



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

DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE UNA LÍNEA DE IMPULSIÓN Y UN TANQUE ELEVADO PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LOS BARRIOS LAS FLORES, LA PAZ Y CONCORDIA, EN LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN FRANCISCO, PETÉN; Y DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE UN SALÓN COMUNAL EN LA COMUNIDAD DE SAN MARTÍN, LAS FLORES , SAN FRANCISCO , PETÉN.

José Francisco Domínguez Tut

Asesorado por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

Guatemala, julio de 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE UNA LÍNEA DE IMPULSIÓN Y UN TANQUE ELEVADO PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LOS BARRIOS LAS FLORES, LA PAZ Y CONCORDIA, EN LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN FRANCISCO, PETÉN; Y DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE UN SALÓN COMUNAL EN LA COMUNIDAD DE SAN MARTÍN, LAS FLORES, SAN FRANCISCO, PETÉN

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

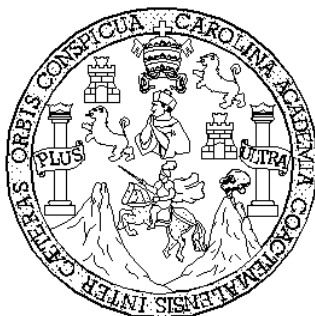
JOSÉ FRANCISCO DOMÍNGUEZ TUT

ASESORADO POR EL ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, JULIO DE 2009

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. José Milton De León Bran
VOCAL V	Br. Isaac Sultán Mejía
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
EXAMINADOR	Inga. Christa del Rosario Classon Rewolt de Pinto
EXAMINADOR	Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE UNA LÍNEA DE IMPULSIÓN Y UN TANQUE ELEVADO PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LOS BARRIOS LAS FLORES, LA PAZ Y CONCORDIA, EN LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN FRANCISCO, PETÉN; Y DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE UN SALÓN COMUNAL EN LA COMUNIDAD DE SAN MARTÍN, LAS FLORES, SAN FRANCISCO, PETÉN,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil con fecha 24 de julio de 2007.

José Francisco Domínguez Tut

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala 30 de abril de 2009.
Ref.EPS.DOC.650.04.09.

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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **José Francisco Domínguez Tut** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **199617115**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE UNA LÍNEA DE IMPULSIÓN Y UN TANQUE ELEVADO PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LOS BARRIOS LAS FLORES, LA PAZ Y CONCORDIA EN LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN FRANCISCO, PETÉN, Y DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE UN SALÓN COMUNAL EN LA COMUNIDAD DE SAN MARTÍN, LAS FLORES, SAN FRANCISCO, PETÉN"**.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Inge. Luis Gregorio Alfaro Veliz
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil
Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado de Guatemala
ASESOR (A) - SUPERVISOR (A) DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

c.c. Archivo
LGAV/ra

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 30 de abril de 2009.
Ref.EPS.D.246.04.09

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

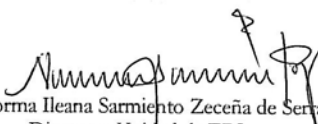
Estimado Ingeniero Samuels Milson.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado "**DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE UNA LÍNEA DE IMPULSIÓN Y UN TANQUE ELEVADO PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LOS BARRIOS LAS FLORES, LA PAZ Y CONCORDIA EN LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN FRANCISCO, PETÉN, Y DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE UN SALÓN COMUNAL EN LA COMUNIDAD DE SAN MARTÍN, LAS FLORES, SAN FRANCISCO, PETÉN**" que fue desarrollado por el estudiante universitario **José Francisco Domínguez Tut**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el **Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz**.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor -Supervisor de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


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

NISZ/ra



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala,
14 de mayo de 2009

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

Estimado Ing. Samuels.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE UNA LÍNEA DE IMPULSIÓN Y UN TANQUE ELEVADO PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LOS BARRIOS LAS FLORES, LA PAZ Y CONCORDIA EN LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN FRANCISCO, PETÉN Y DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE UN SALÓN COMUNAL EN LA COMUNIDAD DE SAN MARTÍN, LAS FLORES, SAN FRANCISCO, PETÉN**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil José Francisco Domínguez Tut, quien contó con la asesoría del Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAR A TODOS

Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa
Revisor por el Departamento de Hidráulica



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/bbdeb.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala,
14 de mayo de 2009

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

Estimado Ing. Samuels.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE UNA LÍNEA DE IMPULSIÓN Y UN TANQUE ELEVADO PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LOS BARRIOS LAS FLORES, LA PAZ Y CONCORDIA EN LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN FRANCISCO, PETÉN Y DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE UN SALÓN COMUNAL EN LA COMUNIDAD DE SAN MARTÍN, LAS FLORES, SAN FRANCISCO, PETÉN**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil José Francisco Domínguez Tut, quien contó con la asesoría del Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

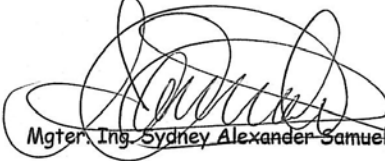
/bbdeb.


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante José Francisco Domínguez Tut, titulado DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE UNA LÍNEA DE IMPULSIÓN Y UN TANQUE ELEVADO PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LOS BARRIOS LAS FLORES, LA PAZ Y CONCORDIA, EN LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN FRANCISCO, PETÉN; Y DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE UN SALÓN COMUNAL EN LA COMUNIDAD DE SAN MARTÍN, LAS FLORES, SAN FRANCISCO, PETÉN, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Mgter. Ing. Sydney Alexander Samuels Milson



Guatemala, julio 2009.

/bbdeb.

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.233.2009

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE UNA LÍNEA DE IMPULSIÓN Y UN TANQUE ELEVADO PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LOS BARRIOS LAS FLORES, LA PAZ Y CONCORDIA, EN LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN FRANCISCO, PETÉN; Y DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE UN SALÓN COMUNAL EN LA COMUNIDAD DE SAN MARTÍN, LAS FLORES, SAN FRANCISCO, PETÉN**, presentado por el estudiante universitario **José Francisco Domínguez Tut**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Inga. Glenda García Soria
DECANA EN FUNCIONES



Guatemala, julio de 2009

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

- Mis padres** José Francisco Domínguez Pérez y Blanca Olivia Tut Méndez por su paciencia y por brindarme su apoyo siempre y por creer en mí.
- Mis hermanos** Jorge Luis Domínguez, Zulma Yadira Domínguez, Maribel Nance, Areli Maldonado, Lizandra Guerra y Melhem Guerra con mucho cariño.
- Mi familia en general** Por el apoyo que en algún momento me brindó.
- Mis amigos y compañeros de estudio.** Gracias por su amistad y su apoyo.

AGRADECIMIENTOS A:

- Dios** Por sus bendiciones y por permitirme alcanzar un sueño.
- La Universidad de San Carlos de Guatemala** Casa de estudios que me brindó la oportunidad de superarme en la vida.
- La Facultad de Ingeniería** Por la adquisición de tan importantes conocimientos que me servirán en mi carrera.
- La Municipalidad de San Francisco Petén.** Por la oportunidad y apoyo que me brindó en la realización del E.P.S.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XI
OBJETIVOS	XIII
INTRODUCCIÓN	XV

1. MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO PETÉN.

1.1. Aspectos monográficos	1
1.1.1 Investigación preliminar	1
1.1.2 Características de la población	2
1.1.2.1 Localización y ubicación	2
1.1.2.2 Vías de acceso	4
1.1.2.3 Aspectos climatológicos	4
1.1.2.4 Aspectos topográficos	4
1.1.2.5 Aspectos demográficos	5
1.1.2.6 Población	5
1.1.2.7 Servicio público	7
1.1.2.8 Autoridades	9
1.1.3 Actividades económicas	9
1.1.3.1 Producción	9
1.1.3.2 Técnicas de producción	13

1.1.4 Infraestructura social	14
1.1.4.1 Salud	14
1.1.4.2 Educación	15
1.2 Justificación de la obra	19

2. DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

2.1. Estudio topográfico	21
2.2. Estudio de suelo	21
2.3. Bases de diseño	22
2.3.1 Población futura	22
2.3.2 Dotación	24
2.3.3 Calidad del agua	25
2.3.4 Caudal del pozo	27
2.3.5 Niveles del pozo	27
2.3.6 Factor de hora máximo	27
2.3.7 Factor de día máximo	28
2.3.8 Tubería a utilizar	28
2.3.9 Longitud de diseño	28
2.3.10 Capacidad de diseño	28
2.3.10.1 Tanque de distribución de estructura metálica	30
2.3.10.1.1 Diseño de tanque metálico	30
2.3.10.1.2 Diseño de estructura	32
2.3.10.1.3 Diseño de cimiento	40
2.3.10.2 Especificaciones del diseño	47
2.4 Cálculo hidráulico de la línea de impulsión	49
2.4.1 Cálculo de golpe de ariete	51
2.5 Diseño de equipo de bombeo	52

2.6 Especificaciones de equipo de bombeo	53
2.7 Desinfección	53
2.8 Programa de operación y mantenimiento	54
2.8.1 Propuesta de tarifa	57
2.9 Presupuesto	61
2.9.1 Integración de costos	67
2.9.2 Cronograma de ejecución	68
2.10 Evaluación de impacto ambiental	68
2.10.1 En operación	73
2.10.2 En construcción	74
2.11 Evaluación socio-económica	75
2.11.1 Valor presente neto	75
2.11.2 Tasa interna de retorno	77

3. DISEÑO DEL SALÓN MULTIUSOS

3.1 Estudio topográfico	79
3.2 Diseño del salón comunal	79
3.2.1 Diseño arquitectónico	79
3.2.1.1 Ubicación del edificio	80
3.2.1.2 Dimensionamiento	80
3.2.1.3 Altura del edificio	81
3.2.1.4 Sistema estructural a utilizar	81
3.2.2 Criterios de diseño	81
3.2.3 Diseño de estructura del techo	82
3.2.3.1 Diseño de costaneras	85
3.2.3.2 Diseño de armadura de madera	91
3.2.3.3 Diseño de los miembros de la armadura de madera	98
3.3 Diseño de columnas	103

3.4 Diseño de cimentación	112
3.5 Presupuesto	119
CONCLUSIONES	131
RECOMENDACIONES	133
BIBLIOGRAFÍA	135
APÉNDICE A	137
APÉNDICE B	139
ANEXO	141

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figuras

1. Ubicación de San Francisco Petén	3
2. Cantidad de viviendas y familias por comunidad	6
3. Distribución de población alfabeta por sexo y comunidad	18
4. Distribución de población analfabeta por sexo y comunidad	18
5. Diagrama para encontrar el ángulo de la pendiente	84
6. Área tributaria en los nudos de la cuerda superior	94
7. Distribución de cargas en los nudos de la cuerda superior	94
8. Detalle de anclajes en la armadura	102
9. Detalle de zapata	111
10. Corte simple	114
11. Corte punzonante	115
12. Cronograma del salón comunal	131

Tablas

I. Población	
II. Distribución de la población indígena y no indígena	5
III. Distribución de la población por grupos etarios y aéreas	7
IV. Distribución porcentual de viviendas con servicios básicos	8
V. Actividades económicas del municipio	10
VI. Establecimientos comerciales del municipio	11
VII. Producción pecuaria del municipio	12
VIII. Producción agrícola del municipio	12
IX. Establecimientos de salud en el municipio	14

X.	Distribución de la población alfabetada por sexo y comunidad	16
XI.	Distribución de población alfabetada por área y sexo	17
XII.	Índice de población analfabeta por área y sexo	17
XIII.	Impactos ambientales negativos durante la ejecución	73
XIV.	Impactos ambientales negativos durante la operación	74
XV.	Valores para Guatemala de registros de vientos	92
XVI.	Fuerzas internas en la armadura	96
XVII.	Esfuerzos básicos para maderas guatemaltecas	99

LISTA DE SÍMBOLOS

ACI	Instituto Americano del Concreto
Dot	Dotación
FHM	Factor de hora máximo
FDM	Factor de día máximo
Hf	Pérdida de carga por fricción
C	Coefficiente de la tubería PVC = 150
CM	Carga muerta
CV	Carga viva
As	Área o cuantía de acero
Asmáx	Área o cuantía de acero máxima
Asmín	Área o cuantía de acero mínima
Smáx	Espaciamiento máximo de la cuantía de acero
A	Área
d	Peralte efectivo de un elemento
f_c	Esfuerzo de fluencia del concreto
f_y	Esfuerzo de fluencia del acero
h	Altura total
kg/m²	Kilogramos sobre metro cuadrado
lb/pie²	Libras sobre pie cuadrado
m³/seg	Metros cúbicos por segundo
PSI	Libras sobre pulgada cuadrada
PU	Precio unitario
plg	Pulgada
q	Carga admisible del suelo
t	Peralte total de un elemento

t	Toneladas
t/m²	Toneladas sobre metro cuadrado
W	Carga
@	Indica "a cada"
Ø	Diámetro
Vs	Valor soporte del suelo
V	Velocidad del viento
msnm	Metros sobre el nivel del mar

GLOSARIO

Aforo	Medición del caudal.
Agua potable	Agua sanitariamente segura y agradable a los sentidos del ser humano.
Caudal	Volumen de agua que lleva una corriente por unidad de tiempo.
Cimiento	Elemento estructural que transmite las cargas de una superestructura, directamente al suelo.
Conducción	Infraestructura utilizada para conducir el agua desde la fuente al tanque de distribución.
Cota piezométrica	Altura de presión de agua que se tiene en un punto dado del sistema.
Esfuerzo	Es la fuerza aplicada por unidad de área, que soporta el material.
Especificaciones	Son las disposiciones especiales o cualquier otro documento que se emita antes o durante la construcción de un proyecto.

Impacto ambiental	Conjunto de posibles efectos negativos y/o positivos sobre el medio ambiente, debido a una modificación del entorno natural, como consecuencia de la ejecución de una obra u otra actividad.
Infraestructura	Es toda construcción cuyos elementos se mantienen en reposo y equilibrio, permitiendo el desarrollo de una actividad.
Mampostería	Es un sistema constructivo que se basa en elementos que van unidos entre sí, por medio de una mezcla conocida como mortero, para soportar cargas que se le apliquen.
Precipitación	Son todas las aguas meteóricas que caen a la superficie de la tierra, en forma líquida o sólida.
Presión	Fuerza normal ejercida por un cuerpo sobre otro, por unidad de superficie.

RESUMEN

Los pobladores de los barrios Las Flores, La Paz y Concordia, en la cabecera municipal de San Francisco, Petén, se aquejan en cuanto a la falta del líquido vital se refiere, debido al colapso del sistema de agua actual, ya que este cumplió con su vida útil, es triste ver a los pobladores de dichos barrios, no contar con un servicio de agua potable capaz de satisfacer sus necesidades diarias.

Por otra parte, la falta de instalaciones para la realización de actividades socio-culturales obliga a los pobladores de la comunidad de San Martín, Las Flores, San Francisco, Petén a utilizar el edificio escolar.

En el presente trabajo de graduación se diseñó una línea de impulsión y un tanque elevado para mejorar abastecimiento de agua potable, y con esto se resolverá los problemas que se ocasionan, por no contar con un servicio de agua potable para el consumo humano en los barrios mencionados anteriormente, además se diseñó un salón comunal, con el fin de solucionar una serie de problemas que se origina por la falta de dicha infraestructura en la comunidad de San Martín, Las Flores, San Francisco, Petén.

Los problemas y soluciones de los mismos se identificaron con investigaciones, dialogo con COCODES y autoridades municipales; y visitas a los lugares afectados.

A continuación se presentan las bases, teorías y planteamientos de los diseños que se realizaron en la cabecera municipal de San Francisco, Petén y en la comunidad de San Martín, Las Flores, San Francisco, Peten.

OBJETIVOS

General.

Diseñar una línea de impulsión y un tanque elevado para el abastecimiento de agua potable para los barrios Las Flores, La Paz y Concordia, en la cabecera municipal de San Francisco y un Salón Comunal para la Comunidad de San Martín, Las Flores, municipio de San Francisco, departamento de Petén.

Específicos:

1. Determinar la tarifa mensual necesaria para un eficaz funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua potable, como también mejorar su accesibilidad.
2. Determinar el impacto ambiental y las medidas de mitigación que deben ser aplicadas al momento de ejecutar dichos proyectos.
3. Desarrollar una investigación monográfica en el municipio de San Francisco, Petén.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de graduación es el resultado de la labor realizada dentro del programa del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en la municipalidad de San Francisco del departamento de Petén, dentro de las actividades desarrolladas, se encuentra la investigación monográfica y el análisis de las necesidades de servicios básicos. Una vez determinados los problemas y necesidades comunales, se logró establecer el orden de prioridad de cada uno de dichos problemas y sus posibles soluciones.

El primer problema a solucionar es la mejora en el servicio de agua potable en la cabecera municipal de San Francisco, planteando para el efecto, el proyecto de diseño de una línea de impulsión y un tanque elevado para mejorar el abastecimiento de agua potable, el cual consiste en la utilización de un pozo mecánico que proporciona un caudal de 75 galones por minuto, con lo cual, se logrará dotar a los barrios mencionados con el agua suficiente para satisfacer sus necesidades del diario vivir.

El segundo problema a resolver consistió en la carencia de infraestructura apropiada para realizar actividades sociales y culturales en la comunidad de San Martín, Las Flores, por lo que, con participación de las autoridades locales e instituciones de apoyo, se planificó, como segundo proyecto, el diseño del Salón Comunal para dicha comunidad.

Es importante señalar que, tanto para el diseño de la línea de impulsión y del tanque elevado para el abastecimiento de agua potable como para el diseño del Salón Comunal, se utilizaron normas aceptadas y utilizadas en el

medio nacional. Al final, serán adjuntados, los planos y presupuestos de cada uno de los proyectos.

1. MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO PETÉN

1.1 Aspectos monográficos

1.1.1 Investigación preliminar

El municipio de San Francisco, se encuentra ubicado al sur del departamento de Petén y a una distancia de 18 kilómetros de la cabecera departamental. En la investigación realizada, para efectos del presente trabajo de graduación, se logró determinar que uno de los problemas prioritarios en este municipio es la escasez de agua potable que sufre la población. En este trabajo se describe el procedimiento necesario para diseñar el tanque elevado para el abastecimiento de agua potable, en el cual se incluye el diseño de la bomba, la línea de impulsión, utilizando tubería P.V.C., tomando en cuenta las normas del INFOM y de la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR).

Asimismo, se detectó que otro de los problemas, de mucha necesidad y de gran prioridad para la comunidad de San Martín, Las Flores, San Francisco es la falta de infraestructura para celebrar reuniones sociales y culturales, por lo tanto, se plantea una solución al respecto.

Todos los datos obtenidos como respuesta a la investigación anterior, fueron aportados por la Oficina Municipal de Planificación (OMP) de dicho municipio.

1.1.2 Características de la población

1.1.2.1 Localización y ubicación.

El Municipio de San Francisco es el segundo municipio de menor extensión en el departamento del Petén, cuyos límites fueron consensuados con los municipios de La Libertad, San Benito, Flores, Santa Ana, Dolores y Sayaxché. Se localiza al sur del departamento de Petén y al norte de Guatemala, se encuentra localizado a una distancia de 18 kilómetros de la Cabecera Departamental, colinda al norte con el municipio de San Benito y Flores. Al este con el municipio de Santa Ana. Al sur con el municipio de Sayaxché, y al oeste con el municipio de La Libertad. La Comunidad de San Martín, Las Flores está localizada a inmediaciones de la ruta que conduce hacia el municipio de San Francisco a una distancia de 28 kilómetros y a 46 kilómetros de la Cabecera Departamental. Al norte colinda con la Comunidad de San Valentín, Las Flores, al este con las parcelas de los señores Tomás Pérez, Gilberto Díaz, Miguel Román y con el Municipio de San Francisco, al sur con la Comunidad de La Nueva Guatemala, al oeste con Sayaxché.

El Municipio de San Francisco tiene una extensión territorial de 502.2 kilómetros cuadrados y cuenta con un total de 6,808 habitantes, según datos del Censo Nacional del 2002. La distancia que existe entre el Municipio de San Francisco y la ciudad de Guatemala es de 495 kilómetros. Su ubicación es latitud 16°47'00" Norte y longitud 89°56'10" de longitud occidental del Meridiano de Greenwich, con una altura de 220 metros sobre el nivel del mar (MSNM). En este municipio se localiza la Comunidad de San Martín, Las Flores.

La Comunidad de San Martín cuenta con una extensión territorial de 454,917.65 metros cuadrados, está ubicada a inmediaciones de la carretera que conduce hacia la cabecera municipal del municipio de San Francisco, se encuentra a aproximadamente 224 metros sobre el nivel del mar (MSNM) y las coordenadas geodésicas son: latitud $16^{\circ}50'37''$ y longitud $90^{\circ}03'45''$.

Figura 1. Ubicación del municipio de San Francisco



1.1.2.2 Vías de acceso

La Comunidad de San Martín cuenta con una vía de acceso, la cual consiste en una carretera de terracería, la cual es transitable toda la época del año. Desde la cabecera departamental hacia la comunidad se puede llegar a través de la carretera asfaltada RD-13 a la altura del kilómetro 590.8, pasando por el municipio de San Francisco.

1.1.2.3 Aspectos climatológicos

La estación meteorológica del INSIVUMEH en el departamento del Petén, ubicada en la ciudad de Flores proporcionó los datos que se presentan a continuación.

El clima del municipio de San Francisco se clasifica como un clima de del tipo cálido con una temperatura media anual de 25.7 grados centígrados, presenta una precipitación media anual de 1,344 mm con mayor concentración en los meses de julio a octubre.

1.1.2.4 Aspectos topográficos

El terreno sobre el cual se encuentra localizado el municipio de San Francisco es básicamente plano con diferencias de nivel no mayores a los 7 metros entre las casas bajas y las altas.

1.1.2.5 Aspectos demográficos

1.1.2.6. Población

Según los datos del Censo socio-demográfico del municipio de San Francisco Petén, en el mes de noviembre del año 2001, la cantidad total de habitantes del municipio de San Francisco es de 6,808, el 39.8% se ubica en el área urbana y el 60.2% en el área rural. Su representación gráfica es la siguiente:

Tabla I. Población

Área	Hombre	%	Mujer	%	Total
Urbana	1351	49.8%	1362	50.2%	2713
Rural	2158	52.7%	1937	47.3%	4095
Total	3509	51.5	3299	48.5	6808

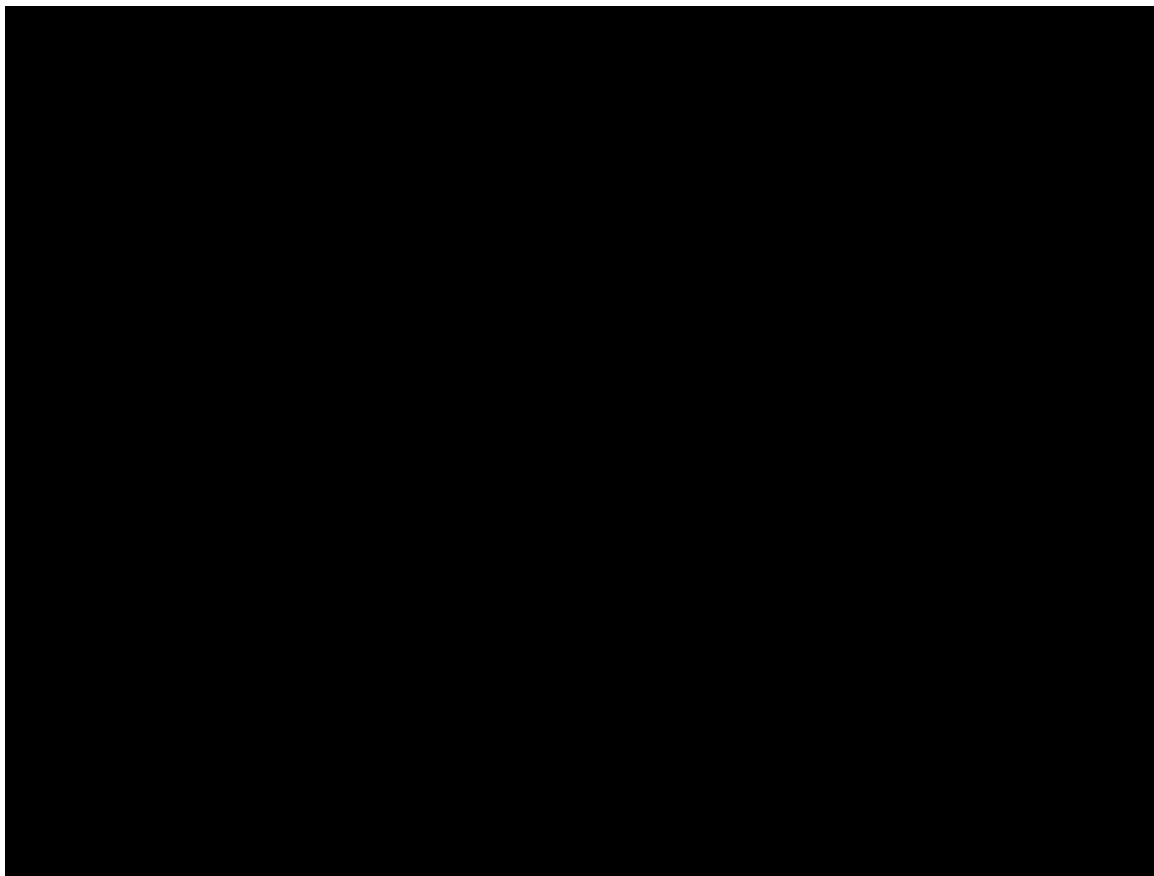
Tabla II. Distribución de la población indígena y no indígena por sexo y área

Sexo	Indígena		No indígena		TOTAL	
	No.	%	No.	%	No.	%
Total Municipal	1572	23.1	5236	76.9	6808	100
Hombres	826	12.1	2683	39.4	3509	51.5
Mujeres	746	11.0	2553	37.5	3299	48.5
Área urbana	110	1.6	2603	38.2	2713	39.9
Hombres	69	1.0	1282	18.8	1351	19.8
Mujeres	41	0.6	1321	19.4	1362	20.0

Con datos obtenidos, del censo socio-demográfico de áreas urbanas y rurales del municipio de San Francisco Petén, el cual se llevó a cabo en noviembre del 2001, se pudo determinar que la cabecera municipal de San Francisco se

compone de 532 viviendas para un número de 619 familias y la comunidad de San Martín, que se compone de 61 viviendas y 63 familias.

Figura 2. Cantidad de viviendas y familias por comunidad



Del total de la población, el 76.90% se considera no indígena y el 23.1% indígena con predominio de la etnia ke'qchi, la cual se distribuye en la siguientes comunidades Santa Teresa, Nuevo San Francisco, San José Pinares, Eben Ezer y El Zapotal.

De la población indígena el 93.0% vive en el área rural y el 7% vive en el área urbana, la población no indígena se distribuye de una forma equitativa en el

área rural (San Valentín, San Martín y San Juan de Dios) y el área urbana, siendo el 50.2% y 49.8% respectivamente.

Tabla III. Distribución de la población por grupos etarios y área

Grupo Etario	Ámbito Urbano		Ámbito Rural		Total	
	No.	%	No.	%	No	%
De 0 a 4 años	376	13.8	754	18.4	1130	16.5
De 5 a 9 años	377	13.8	668	16.3	1045	15.2
De 10 a 19 años	645	23.7	1035	25.2	1680	24.3
De 20 a 29 años	418	15.7	617	15.0	1035	15.2
De 30 a 39 años	322	11.8	402	10.0	724	10.8
De 40 a 49 años	219	8.0	294	7.0	513	8.0
De 50 a 59 años	175	6.6	186	4.8	361	5.3
De 60 años	181	6.6	139	3.3	320	4.7
Total	2713	100	4095	100.0	6808	100.0

La pirámide demográfica del Municipio de San Francisco está conformada por población joven. El 16.5% son niños menores de cinco años; el 39.5% de 5 a 19 años, el 26% de 20 a 39 años; y el 18.0% de 40 a mayores de 60 años.

1.1.2.7 Servicios públicos

El acceso a los servicios básicos en el municipio de San Francisco se presentan de la siguiente manera; de un total de 1,365 viviendas, el 78.7% tienen acceso a agua entubada, 75.1% tiene acceso a letrinas; 61.3% a energía eléctrica; El 15.4% a drenajes y el 1.4% a línea telefónica. Es importante enfatizar que el peso porcentual de los datos sobre el acceso a los servicios básicos está dado en su mayoría por el aporte de cuatro comunidades (San Francisco, San Juan de Dios, Santa Cruz y San Valentín).

De las 11 comunidades en el municipio, actualmente 7 tienen acceso a agua entubada y una (La Nueva Guatemala) con sistema de llena cantaros. En mayo del 2002 se termino la ejecución del proyecto de introducción de agua a través de sistema de llena cantaros en dos comunidades más, San Martín, Santa Teresa. La cabecera municipal es la que presenta mayor accesibilidad a los servicios básicos. El sistema de drenajes esta ausente en un 91.0% de las comunidades no hay sistema de drenajes. En la aldea de San Juan de Dios se ejecutó el proyecto del sistema de alcantarillado, el cual se finalizó en octubre del 2002. El 45.4% de las comunidades cuentan con letrinas de pozo ciego; energía eléctrica solamente es accesible al 36.4% de comunidades.

Tabla IV. Distribución porcentual de viviendas con servicios básicos, por comunidad

Comunidad	Agua %	Drenajes %	Letrinas %	Energía Eléctrica %	Teléfono
San Francisco	97.5	40.6	97.2	87.2	2.4
San Juan de Dios	95.2	0.0	95.6	79.1	1.7
Santa Cruz	74.5	0.0	74.5	49.0	0.0
Eben Ezer	100.0	0.0	100.0	0.0	0.0
San José Pinares	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nuevo San Francisco	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0
San Valentín las Flores	96.0	0.0	0.0	82.7	1.0
Santa Teresa	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
San Martín	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Zapotál	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nueva Guatemala	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0

1.1.2.8 Autoridades

El municipio de San Francisco se rige por medio de una corporación municipal, la cual está conformada por un alcalde quien es la máxima autoridad, dos síndicos y cuatro concejales electos por medio de sufragio popular.

A demás existen los comités comunitarios de desarrollo conocidos como (COCODES) los cuales están conformados por un presidente; éste funge como un alcalde auxiliar, un vicepresidente, un secretario y finalmente un tesorero; estas personas velan por las problemáticas y el desarrollo en las comunidades y son intermediarios entre las comunidades y la municipalidad.

1.1.2 Actividades económicas

1.1.3.1 Producción

La principal fuente de ingresos económicos en el municipio de San Francisco, consiste en las actividades en siembra y cosecha de productos agrícolas, la extracción de leña para comercio, jornaleros, pequeños comerciantes, empleados públicos y producción ganadera a pequeña escala.

El ingreso per cápita por la población urbana del municipio es de aproximadamente Q1, 216.60 mensuales, correspondiendo a un ingreso per cápita anual de US \$1,824.00. El ingreso per cápita de la población rural del municipio es de Q400.00 mensual, correspondiendo a un ingreso per cápita anual de US \$ 600.00.

Tabla V. Actividades económicas del municipio

FAMILIAS POR COMUNIDAD.						
	Agricultura	Artesanía	Servicios*	Pecuaria	Comercio	Otros**
San Francisco	116	1	25	12	47	331
San Juan de Dios	139	1	2	10	21	58
Santa Cruz	40	0	0	0	0	0
Eben Ezer	34	0	0	1	0	0
San José Pinares	34	0	0	0	0	0
Nuevo San Francisco	100	0	0	0	1	0
San Valentín las Flores	200	0	0	5	14	0
Santa Teresa	21	0	0	21	0	0
San Martín	65	0	0	0	4	0
Laguna Zapotal	44	0	0	44	44	0
Nueva Guatemala	135	0	0	88	0	0
Total	928	2	27	181	131	389

Las actividades económicas y productivas a las que se dedican las familias del municipio de San Francisco, son las siguientes:

- a. 62.8% a la agricultura.
- b. 26.3% son leñateros y jornaleros.
- c. 12.2% actividades pecuarias.
- d. 8.9% al comercio.
- e. 1.8% a la prestación de servicios como carpintería, fontaneros, pintores, albañiles y tortillerías.
- f. 0.1% a la artesanía.

Tabla VI. Establecimientos comerciales del municipio

Rubro	Cabecera Municipal	Comunidades Rurales	Total
Tiendas	25	32	57
Cantinas	10	10	20
Sastres y modistas	10	6	16
Carpinterías	10	3	13
Servicios telefónicos (Comunitarios)	5	6	11
Comedores,	3	1	4
Empresas transportistas	2	1	3
Farmacias	3	0	3
Talleres de mecánica	3	0	3
Barberías	2	0	2
Panaderías	2	0	2
Establecimientos Educativos privados	2	0	2
Zapaterías	2	0	2
Ferreterías	1	0	1
Servicios de TV cable	1	0	1
Venta de materiales de construcción	1	0	1

En el municipio, las cinco actividades empresariales principales son tiendas en donde se venden artículos de primera necesidad, cantinas, sastres, modistas y servicios telefónicos.

Tabla VII. Producción pecuaria del municipio

Tipo de producción animal	Número de cabezas
Bovino	1809
Equino	580
Porcino	1350
Avícola	10205

Tabla VIII. Producción agrícola del municipio

	PRODUCCIÓN PARA COMERCIALIZACIÓN (qq)					PRODUCCIÓN PARA CONSUMO (qq)	
	MAIZ	FRIJOL	PEPITORIA	MANI	ARROZ	MAIZ	FRIJOL
San Francisco	3,096	945	1,200	-----	-----	7,224	405
San Juan de Dios	8,453	900	-----	-----	-----	3,622	-----
Santa Cruz	3,000	-----	-----	-----	-----	900	-----
Eben Ezer	1915	-----	-----	-----	-----	262	-----
San José Pinares	468	-----	-----	-----	-----	383	-----
Nuevo San Francisco	383	-----	-----	-----	-----	383	-----
San Valentín las Flores	4,523	216	312	-----	247	4522	72
Santa Teresa	2052	-----	741	-----	60	1368	33
San Martín	2,000	-----	240	-----	-----	800	-----
Zapotál	2,304	-----	168	-----	-----	256	-----
Nueva Guatemala	3,000	330	1,800	50	350	2,000	270
Total	31,224	2,391	4,461	50	657	21,720	747

Se puede observar que el maíz y el frijol son los granos básicos con mayor producción, tanto para el comercio como para el consumo local de la población. Durante el año 2001, el municipio produjo un total de 52,994 quintales de maíz, de los cuales el 59% fue designado para la comercialización y el 41% restante fue para el consumo local.

De frijol se produjeron un total de 3,138 quintales, de los cuales se comercializaron el 72.6%. Otros productos agrícolas involucrados en la comercialización son pepitoria, manía y arroz.

1.1.3.2 Técnicas de producción

Las técnicas de producción utilizadas por los pobladores del municipio de San Francisco, Petén son las siguientes, debido a que la mayor parte de su producción es de tipo agrícola, el cual se procede con destronque, chapeo y limpia del área a utilizar y posteriormente la quema de toda la capa vegetal. Con el área quemada se espera aproximadamente unos 15 días para sembrar maíz, frijoles etc. Seguida de una fumigación de cuatro semanas aproximadamente y luego se procede a cosechar los granos.

En otras ocasiones solo se destronca y chapea el área y se siembra pasto, ya que esta solo será únicamente para la crianza de ganado.

1.1.4 Infraestructura social

1.1.413. Salud

En el municipio hay cinco unidades mínimas de salud. El estado de las mismas se clasifica como malo, ya que se encuentran situados en ambientes inadecuados, carecen de equipo mínimo, no son atendidas por los promotores o comadronas y los mismos cuentan ocasionalmente con algunos medicamentos que no satisfacen las demandas en salud.

En todo el municipio hay un Centro de Salud que es atendido por una enfermera auxiliar, que presta los servicios de atención curativa como consulta externa y vacunación. El suministro de medicamentos se realiza trimestralmente, sin embargo; al igual que las unidades mínimas la cantidad es

insuficiente para las demandas de la población. Cuenta con equipo de cirugía menor, atención de hipodermia y a la cadena de frío.

En la cabecera municipal reside un médico del lugar que ofrece su servicio por demanda en su casa, especialmente en horas de la noche y los fines de semana.

Para la atención médica especializada en el municipio; el Centro de Salud cuenta con los servicios de un médico cubano que presta los servicios ambulatorios principalmente a la población rural cuya permanencia es de dos años. La labor que realiza es de atención curativa, preventiva y epidemiológica, apoyando a la enfermera auxiliar, promotores y comadronas. En el puesto de salud hay una enfermera auxiliar que presta los servicios de manera permanente da consultas por demanda y vacunación, especialmente jornadas. Un puesto de salud tiene capacidad de atender a un máximo de 4,000 habitantes.

En el municipio hay 38 promotores en salud y 33 comadronas, que fueron capacitados y equipados por ASECSA y Concem América. La relación de habitantes por promotores es de 179/1 y de comadronas es de 206/1.

Tabla IX. Establecimientos de salud en el municipio.

Tipo de establecimiento	Número	Ubicación	Estado
Unidad Mínima de Salud	5	San Juan de Dios, Eben Ezer Nuevo San Francisco, San Valentín, Nueva Guatemala	Malo
Puestos de Salud	1	Cabecera Municipal	Malo
Clínicas privada	1	Cabecera Municipal	Regular

Las causas más frecuentes de morbilidad general en los últimos cinco años son las siguientes enfermedades: Infecciones Respiratoria Agudas (I.R.A.), Anemia, Artralgia, Diarrea; Dermatomicosis e Infección Urinaria.

Según los registros obtenidos, las causas más comunes de mortalidad en los habitantes de San Francisco, durante los últimos cinco años son las siguientes; Cáncer, Infarto Miocardio, Fiebre de origen desconocida, Bronconeumonía, Infección intestinal y otras causas. Con respecto a la población infantil menor de 5 años de edad, generalmente, fallecen por enfermedades, tales como: Bronconeumonía, Infección Intestinal, Trauma craneal y Sepsis neonatal.

1.1.4.2 Educación

En el municipio hay un total de 29 establecimientos educativos, de los cuales el 62% es financiado por el Ministerio de Educación (Mineduc); el 17.2% por PRONADE; 13.8% por la municipalidad y el 6.9% por establecimientos privados. El 100% de las comunidades tienen al menos un servicio educativo siendo la cabecera municipal la que agrupa mayor número de establecimientos con un 27.5% del total de escuelas.

Del total de establecimientos educativos el 34.5% presta educación preprimaria en 9 comunidades, todas las comunidades cuentan con educación primaria, siendo un 45% de los establecimientos que imparten este nivel de educación, el nivel básico está solo en tres comunidades, siendo el 10% de los establecimientos con este nivel, el 10.3% de los establecimientos imparten diversificado el cual solo es accesible en la cabecera municipal; un 3.4% en el Instituto Guatemalteco de educación Radiofónica.

Del total de la población estudiantil el 52.3% está conformado por el sexo masculino y el 47.7% está conformado por el sexo femenino. Las

comunidades con mayor número de estudiantes son: San Francisco (cabera municipal), San Juan de Dios, San Valentín y la Nueva Guatemala. PRONADE atiende los niveles de pre-primaria y primaria con 5 establecimientos en 3 comunidades (San José Pinares, Nuevo San Francisco, Santa Teresa) atendiendo a un 9.5% de la población estudiantil activa.

El 38% de los establecimientos escolares no cuenta con la infraestructura física adecuada para las actividades de educación formal. Del 62% de establecimientos que cuentan con infraestructura, el 33.3%(6 establecimientos) cuentan con todas las condiciones para su funcionamiento y el 66.7% solamente cuenta con dos aulas de estudio. El 48.3% de los establecimientos carecen de mobiliario para su funcionamiento.

Tabla X. Distribución de la población alfabetada por sexo y comunidad

Nombre	Alfabetada Hombres	%	Alfabetada Mujeres	%	Total	%
San Francisco Petén.	974	51.0	938	49.0	1912	50.1
San Juan de Dios	387	55.5	310	44.5	697	18.2
Santa Cruz	50	60.3	33	39.7	83	2.1
Eben Ezer	29	66.0	15	34.0	44	1.1
San José Pinares	47	67.0	23	33.0	70	1.9
Semokooch, Nuevo San Francisco.	32	62.7	19	37.3	51	1.3
San Valentín la Flores.	265	55.0	216	45.0	481	12.6
San Martín	78	59.5	53	40.5	131	3.4
Santa Teresa	18	56.0	14	44.0	32	0.8
Nueva Guatemala	155	56.7	118	43.3	273	7.1
Laguna El Zapotal	28	71.8	11	28.2	39	1.0
	2,063		1,750		3,813	82.3

Las comunidades donde más se concentra la población alfabetada son: San Francisco (50.1%), San Juan de Dios (18.2%) y San Valentín (12.6%).

Tabla XI. Distribución de la población alfabetada por área y sexo

	ALFABETA	%
Total Municipal	3,813	100.0
Hombres	2,063	54.1
Mujeres	1,750	45.9
Ámbito urbano	1,912	100.0
Hombres	974	50.9
Mujeres	938	49.1
Ámbito rural	1,901	100.0
Hombres	1,089	57.3
Mujeres	812	42.7

La distribución de la población alfabetada entre el área urbana y rural no muestra diferencias significativas. Con relación a la distribución de alfabetados por sexo la diferencia porcentual entre hombres y mujeres es mínima, siendo de un 54.1% y un 45.9% respectivamente.

Tabla XII. Índice de población analfabeta por área y sexo

	ANALFABETA	%
Total Municipal	1,435	100
Hombres	663	54.10
Mujeres	772	45.90
Ámbito urbano	273	100
Hombres	124	50.94
Mujeres	149	49.06
Ámbito rural	1,162	100
Hombres	539	57.29
Mujeres	623	42.71

El 27.3% del total de la población es analfabeta. Su distribución entre área urbana y área rural muestra diferencias significativas. Así el 81.0% se ubica en el área rural y 19.0% en el área urbana. Con relación a la distribución de analfabetos por sexo, el porcentaje es mayor entre mujeres con 53.8% y para hombres 46.2%.

Figura 3. Distribución de población alfabeta por sexo y comunidad

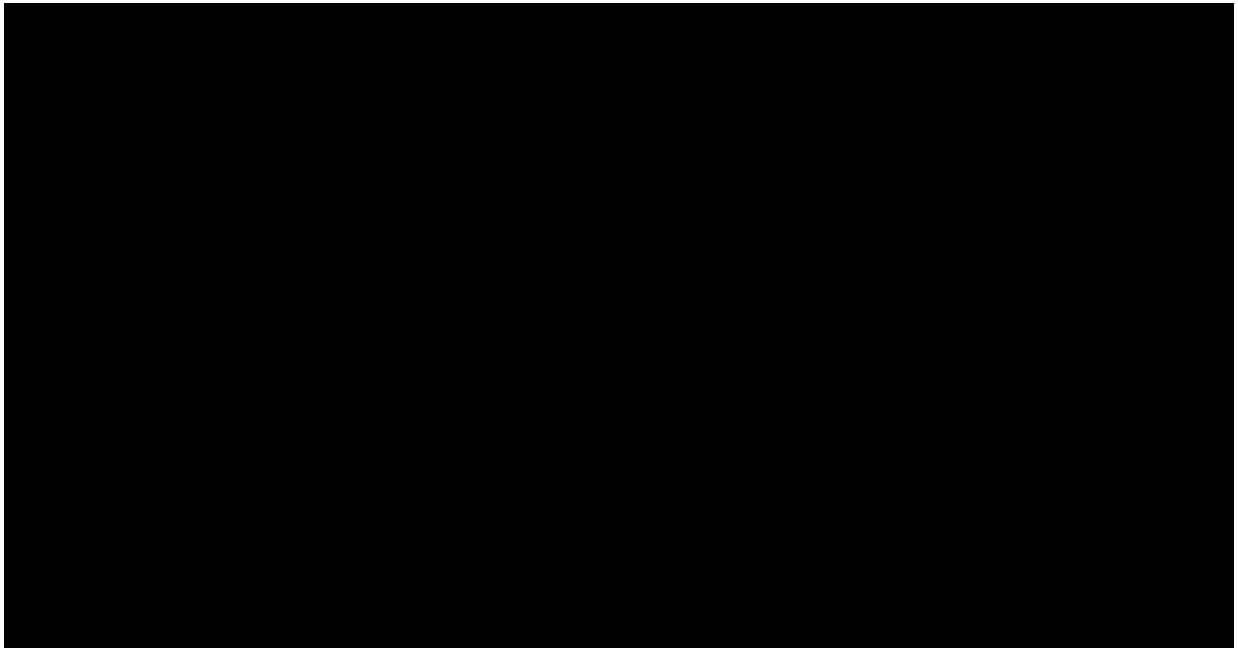
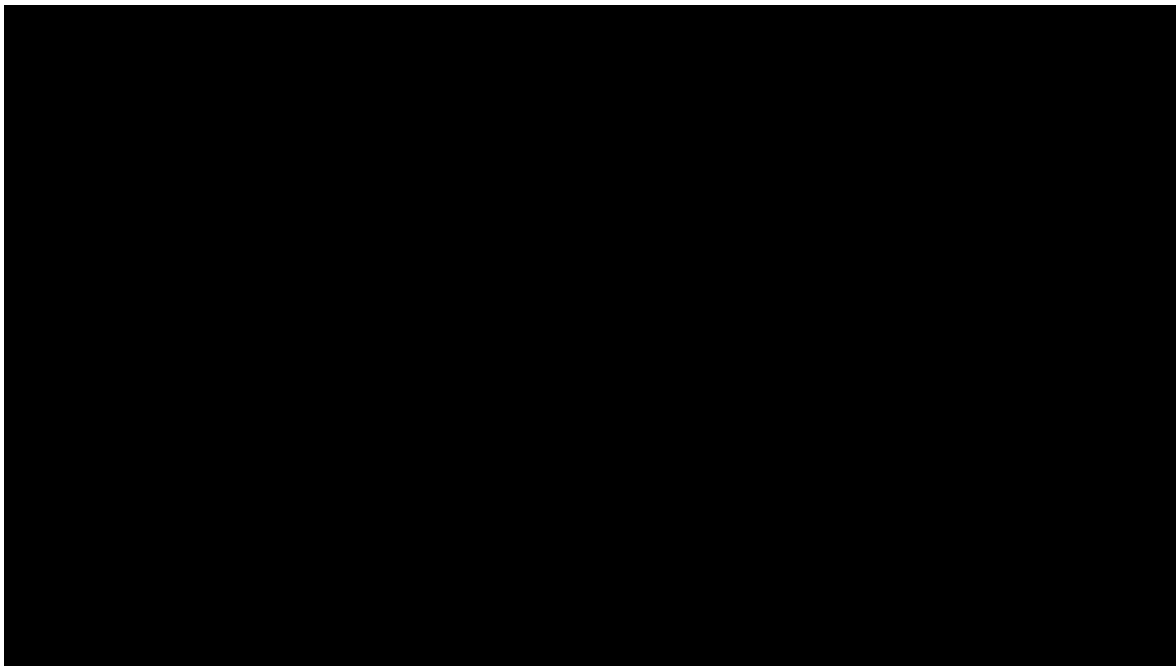


Figura 4. Distribución de población analfabeta por sexo y comunidad



1.2 Justificación de la obra

Los barrios Las Flores La Paz y Concordia habitan 150 familias, las cuales contaban con un sistema de abastecimiento de agua potable, el cual se ha ido deteriorando, ya que este sistema ha cumplido con su período de vida útil y resulta insuficiente satisfacer la demanda de la población. Es por eso que la renovación de un sistema con mayor eficiencia es de mayor necesidad y prioridad, ya que los habitantes necesitan del vital líquido para satisfacer sus necesidades de rutina o diarias. La falta de un sistema adecuado de abastecimiento de agua que no sea potable o sanitariamente segura también tiene consecuencias como enfermedades gastrointestinales, al ejecutar un nuevo proyecto de agua potable que obedece con los reglamentos de La Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR) estamos garantizando una mejor calidad de agua como también un mejor estilo de vida para los habitantes de dichos barrios en el municipio de San Francisco.

2. DISEÑO DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN Y UN TANQUE ELEVADO PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LOS BARRIOS LAS FLORES, LA PAZ Y CONCORDIA

2.1. Estudio topográfico.

El levantamiento topográfico sirve para definir la ubicación de la fuente de agua, la línea de impulsión y todos aquellos elementos que complementan el sistema de abastecimiento de agua potable.

Se realizó el levantamiento topográfico desde el pozo hasta el punto donde se localizará el tanque de distribución; esto con el propósito de poder determinar el perfil o cotas de los diferentes niveles del terreno. Luego diseñar la línea de impulsión en base a la información obtenida, desde la fuente hasta llegar al tanque de distribución.

2.2 Estudio de suelo

El estudio de suelo juega un papel muy importante, ya que este proporciona la presión máxima que puede soportar el suelo por unidad de área. Este dato se puede obtener ya sea de registro existentes y archivados en proyectos anteriores en el área o también por medio de un ensayo triaxial, en el cual es sometido a un esfuerzo de compresión. En la obtención de la muestra se realizó una excavación de un pozo 1 x 1 x 2 mts de profundidad, en la cual se pudo apreciar un estrato de tierra negra con un espesor de 0.30 mts. seguido de un estrato de arcilla limosa de 1.70 mts. Luego se extrajo un cubo de 1 pie³ el cual fue cubierto con parafina muy cuidadosamente para conservar sus propiedades. En este caso nuestro valor de esfuerzo máximo es de 22.39 ton/m².

2.3 Bases de diseño

2.3.1 Población futura.

Para obtener la información del crecimiento de la población, se pueden usar distintos métodos; cada uno de los cuales tiene ciertas variaciones al considerar algunos aspectos del lugar; estas variaciones son tolerables ya que el principio de cualquier pronóstico de población es la proyección que se hace con base en datos estadísticos de censos de población realizados en el pasado.

Entre los métodos que se basan en pronósticos se tienen:

- pronósticos que se basan en tendencias de distribución geográfica de la población;
- pronósticos que se basan en la similitud de crecimiento en la población de un área y de otra con características parecidas;
- pronósticos de migración neta y de incremento natural.

Uno de los métodos más utilizados para el cálculo de la población futura es el Método Geométrico:

La fórmula que se emplea para el cálculo es:

$$Pf = Pa (1+r)^n$$

Donde:

Pf = Población futura

Pa = Población actual

r = Tasa de crecimiento poblacional

n = Período de diseño

La tasa de crecimiento poblacional del municipio de San Francisco es de 4%, la población actual del municipio es de 6808 habitantes, los barrios Las Flores, La Paz y Concordia, cuentan con 150 familias o viviendas, en total tiene un promedio de 6 habitantes por viviendas.

Método geométrico:

$$Pf = 900 (1+0.04)^{22}$$

$$Pf = 2133 \text{ habitantes}$$

La confiabilidad de cada método para el pronóstico de la población es relativa, independientemente del método que se emplee, porque hay muchos factores de carácter político, económico y social que, en la mayoría de las veces, son imprevisibles.

Para el diseño, se utilizará el resultado del Método geométrico, cuya proyección de la población es de 2133 habitantes.

2.3.2. Dotación

Se define como la cantidad de agua que se le proporciona a un habitante de una población en un día. Esta se expresa en litros por habitante por día (l/hab/día), es necesario tomar en cuenta algunos parámetros que satisfacen las necesidades de los usuarios. Según los criterios de la Unidad Ejecutora de Proyectos para Acueductos Rurales (UNEPAR) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) se tiene:

- clima;
- actividades productivas;
- nivel de vida;
- abastecimiento privados;
- calidad del agua;
- servicios comunales o públicos;
- medición, administración del sistema y presiones del mismo.

Además del consumo humano, existen otros usos del agua que aumentan el consumo del mismo, siempre es recomendable considerarlos. Los usos adicionales más comunes son:

- aseo personal;
- lavado de ropa;
- limpieza de la casa;
- bebida para animales;
- otros

Según las normas del Infom-Unepar, la dotación para una zona rural con clima cálido es de 90 a 120 litros/habitante/día. La dotación que se les asignará a los habitantes en este caso será de 100 litros/habitante/día. Dado que se trata de un pozo mecánico capaz de satisfacer la demanda de los barrios ya mencionados.

Datos:

Población	900 personas
Dotación (Dot)	100 l/hab/día
Población futura (Pf)	2133 personas

$$Q_m = P_f \cdot \text{Dot} / 86400 = 2.469 \text{ lts/seg.}$$

2.3.3 Calidad del agua

La calidad natural del agua varía de un lugar a otro, con la estación del año, uso de la tierra, el clima y con las clases de rocas del suelo que el agua remueve. La característica de una buena calidad del agua depende según el uso que se le vaya a dar ya sea uso doméstico, industrial y de riego.

En cada caso, la calidad requerida para el agua varía en función de su uso, para el consumo humano, el agua debe de sabor y apariencia agradable; de composición química tal que pueda ser captada, transportada y distribuida sin presentar problemas de corrosividad o incrustaciones del sistema; y debe garantizarse que la calidad química y microbiológica no ponga en riesgo la salud de los consumidores.

Para garantizar que el agua pueda ser tomada por una población esta debe cumplir con los requisitos establecidos por las normas COGUANOR NGO 29 - 001.

Los análisis aplicados al agua para garantizar su potabilidad y la salud de los usuarios al consumirla son las siguientes:

a. Análisis fisicoquímico:

En el análisis químico se determina el sabor, color, turbidez, color, temperatura, sólidos y olor; el análisis químico mide la alcalinidad, dureza, cloruros, nitritos, nitratos, oxígeno disuelto, contenido de hierro, contenido de manganeso, cloro residual y pH.

b. Análisis bacteriológico:

El objetivo principal es proporcionar toda la información relacionada con su potabilidad, esto significa, evitar peligro de ingerir organismos que puedan causar enfermedades. Por la dificultad de aislamiento directo de bacterias que producen enfermedades específicas, se han ideado procedimientos indirectos que permitan obtener información necesaria sobre la probable presencia de estos microbios patógenos. Estos procedimientos son dos:

1. La cuenta bacteriana, es decir, el número de bacterias que se desarrollan en agar nutritivos por 24 horas de incubación a una temperatura de 35 °C y 20 °C.
2. El índice coliforme, este consiste en la determinación del número de bacterias que se sabe son de origen intestinal.

El uso del índice y de la cuenta sirve para determinar la calidad sanitaria del agua.

2.3.4 Caudal del pozo

El caudal de aforo que se realizó después de la perforación del pozo, ubicado en el barrio Las Flores del municipio de San Francisco, Petén fue caudal de 75 gal/min, esto equivale a 4.73 l/seg.

2.3.5 Niveles del pozo

Los niveles del pozo que se conocen como el nivel estático que se encuentra a una profundidad de 152.44 metros debajo de la superficie y el nivel dinámico es el alcanzado después de haber bombeado cierto volumen de agua, a esta diferencia se le conoce como abatimiento.

2.3.6 Factores de hora máxima.

Son factores que indican la variación en el consumo del agua en la población, basándose en hora y día máximo.

El factor de hora máximo (FHM) indica la variación en el consumo de agua que ocurren en algunas horas del día, entonces, es el número de veces que se incrementa el caudal medio diario para satisfacer la demanda, se utiliza en el diseño de redes de distribución. Según normas del Infom-Unepar el factor de hora máximo es de 2.0 a 3.0 para poblaciones futuras menores de 1,000 habitantes y 2.0 para poblaciones futuras mayores de 1,000 habitantes.

2.3.7. Factores de día máximo.

El factor de día máximo (FDM) indica la variación del consumo diario, respecto del consumo medio diario, éste se utiliza en el diseño de la línea de conducción. Según normas del Infom-Unepar, a falta de registro en el consumo de día máximo, será el producto de multiplicar el caudal de día máximo por el factor de día máximo, tomando como parámetros los siguientes valores, para poblaciones futuras menores de 1,000 habitantes este oscila entre 1.2 y 1.5, para poblaciones futuras mayores de 1000 habitantes el valor del factor es de 1.2.

2.3.8 Tubería a utilizar

La tubería de succión a utilizarse será de hierro galvanizado con un diámetro de 3" y una longitud de 510 pies o 155.48 mts. La línea de impulsión será de PVC ya que es más fácil su manejo debido a que es sumamente liviana.

2.3.9 Longitud de diseño

La longitud de diseño es la distancia que existe entre la fuente que en este caso se trata de un pozo mecánico y el tanque de distribución, esta distancia consta de 155.45 mts., obtenidos en el levantamiento topográfico realizado.

2.3.10 Capacidad de diseño

Los tanques juegan un papel muy importante para el diseño del sistema de distribución de agua potable, tanto del punto de vista económico, así como por su importancia en el funcionamiento hidráulico del sistema y en el almacenamiento de un servicio eficiente.

Los requisitos sanitarios para un tanque son las siguientes:

- a. Cubierta hermética, que impida la penetración de aves, agua del exterior, polvo, con pendiente para drenar el agua lluvia.
- b. Evitar la entrada de luz para evitar el crecimiento de algas.
- c. El tubo de ventilación tendrá abertura hacia abajo, con rejilla para impedir los insectos y polvo.
- d. Escotilla de visita para inspección de limpieza, ubicada cerca de la tubería de entrada, para facilitar el aforo del caudal en cualquier momento.
- e. El diámetro mínimo de tubería de rebalse será igual al de la tubería de entrada del tanque.
- f. El tubo de salida se colocara al lado opuesto del tubo de entrada, para que el agua circule en el tanque.
- g. Debe tener escaleras interiores y exteriores si el tanque excede de 1.2 metros de alto.

El volumen necesario para los tanques ya sean de almacenamiento o distribución, se calculara de acuerdo con la demanda real de las comunidades. Si no existen estudios de dichas demandas, pueden ser aplicados los criterios establecidos por las normas de la UNEPAR, estos establecen que el volumen del tanque puede ser de un 25% a un 45% del caudal medio diario.

En poblaciones menores a los 1000 habitantes, del 25% al 35% del consumo medio diario de la población, sin tomar en cuenta una reserva por eventualidades. Si una población comprende entre 1000 y 5000 habitantes, se toma el 35% del consumo medio diario, más un 10% por eventualidades.

Para poblaciones mayores de 5000 habitantes el 40% del consumo medio diario, más un 7.5% por eventualidades. Para sistemas por bombeo se establece un 40% a 65% del caudal medio diario.

Para los barrios Las Flores, La Paz y Concordia , cuya población de diseño es de 2,133 habitantes, se diseñó el tanque para un volumen del 40% del caudal medio diario, más el 7.5% de reserva por eventualidades.

Por lo tanto: **Volumen = %Qm * 86.4**

Volumen= 0.475*2.47 lit/seg*86.4

Volumen= 101.31m³=100 m³

2.3.10.1. Tanque de distribución de estructura metálica

2.3.10.1.1 Diseño del tanque metálico

a. Diseño del techo

El techo no está sometido a presión directamente por el líquido que contiene el tanque, en este caso se considera que no la presión es nula, por lo que su espesor viene dado en la mayoría de los casos por efectos de corrosión. Se asume para todo el tanque un espesor mínimo por corrosión de 1/8", pero por razones comerciales se utilizará lámina de un espesor de 1/4" para el techo, este será de forma cónica con una altura de 0.90 mts.

b. Diseño del cuerpo

Forma cilíndrica.

Altura: 6.00 m.

Diámetro: 4.6 m.

El esfuerzo para el cuerpo del tanque se determina por medio de la siguiente fórmula:

$$S=2.6hd/t$$

Incluyendo un factor de eficiencia de la soldadura $\phi = 0.85$.

$$S = 2.6 \text{ hd}/\phi t$$

$$t = 2.6 \text{ hd}/\phi s$$

$$S = \text{esfuerzo unitario máximo (lb/pulg}^2) = 15000$$

h = altura del líquido en pies.

d = sección analizada en pies.

t = espesor en pulgadas.

ϕ = factor de eficiencia de soldadura = 0.85

$$t = 2.6 \text{ hd}/ \phi s$$

$$= 2.6 ((19.685)*(15.092)/(0.85*15000))$$

$$= 0.061" + 1/8" \text{ por corrosión} = 0.1856"$$

t = 1/5" debido a que el espesor de lámina de 1/5" no es muy comercial, se usará espesor de 3/16".

c. Diseño del fondo(cónico)

Según la fórmula siguiente:

$$S = 2.6 \text{ hd (Sec}\theta)/t$$

Altura: 0.50 m

Incluyendo el factor de eficiencia de soldadura $\phi = 0.85$.

$$S = 2.6 \text{ hd (sec}\theta)/ \phi t$$

$$t = 2.6 \text{ hd (sec}\theta)/ \phi s$$

Θ = ángulo que forma el fondo del tanque con la vertical de un punto cualquiera.

$$t = 2.6 \text{ hd(sec}\theta)/ \phi s$$

$$= 2.6 ((21.325)*(15.092)*(sec45)/ (0.85*15000))$$

$$= 0.077 + 1/8 \text{ por corrosión} = 0.2178"$$

t = 1/4" por razones comerciales.

2.3.10.1.2 Diseño de estructura

4 columnas inclinadas a 1/8

Altura de torre: 15 m.

Separación de columnas: 8.35 m.
Longitud de riostras horizontales: variable.
Longitud de riostras diagonales: variable.

Dado que el viento no es crítico en nuestro medio para la mayor parte de las estructuras, solamente se analizará por sismo, por lo que se necesita integrar el peso total de la estructura, tal como se presenta a continuación.

Peso del tanque:

1. Peso del agua = $1,000\text{kg/m}^3 * 100\text{ m}^3 = 100,000\text{ kg}$.

2. Peso de la tapadera: $\text{Peso} = A_{\text{tapa}} * t_{\text{tapa}}$

$$A = (\pi * D^2) / 4 = (\pi * 4.6^2) / 4 = 16.619\text{ m}^2$$

$$t = 1/8" = 0.0032$$

$$P = 16.619\text{ m}^2 * 0.0032 * 7850\text{ kg/m}^3 = 414.21\text{kg}.$$

3. Peso del cuerpo: $\text{Peso} = A_{\text{cilindro}} * t_{\text{cilindro}}$

Donde:

$$A = h_{\text{cilindro}} * \text{Perímetro del cilindro}$$

$$\text{Perímetro} = \pi * D_{\text{cilindro}}$$

$$\text{Perímetro} = \pi * 4.6\text{mts.} = 14.451\text{ mts.}$$

$$A = 6\text{ mts.} * 14.451\text{ mts.} = 86.708\text{ mts}^2$$

$$\text{Peso} = 86.708\text{ mts}^2 * 0.006\text{ mts.} * 7850\text{ kg/m}^3 = 4322.175\text{ kg}.$$

4. Peso del fondo: $\text{Peso} = \text{Perímetro del fondo} * t_{\text{fondo}}$

$$A = (\pi * D^2) / 4 = (\pi * 4.6^2) / 4 = 16.619\text{ m}^2$$

$$t = 1/4" = 0.0064$$

$$P = 16.619\text{ m}^2 * 0.0064 * 7850\text{ kg/m}^3 = 828.47\text{ kg}.$$

5. Peso de accesorios (asumido) = 800 kg.

6. Peso total del tanque lleno con agua = 106,364.80 kg = 107,000 kg.

Ahora se da seguimiento a incorporar el peso de la torre estructural, que es de la siguiente manera:

Peso de la torre:

Peso de las columnas $\varnothing 12'' = 4 * 15 \text{ m} * 38.34 \text{ kg/m} = 2,300.40 \text{ kg}$.

Peso de breizas horizontales = $24 * 50.65 \text{ kg} = 1,215.60 \text{ kg}$.

Peso de breizas diagonales = $40 * 50.65 \text{ kg} = 2,026.00 \text{ kg}$.

Peso total de la torre = 5,542.00 kg. = 5,600.00 kg.

Tomando en cuenta ambos pesos, tanto el del tanque lleno con agua y el de la torre, el peso total es de 112600.00 kg. Con la existencia de estos datos podemos dar continuación a nuestro diseño y realizar un análisis por sismo, el análisis se hará según el código SEAOC, de la manera siguiente:

Fórmula de SEAOC: **$V = ZIKCSW$**

V = Corte Basal

Z = 1.00, ya que el riesgo de sismo es mínimo.

I = 1.5, Factor que depende de la importancia de sus características.

K = 2.5, ya que es un tanque elevado.

C = $1/15 \text{ Raíz (T)}$; donde $T = 0.0906H/\text{Raíz (B)}$

S = 1.5, factor que depende del tipo de suelo.

Donde h_n es la altura del centro de gravedad del depósito del tanque y D es la longitud paralela a la fuerza del sismo que resiste:

$$V = 1 * 1.5 * 2.5 * 0.08 * W = 0.31W$$

$$\text{Peso/columna} = 112600 \text{ kg} / 4 = 28,150 \text{ kg}$$

Corte que actúa en el tanque: $V = 0.3070 * 107,000 \text{ kg} = 32,848.75 \text{ kg}$

Corte que actúa en la torre: $V = 0.3070 * 5600 \text{ kg} = 1,719.19 \text{ kg}$

Se recomienda aumentar las cargas a un 25% como un factor de seguridad:

$$V_{\text{total}} = 32,848.75 + 1,719.19 = 34,567.93 \text{ kg}$$

Por lo tanto:

$$V_{\text{total}} = (34,567.93 * 1.25) = 43,209.92 \text{ kg}$$

Podemos deducir con lo anterior que los momentos son los siguientes:

$$M' = 32,848.75 \text{ kg} * 1.25 * 17.93 = 736,222.61 \text{ kg-m}$$

$$M'' = 1,719.19 * 1.25 * 6.78 = 14,570.14 \text{ kg-m}$$

$$M_{\text{total}} = 750,792.74 \text{ kg-m.}$$

Los momentos fueron calculados con respecto a la base de la torre.

Análisis de los sentidos xx-yy.

V_m = corte por marco

$$V_m = V_{\text{total}} / 2 = 43,209.92 \text{ kg} / 2 = 21,604.96 \text{ kg}$$

M_m = Momento por marco

$$M_m = M_{\text{total}} / 2 = 750,792.74 \text{ kg} / 2 = 375,396.37 \text{ kg-m}$$

R_o = Reacción en el punto o

$R_o = M_m / \text{separación entre columnas.}$

$$R_o = 375,396.37 \text{ kg-m} / 8.35 \text{ m} = 44,957.65 \text{ kg}$$

P_{1-2} = esfuerzo entre las columnas 1-2.

$$P_{1-2} = (M'_1 + M''_1) / \text{separación entre las columnas}$$

$$M'_1 = \text{momento de } V' \text{ respecto de punto 1} = 41,060.94 \text{ kg} * 3.375 \text{ m} = 138,580.67 \text{ kg-m}$$

$$M''_1 = \text{momento de } V'' \text{ respecto de punto 1} = 2,148.99 \text{ kg} * 3.375 \text{ m} = 7,252.84 \text{ kg-m}$$

$$P_{1-2} = 145,833.51 / 8.35 = 17,465.09 \text{ kg}$$

Analizando en el sentido xy-yx

El valor de la fuerza en el arrioste diagonal será:

$$AD = (R_o - P_{1-2}) \text{Sec } \theta$$

$$AD = (44,957.65 - 17,465.09) \text{Sec } 25$$

$$AD=30,334.68 \text{ kg}=66.74 \text{ kips}$$

Fuerza máxima sobre una columna

$$P_{\max} = M_{\text{total}} / \text{dist}$$

$$P_{\max} = 750,792.74 / 8.35 = 89,915.30 \text{ kg}$$

Diseño de columnas:

$$C=P_{\max}+(P/\text{columna})$$

$$C=89,915.30 \text{ kg}+28,150 \text{ kg}=118,065.30 \text{ kg}$$

$$C=259,734.66 \text{ lbs} =259.74 \text{ kips}$$

Utilizando una columna con un diámetro de 8”:

$$A=8.40 \text{ plgs}^2$$

$$r=2.94 \text{ plgs.}$$

$$K=1$$

$$L= 3 \text{ m} = 9.84 \text{ ft} = 118.08 \text{ plg}$$

$$Kl/r= 1(118.08) / 2.94 = 40.17$$

Según la AISC para la relación de esbeltez de 40

$$F_a = 19.11 \text{ y } 1.33F_a$$

hay que revisar lo siguiente $f_a < F_a$; $f_a = C/A$

$$F_a=19.11*1.33=25.42 \text{ kips/plg}^2= 25 \text{ kips/plg}^2$$

$$f_a=259.74 \text{ kips}/8.40 \text{ plg}^2=30.92 \text{ kips/plg}^2$$

No cumple con la exigencia de que $f_a < F_a$, por lo cual podemos asegurar que una columna circular de diámetro 8” no es apta para soportar las cargas actuantes, por lo cual realizamos el chequeo con una nueva sección de columna.

Utilizando una columna con un diámetro de 12”:

$$A=14.60 \text{ plgs}^2$$

$$r=4.38 \text{ plgs.}$$

$$K=1$$

$$L= 3 \text{ m} = 9.84 \text{ ft} = 118.08 \text{ plg}$$

$$Kl/r= 1(118.08) / 4.38 = 26.96$$

Según la AISC para la relación de esbeltez de 27

$$F_a = 20.15 \text{ y } 1.33F_a$$

hay que revisar lo siguiente $f_a < F_a$; $f_a = C/A$

$$F_a=20.15*1.33=26.80 \text{ kips/plg}^2= 27 \text{ kips/plg}^2$$

$$f_a=259.74 \text{ kips}/14.60 \text{ plg}^2=17.79 \text{ kips/plg}^2$$

Si cumple con la exigencia que $f_a < F_a$, por lo cual se puede asegurar que una columna circular de diámetro 12” es adecuada para soportar las cargas actuantes.

Diseño de los miembros diagonales:

Perfil C de 8”*2.5”*3/8”

$$T=88.69 \text{ kips}$$

$$A=5.51 \text{ plg}^2$$

$$r=2.82 \text{ plg}$$

$$L=323.15 \text{ plg}$$

$$K=1$$

$$Kl/r=1(323.15)/2.82 =114.59$$

Para kl/r corresponde $F_a=10.72$ y $1.33 F_a$

$$F_a=10.72*1.33=14.26 \text{ kips/ plg}^2$$

$$f_a=(88.62/2)/5.51=5.51 \text{ kips/plg}^2$$

Como conclusión $f_a < F_a$, por lo tanto si es apropiada a utilizar

Diseño de arriostres horizontales:

Perfil C de 8"×2.5"×3/8"

$C=69.33$ kips

$A=5.51$ plg²

$r=2.82$ plg

$L=305.04$ plg

$K=1$

$Kl/r=1(305.04)/2.82=108.17$

Para kl/r corresponde $F_a=11.98$ y $1.33F_a$

$F_a=11.98*1.33=15.93$ kips/plg²

$f_a=C/A=69.33/5.51=12.58$ kips /plg²

Como conclusión $f_a < F_a$, por lo tanto si es apropiada a utilizar

Placa base para la columna:

Área requerida:

$A=P_t/F_p$

Donde:

$F_p=0.35 f'_c$ ($f'_c = 210$ kg/cm² = 3000 lb/plg²)

$F_p=1050.00$ lbs/plg²

$P_t= F_a*A= 20,150$ lbs/plg²* 14.6 plg² = 294,190.00 lbs

$A=294,190.00$ lbs/1050 lbs/plg² = 280.18 plg²

$A= \sqrt{280.18}= 16.74$ plg.≈18 plgs.

Presión real de contacto en la placa:

$q=P_t/ B*C$

$q=294,190.00/(18*18)=907.99$ lbs/plg²

$$M = \frac{q * n^2}{2}$$

$$M = \frac{907.99 * 3^2}{2} = 4085.96 \text{ lbs.-plg.}$$

Espesor:

$$t = \sqrt{\frac{(3 * q * (m^2 \text{ o } n^2))}{Fb}} \quad \text{o} \quad t = \sqrt{\frac{6M}{Fb}}$$

Donde:

Fb=Esfuerzo de trabajo a flexión=0.75Fy (AISC)

Fb=0.75*(36,000 lbs/plg²) =27,000lbs/plg²

m=n= proyección de la placa fuera de la columna (plg.)

q=presión real de contacto.

$$t = \sqrt{\frac{6M}{Fb}}$$

$$t = \sqrt{\frac{6(4085.96)}{27000}} = 0.91 \text{ plg.} \approx 1 \text{ plg.}$$

La placa a utilizar será de 18" x 18" x 1".

Pernos de anclaje:

El caso más crítico para analizar los pernos es cuando el tanque se encuentra vacío por lo que tenemos:

89,915.30-28,150.00=61,765.30 kg =135.88 kips.

Diseño de pernos a tensión:

$$F_t = 0.60 \cdot F_y$$

$$F_t = 0.60 \cdot 36,000.00 = 21,600$$

$$A_{requerida} = \frac{F_{tension}}{F_t}$$

$$A_{requerida} = \frac{135,880.00 \text{ lbs}}{21600 \text{ lbs} / \text{plg}^2} = 6.29 \text{ plg}^2$$

$$n = \frac{6.29 \text{ plg}^2}{6} = 1.05 \text{ plg}^2 \approx 1 \text{ plg} / c / \text{perno.}$$

Diseño de pernos por corte:

$$F_v = 0.40 \cdot F_v$$

$$F_v = 0.40 \cdot 36,000.00 = 14,400$$

$$A_{requerida} = \frac{F_{corte}}{F_v}$$

$$A_{requerida} = \frac{66,740.00 \text{ lbs}}{14,400 \text{ lbs} / \text{plg}^2} = 4.63 \text{ plg}^2$$

$$n = \frac{4.63 \text{ plg}^2}{6} = 0.77 \text{ plg}^2 \approx 1/2 \text{ plg} / c / \text{perno.}$$

Los pernos a utilizar según la AISC serán 1" de diámetro tipo A490 especificados por las normas ASTM

2.3.10.1.3 Diseño de cimiento

Cimentación:

4 pedestales

4 zapatas de 2.0 *2.0 mts²

Profundidad=1.5 mts

Valor soporte del suelo=22.39 ton/mts²

Pedestal:

Ancho: 0.50 mts

Altura del pedestal: 3*(ancho)

H=3*0.50=1.50 mts

Refuerzo del pedestal:

El pedestal debe trabajar para el cimiento como una columna corta por lo tanto la relación de esbeltez tiene que ser menor o igual a 22. El código ACI asigna los siguientes parámetros:

Si $E < 22$, se trata de una columna corta

Si $22 < E < 100$, es una columna intermedia

Si $E > 100$, se trata de una columna larga

Para determinar la relación de esbeltez de una columna se aplica la fórmula siguiente:

$$E = (K * Lu) / r$$

K=factor de pandeo, se le da el valor de 1

r=radio de giro de la sección

Lu=longitud libre entre apoyos

El radio de giro se calcula según la sección de la columna

r=0.30 para columnas cuadradas o rectangulares

$r=0.25$ para columnas circulares

Por lo tanto:

$E=(1*1.5)/0.30=5<22$ se trata de una columna corta.

Carga axial:

El momento causado por la componente horizontal de la carga total de la columna se considera como despreciable ya que el ángulo de inclinación de la columna metálica transmisora de la fuerza es muy pequeño.

El código ACI asigna la siguiente fórmula para el cálculo de la resistencia última para una columna corta:

$$P_u = \Phi(0.85f'_c(A_g - A_s) + (F_y * A_s))$$

Donde:

P_u =Resistencia última

Φ =Factor de compresión (0.70)

A_g =Área de sección de la columna

A_s =Área de acero en cm^2

f'_c =resistencia nominal del concreto= 210 kg/cm^2

F_y =Resistencia de fluencia del acero= 2810 kg/cm^2

La sección del pedestal tendrá desde 2.54 cms (1") hasta 3 cms (1 1/4") de la columna hasta la placa base en todo su alrededor y esta será la sección del pedestal.

Se tomará $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ y acero de grado 40. Se utilizará acero mínimo, el cual está establecido por la ACI que sea el 1% del área de la sección.

$$A_g = 50 * 50 = 2500 \text{ cm}^2$$

$$A_s = (0.01) (2500) = 25 \text{ cm}^2$$

$$P_u = 0.70 (0.85 \cdot 210(2500-25) + (2810 \cdot 25)) = 358,426.25 \text{ kg} = 788,537.75 \text{ lbs.}$$

Para el refuerzo mínimo por corte, el ACI señala un espaciamiento mínimo por corte igual o menor que la mitad del lado mas corto del pedestal y un recubrimiento mínimo de 5 cm.

Espaciamiento por corte:

$S = d/2 = d$ es el ancho de la columna menos el recubrimiento

$$D = 0.50 - 0.05 = 0.45 \text{ mts} = 45 \text{ cms}$$

$$S = 45/2 = 22.5 \text{ cms.}$$

Se utilizaran 4 varillas No.7 (7/8") y 4 varillas No. 6 (3/4") con estribos No.3 (3/8") con un espaciamiento de 20 cms.

Diseño de zapatas:

Primero se obtendrá el momento de volteo respecto a la base de apoyo para el cálculo de estabilidad.

$$M_v = F_s \cdot H$$

$$M_e = P_T \cdot 3600 \cdot L$$

Donde:

M_v = Momento de volteo (ton-m)

M_e = Momento estabilizante (ton-m)

F_s = Fuerza de sismo

H = Altura de la base del pedestal de la zapata a la mitad del depósito

P_T = Peso total de la estructura

L = Separación entre las columnas

Al existir fuerzas laterales actuando, estas provocan el momento de volteo este momento provoca el desplazamiento del peso de la estructura del eje de soporte a una distancia X_u .

$$X_u = M_v/P_T$$

La estabilidad permanecerá asegurada si se cumple con la siguiente condición:

$$X_u < (L/6)$$

Donde L es el diámetro a centro de las columnas y también cuando la relación entre el momento estabilizante y momento de volteo sea mayor o igual a 1.5.

CE=Coeficiente de estabilidad ≥ 1.5

$$CE = M_e/M_v$$

Peso de la estructura:

Peso del pedestal=volumen* δ concreto

Peso del pedestal=0.50 m*0.50 m*1.50 m*2400 kg/m³=900 kg.

$P_T = P_{\text{deposio}} + P_{\text{torre}} + P_{\text{pedestal}}$

$P_T = 28,150 \text{ kg} + 900 \text{ kg} = 29,050 \text{ kg} = 29.05 \text{ ton}$

Verificación por volteo:

La carga del sismo se toma como $F_s = 10\%P_T$

$F_s = 10\% (29.05) = 2.91 \text{ ton}$

$H = 1.50 + 18 = 19.50 \text{ mts}$

$M_v = F_s * H$

$M_v = 2.91 \text{ ton} * 19.50 \text{ m}$

$M_v = 56.65 \text{ ton-m}$

$$X_u = M_v / P_T$$

$$X_u = 56.65 \text{ ton-m} / 29.05 \text{ ton}$$

$$X_u = 1.95 \text{ m}$$

Calculo de cargas:

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

$$L = 0.50 \text{ (ancho del pedestal)}$$

$$\text{Peso del cuerpo del tanque} = 5,000 \text{ kg}$$

$$\text{Peso del líquido} = 100,000 \text{ kg}$$

$$\text{Carga muerta} = 5 \text{ ton} / 4 = 1.25 \text{ ton}$$

$$\text{Carga viva} = 100 \text{ ton} / 4 = 25 \text{ ton}$$

Diseño de zapatas:

$$A_{\text{zapata}} = P_t / V_s$$

$$P_t = \text{Carga de trabajo}$$

$$V_s = \text{Valor soporte del suelo (ton/m}^2\text{)}$$

$$V_s = 22 \text{ ton/m}^2$$

$$A'_{\text{zapata}} = (CM + CV) / V_s$$

$$A_{\text{zapata}} = (1.25 + 25) / 22.39 = 1.11 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{zapata}} = \text{factor} * A'_{\text{zapata}}$$

Factor es igual a un 20% de incremento por flexión entonces:

$$A_{\text{zapata}} = 1.20 * 1.17 = 1.41 \text{ m}^2$$

$$L = \sqrt{A_{\text{zapata}}} = \sqrt{1.41} = 1.19 \text{ m} \approx 1.50 \text{ m}$$

Carga de diseño:

$$P_d = \text{Carga de diseño}$$

$$P_d = P_u / A_{\text{zapata}}$$

$$P_u=(1.4CM+1.7CV)$$

$$P_u=((1.4*1.25)+(1.7*25))=44.25 \text{ ton}$$

$$P_d=44.25 \text{ ton}/2.25 \text{ m}^2=19.67 \text{ ton/m}^2$$

Verificación por flexión:

$$V_c=0.85*0.53*(\sqrt{f_c})*b*d$$

$$V_u=P_d*A$$

$$A=L*d$$

V_c =Resistencia última del concreto por corte

V_u =Esfuerzo de corte actuante

Chequeo: $V_c > V_u$

$$V_c=0.85*0.57*(\sqrt{210})*150*(d/1000)$$

$$V_c=1053.16*(d/1000)$$

$$V_u = 19.67*1.50*(((1.50-0.50)/2)-(d/100))$$

$$V_u = 29.51*(0.50-d/100)$$

$$d = 0.40\text{m} = 40 \text{ cm}$$

$$V_c = 42.13 \text{ ton}$$

$$V_u = 2.95 \text{ ton}, \text{ la condición si cumple } V_c > V_u$$

Verificación por punzonamiento:

$$V_c=0.85*1.06*b*d*(\sqrt{f_c})$$

$$V_u=P_d*(A_{zapata} - A_{pz})$$

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

$$d=t - \text{recubrimiento} - (\Phi/2) \quad \Phi=5/8''=1.59 \text{ cm.}$$

$$d=40-5-(1.59/2)=34.21 \text{ cms}$$

b_o =Perímetro punzonante

$$b_o=4*(40+d)$$

$$b_o=4*(40+34.21)=296.82 \text{ cm}$$

$$A_{\text{punzonamiento}} = ((40+d/2)/100)^2$$

$$A_{\text{punzoanmiento}} = ((40+17.11)/100)^2=0.33 \text{ m}^2$$

$$V_c=0.85*1.06*(d/1000)*b_o*(\sqrt{210})$$

$$V_c=0.85*1.06*(34.21/1000)*296.82*(\sqrt{210})=132.58 \text{ ton}$$

$$V_u=P_d*(A_{\text{zapata}}-A_{\text{punzonamiento}})$$

$$V_u=19.67*((1.50*1.50)-(0.33))=37.77 \text{ ton}$$

Si chequea $V_c > V_u$

Diseño de acero de refuerzo:

$$M=P_d*(L^2/2)$$

$$L=(l/2-n/2)$$

Donde:

$l/2$ =longitud media de la zapata

$n/2$ =longitud media de la sección de la columna(pedestal)

$$M=19.67*((1.50/2-0.50/2)^2/2)=2.46 \text{ ton}=2,458.75 \text{ kg}$$

$$A_s=M/(\beta*f_c*(d-t))$$

$$d=35.21 \text{ cm}$$

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

$$f_c=210 \text{ kg/cm}^2$$

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

$$B=0.85$$

$$t=2.5 \text{ cm (recubrimiento mínimo)}$$

$$M=2,458.75 \text{ kg}$$

$$A_s=(2,45875.00 \text{ kg-cm})/(0.85*210*(34.21-2.5))=43.44 \text{ cm}^2$$

El armado se hará con 11 no. 7 (7/8") a cada 0.10 mts. en ambos sentidos tomando en cuenta un factor de seguridad se procederá a utilizar una zapata de 1.50 x 1.50 mts con un peralte de 0.40 mts.

2.3.10.2 Especificaciones de diseño

Columnas

- Suponer que el ($F_y = 36 \text{ ksi}$), ($kl/r \leq 200$)
- La relación de esbeltez kl/r siendo l la longitud de la columna desde nudo a nudo sin soporte, en pies, r es el radio de giro, k se le da un valor de igual a 1.
- Con la relación de esbeltez, se calcula el esfuerzo unitario permisible F_a en la tabla de esfuerzos permitidos para miembros a compresión, en el manual AISC.

Acero estructural

El material que se ajuste a las siguientes normas, podrá ser usado bajo estas especificaciones:

- Acero estructural con límite de fluencia mínimo de 29.5 kg/mm^2 y con un espesor máximo de 12.7 mm, ASTM A529.
- Tubos de acero, con o sin costura, negros y galvanizados, por inmersión en caliente, ASTM A53.
- Tubos de acero al carbono para usos estructurales, formados en frío, con o sin costura, de sección circular o de otras formas, ASTM A500.
- Acero estructural, ASTM A36.
- Lámina de acero de baja aleación y alta resistencia, laminada en caliente y laminada en frío, resistente a la corrosión, ASTM A606.

- Lámina de acero al carbono laminado en caliente, para uso estructural, ASTM A570.

El fabricante deberá presentar los informes certificados de las pruebas de laboratorio de los materiales a usar, de acuerdo con las normas ASTM A6 o ASTM A568, para uso aceptable de los materiales.

Tornillos

Los tornillos de acero cumplirán con la última edición de una de las siguientes normas:

- Sujetadores estándar de acero al bajo carbono, roscados interna o externamente, ASTM A307
- Tornillos de alta resistencia para conexiones de acero estructural incluyendo tuercas y arandelas, ASTM A325.
- Tornillos de acero de aleación templados y endurecido para conexiones de acero estructural, ASTM A490.

Las certificaciones del fabricante constituirán evidencia que el material cumple con las normas.

2.4 Cálculo hidráulico de la línea de impulsión

La línea de impulsión se conoce como la tubería que conecta de la fuente al tanque de almacenamiento y distribución. Cuando un sistema se diseña por bombeo, se requiere considerar un caudal de bombeo suficiente para abastecer el consumo máximo diario en un determinado período de bombeo.

El caudal de bombeo es un parámetro muy importante, ya con base a este se define el diámetro de la línea de impulsión, como también una velocidad adecuada. Para determinar el caudal de bombeo es importante definir antes el período de bombeo, el cual se determina en función del caudal que proporcionará la fuente. Se recomienda que el período de bombeo sea de 8 a 12 horas.

En este caso el caudal máximo diario tiene un valor de 2.96 l/s, para obtener el caudal de bombeo necesario para cumplir con la demanda diaria se utiliza la siguiente expresión:

$$Q_b = \frac{(Q_c)(24)}{h_b}$$

Con 8 horas de bombeo. La expresión queda de la siguiente forma:

$$Q_b = \frac{(2.96)(24)}{16} = 4.44 \text{ l/s}$$

Este caudal será bombeado a través de toda la línea de impulsión hasta el tanque de distribución.

Luego de haberse determinado el caudal de bombeo, se puede diseñar la tubería de descarga con la siguiente fórmula:

$$D_e = (1.8675)(\sqrt{Q_b})$$

$$D_e = (1.8675)(\sqrt{4.44}) = 3.9351'' \text{ pulgadas}$$

Donde:

De = Diámetro económico en pulgadas

Existen dos opciones o se toma un diámetro de 3" ó 4", chequeamos las velocidades para las tuberías son 0.97 m/s y 0.55 m/s respectivamente, por lo cual elegimos la mayor y trabajamos con la tubería de 3" que es la que nos produce dicha velocidad.

Posteriormente, se calcula la carga dinámica total con base a las pérdidas de todos los componentes del sistema con la fórmula siguiente

$$H_f = \frac{(1743.811141)(L)(Q_b^{1.85})}{(D^{4.87})(C^{1.85})}$$

Donde:

Hf = Pérdida de carga (metros)

L = Longitud de la tubería (metros)

Qb = Caudal de bombeo (l/s)

D = Diámetro interno de la tubería (pulgadas)

C = Coeficiente de rugosidad de la tubería, para PVC C=150, Hg C=100

De nuestro proyecto se tienen los siguientes datos:

L = 155.45 metros

Qb =4.44 l/s

C = 150

$(V^2/ 2g)=0.043$ mts.

Hm=0.10*0.63=0.166 mts

Para diámetro de 3" Hf = 1.66 mts.

Hi=246-220=26 mts.

Hs=157.32 mts. Hf(hg)=4.09 mts.

CDT=0.043+1.66+0.16+4.09+26+157.32=189.23 mts.

2.4.1 Cálculo de golpe de ariete

El golpe de ariete se da cuando la tubería está expuesta a un cambio brusco o súbito de presión ocasionado por fluctuaciones en el caudal producido por la apertura o cierre repentino de una válvula, por el paro o arranque de las bombas. Para determinarlo utilizamos la formula siguiente:

$$G.Ariete = \frac{145}{\sqrt{1 + \frac{(E \text{ agua})(d)}{(E \text{ tubería})(e)}}} * vel$$

Donde:

G.A.=Golpe de ariete

E agua=Módulo de elasticidad del agua

E tubería= Módulo de elasticidad del material en esta caso (Hg)

d=Diámetro interno de la tubería (mm)

e=Espesor de pared de la tubería a utilizar

vel= velocidad que se produce en la tubería de impulsión.

$$G.Ariete = \frac{145}{\sqrt{1 + \frac{(20670)(7.62)}{(2100000)(0.549)}}} * vel$$

$$G.Ariete = \frac{145}{\sqrt{1 + \frac{(20670)(7.62)}{(2100000)(0.549)}}} * 0.97m/s$$

G. Ariete= 131.93 mts.

Caso crítico=C.D.T. + G. Ariete=189.23+131.93=321.16 M.C.A., la tubería a utilizar es de hierro galvanizado ya que la presión de trabajo supera 250 psi o 176 M.C.A.

2.5 Diseño de equipo de bombeo

Es importante aclarar que el equipo de bombeo es el que se diseña para un período de 5 a 10 años, la tubería de impulsión debe diseñarse de tal modo que sea suficiente para abastecer a la población futura.

El equipo de bombeo se calculó con los parámetros siguientes:
Población futura en 5 años igual a 1,095 habitantes, con un caudal máximo diario de 1.521 l/s, un caudal de bombeo de 4.563 l/s y una Carga Dinámica Total de 189.23 mts. La potencia de la bomba para los primeros 5 años del servicio se calculó con la fórmula:

$$pot.bomba = \frac{(CDT)(Qb)}{(76) * e}$$

CDT=Carga Dinámica Total

Qb=Caudal de bombeo

e=eficiencia de la bomba

$$pot.bomba = \frac{(189.23)(4.563)}{(76) * 0.70} = 16.22 h.p. \approx 20 hp$$

Se propone una bomba de 20 hp. Para los primeros 5 años del proyecto.

2.6 Especificaciones de equipo de bombeo

Para el presente proyecto se propuso una bomba centrífuga marca Franklin con una potencia de 20 hp con capacidad de bombeo de 4.44 litros/ segundo, una carga dinámica total de 189.23 mts. acoplada a un motor eléctrico.

2.7 Desinfección

Como tratamiento se entenderá en este caso a la desinfección que se aplica al agua en el tanque de distribución ya que los tratamientos adicionales serán contemplados en el costo total del proyecto.

La desinfección más frecuente en los acueductos rurales es la realizada con hipoclorito de calcio. La presentación del hipoclorito de calcio en el mercado es más común en forma de polvo con una determinada concentración, por lo que los gastos ocasionados por el tratamiento, estarán en función del caudal de entrada al tanque, de la concentración que presente el hipoclorito de calcio y de su costo.

Continuando con los criterios para el cálculo de tarifas del Infom-Unepar, el cálculo del costo del hipoclorito de calcio es de la siguiente manera:

$$G.T. = \frac{(Qc)(Rac)(C_{HC})(86,400)(30)}{(45,400)(Cc)}$$

Donde:

G.T. = Gastos por tratamiento mensual

Qc = Caudal de conducción o día máximo

C_{HC} = Costo de hipoclorito por gramo

Rac = Relación agua cloro en un parte por millar

Cc = Concentración de cloro al 65%

2.8 Programa de operación y mantenimiento

Operación

Para la correcta operación de un sistema de agua potable es necesaria la contratación de un fontanero que realice estas funciones. A este fontanero se le atribuirán las funciones de velar por una eficaz operación del sistema; para mantenimiento tanto preventivo como correctivo con un salario de Q45.00, por día contratado, por servicios personales, el salario mensual es de Q 1,350.00.

Mantenimiento

En UNEPAR se ha planteado que mensualmente se requiere un monto que equivale al 0.40% del costo total del proyecto, con este porcentaje se toma en cuenta el mantenimiento tanto preventivo como correctivo y se da de la manera siguiente:

$$R = (0.004 * \text{Costo Total}) / 12$$

Tratamiento

Como tratamiento se refiere a la desinfección aplicada al agua en el tanque de distribución debido a que los tratamientos adicionales serán contemplados en el costo total del proyecto. La desinfección más frecuente en los acueductos rurales se realizan con hipoclorito de calcio, este es dosificado en una cantidad aproximada de 1 gramo por millar, de esta forma el gasto

actual por tratamiento de la desinfección más frecuente en los acueductos rurales es realizada con hipoclorito de calcio, el cual es dosificado en una cantidad aproximada de 1 gramo por millar; por lo que los gastos por el tratamiento estará en función del valor actual del hipoclorito de calcio y del caudal de agua que entra al tanque. La presentación del hipoclorito de calcio en el mercado es en forma de polvo con una determinada concentración, por lo que los gastos ocasionados por el tratamiento estarán en función del caudal de entrada al tanque, de la concentración que presente el hipoclorito de calcio y de su costo, calculándose de la siguiente manera:

Hipoclorito líquido necesario por día = caudal (l/seg) * 0.001 (parte/mil) * 86,400 (seg/día)

Costo de 1 gramo de hipoclorito en polvo = costo 100 lbs. Hip. / (454 gr/lb * 100 lbs.)

La cantidad de hipoclorito en polvo necesaria estará en función de la concentración que este contenga y será así:

Peso de hipoclorito en polvo = hipoclorito líquido (l/día) / % de concentración (gr/l).

El costo total por tratamiento será entonces de:

Costo mensual por tratamiento = 30 días * costo de un gramo de hipoclorito en polvo

* cantidad de hipoclorito en polvo.

Depreciación de equipo

Esto se utilizará únicamente en casos en que el sistema sea por bombeo, esta bomba habrá que sustituirla en un período de tiempo determinado. En el área rural un equipo de bombeo se deja de utilizar cuando el mismo no presta el más mínimo servicio a la comunidad, por lo que se supondrá que el valor de rescate

del equipo de bombeo será cero. La depreciación se calculará de la siguiente manera:

Costo mensual por depreciación = costo de equipo de bombeo / (vida útil del equipo en años * 12)

Combustibles

El valor del gasto por combustibles se aplicará únicamente en sistemas por bombeo. El factor de operación indica el gasto que ocasiona un motor de cada uno de los elementos que le servirán en un momento determinado para su funcionamiento.

Factor de operación:

Motor de gasolina 0.060 gal/hora/hp

Motor diesel 0.040 gal/hora/hp

Motor eléctrico 0.075 gal/hora/hp

Calculándose de la siguiente manera:

C.C. = F.O. * Pb * Hp * 30 * costo combustible/galón

Donde:

C.C. = costo ocasionado mensualmente por combustibles en quetzales/galón.

F.O. = factor de operación.

Pb. = período de bombeo en horas al día.

Hp. = potencia de la bomba en caballos de fuerza.

Lubricantes

El valor del gasto por lubricantes se aplicará únicamente en sistemas por bombeo.

Factor de operación 0.006 gal/hora/hp

Calculándose de la siguiente manera:

C.L. = F.O. * Pb * Hp * 30 * costo del lubricante

Donde:

C.L. = costo mensual por lubricación en quetzales/galón.

F.O. = factor de operación.

Pb. = período de bombeo en horas al día.

Hp. = potencia de la bomba en caballos de fuerza.

A continuación se presenta el cálculo de la propuesta de tarifa para el proyecto de agua potable para los barrios Las Flores, La Paz y Concordia, municipio de San Francisco, departamento de Petén.

2.8.1 Propuesta de tarifa

Para el funcionamiento eficaz del sistema de agua potable y también asegurar el cumplimiento de la vida útil del proyecto, se debe de establecer una cuota mensual por el servicio de agua potable que se brinda. Para establecer la tarifa más adecuada, existen diversos puntos de vista, entre estos están las tarifas según las variaciones en los precios establecidos. Según este criterio las tarifas pueden ser clasificadas de la siguiente manera:

El Sistema Uniforme: este sistema se refiere a cuando se establece un solo precio unitario, cualesquiera que sea la clase de consumo o el volumen del mismo. En el sistema uniforme, el volumen de agua consumida se cobrará mensualmente por una cuota general a la población, debido a que no se instalarán medidores de volumen de consumo y el cobro mensual se calcula dividiendo el total del gasto en el total de servicios.

El Sistema Diferencial: se aplica este sistema cuando la tarifa incluye precios unitarios variables para las diferentes clases de servicio. La diferenciación se efectúa tomando en cuenta algunos aspectos:

- según las clases de consumo;
- de acuerdo con el volumen de agua consumida;
- según el avalúo catastral de la propiedad;
- de acuerdo con zonas de presión o bombeo.

Considerando las características económicas y socioculturales del Municipio de San Francisco se optará por aplicar el sistema de tarifa uniforme. En el cálculo de la tarifa se suman los gastos ocasionados en el sistema y se divide por el número de conexiones domiciliarias tomando en cuenta los datos siguientes: datos de la topografía, del diseño hidráulico, del presupuesto y costos actuales del presente año.

Datos:

- La línea de conducción tiene una longitud de 155.5 metros.
- El sistema cuenta con un total de 150 conexiones domiciliarias.
- El sistema cuenta con un tanque de distribución.
- El caudal de entrada al tanque es de 4.44 litros/seg.
- Se trata de un sistema por bombeo.
- Se usará una bomba centrífuga de eje horizontal acoplada a un motor diesel con una potencia teórica de 20 hp.
- El período de vida útil del equipo de bombeo es de 5 a 10 años.
- El costo del equipo de bombeo es de Q.110,000.00
- La inflación para el mes de septiembre para el año 2,008 es del orden de 11.47%, según el Banco de Guatemala.
- El período de bombeo será de 4 horas al día.

- El costo de la inversión inicial de ejecución de la obra es de Q. 584,312.12.
- El salario mínimo de un trabajador en el municipio de San Francisco es de Q. 40.00 al día.
- El hipoclorito de calcio se encuentra a una concentración de 65% en peso.
- El agua no cuenta con tratamiento adicional a la desinfección.
- El costo de 100 lbs. de hipoclorito de calcio en polvo es de Q. 900.
- El valor del actual del galón de diesel en la comunidad es de Q. 35.00.
- Se contratará 1 fontanero.

Operación (salario del fontanero)

Q 45.00 diarios

Mantenimiento

Costo de mantenimiento = $(0.004 * C. Total) / 12 \text{ años} = Q.2337.25/12$

Total de mantenimiento = Q.194.77

Tratamiento

Hipoclorito liquido necesario en un día = $8.89 \text{ l/seg} * 0.001 * 86400 = 768.09 \text{ l/día.}$

Costo de 1 gramo de hipoclorito en polvo = $Q.900.00 / (454 \text{ gr/lb} * 100 \text{ lbs.}) = Q. 0.020$

Hipoclorito en polvo = $768.09 \text{ l/día} / 0.65\% = 1181.69\text{gr.}$

Costo mensual por tratamiento = $15 \text{ días} * Q. 0.020 * 1181.69 \text{ gr.} = Q. 354.51$

Depreciación de equipo

Depreciación = $Q. 110,000.00 / (5 \text{ años} * 12 \text{ (mes/año)}) = Q. 1833.33$

Combustibles

Costo de combustible = $0.040 * 4 \text{ horas/día} * 20 \text{ hp} * 15 \text{ días} * \text{Q. } 35.00 \text{ galón}$
= Q. 1680.00

Lubricantes

Costo de lubricantes = $0.006 * 4 \text{ horas/día} * 20 \text{ hp} * 15 \text{ días} * \text{Q. } 140 \text{ galón}$
= Q. 1008.00

La sumatoria de todos los gastos será lo que se recaudará en forma mensual por el comité de agua.

Resumen de gastos

Operación: Q. 45.00

Mantenimiento: Q. 194.77

Tratamiento: Q. 354.51

Depreciación equipo: Q. 1833.33

Combustible: Q. 1680.00

Lubricantes: Q. 1008.00

TOTAL DE GASTOS = Q.5, 115.28

La tarifa propuesta según para el presente proyecto se calculará dividiendo el total a recaudar mensualmente entre el número de conexiones domiciliarias de la siguiente manera:

TARIFA PROPUESTA CALCULADA = $\text{Q. } 5,115.28 / 150 = \text{Q. } 34.10$

TARIFA PROPUESTA ADOPTADA = Q. 34.00

2.9 Presupuesto

El presupuesto de un proyecto es el costo total antes de su ejecución uniendo el costo de las diferentes actividades que se llevan a cabo para poder realizarlos tal como la mano de obra y cada elemento que forma parte del proyecto.

Esta información se obtiene por medio de los planos, características y condiciones que se exponen en la memoria descriptiva y especificaciones de la obra.

El valor total del proyecto se obtiene partiendo del precio unitario fijado para las unidades base por la cantidad a utilizar de estos, datos obtenidos de la cuantificación de materiales y la mano de obra respectiva.

A continuación se presenta el presupuesto para el proyecto de planificación y diseño de una línea de impulsión y tanque elevado para el abastecimiento de agua potable de los barrios La Paz, Las Flores y Concordia en la cabecera municipal de San Francisco, Petén.

**PROYECTO DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE UNA LÍNEA DE IMPUSIÓN
Y UN TANQUE ELEVADO PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
DE LOS BARRIOS LAS FLORES, LA PAZ Y CONCORDIA EN LA CABECERA
MUNICIPAL DE SAN FRANCISCO, PETÉN.**

Pedestal				
Materiales	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Cemento	saco	16	Q62,00	Q992,00
Arena	m ³	2	Q175,00	Q350,00
Piedrín	m ³	2	Q175,00	Q350,00
Hierro No.3	quintal	1	Q520,00	Q520,00
Hierro No.6	quintal	2	Q520,00	Q1.040,00
Hierro No.7	quintal	3	Q520,00	Q1.560,00
Alambre de amarre	lbs.	10	Q10,00	Q100,00
Madera p/ formaleta	pie-tablas	110	Q10,00	Q1.100,00
Clavos 2 1/2"	lbs.	2	Q10,00	Q20,00
Costo total de materiales				Q6.032,00

Mano de obra				
Actividad	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Excavación	m ³	17,1	Q25,00	Q427,50
Colocación de armadura	ml	35,2	Q5,00	Q176,00
Formaleta	ml	6	Q15,00	Q90,00
Fundición	ml	6	Q25,00	Q150,00
Desencofrado	ml	6	Q5,00	Q30,00
Costo total de mano de obra				Q873,50

Costo total de 4 pedestales (materiales + M.O.)				Q6.905,50
--	--	--	--	------------------

**PROYECTO DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE UNA LÍNEA DE IMPUSIÓN
Y UN TANQUE ELEVADO PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
DE LOS BARRIOS LAS FLORES, LA PAZ Y CONCORDIA EN LA CABECERA
MUNICIPAL DE SAN FRANCISCO, PETÉN.**

Zapatatas				
Material	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Cemento	saco	36	Q62,00	Q2.232,00
Arena	m ³	4	Q175,00	Q700,00
Piedrín	m ³	3	Q175,00	Q525,00
Hierro No.7	quintal	11	Q520,00	Q5.720,00
Alambre de amarre	lbs.	10	Q10,00	Q100,00
Costo total de materiales				Q9.277,00

Mano de obra				
Actividad	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Excavación	m ³	3,6	Q25,00	Q90,00
Colocacion de armadura	ml	210	Q3,00	Q630,00
Fundición	m ²	12,25	Q25,00	Q306,25
Costo total de mano de obra				Q1.026,25

Costo total de 4 zapatas (materiales + M. O.)	Q10.303,25
--	-------------------

**PROYECTO DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE UNA LÍNEA DE IMPUSIÓN
Y UN TANQUE ELEVADO PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
DE LOS BARRIOS LAS FLORES, LA PAZ Y CONCORDIA EN LA CABECERA
MUNICIPAL DE SAN FRANCISCO, PETÉN.**

Viga Conectora				
Material	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Cemento	saco	53	Q62,00	Q3.286,00
Arena	m ³	5	Q175,00	Q875,00
Piedrín	m ³	5	Q175,00	Q875,00
Hierro No.6	quintal	14	Q520,00	Q7.280,00
Hierro No.3	quintal	6,5	Q520,00	Q3.380,00
Alambre de amarre	lbs.	40	Q10,00	Q400,00
Madera p/ formaleta	pie-tablas	240	Q10,00	Q2.400,00
Clavos 2 1/2"	lbs.	15	Q10,00	Q150,00
Costo total de materiales				Q18.646,00

Mano de obra				
Actividad	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Colocacion de armadura	ml	227,92	Q5,00	Q1.139,60
Formaleta	ml	57,02	Q15,00	Q855,30
Fundición	ml	57,02	Q25,00	Q1.425,50
Desencofrado	ml	57,02	Q5,00	Q285,10
Costo total de mano de obra				Q3.705,50

Costo total de viga conectora (materiales +M.O.)	Q22.351,50
---	-------------------

**PROYECTO DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE UNA LÍNEA DE IMPUSIÓN
Y UN TANQUE ELEVADO PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
DE LOS BARRIOS LAS FLORES, LA PAZ Y CONCORDIA EN LA CABECERA
MUNICIPAL DE SAN FRANCISCO, PETÉN.**

Tubería de impulsión				
Materiales	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Tubo hg Ø 3"(700 PSI)	unidad	34	Q250,00	Q8.500,00
Pegamento	1/4 galón	3	Q220,00	Q660,00
Codo Ø 3" 90°	unidad	3	Q75,00	Q225,00
Tubo hg Ø 3"(succión)	unidad	26	Q200,00	Q5.200,00
Bomba de 20HP (instalada)	unidad	1	Q110.000,00	Q110.000,00
Pichacha	unidad	1	Q2.300,00	Q2.300,00
Tanque de 100 m³	unidad	1	Q367.496,15	Q367.496,15
Costo total de materiales				Q494.381,15

Mano de obra				
Actividad	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Trazo	ml	155,5	Q2,00	Q311,00
Excavación	ml	155,5	Q25,00	Q3.887,50
Colocación de tubería	ml	200	Q1,50	Q300,00
Colocación de accesorios	unidad	3	Q1,50	Q4,50
Relleno	m ³	27,99	Q25,00	Q699,75
Costo total de mano de obra				Q5.202,75

Costo total de tubería de impulsión (materiales + M.O.)	Q499.583,9
--	-------------------

**PROYECTO DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE UNA LÍNEA DE IMPUSIÓN
Y UN TANQUE ELEVADO PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
DE LOS BARRIOS LAS FLORES, LA PAZ Y CONCORDIA EN LA CABECERA
MUNICIPAL DE SAN FRANCISCO, PETÉN.**

Caseta de bombeo				
Materiales	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Cemento	saco	50	Q62,00	Q3.100,00
Arena	m ³	6	Q175,00	Q1.050,00
Piedrín	m ³	5	Q175,00	Q875,00
Hierro No.2	quintal	1,5	Q520,00	Q780,00
Hierro No.3	quintal	4,5	Q520,00	Q2.340,00
Hierro No.6	quintal	1	Q520,00	Q520,00
Portón 2 hojas 1.60 x 2.10	unidad	1	Q2.200,00	Q2.200,00
Block(0.15x0.20x0.40)	unidad	270	Q4,40	Q1.188,00
Costaneras 3"x2"	unidad	5	Q125,00	Q625,00
Costaneras 2"x2"	unidad	3	Q100,00	Q300,00
Tornillos	unidad	40	Q1,50	Q60,00
Costo total de materiales				Q13.038,00

Mano de obra				
Actividad	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Trazo	ml	12	Q2,00	Q24,00
Excavación	ml	12	Q25,00	Q300,00
Colocación de armadura	ml	234,36	Q3,00	Q703,08
Fundición de cimiento corrido	ml	12	Q25,00	Q300,00
Fundición de zapatas	unidad	4	Q25,00	Q100,00
Fundición de solera hidrófuga	ml	10,4	Q25,00	Q260,00
Fundición de columnas	ml	27,6	Q25,00	Q690,00
Fundición de piso	m ²	7,29	Q25,00	Q182,25
Levantado de block	ml	20	Q25,00	Q500,00
Fundición de solera intermedia	ml	8,4	Q25,00	Q210,00
Fundición de solera superior	ml	27	Q15,00	Q405,00
Colocación de barras 3/4"	ml	20,25	Q5,00	Q101,25
Colocación de tendales	ml	28	Q5,00	Q140,00
Colocación de costaneras	ml	12	Q5,00	Q60,00
Colocación de laminas	m ²	16	Q15,00	Q240,00
Relleno	m ³	3,6	Q25,00	Q90,00
Costo total de mano de obra				Q4.305,58

Costo total de caseta de bombeo (materiales + M.O.)	Q17.343,58
--	-------------------

2.9.1 Integración de costos

**PROYECTO DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE UNA LÍNEA DE IMPUSIÓN
Y UN TANQUE ELEVADO PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
DE LOS BARRIOS LAS FLORES, LA PAZ Y CONCORDIA EN LA CABECERA
MUNICIPAL DE SAN FRANCISCO, PETÉN.**

FECHA: SEPTIEMBRE 2008

LONGITUD : 155,5 METROS

No.	Renglón	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
1	Caseta de bombeo	unidad	1	Q17.343,58	Q17.343,58
2	Línea de impulsión o conducción	unidad	1	Q132.087,75	Q132.087,75
3	Cimiento	unidad	1	Q39.560,25	Q39.560,25
3	Tanque de distribución	unidad	1	Q367.496,15	Q367.496,15
Total					Q556,487.73
Imprevistos 5%					Q27,824.37
Total					Q584,312.12

La integración de costos del respectivo presupuesto se realizó con base a los precios actuales vigentes en el mercado local hasta el día de hoy primero de septiembre del año dos mil ocho, este presupuesto tiende a variar, debido a la fluctuación del dólar, por lo que habrá que actualizarlos en el momento de ejecutar la obra, los cálculos se realizaron tomando como base el costo unitario en quetzales, el presente proyecto tiene un costo de: QUINIENTOS OCHENTA Y CUATRO MIL TRESCIENTOS DOCE Y DOCE CENTAVOS (Q. 584,312.12), O BIEN, (US \$ 78,116.59), A UNA TASA DE CAMBIO DEL DÍA DE US \$ 1.00 x Q. 7.48

2.9.2 Cronograma de ejecución

No.	DESCRIPCIÓN	SEMANAS								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	TRAZO Y EXCAVACIÓN	■	■							
2	EXCAVACIÓN DE CIMENTACIÓN PARA EL TANQUE ELEVADO	■								
3	CIMENTACIÓN DE TANQUE ELEVADO		■	■	■					
4	CASETA DE BOMBEO			■	■	■				
6	COLOCACIÓN DE BOMBA DE 10 HP Y TUBERIA HG Ø3"				■	■				
7	COLOCACIÓN DE LÍNEA DE IMPULSIÓN O CONDUCCIÓN Ø3"						■			
8	TANQUE ELEVADO						■	■	■	■
9	RELLENO Y COMPACTACIÓN				■				■	■
10	FLETES	■	■	■	■	■	■	■	■	■

2.10 Evaluación de impacto ambiental

En la construcción o ejecución de todo proyecto de infraestructura en general como son una línea de impulsión y un tanque elevado para el abastecimiento de agua potable y edificios públicos, todas las actividades realizadas por el ser humano en la tierra o el entorno, genera un cambio o impacto en los componentes ambientales; ambiente físico, biológico y social. Este impacto puede ser de carácter positivo, negativo irreversible, negativo con posibles mitigaciones o neutros.

De acuerdo con las leyes actuales, se pueden realizar dos tipos de estudios de impacto ambiental:

- Impacto ambiental no significativo o evaluación rápida.

- Impacto ambiental significativo o evaluación general.

El estudio de impacto ambiental no significativo o evaluación rápida, se realiza por medio de una visita de observación al sitio propuesto para el proyecto, por parte de los técnicos en la materia, aprobados por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales y por cuenta del interesado, para determinar si la acción propuesta no afecta de manera significativa, el ambiente. El criterio debe basarse en proyectos similares según tamaño, localización e indicadores que se crean pertinentes.

El estudio de impacto ambiental significativo o evaluación general se podrá desarrollar en dos fases:

- Fase preliminar o de factibilidad
- Fase completa

La fase preliminar o de factibilidad deberá tener datos de la persona interesada, descripción del proyecto y escenario ambiental, principales impactos y medidas de mitigación, sistema de disposición de desechos, plan de contingencia, plan de seguridad humana y otros que se consideren necesarios.

La fase completa, generalmente, se aplica a proyectos con grandes impactos y debe ser un estudio, lo más completo posible, además de lo establecido en la fase preliminar, deberá responder a una serie de interrogantes necesarios para determinar el impacto que tendrá el proyecto.

- a. ¿Qué sucederá al medio ambiente como resultado de la ejecución del proyecto?

- b. ¿Cuál es el alcance de los cambios que sucedan?
- c. ¿Qué importancia tienen los cambios?
- d. ¿Qué puede hacerse para prevenirlos o mitigarlos?
- e. ¿Qué opciones o posibilidades son factibles?
- f. ¿Qué piensa la comunidad del proyecto?

Tanto para la construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable como para la construcción de un salón comunal, los impactos generados se consideran poco significativos por lo que se puede realizar una evaluación rápida. Esta evaluación debe contener información básica, establecer con suficiente nivel de detalle los impactos negativos previstos y sus medidas de mitigación propuestas.

- **Evaluación rápida.**

- **Información sobre el proyecto.**

- a) Nombre de la comunidad: Barrios La Paz, Las Flores y Concordia y Comunidad San Martín, Las Flores
- b) Municipio: San Francisco
- c) Departamento: El Petén

- **Tipo del proyecto.**

Línea de impulsión y tanque elevado y salón comunal.

- **Consideraciones especiales**

Consideraciones sobre áreas protegidas.

a. ¿Se ubica el proyecto dentro de un área protegida legalmente establecida? No

b. Nombre del área protegida: no aplica.

c. Categoría de manejo del área protegida: no aplica.

d. Base legal de la declaratoria del área protegida: no aplica.

e. Ente administrador del área protegida: no aplica.

f. Ubicación del proyecto dentro de la zonificación del área protegida: no se encuentra dentro de áreas protegidas.

g. Por la ubicación del proyecto dentro de áreas del SIGAP: El proyecto no requiere un estudio de impacto ambiental.

Consideraciones sobre ecosistemas naturales.

a. ¿Cruza el proyecto un ecosistema terrestre natural? No

b. ¿Estado actual del ecosistema? no aplica.

Otras consideraciones.

Cruza el proyecto alguna de las siguientes zonas:

a. Zona de alto valor escénico: no

b. Área turística: no

c. Sitio ceremonial: no

d. Sitio arqueológico: no

e. Área de protección agrícola: no

f. Área de asentamiento humano: no

g. Área de producción forestal: no

h. Área de producción pecuaria: no

2.10.1 En construcción

Los impactos ambientales negativos identificados durante la ejecución de los proyectos son los siguientes.

Tabla XIII. Impactos ambientales negativos durante la ejecución.

Impacto ambiental previsto	El presente impacto ambiental negativo requiere de medidas de mitigación específicas que deberán ser implementadas por:		
	Ejecutor	Comunidad	Municipalidad
Remoción de la cobertura vegetal	X		
Movimiento de material	X		
Disposiciones inadecuadas de materiales de desperdicio	X		
Alteración y contaminación de aguas superficiales	X		
Contaminación del aire por polvo generado en construcción	X		
Alteración del paisaje natural		X	
Cambios en la estructura del suelo	X		
Generación de desechos sólidos	X		

2.10.2 En operación

Los impactos ambientales negativos identificados durante la operación de los proyectos son:

Tabla XIV. Impactos ambientales negativos durante la operación.

Impacto ambiental previsto	El presente impacto ambiental negativo requiere de medidas de mitigación específicas que deberán ser implementadas por:		
Actividad	Comité de Mantenimiento	Comunidad	Municipalidad
Disminución del nivel del agua subterránea	X	X	X
Pequeñas inundaciones debido a fugas en el sistema de agua	X		
Disposición inadecuada de las aguas residuales	X	X	
Generación de desechos sólidos derivados de las actividades de limpieza en el salón comunal	X	X	

Al observar los impactos ambientales negativos generados se considera que los proyectos de agua potable como el proyecto del Salón Comunal, son ambientalmente viables. También, se prevé que habrá impactos sociales de carácter positivo, al mejorar la salud de los habitantes de la comunidad al contar con agua sanitariamente segura para su consumo, además que en la comunidad se generarán fuentes de trabajo con la construcción del proyecto de construcción una línea de impulsión y tanque elevado para el abastecimiento de agua potable y el Salón Comunal en las distintas localidades tanto en los barrios La Paz, Las Flores y Concordia y la comunidad de San Martín Las Flores, respectivamente en el municipio de San Francisco, Petén.

La entidad encargada en la elaboración del reglamento de evaluación, control y seguimiento ambiental en Guatemala es el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), por lo cual se recomienda hacer uso adecuado de estos materiales para hacer un análisis más exacto y completo posible en los proyectos de infraestructura.

2.11 Evaluación socio-económica

2.11.1 Valor presente neto

El valor presente neto es un método que toma en cuenta la importancia de los flujos de efectivo en función de tiempo. Consiste en encontrar la diferencia entre el valor actualizado de los flujos de beneficio y de las inversiones y otros egresos.

Se evaluará el costo y beneficio que conllevará la realización y funcionamiento del proyecto y que tipos de medidas se tomarán para que la población beneficiada mantenga en óptimas condiciones las partes que componen el proyecto.

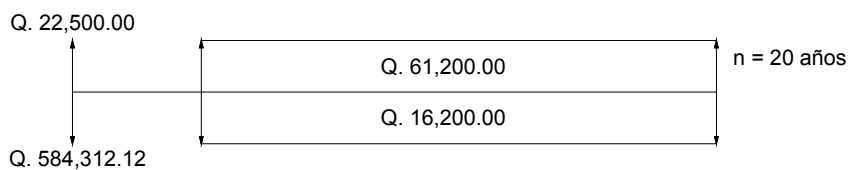
A continuación se desglosa los cálculos obtenidos mediante una tabla, en referencia al tiempo de vida útil, costo total, número de conexiones domiciliarias, tasa de crecimiento anual del país y el valor de la propuesta de tarifa calculada anteriormente para el proyecto:

La municipalidad de San Francisco pretende invertir Q. 584,312.12 en la ejecución del proyecto de abastecimiento de agua potable para los barrios Las Flores, La Paz Y Concordia.

Se contratara un fontanero para el mantenimiento del sistema por Q.1, 350.00. Se estima contar con los siguientes ingresos: por la instalación de la acometida se realizara un pago único de Q150.00 por vivienda, se fijara un aporte mensual por vivienda de Q. 34. Suponiendo una tasa del 12 % al final de los 20 años de vida útil, se determinara la factibilidad del proyecto por medio del valor presente neto.

RUBRO	OPERACIÓN	RESULTADO
Costo inicial		A. 584,312.12
Ingreso inicial	(Q 150/viv)(150)	Q. 22,500.00
Costos anuales	(Q 1350/mes) (12 meses)	Q. 16,200.00
Ingreso anual	(Q34.00)(150viv)(12meses)	Q. 61,200.00
Vida útil, en años		20 años

Una forma de analizar este proyecto es situar en una línea de tiempo los ingresos y egresos para trasladarlos posteriormente al valor presente, utilizando una tasa de interés del 12%.



Se utilizará el signo negativo para los egresos y el signo positivo para los ingresos; se tiene entonces:

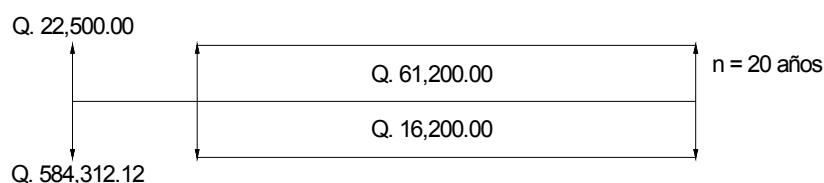
$$VPN = - 584,312.12 + 22,500 - 16200(1 + 0.12)^{20} + 61,200 (1 + 0.12)^{20}$$

$$VPN = -127,728.93$$

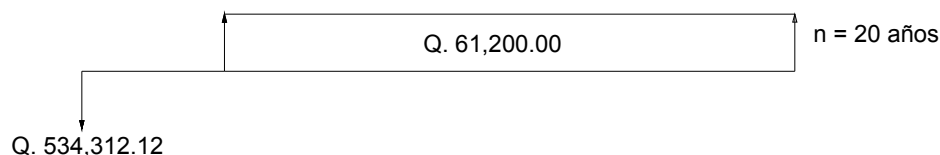
El Valor Presente Neto calculado es negativo o sea que es menor que cero, esto nos indica que el proyecto no es rentable viéndolo desde el punto de vista económico, pero es viable desde el punto de vista social.

2.11.2 Tasa interna de retorno

La municipalidad ejecutara el abastecimiento de agua para los barrios Las Flores, La Paz y Concordia, ubicados en la cabecera municipal de San Francisco, Petén con un costo inicial aproximado de Q.584,312.12. Por otra parte, la alcaldía necesita de Q. 16,200. al final de cada año, como costo de mantenimiento y Q. 61,200.00 por la cuota de amortización, También se tendrá un ingreso inicial por el derecho de cada conexión domiciliar; éste será de Q. 22,500.00 por el total de 150 viviendas existentes, con lo cual se pretende cubrir los gastos en el periodo de 20 años, el cual corresponde al sistema.



1. Se realiza la gráfica del problema, puesto que los Q. 61,200 y los Q.16,200 se encuentran enfrentados en el mismo período de tiempo, como también Q. 584,312.12 y los Q. 22,500.00, la gráfica se puede simplificar a lo siguiente:



2. Teniendo claro lo anterior, se plantea y soluciona la ecuación de valor, por medio de la metodología de la tasa interna de retorno (TIR).

a. Se utiliza una tasa de interés de 17%

$$\begin{aligned} \text{VPN} &= -584,312.12 + 61,200 (1 + 0.17)^{20} \\ \text{VPN} &= 829,750.55 \end{aligned}$$

b. Se utiliza una tasa de interés de 12%

$$\begin{aligned} \text{VPN} &= -584,312.12 + 61,200 (1 + 0.12)^{20} \\ \text{VPN} &= 6,041.02 \end{aligned}$$

1. Se aplica la interpolación matemática para hallar la tasa de interés que se busca.

$$\begin{array}{r} 17\% - 829,750.55 \\ i - 0 \\ 12\% - -6,041.02 \end{array}$$

2. Se utiliza la proporción entre diferencias que correspondan:

$$\frac{17 - i}{17 - 12} = \frac{829,750.55}{829,750.55 - (6,041.02)}$$

Llevando a cabo la siguiente operación se determina el valor de i , La tasa de interés $i = 11.9633 \%$, representa la tasa efectiva mensual de retorno.

3. DISEÑO DEL SALÓN MULTIUSOS EN LA COMUNIDAD DE SAN MARTÍN, LAS FLORES, SAN FRANCISCO, PETÉN.

3.1. Estudio Topográfico

La topografía de la comunidad de San Martín Las Flores no varía muestra que es un área relativamente plana.

3.2. Diseño del Salón Comunal

3.2.1. Diseño arquitectónico.

El diseño arquitectónico definirá la distribución de los diferentes ambientes que forman parte del salón comunal. Esta distribución debe hacerse con el fin de proporcionar un lugar cómodo y funcional para su uso. Para ser efectivo este objetivo se tomaron como guía las Normas de la Asociación Guatemalteca de Ingenieros Estructurales (AGIES) y el código ACI.

El edificio del Salón Comunal se ha diseñado de acuerdo con las necesidades de la comunidad. La tipología arquitectónica se elegirá basándose en el criterio del diseñador y aportes de la comunidad. Para el caso del Salón Comunal se ha logrado concluir que se necesita un escenario, un área para taquilla, tienda y baños, el resto de espacio se destinará para uso público.

3.2.1.1. Ubicación del edificio.

El área destinada para el edificio del Salón Comunal cubre todo el terreno, para aprovechar al máximo el área disponible para su construcción y lograr albergar la máxima cantidad de personas. El terreno donde se construirá el edificio se encuentra localizado en el centro de la comunidad, lo cual se considera como la mejor opción por facilidad de construcción y acceso.

3.2.1.2. Dimensionamiento.

La forma y distribución de los ambientes dentro del edificio se hace del modo tradicional, considerando la forma que más se adapta a la necesidad de la comunidad. El diseño del edificio contará con los siguientes ambientes: escenario, tienda-taquilla, baños y el área restante para el público.

El dimensionamiento se hará de la mejor manera posible, para brindar comodidad, seguridad y cubrir las necesidades que la comunidad ha planteado con la realización de este proyecto.

Las dimensiones que se le darán a cada área deberán cumplir con los siguientes objetivos.

- Garantizar que cada ambiente esté provisto de todas aquellas facilidades que se consideren indispensables.
- Garantizar que la dimensión de los ambientes permita la colocación correcta de los elementos que serán parte de ellos, sin menoscabo de una fácil circulación y de los espacios de acomodamiento adecuados.

3.2.1.3. Altura del edificio.

El Salón Comunal será de un nivel y tendrá una altura de 5.00 metros, ya que la región en la que estará ubicado es un área de clima cálido.

3.2.1.4. Sistema estructural a utilizar.

El sistema estructural a utilizar en el diseño del Salón Comunal será tomando en cuenta factores tales como: economía, estética, materiales disponibles en el área. El resultado debe comprender el tipo estructural, formas y dimensiones, los materiales a utilizar y el proceso de ejecución que se debe de seguir.

Para este caso en específico se ha tomado la decisión de utilizar un sistema estructural con estructura de techo hecha a base de madera y cubierta con lámina de zinc, esta estructura estará soportada por columnas que transmitirán las cargas hacia el cimiento.

3.2.2. Criterios de diseño.

Los criterios de diseño a utilizar serán los indicados en las Normas de la Asociación Guatemalteca de Ingenieros Estructurales (AGIES) y el código ACI.

En el diseño de las costaneras, así como de la armadura de techo se usará madera. Para este caso en específico, se usará la madera de pino.

En las columnas, se utilizará concreto con una resistencia $f'c = 210$ kg/cm² y un acero estructural de grado 40 ($f_y = 2,810$ kg/cm²). El valor soporte del suelo a considerar es de 15 ton/m².

Los elementos de mampostería a usar serán: block pómez con las dimensiones siguientes: 20 x 20 x 40 centímetros.

3.2.3. Diseño de la estructura de techo.

A menudo, se desea construir techos sobre edificios que no tienen soportes intermedios, es, entonces, por motivos económicos, utilizar un sistema estructural conformado de varios elementos que uno conformado con vigas simplemente apoyadas.

La configuración estructural que se usa para este propósito se denomina armadura de techo. Por lo tanto, una armadura es una configuración estructural de elementos, generalmente, soportada sólo en sus extremos y formada por una serie de miembros rectos arreglados y conectados unos a otros. De esta manera, los esfuerzos transmitidos de un miembro a otro son, únicamente, axiales; de tensión o de compresión.

Es recomendable diseñar una armadura de techo a base de triángulos, el triángulo es el único polígono cuya forma geométrica no se deforma, sin cambiar la longitud de uno o más de sus lados; en consecuencia, la armadura que se diseñará estará compuesta esencialmente a base de un sistema de triángulos.

Las armaduras pueden ser de cuerdas paralelas o de dos aguas. El tipo de armadura de techo seleccionada para un edificio determinado, depende en gran parte de la pendiente requerida del techo y de las condiciones de iluminación.

En general, una armadura está compuesta por cuerdas superiores e inferiores y por los miembros del alma. La cuerda superior consta de la línea de miembros más alta que se extiende de un apoyo a otro pasando por la cumbrera. Para armaduras triangulares, el esfuerzo máximo en la cuerda superior ocurre, generalmente, en el miembro contiguo al apoyo. La cuerda inferior de una armadura está compuesta por la línea de miembros más baja que va de un apoyo a otro. Como en la cuerda superior, el esfuerzo máximo en la cuerda inferior de las armaduras triangulares se establece en el miembro adyacente al apoyo.

Los miembros que unen las juntas de las cuerdas superior e inferior son los miembros del alma y dependiendo de sus posiciones se llaman verticales y diagonales. Con base al tipo de esfuerzos, los miembros a compresión de una armadura se llaman puntales, mientras que los miembros que están sometidos a esfuerzos de tensión se llaman tirantes. La junta en el apoyo de una armadura triangular se llama junta de talón y la junta en el pico más alto se le denomina cumbrera.

Un panel es aquella porción de una armadura que se encuentra comprendida entre dos juntas consecutivas de la cuerda superior. La viga que va de una armadura a otra, descansando en la cuerda superior, se llama larguero o costanera. La porción comprendida entre dos armaduras se conoce como tablero o tramo. Puesto que los largueros del techo se extienden de

armadura a otra armadura, la longitud del tablero corresponde a la longitud de una costanera.

Los largueros o costaneras son vigas que cubren el claro entre las armaduras para transmitirles las cargas que provienen de la cubierta de techo. Se colocan con separaciones entre 0.60 y 1.50 metros, incluso pueden colocarse a separaciones mayores de 1.50 metros según el material de cubierta a usar.

Las armaduras simples pueden ser divididas en dos tipos o clases, basado en la manera de apoyo de las mismas, estos son:

1. **armaduras soportadas por muros de mampostería.** Abarca las armaduras que están apoyadas o soportadas por muros de mampostería u otro material que forma la pared, el cual resiste la fuerza lateral sin el uso de arriostramiento;
2. **armaduras soportadas por columnas.** Este sistema se refiere cuando la armadura está apoyada en columnas ya sean de concreto o de hacer. La construcción de estas columnas no ayuda y no ofrece considerable resistencia a las fuerzas laterales.

Debido al análisis anterior se optó por utilizar el sistema de armaduras soportadas por columnas ya que se considera pueda brindar mayores beneficios que el otro sistema, además es el sistema que más se aplica a este proyecto. También, para el presente proyecto, se diseña y construye una armadura tipo Howe tomando en cuenta el análisis económico.

Parámetros de diseño.

- Tipo de madera = Pino
- Propiedades de la madera = ver tabla XVII
- Separación de costaneras = 1.50 metro
- Pendiente del techo = 30%

3.2.3.1. Diseño de las costaneras.

Asumimos una sección de costanera de 3" por 2"

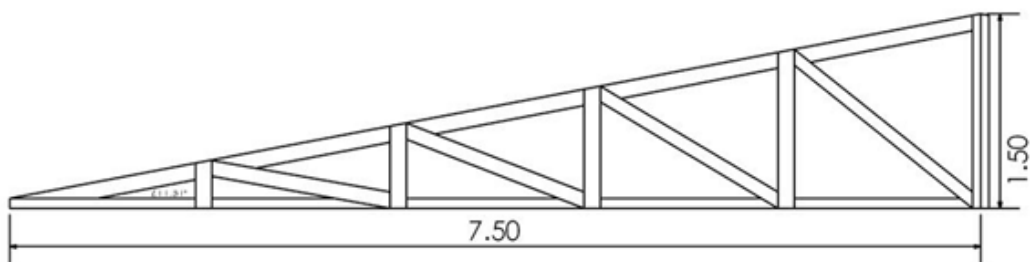
Integración de cargas.

- Carga viva = 75 kg/m²
- Lámina + traslapes = 8 kg/m²
- Peso propio de costanera
 $(0.051)(0.0762)(600)$ = 2.32 kg/m²
- CARGA TOTAL EN COSTANERA = 85.32 kg/m²

Carga total sobre costanera (P).

$$P = (85.32 \text{ kg/m}^2)(1.00 \text{ m}) \approx 85.32 \text{ kg/m}$$

Figura 5. Diagrama para encontrar el ángulo de la pendiente.



Pendiente del techo = 30%

$$\theta = \tan^{-1} (1.5/7.5) = 11.31^\circ$$

$$\text{Hipotenusa} = \sqrt{1.5^2 + 7.5^2} = 7.65 \text{ metros}$$

Proyección horizontal (Ph):

$$\text{Ph} = (85.32 \text{ kg/m})(7.65/7.5) = 87.03 \text{ kg/m}$$

Componentes:

- Carga perpendicular (Cp):

$$Cp = (87.01)(\cos \theta)$$

$$Cp = (87.01)(0.98) = 85.34 \text{ kg/m}$$

- Carga normal (Cn):

$$Cn = (87.01)(\sin \theta)$$

$$Cn = (87.01)(0.20) = 17.07 \text{ kg/m}$$

- Corte perpendicular (Vp):

$$Vp = \frac{(85.34 \text{ kg/m})(1.5 \text{ m})}{2} = 64.00 \text{ kg}$$

- Corte normal (Vn):

$$Vn = \frac{(17.07 \text{ kg/m})(1.5 \text{ m})}{2} = 12.80 \text{ kg}$$

- Momento perpendicular (Mp):

$$M_p = \frac{(85.34 \text{ kg/m})(1.5 \text{ m})^2}{8} = 24.00 \text{ kg-m}$$

- Momento normal (Mn):

$$M_n = (17.07 \text{ kg/m})(1.5 \text{ m})^2 = 4.80 \text{ kg-m}$$

Diseño de la sección:

asumimos costanera de (3")(2") = (7.62 cm)(5.08 cm) = 38.71 cm²

$$\text{Esf. Permissible, } V_{\text{máx}} = \text{Corte máx. actuante} = \left(\frac{3}{2}\right)\left(\frac{V_{\text{max}}}{A}\right) \leq 8.5 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$A = (3/2)(64.00 \text{ kg}/8.5 \text{ kg/cm}^2) = 11.29 \text{ cm}^2 \leq 38.71 \text{ cm}^2$$

Comprobando sección de costanera:

$$\left(\frac{3}{2}\right)\left(\frac{V_{\text{max}}}{A}\right) \leq 8.5 \text{ kg/cm}^2 \text{ (esfuerzo permisible)}$$

$$A = (3/2)(64.00 \text{ kg}/(7.62)(5.08)) = 2.48 \text{ kg/cm}^2 \leq 8.5 \text{ kg/cm}^2$$

La sección de 3" * 2" es aceptable.

Chequeo de Corte:

esfuerzo de corte último:

$$V_{xu} = (3/2)(V_n/A)$$

$$V_{yu} = (3/2)(V_p/A)$$

Donde:

V_{xu} = Esfuerzo cortante horizontal

V_{yu} = Esfuerzo cortante vertical

A = Área

V_n = Corte normal

V_p = Corte perpendicular

$$V_{xu} = (3/2)(12.80 \text{ kg}/38.71 \text{ cm}^2) = 0.50 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_{yu} = (3/2)(64.00 \text{ kg}/38.71 \text{ cm}^2) = 2.48 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_{xu} + V_{yu} < 8.5 \text{ kg/cm}^2$$

$$0.50 + 2.48 = 2.98 < 8.5 \text{ kg/cm}^2$$

La sección es aceptable

Chequeo de flexión:

$$S_n = (1/6)(b)(h^2)$$

$$S_p = (1/6)(h)(b^2)$$

Donde:

S_n = Módulo de sección normal a la pieza

S_p = Módulo de sección perpendicular a la pieza

$$S_n = (1/6)(5.08)(7.62^2) = 49.16 \text{ cm}^3$$

$$S_p = (1/6)(7.62)(5.08^2) = 32.77 \text{ cm}^3$$

$$\text{Esfuerzo de flexión actuante} = \frac{M_n}{S_n} + \frac{M_p}{S_p} \leq \text{Esfuerzo permisible}$$

$$\frac{M_n}{S_n} + \frac{M_p}{S_p} \leq 102 \text{ kg/cm}^2$$

$$\underline{480.02} + \underline{2400.09} = 83.00 \text{ kg/cm}^2$$

$$49.16 \quad 32.17$$

$$83.00 \leq 102 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{El chequeo a flexión si cumple}$$

Chequeo de deflexión:

$$D = (5/384)(CL^4/EI)$$

Donde:

C = carga

L = longitud

E = Módulo de elasticidad

I = Inercia de la sección

$$\text{Deflexión máxima permisible} = (L/200) = (150/200) = 0.75 \text{ cm}$$

Cálculo de inercias

$$I_n = (1/12)(b)(h^3)$$

$$I_p = (1/12)(h)(b^3)$$

Donde:

I_n = Inercia normal

I_p = Inercia perpendicular

$$I_n = (1/12)(5.08)(7.62^3) = 187.30 \text{ cm}^4$$

$$I_p = (1/12)(7.62)(5.08^3) = 83.25 \text{ cm}^4$$

Cálculo de deflexiones

$$D_n = (5/384)((C_n)(L^4)/(E_n)(I_n))$$

$$D_n = (5/384)((C_n)(L^4)/(E_n)(I_p))$$

Donde:

D_n = deflexión normal

D_p = deflexión perpendicular

$$D_n = (5/384)((17.07/100)(140^4)) / (0.80 \cdot 10^5)(187.30 \text{ cm}^4) = 0.06 \text{ cm}$$

$$D_p = (5/384)((85.34/100)(140^4)) / (0.80 \cdot 10^5)(83.25 \text{ cm}^4) = 0.64 \text{ cm}$$

Deflexión resultante (D_r):

$$D_r = \sqrt{D_n^2 + D_p^2} \leq 0.7 \text{ cm Deflexión máxima permisible}$$

$$D_r = \sqrt{(0.06)^2 + (0.64)^2} = 0.64 \text{ cm} \leq 0.75 \text{ cm deflexión aceptable}$$

3.2.3.2. Diseño de la armadura de madera.

Para el diseño de la armadura de madera se presentan, a continuación, algunas especificaciones técnicas que servirán para realizar un buen diseño:

Para la estructura, por cuestiones de diseño y el tipo de madera que se utilizará, se colocarán las armaduras a cada 1.80 metros.

Consideraciones sobre las cargas en la armadura.

Las diferentes cargas que afectan a la armadura se presentan en distintas direcciones, por lo cual es necesario determinar sus componentes para su correcta utilización. Tal es el caso del efecto del viento sobre una armadura que depende de la densidad y velocidad del aire, del ángulo de la incidencia del viento, de la forma y rigidez de la estructura y de la rugosidad de la superficie. Para propósitos de diseño, la carga de viento puede tratarse usando un procedimiento estático o uno dinámico.

En el procedimiento estático, la fluctuación de la presión causada por un viento soplando continuamente se aproxima por una presión media que actúa sobre los lados de barlovento y sotavento de la estructura. Esta presión q se define por su energía cinética $q = \frac{1}{2} \rho v^2$, donde ρ es la densidad del aire. Si tomamos $\rho = 2.376 (10^{-3})$ slug/pie³ y especificamos la velocidad v del viento en millas por hora, tenemos después de convertir unidades la fórmula siguiente:

$$q = 0.00256 v^2$$

Donde:

q = Carga de viento (lb/pie^2)

v = Velocidad máxima

Tabla XV. Valores para Guatemala de registros de vientos.

ZONA	MÁXIMAS RAFAGAS (km/h)	PROM. ANUAL (km/h)
Norte	57.46	9.70
Centro	59.31	9.10
Sur	64.87	17.40
Oriente	53.75	10.20
Occidente	57.46	19.00

Lo anterior es el resultado de diferentes investigaciones realizadas por reconocidas organizaciones como la Asociación Guatemalteca de Ingenieros Estructurales (AGIES). A continuación se presentan algunos valores del viento para Guatemala.

Integración de cargas.

Con el análisis descrito en la tabla se procede calcular la carga de viento tomando en cuenta que el proyecto se encuentra en la zona norte del país:

$$v = 57.46 \text{ km/h} = 35.70 \text{ mi/h}$$

$$q = 0.00256 (35.70)^2 = 3.26 \text{ lb}/\text{pie}^2$$

Carga muerta.

Lámina galvanizada	1.5	lb/pie ²	7.32	kg/m ²
Costaneras	2	lb/pie ²	9.76	kg/m ²
Peso propio de la armadura	4	lb/pie ²	19.53	kg/m ²
Peso de reglilla	2	lb/pie ²	9.76	kg/m ²
Carga de viento	<u>3.26</u>	<u>lb/pie²</u>	<u>16.14</u>	<u>kg/m²</u>
Total carga muerta	12.76	lb/pie ²	62.51	kg/m ²
Carga viva	<u>20.49</u>	<u>lb/pie²</u>	<u>100</u>	<u>kg/m²</u>
TOTAL DE CARGA	33.25	lb/pie²	162.51	kg/m²

Análisis estructural.

El método de análisis estructural, usado para el presente proyecto, será el método de nudos, el cual es del tipo analítico, basado en el principio de la armadura. Este método se desarrolla realizando diagramas de cuerpo libre en cada uno de los nudos que conforman la armadura. Las ecuaciones utilizadas en este método son las ecuaciones de estática, las cuales son: **F_h = 0; F_v = 0; M = 0.**

Para poder realizar el análisis estructural es necesario determinar el área de influencia de las cargas, es decir, determinar el área tributaria por nudo.

Área tributaria por nudo:

Cuerda superior: (1.50 m) (2.5 m) = (3.75m²) (231.78 kg/m²) =870 kg.

Figura 6. Área tributaria en los nudos de la cuerda superior

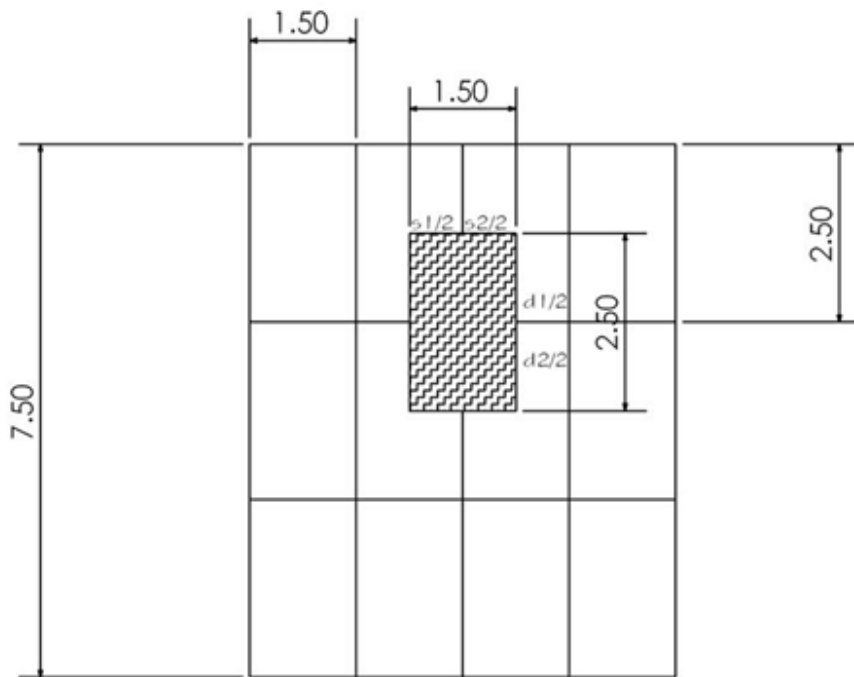
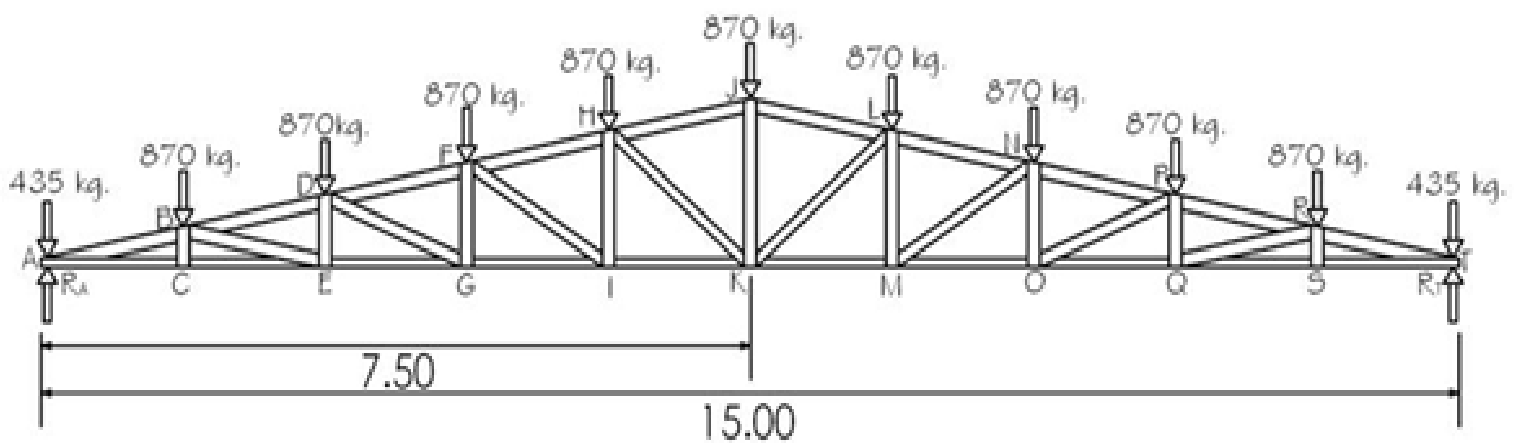


Figura 7. Distribución de cargas en los nudos de la cuerda superior.



Reacciones:

$$\Sigma M_A = 0 + \curvearrowright$$

$$-(8700)(1.50)-(870)(3.0)-(870)(4.5)-(870)(6.0)-(870)(7.5)-(870)(9.0)-(870)(10.5)-$$
$$(870)(12.0)-(870)(13.5)-(435)(15)+(R_T)(15) = 0$$

$$R_T = 4,350.00 \text{ kg} \quad \uparrow$$

$$\Sigma F_v = 0 + \uparrow$$

$$R_A + (-435)(2)+(-870)(9)+ 4,350 = 0$$

$$R_A = 4,350.00 \text{ kg} \quad \uparrow$$

$$R_A = R_T = 4,350.00 \text{ kg}$$

A continuación se presenta los resultados obtenidos al realizar el análisis de esfuerzos utilizando los diagramas de cuerpo libre en los cada uno de los nudos y elementos de la armadura los resultados están basados en un análisis, utilizando distintas combinaciones de fuerzas actuantes en la armadura se utilizó 1.2 carga muerta +1.6 carga viva + carga de viento, los valores tomados para el análisis fueron los de la última combinación, ya que es la que produce los mayores esfuerzos sobre los elementos de la estructura, no se realizó un análisis con fuerza de sismo, ya que este edificio estará ubicado en el área norte del país en el departamento del Petén, la cual está catalogada como un área o zona de baja actividad sísmica :

Tabla XVI. Fuerzas internas en la armadura.

Elemento	1,2 *C.M (Kg)	1,6*C.V (Kg)	C. Wind (Kg)	1,2*C.M +1,6*C.V(Kg)	1,2*C.M +1,6*C.V+ C. Wind (Kg)	Esfuerzo
AB	4854,24	13500	1399,67	18585,82	19575	COMPRESIÓN
AC	4759,97	13237,84	1372,49	18224,89	19194,86	TENSIÓN
BC	0	0	0	0	0	
BD	4924,14	15297,06	1419,83	18585,93	19962,67	COMPRESIÓN
BE	535,4	1500	155,52	2065,09	2211,86	COMPRESIÓN
CE	4760	13500	1372,5	18225	19575	TENSIÓN
DE	0	0	0	0	0	
DF	4306,78	12203,39	1240,68	16520,83	17744,59	COMPRESIÓN
DG	565,87	1615,55	164,26	2182,63	2344,31	COMPRESIÓN
EG	4235	12000	1220	16200	17400	TENSIÓN
FG	0	0	0	0	0	
FH	3794,32	10707,94	1091,76	14455,72	15526,52	COMPRESIÓN
FI	611,65	1747,57	177,67	2359,22	15352,94	COMPRESIÓN
GI	3733,3	10500	1067,5	14175	15225	TENSIÓN
HI	98	300	30,5	405	435	TENSIÓN
HJ	3238,98	9178,24	930,51	8100	13308,44	COMPRESIÓN
HK	674,52	1918,98	195,1	2590,62	2782,52	COMPRESIÓN
IK	3185	900	915	12150	13050	TENSIÓN
JK	630	1800	183	2430	2610	TENSIÓN
JL	2076,67	9178,24	930,51	12352,38	13308,44	COMPRESIÓN
KL	672,33	1918,98	195,1	2590,62	2782,52	COMPRESIÓN
KM	3115	9000	915	12112,5	13050	TENSION
LM	112	300	30,5	405	435	TENSIÓN
LN	3712,09	10707,94	1091,76	12161,16	17301,14	COMPRESIÓN
MN	408,17	1747,57	177,67	2359,22	2533,98	COMPRESIÓN
MO	3640	10500	1067,5	11925	15225	TENSIÓN
NO	0	0	0	0	0	
NP	4247,48	12237,65	1240,68	16520,83	17744,59	COMPRESIÓN
OP	565,44	1615,55	164,37	2182,63	2344,31	COMPRESIÓN
OQ	4165	12000	1220	16200	17400	TENSIÓN
PQ	0	0	0	0	0	
PR	4782,88	13767,36	1413,79	19279,4	19962,67	COMPRESIÓN
QR	535,4	1529,71	155,52	2059,32	2218,06	COMPRESIÓN
QS	4690	13500	1366,67	18905	19575	TENSIÓN
RS	0	0	0	0	0	
RT	4782,85	13500	1399,67	18585,82	19575	COMPRESIÓN
ST	4689,97	13237,84	1372,49	18224,89	19194,86	TENSIÓN

Las secciones de los miembros de la estructura se diseñaran utilizando los valores de los máximos esfuerzos sombreados en la tabla XVI.

Un miembro en tensión es un miembro recto, sujeto en sus extremos a dos fuerzas que tratan de estirarlo. Si la carga que actúa sobre un miembro en tensión es axial, esto es que coincide con su eje centroidal longitudinal, puede suponerse que la distribución de esfuerzos en el miembro es uniforme y se define mediante la fórmula siguiente:

$$f = \frac{P}{A}$$

Donde:

f = esfuerzo unitario de tensión

P = carga total

A = área de la sección transversal

Un miembro en compresión es un elemento en el cual una fuerza tiende a comprimirlo o acortarlo, se dice que los esfuerzos producidos son de compresión.

La diferencia que existe entre los miembros a tensión y los de compresión es que, en los primeros, la tensión tiende a mantener la pieza recta, y en los miembros a compresión tiende a pandearlos fuera del plano de las cargas. La tendencia de un miembro a pandearse se mide por su relación de esbeltez que se define como la relación entre su longitud y su menor radio de giro.

3.2.3.3. Diseño de los miembros de la armadura de madera.

La tabla XVI muestra los esfuerzos que se usarán en el diseño de los miembros de madera de la armadura. Como se puede observar, algunos miembros están sujetos a esfuerzos de compresión y otros a esfuerzos de tensión. Los miembros, bajo efectos de compresión, se diseñaran bajo el principio de columnas, recordando que su longitud es un factor importante.

En el diseño de columnas de madera de sección transversal rectangular, se utiliza la fórmula siguiente:

$$(P/A)=(0.3)(E)/(l/d)^2$$

Donde:

P = carga axial total en la columna (lbs)

A = área de la sección transversal de la columna (plg²)

$\frac{P}{A}$ = Esfuerzo unitario permisible (lb/ plg²)

E = módulo de elasticidad de la madera (lb/ plg²)

l = longitud sin apoyo en la columna (plg)

d = dimensión del lado menor (plg)

Para facilitar los cálculos en el diseño de los miembros de madera, a continuación se presentan algunos valores de esfuerzos básicos para algunas maderas más comunes en la construcción en Guatemala, estos valores servirán para determinar la sección adecuada de los elementos que trabajarán en la armadura del techo.

Tabla XVII. Esfuerzos básicos para maderas guatemaltecas aplicables a Madera verde o poco sazónada y a madera seca al aire.

Especie	Peso seco aparente gr/cm ³	Flex. Estática kg/cm ²	Módulo de elasticidad kg/cm ²	Comp. para-lela kg/cm ²	Comp. perpendicular kg/cm ²	Ten. para-lela kg/cm ²	Ten. perpendicular kg/cm ²	Corte para-lelo kg/cm ²	Cliva-je kg/cm ²	Dureza kg	Extra. de clavo Kg
Ciprés	0.51	160	0.75*10 ⁵	70	23	160	7	7	8	225	19
			0.88*10 ⁵							321	
Pino	0.50	120	0.80*10 ⁵	70	30	190	8	10	15	230	—
			0.94*10 ⁵							285	
Caoba	0.48	160	0.70*10 ⁵	70	45	125	7	10	16	265	30
			0.89*10 ⁵							312	
Canoj	0.65	130	1.00*10 ⁵	70	20	100	10	10	19	200	—
			1.00*10 ⁵							249	
Cedro	0.43	95	0.46*10 ⁵	40	35	80	10	7	16	180	19
			0.51*10 ⁵							227	
Cenicero	0.61	130	0.72*10 ⁵	65	45	100	10	10	11	350	30
			0.84*10 ⁵							471	
Conacaste	0.42	95	0.56*10 ⁵	35	20	90	10	7	9	195	9
			0.56*10 ⁵							228	
Chichique	0.72	245	1.38*10 ⁵	120	60	235	7	9	12	450	—
			1.53*10 ⁵							597	
Chichipate	0.72	210	1.20*10 ⁵	105	55	160	10	15	25	730	55
			1.48*10 ⁵							1044	
Palo volador	0.62	165	1.05*10 ⁵	75	35	155	10	11	24	430	50
			1.23*10 ⁵							615	

Fuente: *biblioteca.usac.edu.gt*

Cálculos.

Diseño a compresión.

De la tabla XVI y la tabla XVII obtenemos los siguientes valores:

$$f = \frac{P}{A}$$

Observando en la tabla XVII el valor de compresión paralela a la veta (esfuerzo unitario), utilizando la madera de pino y el valor del esfuerzo máximo de compresión paralela a la veta actuando en los elementos BD y PR:

$$f = 70 \text{ kg/cm}^2$$

$$P = 19,962.67 \text{ kg}$$

$$A = P/f = (19,962.62 \text{ kg}/70 \text{ kg/cm}^2) = 285.18 \text{ cm}^2$$

Utilizando una sección de 10" por 4 1/2", equivalente a:

$$a = (10)(2.54)(4.5)(2.54) = 290.32 \text{ cm}^2$$

Entonces $a = 290.32 \text{ cm}^2 > A = 285.18 \text{ cm}^2$. La sección es aceptable

También es el caso de los elementos HK y KL:

$$f=70 \text{ kg/cm}^2$$

$$P=2782.52 \text{ kg/cm}^2$$

$$A = (2782.52 \text{ kg}/70 \text{ kg/cm}^2) = 39.75 \text{ cm}^2$$

Utilizando una sección de 4 1/2" por 2", equivalente a:

$$a = (4.5)(2.54)(2)(2.54) = 58.06 \text{ cm}^2$$

Entonces $a = 58.06 \text{ cm}^2 > A = 39.75 \text{ cm}^2$. La sección es aceptable.

Diseño a tensión.

De la tabla XVI y la tabla XVII obtenemos los siguientes valores:

$$f = \frac{P}{A}$$

Observando en la tabla XVII el valor de tensión paralela a la veta (esfuerzo unitario), utilizando la madera de pino y el valor del esfuerzo máximo de tensión paralela a la veta actuando en los elementos CE y QS:

$$f = 190 \text{ kg/cm}^2$$

$$P = 19,575.00 \text{ kg}$$

$$A = P/f = 19,575.00 \text{ kg}/190 \text{ kg/cm}^2 = 103.03 \text{ cm}^2$$

Utilizando una sección de 4 1/2" por 4", equivalente a:

$$a = (4.5)(2.54)(4)(2.54) = 116.13 \text{ cm}^2$$

Entonces $a = 116.13 \text{ cm}^2 > A = 103.03 \text{ cm}^2$ La sección es aceptable

También en el caso del elemento JK tenemos:

$$f = 190 \text{ kg/cm}^2$$

$$P = 2,610.00 \text{ kg}$$

$$A = 2610.00 \text{ kg}/190 \text{ kg/cm}^2 = 13.74 \text{ cm}^2$$

Utilizando una sección de 4 1/2" por 2", equivalente a:

$$a = (4.5)(2.54)(2)(2.54) = 58.06 \text{ cm}^2$$

Entonces $a = 58.06 \text{ cm}^2 > A = 13.74 \text{ cm}^2$ La sección es aceptable

Utilizaremos la misma sección para soportar la carga sobre los elementos HI y LM la carga es de 435 kg y el área necesaria es de 2.92 cm².

Diseño de platinas

Diseño a tensión

Tomando en cuenta el valor máximo de tensión sobre el elemento CE y QS localizado en la cuerda inferior procedemos a diseñar la platina para la cuerda inferior.

La fórmula que se usa en el diseño de juntas se muestra a continuación:

$$Ap = \frac{T}{2Fs}$$

Ap = área de la sección transversal de la platina, Ap=dt siendo t el espesor de la platina y del ancho del miembro.

T = carga que actúa sobre el miembro

Fs = el esfuerzo de trabajo del acero Fs = 0.6Fy, Fy=36000ksi.

Con los siguientes datos procedemos a diseñar

T=19,575.00kg

d= 4plgs.

$$t = \frac{T}{2dFs}$$

$$t = \frac{43,065lbs}{2(4plg)(21,600lbs / plg^2)} = 0.22plg.$$

t=1/4" plg

Diseño de pernos a corte

Diseño para que no fallen los pernos:

$$\frac{Tp}{Ap} \leq Fc$$

Donde Fc = esfuerzo a corte del acero, Fc = 0.45Fy, Fc=16,200lbs/plg².

Ap = area del perno

V=carga en el perno Tp entre el número de filas de pernos. En este caso

Tp=19575/4=4893.75 kg

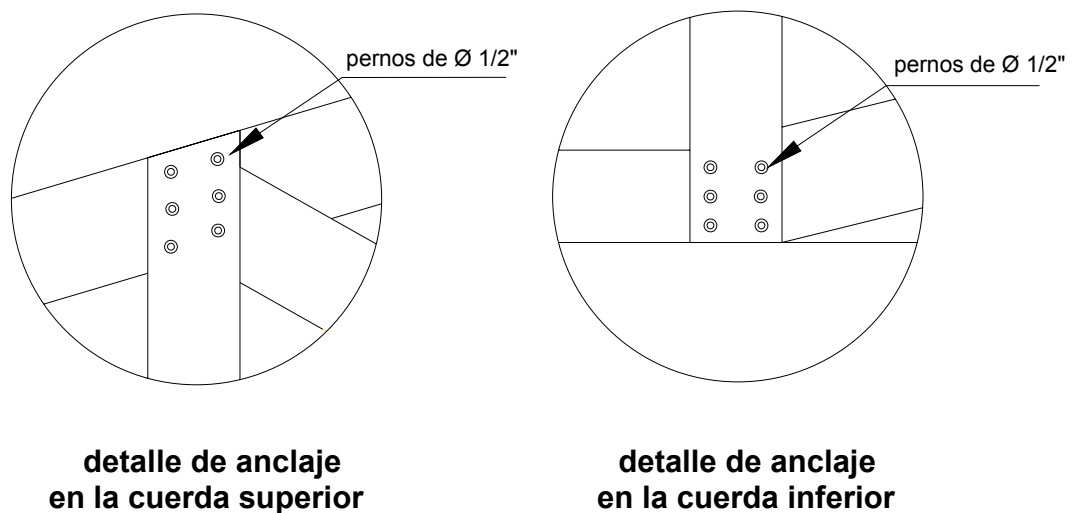
$T_p = 10,766.25 \text{ lbs.}$

$$\frac{10,766.25 \text{ lbs}}{0.7854 p l g^2} \leq F_c$$

$13,707.98 \text{ lbs} / p l g^2 \leq F_c$ si cumple.

Los pernos a utilizar tendrán un diámetro de 1" tipo A490. De este mismo modo se procede para hallar el espesor de platina y tipo de pernos para los elementos restantes de la armadura como lo son la cuerda superior, arriostres y verticales. Ver resultados en los planos con detalles de estructura de techo.

Figura 8. Detalle de anclajes en la armadura.



Los pernos que se utilizarán en la construcción de la armadura serán de tipo A490, según la AISC con un diámetro de 1/2" y platinas con un espesor de 1/4".

3.3. Diseño de columna.

Las columnas son elementos estructurales que están sometidas a carga axial y momentos flexionantes. Para el diseño, la carga axial es el valor de

todas las cargas últimas verticales que soporta la columna, esta carga se determina por áreas tributarias. Para el cálculo de los momentos flexionantes tomaremos un 12% del corte último obtenida del análisis estructural de la estructura de techo y un 12% de la sumatoria de el peso de la columna más el peso de los muro.

Para este caso se diseñan la columna crítica, es decir, las que están sometidas a mayores esfuerzos. El diseño resultante para la columna analizada es aplicado a todas la columnas. En esta sección se describe el procedimiento que se sigue para el diseño de la columna crítica de la edificación.

Datos:

Sección asumida = 25 cm por 25 cm

Vc = corte último = 1,500 kg

Cálculo del momento flexionante: para determinar el momento flexionante se calculan las fuerzas laterales tomando un 12% del corte último y 12% de la sumatoria del peso de la columna más el peso del muro que actúa en esa columna.

$$P \text{ columna} = (0.25 \text{ m})(0.25 \text{ m})(4.00 \text{ m})(2400 \text{ kg/m}^2) = 600 \text{ kg}$$

$$P \text{ muro} = (2.0 \text{ m})(4.00 \text{ m})(12.5 \text{ block/ m}^2)(10 \text{ kg/block}) = 1000 \text{ kg}$$

$$P \text{ columna} + P \text{ muro} = 600 \text{ kg} + 1000 \text{ kg} = 1,600 \text{ kg}$$

$$\text{Momento} = (0.12)(1500 \text{ kg})(4.00 \text{ m}) + (0.12)(1600 \text{ kg})(2.00 \text{ m}) = 1,104.00 \text{ kg-m}$$

- **Cálculo de la carga última:**

$$C_u = 1.4C_M + 1.7C_V$$

$$C_u = 1.4(62.27) + 1.7(100) = 257.18 \text{ kg/m}^2$$

- **Cálculo de la carga axial última:**

$$P_u = (A_t)(C_u)$$

Donde:

A_t = área tributaria de la columna.

$$P_u = ((1.5\text{m})(15\text{m})/2)(257.18 \text{ kg/m}^2) = 2,893.25 \text{ kg}$$

Clasificación de columnas según su esbeltez (E): una columna es esbelta cuando las dimensiones de su sección transversal son pequeñas con relación a su longitud. Por el valor de su esbeltez (E), las columnas se clasifican en cortas cuando, $E < 21$; columnas intermedias cuando, $21 \leq E \leq 100$ y columnas largas cuando, $E > 100$.

- **Cálculo de la esbeltez en la columna:**

$$E = \frac{kL}{r}$$

Donde:

k = Factor de pandeo de la columna.

L = Longitud de la columna.

r = Radio de giro de su sección transversal

$$E = (1)(4.8)/(0.25)(0.25) = 76.80$$

Por los valores obtenidos del cálculo de la esbeltez ($E = 76.80$), la columna se clasifica dentro de un rango intermedio, por tanto, se deben de magnificar los momentos actuantes.

- **Cálculo del factor de flujo plástico:**

$$\beta_d = (C_{Mu}/C_u) = (87.17/257.18) = 0.34$$

- **Cálculo del EI total del material:**

$$EI = \frac{(E_c)(I_g)}{1 + \beta_d}$$

Donde:

$$E_c = \text{módulo del concreto} = (15,000)(\sqrt{f'_c})$$

$$I_g = \text{inercia} = \frac{(b)(h)^3}{12}$$

$$EI = \frac{(15,000\sqrt{210})(25^3)}{(12)(2.5)} = 8.4 \times 10^7 \text{ kg/cm}^2$$

- **Cálculo de la carga crítica de pandeo de Euler:**

$$P_{cr} = \frac{(\pi^2)(EI)}{(kL)^2} = \frac{(\pi^2)(1280)}{(4.80)^2} = 548.75 \text{ ton}$$

- **Cálculo del magnificador de momento:**

$$\delta = \frac{1}{1 - \left(\frac{P_u}{\phi P_{cr}} \right)} = \frac{1}{1 - \left(\frac{2.893}{(0.7)(548.75)} \right)} = 1.0047$$

Donde:

$\phi = 0.70$ si se usan estribos

$\phi = 0.76$ si se usan zunchos

- **Cálculo del momento de diseño:**

$$M_d = (\delta)(M_u) = (1.0047)(1,052.16) = 1,057.15 \text{ kg-m}$$

Acero longitudinal: para calcular el acero longitudinal de las columnas, existen varios métodos; los que se aplican según el tipo de cargas a las que está sometida la columna. Existen columnas sometidas a carga axial, carga axial y momento uniaxial, carga axial y momento biaxial, carga axial y momento triaxial.

Para este caso, todas las columnas son del tipo carga axial y momento uniaxial. El diseño exacto de este tipo de columnas requiere un procedimiento difícil, pero existen métodos aproximados que dan buenos resultados, uno de estos métodos es el de Bresler. Este método consiste en que dado un sistema de cargas actuantes, se debe calcular el sistema de cargas resistentes y verificar si las condiciones de la columna cumplen.

El procedimiento a seguir es el siguiente.

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

$$A_s \text{ mín.} = 0.01 (25)(25) = 6.25 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ máx.} = 0.06 (25)(25) = 37.50 \text{ cm}^2$$

Se propondrá un armado cerca con el área de acero mínimo:

$$\text{Armado propuesto} = 4 \text{ No. 5} = (4)(1.98) = 7.92 \text{ cm}^2$$

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

- **Valor de la gráfica:**

$$\gamma = \frac{h_{\text{NUCLEO}}}{h_{\text{COLUMNA}}} = \frac{0.250 - (2)(0.025)}{0.25} = 0.80$$

- **Valor de la curva:**

$$\rho_t \mu = \frac{(A_s)(f_y)}{0.85(f'c)(A_g)} = \frac{(7.92)(2810)}{0.85(210)(25)(25)} = 0.20$$

- **Excentricidades:**

$$e = \frac{Md}{Pu} = \frac{1,057.15}{2,893.25} = 0.37$$

- **Valor de la diagonal:**

$$\frac{e}{h} = \frac{0.37}{0.25} = 1.48$$

Con los datos obtenidos en los últimos cuatro pasos, se busca en el diagrama de interacción el valor de K, para nuestro caso **K = 0.06**.

Por último, se calculan las cargas tanto excéntricas como axiales que resiste la columna:

- **Carga que resiste la columna a una excentricidad (e):**

$$P'e = (K)(\phi)(f'c)(b)(h)$$

$$P'e = (0.07)(0.70)(210)(25)(25) = 6,431.25 \text{ kg}$$

- **Carga axial que resiste la columna:**

$$P'o = (\phi)[(0.85)(f'c)(A_g - A_s) + (A_s)(f_y)]$$

$$P'o = (0.70)[(0.85)(210)(625 - 7.92) + (7.92)(2810)] = 92,682.79 \text{ kg}$$

- **Carga última que resiste la columna:**

$$P'u = \frac{1}{\frac{1}{P'e} + \frac{1}{P'o}} = \frac{1}{\frac{1}{6,431.25} + \frac{1}{92,682.79}} = 6,910.79 \text{ kg}$$

- **Chequeo de carga actuante y carga resistente de la columna:**

Carga actuante = $P_u = 2,893.25 \text{ kg}$

Carga resistente = $P'_u = 6,910.79 \text{ kg}$

Como la carga que resiste la columna es mayor que la carga que actúa en ella ($P'_u > P_u$), el armado propuesto y la sección de la columna son satisfactorios.

Acero transversal (estribos): después de calcular el acero longitudinal de las columnas, es necesario proveer refuerzo transversal por medio de estribos para resistir los esfuerzos de corte. Por otro lado, en zonas sísmicas como Guatemala, se debe de proveer suficiente ductibilidad a las columnas. Esto se logra por medio del confinamiento del refuerzo transversal en los extremos de la misma. El resultado del confinamiento es un aumento en el refuerzo de ruptura del concreto que, además, permite una deformación unitaria mayor del elemento.

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

- **Refuerzo por corte:**

Se calcula el corte resistente:

$$V_r = (0.85)(0.53)(\sqrt{f'_c})(b)(d)$$

$$V_r = (0.85)(0.53)(\sqrt{210})(25)(22.5) = 3,672.21 \text{ kg}$$

Comparar V_r con V_u , son los siguientes criterios:

Si $V_r \geq V_u$ se colocan estribos a $d/2$

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

Dado que $V_r = 3,672.21$ kg resulto mayor que $V_u = 1,500$ kg, se colocaran los estribos con refuerzo No. 3 con un espaciamiento de $S = 25/2 = 12.5$ cm.

- **Refuerzo por confinamiento:**

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

$$L_c = L/6 = 4.80/6 = 0.80 \text{ m}$$

$$L_c = \text{lado mayor de la columna} = 0.25 \text{ m}$$

Por lo tanto, la longitud de confinamiento será de 80 cm.

Luego calculamos la relación volumétrica:

$$\rho_s = (0.45) \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \left(\frac{0.85f_c}{f_y} \right) \geq \frac{0.12f_c}{f_y}$$

$$\rho_s = (0.45) \left(\frac{25^2}{20^2} - 1 \right) \left(\frac{(0.85)(210)}{2810} \right) \geq \frac{(0.12)(210)}{2810}$$

$$\rho_s = 0.02 \geq 0.0090, \quad \text{si chequea.}$$

Por último calculamos el espaciamiento entre estribos en la zona confinada, de la siguiente forma:

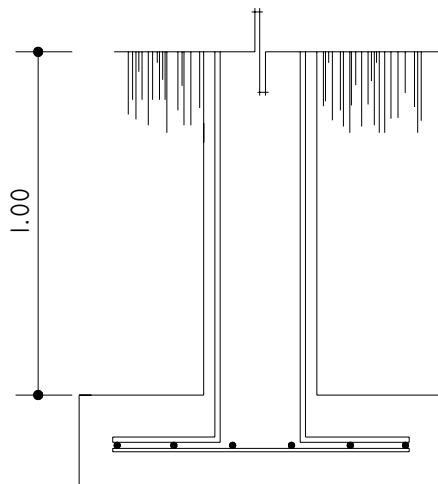
$$S_c = \frac{2(A_v)}{\rho_s(L_n)} = \frac{2(0.71)}{0.0222(20)} = 4.42 \text{ cms} = 5 \text{ cms.}$$

3.4. Diseño de la cimentación.

Los cimientos son elementos de la estructura, destinados a recibir las cargas propias y las aplicadas exteriormente en la misma; estos, a su vez, transmiten la acción de las cargas hacia el suelo. Para elegir el tipo de cimentación a utilizar se deben considerar, principalmente, el tipo de superestructura, la naturaleza de las cargas que se aplicarán, las condiciones del suelo y el costo de la misma. Para el presente proyecto se utilizarán un tipo de zapata y el cimiento corrido bajo los muros de mampostería.

Diseño de zapata.

Figura 9. Detalle de zapata.



$$P_u = 2,893.275 \text{ kg}$$

$$M = 1,104. \text{ kg-m}$$

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

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

$$V_s = \text{valor soporte del suelo} = 15 \text{ T/m}^2$$

$$P_{\text{suelo}} = 1.4 \text{ T/ m}^3$$

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

$$CV = 100 \text{ kg}$$

La losa de la zapata debe dimensionarse para soportar las cargas aplicadas y las reacciones inducidas. En este inciso se calcula el área de la losa; los cálculos a efectuar son los siguientes.

- **Cálculo de cargas de trabajo:**

$$P' = \frac{P_u}{FCU} = \frac{2,893.275}{1.40} = 2,066.625 \text{ kg}$$

$$M' = \frac{M}{FCU} = \frac{1,104.00}{1.40} = 788.571 \text{ kg-m}$$

- **Predimensionamiento del área de la zapata:**

$$A_z = \left(\frac{(1.5)(P')}{V_s} \right) = \frac{(1.5)(2,066.61)}{15,000} = 0.207 \text{ m}^2$$

$$A_z = \sqrt{0.207} = 0.45 = 0.50 \text{ mts.}$$

Se propone usar la dimensiones $A_z = (0.50)(0.50) = 0.25 \text{ m}^2$

Debido a que los resultados no cumplen con lo establecido por las normas utilizando una zapata con un área de 0.25 m^2 se procedió a realizar una iteración utilizando una zapata con un área de 1 m^2 con la cual si obedece al reglamento que establece lo siguiente la presión (q máx.) no debe exceder el valor soporte del suelo.

- **Revisión de presión sobre el suelo:**

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

$$PP \text{ columna} = (0.25^2 \text{ m}^2)(4.8 \text{ m})(2.4 \text{ ton/m}^3) = 0.72 \text{ ton}$$

$$PP \text{ suelo} = (1.0 \text{ m})(1.0 \text{ m}^2)(1.4 \text{ ton/m}^3) = 1.4 \text{ ton}$$

$$PP \text{ cimiento} = (1.0 \text{ m}^2)(0.25 \text{ m})(2.4 \text{ ton/m}^3) = 0.60 \text{ ton}$$

$$P' = 2.07 \text{ Ton}$$

$$P = 4.787 \text{ Ton.}$$

$$q = \frac{P}{Az} \pm \frac{M}{S}$$

$$S = \frac{(b)(h)^2}{6} = \frac{(1.0)(1.0)^2}{6} = 0.167$$

$$q = \frac{P}{Az} \pm \frac{M}{S} = \frac{4.787}{1.00} \pm \frac{0.789}{0.167} = q_{\text{máx}} = 9.52 \text{ Ton, cumple ya que no excede el}$$

valor de V_s .

- **Presión última:**

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

$$q_u = (q_{\text{máx.}})(FCU)$$

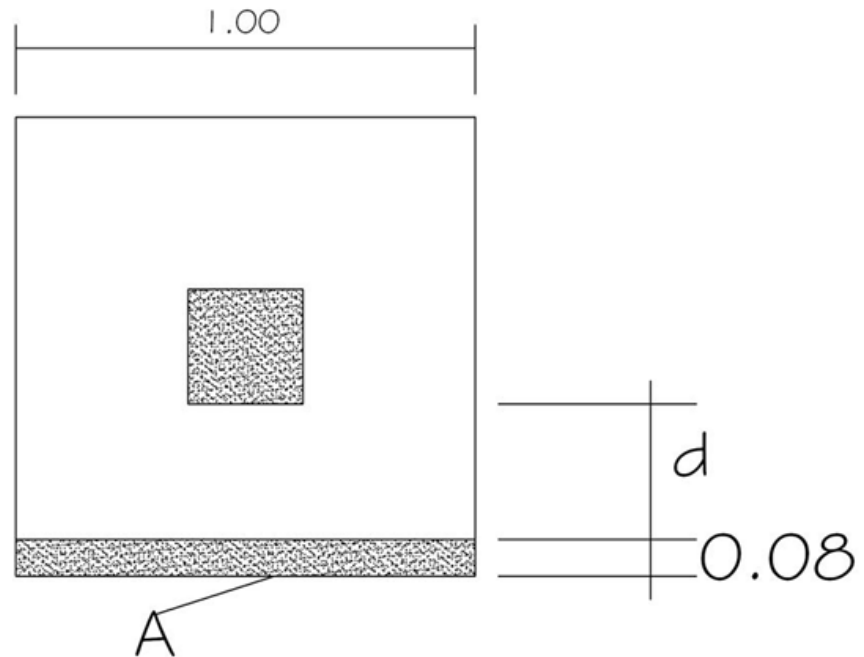
$$q_u = (9.06 \text{ ton})(1.40) = 13.325 \text{ t/m}^2$$

Dimensionando el área se procede a dimensionar el espesor de la zapata, basados en que el recubrimiento del refuerzo recomendado por el ACI es de 7.5 centímetros y que el peralte efectivo no sea menor de 15 centímetros, este espesor debe ser tal que resista los esfuerzos de corte.

Al considerar lo anterior, se propone un espesor de 25 centímetros para la zapata. Posteriormente se procede a realizar la revisión de lo siguiente:

- **Revisión por corte simple:** la falla de la zapata por esfuerzo cortante ocurre a una distancia "d", peralte efectivo, del borde de la columna, por tal razón, se debe comparar, en ese límite, si el corte resistente es mayor que el actuante, esto se hace de la forma siguiente forma.

Figura 10. Corte simple.



Se usarán varillas No. 3

$$d = t - \text{Recubrimiento} - \frac{\varnothing}{2}$$

$$d = 25 - 7.5 - \frac{0.953}{2}$$

$$d = 17.024 \approx 17 \text{ cm}$$

V_r = corte resistente

$$V_r = (0.85)(0.53)(\sqrt{f_c})(b)(d)$$

$$V_r = (0.85)(0.53)(\sqrt{210})\left(\frac{(100)(17)}{1000}\right)$$

$$V_r = 11,098.22 \text{ kg} = 11.098 \text{ ton}$$

V_{act} = corte actuante

$$V_{act} = (A)(q_u)$$

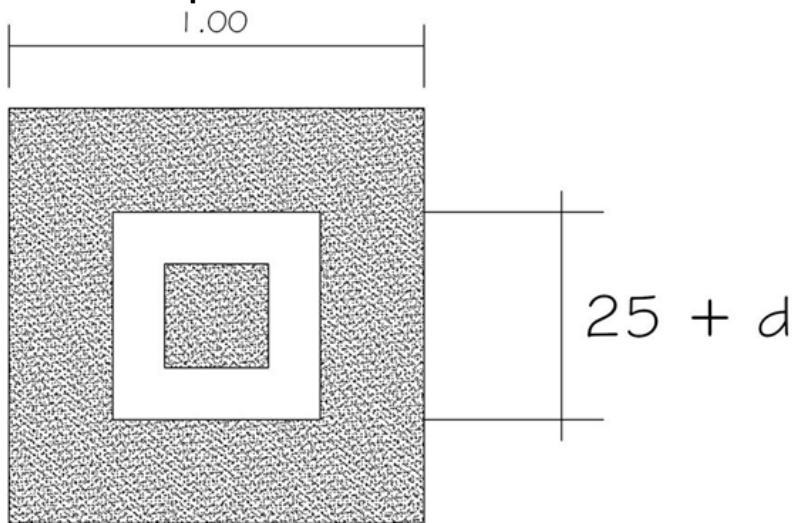
$$V_{act} = (1.0)(0.08)(13.325)$$

$$V_{act} = 1.066 \text{ ton}$$

Como $V_r = 11.098 \text{ ton} > V_{act} = 1.066 \text{ ton}$, entonces el espesor $t = 25 \text{ cm}$, sí soporta el corte simple.

- **Revisión por corte punzonante:** la columna tiende a hacer un efecto de punzonamiento en la zapata debido a los esfuerzo de corte que se producen en el perímetro de la columna; el límite donde ocurre la falla se encuentra a una distancia igual a $d/2$ del perímetro de la columna. La revisión que se realiza se presenta a continuación:

Figura 11. Corte punzonante.



Calcular $V_r =$ corte resistente

$$V_r = (0.85)(1.06)(\sqrt{f_c})(b)(d)$$

$$V_r = (0.85)(1.06)(\sqrt{210})\left(\frac{(42)(4)(17)}{1000}\right)$$

$$V_r = 37.29 \text{ ton}$$

Calcular Vact = corte actuante

$$Vact = (A)(qu)$$

$$Vact = (1.00^2 - 0.42^2)(13.325)$$

$$Vact = 10.975 \text{ ton}$$

Como $V_r = 37.29 \text{ ton} > Vact = 10.975 \text{ ton}$, entonces, el espesor $t = 25 \text{ cm}$, sí soporta el corte punzonante.

- **Diseño de refuerzo:** el empuje hacia arriba del suelo produce un momento flector en la zapata, por tal razón, es necesario reforzarla con acero para soportar los esfuerzos producidos. Se calcula el momento flector o ultimo de la manera siguiente :

$$M_u = \frac{(qu)(L^2)}{2} = \frac{(13.325 \text{ ton})(0.375^2)}{2}$$

$$M_u = 0.937 \text{ Ton} = 936.93 \text{ kg}$$

El área de acero se define por la siguiente fórmula:

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

$$A_s = \left((100)(17) - \sqrt{((100)(17))^2 - \frac{(936.93)(100)}{(0.003825)(210)}} \right) \left(\frac{(0.85)(210)}{2810} \right) = 2.20 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\text{mín}} = \frac{14.1}{f_y} (b)(d)$$

$$A_{s\text{mín}} = \frac{(14.1)(100)(17)}{2810} = 8.53 \text{ cm}^2$$

Como $A_{s_{mín}} > A_s$, usamos $A_{s_{mín}} = 8.53 \text{ cm}^2$

El espaciamiento entre varillas y la cantidad de varillas a utilizar se calcula de la siguiente manera:

Si se usa varilla No. 5 (1.98 cm^2) tiene:

$$\text{No. varillas} = \frac{A_s}{A_v} = \frac{8.53}{1.98} = 4.31$$

$$\text{Espaciamiento} = S = \frac{A - \text{rec}}{\text{No. varillas}} = \frac{100 - 7.5}{4.308} = 21 \text{ cms.}$$

$S=21 \text{ cms.}$

3.5 Presupuesto

**DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE UN SALÓN
COMUNAL EN LA COMUNIDAD DE SAN
MARTÍN, LAS FLORES, SAN FRANCISCO,
PETÉN.**

Cimiento corrido				
Materiales	Unidad	Cantidad	Precio	Total
Cemento	saco	142	Q62,00	Q8.804,00
Arena	m ³	13	Q175,00	Q2.275,00
Piedrín	m ³	10	Q175,00	Q1.750,00
Alambre de amarre	lbs.	35	Q10,00	Q350,00
Acero No.3	quintal	5,5	Q520,00	Q2.860,00
Acero No.2	quintal	2,5	Q520,00	Q1.300,00
Madera	pie-tablar	0	Q10,00	Q0,00
Block	unidad	968	Q4,40	Q4.259,20
Costo total de materiales				Q21.598,20

Mano de obra				
Materiales	Unidad	Cantidad	Precio	Total
Colocación de armadura	ml	386,97	Q3,00	Q1.160,91
Fundición	ml	128,99	Q25,00	Q3.224,75
Levantado de block	m ²	77,34	Q25,00	Q1.933,50
Costo total de mano de obra				Q6.319,16

Costo total de cimiento corrido (materiales + M.O.)	Q27.917,36
--	-------------------

**DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE UN SALÓN
COMUNAL EN LA COMUNIDAD DE SAN
MARTÍN, LAS FLORES, SAN FRANCISCO,
PETÉN.**

Solera hidrófuga				
Materiales	Unidad	Cantidad	Precio	Total
Cemento	saco	51	Q62,00	Q3.162,00
Arena	m ³	5	Q175,00	Q875,00
Piedrín	m ³	4	Q175,00	Q700,00
Alambre de amarre	lbs.	45	Q10,00	Q450,00
Acero No.3	quintal	7,5	Q520,00	Q3.900,00
Acero No.2	quintal	4	Q520,00	Q2.080,00
Madera	pie-tablar	430	Q10,00	Q4.300,00
Clavo 2 1/2"	lbs.	0	Q10,00	Q0,00
Costo total de materiales				Q15.467,00

Mano de obra				
Materiales	Unidad	Cantidad	Precio	Total
Colocación de formaleta	ml	128,99	Q15,00	Q1.934,85
Colocación de armadura	ml	515,96	Q3,00	Q1.547,88
Fundición	ml	128,99	Q25,00	Q3.224,75
Desencofrado	ml	128,99	Q15,00	Q1.934,85
Costo total de mano de obra				Q8.642,33

Materiales + M.O.	Q24.109,33
--------------------------	-------------------

**DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE UN SALÓN
COMUNAL EN LA COMUNIDAD DE SAN
MARTÍN, LAS FLORES, SAN FRANCISCO,
PETÉN.**

Zapatas				
Materiales	Unidad	Cantidad	Precio	Total
Cemento	saco	86	Q62,00	Q5.332,00
Arena	m ³	8	Q175,00	Q1.400,00
Piedrín	m ³	7	Q175,00	Q1.225,00
Alambre de amarre	lbs.	25	Q10,00	Q250,00
Acero No.5	quintal	10	Q520,00	Q5.200,00
Costo total de materiales				Q13.407,00

Mano de obra				
Materiales	Unidad	Cantidad	Precio	Total
Excavación	m ³	8,75	Q25,00	Q218,75
Colocación de armadura	ml	297,5	Q5,00	Q1.487,50
Fundición	unidad	35	Q50,00	Q1.750,00
Costo total de mano de obra				Q3.456,25

Costo total de zapatas (materiales + M.O.)	Q16.863,25
---	-------------------

**DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE UN SALÓN
COMUNAL EN LA COMUNIDAD DE SAN
MARTÍN, LAS FLORES, SAN FRANCISCO,
PETÉN.**

Levantado de muros				
Materiales	Unidad	Cantidad	Precio	Total
Block (0,20x0,20x0,40) mts.	unidad	2579	Q4,40	Q11.347,60
Block (0,10x0,20x0,40) mts.	unidad	614	Q4,40	Q2.701,60
Block U(0,20x0,20x0,40) mts.	unidad	212	Q4,40	Q932,80
Block U(0,10x0,20x0,40) mts.	unidad	155	Q4,40	Q682,00
Cemento	saco	65	Q62,00	Q4.030,00
Arena	m ³	8	Q175,00	Q1.400,00
Piedrín	m ³	2	Q175,00	Q350,00
Acero No. 3	quintal	2,5	Q520,00	Q1.300,00
Acero No. 2	quintal	1,5	Q520,00	Q780,00
Alambre de amarre	lbs.	15	Q10,00	Q150,00
Malla (2"x2"x1 mts.)	rollo	2	Q350,00	Q700,00
Costo total de materiales				Q24.374,00

Mano de obra	Unidad	Cantidad	Precio	Total
Pegado de block	m ²	226,79	Q25,00	Q5.669,75
Colocación de armadura	ml	180	Q3,00	Q540,00
Fundición	ml	84,55	Q25,00	Q2.113,75
Colocación de malla	ml	44,9	Q3,00	Q134,70
Costo total de mano de obra				Q8.458,20

Costo total de levantado de muros (materiales + M.O.)				Q32.832,20
--	--	--	--	-------------------

**DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE UN SALÓN
COMUNAL EN LA COMUNIDAD DE SAN**

**MARTÍN, LAS FLORES, SAN FRANCISCO,
PETÉN.**

Columnas				
Material	Unidad	Cantidad	Precio	Total
Cemento	saco	110	Q62,00	Q6.820,00
Arena	m ³	10	Q175,00	Q1.750,00
Piedrín	m ³	9	Q175,00	Q1.575,00
Acero No.5	quintal	25	Q520,00	Q13.000,00
Acero No.3	quintal	19,5	Q520,00	Q10.140,00
Acero No.2	quintal	0,5	Q520,00	Q260,00
Alambre de amarre	lbs.	120	Q10,00	Q1.200,00
Madera	pie-tabla	550	Q10,00	Q5.500,00
Clavos 2 1/2"	lbs.	25	Q10,00	Q250,00
Costo total de materiales				Q40.495,00

Mano de obra				
Actividad	Unidad	Cantidad	Precio	Total
Colocación de armadura	ml	858,2	Q3,00	Q2.574,60
Fundición de columnas	ml	296,25	Q25,00	Q7.406,25
Desencofrado	ml	296,25	Q15,00	Q4.443,75
Costo total de mano de obra				Q14.424,60

Costo total de columnas (materiales + M.o.)				Q54.919,60
--	--	--	--	-------------------

DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE UN SALÓN

**COMUNAL EN LA COMUNIDAD DE SAN
MARTÍN,LAS FLORES,SAN FRANCISCO,
PETÉN.**

Solera intermedia				
Material	Unidad	Cantidad	Precio	Total
Cemento	saco	36	Q62,00	Q2.232,00
Arena	m ³	3	Q175,00	Q525,00
Piedrín	m ³	3	Q175,00	Q525,00
Acero No.3	quintal	5	Q520,00	Q2.600,00
Acero No.2	quintal	2,5	Q520,00	Q1.300,00
Alambre de amarre	lbs.	30	Q10,00	Q300,00
Madera	pie-tabla	158,62	Q10,00	Q1.586,20
Clavos 2 1/2"	lbs.	25	Q10,00	Q250,00
Costo total de materiales				Q9.318,20

Mano de obra				
Actividad	Unidad	Cantidad	Precio	Total
Colocación de armadura	ml	369,6	Q3,00	Q1.108,80
Fundición de solera	ml	87,05	Q25,00	Q2.176,25
Desencofrado	ml	87,05	Q10,00	Q870,50
Costo total de mano de obra				Q4.155,55

Costo total de solera intermedia (materiales + M.O.)	Q13.473,75
---	-------------------

**DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE UN SALÓN
COMUNAL EN LA COMUNIDAD DE SAN
MARTÍN,LAS FLORES,SAN FRANCISCO,
PETÉN.**

Solera corona				
Material	Unidad	Cantidad	Precio	Total
Cemento	saco	36	Q62,00	Q2.232,00
Arena	m ³	3	Q175,00	Q525,00
Piedrín	m ³	3	Q175,00	Q525,00
Acero No.3	quintal	5	Q520,00	Q2.600,00
Acero No.2	quintal	2,5	Q520,00	Q1.300,00
Alambre de amarre	lbs.	30	Q10,00	Q300,00
Madera	pie-tabla	158,62	Q10,00	Q1.586,20
Clavos 2 1/2"	lbs.	25	Q10,00	Q250,00
Costo total de materiales				Q9.318,20

Mano de obra				
Actividad	Unidad	Cantidad	Precio	Total
Colocación de armadura	ml	369,6	Q3,00	Q1.108,80
Fundición de solera	ml	87,05	Q25,00	Q2.176,25
Desencofrado	ml	87,05	Q10,00	Q870,50
Costo total de mano de obra				Q4.155,55

Costo total de solera corona (materiales + M.O.)	Q13.473,75
---	-------------------

**DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE UN SALÓN
COMUNAL EN LA COMUNIDAD DE SAN
MARTÍN, LAS FLORES, SAN FRANCISCO,
PETÉN.**

Techo				
Material	Unidad	Cantidad	Precio	Total
Lámina 12' cal 28	lio	20	Q1.200,00	Q24.000,00
Madera 3" x 2"	pie tabla	600	Q10,00	Q6.000,00
Madera 10" x 4 1/2"	pie tabla	3565	Q10,00	Q35.650,00
Madera 4" x 4 1/2"	pie tabla	1425	Q10,00	Q14.250,00
Madera 2" x 4 1/2"	pie tabla	1070	Q10,00	Q10.700,00
Caballote	unidad	7	Q30,00	Q210,00
Clavos para lámina	lbs.	20	Q10,00	Q200,00
Pernos de Ø 1/2"	unidad	10	Q10,00	Q100,00
Costo total de materiales				Q91.110,00

Mano de obra				
Actividad	Unidad	Cantidad	Precio	Total
Colocación de estructura de techo	ml	1011	Q10,00	Q10.110,00
Colocación de costanera	ml	360	Q1,50	Q540,00
Colocación de lámina	m ²	519	Q15,00	Q7.785,00
Colocación caballote	ml	7	Q5,00	Q35,00
Costo total de mano de obra				Q18.470,00

Costo total de techo (material + M.O.)	Q109.580,00
---	--------------------

**DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE UN SALÓN
COMUNAL EN LA COMUNIDAD DE SAN
MARTÍN,LAS FLORES,SAN FRANCISCO,
PETÉN.**

Piso				
Material	Unidad	Cantidad	Precio	Total
Relleno	m ³	57	Q75,00	Q4.275,00
Cemento	Sacos	422	Q62,00	Q26.164,00
Arena	m ³	37	Q175,00	Q6.475,00
Piedrín	m ³	33	Q175,00	Q5.775,00
Formaleta(1"x4"x20')	pie-tablar	400	Q10,00	Q4.000,00
Clavo	Unidad	20	Q10,00	Q200,00
Costo total de materiales				Q46.889,00

Mano de obra				
Actividad	Unidad	Cantidad	Precio	Total
Tendido y Compactación	m ²	429,79	Q20,00	Q8.595,80
Formaleteado	ml	448,78	Q10,00	Q4.487,80
Fundición	m ²	429,79	Q25,00	Q10.744,75
Costo total de mano de obra				Q23.828,35

Costo total de Piso (materiales + M.O.)				Q70.717,35
--	--	--	--	-------------------

**DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE UN SALÓN
COMUNAL EN LA COMUNIDAD DE SAN
MARTÍN, LAS FLORES, SAN FRANCISCO,
PETÉN.**

Escenario				
Material	Unidad	Cantidad	Precio	Total
Relleno	m ³	36	Q75,00	Q2.700,00
Cemento	Sacos	35	Q62,00	Q2.170,00
Arena	m ³	3	Q175,00	Q525,00
Piedrín	m ³	3	Q175,00	Q525,00
Formaleta(1"x4"x20')	pie-tablar	100	Q10,00	Q1.000,00
Clavo	unidad	10	Q10,00	Q100,00
Costo total de materiales				Q7.020,00

Mano de obra				
Actividad	Unidad	Cantidad	Precio	Total
Tendido y Compactación	m ²	35,21	Q20,00	Q704,20
Formaleteado	ml	40	Q10,00	Q400,00
Fundición	m ²	35,21	Q25,00	Q880,25
Costo total de mano de obra				Q1.984,45

Costo total de escenario (materiales + M.O.)				Q9.004,45
---	--	--	--	------------------

**DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE UN SALÓN
COMUNAL EN LA COMUNIDAD DE SAN
MARTÍN,LAS FLORES,SAN FRANCISCO,
PETÉN.**

Repello				
Material	Unidad	Cantidad	Precio	Total
Cemento	Sacos	10	Q62,00	Q620,00
Cal hidratada	Bolsas	104	Q25,00	Q2.600,00
Arena	m ³	6	Q175,00	Q1.050,00
total de materiales				Q4.270,00

Mano de obra				
Actividad	Unidad	Cantidad	Precio	Total
Repello	m ²	231,27	Q25,00	Q5.781,75
Costo total de mano de obra				Q5.781,75

Costo total de repello (materiales + M.O.)				Q10.051,75
---	--	--	--	-------------------

**DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE UN SALÓN
COMUNAL EN LA COMUNIDAD DE SAN
MARTÍN, LAS FLORES, SAN FRANCISCO,
PETÉN.**

No.	Renglón	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
1	Trabajos preliminares	global	1	Q500,00	Q500,00
2	Cimentación	global	1	Q44.780,61	Q44.780,61
3	Solera hidrófuga	global	1	Q24.109,33	Q24.109,33
4	Levantado de muros	global	1	Q32.832,20	Q32.832,20
5	Columnas	global	1	Q54.919,60	Q54.919,60
6	Solera Intermedia	global	1	Q13.473,75	Q13.473,75
7	Solera de corona	global	1	Q13.473,75	Q13.473,75
8	Acabados	global	1	Q89.773,55	Q89.773,55
9	Portón (2.6x2.95) mts.	unidad	1	Q3.500,00	Q3.500,00
10	Puertas para baños (1.80x0.60)mts.	unidad	3	Q1.800,00	Q5.400,00
11	Techo	global	1	Q109.580,00	Q109.580,00
12	Instalación Eléctrica	global	1	Q20.000,00	Q20.000,00
13	Instalación Hidráulica	global	1	Q13.000,00	Q13.000,00
14	Instalación Sanitaria	global	1	Q8.000,00	Q8.000,00
Total					Q433.342,79
Imprevistos 5%					Q21.667,14
Fletes 11%					Q47.667,71
Total					Q502.677,64

Figura 12. Cronograma del salón comunal

Actividades	Mes 1		Mes 2		Mes 3		Mes 4		Mes 5		Mes 6		Mes 7		Mes 8		Mes 9																				
	Semanas	1	Semanas	2	Semanas	3	Semanas	4	Semanas	5	Semanas	6	Semanas	7	Semanas	8	Semanas	9																			
Trabajos preliminares	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
Cementación																																					
Solera hidrófuga																																					
Levantado de muros																																					
Solera Intermedia																																					
Columnas																																					
Solera de corona																																					
Techo																																					
Instalaciones eléctrica																																					
Instalación Hidraulica																																					
Instalación Sanitaria																																					
Acabados																																					
Puertas para baños (1,80x0,60)mts.																																					
Portón(2,8x2,95) mts.																																					

CONCLUSIONES

1. El resultado de la investigación monográfica en el municipio de San Francisco, muestra que es una población en vía de crecimiento, carece de infraestructura, tanto en el área urbana como en el área rural y dado la importancia de las necesidades, como son la construcción del sistema de abastecimiento de agua potable y la construcción del salón comunal se espera contribuir con los habitantes de dicho municipio.
2. La realización del proyecto de agua potable, para los barrios Las Flores, La Paz y Concordia permitirá que los habitantes de los mismos tengan agua en cantidad y calidad adecuada, esto mejorará su calidad de vida.
3. Para cubrir los gastos de funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua potable, fue necesario cobrar una tarifa mensual por vivienda de Q 34.00, lo cual les permitirá tener derecho al servicio de agua potable.
4. El resultado del estudio de impacto ambiental muestra, que tanto en la construcción del salón comunal como la del sistema de abastecimiento de agua potable, tienen una consecuencia poco significativa en el ambiente, por lo cual, la construcción de estos proyectos es factible.

RECOMENDACIONES

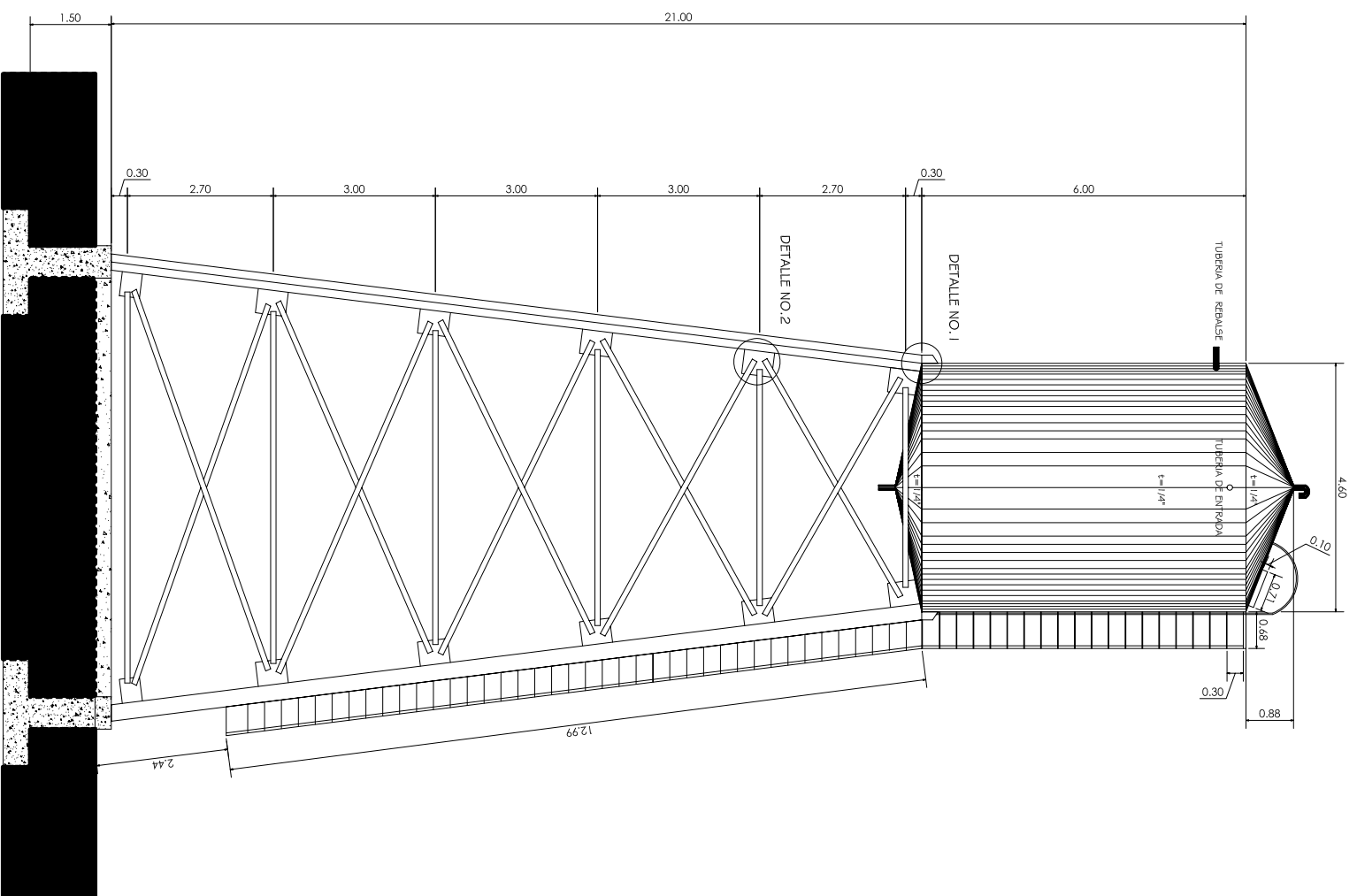
1. Se debe garantizar la supervisión técnica por parte de un profesional de la ingeniería, durante la construcción de los proyectos, esto con el fin de cumplir con las especificaciones técnicas, calidad de los materiales estipulado en sus planos respectivos.
2. Debido a la constante fluctuación de precios, tanto en los materiales de construcción como en la mano de obra, es necesario actualizar los presupuestos cuando se lleven a cabo las ejecuciones de dichos proyectos respectivamente.
3. Contratar personal calificado para la ejecución del Salón Comunal, la línea de impulsión y tanque elevado para el abastecimiento de agua potable, para garantizar la calidad en la construcción de estos proyectos.

BIBLIOGRAFÍA

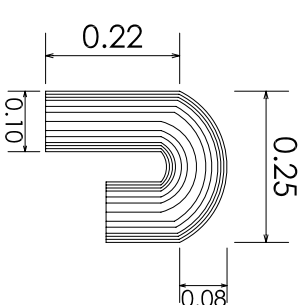
1. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural Sísmica AGIES **“Normas estructurales de diseño y construcción recomendadas para la república de Guatemala”**. 2002.
2. **Building Code Requirements for Structural Concrete**. Michigan: American Concrete Institute, ACI 318–95, 1995.
3. Cabrera Seis, Jadenon Vinicio. Guía teórica y práctica del curso de cimentaciones 1. Tesis Ing. Civil: Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1994. 178 pp.
4. Castañeda Ocaña, Francisco Alberto. Guía para el cálculo de tarifa en acueductos rurales. Trabajo de graduación de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, 1994.
5. Crespo Villalaz, Carlos. **Mecánica de suelos y cimentaciones**. 4ª edición, México: Editorial Limusa, 1999. 640 pp.
6. Ferdinand P. Beer, E. Russell Johnston, Jr. **Mecánica Vectorial para ingenieros**. 5ª edición, Mc Graw Hill, 1995.
7. Instituto de Fomento Municipal INFOM, Unidad ejecutora del programa de acueductos rurales UNEPAR. **“Guía para el diseño de abastecimientos de agua potable a zonas rurales”**. 1997.
8. **Normas de evaluación ambiental**. Guatemala: Banco Centroamericano de Integración Económica, 1998
9. **Specifications for Structural Steel Buildings**, American Institute of Steel Construction Inc.

10. Valls Robles Fernando, Ayuda para el diseño tanque elevados para agua. Trabajo de graduación de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, 2003.

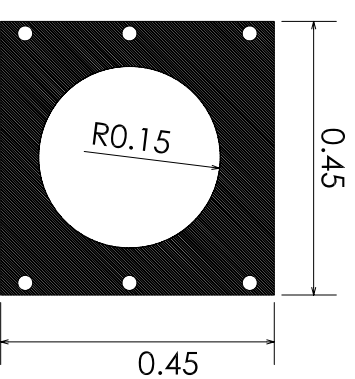
APÉNDICE A
Planos del tanque elevado



TANQUE ELEVADO CON CAPACIDAD DE 100 M³



DETALLE DE RESPIRADERO TIPO BASTON Ø 4"
ESCALA 1 : 8



DETALLE DE PLATINA
PLATINA DE 18" X 18"
6 AGUJEROS PARA PERNOS
DE Ø 1" X 24"
t = 1"
ESCALA 1 : 8

Especificaciones técnicas

La escalera exterior es de tipo manirero con anillos a cada .70 mts.y pasamanos en el techo del tanque.

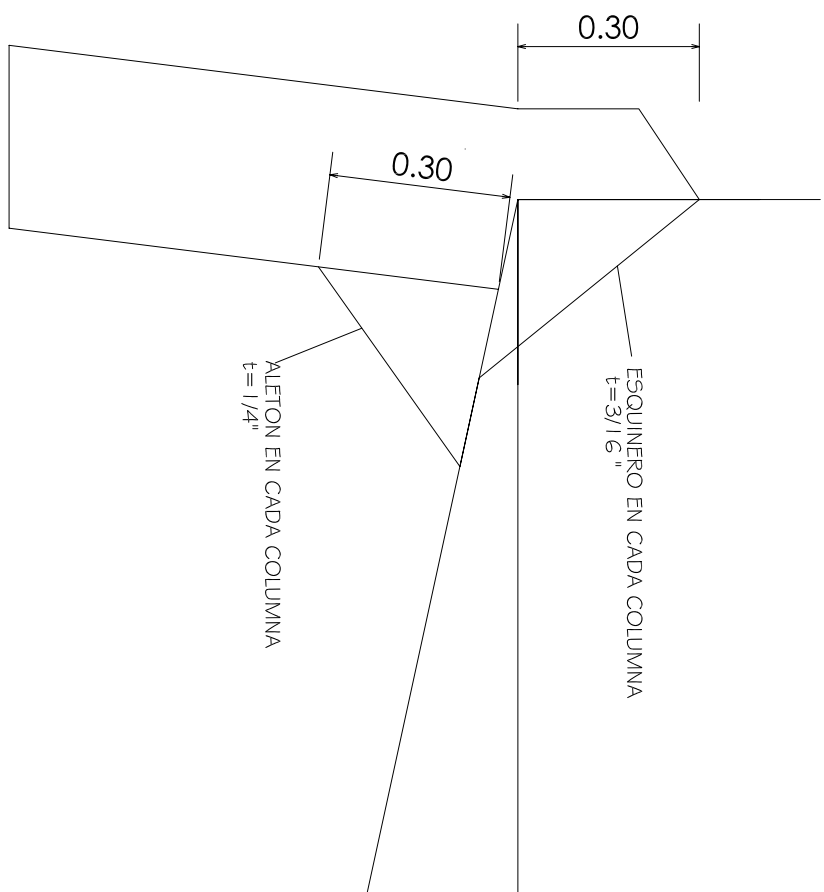
Los laterales verticales tienen que ser iguales a 2"x 3/8" con una separacion de 1.5" y con escalones de tubo redondo no menor de 3/4" separado de centroa centro en 1.4".

Esta escalera comienza desde los 8' arriba del nivel del terreno y se conectara en su parte superior, seguira hasta la escotilla de inspeccion

La escalera fija en el interior del tanque, desde el techo hasta el fondo sera accesible desde la escalera exterior y la escotilla de inspeccion del tanque sera de 1' de ancho y 4" de separacion de la pared del tanque,cada peldaño estara separado 1' y el espesor del tubo sera de 5/8" liso.

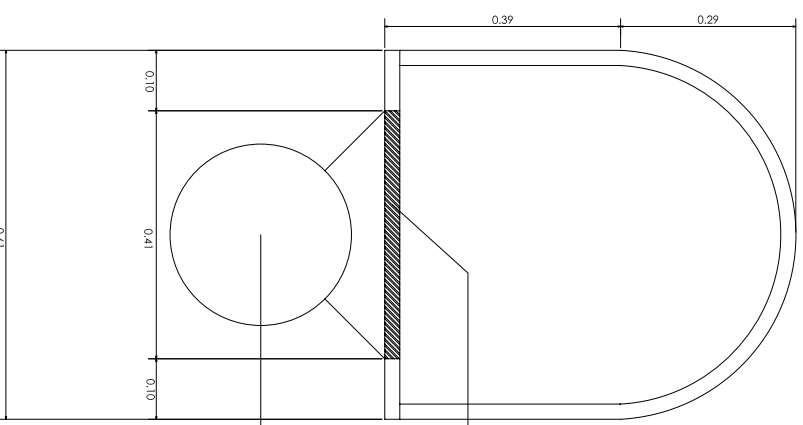
La escotilla de inspeccion tendra una dimension minima de 24",tendra una altura de 4" y la cubierta se traslapara con el agujero en un minimo de 2" en todo su perimetro.

Diseñó: Jose F. Dominguez T.		Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingenieria
Calculó: Jose F. Dominguez T.		
Dibujo: Jose F. Dominguez T.		Proyecto: Diseño de Tanque Elevado Plano de : Planta acotada
Escala: 1 : 1.25		
Fecha: Septiembre 2008		Vo. Bo. _____ Ingr. Luis Alfaro Veliz
Hoja No.		1 6



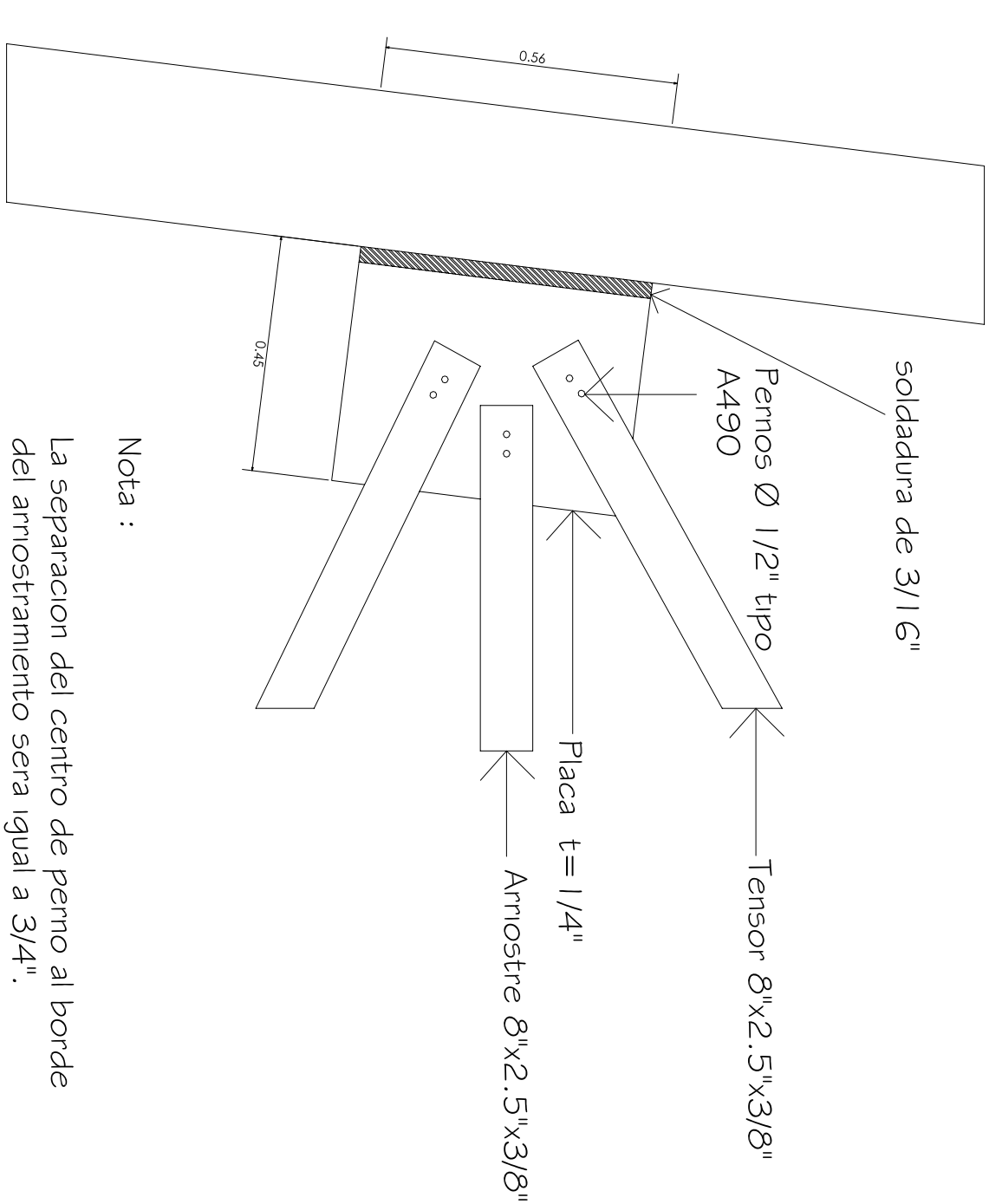
DETALLE NO.1

ESCALA 1 : 8



DETALLE DE ESCALERA

ESCALA 1 : 8

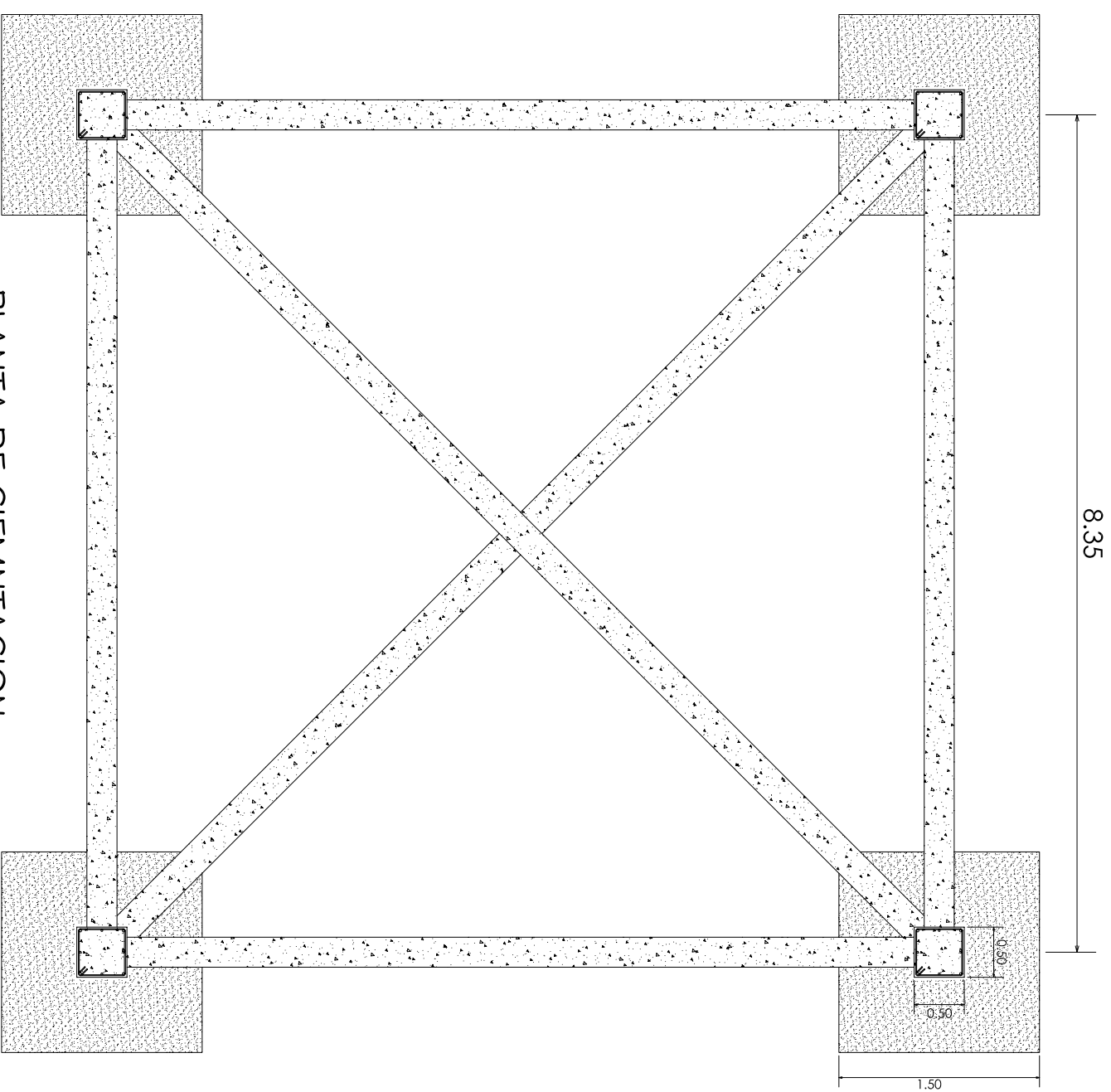


DETALLE NO.2

ESCALA 1 : 8

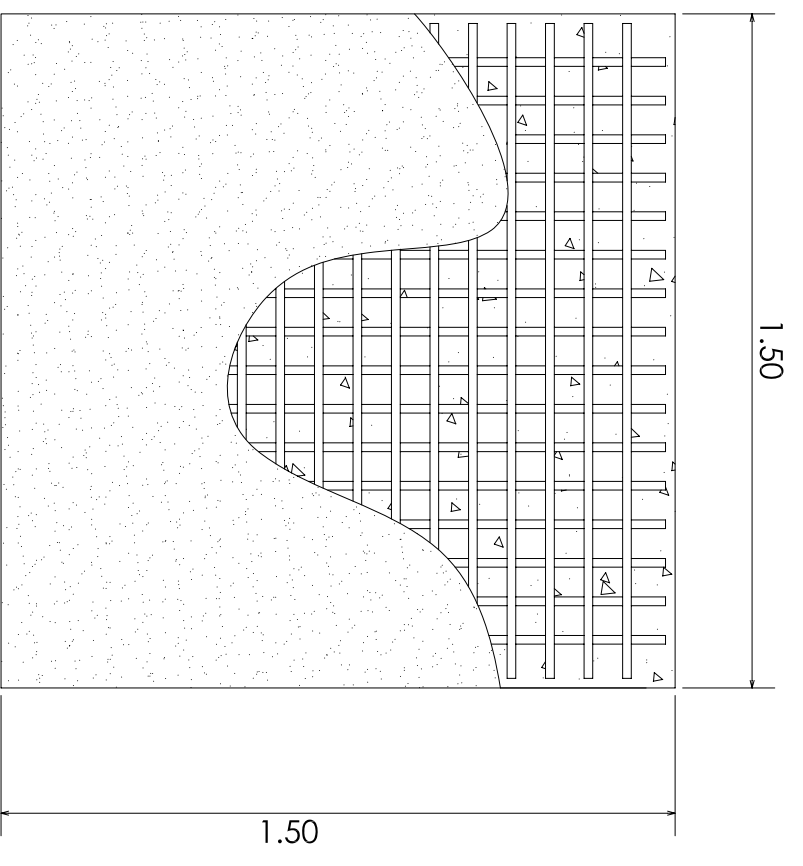
Nota :
 La separacion del centro de perno al borde del arrostroamiento sera igual a 3/4".
 La separacion entre los pernos sera igual a 3 veces su diametro de centro a centro. (1 1/2").

Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingenieria	
Proyecto: Diseño de Tanque Elevado	Hoja No.
Plano de : Detalles de arrostroamiento	2
Diseñó: Jose F. Dominguez T. Calculó: Jose F. Dominguez T. Dibujó: Jose F. Dominguez T.	Vo. Bo. Ing. Luis Alfaro Veltz
Escala: 1 : 1/25 Fecha: Septiembre 2008	6

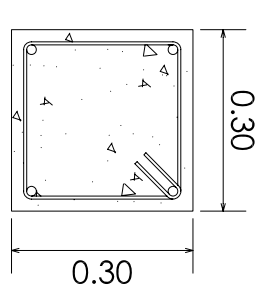


PLANTA DE CEMENTACION
 4 ZAPATAS DE 1.50 X 1.50 MTS.
 CON UNA VIGA CONECTORA DE
 0.30 X 0.30 MTS.
 ESCALA 1 : 125

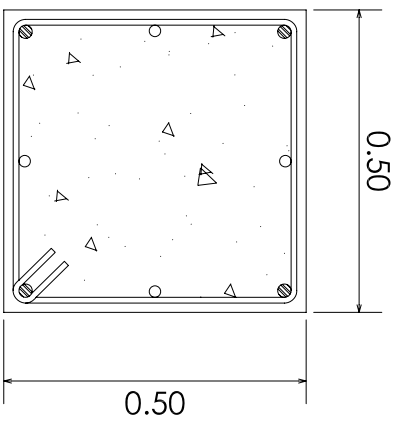
Proyecto: Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingenieria	
Plano de : Diseño de Tanque Elevado	
Diseño: Jose F. Dominguez T.	
Calculo: Jose F. Dominguez T.	
Dibujo: Jose F. Dominguez T.	
Escala: 1 : 125	
Fecha: Septiembre 2008	
Vo. Bo. _____	
Ing. Luis Alfaro Veliz	
Hoja No.	3 / 6



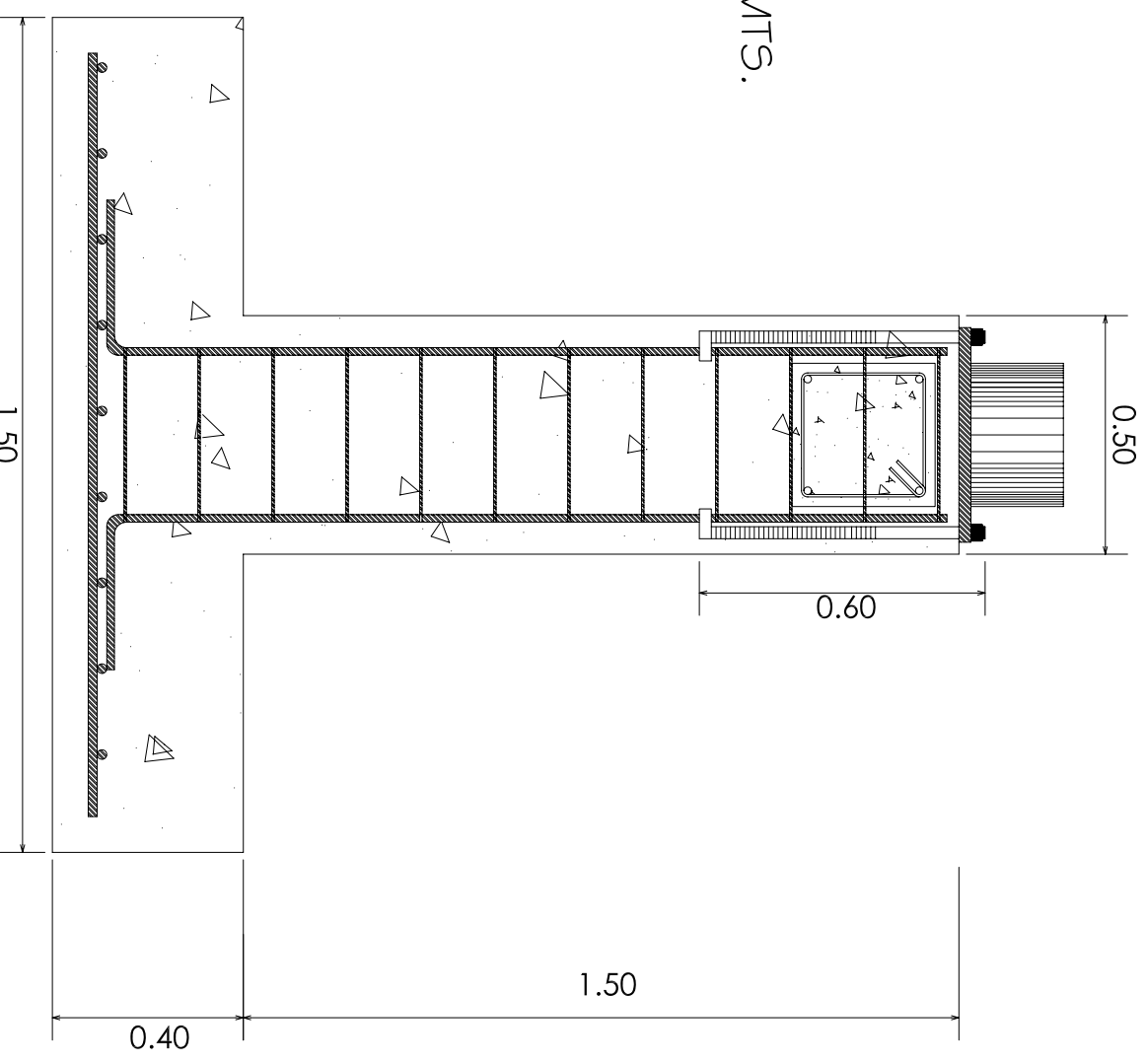
DETALLE DE ZAPATA
 1 1 NO.7 (7/8") @ 0.10 MTS. EN
 AMBOS SENTIDOS



DETALLE DE VIGA CONECTORA
 4 NO.6 + EST. NO.3 @ 0.15 MTS.
 ESCALA 1 : 8

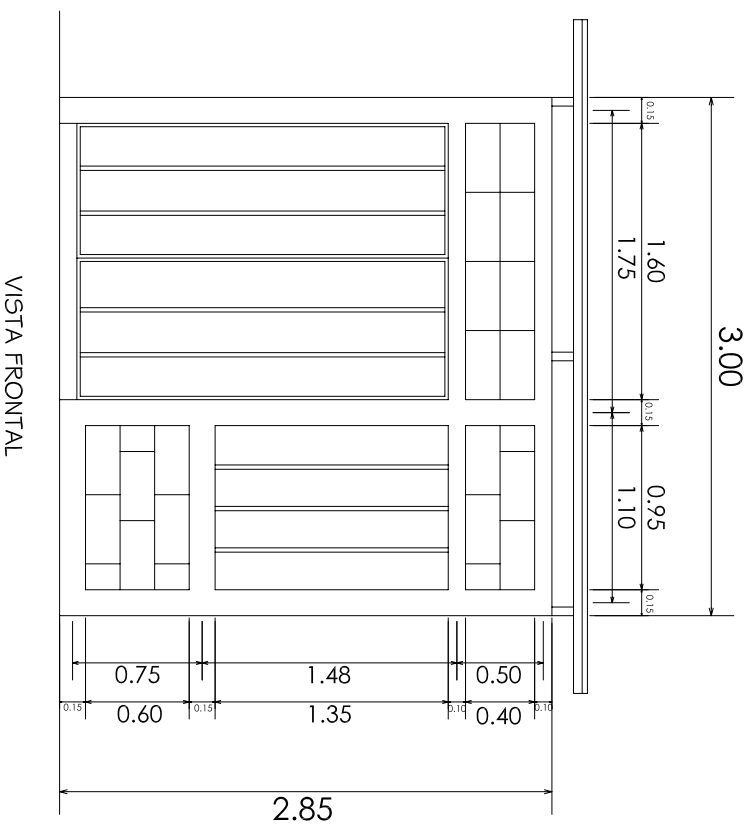
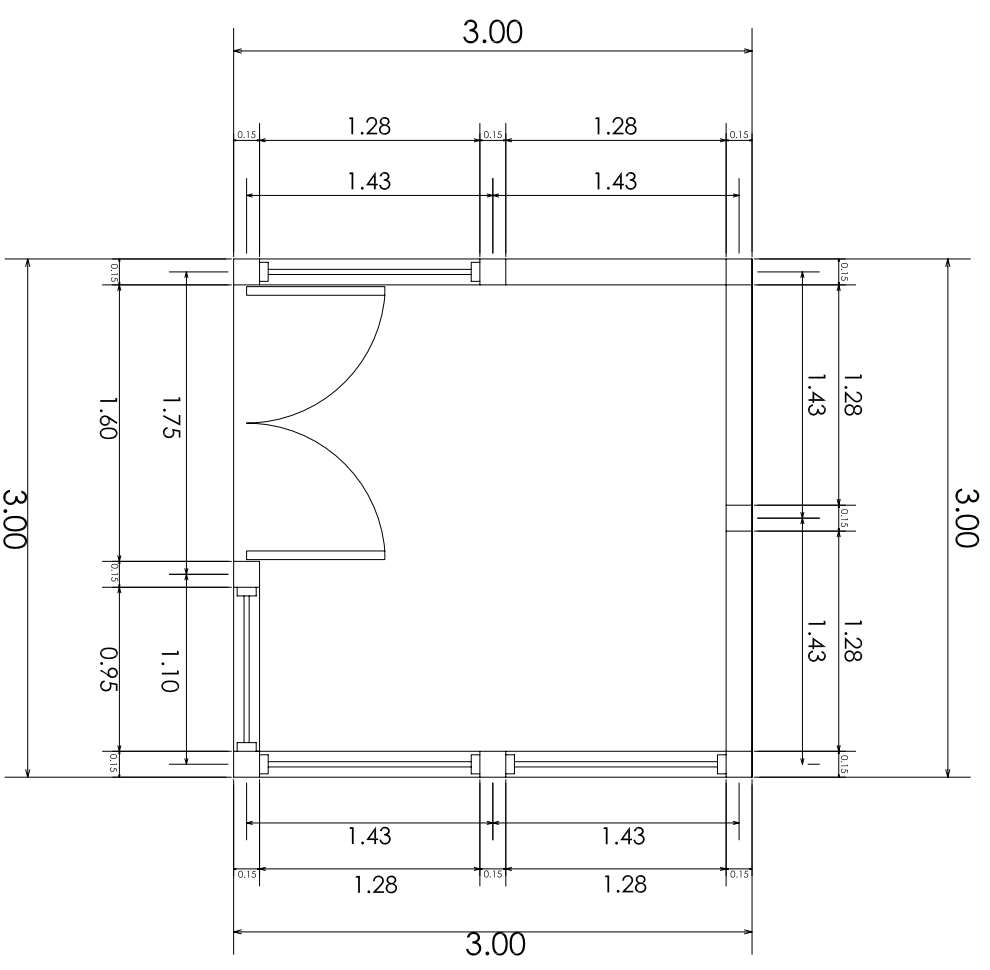
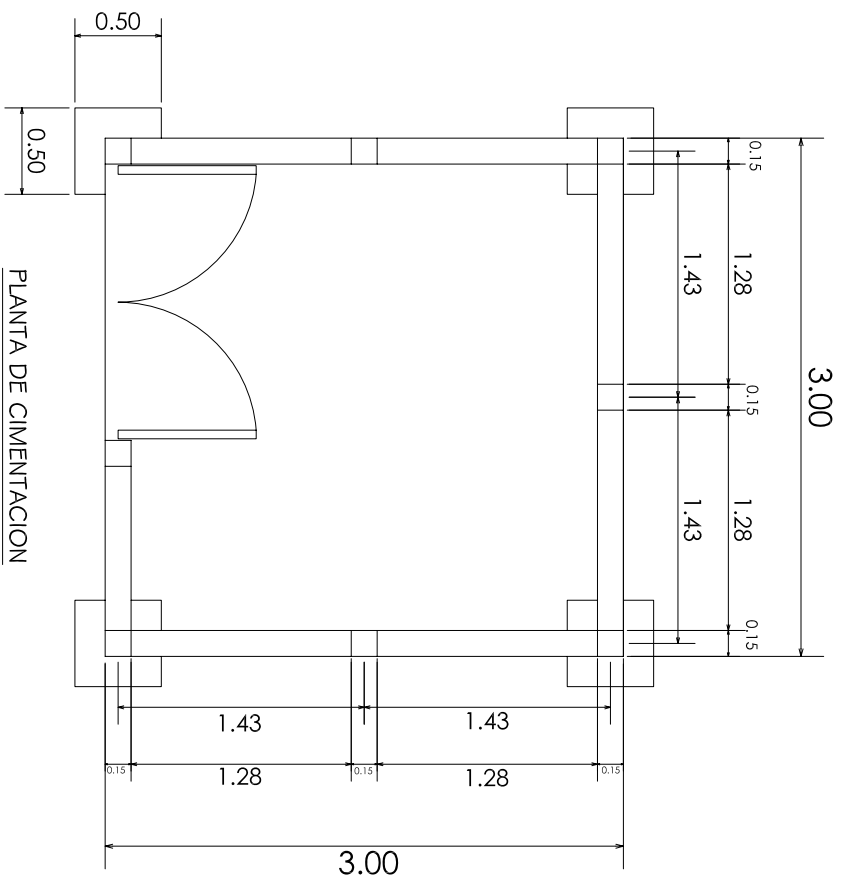


DETALLE DE PEDESTAL
 4 NO.6 (3/4") Y 4 NO.7 (7/8")
 EST. NO.3 @ 0.15 MTS.
 ESCALA 1 : 8

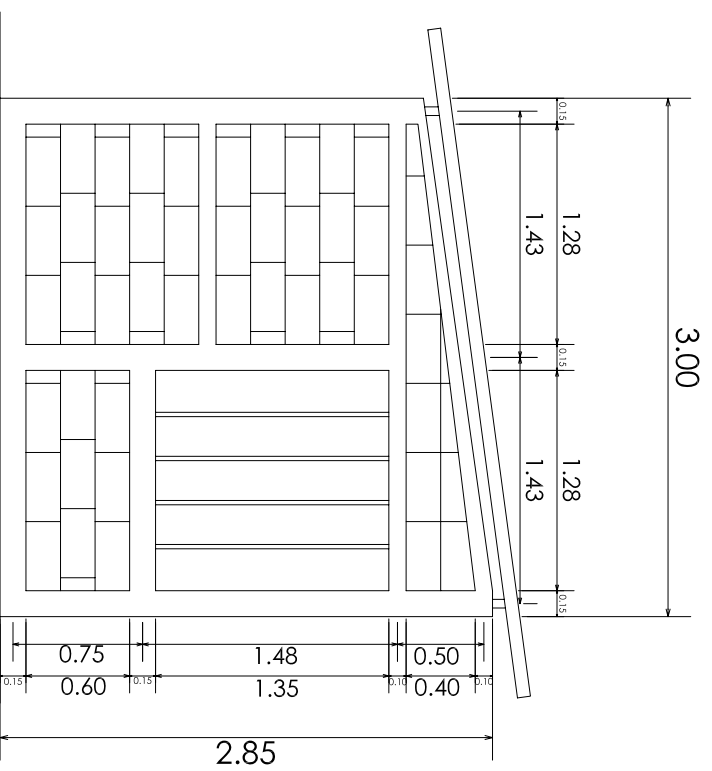


SECCION DE CIMENTACION
 ESCALA 1 : 8

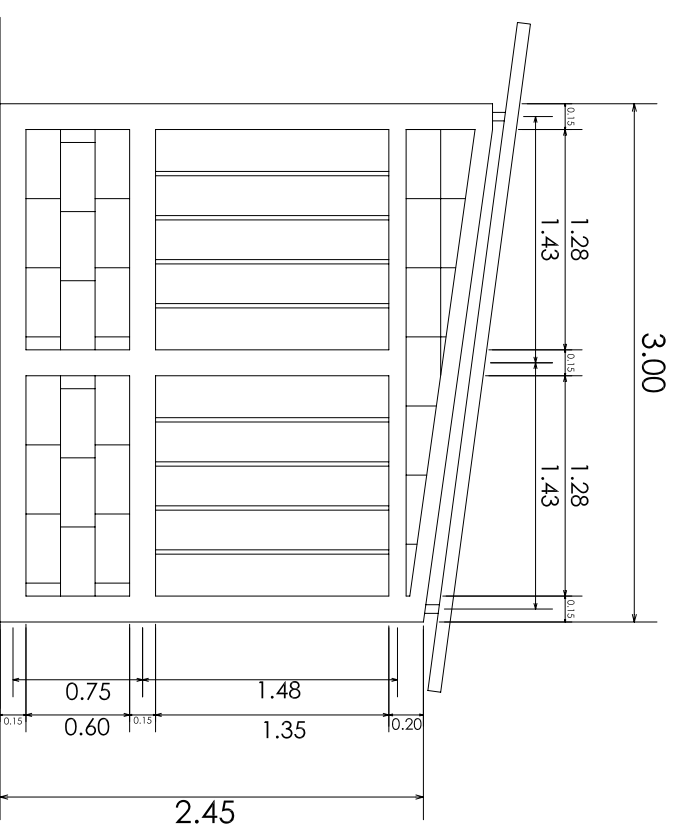
Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingenieria	
Proyecto: Diseño de Tanque Elevado	Plano de : Detalle de pedestal, zapata y viga conectora
Diseñó: Jose F. Dominguez T.	Hoja No. 4
Calculó: Jose F. Dominguez	Vo. Bo. Inq. Luis Alfaro Veliz
Dibujó: Jose F. Dominguez T.	Fecha: Septiembre 2008
Escala: 1 : 125	Hoja No. 4
Fecha: Septiembre 2008	Hoja No. 6



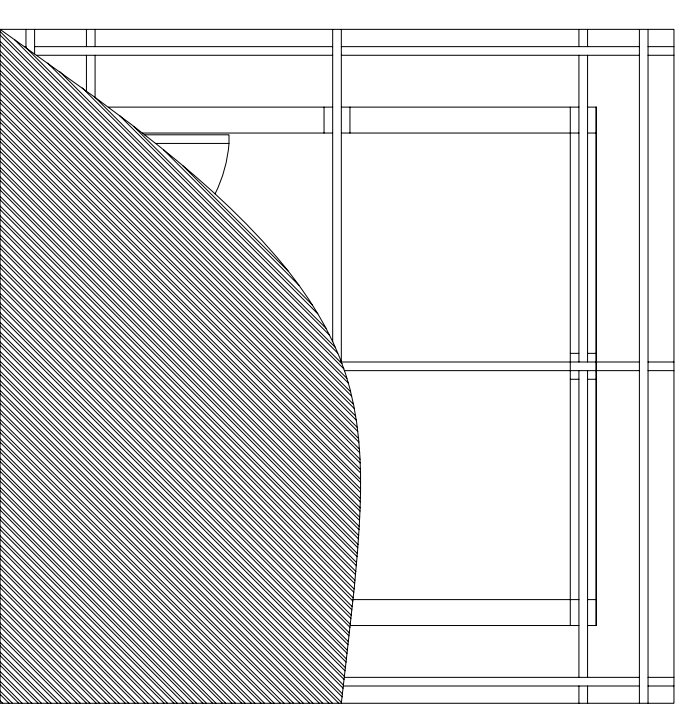
Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería	
Proyecto: Diseño de Tanque Elevado	Plano de : Planta acotada de caseta de bombeo
Diseñó: Jose F. Dominguez T.	Calculó: Jose F. Dominguez T.
Dibujó: Jose F. Dominguez T.	Escala: 1 : 125
Fecha: Septiembre 2008	Hoja No. 5 / 6
Vo. Bo. Inq. Luis Alfaro Veltz	6



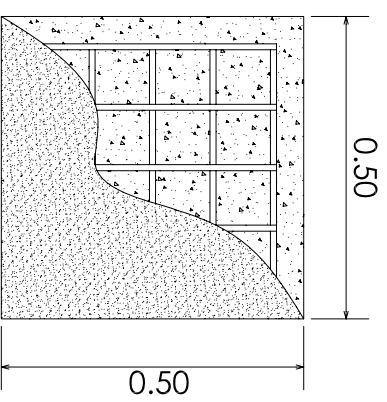
VISTA LATERAL IZQUIERDA



VISTA LATERAL DERECHA

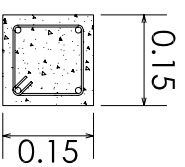


PLANTA DE TECHO



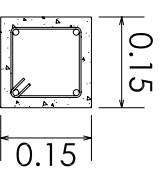
DETALLE DE ZAPATA

5 NO.3 (3/8") @ 0.10 MTS. EN
AMBOS SENTIDOS



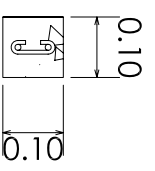
DETALLE DE COLUMNA

4 NO.3 + EST. NO.2 @ 0.15 MTS.



DETALLE DE SOLERA

4 NO.3 + EST. NO.2 @ 0.15 MTS.



DETALLE DE SOLERA

2 NO.3 + ESL. NO.2 @ 0.15 MTS.

Nota:

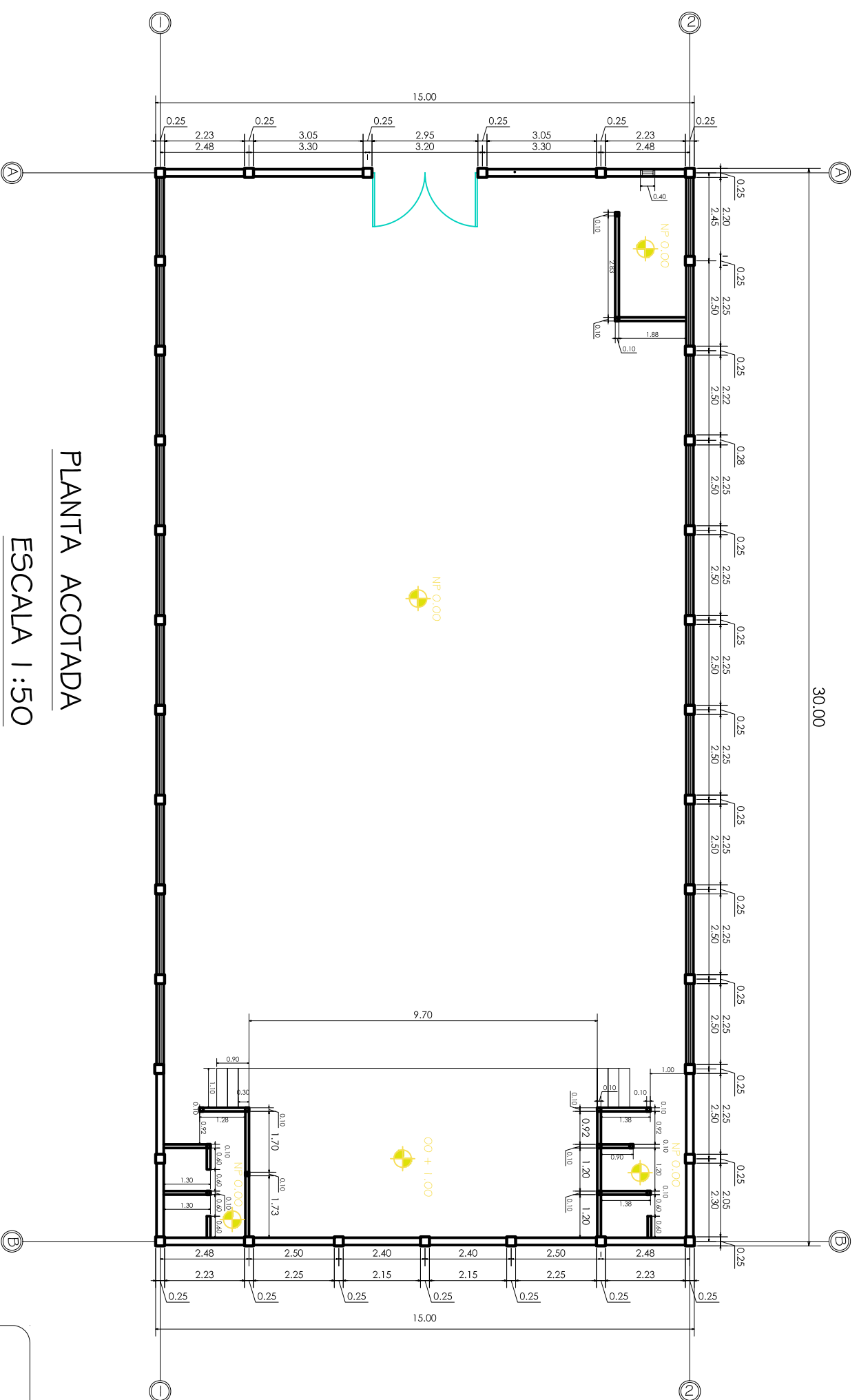
Las alturas de los dinteles son de 2.10 y los sillares de 0.60 mts se toman a partir de la solera de humedad.

La puerta sera de doble hoja de 0.80 x 2.10 mts., y sera fabricada con tubo proceso.

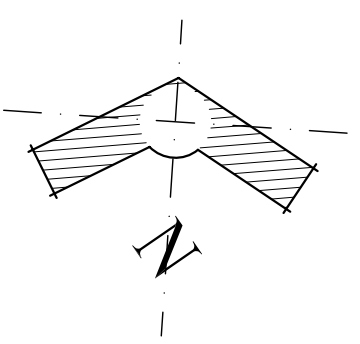
El block a utilizar sera de 0.15x0.20x0.40 mts y el concreto con una resistencia $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Proyecto: Diseño de Tanque Elevado		Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingenieria	
Plano de : Fachada de caseta de bombeo.		Diseñó: Jose F. Dominguez T.	
Hoja No.		Calculo: Jose F. Dominguez T.	
Vo. Bo.		Dibujo: Jose F. Dominguez T.	
Ing. Luis Alfaro Veliz		Escalar: 1 : 1/25	
Fecha:		Septiembre 2008	
6		6	

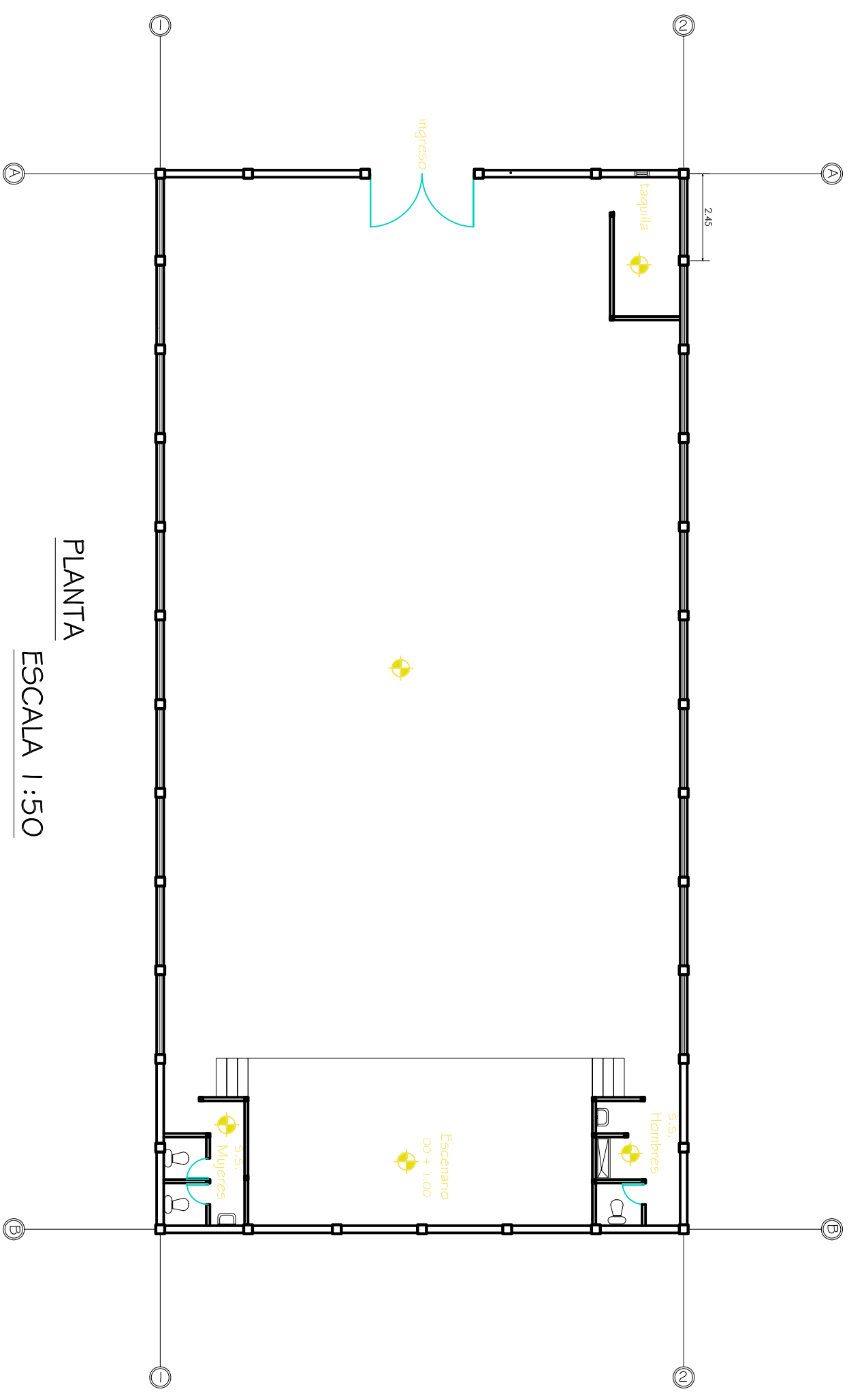
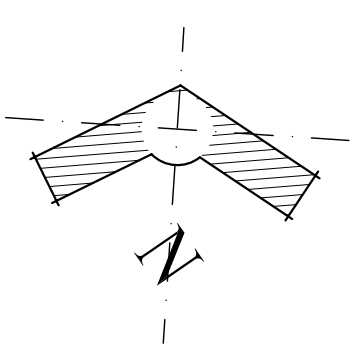
APÉNDICE B
Planos del Salón Comunal



PLANTA ACOTADA
 ESCALA 1:50

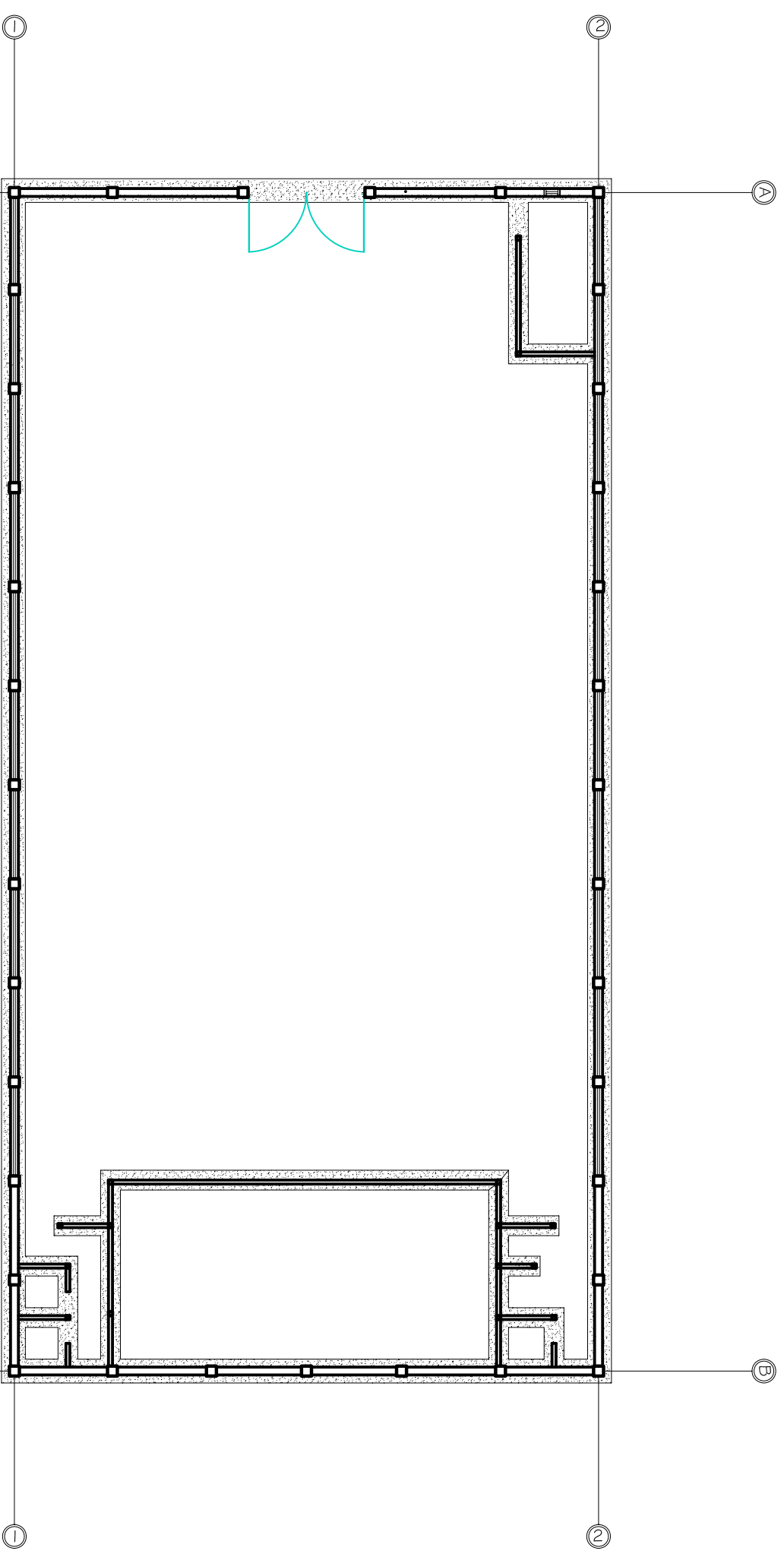


Proyecto: Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingenieria	
Plano de : Planta acotada	
Diseñó: Jose F. Dominguez T.	Hoja No. 13
Calculó: Jose F. Dominguez T.	Escala: 1: 125
Dibujó: Jose F. Dominguez T.	Fecha: Septiembre 2008
Vo. Bo.	Inq. Luis Alfaro Veliz



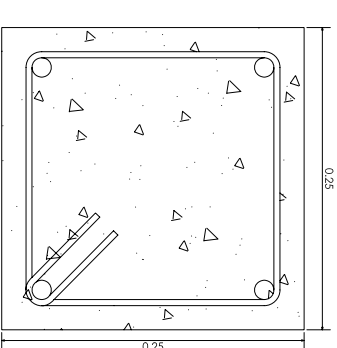
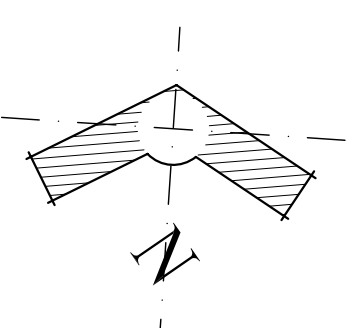
PLANTA
ESCALA 1:50

Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingenieria	
Proyecto: Salon comunal Sn. Martin, Las Flores Sn. Fco, Peten.	
Plano de : Planta de ambientes	
Diseño: Jose F. Dominguez T.	Hoja No.
Calculo: Jose F. Dominguez T.	2
Dibujos: Jose F. Dominguez T.	13
Escala: 1 : 125	
Fecha: Septiembre 2008	
Vo. Bo.	
Ing. Luis Alfaro Veliz	



PLANTA DE CIMENTACION

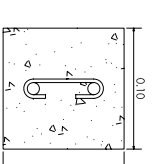
ESCALA 1:100



COLUMNA TIPO 1
 4 NO. 5 + EST. NO. 3
 @ 0.12 MTS.
 SECCION: 0.25 X 0.25 MTS
 ACERO GRADO 40
 CONCRETO (f'c): 210 KG/CM²

DETALLES DE COLUMNA

Escala 1:16

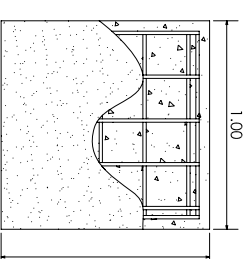


COLUMNA TIPO 2
 2 NO. 3 + ESL. NO. 2 @ 0.15 MTS.
 SECCION: 0.10 X 0.10 MTS
 ACERO GRADO 40
 CONCRETO (f'c): 210 KG/CM²

DETALLES DE COLUMNA

Escala 1:16

NOMENCLATURA DE CIMENTACION			
SIMBOLO	DESCRIPCION		
	MURO DE BLOCK 0.20X0.20X0.40		
	CIMENTO CORRIDO	0.50 X 0.20	REF. 3 NO.3 (3/8") ESL. NO.2 @ 0.20
	COLUMNA TIPO 1	0.25 X 0.25	REF. 4 NO.5 (5/8") EST. NO.3 @ 0.12
	COLUMNA TIPO 2	0.10 X 0.10	REF. 2 NO.3 (3/8") ESL. NO.2 @ 0.15

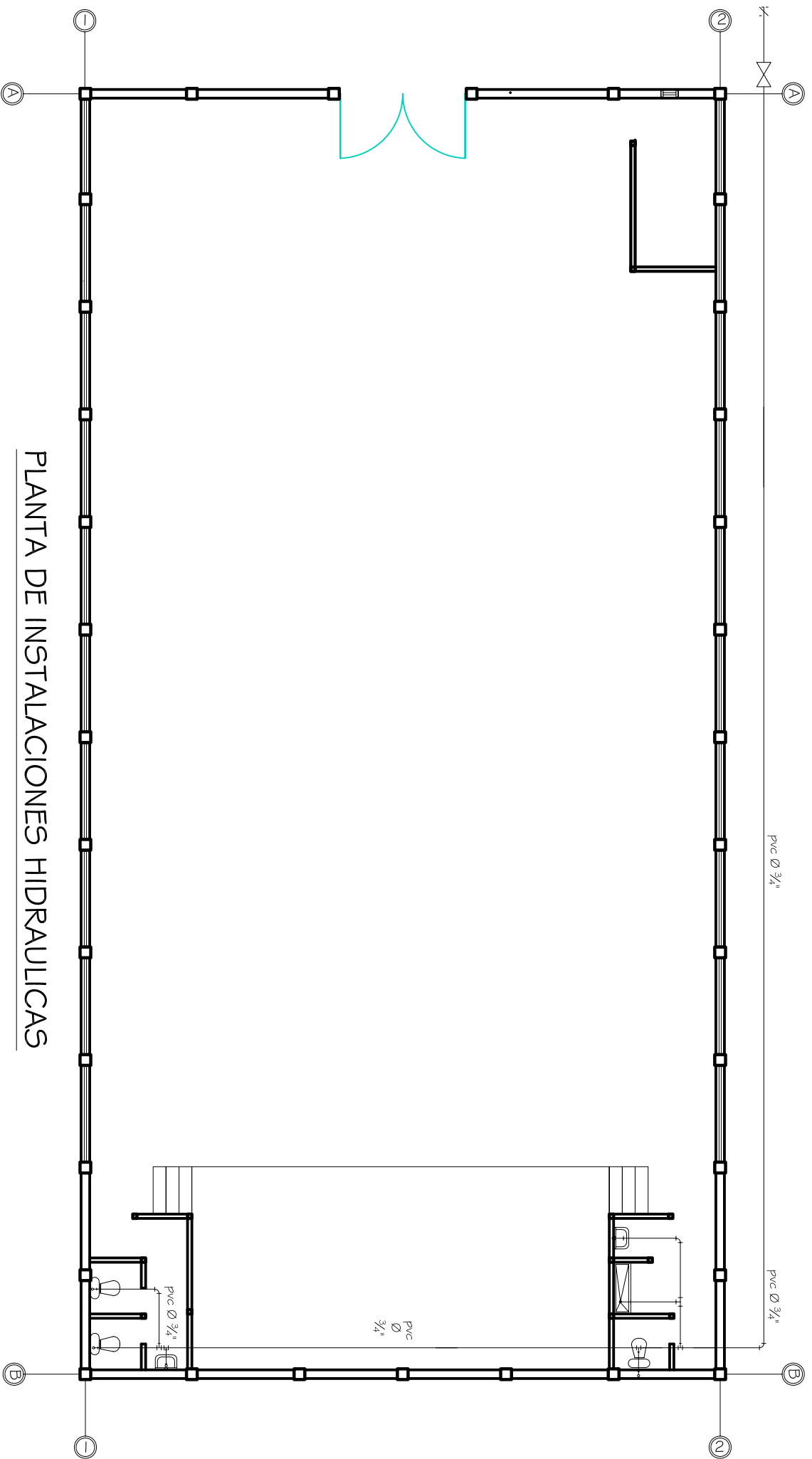


ZAPATA 1.0 X 1.0
 4 NO. 5 @ 0.21 MTS.
 EN AMBOS SENTIDOS

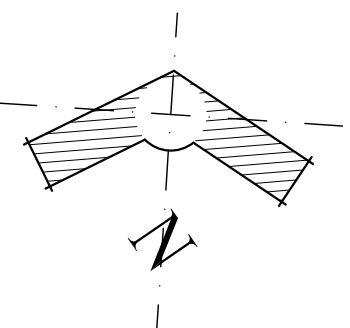
DETALLES DE ZAPATAS

Escala 1:25

Diseño: Jose F. Dominguez T. Calculo: Jose F. Dominguez T. Dibujo: Jose F. Dominguez T.		Proyecto: Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingenieria	
Escala: 1:125 Fecha: Septiembre 2008		Plano de: Plano de cimentacion	
Vo. Bo.		Hoja No.	
Inq. Luis Alfaro Veliz		3 / 13	



PLANTA DE INSTALACIONES HIDRAULICAS
ESCALA 1 : 1 45

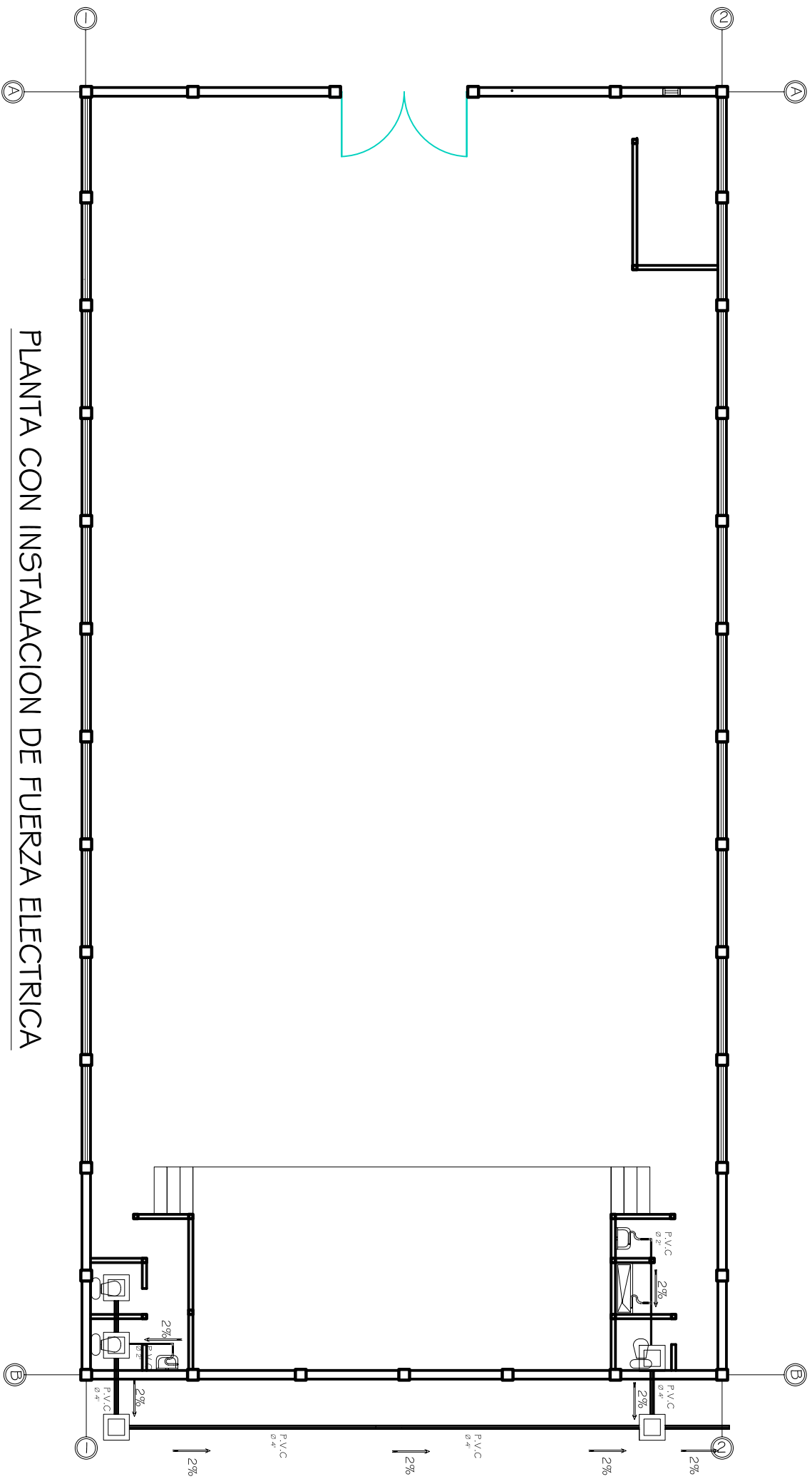


NOMENCLATURA DE AGUA POTABLE
SIMBOLO DESCRIPCION

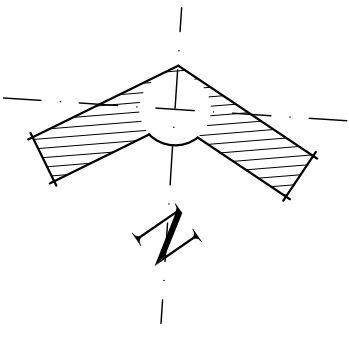
—	TUBO P.V.C. DIAMETRO INDICADO
⌋	CODO P.V.C. 90° VERTICAL
└	CODO P.V.C. 90° HORIZONTAL
⌌	TEE P.V.C.
⌒	VALVULA DE CHEQUE
⌘	LLAVE DE PASO

NOTA: LA CONECCION HIDRAULICA DEL CIRCUITO PRINCIPAL Ø (3/4")
LOS ARTEFACTOS SE CONECTARAN CON TUBO P.V.C. DE Ø (1/2").

<p>Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingenieria</p>	
<p>Proyecto: Salon comunal Sn. Martin, Las Flores Sn. Eco, Peten.</p>	
<p>Plano de : Instalaciones hydraulicas</p>	
<p>Diseño: Jose F. Dominguez T. Calculo: Jose F. Dominguez T. Dibujos: Jose F. Dominguez T.</p>	
<p>Vo. Bo.</p>	
<p>Ing. Luis Alfaro Veliz</p>	
<p>4</p>	<p>Hoja No. 13</p>
<p>Fecha: Septiembre 2008</p>	



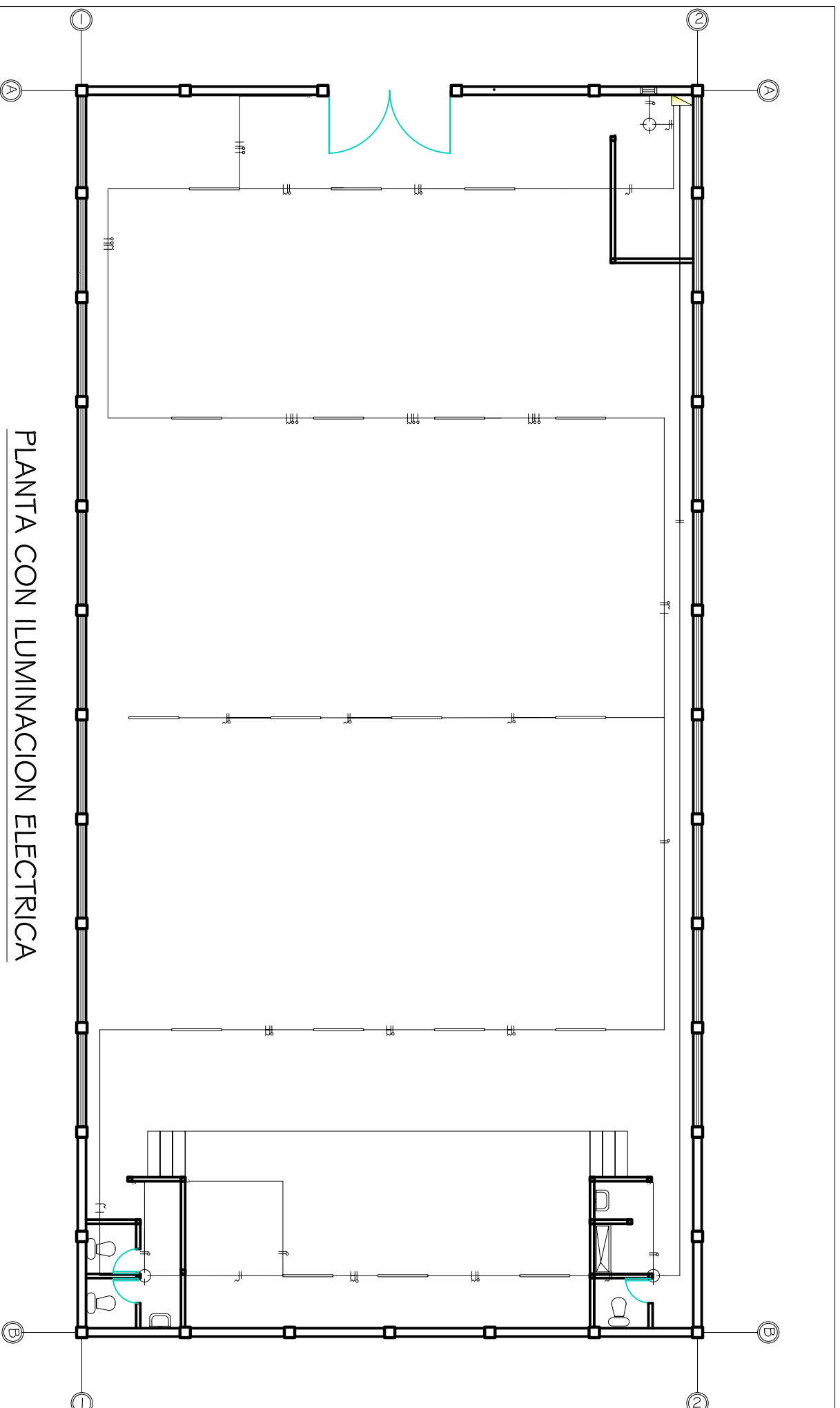
PLANTA CON INSTALACION DE FUERZA ELECTRICA
ESCALA 1 : 100



NOMECLATURA DE DRENAJE
SIMBOLO DESCRIPCION

—	TUBO P.V.C. DIAMETRO (Ø 4")
□	CAJA UNION (VER DETALLE)
?	SIFÓN
2%	INDICA PORCENTAJE DE PENDIENTE
→	INDICA DIRECCION DE LA PENDIENTE

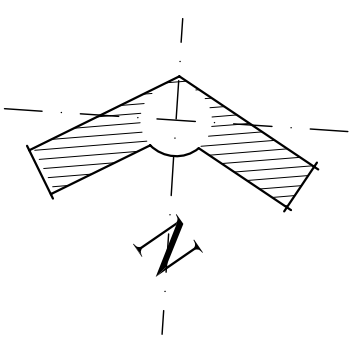
Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingenieria	
Proyecto: Salon comunal Sn. Martin, Las Flores Sn. Fco. Peten.	
Plano de : Instalaciones sanitarias	
Diseño: Jose F. Dominguez T. Calculo: Jose F. Dominguez T. Dibujos: Jose F. Dominguez T.	Hoja No. 5
Escala: 1 : 125 Fecha: Septiembre 2008	Vo. Bo. Inq. Luis Alfaro Veliz
13	



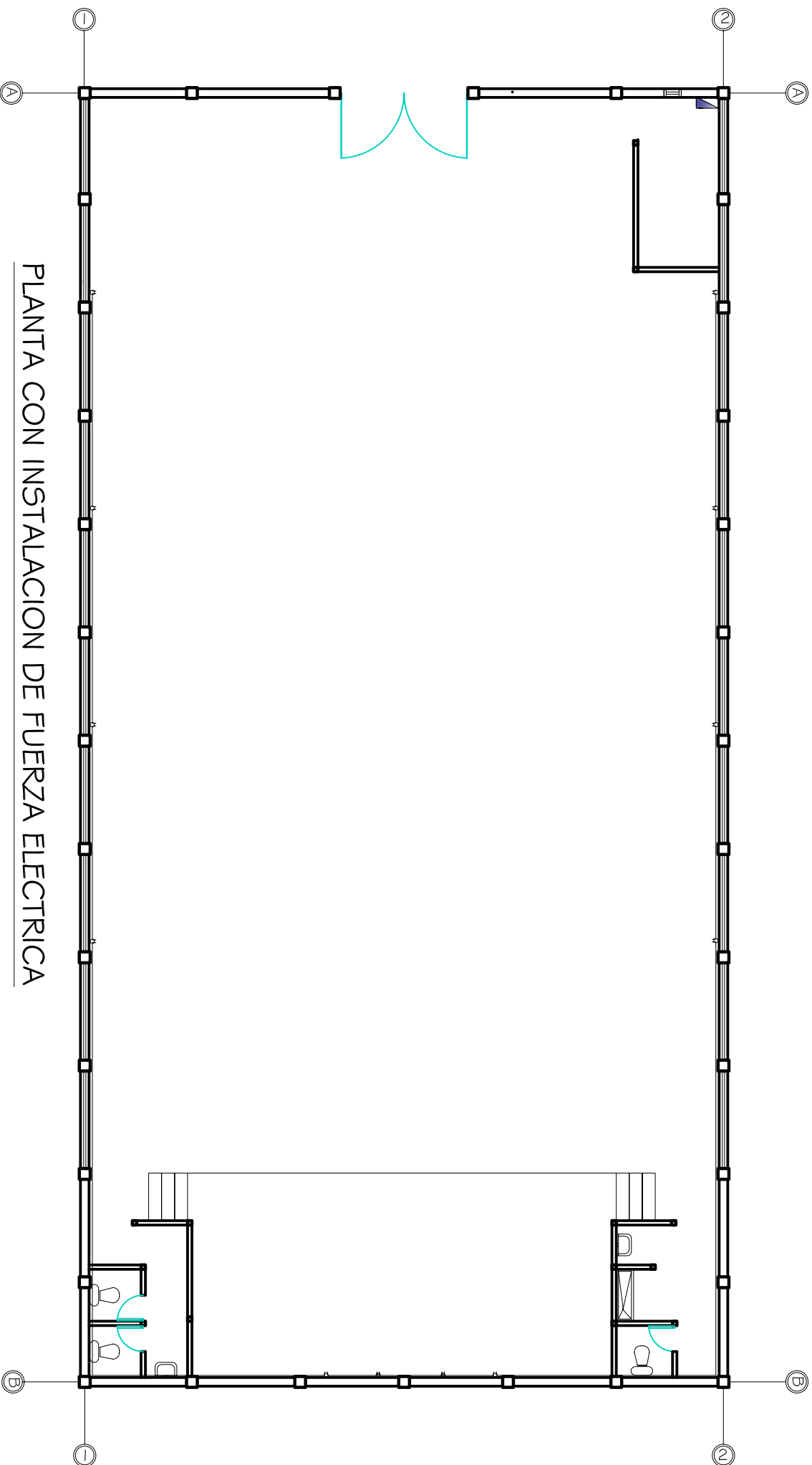
PLANTA CON ILUMINACION ELECTRICA
ESCALA 1:100

NOMECLATURA DE FUERZA ELECTRICA
SIMBOLO DESCRIPCION

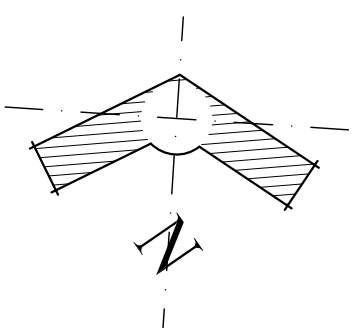
—	POLIDUCTO EN TECHO 1"
—	POLIDUCTO EN TIERRA 3/4"
▣	TABLERO DE DISTRIBUCION
⋮	ALAMBRE DE RETORNO
	ALAMBRE DE LINEA VIVA
~	ALAMBRE NEUTRO
—	LAMPARA FLORESCENTE 2X40 W
⊕	PAFLONERA
\$	INTERRUPTOR SIMPLE H=1.5 M
\$	INTERRUPTOR DOBLE H=1.5 M
⊙	TOMACORRIENTE DOBLE 110 W, H=0.30 M
⊙	TOMACORRIENTE SIMPLE 220 W , H=0.30 M



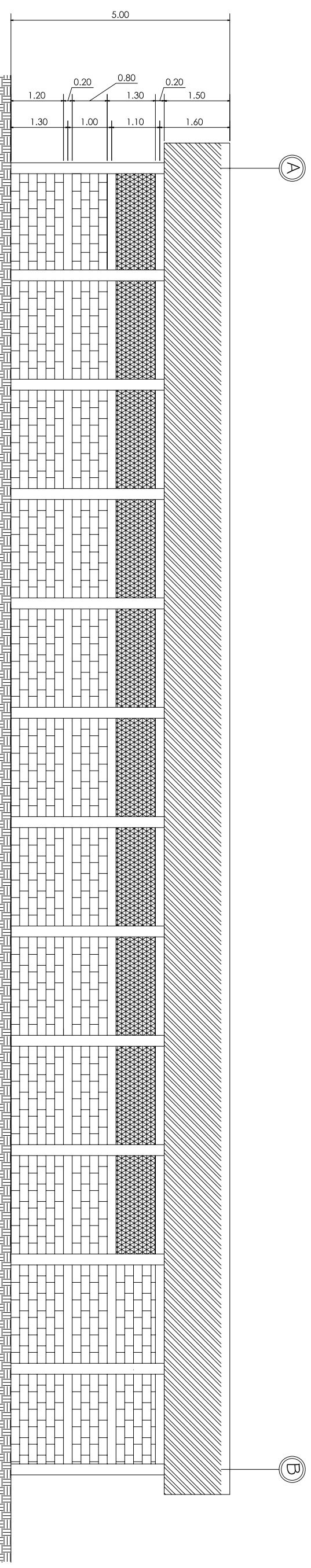
Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingenieria	
Proyecto: Salon comunal Sn. Martin, Las Flores Sn. Fco, Peten.	
Plano de : Planta de iluminacion electrica	
Diseño: Jose F. Dominguez T. Calculo: Jose F. Dominguez T.	Hoja No.
Dibujos: Jose F. Dominguez T.	Vo. Bo.
Escala: 1:125 Fecha: Septiembre 2008	Ing. Luis Alfaro Veliz
6	13



PLANTA CON INSTALACION DE FUERZA ELECTRICA
ESCALA 1:100

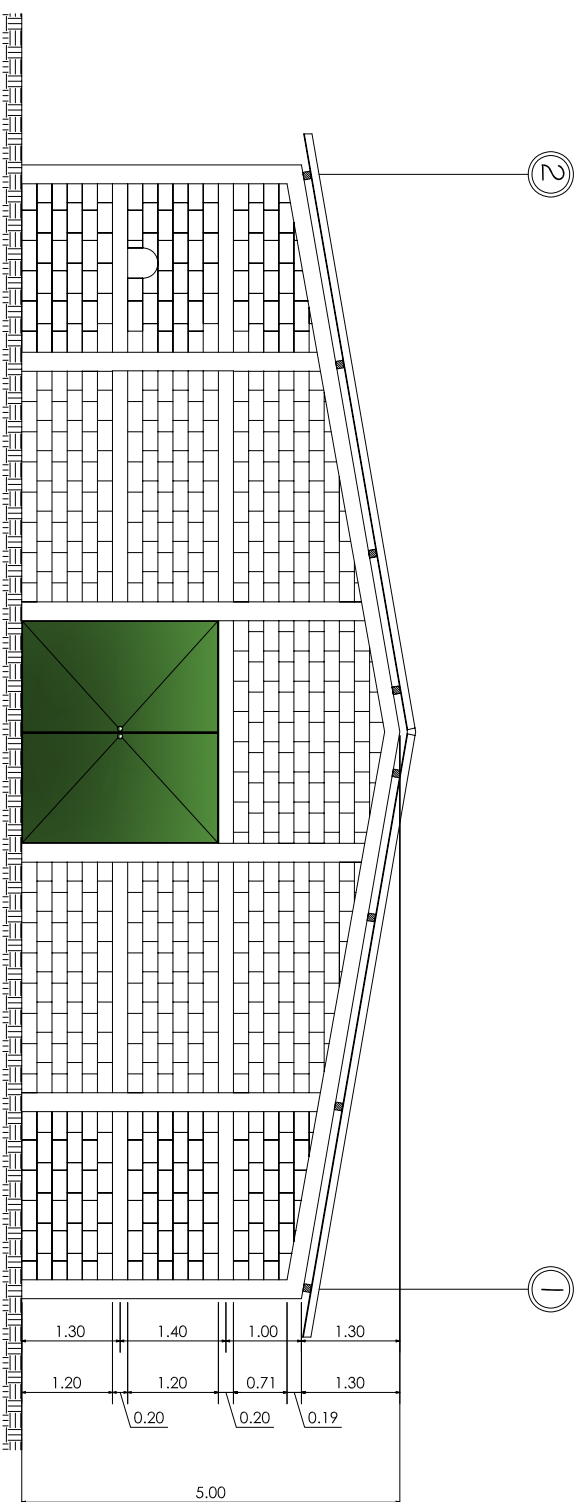


Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingenieria	
Proyecto: Salon comunal Sn. Martin, Las Flores Sn. Fco, Peten.	
Plano de : Planta de fuerza electrica	
Diseño: Jose F. Dominguez T. Calculo: Jose F. Dominguez T. Dibujo: Jose F. Dominguez T.	
Vo. Bo. _____ Inq. Luis Alfaro Veliz	Hoja No. 7 de 13
Fecha: Septiembre 2008	



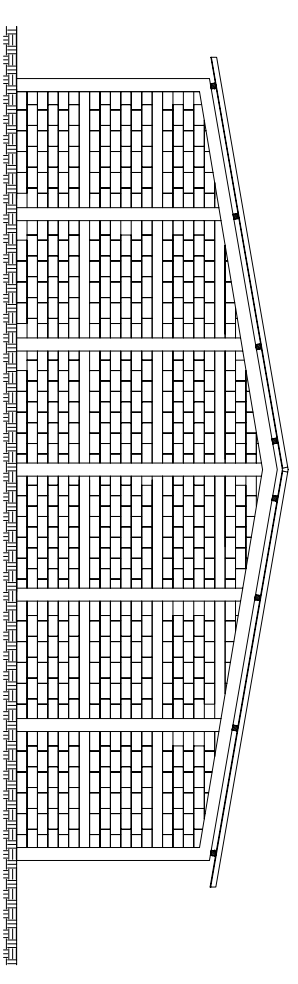
ELEVACION LATERAL

ESCALA 1:100



ELEVACION FRONTAL

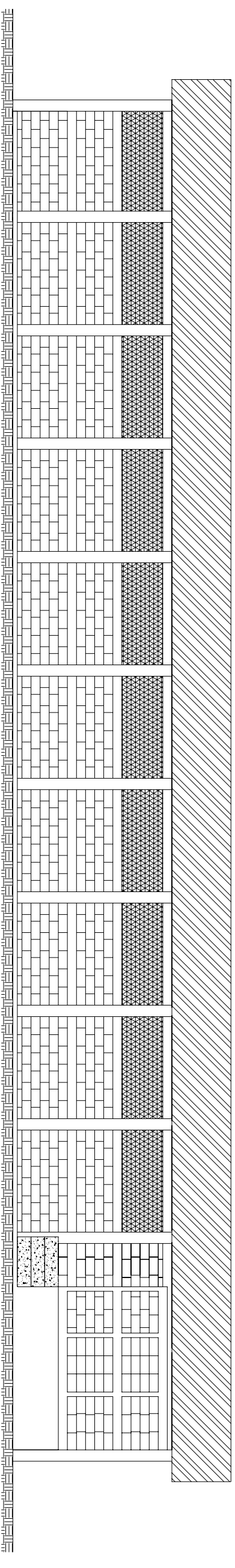
ESCALA 1:100



ELEVACION POSTERIOR

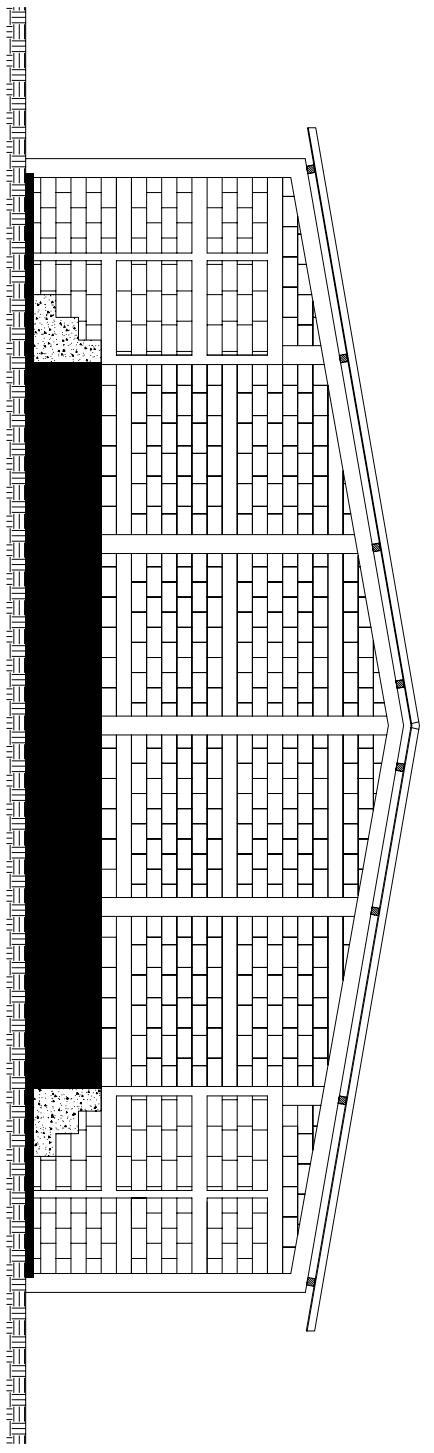
ESCALA 1:145

Diseñó: Jose F. Dominguez T.		Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingenieria	
Calculó: Jose F. Dominguez T.		Proyecto: Salon comunal Sn. Martin, Las Flores Sn. Fco, Peten.	
Dibujo: Jose F. Dominguez T.		Plano de : Elevaciones	
Escala: 1:125		Vo. Bo.	
Fecha: Septiembre 2008		Ing. Luis Alfaro Veliz	
		Hoja No.	
		8 / 13	



SECCION B-B'

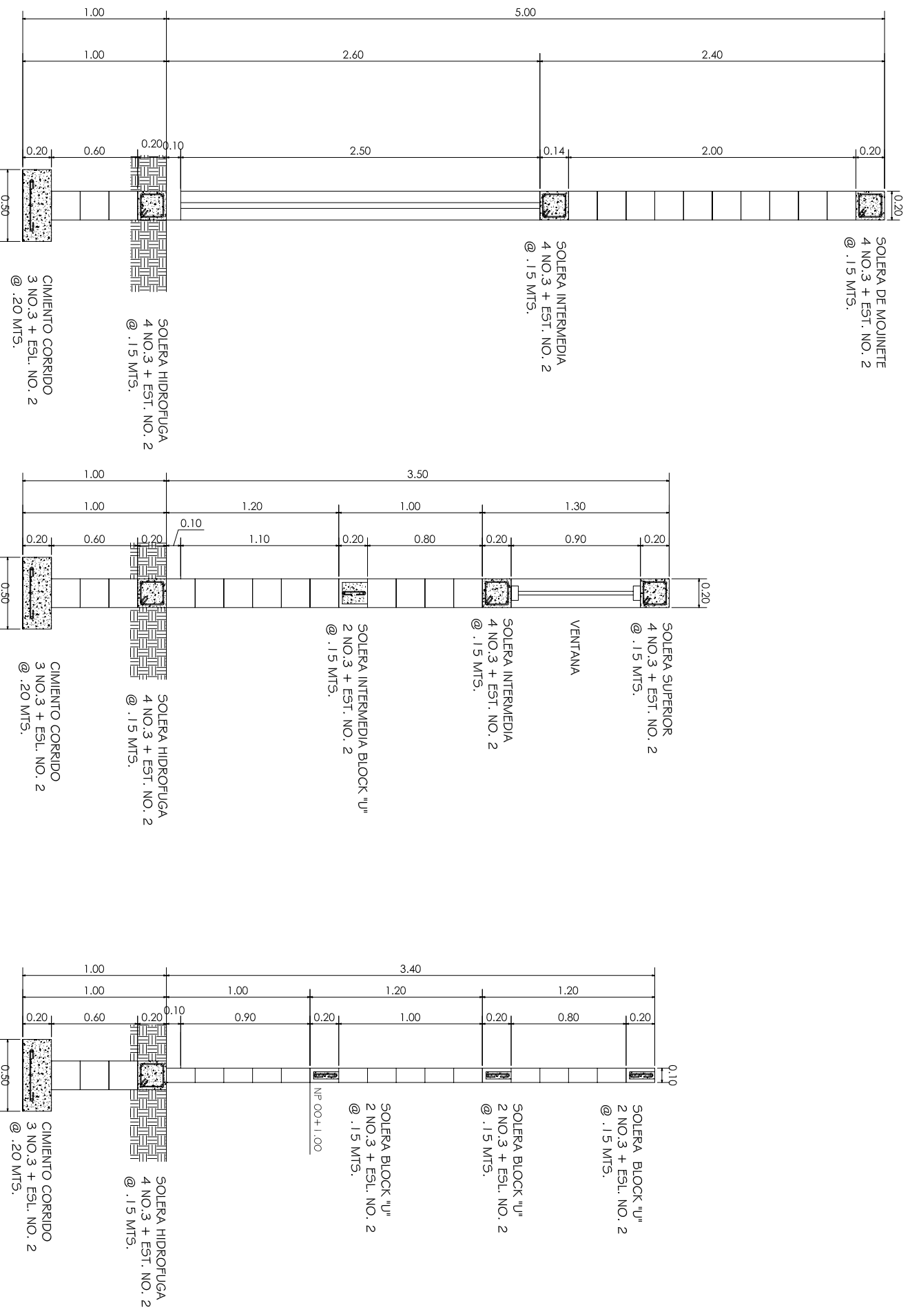
ESCALA 1:100



SECCION A-A'

ESCALA 1:100

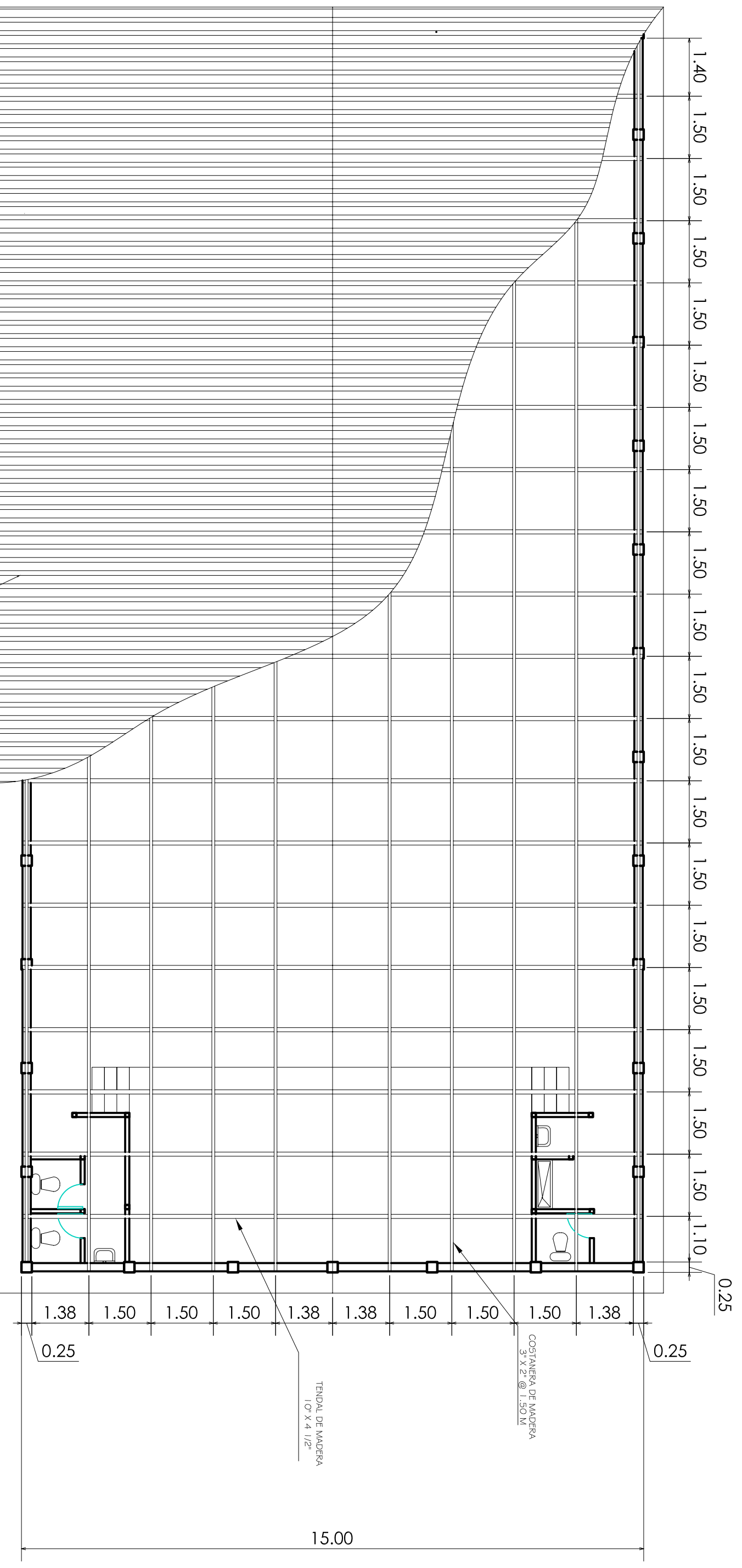
Proyecto: Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingenieria	
Plano de : Salon comunal Sn. Martin, Las Flores Sn. Fco. Peten.	
Secciones longitudinales y transversales	
Diseño: Jose F. Dominguez T.	Hoja No.
Calculo: Jose F. Dominguez T.	9
Dibujo: Jose F. Dominguez T.	13
Escala: 1:125	
Fecha: Septiembre 2008	
Vo. Bo.	
Inq. Luis Alfaro Veltz	



DETALLES DE MUROS

Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingenieria	
Proyecto: Salon communal Sn. Martin, Las Flores Sn. Fco, Peten.	
Plano de : Detalles de muros	
Diseño: Jose F. Dominguez T. Calculo: Jose F. Dominguez T. Dibujo: Jose F. Dominguez T.	
Vo. Bo.	
Fecha: Septiembre 2008	
Hoja No.	10 13

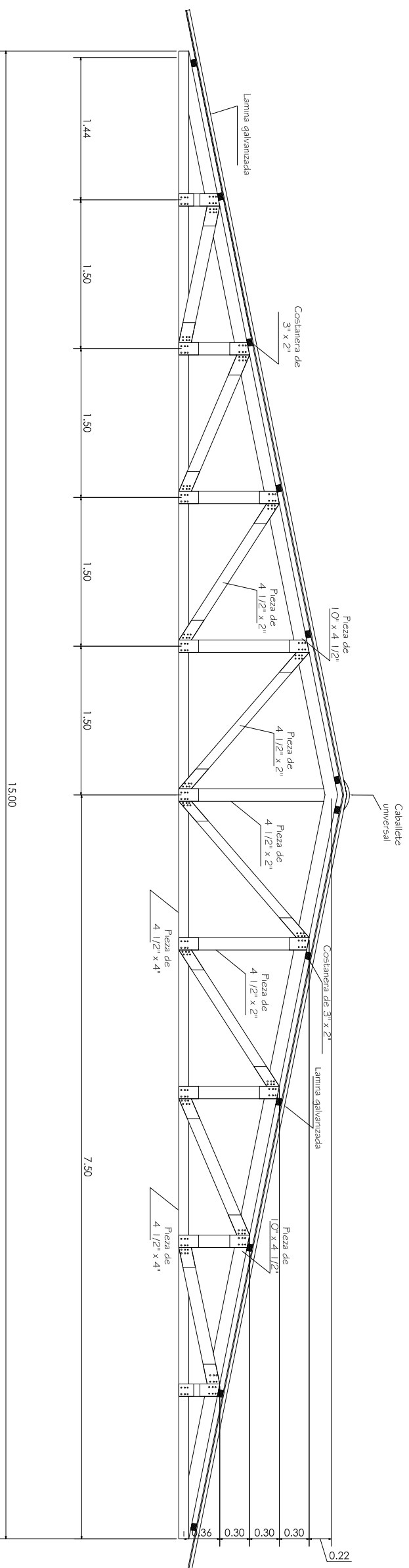
Ing. Luis Alfaro Veliz



PLANTA DE TECHO
ESCALA 1:100

LAMINA GALVANIZADA CAL. 28

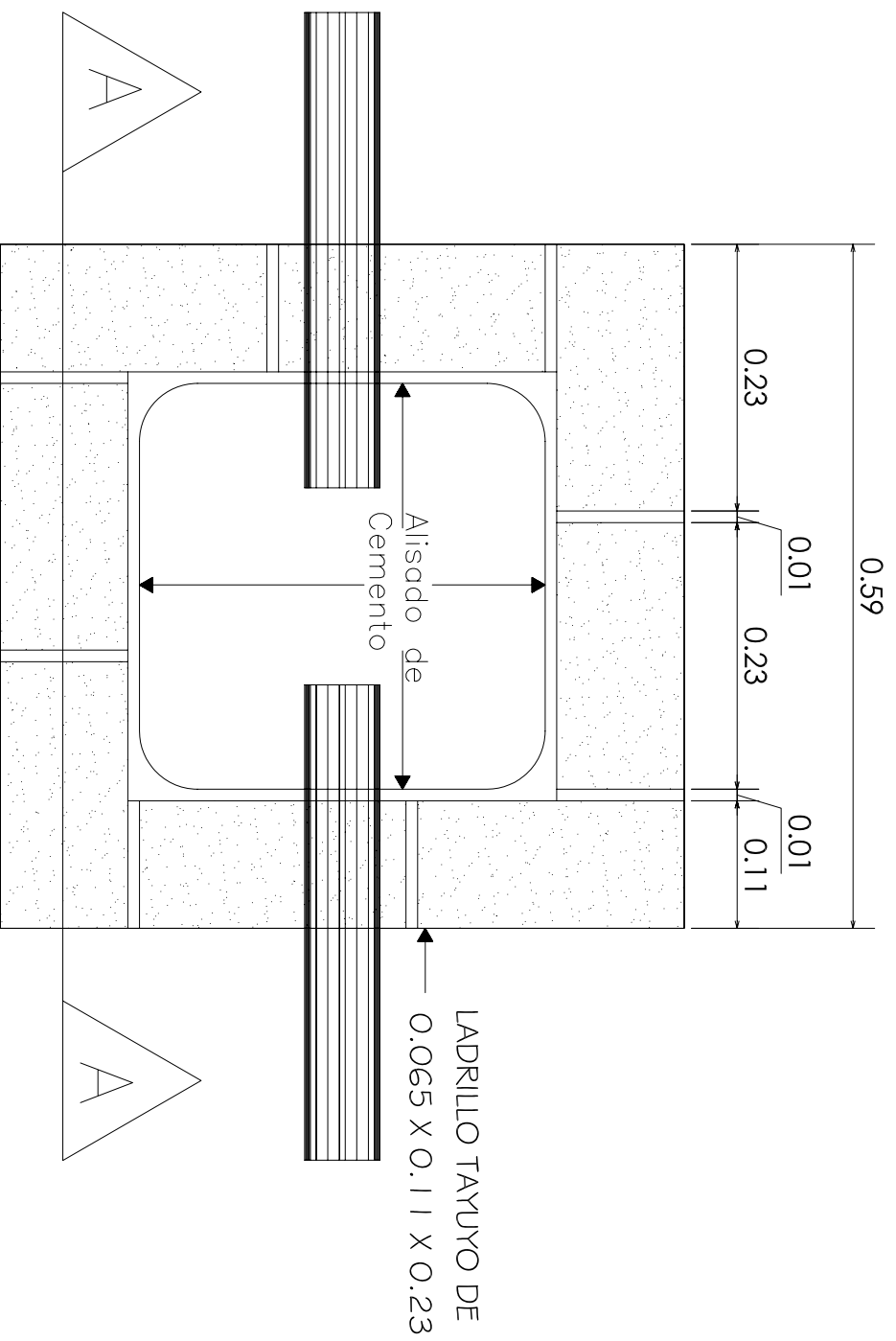
Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingenieria	
Proyecto: Salon comunal Sn. Martin, Las Flores Sn. Fco. Peten.	
Plano de : Planta de techo	
Diseño: Jose F. Dominguez T.	
Calculo: Jose F. Dominguez T.	
Dibujo: Jose F. Dominguez T.	
Escala: 1: 125	
Fecha: Septiembre 2008	
Vo. Bo.	Hoja No.
Inq. Luis Alfaro Veliz	11 / 13



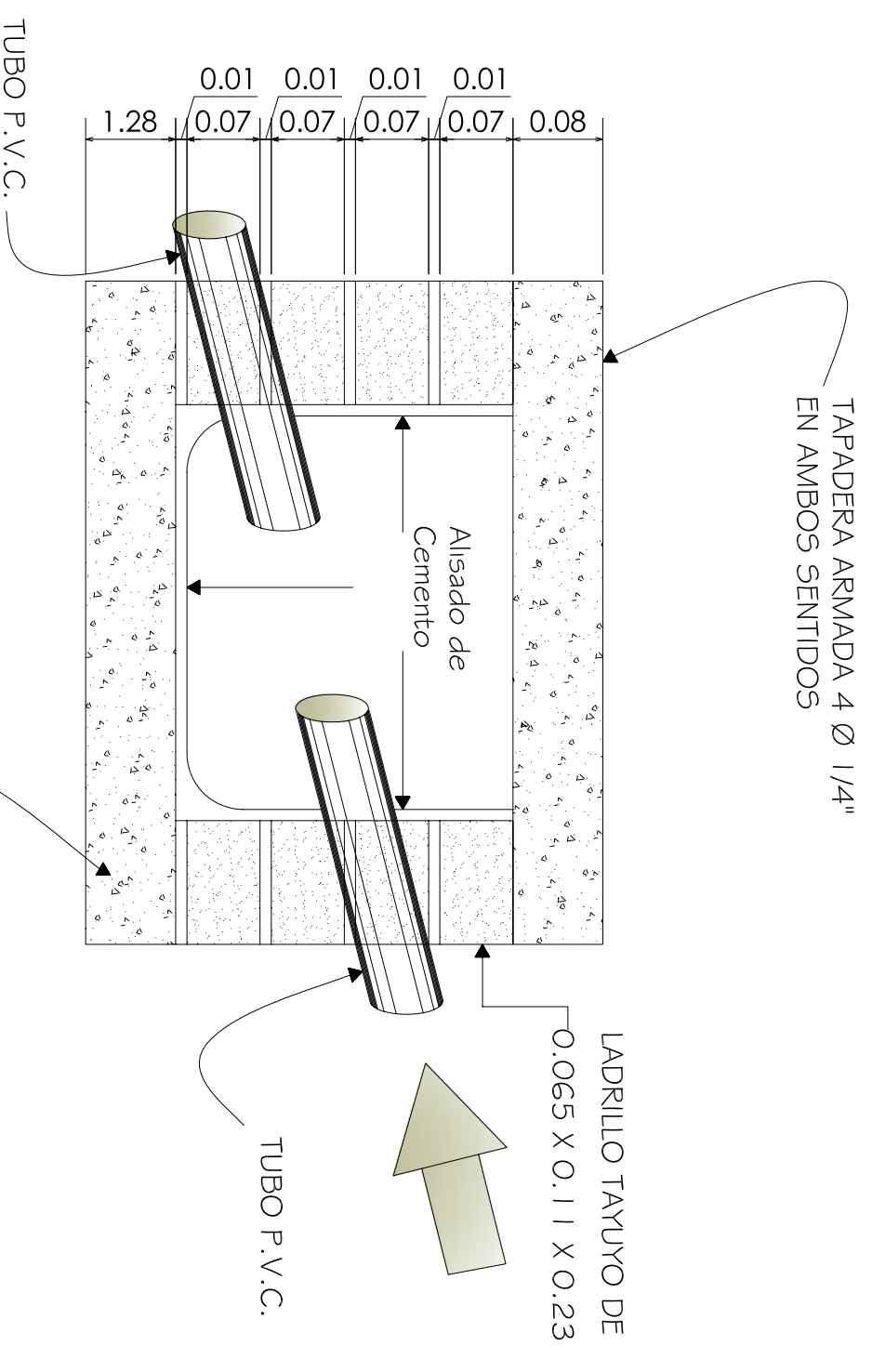
DETALLE DE ESRTRUCTURA DE TECHO
ESCALA 1:50

Nota:
 Todos los pernos tienen un diametro $\varnothing 1/2"$ tipo A490.
 Las platinas tienen un espesor $t = 1/4"$.

Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingenieria	
Proyecto: Salon comunal Sn. Martin, Las Flores Sn. Fco. Peten.	
Plano de : Detalle de armadura para el techo	
Diseño: Jose F. Dominguez T. Calculo: Jose F. Dominguez T. Dibujo: Jose F. Dominguez T.	Hoja No.
Vo. Bo.	
Inq. Luis Alfaro Veliz	
Escala: 1:125 Fecha: Septiembre 2008	12 13



CAJA UNION
 ESCALA 1:16

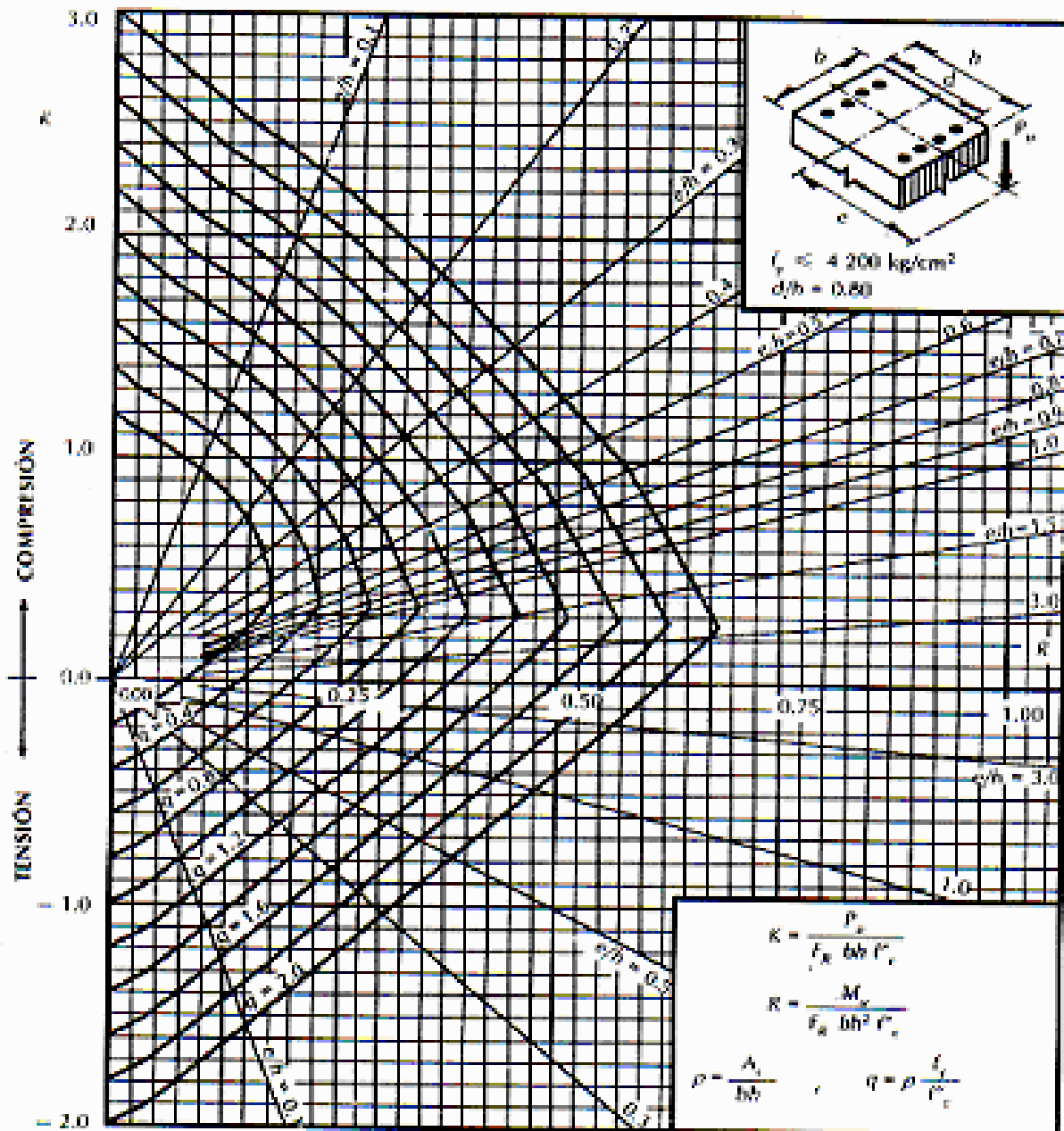


SECCION A-A
 CAJA UNION
 ESCALA 1:16

Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingenieria	
Proyecto: Salon comunal Sn. Martin, Las Flores Sn. Fco. Peten.	
Plano de : Detalle de caja union	
Diseño: Jose F. Dominguez T. Calculo: Jose F. Dominguez T. Dibujo: Jose F. Dominguez T.	Hoja No. 13
Escala: 1:125 Fecha: Septiembre 2008	Vo. Bo. Inq. Luis Alfaro Veliz
13	13

ANEXO

Figura 15. Gráfica de interacción para columna rectangular.



Fuente: biblioteca.usac.edu.gt



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

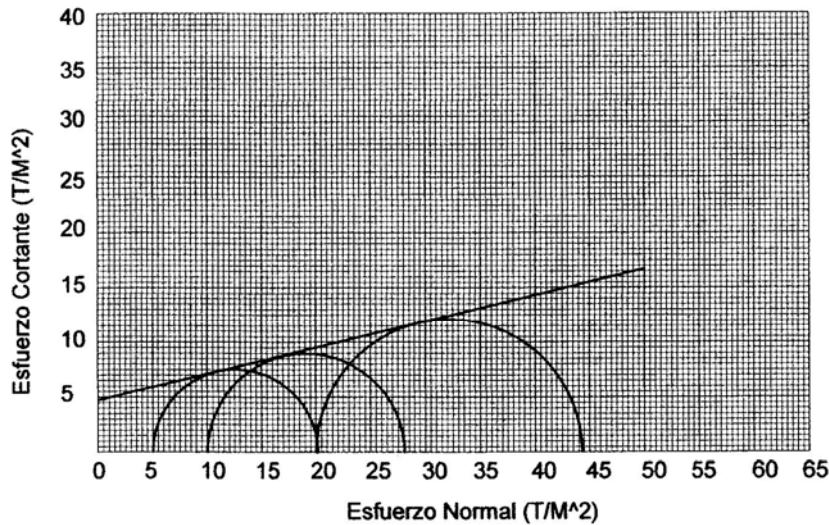


Nº 002154

ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

INFORME No.: 425 S.S. O.T.: 24,055

INTERESADO: José Francisco Dominguez Tut
 PROYECTO: Trabajo de Graduación - EPS
 UBICACIÓN: Las Flores, La paz, San Francisco, Petén Fecha: 24 de Octubre del 2008
 pozo: 1 Profundidad: X Muestra: 1



PARAMETROS DE CORTE:

ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA : $\phi = 13.50^\circ$	COHESIÓN: $C_u = 4.7 \text{ T/m}^2$
---	---

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.
 DESCRIPCION DEL SUELO: Arcilla limosa color rojizo
 DIMENSION Y TIPO DE LA PROBETA: 2.5" X 5.0"
 OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el interesado.

PROBETA No.	1	1	1
PRESION LATERAL (T/m ²)	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA q(T/m ²)	15.18	18.08	24.32
PRESION INTERSTICIAL u(T/m ²)	x	x	x
DEFORMACION EN ROTURA Er (%)	2.0	3.5	5.5
DENSIDAD SECA (T/m ³)	1.23	1.23	1.23
DENSIDAD HUMEDA (T/m ³)	1.71	1.71	1.71
HUMEDAD (%H)	38.5	38.5	38.5



Vo. Bo.
 Ing. Oswaldo Romeo Escobar Alvarez
 DIRECTOR - CII/USAC



Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
 Jefe Sección Mecánica de Suelos