{s_{min}} \text{ Se utilizará } A_{s_{min}}.$$

$$A_{s_{temp}} = 0.002 \times \text{ancho} \times t = 0.002(40 \text{ cm})(20 \text{ cm}) = 1.60 \text{ cm}^2$$

El armado del cimiento corrido será de tres varillas número 3 con eslabones número 2 a cada 15 centímetros.

3.4 Diseño de zapata

Para el diseño de las zapatas se tomará una de las que se encuentran en los muros transversales al centro del edificio que son las más críticas.

Integración de cargas

$$\text{Área tributaria de la cubierta} = 24.32 \text{ m}^2$$

$$\text{Peso lámina} = (5.50 \text{ Kg/m}^2)(24.32 \text{ m}^2) = 133.76 \text{ Kg}$$

$$\text{Peso costaneras} = (2.25 \text{ Kg/m}^2)(24.32 \text{ m}^2) = 54.72 \text{ Kg}$$

$$\text{Peso tendales} = (1.27 \text{ Kg/m}^2)(24.32 \text{ m}^2) = 30.89 \text{ Kg}$$

$$\text{SC} = 12\% \text{Peso de cubierta} = (0.12)(133.76 \text{ Kg} + 54.72 \text{ Kg} + 30.89 \text{ Kg})$$

$$\text{SC} = 26.32 \text{ Kg}$$

$$\text{Peso de la zapata} = (0.60 \text{ m})(0.60 \text{ m})(0.20 \text{ m})(2400 \text{ Kg/m}^3)$$

Peso de la zapata = 172.80 Kg

$$P_{\text{suelo}} = (0.60 \text{ m})(0.60 \text{ m})(0.75 \text{ m})(1400 \text{ Kg/m}^3) = 378.00 \text{ Kg}$$

$$CM = 233.76 \text{ Kg} + 54.72 \text{ Kg} + 30.89 \text{ Kg} + 26.32 \text{ Kg} + 172.8 \text{ Kg} + 378.00 \text{ Kg}$$

$$CM = 896.49 \text{ Kg}$$

$$CV = (25 \text{ Kg/m}^2)(24.32 \text{ m}^2) = 608.00 \text{ Kg}$$

$$P_U = 1.4(896.49 \text{ Kg}) + 1.7(608 \text{ Kg}) = 1255.09 \text{ Kg} + 1033.60 \text{ Kg} = 2288.69 \text{ Kg}$$

3.4.1 Área de zapata requerida

Carga no factorizada

$$P_t = \frac{P_U}{F_{cu}} = \frac{2288.69 \text{ Kg}}{1.49} = 1536.03 \text{ Kg}$$

Estimación de área

$$\text{Área propuesta} = (0.60 \text{ m})(0.60 \text{ m}) = 0.36 \text{ m}^2$$

$$\text{Área} = \frac{1.5 P_t}{V_s} = \frac{1.5 (1536.03 \text{ Kg})}{10000 \text{ Kg/m}^2} = 0.23 \text{ m}^2 < \text{Área propuesta}$$

3.4.2 Presión de suelo

El área que se usará para la zapata es de 0.36 m², esta será cuadrada de 60 centímetros por lado.

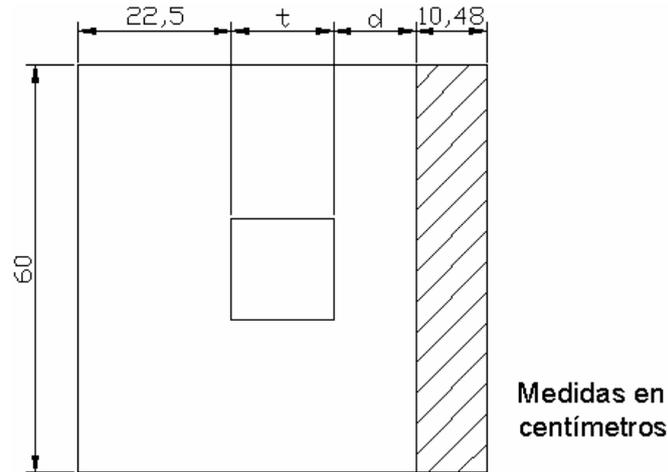
$$q_{\text{max}} = \frac{P_U}{A_z} = \frac{2288.69 \text{ Kg}}{0.36 \text{ m}^2} = 6357.47 \text{ Kg/m}^2 < V_s$$

3.4.3 Chequeo a corte simple

$$q_{\text{dis.u}} = q_{\text{max}} \times 1.49 = (6357.47 \text{ Kg/m}^2)(1.49) = 9472.63 \text{ Kg/m}^2$$

$$d = t - \text{recubrimiento} - \frac{D}{2} = 20 - 7.5 - \frac{0.95}{2} = 12.02 \text{ cm}$$

Figura 4. Planta de zapata, área actuante en corte simple



$$A_{act} = [(L - t_{col})(0.5) - d](L) = [(0.60 \text{ m} - 0.15 \text{ m})(0.5) - 0.1202 \text{ m}](0.60 \text{ m})$$

$$A_{act} = 0.063 \text{ m}^2$$

$$V_{act} = A_{act} \times q_{dis} = (0.063 \text{ m}^2)(9472.63 \text{ Kg/m}^2) = 596.78 \text{ Kg}$$

$$V_{res} = (\phi)(0.53)\sqrt{f'c} bd = (0.85)(0.53)\sqrt{210 \text{ Kg/cm}^2} (60 \text{ cm})(12.02 \text{ cm})$$

$$V_{res} = 4708.26 \text{ Kg} > V_{act}$$

3.4.4 Chequeo a corte punzonante

$$V_{act} = q_{dis} [A_{zapata} - A_{punzonante}]$$

$$A_{punzonante} = (t_{col} + d)(t_{col} + d) = (0.15 + 0.1202)^2 = 0.073 \text{ m}^2$$

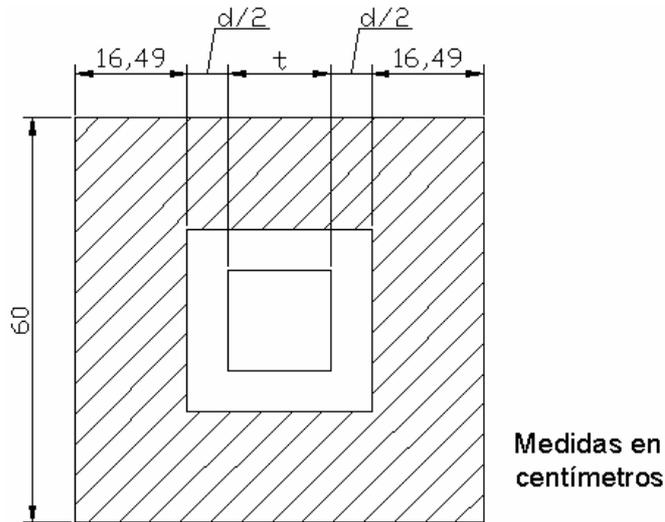
$$V_{act} = 9472.63 \text{ Kg/m}^2 [(0.60 \text{ m})(0.60 \text{ m}) - 0.073 \text{ m}^2] = 2718.64 \text{ Kg}$$

$$V_{res} = (\phi)(1.06) \sqrt{f'c} \beta_o d \text{ donde } \beta_o \text{ es el perímetro de falla.}$$

$$\beta_o = 4(t_{col} + d) = 4(0.15 + .1202) = 1.08 \text{ m}$$

$$V_{res} = (0.85)(1.06) \sqrt{210 \text{ Kg/cm}^2} (108 \text{ m})(12.02 \text{ m}) = 16949.72 \text{ Kg} > V_{act}$$

Figura 5. Planta de zapata, área actuante en corte punzonante



3.4.5 Chequeo a flexión

$$M = \frac{\omega L^2}{2} = \frac{q_{dis} L^2 (1 \text{ m})}{2} = \frac{(9472.63 \text{ Kg/m}^2)(0.225 \text{ m})^2 (1 \text{ m})}{2} = 239.78 \text{ Kg-m}$$

$$\frac{As^2 f_y^2}{1.7 f_{cb}} - As f_y d + \frac{M_{act}}{\phi} = 368.63 As^2 - 33776.2 As + 26642.22 = 0$$

$$As = 0.796 \text{ cm}^2$$

$$As_{temp} = 0.002 \times b \times t = 0.002(60 \text{ cm})(20 \text{ cm}) = 2.40 \text{ cm}^2$$

El armado de la zapata será de cuatro varillas número 3 a cada 15 centímetros en ambos sentidos.

4. DISEÑO DEL SALÓN DE USOS MÚLTIPLES Y ÁREA DEPORTIVA

4.1 Diseño del salón de usos múltiples

El edificio se diseñará con marcos metálicos de acero de perfil I, la cubierta será de lámina galvanizada sostenida por costaneras, los muros serán mampostería reforzada, y la cimentación zapatas concéntricas de concreto reforzado.

4.1.1 Forma de la cubierta

La mejor opción para la forma de la cubierta es la de un techo de dos aguas, por la simplicidad en el cálculo estructural.

4.1.2 Selección de la cubierta

El material más común y comercial en el mercado es la lámina galvanizada, agregando a esto la facilidad de instalación.

4.1.2.1 Diseño de costanera

El proceso de cálculo que se utilizó para el diseño de las costaneras del salón de usos múltiples es el mismo empleado para calcular las costaneras del edificio para aulas.

Los resultados obtenidos suponiendo una costanera doble de 2" X 7" para este caso son:

Carga lineal total

$$\omega = \omega_{CM} + \omega_{PP} + \omega_{INS} + \omega_v + \omega_{CV}$$

$$\omega = 4.63 + 4.68 + 0.56 + 17.09 + 20.98 = 47.94 \text{ Lb/pie}$$

Chequeo a flexión

$$\text{Distancia entre apoyos} = 6.00 \text{ m} = 19.68 \text{ pies}$$

El módulo de sección que corresponde a una costanera doble de 2" X 7" es de 10.42 plg³, que es mayor al valor requerido en el diseño, 1.17 plg³.

Chequeo a corte

La resistencia del acero A36 es de 14.5 kips/plg², que es mucho mayor al cortante actuante en la costanera, 0.54 kips/plg²

Chequeo a deflexión

Deflexión permisible en la costanera es de 0.66 plg, mientras que la deflexión real quedó en 0.54 plg.

Chequeo a torsión

Debido que la relación de l/r_t es menor que el límite inferior del rango a compresión por flexión permitido, se tomará F_b igual a $0.6F_y$. Teniendo como resultado que el módulo de sección (1.29 plg^3) requerido es menor que el de la costanera.

4.1.3 Análisis del marco estructural

4.1.3.1 Cálculo y diseño para un marco

Para efectos de cálculo y diseño de los marcos de acero se tomará un marco intermedio del edificio.

El marco se analizará bajo tres condiciones; (1) aplicando la carga distribuida sobre el marco debido a la carga muerta y viva que actúa verticalmente; (2) la carga se aplicará únicamente en la parte lateral del techo simulando la acción del viento; y (3) se analizará el marco bajo la acción de una carga puntual horizontal para suponer un sismo.

Datos iniciales

Luz del marco (L) = 15 m = 49.21 pies

Longitud de la nave (L_n) = 23.30 m = 76.44 pies

Espaciamiento entre marcos (E) = 6.00 m = 19.69 pies

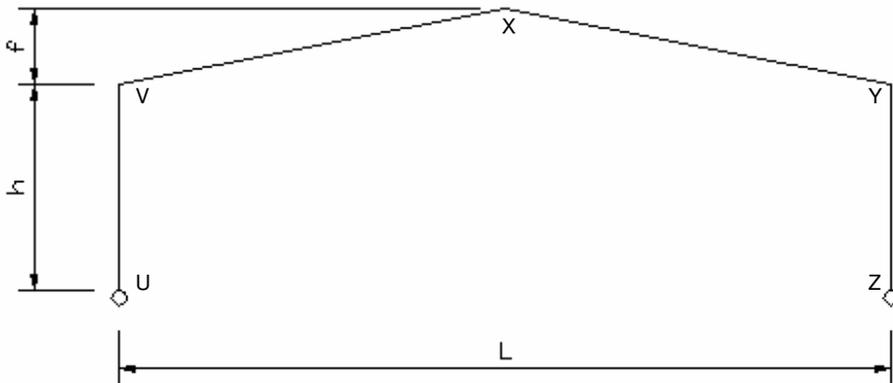
Altura de columnas hasta la rodilla (h) = 4.00 m = 13.12 pies

Distancia rodilla-cumbrera (f) = 1.50 m = 4.92 pies

Distancia viga inclinada (m) = 7.65 m = 25.10 pies

Altura total suelo-cumbrera (H) = 5.50 m = 18.04 pies

Figura 6. Nomenclatura del marco



Integración de cargas

Carga Muerta = Peso lámina + Peso costanera + Peso estructura + SC
 $CM = 22.24 \text{ Lb/pie} + 3.83\text{Lb/pie} + 30\text{Lb/pie} + 120.53\text{Lb/pie} = 176.60 \text{ Lb/pie}$
 $\omega_{CM} = 0.177 \text{ Kips/pie}$
Carga Viva = 6.00 Lb/pie^2
 $\omega_{CV} = 0.120 \text{ Kips/pie}$
 $\omega_U = 1.7 \omega_{CV} + 1.4\omega_{CM} = 1.7(0.120 \text{ Kips/pie}) + 1.4(0.177 \text{ Kips/pie})$
 $\omega_U = 0.452 \text{ Kips/pie}$

Velocidad del viento = 65 Km/h
Carga de viento = $20.36 \text{ Kg/m}^2 = 4.17 \text{ Lb/pie}^2$
 $\omega_{CV} = 0.08 \text{ Kips/pie}$

$\omega_{sismo} = 25\% * CV + CM = (0.25)(0.120 \text{ Kips/pie}) + 0.177 \text{ Kips/pie}$
 $\omega_{sismo} = 0.207 \text{ Kips/pie}$

Factores importantes

Se supone que las inercias y los módulos de elasticidad de la columna y la viga son iguales en un marco.

$$\text{Rigidez} = K = \frac{K_{\text{VIGA}}}{K_{\text{COL}}} \quad K = \frac{L_{\text{COL}}}{L_{\text{VIGA}}} = \frac{4.00 \text{ m}}{7.65 \text{ m}} = 0.52$$

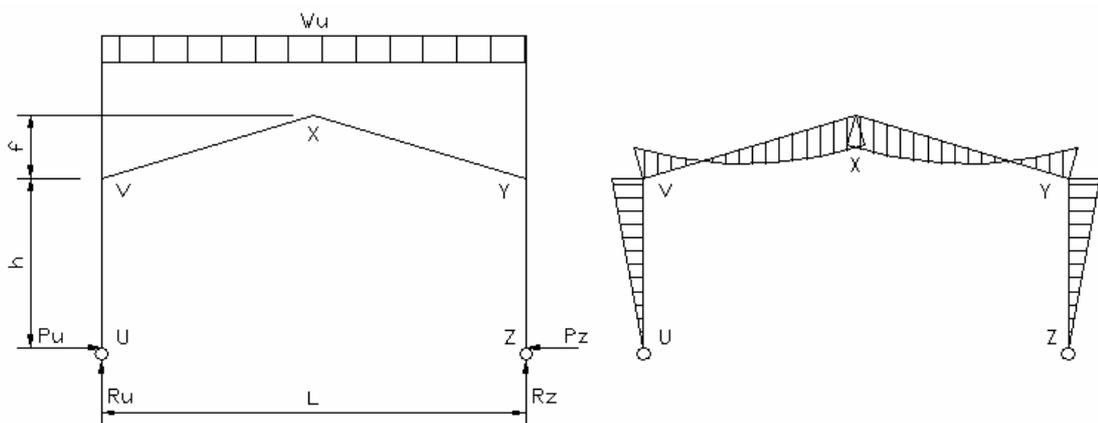
$$Q = \frac{f}{h} = \frac{1.50 \text{ m}}{4.00 \text{ m}} = 0.375$$

$$N = 4(Q^2 + 3Q + K + 3) = 4[(0.375)^2 + 3(0.375) + 0.52 + 3] = 19.142$$

$$H = h + f = 4.00 \text{ m} + 1.50 \text{ m} = 5.50 \text{ m} = 18.04 \text{ pies}$$

Análisis estructural con cargas verticales (1)

Figura 7. Carga última uniformemente distribuida



$$R_U = R_Z = R = \frac{\omega_U L}{2} = \frac{(0.452 \text{ Kips/pie})(49.21 \text{ pies})}{2} = 11.12 \text{ Kips}$$

$$P_U = P_Z = P = \frac{\omega_U L^2}{8hN} (8+5Q) = \frac{(0.452 \text{ Kips/pie})(49.21 \text{ pies})^2}{8(13.12 \text{ pies})(19.142)} [8 + 5(0.375)]$$

$$P_U = P_Z = P = 5.38 \text{ Kips}$$

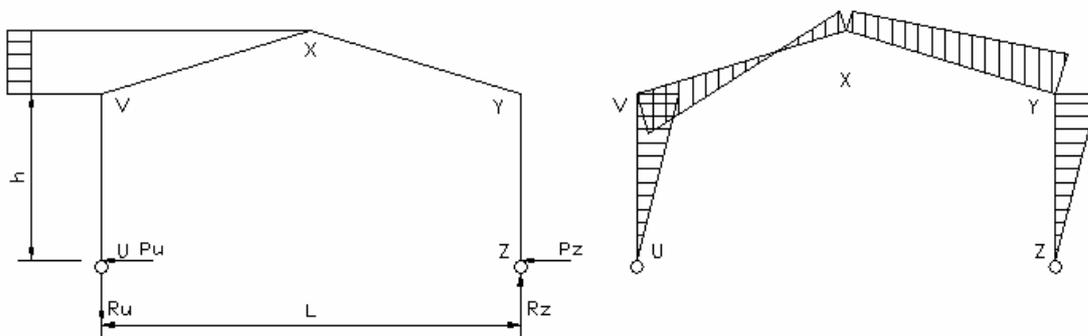
$$M_V = M_Y = -Ph = -(5.38 \text{ Kips})(13.12 \text{ pies}) = -70.59 \text{ Kips-pie}$$

$$M_x = \frac{RL}{4} - P(h+f) = \frac{(11.12 \text{ Kips})(49.21 \text{ pies})}{4} - (5.38 \text{ Kips})(13.12 \text{ pies} + 4.92 \text{ pies})$$

$$M_x = 39.75 \text{ Kips-pie}$$

Análisis estructural con carga distribuida lateral (2)

Figura 8. Carga de viento uniformemente distribuida



$$R_U = R_Z = R = \frac{\omega_v f (2h + f)}{2L}$$

$$R_U = R_Z = R = \frac{(0.08 \text{ Kips/pie})(4.92 \text{ pies})[2(13.12 \text{ pies}) + 4.92 \text{ pies}]}{2(49.21 \text{ pies})} = 0.12 \text{ Kips}$$

$$P_Z = \frac{\omega_v f}{4N} (8K + 24 + 20Q + 5Q^2)$$

$$P_Z = \frac{(0.08 \text{ Kips/pie})(4.92 \text{ pies})}{4(19.142)} [8(0.52) + 24 + 20(0.375) + 5(0.375)^2]$$

$$P_Z = 0.19 \text{ Kips}$$

$$P_U = \omega_v f - P_Z = (0.08 \text{ Kips/pie})(4.92 \text{ pies}) - 0.19 \text{ Kips} = 0.20 \text{ Kips}$$

$$M_V = P_U h = (0.20 \text{ Kips})(13.12 \text{ pies}) = 2.62 \text{ Kips-pie}$$

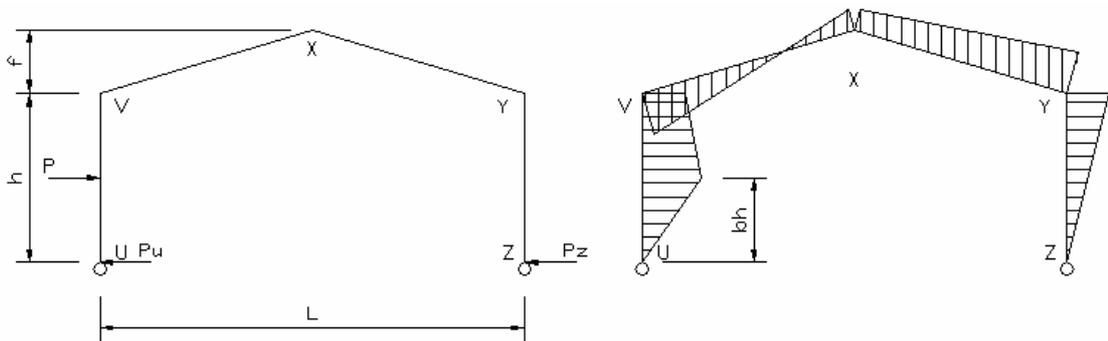
$$M_Y = -P_Z h = -(0.19 \text{ Kips})(13.12 \text{ pies}) = -2.49 \text{ Kips-pie}$$

$$M_x = \frac{RL}{2} - P_Z(h+f) = \frac{(0.12 \text{ Kips})(49.21 \text{ pies})}{2} - (0.19 \text{ Kips})(13.12 \text{ pies} + 4.92 \text{ pies})$$

$$M_x = -0.48 \text{ Kips-pie}$$

Análisis estructural con carga puntual lateral (3)

Figura 9. Carga puntual de sismo



En este caso la condición es que b debe ser menor ó igual que h, donde b es igual a la posición en pies de la carga a partir del punto U.

$$P = E \times L \times \omega_{\text{sismo}} = (19.68 \text{ pies})(49.21 \text{ pies})(11.18 \text{ Lb/pie}^2) = 10827.30 \text{ Lb}$$

$$P = 10.83 \text{ Kips}$$

$$b = 0.75; \text{ b puede tomar valores entre } 0 - 1.$$

$$R_U = R_Z = R = \frac{P(bh)}{L}$$

$$R_U = R_Z = R = \frac{(10.83 \text{ Kips})(0.75)(13.12 \text{ pies})}{49.21 \text{ pies}} = 2.17 \text{ Kips}$$

$$P_Z = \frac{Pb}{N} (3K - b^2k + 3Q + 6)$$

$$P_Z = \frac{(10.83 \text{ Kips})(0.75)}{19.142} [3(0.52) - (0.75)^2(0.52) + 3(0.375) + 6]$$

$$P_Z = 3.56 \text{ Kips}$$

$$P_U = P - P_Z = 10.83 \text{ Kips} - 3.56 \text{ Kips} = 7.27 \text{ Kips}$$

$$M_V = P_U h - Ph(1-b) = (7.27 \text{ Kips})(13.12 \text{ pies}) - (10.83 \text{ Kips})(13.12 \text{ pies})(0.25)$$

$$M_V = 59.86 \text{ Kips-pie}$$

$$M_Y = -P_z h = -(3.56 \text{ Kips})(13.12 \text{ pies}) = -46.71 \text{ Kips-pie}$$

$$M_X = \frac{RL}{2} - P_z(h+f) = \frac{(2.17 \text{ Kips})(49.21 \text{ pies})}{2} - (3.56 \text{ Kips})(13.12 \text{ pies} + 4.92 \text{ pies})$$

$$M_X = -10.83 \text{ Kips-pie}$$

Combinación de cargas

En el siguiente cuadro se puede observar los valores de cada caso analizado y los valores máximos que resultaron de la comparación de los resultados.

Tabla IX. Comparación de cargas

| Localización | Caso I | Caso IVA | Caso VI | Cargas Máximas |
|----------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|
| R _U | 11.12 Kips | 0.12 Kips | 2.17 Kips | 11.12 Kips |
| R _Z | 11.12 Kips | 0.12 Kips | 2.17 Kips | 11.12 Kips |
| P _U | 5.38 Kips | 0.19 Kips | 3.56 Kips | 5.38 Kips |
| P _Z | 5.38 Kips | 0.20 Kips | 7.27 Kips | 7.27 Kips |
| M _V | -70.59 Kips-pie | 2.62 Kips-pie | 59.86 Kips-pie | 70.59 Kips-pie |
| M _Y | -70.59 Kips-pie | -2.49 Kips-pie | -46.71 Kips-pie | 70.59 Kips-pie |
| M _X | 39.75 Kips-pie | -0.48 Kips-pie | -10.83 Kips-pie | 39.75 Kips-pie |

Diseño en rodilla

$$S_{\text{REQUERIDO}} = \frac{M_{V-Y}(12)}{(0.60)F_y} = \frac{(70.59 \text{ Kips-pie})(12 \text{ plg})}{(0.60)(36 \text{ Kips/plg}^2)} = 39.22 \text{ plg}^3$$

En el código AISC se encuentran tabuladas las características de diferentes perfiles de acero, el perfil que se utilizará será W12X40, porque es el óptimo para este caso.

Tabla X. Dimensiones y propiedades físicas del perfil W12X40

| Área | Altura | Ancho | Espesor de patines | Espesor del alma |
|------------------------|-----------|-----------|--------------------|------------------|
| 13.20 plg ² | 12.06 plg | 8.042 plg | 0.576 plg | 0.336 plg |

| Inercia _{x-x} | S _{x-x} | r _{x-x} | Inercia _{y-y} | S _{y-y} | r _{y-y} |
|------------------------|------------------------|------------------|------------------------|------------------------|------------------|
| 351 plg ⁴ | 58.20 plg ³ | 5.15 plg | 50.00 plg ⁴ | 12.40 plg ³ | 1.94 plg |

Chequeo a flexo compresión

Relación de esbeltez = $\frac{kL}{r}$; donde k es el factor de longitud efectiva, en este caso el valor es 2 dado que las condiciones de apoyo son rotación libre - traslación restringida y rotación restringida - traslación libre.

$$\text{Relación de esbeltez} = \frac{kL}{r} = \frac{(2)(13.12)(12 \text{ plg})}{1.94 \text{ plg}} = 162.31 < 200$$

$$\begin{array}{cc} \frac{kL}{r} & Fa \\ 162.00 - 5.69 & 1.00 - 0.07 \\ \underline{163.00 - 5.62} & 0.31 - x \\ 1 & 0.15 \end{array}$$

$$x = \frac{(0.07)(0.31)}{1.00} = 0.0217; Fa = 5.69 - 0.0217 = 5.67 \text{ Kips/plg}^2$$

$$fa = \frac{P}{A} = \frac{11.12 \text{ Kips}}{13.20 \text{ plg}^2} = 0.84 \text{ Kips/plg}^2$$

$$\frac{fa}{Fa} = \frac{0.84 \text{ Kips/plg}^2}{5.67 \text{ Kips/plg}^2} = 0.148$$

Chequeo de sección

$$f_b = \frac{M}{S} = \frac{70.59 \text{ Kips-pie}(12 \text{ plg})}{58.20 \text{ plg}^3} = 14.56 \text{ Kips/plg}^2$$

$$\text{Patín; } \frac{65}{\sqrt{f_y}} > \frac{b_f}{2t_f} \rightarrow \frac{65}{\sqrt{36}} = 10.8 > 6.98 = \frac{8.042}{2(0.576)}$$

$$\text{Alma; } \frac{d}{t_w} < \frac{640}{\sqrt{36}} \left(1 - 3.74 \frac{f_a}{f_y}\right) \rightarrow \frac{12.06}{0.336} = 35.89 < 97.36 = \frac{640}{\sqrt{36}} \left(1 - 3.74 \frac{0.84}{36}\right)$$

Dado que el patín y el alma son compactas: $F_b = 0.66f_y = 0.66(36 \text{ Kips/plg}^2)$

$$F_b = 23.76 \text{ Kips/plg}^2.$$

$$\frac{f_b}{F_b} = \frac{14.56 \text{ Kips/plg}^2}{23.76 \text{ Kips/plg}^2} = 0.613$$

Condiciones que se deben cumplir

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{f_b}{F_b} \leq 1.0 \rightarrow 0.148 + 0.613 = 0.761 \leq 1.0$$

$$\frac{f_a}{0.60F_y} + \frac{f_b}{F_b} \leq 1.0 \rightarrow 0.039 + 0.613 = 0.652 \leq 1.0$$

Diseño en cumbrera

$$S_{\text{REQUERIDO}} = \frac{M_x(12)}{(0.60)F_y} = \frac{(39.75 \text{ Kips-pie})(12 \text{ plg})}{(0.60)(36 \text{ Kips/plg}^2)} = 22.08 \text{ plg}^3$$

Tabla XI. Dimensiones y propiedades físicas del perfil W12X22

| Área | Altura | Ancho | Espesor de patines | Espesor del alma |
|-----------------------|-----------|-----------|--------------------|------------------|
| 6.47 plg ² | 12.31 plg | 4.030 plg | 0.424 plg | 0.260 plg |

| Inercia _{x-x} | S _{x-x} | r _{x-x} | Inercia _{y-y} | S _{y-y} | r _{y-y} |
|------------------------|-----------------------|------------------|------------------------|-----------------------|------------------|
| 156 plg ⁴ | 25.3 plg ³ | 4.91 plg | 4.64 plg ⁴ | 2.31 plg ³ | 0.847 plg |

Chequeo de sección

$$f_b = \frac{M}{S} = \frac{39.75 \text{ Kips-pie}(12 \text{ plg})}{25.30 \text{ plg}^3} = 18.85 \text{ Kips/plg}^2$$

$$\text{Patín; } \frac{65}{\sqrt{f_y}} > \frac{b_f}{2t_f} \rightarrow \frac{65}{\sqrt{36}} = 10.8 > 4.75 = \frac{4.03}{2(0.424)}$$

$$\text{Alma; } \frac{d}{t_w} < \frac{640}{\sqrt{36}} \rightarrow \frac{12.31}{0.26} = 47.35 < 106.67 = \frac{640}{\sqrt{36}}$$

Dado que el patín y el alma son compactas: $F_b = 0.66f_y = 0.66(36 \text{ Kips/plg}^2)$
 $F_b = 23.76 \text{ Kips/plg}^2$.

Para la construcción de los marcos metálicos se usará el perfil W12X40, el cual cumple con la capacidad de resistir los requisitos de carga y esfuerzos deducidos.

Diseño de pernos

El análisis de esfuerzos arrojó como resultado que se necesitan 8 pernos de $\frac{3}{4}$ de pulgada en las rodillas del marco y 10 de la misma medida en la cumbrera.

Arriostramiento

El diseño del arriostramiento con tirantes en cruz se obtiene dividiendo la reacción horizontal máxima P entre el esfuerzo permisible de tensión en la barra.

$$A_{\text{tirante}} = \frac{P_z}{F_b} = \frac{7270 \text{ Lb}}{23760 \text{ Lb/plg}^2} = 0.306 \text{ plg}^2$$

Para cubrir esta área se necesita de una varilla número 5, por lo tanto se colocarán en el espacios del techo cuatro cruces de varillas de 5/8" entre cada marco.

4.1.4 Muros

Los muros para el salón de usos múltiples se diseñaron con el mismo procedimiento, técnica universal de diseño a flexión elástica, utilizado para los muros de los salones de clases, resultando del diseño lo plasmado en los planos respectivos.

4.1.5 Diseño de zapata concéntrica

Las zapatas concéntricas para los marcos metálicos del salón de usos múltiples se diseñaron con el mismo procedimiento utilizado para las zapatas de los salones de clases, resultando del diseño lo plasmado en los planos respectivos.

4.2 Diseño de cancha deportiva

La cancha deportiva se diseño para la práctica del balón pie cinco y el baloncesto según las normas que establece la Confederación Deportiva de Guatemala.

Estructuralmente la losa de la cancha solo se diseña por temperatura, resultando lo siguiente:

$$A_{s_{temp}} = 0.002 \times b \times t = 0.002 \times 100 \times 10 = 2 \text{ cm}^2$$

Con refuerzo No. 3

$$2.00 \text{ cm}^2 \text{ ----- } 1.00 \text{ m}$$

$$0.71 \text{ cm}^2 \text{ ----- } \text{Espaciamiento}$$

$$\text{Espaciamiento} = \frac{0.71 \text{ cm}^2}{2.00 \text{ cm}^2} (1.00 \text{ m}) = 0.355 \text{ m}$$

Por lo tanto, el refuerzo para la cancha será en ambos sentidos de varillas No. 3 @ 30 cm.

5. INTEGRACIÓN DEL PRESUPUESTO DEL PROYECTO

5.1 Generalidades

El siguiente presupuesto se elaboró realizando la cuantificación de todos los materiales y la obtención de los costos del material y mano de obra necesarios para la ejecución de la Escuela Normal Bilingüe Chortí Intercultural.

5.2 Cuadros de presupuesto

Tabla XII. Cuantificación y costo de materiales

| No. | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | UNIDAD | PRECIO U. | TOTAL |
|-----|---------------------------------|----------|---------|-----------|------------|
| 1 | Edificios de Aulas | | | | |
| | Obra civil | | | | |
| | Cemento | 1410 | sacos | Q45.85 | Q64,648.50 |
| | Arena de río | 83 | m3 | Q95.00 | Q7,885.00 |
| | Piedrín | 72 | m3 | Q160.00 | Q11,520.00 |
| | Block 0.39 X 0.19 X 0.14 | 8000 | unidad | Q2.80 | Q22,400.00 |
| | Hierro de 1/4" | 781 | varilla | Q11.00 | Q8,591.00 |
| | Hierro de 3/8" | 1371 | varilla | Q25.00 | Q34,275.00 |
| | Hierro de 1/2" | 373 | varilla | Q43.50 | Q16,225.50 |
| | Alambre de amarre | 481 | libra | Q4.00 | Q1,924.00 |
| | Clavo de 3" | 110 | libra | Q4.50 | Q495.00 |
| | Tabla rústica de 1" X 12" X 10´ | 866 | PT | Q4.33 | Q3,749.78 |
| | Lámina galvanizada 32" X 12´ | 280 | unidad | Q83.54 | Q23,391.20 |
| | Costanera de 2" X 4" X 6 mts. | 238 | unidad | Q121.00 | Q28,798.00 |
| | Platina | 29 | unidad | Q63.50 | Q1,841.50 |
| | Tornillos 3/8" | 320 | unidad | Q21.30 | Q6,816.00 |

Continuación

| No. | DESCRIPCION | CANTIDAD | UNIDAD | PRECIO U. | TOTAL |
|----------|---------------------------------|----------|---------|-----------|------------|
| | Obra eléctrica | | | | |
| | Cable calibre 12 | 1366 | metros | Q2.87 | Q3,920.42 |
| | Tomacorriente doble | 84 | unidad | Q22.35 | Q1,877.40 |
| | Caja rectangular | 84 | unidad | Q4.55 | Q382.20 |
| | Tubo PVC eléctrico de 3/4" | 682 | metros | Q5.50 | Q3,751.00 |
| | Tablero distribuidor | 1 | unidad | Q537.30 | Q537.30 |
| | Flipon de 20 amperios | 21 | unidad | Q19.08 | Q400.68 |
| | Curvas PVC de 3/4" | 21 | unidad | Q3.35 | Q70.35 |
| | Tee PVC de 3/4" | 13 | unidad | Q4.25 | Q55.25 |
| | Lampara de techo 4' X 2' | 81 | unidad | Q123.50 | Q10,003.50 |
| | Interruptor simple | 11 | unidad | Q18.65 | Q205.15 |
| | Interruptor tres vías | 6 | unidad | Q21.80 | Q130.80 |
| | Pegamento para PVC | 10 | tubo | Q88.00 | Q880.00 |
| | Cinta de aislar | 10 | unidad | Q15.00 | Q150.00 |
| | Puertas y ventanas | | | | |
| | Puerta P-1 | 9 | unidad | Q4,704.75 | Q42,342.75 |
| | Puerta P-2 | 2 | unidad | Q4,377.50 | Q8,755.00 |
| | Ventana V-1 | 27 | unidad | Q795.00 | Q21,465.00 |
| | Ventana V-2 | 2 | unidad | Q338.25 | Q676.50 |
| | Ventana V-3 | 2 | unidad | Q523.50 | Q1,047.00 |
| | Ventana V-4 | 18 | unidad | Q520.00 | Q9,360.00 |
| 2 | Cancha deportiva + acera | | | | |
| | Cemento | 392 | sacos | Q45.85 | Q17,973.20 |
| | Arena | 22 | m3 | Q95.00 | Q2,090.00 |
| | Piedrín | 22 | m3 | Q160.00 | Q3,520.00 |
| | Hierro de 3/8" | 65 | varilla | Q25.00 | Q1,625.00 |
| | Tabla rústica de 1" X 12" X 10' | 37 | PT | Q4.33 | Q160.21 |
| | Alambre de amarre | 77 | libra | Q4.00 | Q308.00 |
| | Marco de metal para portería | 2 | unidad | Q3,950.00 | Q7,900.00 |
| 3 | Salón de usos múltiples | | | | |
| | Obra civil | | | | |
| | Cemento | 584 | sacos | Q45.85 | Q26,776.40 |
| | Arena | 33 | m3 | Q95.00 | Q3,135.00 |
| | Piedrín | 30 | m3 | Q160.00 | Q4,800.00 |
| | Block de 0.39 X 0.19 X 0.14 | 3488 | unidad | Q2.80 | Q9,766.40 |
| | Hierro de 1/4" | 221 | varilla | Q11.00 | Q2,431.00 |
| | Hierro de 3/8" | 665 | varilla | Q25.00 | Q16,625.00 |
| | Hierro de 1/2" | 38 | varilla | Q43.50 | Q1,653.00 |
| | Hierro de 5/8" | 28 | varilla | Q74.50 | Q2,086.00 |
| | Alambre de amarre | 416 | libra | Q4.00 | Q1,664.00 |
| | Clavo de 3" | 96 | libra | Q4.50 | Q432.00 |
| | Tabla rústica de 1" X 12" X 10' | 895 | PT | Q4.33 | Q3,875.35 |
| | Lámina galvanizada 32" X 12' | 118 | unidad | Q83.54 | Q9,857.72 |

Continuación

| No. | DESCRIPCION | CANTIDAD | UNIDAD | PRECIO U. | TOTAL |
|----------|---|----------|---------|-------------|-------------|
| | Montaje e instalación de estructura metélica | | | | |
| | Sub-contrato | 1 | global | Q231,000.00 | Q231,000.00 |
| | Costaneras 2" X 5" | 45 | unidad | Q165.00 | Q7,425.00 |
| | Puertas y ventanas | | | | |
| | Puerta P-3 | 2 | unidad | Q5,567.50 | Q11,135.00 |
| | Puerta P-4 | 1 | unidad | Q5,376.25 | Q5,376.25 |
| | Puerta P-5 | 1 | unidad | Q3,310.75 | Q3,310.75 |
| | Ventana V-5 | 33 | unidad | Q269.60 | Q8,896.80 |
| | Ventana V-6 | 4 | unidad | Q181.55 | Q726.20 |
| | Obra eléctrica | | | | |
| | Cable calibre 12 | 484 | metros | Q2.87 | Q1,389.08 |
| | Tomacorriente doble | 20 | unidad | Q22.35 | Q447.00 |
| | Caja rectangular | 20 | unidad | Q4.55 | Q91.00 |
| | Tubo PVC eléctrico de 3/4" | 184 | metros | Q5.50 | Q1,012.00 |
| | Tablero distribuidor | 1 | unidad | Q537.30 | Q537.30 |
| | Flipon de 20 amperios | 9 | unidad | Q19.08 | Q171.72 |
| | Curvas PVC de 3/4" | 15 | unidad | Q3.35 | Q50.25 |
| | Tee PVC de 3/4" | 7 | unidad | Q4.25 | Q29.75 |
| | Lampara de techo 4' X 2' | 20 | unidad | Q123.50 | Q2,470.00 |
| | Interruptor simple | 2 | unidad | Q18.65 | Q37.30 |
| | Interruptor tres vías | 2 | unidad | Q21.80 | Q43.60 |
| | Pegamento para PVC | 4 | tubo | Q88.00 | Q352.00 |
| | Cinta de aislar | 3 | unidad | Q15.00 | Q45.00 |
| 4 | Baños | | | | |
| | Obra civil | | | | |
| | Cemento | 58 | sacos | Q45.85 | Q2,659.30 |
| | Arena de río | 4 | m3 | Q95.00 | Q380.00 |
| | Piedrín | 4 | m3 | Q160.00 | Q640.00 |
| | Block 0.39 X 0.19 X 0.14 | 587 | unidad | Q2.80 | Q1,643.60 |
| | Hierro de 1/4" | 37 | varilla | Q11.00 | Q407.00 |
| | Hierro de 3/8" | 68 | varilla | Q25.00 | Q1,700.00 |
| | Alambre de amarre | 33 | libra | Q4.00 | Q132.00 |
| | Clavo de 3" | 5 | libra | Q4.50 | Q22.50 |
| | Tabla rústica de 1" X 12" X 10' | 33 | PT | Q4.33 | Q142.89 |
| | Lámina galvanizada 32" X 12' | 4 | unidad | Q83.54 | Q334.16 |
| | Puertas | | | | |
| | Puerta P-6 | 6 | unidad | Q1,984.75 | Q11,908.50 |

Continuación

| No. | DESCRIPCION | CANTIDAD | UNIDAD | PRECIO U. | TOTAL |
|-----|------------------------|----------------------------------|---------|-----------|--------------------|
| | Obra hidráulica | | | | |
| | Hinodoros | 5 | unidad | Q635.00 | Q3,175.00 |
| | Lavamanos | 5 | unidad | Q437.50 | Q2,187.50 |
| | Tubo PVC 1/2" | 7 | unidad | Q31.63 | Q221.41 |
| | Codo PVC 1/2" | 7 | unidad | Q1.75 | Q12.25 |
| | Tee PVC 1/2" | 11 | unidad | Q2.16 | Q23.76 |
| | Tubo PVC 3" | 6 | unidad | Q298.25 | Q1,789.50 |
| | Tubo PVC 4" | 2 | unidad | Q491.50 | Q983.00 |
| | Yee PVC 3" | 4 | unidad | Q73.15 | Q292.60 |
| | Codo PVC 3" | 2 | unidad | Q80.29 | Q160.58 |
| | Tee PVC 3" | 4 | unidad | Q87.71 | Q350.84 |
| | Ladrillo tayuyo | 268 | unidad | Q0.95 | Q254.60 |
| | Cemento | 4 | sacos | Q45.85 | Q183.40 |
| | Arena | 0.5 | m3 | Q95.00 | Q47.50 |
| | Piedrín | 0.5 | m3 | Q160.00 | Q80.00 |
| | Hierro de 1/4" | 5 | varilla | Q11.00 | Q55.00 |
| | Pegamento | 2 | tubo | Q88.00 | Q176.00 |
| | | Sub-total | | | Q759,757.95 |
| | | Fletes 10% (sin el sub-contrato) | | | Q52,875.80 |
| | | Total | | | Q812,633.75 |

Tabla XIII. Cuantificación y costo de mano de obra

| DESCRIPCION | CANTIDAD | UNIDAD | PRECIO U. | TOTAL |
|------------------------|----------|--------|-----------|------------|
| Nivelación | 1246.15 | m2 | Q5.50 | Q6,853.84 |
| Trazo | 312.57 | ml | Q12.75 | Q3,985.32 |
| Excavación de cimiento | 272.57 | ml | Q21.00 | Q5,724.05 |
| Relleno de cimentación | 272.57 | ml | Q3.25 | Q885.87 |
| Cimiento Corrido | 272.57 | ml | Q21.50 | Q5,860.34 |
| Muro de cimentación | 109.03 | m2 | Q26.25 | Q2,862.03 |
| Solera Hidrofuga | 272.57 | ml | Q21.50 | Q5,860.34 |
| Zapata Z-1 | 78.00 | unidad | Q190.00 | Q14,820.00 |
| Zapata Z-2 | 8.00 | unidad | Q222.00 | Q1,776.00 |
| Zapata Z-3 | 22.00 | unidad | Q190.00 | Q4,180.00 |
| Levantado de Block | 733.88 | m2 | Q26.30 | Q19,301.05 |
| Columnas C-1 | 438.52 | ml | Q25.70 | Q11,269.96 |
| Columnas C-2 | 77.30 | ml | Q21.00 | Q1,623.30 |
| Columnas C-3 | 10.00 | ml | Q29.50 | Q295.00 |
| Columnas C-4 | 9.50 | ml | Q28.60 | Q271.70 |
| Solera Intermedia | 272.57 | ml | Q16.50 | Q4,497.47 |
| Solera de corona | 272.57 | ml | Q17.25 | Q4,701.90 |

Continuación

| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | UNIDAD | PRECIO U. | TOTAL |
|------------------------------|----------------------------|----------------|-----------|--------------------|
| Tallado de columnas | 521.27 | m | Q8.50 | Q4,430.80 |
| Banqueta de concreto | 36.00 | m ² | Q18.00 | Q648.00 |
| Piso de concreto | 828.69 | m ² | Q26.25 | Q21,753.11 |
| Cancha deportiva | 364.00 | m ² | Q26.25 | Q9,555.00 |
| Instalación estructura techo | 1168.97 | m ² | Q5.50 | Q6,429.34 |
| Instalación cubierta | 1168.97 | m ² | Q7.00 | Q8,182.79 |
| Instalación de ventanería | 232.29 | m ² | Q66.25 | Q15,389.21 |
| Instalación puertas | 19.00 | unidad | Q150.00 | Q2,850.00 |
| Instalación puerta P-3 | 2.00 | unidad | Q180.00 | Q360.00 |
| Instalación eléctrica | 1.00 | global | Q7,250.00 | Q7,250.00 |
| Instalación hidráulica | 1.00 | global | Q2,600.00 | Q2,600.00 |
| | Sub-total | | | Q174,216.42 |
| | Factor de ayudante 30% | | | Q52,264.93 |
| | Prestaciones laborales 41% | | | Q71,428.73 |
| | Total | | | Q297,910.08 |

Tabla XIV. Integración de costos

| No. | DESCRIPCIÓN | MONTO |
|-----|----------------------------|----------------------|
| 1 | Mano de obra | Q297,910.08 |
| 2 | Costo total de materiales | Q812,633.75 |
| | Costo directo | Q1,110,543.83 |
| 3 | Gastos administrativos 10% | Q111,054.38 |
| 4 | Impuestos 5% | Q55,527.19 |
| 5 | Imprevistos 5% | Q55,527.19 |
| 6 | Utilidad 25% | Q277,635.96 |
| | Monto total | Q1,610,288.55 |

5.3 Cronograma de ejecución

El siguiente cronograma de ejecución se programo para terminar los trabajos de la Escuela Normal Bilingüe Chortí intercultural en un lapso de tres meses, tiempo suficiente para hacer realidad lo que se plasmó en planos.

Tabla XV. Cronograma de ejecución

| No. | RENGLÓN | MESES | | | | | | | | |
|----------|---------------------------------------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | | | 2 | | | 3 | | |
| 1 | TRABAJOS PRELIMINARES | | | | | | | | | |
| 1.1 | NIVELACION MANUAL | ■ | | | | | | | | |
| 1.2 | TRAZO Y ESTAQUEADO | | ■ | | | | | | | |
| 2 | CIMENTACIÓN | | | | | | | | | |
| 2.1 | EXCAVACION DE CIMENTACIÓN | | ■ | | | | | | | |
| 2.2 | ZAPATAS | | | ■ | | | | | | |
| 2.3 | CIMIENTO CORRIDO | | | | ■ | | | | | |
| 2.4 | RELLENO DE CIMENTACIÓN | | | | | ■ | | | | |
| 2.5 | MURO DE CIMENTACIÓN | | | | | | ■ | | | |
| 2.6 | SOLERA HIDROFUGA | | | | | | | ■ | | |
| 3 | MONTAJE E INST. ESTR. METÁLICA | | | | | | | | | |
| 3.1 | ZAPATA Z-2 | | | ■ | | | | | | |
| 3.2 | COLUMNA C-3 | | | | ■ | | | | | |
| 3.3 | MONTAJE E INSTLACIÓN | | | | | ■ | | | | |
| 4 | MUROS | | | | | | | | | |
| 4.1 | LEVANTADO DE BLOCK | | | | | | ■ | | | |
| 4.2 | COLUMNAS | | | | | | | ■ | | |
| 4.3 | SOLERA INTERMEDIA | | | | | | | | ■ | |
| 4.4 | SOLERA DE CORONA | | | | | | | | | ■ |
| 4.5 | TALLADO DE COLUMNAS | | | | | | | | | |
| 5 | PISOS Y CORREDORES | | | | | | | | | |
| 5.1 | BANQUETA DE CONCRETO | | | | | | ■ | | | |
| 5.2 | PISO DE CONCRETO | | | | | | | ■ | | |
| 5.3 | CANCHA DEPORTIVA | | | | | | | | ■ | |
| 6 | CUBIERTA | | | | | | | | | |
| 6.1 | ESTRUCTURA DE TECHO | | | | | | | | | ■ |
| 6.2 | CUBIERTA DE LÁMINA | | | | | | | | | ■ |
| 7 | HERRERIA | | | | | | | | | |
| 7.1 | VENTANERIA | | | | | | | | | ■ |
| 7.2 | PUERTAS | | | | | | | | | ■ |
| 8 | INSTALACIONES | | | | | | | | | |
| 8.1 | ILUMINACIÓN, ELECTRICIDAD Y FUERZA | | | | | | | | ■ | |
| 8.2 | HIDRÁULICAS | | | | | | | | | ■ |

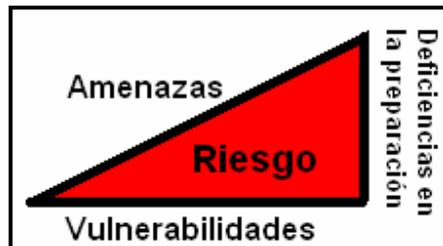
6. EVALUACIÓN DE RIESGOS

Sabiendo que los desastres o emergencias son desencadenados por un fenómeno natural, es necesario comprender el desastre como un evento de carácter social, al poner de manifiesto cómo ese entorno social ha sido afectado drásticamente. Por lo tanto, se puede concluir que para que suceda un desastre se requieren tres factores:

- La presencia de un fenómeno natural desencadenante.
- La existencia de infraestructuras, líneas vitales, procesos, servicios, etcétera, contruidos o establecidos de cierta manera que los hace muy propensos a ser afectados por el fenómeno desencadenante.
- La incapacidad de la población y sus instituciones a reaccionar de manera eficiente, eficaz y coordinada para responder si se manifiesta el fenómeno.

Cuando se combinan estos tres factores se habla entonces de riesgo. De esta manera, los riesgos se conciben como el conjunto de factores que hacen proclive a una sociedad de ser afectada de manera severa de un fenómeno. Conceptualmente se pueden definir los riesgos con base a tres componentes: amenazas, vulnerabilidades, y deficiencias en la medidas de preparación. Gráficamente es posible representar el riesgo como el área dentro de un triángulo que tiene como lados las amenazas, las vulnerabilidades y las deficiencias en las medidas de preparación. Si un lado aumenta, entonces aumenta el área y, por lo tanto, el riesgo.

Figura 10. Gráfica de riesgo



Las amenazas representan la posibilidad de que se manifieste un fenómeno natural, capaz de ocasionar daños severos. En este sentido, las amenazas son factores externos al entorno social.

Las vulnerabilidades representan la propensión del tejido social (infraestructura, líneas vitales, procesos, etcétera) a ser afectados por el fenómeno natural. La vulnerabilidad se considera como un factor interno o intrínseco del entorno social.

Las deficiencias en las medidas de preparación representan aquellas condicionantes que impiden a la población y a sus instituciones responder eficazmente para minimizar la pérdida de vidas humanas, la destrucción o el deterioro del tejido social, así como la incapacidad de contar con recursos suficientes y un intervalo de tiempo corto, para reemplazar o reparar aquellos aspectos que han sido dañados por el fenómeno.

Matemáticamente, los riesgos se representan mediante la ecuación:

Indicador de riesgo = amenaza x indicador de vulnerabilidad x deficiencias
en las medidas de preparación

6.1 Por sismo

La amenaza sísmica para el municipio de Camotán se origina debido a las diversas fuerzas sísmicas de la región, en particular a la falla Jocotán-Chamelecón, que es parte del complejo de fallas que surgen de la interacción entre la placa tectónica de Norteamérica y la placa tectónica del Caribe. Los parámetros empleados para caracterizar la amenaza están las fuentes sísmicas, los factores de atenuación y la recurrencia de eventos.

La amenaza sísmica para el municipio se puede clasificar como alta en el contexto guatemalteco, en este sentido, se debe comprender que aunque la amenaza es alta, su período de retorno es amplio. Esto significa que no se espera que se produzcan con frecuencia sismos de gran intensidad, como sucede en la costa sur, sino más espaciados en el tiempo.

En cuanto a la vulnerabilidad estructural se tiene situada a la ciudad de Camotán en un rango de baja vulnerabilidad en comparación con poblados de todo el país.

6.2 Por inundación

En general el departamento de Chiquimula debido a la baja precipitación anual que presenta, su riesgo por inundación es bajo, por lo tanto las comunidades de Camotán tienen baja probabilidad de estar amenazadas por fenómenos de este tipo.

6.3 Por deslizamiento

Los poblados de Camotán se clasifican como de bajo riesgo cuando se comparan con otros poblados del país, como las Verapaces, Quiché, Sololá y Huehuetenango.

En particular, es importante mencionar que en este municipio de Chiquimula la precipitación es menor que en otras zonas del país y, por lo tanto, se espera que no se manifiesten deslizamientos como en otras áreas.

CONCLUSIONES

1. Con la ejecución de las instalaciones de la Escuela Normal Bilingüe Chortí Intercultural se beneficiará anualmente a 360 jóvenes que cursen su carrera de diversificado de la comunidad de Camotán y municipios aledaños como Jocotán, Olopa y San Juan Ermita pertenecientes al departamento de Chiquimula.
2. Es importante atender que la capacidad óptima de cada aula es de 40 alumnos, por lo que no se debe rebasar esa cifra y así obtener una comunicación catedrático alumno apropiada.
3. Se garantizan las dimensiones y el confort adecuado de la Escuela Normal Bilingüe Chortí Intercultural tomando como base las normas recomendadas por el Ministerio de Educación de Guatemala, en su publicación Criterios Normativos para el Diseño de Edificios Escolares.
4. Se determinó después del diseño estructural que tanto el refuerzo horizontal como el vertical necesario para los muros de mampostería no son más que los mínimos correspondientes para soportar los esfuerzos actuantes en ellos.
5. Son las fuerzas verticales distribuidas sobre los marcos del salón de usos múltiples las que exigen los máximos esfuerzos en la estructura, según se puede observar en la tabla VII, en la cual se hace una comparación de cargas.

6. Toda la infraestructura que comprende las instalaciones de la escuela cumple con los parámetros de análisis y diseño estructural aplicables de acuerdo a la Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica AGIES en la república de Guatemala.
7. El diseño estructural de la escuela en lo que se refiere a la mampostería y el concreto armado se calculó considerando acero legítimo grado 40, bloques de 25 kg/cm² de resistencia y concreto de 210 kg/cm², por lo que no se debe usar materiales de menor calidad.
8. La relación de inversión por metros cuadrados de construcción de la Escuela Normal Bilingüe Chortí Intercultural es Q1,292.21/m², por lo tanto, el presupuesto de ejecución de la obra presentado se encuentra dentro del rango de obras factible de la municipalidad de Camotán, que tiene como límites Q1200 y Q2800 por metro cuadrado.

RECOMENDACIONES

1. La construcción de la Escuela Normal Bilingüe Chortí Intercultural deberá regirse a los planos y especificaciones técnicas del presente estudio, así garantizar una edificación apropiada para el desarrollo del proceso enseñanza aprendizaje.
2. Debido al constante aumento en los precios de los materiales de construcción se deberá llevar a cabo lo más pronto posible la ejecución del proyecto y de esa forma no rebasar el presupuesto presentado.
3. Debido a la cantidad de personas que albergará la Escuela Normal Bilingüe Chortí Intercultural se debe planificar la implementación en un futuro no muy lejano una planta de tratamiento de aguas negras que minimice la contaminación de los recursos naturales de la región.
4. Para minimizar el impacto ambiental que producirá la construcción de la escuela se deberá reforestar el entorno de esta, mitigando de esa forma la erosión del terreno, aridez del suelo y reducción de fuentes hidrológicas.
5. Para minimizar los riesgos dentro del establecimiento se deja la tarea a las autoridades la realización de una ruta de evacuación que ponga a salvo la vida de los estudiantes y personal que trabaje en la escuela.

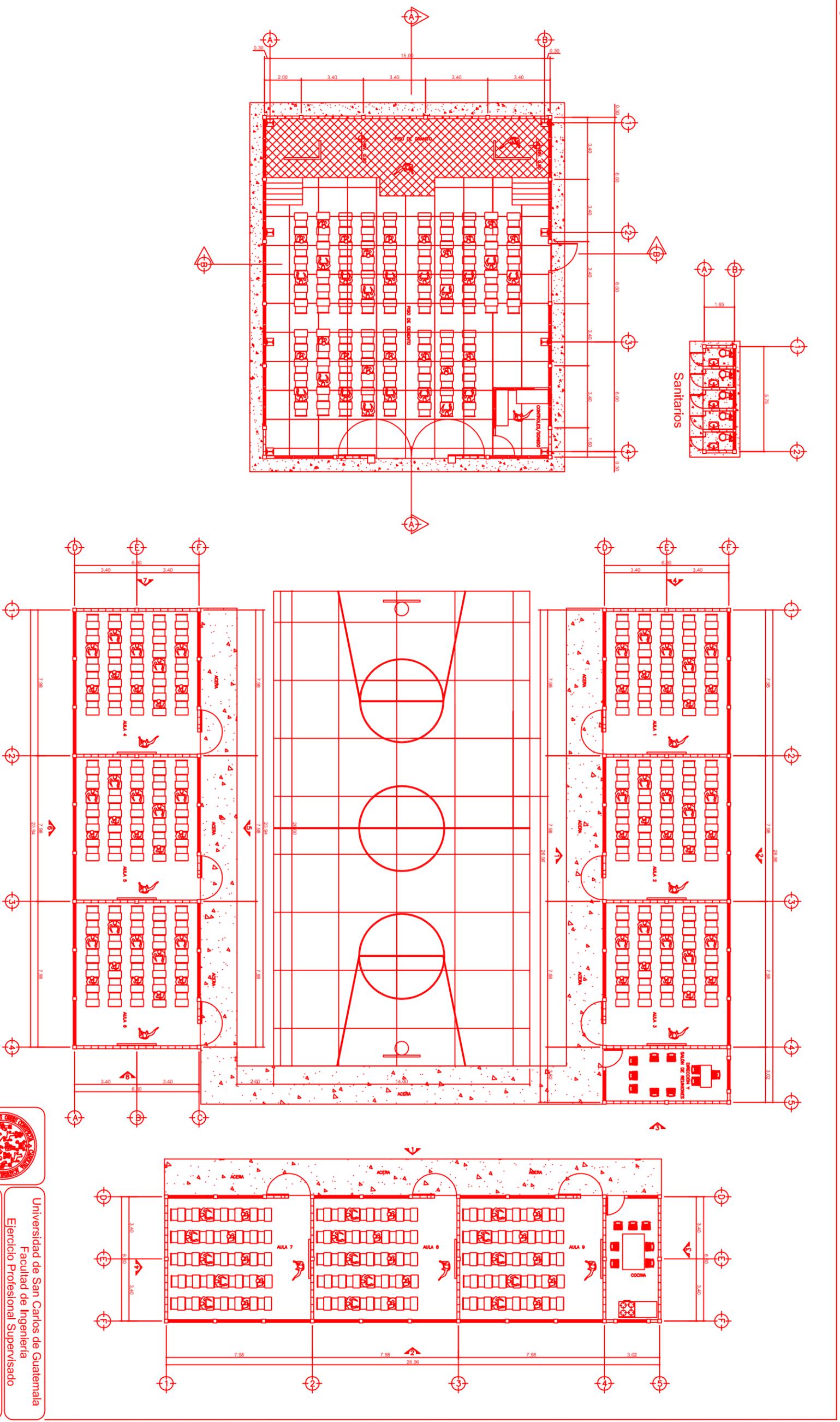
BIBLIOGRAFÍA

1. *American Institute of steel construction. Manual of steel construction. 7ª ed. s.l. 1970.*
2. Coti Díaz, Ivan Alejandro. Diseño de: salón de usos múltiples, área recreativa y deportes, y pavimento del acceso principal, para la colonia el maestro, Quetzaltenango. Tesis Ing. Civil. Guatemala, universidad de San Carlos de Guatemala, facultad de ingeniería, 1997.
3. Crawley, Stanley W. y Dillon, Robert M. Estructuras de acero. Análisis y diseño. México: Editorial Limusa.1992.
4. Herrera Quezada, Ana Beatriz. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, aldea Sanguayabá municipio de Palencia, Guatemala. Tesis Ing. Civil. Guatemala, universidad de San Carlos de Guatemala, facultad de ingeniería, 2005.
5. McCormac, Jack C. Diseño de estructuras metálicas. 2ª ed. México: Ediciones Alfaomega. 1990.
6. Mendía González, Julio Estuardo. Obras de infraestructura en el departamento de Jalapa (diseño y cuantificación) parte 1. Tesis Ing. Civil. Guatemala, universidad de San Carlos de Guatemala, facultad de ingeniería, 1997.
7. Ramírez González, Álvaro Alfredo. Planificación y diseño de pavimento y drenaje pluvial de la colonia La Arada, ubicada en la zona 4 de Villa Nueva, municipio de Guatemala. Tesis Ing. Civil. Guatemala, universidad de San Carlos de Guatemala, facultad de Ingeniería, 2005.

8. Villagrán De León, Juan Carlos. Manual para la estimación cuantitativa de riesgos asociados a diversas amenazas. Guatemala: Maya Terra Editores S. A. s. a.

APÉNDICE

Figura 11. Planta amueblada



Planta Amueblada en Conjunto

Escala 1/1100



Universidad de San Carlos de Guatemala
 Facultad de Ingeniería
 Ejercicio Profesional Supervisado

Proveedoc:
 Escuela Normal Bilingüe Chortí Intercultural

Plano de:
 Planta Amueblada

Propiedad de:
 Municipalidad de Camotán, Chiquimula

Diseño: J. R.
 Cálculo: J. R.

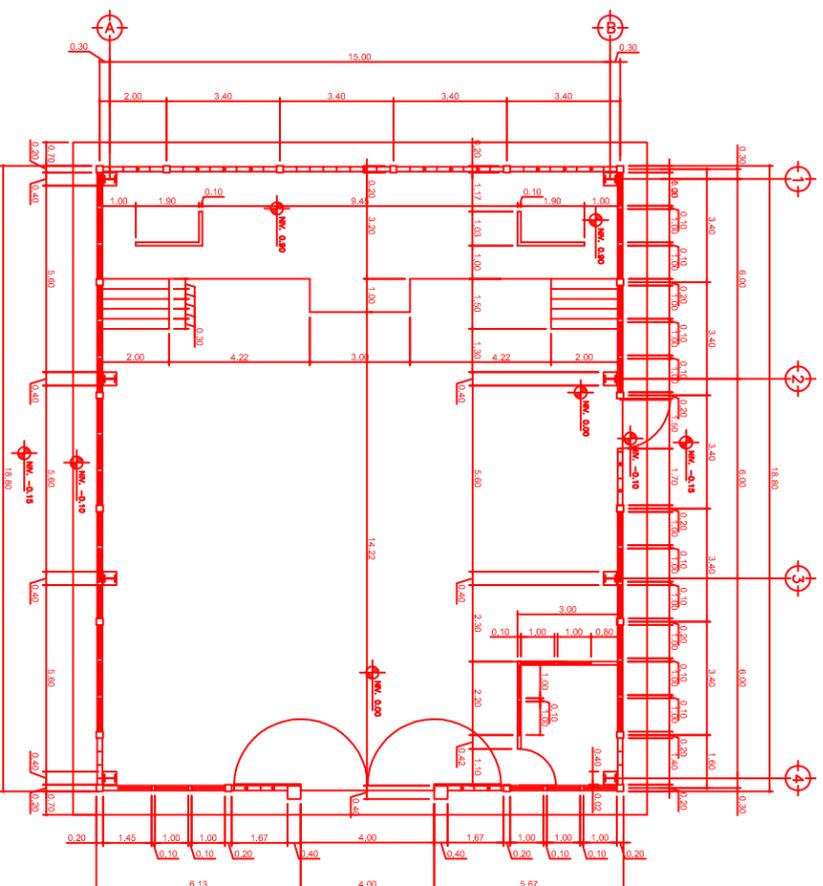
Dibujos: J. R.
 Fecha: 1999-12-04

Estado: Indicada
 Autor: Juan Miguel Ruiz Samayoa

Asesor: Adave Gamboa

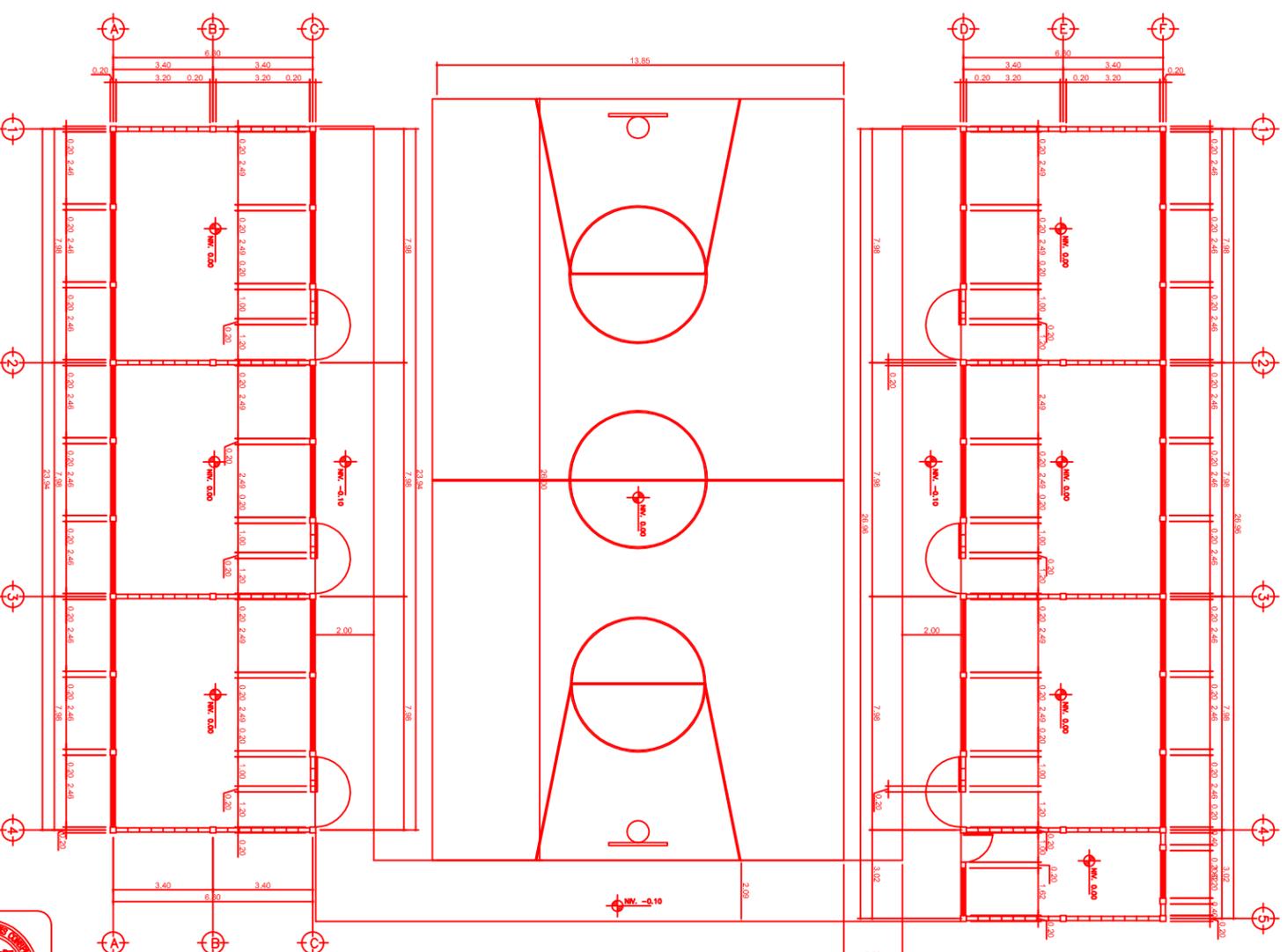
Fecha: Abril de 2004

Figura 12. Planta acotada



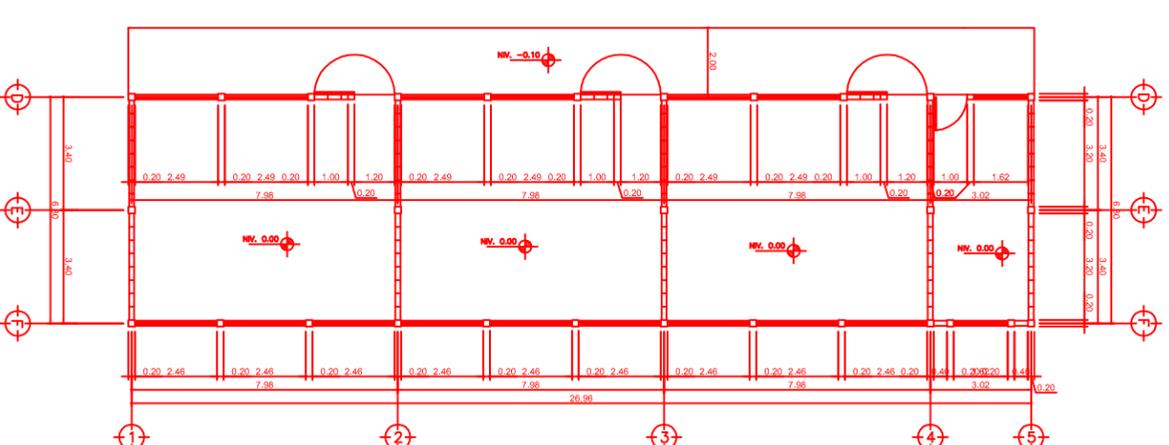
ESPECIFICACIONES

1. EL CONCRETO A UTILIZAR SERA DE 210 kg/cm². LA PROPORCION SERA DE 1:2:2. UN SACO DE CEMENTO, DOS PARQUELAS DE ARENA Y DOS DE GRAVA. EN SU DEFECTO UTILIZAR 9.8 BOLSAS DE CEMENTO, 0.55 M³ DE ARENA, Y 0.55 M³ DE GRAVA. PARA CADA M³ DE CONCRETO
2. EL ACERO A UTILIZAR SERA LEGITIMO, COMPRADO EN DISTRIBUIDORES RECONOCIDOS
3. EL RECUBRIMIENTO DEL ACERO EN LAS COLUMNAS, VIGAS, Y SOLERAS SERA DE 3 CENTIMETROS A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO
4. EL RECUBRIMIENTO MÍNIMO EN LAS ZAPATAS Y CIMIENTOS CORRIDOS SERA DE 7 CENTIMETROS.
5. EL BLOCK ES DE LAS MEDIDAS SIGUIENTES: 0.14 x 0.19 x 0.39 MTS.
6. SE DEBEN HACER LOS ENSAYOS CORRESPONDIENTES A LOS MATERIALES PARA GARANTIZAR LA CALIDAD DEL PRODUCTO ADQUIRIDO



Planta Acotada Edificios y Cancha

Escala 1/100



E. P. S.

| | |
|----------|---------------|
| Diseño: | J. R. |
| Calculo: | J. R. |
| Dibujos: | J. R. |
| Escalas: | Indicada |
| Fecha: | Abril de 2004 |

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Ejercicio Profesional Supervisado

Proyecto:
Escuela Normal Bilingüe Chort Intercultural

Plano de:
Planta Acotada

Propiedad de:
Municipalidad de Camotán, Chiquimula

Elaborado por:
Especialista
Juan Miguel Ruiz Samayoa

Va. Bo. 1999-12040

Ingeniero: Juan Miguel Ruiz Samayoa
Asesor: Álvaro Guerra
Española

Figura 13. Planta de cimentación

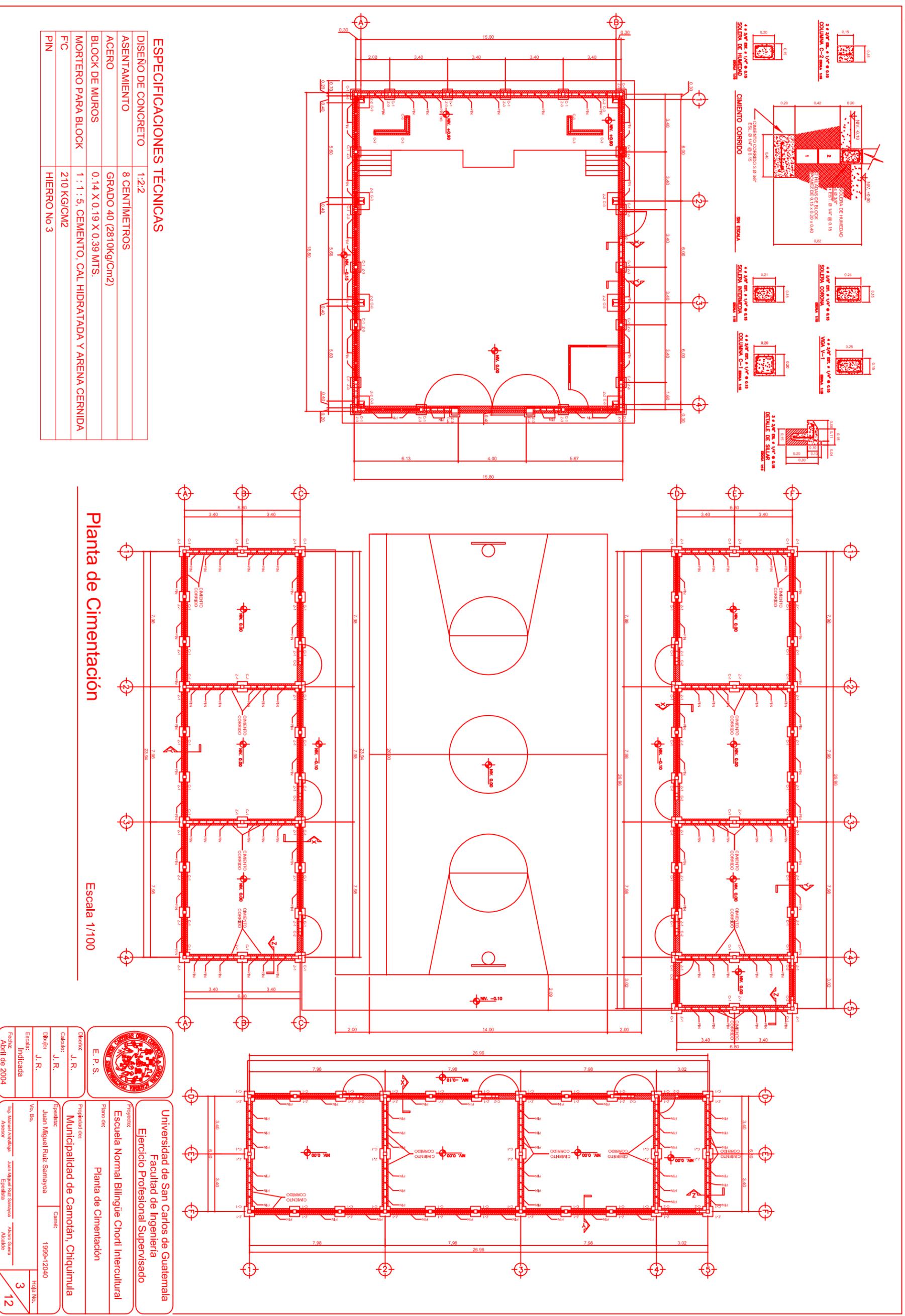
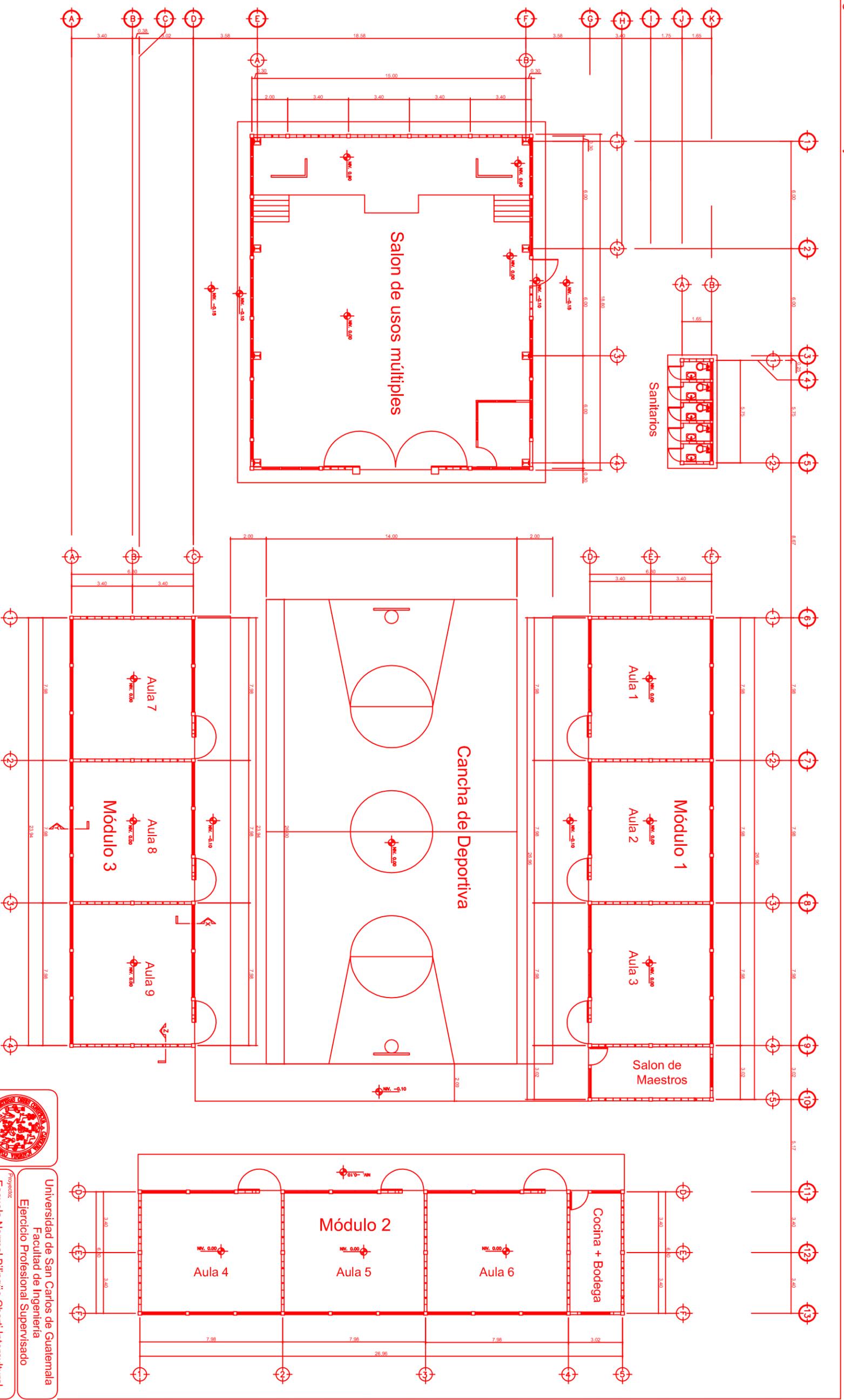


Figura 14. Planta de conjunto



Planta de Conjunto

Escala 1/1100



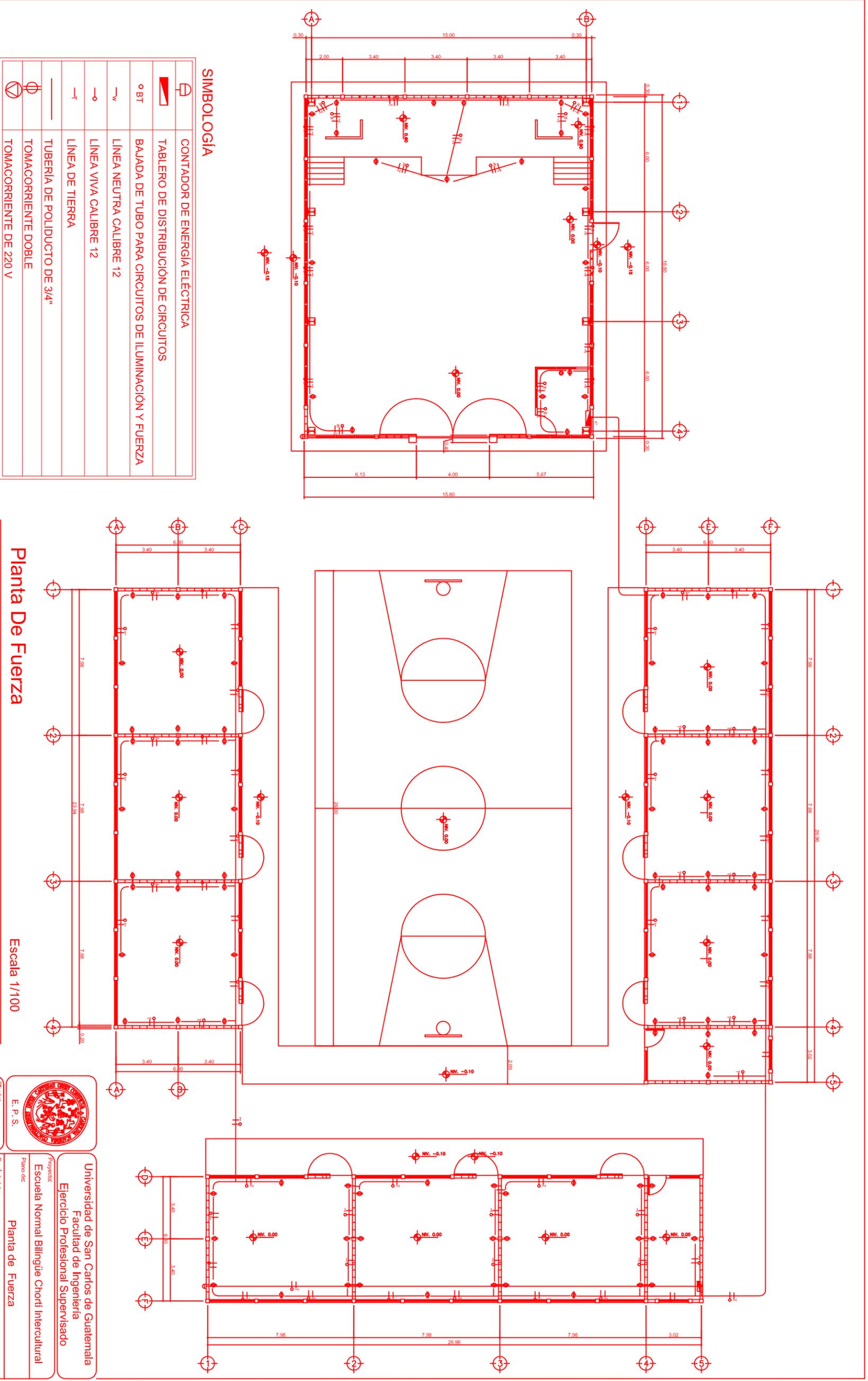
| | | | |
|----------|---------------|---------------|---|
| Diseño: | J. R. | Propiedad de: | Municipalidad de Camotán, Chiquimula |
| Calculo: | J. R. | Proyecto: | Escuela Normal Bilingüe Chort Intercultural |
| Dibujos: | J. R. | Plano de: | Planta de Conjunto |
| Escala: | Indicada | | |
| Fecha: | Abril de 2004 | | |

Universidad de San Carlos de Guatemala
 Facultad de Ingeniería
 Ejercicio Profesional Supervisado

| | | |
|---------------------|--------------------------|---------------|
| Ing. Manuel Ramírez | Juan Miguel Ruiz Samayoa | Avance Guerra |
| Asesor | Aspirante | Aspirante |

| | |
|---|----|
| 4 | 12 |
|---|----|

Figura 15. Planta de fuerza



Planta De Fuerza

Escala 1/100



E. P. S.

| | |
|----------|---------------|
| Diseño: | J. R. |
| Cálculo: | J. R. |
| Dibujos: | J. R. |
| Escala: | Indicada |
| Fecha: | Abril de 2004 |

Proveedoc:
Escuela Normal Bilingüe Chortí Intercultural
 Plano de:
Planta de Fuerza

| | |
|---------------|--------------------------------------|
| Propiedad de: | Municipalidad de Camotán, Chiquimula |
| Elaboró: | Juan Miguel Ruiz Samayoa |
| Va. Bn. | |
| Fecha: | 1996-12-04 |
| Hoja No.: | 5 |
| Total Hojas: | 12 |

Figura 17. Elevaciones y secciones del salón

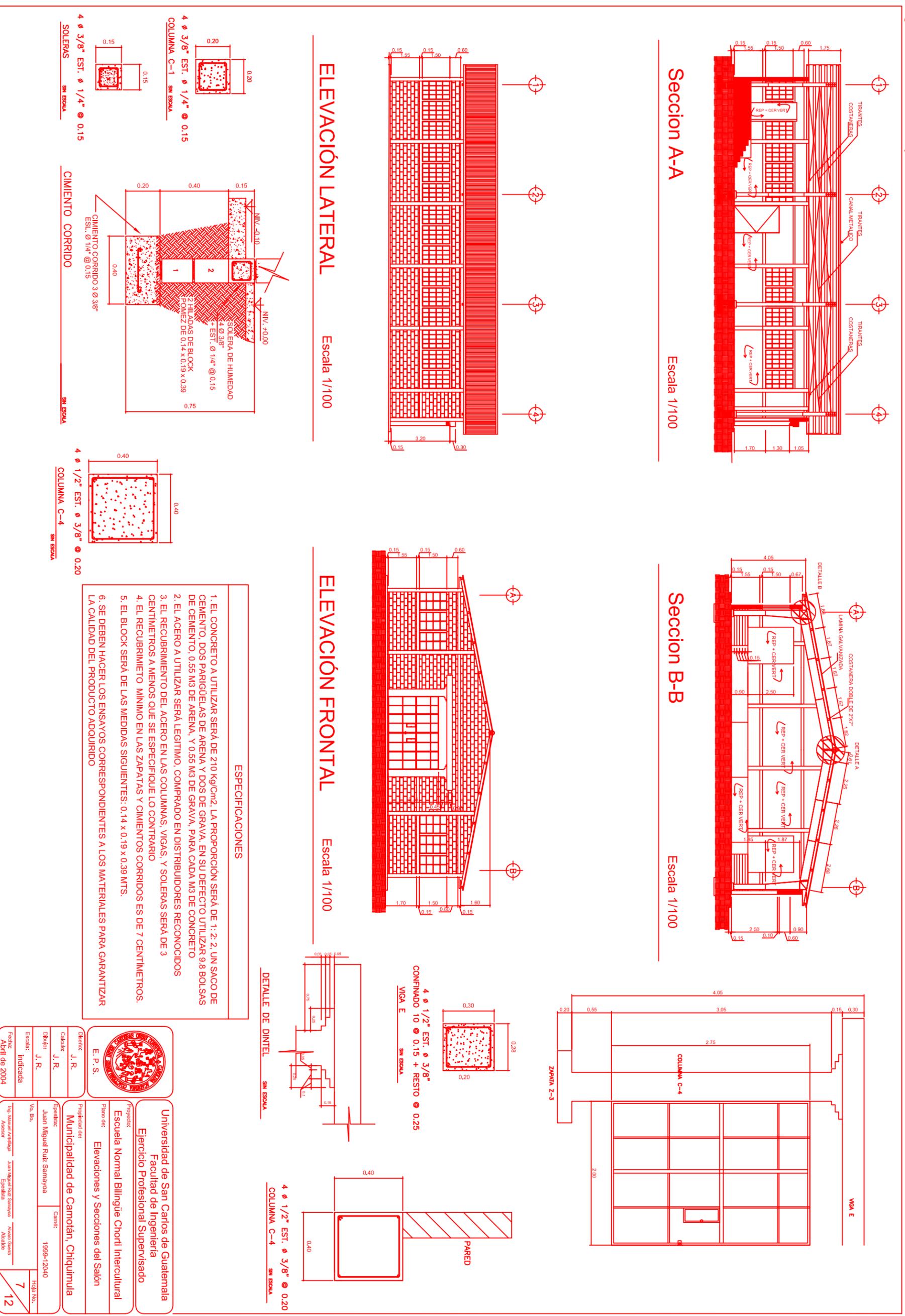
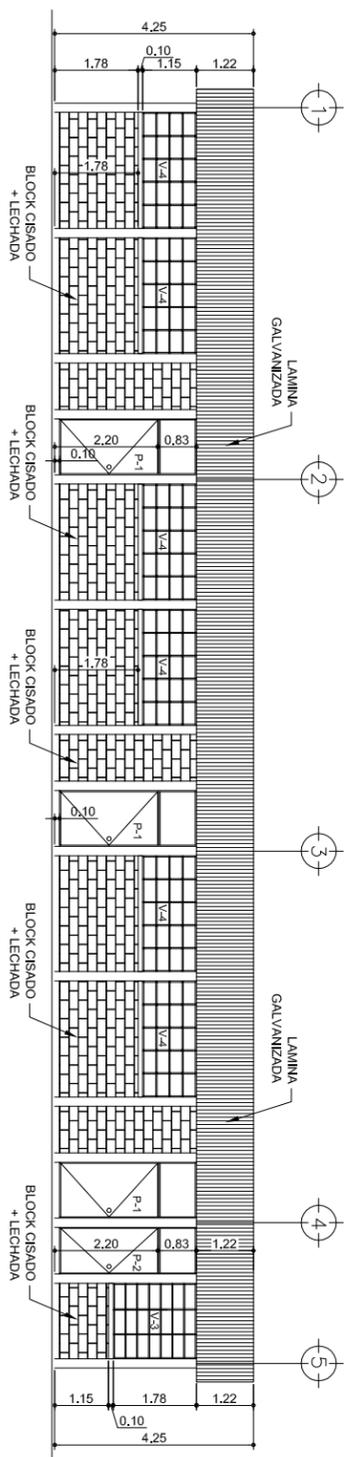
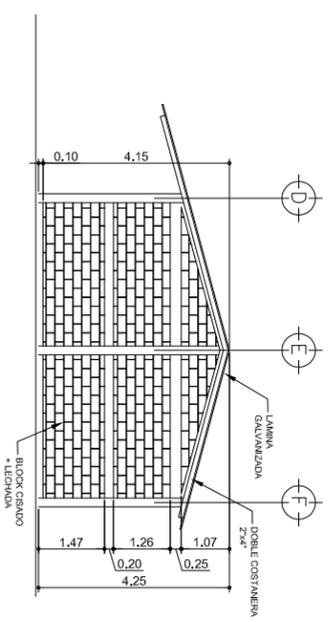


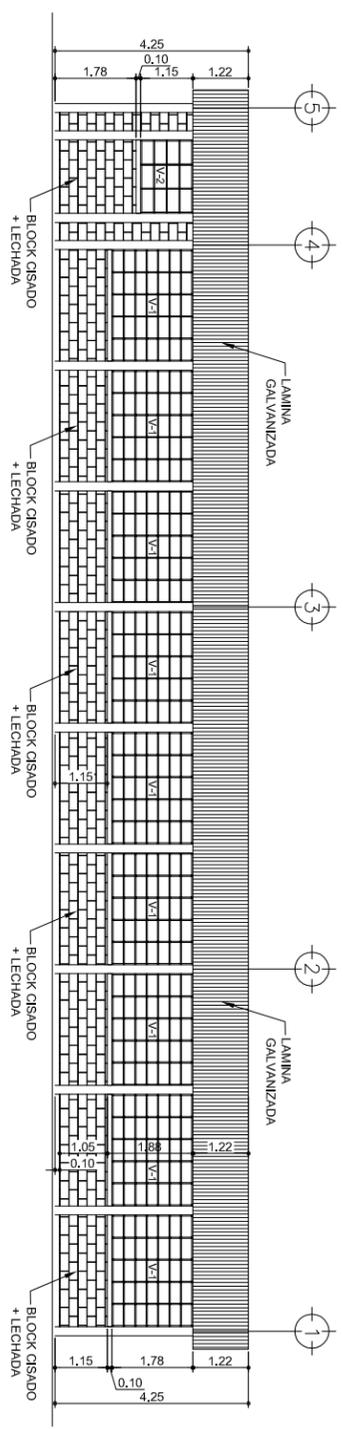
Figura 18. Elevaciones y secciones de aulas



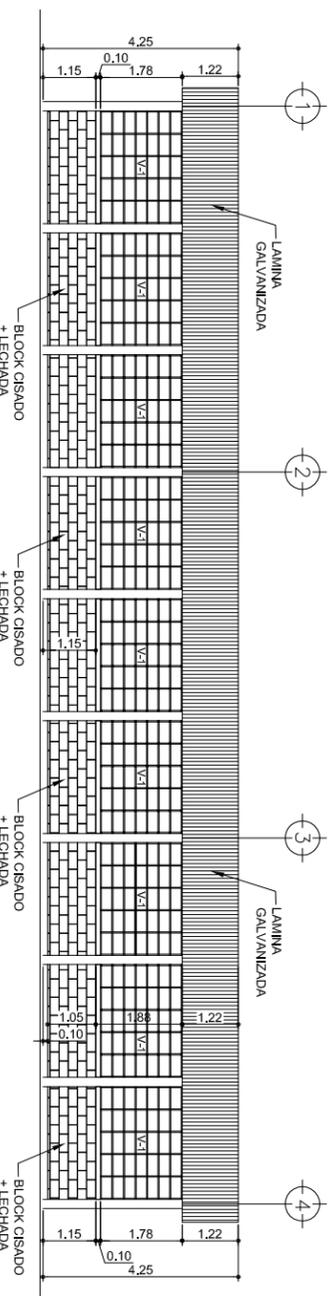
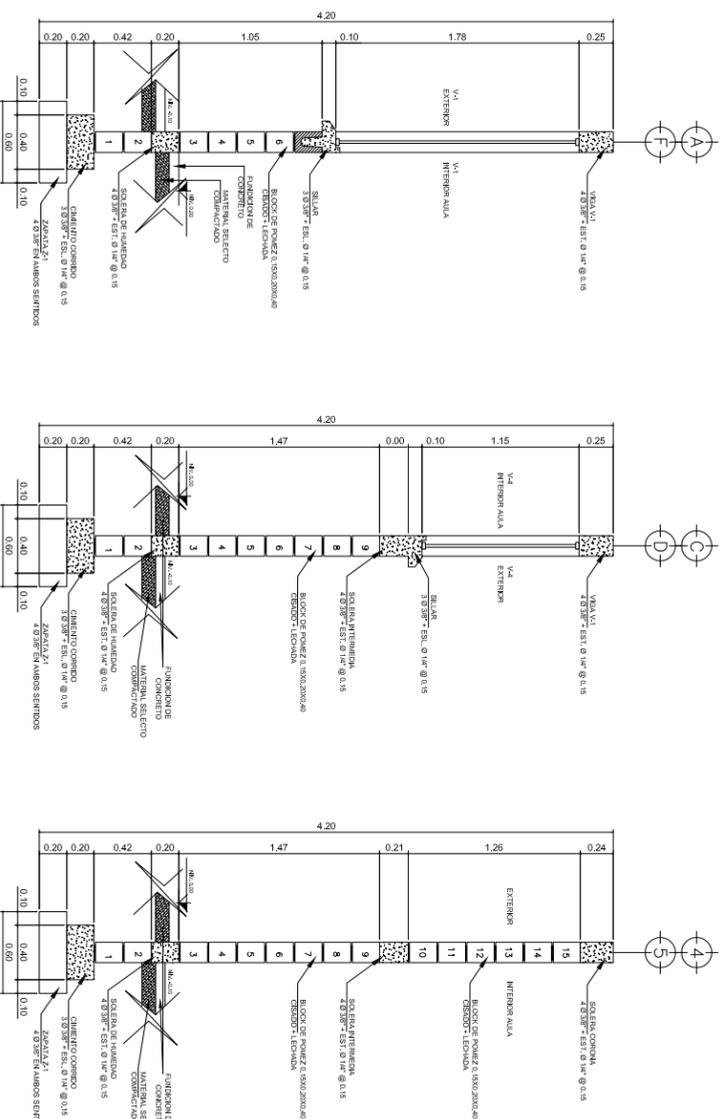
Elevación 1
Escala 1/75



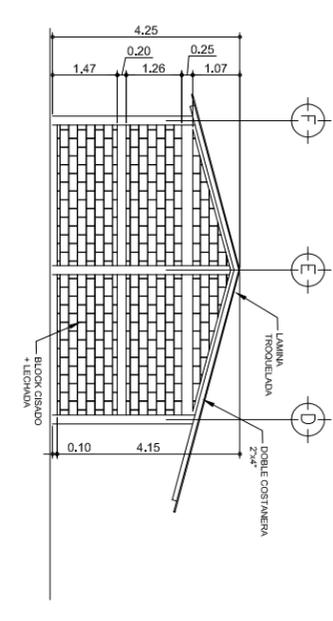
Elevación 3 Y 7
Escala 1/75



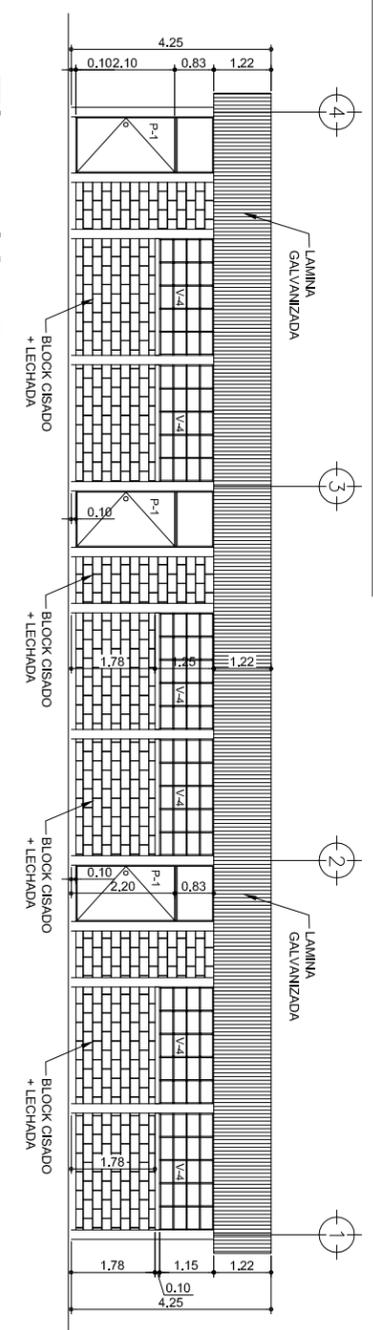
Elevación 2
Escala 1/75



Elevación 6
Escala 1/75



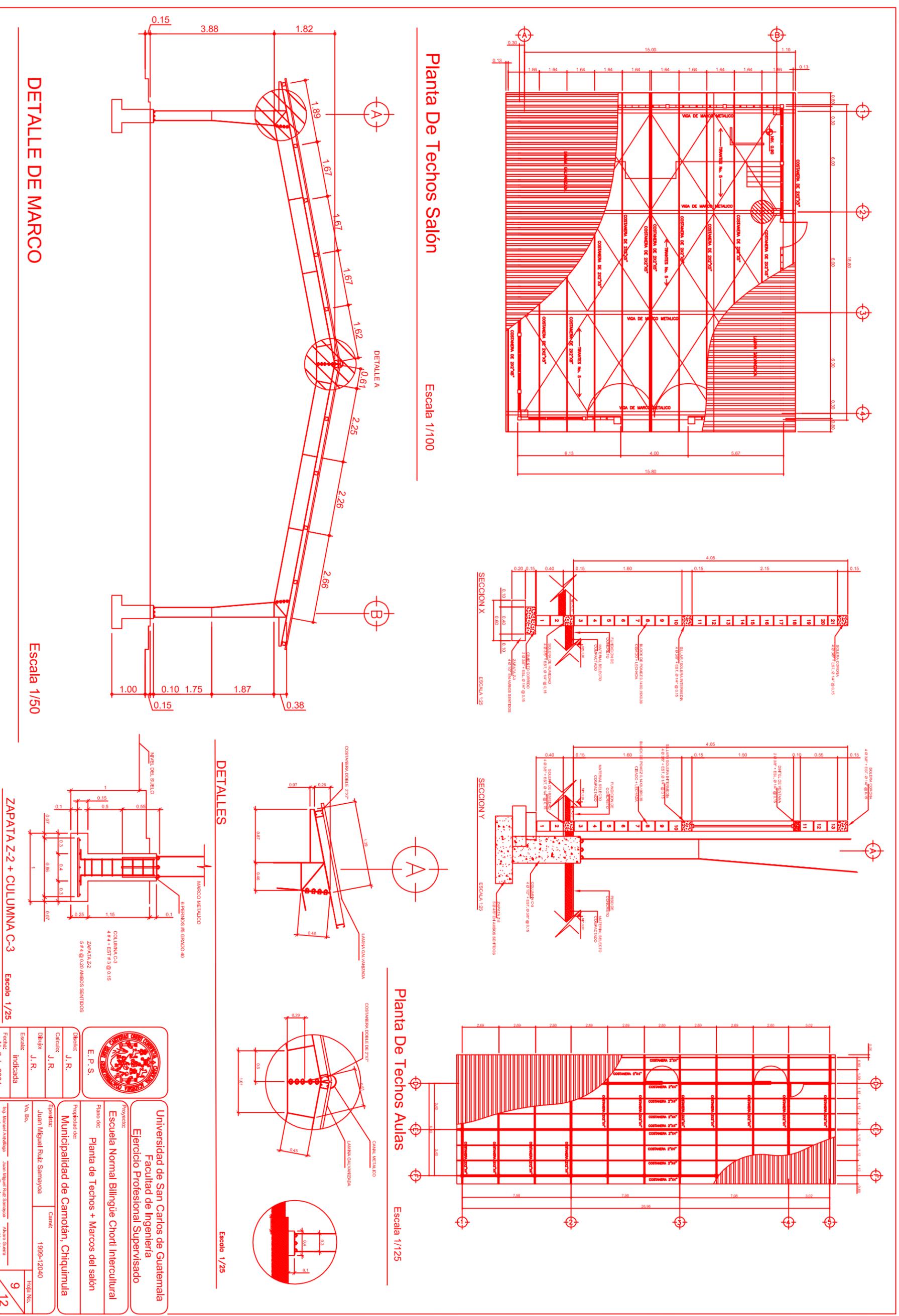
Elevación 4 Y 8
Escala 1/75



Elevación 5
Escala 1/75

| | | | |
|---|----------------|--|----------------------------------|
| | | E. P. S. | |
| | | Director: J. R. | Calculo: J. R. |
| Diseñador: J. R. | Dibujos: J. R. | Escala: Indicada | Fecha: Abril de 2004 |
| Proyecto: Escuela Normal Bilingüe Chorti Intercultural | | Propiedad de: Municipalidad de Camotán, Chiquimula | Epopek: Juan Miguel Ruiz Samayoa |
| Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Ejercicio Profesional Supervisado | | Carné: 1999-12040 | Hoja No. 8 / 12 |
| Ing. Manuel Aránguez Avelar | | Juan Miguel Ruiz Samayoa Epopek | Álvaro Guerra Avelar |

Figura 19. Planta de techos más marco del salón



Planta De Techos Salón
Escala 1/100

Planta De Techos Aulas
Escala 1/125

DETALLE DE MARCO

Escala 1/50

ZAPATA Z-2 + CULUMNA C-3
Escala 1/25

| | | | |
|---|-------------------------------|--|----------------------|
| | | Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Ejercicio Profesional Supervisado | |
| | | Proveedor: Escuela Normal Bilingüe Chortí Intercultural | |
| Plano de: Planta de Techos + Marcos del salón | | Propiedad de: Municipalidad de Camotlán, Chiquimula | |
| Director: J. R. | Calculo: J. R. | Ejecutor: Juan Miguel Ruiz Samayoa | Carné: 1999-12040 |
| Diseñador: J. R. | Fecha: Abril de 2004 | Va. Bo. | Hoja No. |
| Escala: Indicada | Ing. Manuel Andrade Arceño | Juan Miguel Ruiz Samayoa Espinaldo | Arceño Arceño |
| Fecha: | | Hoja No. | |
| Abril de 2004 | | 9 / 12 | |

Figura 20. Planta de acabados

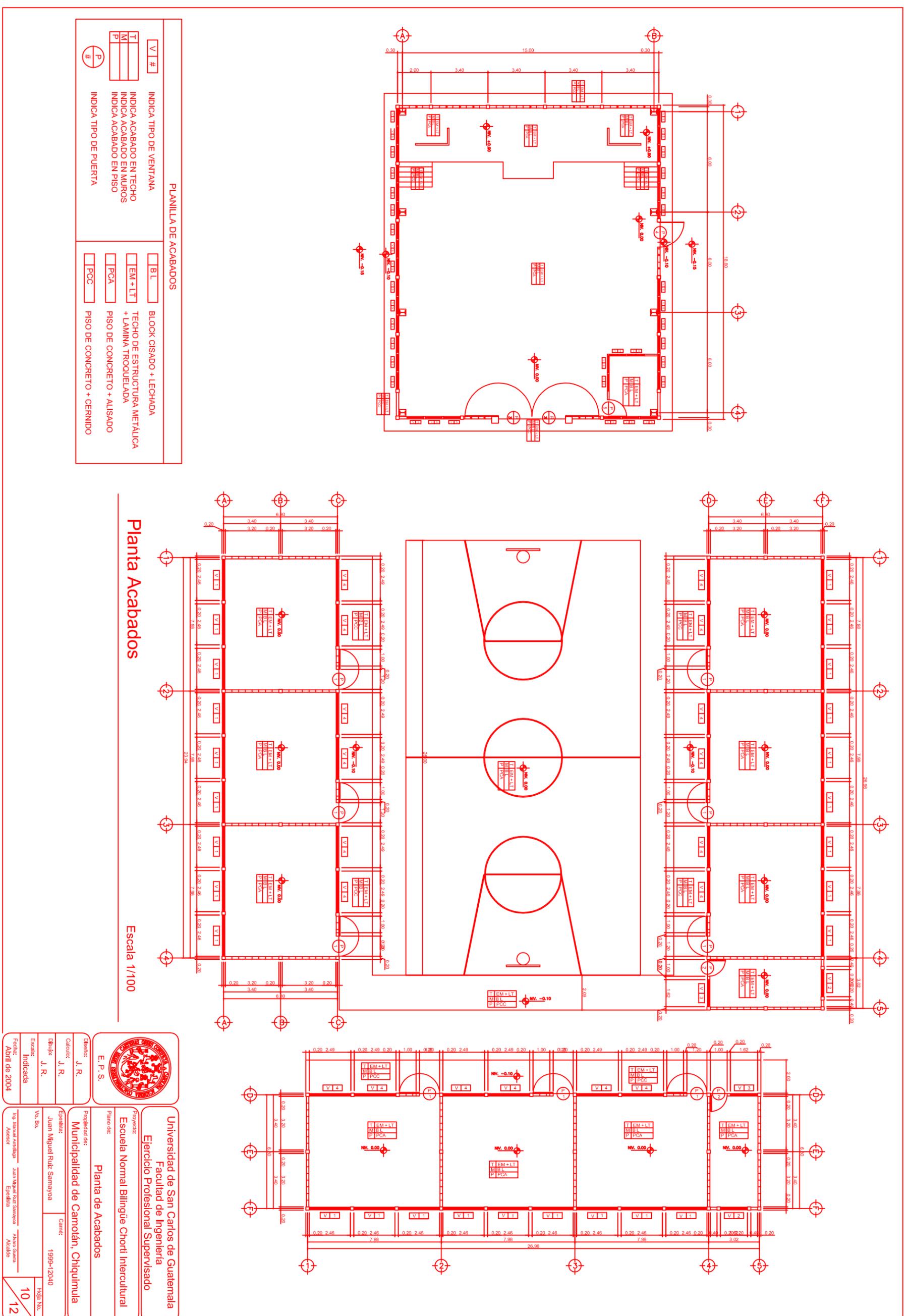


Figura 21. Planilla de puertas y ventanas

| PLANILLA DE VENTANAS MÓDULOS DE CLASES | | | | | | |
|--|----|-------|------|--------|--------|---------------|
| Tipo | U | Ancho | Alto | Sillar | Dintel | Observaciones |
| 01 | 27 | 2.46 | 1.78 | 1.15 | 3.93 | |
| 02 | 2 | 1.62 | 1.15 | 1.78 | 3.93 | |
| 03 | 2 | 1.62 | 1.78 | 1.15 | 3.93 | |
| 04 | 18 | 2.49 | 1.15 | 1.78 | 3.93 | |

MATERIAL
 ** Metálica: angular de 1" X 1/8" + Tee 1" X 1" X 1/8" + angular 3/4" X 1/8" pintadas con dos manos de anticorrosivo y dos manos de pintura de aceite
 ** Vidrio: Transparente de 5mm

| PLANILLA DE PUERTAS MÓDULOS DE CLASES | | | | | |
|---------------------------------------|----|-------|------|--------|---------------------------------------|
| Tipo | U | Ancho | Alto | Dintel | Observaciones |
| 01 | 06 | 1.20 | 2.10 | 2.93 | Lamina diamantada abanillo 180 grados |
| 02 | 1 | 1.00 | 2.10 | 2.93 | Lamina diamantada |

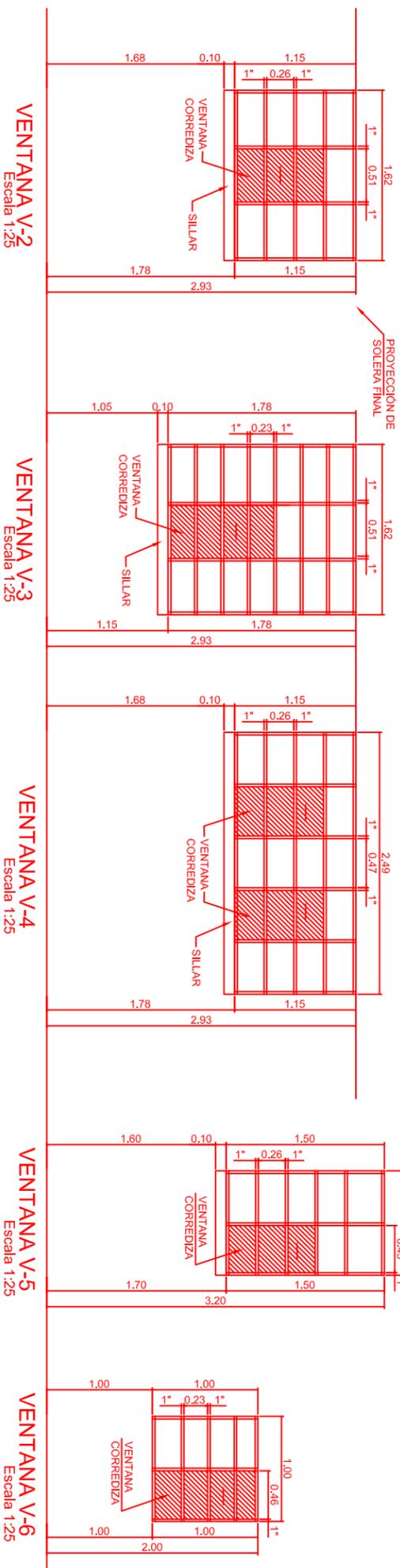
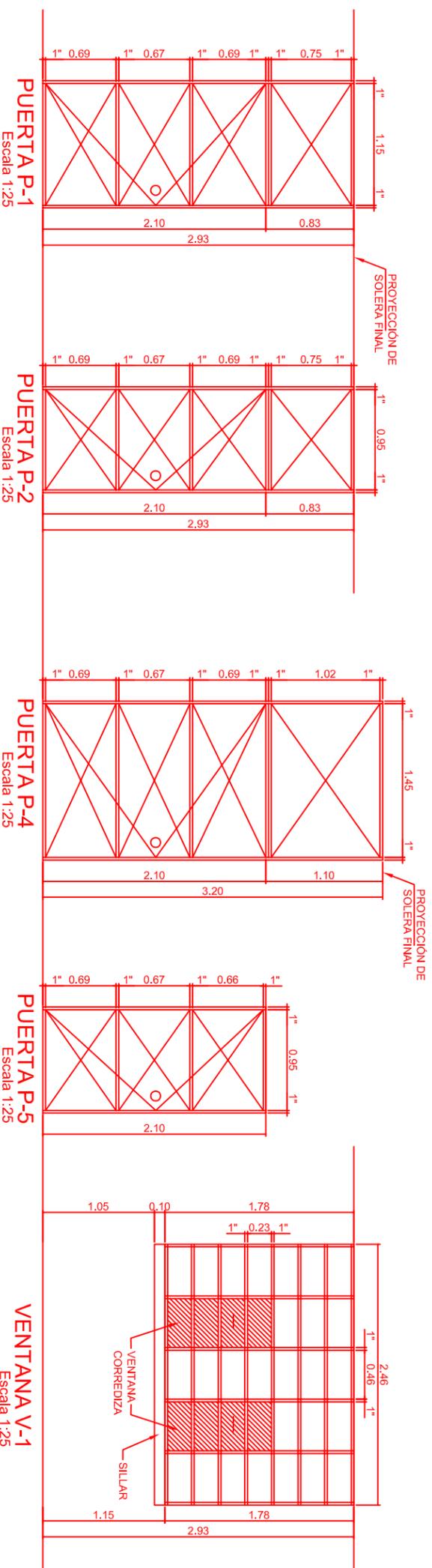
MATERIAL
 ** Metálica: lamina de acero calibre 3/64" pintadas con dos manos de pintura anticorrosiva y dos manos de pintura de manos de pintura de aceite como acabado final
 ** Estructura metálica pintada con dos manos de pintura anticorrosiva y dos manos de pintura de aceite como acabado final

| PLANILLA DE VENTANAS, SALÓN | | | | | | |
|-----------------------------|----|-------|------|--------|--------|---------------|
| Tipo | U | Ancho | Alto | Sillar | Dintel | Observaciones |
| 05 | 30 | 1.00 | 1.50 | 1.70 | 3.20 | |
| 06 | 4 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 2.00 | |

MATERIAL
 ** Metálica: angular de 1" X 1/8" + Tee 1" X 1" X 1/8" + angular 3/4" X 1/8" pintadas con dos manos de anticorrosivo y dos manos de pintura de aceite
 ** Vidrio: Transparente de 5mm

| PLANILLA DE PUERTAS, SALÓN | | | | | |
|----------------------------|---|-------|------|--------|-------------------|
| Tipo | U | Ancho | Alto | Dintel | Observaciones |
| 05 | 1 | 1.00 | 2.10 | 2.10 | Lamina diamantada |
| 03 | 2 | 2.00 | 2.75 | 2.75 | Lamina diamantada |
| 04 | 1 | 1.50 | 2.50 | 3.20 | Lamina diamantada |

MATERIAL
 ** Metálica: lamina de acero calibre 3/64" pintadas con dos manos de pintura anticorrosiva y dos manos de pintura de aceite como acabado final
 ** Estructura metálica pintada con dos manos de pintura anticorrosiva y dos manos de pintura de aceite como acabado final





Universidad de San Carlos de Guatemala
 Facultad de Ingeniería
 Ejercicio Profesional Supervisado

Proyecto: Escuela Normal Bilingüe Chortí Intercultural

Plano de: Planilla de Puertas y Ventanas

Diseño: J. R.

Calculo: J. R.

Dibujar: J. R.

Escala: Indicada

Fecha: Abril de 2004

Propiedad de: Municipalidad de Camotán, Chiquimula

Elaborar: Juan Miguel Ruiz Samayoa

Va. Bo. 1998-12040

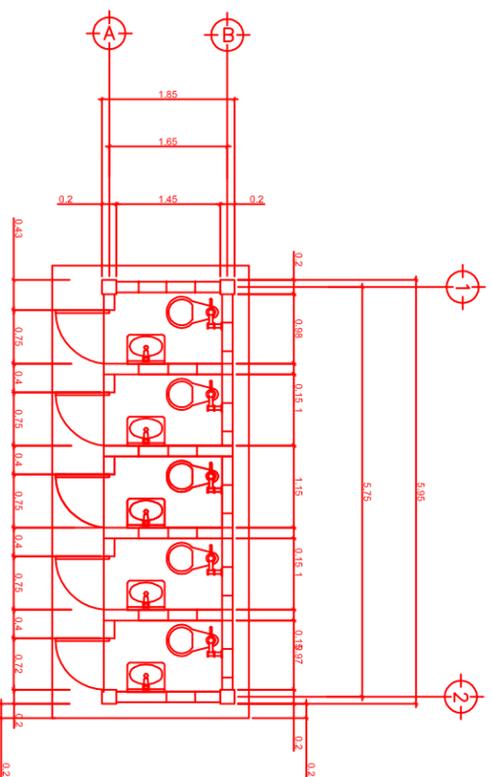
Ing. Manuel Amélguez Alvarado

Caricó: Arque Güena

Asistió: Arque Güena

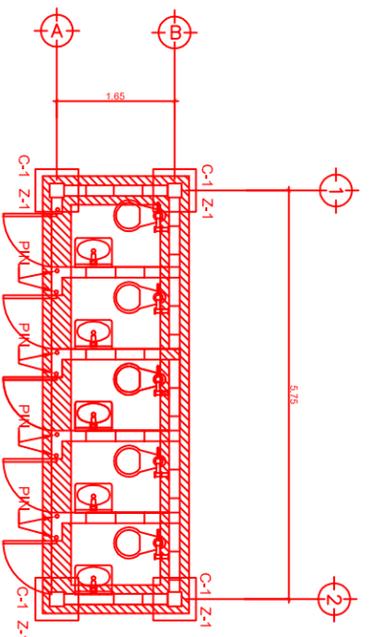
Hoja No. 11 / 12

Figura 22. Sanitarios



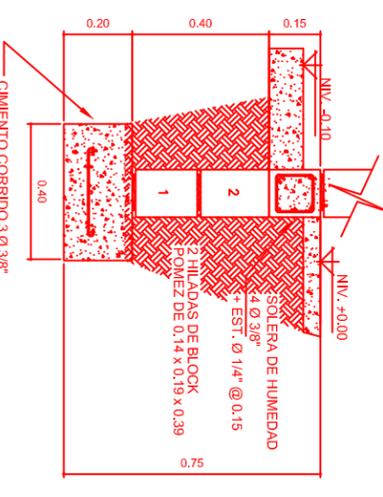
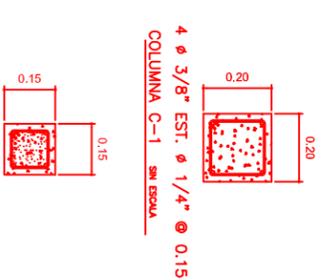
Planta Acotada

Escala 1/50



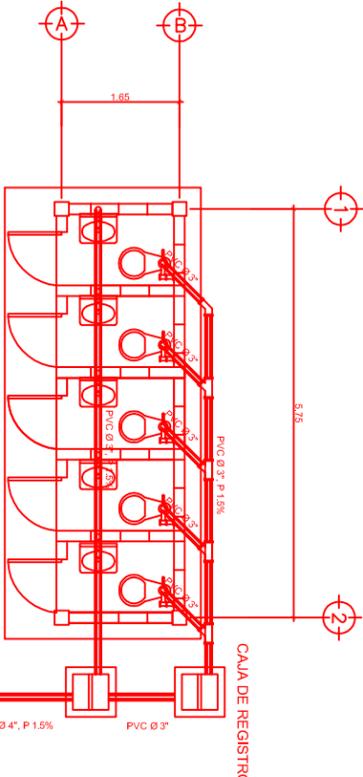
Planta Cimentación

Escala 1/50



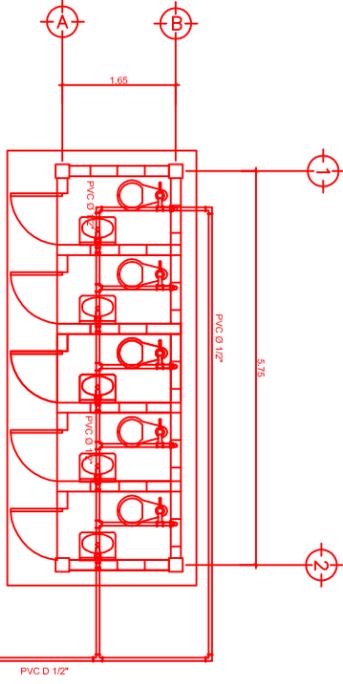
CIMENTADO CORRIDO

SM ESCALA



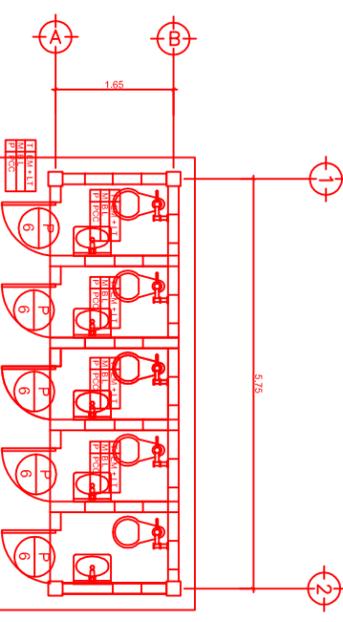
Planta Drenaje

Escala 1/50



Planta Agua Potable

Escala 1/50



Planta De Acabados

Escala 1/50

| PLANILLA DE ACABADOS | |
|----------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> B.L | BLOCK CISADO + LECHADA |
| <input type="checkbox"/> EM + LT | TECHO DE ESTRUCTURA METALICA + LAMINA TROQUELADA |
| <input type="checkbox"/> PCA | PISO DE CONCRETO + ALSADO |
| <input type="checkbox"/> PCC | PISO DE CONCRETO + CERNIDO |

| PLANILLA DE PUERTAS | | | | | |
|---------------------|----|-------|------|--------|-----------------|
| Tipo | U | Ancho | Alto | Dintel | Observaciones |
| | 06 | 5 | 0.75 | 1.50 | Lamina aluminio |

| PLANILLA DE PUERTAS | | | | | |
|---------------------|----|-------|------|--------|-----------------|
| Tipo | U | Ancho | Alto | Dintel | Observaciones |
| | 06 | 5 | 0.75 | 1.50 | Lamina aluminio |



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Ejercicio Profesional Supervisado

| | |
|---------------|--|
| Proveedat: | Escuela Normal Bilingüe Chortí Intercultural |
| Plano de: | Sanitarios |
| Propiedad de: | Municipalidad de Camotán, Chiquimula |
| Calculat: | J. R. |
| Dibujat: | J. R. |
| Episat: | Juan Miguel Ruiz Samayoa |
| Camt: | 1998-12040 |
| Vo. Ba. | |
| Fecha: | 12 de 12 |
| Abdt de 2004 | |