



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

**DISEÑO DEL SALÓN DE USOS MÚLTIPLES PARA EL INSTITUTO
NACIONAL DE EDUCACIÓN BÁSICA (INEB) ZONA 2 Y DISEÑO DEL
ALCANTARILLADO SANITARIO PARA ALDEA LOS POTRERILLOS, DEL
MUNICIPIO DE ZARAGOZA, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO**

Mynor Misael Tax Yal

Asesorado por: Inga. Christa Classon de Pinto

Guatemala, octubre de 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SALÓN DE USOS MÚLTIPLES PARA EL INSTITUTO
NACIONAL DE EDUCACIÓN BÁSICA (INEB) ZONA 2 Y DISEÑO DEL
ALCANTARILLADO SANITARIO PARA ALDEA LOS POTRERILLOS, DEL
MUNICIPIO DE ZARAGOZA, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN
PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

MYNOR MISAEL TAX YAL

ASESORADO POR: INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Angel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Luis Pedro Ortíz de León
VOCAL V	Br. José Alfredo Ortíz Herincx
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
EXAMINADORA	Inga. Christa Classon de Pinto
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DEL SALÓN DE USOS MÚLTIPLES PARA EL INSTITUTO NACIONAL DE EDUCACIÓN BÁSICA (INEB) ZONA 2 Y DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA ALDEA LOS POTRERILLOS, DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, el 09 de marzo de 2010.

Mynor Misael Tax Yal



UNIDAD DE E.P.S.

Guatemala 19 de mayo de 2010.
Ref.EPS.DOC.659.05.10.

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 Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Mynor Misael Tax Yal** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200516216**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DEL SALÓN DE USOS MÚLTIPLES PARA EL INSTITUTO NACIONAL DE EDUCACIÓN BÁSICA (INEB) ZONA 2 Y DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA ALDEA LOS POTRERILLOS, DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO”**.

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.”


Inga. Christa Classon de Pinto
Asesora-Supervisora de EPS
Área de Ingeniería Civil

c.c. Archivo
CCdP/ra





UNIDAD DE E.P.S.

Guatemala, 19 de mayo de 2010.
Ref.EPS.D.383.05.10

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DEL SALÓN DE USOS MÚLTIPLES PARA EL INSTITUTO NACIONAL DE EDUCACIÓN BÁSICA (INEB) ZONA 2 Y DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA ALDEA LOS POTRERILLOS, DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Mynor Misael Tax Yal**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Christa Classon de Pinto .

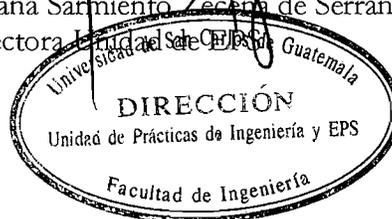
Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte de la Asesora -Supervisora de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Norma Ileana Sarmiento Zecón de Serrano
Directora Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS



NISZ/ra



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
www.ingenieria-usac.edu.gt



Guatemala,
15 de julio de 2010

Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

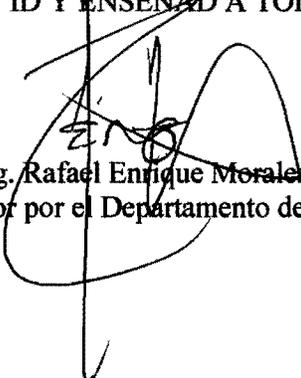
Estimado Ing. Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SALÓN DE USOS MÚLTIPLES PARA EL INSTITUTO NACIONAL DE EDUCACIÓN BÁSICA (INEB) ZONA 2 Y DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA ALDEA LOS POTRERILLOS, DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Mynor Misael Tax Yal, quien contó con la asesoría de la Inga. Christa Classon de Pinto.

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. Rafael Enrique Morales Ochoa
Revisor por el Departamento de Hidráulica



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/bbdeb.

Más de 130 Años de Trabajo Académico y Mejora Continua





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
www.ingenieria-usac.edu.gt



Guatemala,
19 de julio 2010

Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SALÓN DE USOS MÚLTIPLES PARA EL INSTITUTO NACIONAL DE EDUCACIÓN BÁSICA (INEB) ZONA 2 Y DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA ALDEA LOS POTRERILLOS, DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Mynor Misael Tax Yal, quien contó con la asesoría de la Inga. Christa Classon de Pinto.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

~~Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera~~
Jefe del Departamento de Estructuras

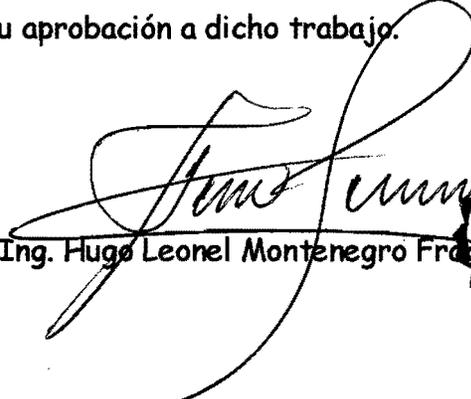


FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

/bbdeb.



El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen de la Asesora Inga. Christa Classon de Pinto y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Mynor Misael Tax Yal, titulado DISEÑO DEL SALÓN DE USOS MÚLTIPLES PARA EL INSTITUTO NACIONAL DE EDUCACIÓN BÁSICA (INEB) ZONA 2 Y DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA ALDEA LOS POTRERILLOS, DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco 

Guatemala, agosto de 2010

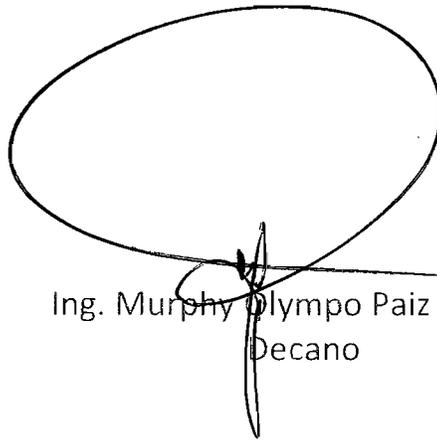
/bbdeb.



DTG. 287.2010

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DEL SALÓN DE USOS MÚLTIPLES PARA EL INSTITUTO NACIONAL DE EDUCACIÓN BÁSICA (INEB) ZONA 2 Y DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA ALDEA LOS POTRERILLOS, DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO,** presentado por el estudiante universitario **Mynor Misael Tax Yal,** autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
Decano



Guatemala, 4 de octubre de 2010

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

- DIOS** Por guiar cada uno de mis pasos durante todo el transcurso de mi vida y darme la sabiduría para poder culminar satisfactoriamente mi carrera.
- MIS PADRES** Ovidio Tax Xia y Santos Rosalba Yal Matzul, por ser siempre una luminaria en mi vida y al sacrificio realizado para alcanzar este triunfo.
- MI HERMANO** Selvin Eduardo Tax Yal, por ser un ejemplo a seguir y ser una de las personas más importantes de mi vida.
- MIS TÍOS** En especial a Augusto (desaparecido), quien ha sido mi primera motivación a seguir adelante y lograr mi triunfo.
- MIS ABUELITOS** Por sus sabios consejos, apoyo incondicional y cariño cuando más lo necesité.
- MIS COMPAÑEROS** Por el apoyo brindado en todo momento de estudio en la Facultad.
- MI FAMILIA Y AMIGOS EN GENERAL.**

AGRADECIMIENTOS A:

**LA UNIVERSIDAD DE SAN
CARLOS DE GUATEMALA**

Especialmente a la Facultad de Ingeniería, por mi formación y el orgullo de ser sancarlista.

MIS PADRES

Por su amor y sacrificios para brindarme siempre lo mejor. Que este logro sea una recompensa a todos sus esfuerzos.

MI HERMANO

Por su cariño, apoyo y todos los momentos que hemos compartido.

MIS TÍOS

Por el afecto, interés y atenciones que siempre han manifestado hacia mi persona.

ING. MARIO R. CORZO

Por el entusiasmo que siempre me han contagiado, su colaboración y ayuda para alcanzar mi meta.

**INGA. CHRISTA CLASSON
DE PINTO**

Por su amistad y la asesoría brindada para la realización del presente trabajo.

MIS AMIGOS

Guillermo Agueda, Martho Luna, David Pérez, Carlos del Cid, Allan Rodney, Josué Ariel, José Guay, Manuel Tzicap, Gustavo Campos, por compartir conmigo buenos y malos momentos en el transcurso de mi carrera.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XIII
RESUMEN	XIX
OBJETIVOS	XXI
INTRODUCCIÓN	XXIII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1 Monografía del municipio de Zaragoza, Chimaltenango	1
1.1.1 Generalidades	1
1.1.1.1 Reseña histórica	1
1.1.1.2 Ubicación y localización	2
1.1.1.3 Límites y colindancias	3
1.1.1.4 Extensión	3
1.1.1.5 Clima	3
1.1.1.6 Población e idioma	4
1.1.1.7 Vías de acceso	5
1.1.1.8 Actividades productivas	5
1.1.1.9 Investigación diagnóstica sobre necesidades de Servicio básico de infraestructura del lugar	6
1.2 Principales necesidades del municipio	6
1.2.1 Descripción de las necesidades	6
1.2.2 Priorización de las necesidades	6
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	7
2.1 Diseño del salón de usos múltiples para el Instituto Nacional de Educación Básica (INEB) zona 2	7

2.1.1	Descripción del proyecto	7
2.1.2	Estudio de suelos	7
2.1.2.1	Valor soporte de suelo	7
2.1.3	Diseño arquitectónico	10
2.1.3.1	Distribución de espacios	10
2.1.3.2	Alturas	11
2.1.3.3	Tipo de estructura	12
2.1.4	Análisis y diseño estructural	12
2.1.4.1	Selección del sistema estructural a utilizar	12
2.1.4.2	Cargas	12
2.1.4.2.1	Carga viva	12
2.1.4.2.2	Carga muerta	12
2.1.4.2.3	Carga de sismo	13
2.1.4.2.4	Carga de viento	13
2.1.4.3	Análisis y diseño de estructura de techo	13
2.1.4.3.1	Costanera	14
2.1.4.3.1.1	Flexión	16
2.1.4.3.1.2	Corte	17
2.1.4.3.1.3	Deflexión	18
2.1.4.3.2	Tendal	20
2.1.4.3.2.1	Diagrama de corte y momento	23
2.1.4.3.2.2	Momento de inercia	24
2.1.4.3.2.3	Módulo de sección	25
2.1.4.3.2.4	Momento resistente	25
2.1.4.4	Diseño de estructuras en mampostería	26
2.1.4.4.1	Método tensiones de trabajo	26
2.1.4.4.1.1	Introducción	26
2.1.4.4.1.2	Suposición básica	26
2.1.4.4.1.3	Diseño por flexión	27

2.1.4.4.1.4	Diseño universal por flexión elástica	28
2.1.4.4.1.5	Ecuaciones y cálculos	29
2.1.4.4.1.6	Refuerzos vertical y horizontal	33
2.1.4.4.1.6.1	Columnas	33
2.1.4.4.1.6.2	Muros	35
2.1.4.4.1.6.3	Junta de contracción	37
2.1.4.4.1.7	Diseño de cimientos	39
2.1.4.4.1.7.1	Cimiento corrido	39
2.1.4.4.1.7.2	Zapatatas	40
2.1.4.4.1.7.2.1	Corte	42
2.1.4.4.1.7.2.2	Punzonamiento	43
2.1.4.4.1.7.2.3	Flexión	44
2.1.5	Evaluación de impacto ambiental	46
2.1.6	Presupuesto	47
2.1.7	Cronograma de ejecución	48
2.1.8	Planos	48
2.2	Diseño del drenaje sanitario para aldea Los Potrerillos, Zaragoza	49
2.2.1	Estudio de la población a servir	49
2.2.2	Levantamiento topográfico	49
2.2.2.1	Planimetría	49
2.2.2.2	Altimetría	49
2.2.3	Trazo de red	50
2.2.3.1	Período de diseño	50
2.2.3.2	Población de diseño	50
2.2.3.2.1	Método de cálculo de población futura	50

2.2.3.3	Dotación	51
2.2.3.4	Factor de retorno	51
2.2.3.5	Caudal de diseño	52
2.2.3.5.1	Caudal sanitario	52
2.2.3.5.1.1	Caudal domiciliar	52
2.2.3.5.1.2	Caudal de infiltración	53
2.2.3.5.1.3	Caudal de conexiones ilícitas	53
2.2.3.5.2	Factor de caudal medio	54
2.2.3.6	Propuesta de tratamiento	55
2.2.3.6.1	Diseño de fosa séptica	56
2.2.3.6.2	Dimensionamiento de los pozos de absorción	58
2.2.4	Normas de diseño	60
2.2.4.1	Diámetros mínimos	60
2.2.4.2	Pendientes, velocidades mínimas y máximas	61
2.2.4.3	Cotas invert	63
2.2.4.4	Profundidad de instalación de tuberías	64
2.2.4.5	Ancho de zanjas	65
2.2.4.6	Pozos de visita	66
2.2.4.7	Ejemplo de cálculo de drenaje sanitario	66
2.2.4.8	Evaluación de impacto ambiental	70
2.2.4.9	Evaluación socio-económico	72
2.2.4.9.1	Valor presente neto	73
2.2.4.9.2	Tasa interna de retorno	74
2.2.5	Presupuesto	75
2.2.6	Cronograma de ejecución	77
2.2.7	Planos	77

CONCLUSIONES	79
RECOMENDACIONES	81
BIBLIOGRAFÍA	83
APÉNDICE 1	85
Memoria de cálculos	87
APÉNDICE 2	95
Planos constructivos del salón de usos múltiples	97
Planos constructivos del drenaje sanitario	103
ANEXOS	111

LISTA DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Municipalidad de Zaragoza	2
2.	Área tributaria de costanera	15
3.	Modelo matemático de costanera	15
4.	Reacciones en los apoyos	17
5.	Deflexión de costanera	19
6.	Área tributaria en tendales	20
7.	Esquema de cargas actuantes en los nudos	22
8.	Diagrama de cuerpo libre	22
9.	Diagrama de corte	23
10.	Diagrama de momento flexionante del tendel	23
11.	Sección de tendal	24
12.	Dimensiones de zapata	40
13.	Dimensiones para chequeo por corte simple en zapata	42
14.	Dimensiones de zapata para chequeo punzonante	43
15.	Dimensiones para diseño de zapata por flexión	44
16.	Distribución de esfuerzos en zapatas	45
17.	Esquema de cotas invert	64

TABLAS

I.	Altura de edificación	11
II.	Cargas muertas para cubierta de lámina	14
III.	Propiedades de costaneras	17
IV.	Cálculo de momento de inercia del tendal	25
V.	Coeficiente de desplazamiento máximo de deriva	38
VI.	Coeficiente de filtración de terrenos para pozos	59
VII.	Profundidades mínimas de tuberías de PVC	65
VIII.	Ancho de zanjas	65

LISTA DE SÍMBOLOS

A	Área de sección
Ag	Área gruesa o área total de la sección
As	Área de acero
As mín	Área de acero mínimo
As máx	Área de acero máximo
b	Base del mamposte
B	Base de la zapata
c	Distancia del centro hacia la fibra extrema
C	Coefficiente de cohesión del suelo
CIE	Cota invert de entrada
CIS	Cota invert de salida
CT	Cota de terreno
d	Distancia de la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción
D	Desplante del cimiento
DH	Distancia horizontal
DP	Diámetro de pozo
Dp	Deflexión permisible
Dy	Deflexión real
Em	Módulo de elasticidad del mamposte
Es	Elasticidad del acero
f'm	Resistencia del mamposte
f'c	Resistencia específica a compresión del concreto
fs	Esfuerzo del acero
fy	Límite de fluencia del acero
F	Esfuerzo permisible del acero
Fb	Esfuerzo compresivo por flexión

FCU	Factor de carga última
Fs	Esfuerzo permisible de tensión
Fseg	Factor de seguridad
Fp	Carga lateral en el muro
H	Altura de pozo
I	Inercia de la sección
k1	Coeficiente de absorción del suelo
L	Longitud
m	Metro
m ²	Metro cuadrado
m ³	Metro cúbico
M	Momento
n	Relación modular
N	Número de personas servidas
Nc	Factor de capacidad de carga debido a la cohesión
N _γ	Factor de capacidad de carga debido al peso del suelo
Nq	Factor de capacidad de carga debido a la sobrecarga
P	Carga actuante
Pf	Población futura
Pn	Carga nominal resistente
Pu	Carga última resistente
Psi	Libras por pulgada cuadrada
Po	Población inicial
PVC	Cloruro de polivinilo
q _s	Capacidad soporte de suelo
Qs	Caudal sanitario
Qd	Caudal domiciliar
Qinf	Caudal de infiltración
Qci	Caudal de conexiones ilícitas

r	Tasa de crecimiento
S	Módulo de sección
T	Esfuerzo cortante
V	Corte máximo actuante
V _n	Capacidad cortante nominal
V _u	Capacidad cortante última
V _{s.c.c.}	Capacidad soporte de cimiento corrido
W	Carga uniformemente distribuida
W _c	Peso específico del concreto
W _p	Peso del muro
W _γ	Peso específico del suelo
∅	Ángulo de fricción interna
γ	Peso específico del suelo

GLOSARIO

Adherencia	Resistencia tangencial que se produce en la superficie de contacto de dos cuerpos cuando se intenta que uno de ellos se deslice sobre otro.
ACI	Instituto Americano del Concreto (American Institute of the Concrete).
Aguas negras	Es el agua suministrada a una población, la cual después de haber sido utilizada para diversos usos, ha quedado impurificada y es desechada.
Altimetría	Parte de la topografía que se encarga de medir las alturas.
Bacteria	Microorganismos unicelulares que presentan un tamaño de algunos micrómetros, carentes de clorofila, que desempeñan una serie de procesos de tratamiento como oxidación biológica, digestión, etc.
Candela	Receptáculo donde se reciben las aguas negras provenientes del interior de una vivienda y que conduce al sistema de drenaje.
Caudal	Volumen de agua que fluye por unidad de tiempo.

Colector	Conjunto de tuberías, canales, pozos de visita y obras accesorias que sirven para el desalojo de las aguas negras o aguas pluviales.
Conexión domiciliar	Tubería que conduce las aguas negras desde la candela hasta el colector principal.
Concreto	Mezcla de cemento Portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua con o sin aditivos.
Costanera	Cada una de las vigas menores, que cargan sobre la viga principal que forman la cubierta o techo de un edificio.
Cota Invert	Cota o altura de la parte inferior del tubo ya instalado.
Dotación	Cantidad de agua asignada en un día a cada usuario de un sistema de agua potable.
Esfuerzo	Es la fuerza aplicada por unidad de área, que soporta el material.
Estribo	Refuerzo empleado para resistir esfuerzos cortantes y de torsión en una estructura.
Factor de caudal medio	Relación entre la suma de los caudales y los habitantes a servir.

Factor de Harmond	Factor de seguridad para las horas pico, está en relación con la población.
Factor de retorno	Es el porcentaje de agua potable que después de utilizada va al sistema de drenaje.
Factor de rugosidad	Factor que expresa que tan lisa es la superficie a tratar.
Flexión	Acción y efecto de doblar un cuerpo o algún miembro.
Inercia	Propiedad de los cuerpos de no modificar su estado de reposo o movimiento si no es por la acción de una fuerza.
Límite elástico	El mayor esfuerzo que un material es capaz de desarrollar, sin que ocurra la deformación permanente al retirar el esfuerzo.
Mampostería	Obra de albañilería formada por unidades, bloques de concreto o arcilla unidas con mortero. La mampostería reforzada se da, cuando se le agrega acero de refuerzo.
Módulo de sección	Es la propiedad geométrica que establece las dimensiones de la viga.

Momento resistente	Es el resultado de multiplicar la fuerza de tensión o la de compresión, por el brazo del par interno.
Momento último	Es el momento resistente afectado por un factor de magnificación con el objetivo de asegurar que los elementos estructurales son diseñados para soportar las fuerzas actuantes.
Período de diseño	Período de tiempo que transcurre desde la iniciación del servicio del sistema, hasta que por falta de capacidad o desuso, sobrepasan las condiciones establecidas en el proyecto.
Peso específico	Se define como el peso por unidad de volumen.
Planimetría	Parte de la topografía que trata de la medida de superficies horizontales del terreno.
Pozo de visita	Estructura subterránea que sirve para cambiar de dirección, pendiente, diámetro, unión de tubería y para iniciar un tramo de drenaje.
Proliferar	Aumentar una cosa de manera rápida en cantidad o en número.
Punzonamiento	Efecto producido por una fuerza que insiste sobre una superficie pequeña, obligando a ésta a penetrar en el interior del elemento o pieza a que pertenece.

Red de alcantarillado	Red de tuberías, canales, pozos de visita y obras accesorios que sirven para desalojar aguas negras.
Sedimentación	Proceso en el cual el material sólido, transportado por una corriente de agua, se deposita en el fondo del río, embalse, canal o dispositivo construido especialmente para tal fin, debido a la gravedad.
Tendal	Viga principal formada por una sección de dos costaneras, donde descansa el techo.
Tirante	Altura de las aguas residuales o pluviales dentro de una alcantarilla.
Velocidad de arrastre	Velocidad mínima en la que los sólidos no se sedimentan en la alcantarilla.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación contiene los aspectos más importantes considerados en el desarrollo de dos proyectos de infraestructura durante el Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.) realizado en la municipalidad de Zaragoza. Dichos proyectos son: diseño del salón de usos múltiples para el Instituto Nacional de Educación Básica (INEB) zona 2 y diseño del alcantarillado sanitario, para aldea Los Potrerillos.

Primeramente, se presenta una monografía del municipio de Zaragoza, destacando los aspectos más relevantes del municipio: reseña histórica, su ubicación, su geografía, las vías de acceso, las características socioeconómicas, etc.

Para el proyecto del salón de usos múltiples, se realizó una investigación diagnóstica para ver las necesidades que tiene el instituto para realizar todas sus actividades escolares, para cubrir las necesidades del mismo, se opta por realizar la edificación con los siguientes ambientes; un espacio de estar, escenario, tienda bar, taquilla y una bodega, contará con una entrada principal y una salida de emergencia, el techo será de estructura metálica cubierta con lámina calibre 26, los muros serán de mampostería y tendrá un área de construcción de 450 metros cuadrados.

Por otro lado, se encuentra la aldea Los Potrerillos, se tiene un inconveniente que no posee drenaje sanitario, se sabe que el mismo es un servicio básico, por lo que se realizará 2,765.85 m. de drenaje, utilizando un período de diseño de 30 años, para beneficio de 574 habitantes; se utilizará un factor de retorno del 80% y el proyecto consta de dos ramales, cada uno con su respectiva fosa y pozo de absorción para evitar contaminar el medio ambiente.

OBJETIVOS

GENERAL

Diseñar el salón de usos múltiples para el Instituto Nacional de Educación Básica (INEB) zona 2, casco urbano y el sistema de drenaje sanitario para la aldea Los Potrerillos, dichos proyectos se encuentran ubicados en el municipio de Zaragoza.

ESPECÍFICOS

1. Recabar información sobre las necesidades que posee el instituto y tratar de implementar una solución a la problemática existente.
2. Mejorar las instalaciones del instituto para atender de una mejor manera a los estudiantes y contar con una edificación la suficientemente provechosa para las diferentes actividades escolares y sociales.
3. Evitar posponer actividades en el instituto o utilizar sitios inadecuados para la realización de sus actividades, debido a los traslapes de utilización del salón municipal.
4. Diseñar el salón de usos múltiples que cumpla con las especificaciones técnicas, elaborando planos, presupuesto completo y cronograma de ejecución.

5. Mejorar las condiciones de vida de la aldea los potreros, mediante la implementación de un sistema de drenaje sanitario, el cual es un servicio básico.
6. Realizar los cálculos sanitarios necesarios para el diseño de un sistema de drenaje sanitario eficiente, que cumpla con las necesidades de los habitantes de la aldea Los Potreros.
7. Desarrollar la planificación del proyecto de drenaje sanitario para la aldea, elaborando los planos, especificaciones técnicas, el presupuesto y el cronograma de ejecución.
8. Elaborar un análisis de impacto ambiental inicial, para determinar cómo afectará la ejecución y operación de ambos proyectos.

INTRODUCCIÓN

El Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.) brinda la oportunidad de contribuir con el desarrollo de Guatemala, implementando obras de infraestructura que ayuden a mejorar las condiciones de vida de las comunidades en el interior del país. En este caso particular, el E.P.S. se realizó en la municipalidad de Zaragoza y el presente informe es un resumen del desarrollo de dos proyectos, aplicando conocimientos adquiridos en el transcurso de la carrera para la solución de problemas reales.

En el presente trabajo se tratará de los proyectos: diseño del salón de usos múltiples para el Instituto Nacional de Educación Básica (INEB) zona 2, en el casco urbano y diseño del sistema de drenaje sanitario para aldea los Potrerillos, dichos proyectos están ubicados en el municipio de Zaragoza, Chimaltenango, también cuenta con una descripción breve de la monografía del municipio.

Es importante mencionar que para la realización de los cálculos, se aplicaron criterios basados en el ACI-318-2005, UBC, IBC, SEAOC, normas del Instituto de Fomento Municipal (INFOM).

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1 Monografía del municipio de Zaragoza, Chimaltenango

1.1.1 Generalidades

1.1.1.1 *Reseña histórica*

Zaragoza, según la historia, era un valle llamado Chicaj, luego fue conocido con el nombre de Chicoj o Chixoc, que en lengua Cakchiquel quiere decir: Francisco Oj, quien era un cacique Cakchiquel de reconocido mando, persona que era el dueño de estas tierras en la época pre-colonial en el año de 1711 y se le conoció también como el Valle de los Duraznos.

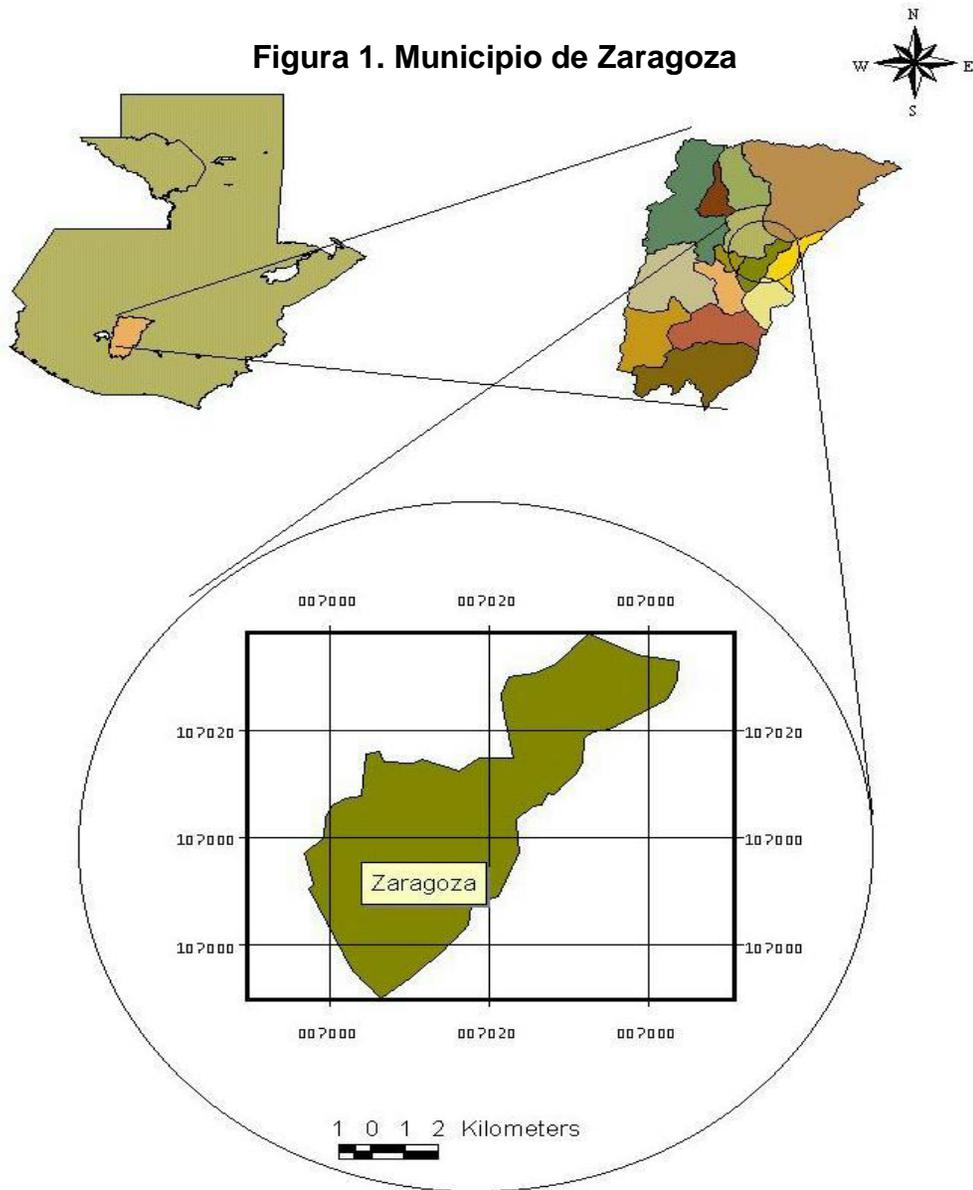
En el año de 1761 vinieron a radicarse varias familias españolas al lugar, quienes designaron una comisión para gestionar al gobierno precedido por don Alfonso de Heredia, la creación oficial del pueblo, a lo cual accedió, nombrándole Valle de Nuestra Señora del Pilar de Heredia, sin embargo muchos años después, por el Acuerdo Gubernativo del 27 de enero de 1892, queda establecido el municipio de Zaragoza, cuyo nombre se debe a que la mayoría de los españoles radicados eran oriundos de la Villa de Zaragoza, España; entre los que se encontraba la princesa Zara, bella dama, distinguida e influyente, quien se empeñó en lograr que el municipio se llamara así.

Cabe mencionar que al promulgarse la Constitución Política del Estado de Guatemala a 11 de octubre de 1825, se declaran los pueblos que integran el territorio, apareciendo entonces este municipio en el distrito No. 8 (Sacatepéquez), dentro del circuito denominado Chimaltenango.

Por decreto de la asamblea constituyente del 12 de septiembre de 1839, este municipio queda dentro de la jurisdicción departamental de Chimaltenango, hasta la fecha. Zaragoza es una comunidad predominantemente ladina.

1.1.1.2 Ubicación y localización

El municipio de Zaragoza se ubica en el centro del departamento de Chimaltenango. Se localiza en una latitud Norte $17^{\circ} 39' 00''$ y una longitud Oeste de $90^{\circ} 53' 26''$, a una altura de 1,849 metros sobre el nivel del mar.



Fuente: Oficina de Planificación Municipal de Zaragoza (OMP).

1.1.1.3 Límites y colindancias

El municipio de Zaragoza, Chimaltenango, está colindado de la siguiente forma:

NORTE: colinda con Santa Cruz Balanyá y Comalapa.

SUR: colinda con San Andrés Itzapa.

ESTE: colinda con Chimaltenango.

OESTE: colinda con Santa Cruz Balanyá y Patzicía.

1.1.1.4 Extensión

El municipio de Zaragoza cuenta con una extensión territorial de 56 kilómetros cuadrados, dista de la cabecera departamental 13 kilómetros y de la ciudad capital 64 kilómetros, el casco urbano cuenta con una extensión aproximada de 1.5 kilómetros cuadrados.

1.1.1.5 Clima

Según el Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH) de nuestro país, cuenta con la estación meteorológica más cercana al municipio de Zaragoza, siendo ésta la estación Balanyá, ubicada en municipio de Balanyá, del departamento de Chimaltenango, indica que no se registran lluvias tan intensas en la región, los registros más altos se obtienen de mayo a octubre, en los meses restantes puede ser deficitarias, en cuanto a la temperatura, se registra anualmente una temperatura mínima entre , 5°C a 11°C, una media entre 14°C a 19°C y la máxima entre 21°C a 23.2°C respectivamente, la humedad relativa media anual en porcentaje se encuentra dentro de 69 a 82, la lluvia en milímetros anual se encuentra dentro de 405 a 1581, los días de lluvia anualmente se tiene un promedio de 116, la nubosidad

anual en octas se encuentra entre 4 a 6, la dirección del viento anual en grados en promedio se tiene Noreste y la velocidad del viento anual se registra un promedio de 11.29 kms/hora.

En esta región existen climas que varían de templados y semifríos con invierno benigno a semicálidos con invierno benigno, de carácter húmedos y semisecos con invierno seco.

1.1.1.6 Población e idioma

La población del municipio de Zaragoza se distribuye de la siguiente manera:

Área urbana	9,176 habitantes
Área rural	13,574 habitantes
Total	22,750 habitantes

Con los rangos de edades:

0 a 9 años.....	9,754
10 a 19 años.....	2,877
20 a 24 años.....	2,588
25 a 29 años.....	1,106
30 a 34 años.....	1,991
35 a 39 años.....	1,134
40 a 49 años.....	1,864
50 a más.....	1,436
Total de habitantes.....	22,750

Fuente: Oficina de Planificación Municipal de Zaragoza (OMP).

La mayoría de la población habla el Idioma español, pero en la población indígena que es un pequeño grupo se habla Idioma Cakchiquel.

1.1.1.7 Vías de acceso

El acceso a la cabecera municipal de Zaragoza está constituido por dos entradas al mismo, la primera entrada llamada la principal se ubica en el kilómetro 63.5 de la carretera Interamericana, ésta entrada consta de un recorrido de 1.5 kilómetros, asfaltada, de doble vía, alumbrado público, llegando al parque central.

La segunda entrada se ubica en el kilómetro 65 de la carretera Interamericana, ésta entrada consta de un recorrido de un kilómetro, adoquinada y de doble vía, llegando al parque central. En la segunda entrada hay una parada de buses extra-urbanos y una pasarela construida, que es utilizada por personas que viajan a diferentes departamentos tales como: Sololá, Quetzaltenango, San Marcos, Quiché, la Capital y otros municipios del departamento de Chimaltenango.

1.1.1.8 Actividades productivas

Una parte de sus habitantes se dedican esencialmente a la agricultura, el eje principal de la economía es la siembra de hortalizas, fresa, mora, claveles y rosas para la exportación. Los productos de mayor cultivo en Zaragoza, en su orden son: maíz, frijol y haba, también puede mencionarse el cultivo de hortalizas tales como: brócoli, repollo, coliflor, cebollín y papa.

Existen además artesanos que se dedican a la elaboración de sombreros de palma, vainas para machetes, cinchos, monturas y otros artículos de cuero.

1.1.1.9 Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicio básico de infraestructura del lugar

La investigación se llevó a cabo bajo observación y solicitudes de partes de los vecinos y alcaldes COCODES, siendo ésta, una demanda en gran cantidad en la villa de Zaragoza y en varias aldeas de la misma.

1.2 Principales necesidades del municipio

1.2.1 Descripción de las necesidades

Las necesidades son varias, entre las cuales puedo mencionar dentro del casco urbano, la realización de un nuevo rastro municipal, realizar una bodega municipal, un sistema de drenaje pluvia, un salón de usos múltiples para el Instituto de Educación Básica (INEB) zona 2, cambio de pavimento en algunos sectores, seguimiento a la construcción del mercado municipal entre otros, debido a la demanda de infraestructura que se tiene en el lugar es de suma importancia la creación de alguno de los antes mencionados.

Por parte de la infraestructura necesaria para la aldea Los Potrerillos, se necesita la construcción de un sistema de drenaje sanitario, pavimentación de sus calles, un centro de salud, éstos los podemos catalogar como los más primordiales.

1.2.2 Priorización de las necesidades

Según las necesidades antes mencionadas, se toma la decisión de realizar el proyecto de construcción del salón de usos múltiples para el Instituto de Educación Básica (INEB) ubicado en la zona 2 del casco urbano y la construcción del sistema de drenaje sanitario para la aldea Los Potrerillos.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1 Diseño del salón de usos múltiples para el Instituto Nacional de Educación Básica (INEB) zona 2

2.1.1 Descripción del proyecto

El proyecto consiste en fortalecer la infraestructura de las instalaciones del Instituto Nacional de Educación básica (INEB), ya que con el crecimiento de la población estudiantil se han generado muchas actividades que necesitan la utilización de un salón, pero debido a la demanda ya no es imposible cubrir la necesidad con el salón municipal, por tal motivo se realizará una edificación de un nivel con las características constructivas de mampostería cubierta con un techo de estructura metálica, las dimensiones del mismo serán de quince metros de ancho por treinta metros de largo con taquilla, bodega y tienda; contará con un escenario, una entrada principal y una salida de emergencia.

2.1.2 Estudio de suelos

Para comprender mejor las características del suelo a tratar, es necesario la realización de un ensayo, en nuestro caso se realizó el ensayo de compresión triaxial, el cual proporciona el ángulo de fricción interna, la cohesión y otros datos pertenecientes a nuestro suelo, éstos a su vez servirán para encontrar el valor soporte de suelo, dicho dato ayudará a realizar el diseño de los cimientos de nuestra edificación.

2.1.2.1 Valor soporte de suelo

El valor soporte de suelo es el dato que utilizamos para diseñar el cimiento de la construcción, es muy importante que el valor sea calculado con

mucha precaución y certeza, para el cálculo del mismo se utilizará la ecuación del Dr. Terzaghi. La teoría de Terzaghi es uno de los primeros esfuerzos por adoptar a la Mecánica de Suelos, Terzaghi propuso el mecanismo de falla para un cimiento poco profundo de longitud infinita normal al plano del papel, después de todo el análisis, el Dr. llegó a la siguiente ecuación:

$$q_o = 0.4 * \gamma_{\text{suelo}} * B * N\gamma + 1.3 * C * Nc + \gamma_{\text{suelo}} * D * Nq$$

C = Coeficiente de cohesión del suelo.

ϕ = Ángulo de fricción interna.

q_o = Capacidad soporte de suelo.

γ = Peso específico del suelo.

B = Base de la zapata.

Nc = Factor de capacidad de carga debido a la cohesión.

$N\gamma$ = Factor de capacidad de carga debido al peso del suelo.

Nq = Factor de capacidad de carga debido a la sobrecarga.

D = Desplante del cimiento.

$Fseg$ = Factor de seguridad.

Los datos obtenidos en el ensayo de compresión triaxial realizado son:

$$C = 1.64 \text{ ton/m}^2$$

$$\phi = 19.39^\circ \text{ (0.338419 radianes)}$$

$$B = 1 \text{ m.}$$

$$\gamma_s = 0.69 \text{ ton/m}^3$$

$$D = 1.50 \text{ m.}$$

$$Fseg = 3$$

Se tiene que:

$$Nq = \frac{e^{\left(\frac{3}{2} - \phi_{rad}\right) \tan \phi}}{2 \cos^2\left(45 + \frac{\phi}{2}\right)} \quad Nc = \cot \phi (Nq - 1) \quad N\gamma = 2(Nq + 1) \tan \phi$$

Introduciendo datos:

$$Nq = \frac{e^{\left(\frac{3}{2} - 0.338419\right) \tan 0.338419}}{2 \cos^2\left(45 + \frac{0.338419}{2}\right)} = 8.3092$$

$$Nc = \cot 0.338419 (8.3092 - 1) = 20.7671$$

$$N\gamma = 2(8.3092 + 1) \tan 0.338419 = 6.5529$$

Ahora se procede a calcular el cortante último del suelo:

$$q_o = 0.4 * 0.69 \text{ ton/m}^3 * 1 \text{ m} * 6.5529 + 1.3 * 1.64 \text{ ton/m}^2 * 20.7671 + 0.69 \text{ ton/m}^3 * 1.5 * 8.3092$$

$$q_o = 54.6841 \text{ ton/m}^2$$

Capacidad portante neta última:

$$q_1 = q_o - \gamma_{\text{suelo}} * D$$

$$q_1 = 54.684 \text{ ton/m}^2 - 0.69 \text{ ton/m}^3 * 1.5 \text{ m}$$

$$q_1 = 53.65 \text{ ton/m}^2$$

Capacidad soporte del suelo:

$$V_s = \frac{q_1}{F_{seg}}$$

$$V_s = \frac{53.65 \text{ ton/m}^2}{3}$$

$$V_s = 17.88 \text{ ton/m}^2$$

2.1.3 Diseño arquitectónico

En el diseño arquitectónico se busca darle forma adecuada y distribuir cada uno de los diferentes ambientes que componen la edificación. Esto se hace para tener un lugar cómodo y funcional para su uso. Para lograrlo, se deben tomar en cuenta los diferentes criterios arquitectónicos, en este caso el libro arquitectónico de Neufert, las normas de planificación para viviendas del FHA, UBC, ACI-318- 2005.

Los edificios se deben diseñar de acuerdo a las necesidades que se tengan; además, estarán limitados por el espacio disponible, los recursos materiales y las normas de diseño que existan. La tipología arquitectónica se elegirá basándose en el criterio del diseñador y/o propietario. Para este caso se necesita un espacio donde realizar eventos estudiantiles y actividades cívicas, por lo que tendrá un ambiente para realizar estas actividades, un escenario lo suficientemente grande para realizar actos, taquilla, bodega y tienda. Del mismo modo que se necesita la comodidad para realizar cada una de las actividades es necesario la evacuación de una forma fácil y confiable, por tal razón se dejará una entrada principal grande y una salida de emergencia colocada en su lugar necesario.

2.1.3.1 Distribución de espacios

La distribución de espacios se realiza con el objetivo de tener un lugar cómodo y funcional, siempre y cuando cumpliendo con los espacios mínimos de los ambientes que constituirán nuestra edificación, del mismo modo acoplándonos al terreno existente. Realizando el estudio se propone los siguientes ambientes:

- Escenario
- Área para público
- Bodega
- Taquilla
- Tienda
- Acceso principal
- Salida de emergencia

2.1.3.2 Alturas

La altura del salón será de cuatro metros en la parte lateral y de 5.5 en la parte central, datos que se obtuvo de la tabla siguiente:

Tabla I. Altura de edificación

Tipo de proyecto	Clima templado o frío	Clima cálido
Edificio municipal	2.65	3.00
Mercado		
Locales fijos	2.65	3.00
Piso de plaza cubierto	3.50	3.50 a 5.00
Centro de uso comunitario		
Salón social	4.00	5.00 a 5.75
Salón social + deportivo	6.00 libres en cancha	Igual criterio
Otros ambientes	2.75	3.20
Rastro		
Área de faenado aéreo	4.50	4.50
Otros ambientes	2.85	3.00

Fuente: Jordán Zabaleta, Mario René. Propuesta de normas de diseño para edificios de uso público en los municipios de la República de Guatemala. Tesis de graduación 1991. Pág. 49

2.1.3.3 Tipo de estructura

En la selección del tipo de estructura influyen los factores de desempeño, economía, estética, materiales disponibles en el lugar y técnica para realizar la obra.

2.1.4 Análisis y diseño Estructural

2.1.4.1 Selección del sistema estructural a utilizar

La selección está basada en los aspectos mencionados en el tipo de estructura, y éste será un cajón típico con una cubierta metálica a dos aguas, paredes de mampostería reforzada y en la cimentación tendremos zapatas y cimiento corrido.

2.1.4.2 Cargas

2.1.4.2.1 Carga viva

La carga viva es toda aquella cual sea movable, que tenga rotación o movimiento de un lugar a otro, lo que provoca que tenga un valor considerable en el diseño de cualquier edificación. En el caso de dicho estudio, se tendrá una carga viva de varios obreros en la realización del salón, puesto también se realizarán reparaciones con el tiempo en el techo, por lo que en el diseño del techo, se tendrá que contemplar la carga generada por los obreros.

2.1.4.2.2 Carga muerta

La carga muerta es el peso generado por la misma estructura, en ella se puede mencionar los tendales, costanera, lámina etc., éstos jugarán un papel

importante cuando calculemos nuestra estructura de techo y en ella mostraremos el valor encontrado de la misma.

2.1.4.2.3 Carga de sismo

La carga de sismo, como su nombre lo indica, es la carga generada por un sismo, a su vez el valor que se le asigna depende de la zona en la cual se construirá la edificación, se sabe de las placas tectónicas y cuanto más cerca esté la edificación a ésta, se tendrá alto grado de movimientos telúricos. Guatemala es un país altamente sísmico, por lo que este dato asignado será un dato muy importante.

2.1.4.2.4 Carga de viento

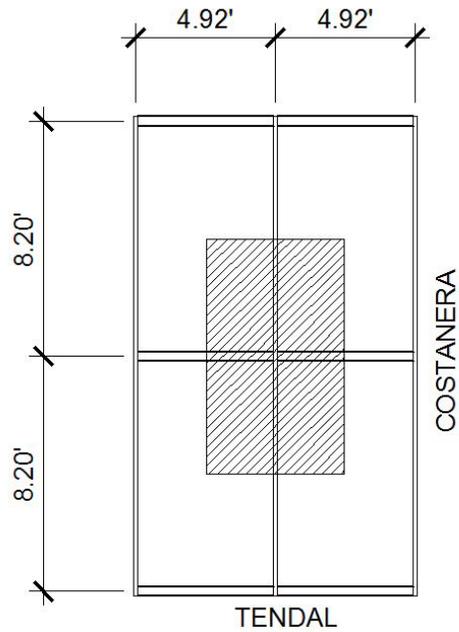
Las cargas de viento son las fuerzas máximas que puede aplicar el viento a una estructura en un intervalo de tiempo de recurrencia o un grupo de fuerzas que producirán esfuerzos equivalentes. Las fuerzas del viento se consideran, en general, como cargas móviles que pueden actuar en cualquier dirección. Éstas ejercen presión sobre las áreas expuestas de la estructura.

2.1.4.3 Análisis y diseño de estructura de techo

La cubierta o techo sirve de defensa contra las inclemencias del tiempo o cualquier otro agente exterior perturbador. En su construcción tiene que tomarse en cuenta las características que deben poseer, para hacerlas más idóneas al clima o medio ambiente imperante.

La cubierta será de lámina galvanizada corrugada calibre 26 que estará apoyada sobre una armadura formada por costanera y tendales.

Figura 2. Área tributaria de costanera



$$\text{Área} = 4.92' * 8.20' = 40.34 \text{ pie}^2$$

$$\text{Carga} = 8.82 \text{ lb/ pie}^2$$

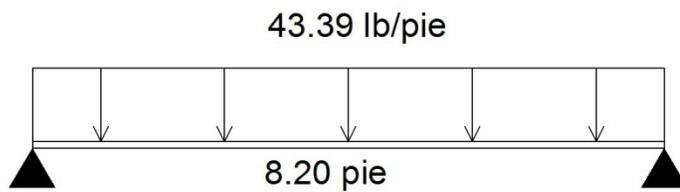
$$\text{Longitud de costanera} = 8.20 \text{ pies}$$

$$W = \frac{\text{carga total} * \text{área tributaria}}{\text{longitud de costanera}} = \frac{8.82 \frac{\text{lb}}{\text{pie}^2} * 40.34 \text{ pie}^2}{8.20 \text{ pie}} = 43.39 \text{ lb/ pie}$$

ó

$$3.62 \text{ lb/plg}$$

Figura 3. Modelo matemático de costanera



$$M = \frac{WL^2}{8}$$

Con $M = \text{Momento}$
 $W = \text{Carga uniformemente distribuida}$
 $L = \text{Longitud de costanera}$

$$M = \frac{43.39 \frac{lb}{pie} * (8.20 pie)^2}{8}$$

$$M = 364.69 lb - pie \text{ ó } 4,376.32 lb - plg.$$

2.1.4.3.1.1 Flexión

Para el diseño a flexión de las costaneras, se realizará los siguientes cálculos:

$$S = \frac{M}{F}$$

$S = \text{Módulo de la sección}$

$M = \text{Momento}$

$F = \text{Esfuerzo permisible del acero de costanera } 20,000 lb/plg^2 \text{ ó también}$

$f = 0.6fy \text{ según AISC, el acero de costanera } fy = 36,000 psi$

$$S = \frac{4,376.32 lb - plg^2}{20,000 lb/plg^2}$$

$$S = 0.2188 plg^3$$

Los datos de las costaneras comerciables son:

Tabla III. Propiedades de costaneras

Medidas de costanera	Espesor "t" (plg)	Área (plg ²)	Ix (pulg ⁴)	Iy (pulg ⁴)	Sx (plg ³)	Sy (pulg ³)
a = 4" b= 2" c= 1/2"	0.0625	0.44	1.79	0.0001	0.51	0
a = 5" b= 2" c= 1/2"	0.0625	0.5	2.67	0.0002	0.67	0.01
a = 6" b= 2" c= 1/2"	0.0625	0.56	3.8	0.0002	0.84	0.01
a = 7" b= 2" c= 1/2"	0.0625	0.63	5.21	0.0002	1.04	0.01
a = 8" b= 2" c= 1/2"	0.0625	0.69	6.93	0.0002	1.26	0.01
a = 9" b= 2" c= 1/2"	0.0625	0.75	9	0.0002	1.5	0.01
a = 10" b= 2" c= 1/2"	0.0625	0.81	11.44	0.0003	1.76	0.01

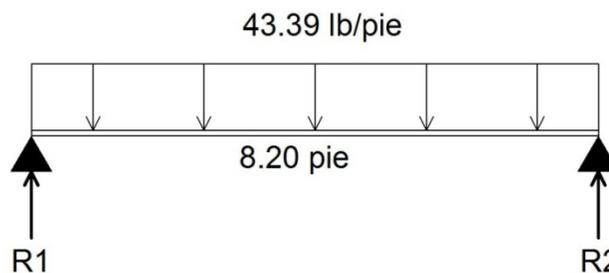
Fuente: Cotí Díaz, Iván Alejandro. Tesis Diseño de: salón de usos múltiples, área recreativa y deportes y pavimento del acceso principal, para la colonia el maestro, Quetzaltenango. Pág. 10

En este caso, se utilizará la costanera más pequeña o sea 4"X2"X1/2" con un módulo de sección de $S = 0.51 \text{ pulg}^3$. Entonces se tiene que la costanera es la adecuada ($0.2188 < 0.51$).

2.4.4.3.1.2 Corte

La fuerza cortante es perpendicular al eje longitudinal de la costanera. En una viga simplemente apoyada (figura 4), las reacciones en los apoyos de la viga se encuentra como se indica a continuación:

Figura 4. Reacciones en los apoyos



Haciendo sumatoria de fuerzas en el punto 1, se tiene:

$$\Sigma F_y = 0 \quad \hat{+}$$

$$\Sigma y_1 = R_1 + R_2 - 43.39 \frac{lb}{pie} * 8.20 \text{ pie} \quad EQN 1$$

$$R = R_1 + R_2 \quad EQN 2$$

Sustituyendo:

$$R = 355.80 \text{ lb} \quad \text{entonces} \quad R_1 \text{ y } R_2 = 177.90 \text{ lb.}$$

Se procede a encontrar el esfuerzo cortante:

$$T = \frac{V}{A}$$

Donde:

$T =$ Esfuerzo cortante

$V =$ Corte máximo actuante

$A =$ Área de sección

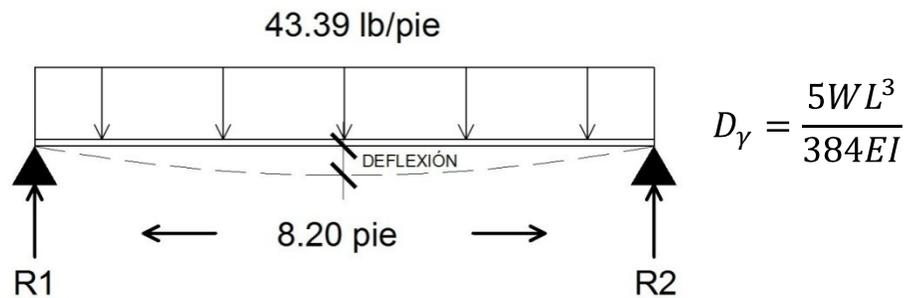
$$T = \frac{V}{A} = \frac{177.90 \text{ lb}}{0.44 \text{ plg}^2} = 404.32 \frac{\text{lb}}{\text{plg}^2} \leq 14,500 \frac{\text{lb}}{\text{plg}^2} \quad \text{esfuerzo del acero}$$

Se ve que el cortante en el elemento analizado es mucho menor que el esfuerzo permisible del acero para costanera.

2.4.4.3.1.3 Deflexión

La distancia perpendicular del eje neutro de la costanera hasta el punto más lejano de la curva elástica se conoce como deflexión (ver figura 5). La deflexión real debe ser menor que la deflexión permisible.

Figura 5. Deflexión de costanera



Donde: $D_\gamma = Deflexión\ real$
 $W = Carga\ uniformemente\ distribuida$
 $L = Longitud\ de\ costanera$
 $E = Elasticidad\ del\ acero\ (29,000\ ksi)$
 $I = Inercia\ de\ costanera$

Datos: $W = 3.62\ lb/plg.$
 $L = 98.4\ plg.$
 $E = 29,000 \times 10^3\ lb/plg^2$
 $I = 1.79\ plg^4\ (ver\ tabla\ III)$

$$D_\gamma = \frac{5 * 3.62\ lb/plg * (98.4\ plg)^3}{384 * 29,000 \times 10^3 \frac{lb}{plg^2} * 1.79\ plg^4} = 0.00087\ plg.$$

Deflexión permisible:

$$D_p = \frac{L}{360}$$

$$D_p = \frac{98.4\ plg}{360} = 0.273\ plg.$$

$$D_y < D_p$$

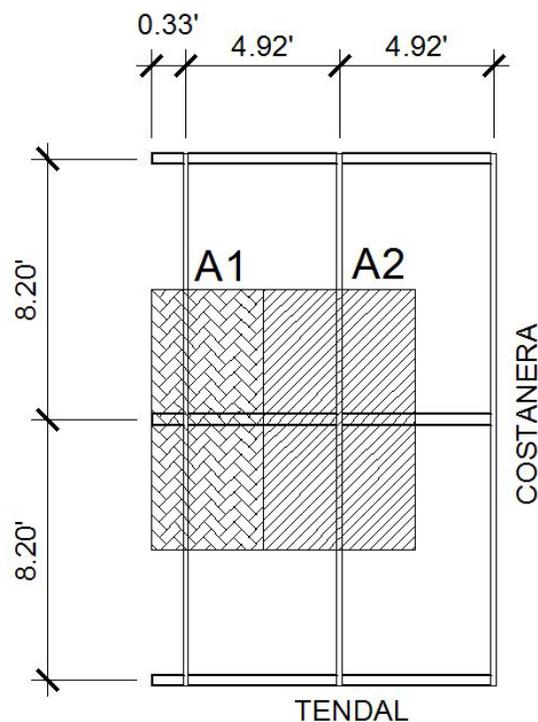
$$0.00087 \text{ plg.} < 0.273 \text{ plg.}$$

Como la deflexión real es menor que la deflexión permisible la costanera elegida es correcta.

2.1.4.3.2 Tendal

Los tendales también conocidos con el nombre de cuerdas superiores, son las estructuras que soportan todo el peso de la cubierta. En este caso, estarán formados por una sección cerrada de dos costaneras dobles tipo “c” como se verá más adelante.

Figura 6. Área tributaria en tendales



$$A_1 = \left(\frac{4.92'}{2} * 8.20' \right) + (0.33' * 8.20') = 22.88 \text{ pie}^2$$

$$A_2 = 4.92' * 8.20' = 40.34 \text{ pie}^2$$

Para realizar la estimación de carga, se tomarán en cuenta carga por peso de lámina galvanizada, carga por peso propio y carga de viento.

Carga muerta

Peso de lámina galvanizada calibre 26	0.82 lb/pie ²
Peso propio de la armadura	2.00 lb/pie ²

Carga viva

Carga vertical equivalente de viento	18.00 lb/pie ²
--------------------------------------	---------------------------

Carga total	<u>20.82 lb/pie²</u>
-------------	---------------------------------

Ahora se calculará la carga que llega a cada nudo y ésta es igual al área tributaria de la sección multiplicada por la carga total aplicada.

$$P1 = A1 * W$$

$$P1 = 22.88 \text{ pie}^2 * 20.82 \text{ lb/pie}^2$$

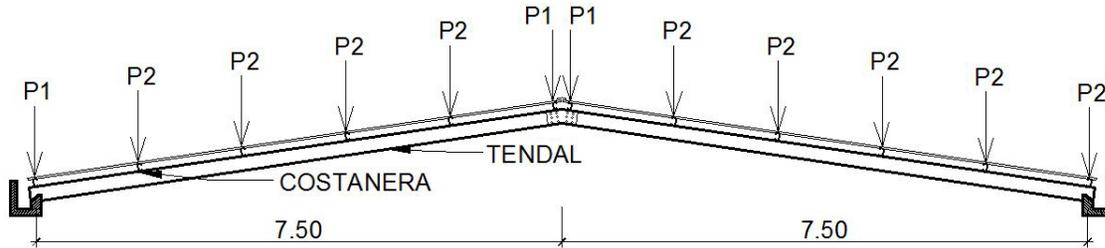
$$P1 = 476.36 \text{ lb.}$$

$$P2 = A2 * W$$

$$P2 = 40.34 \text{ pie}^2 * 20.82 \text{ lb/pie}^2$$

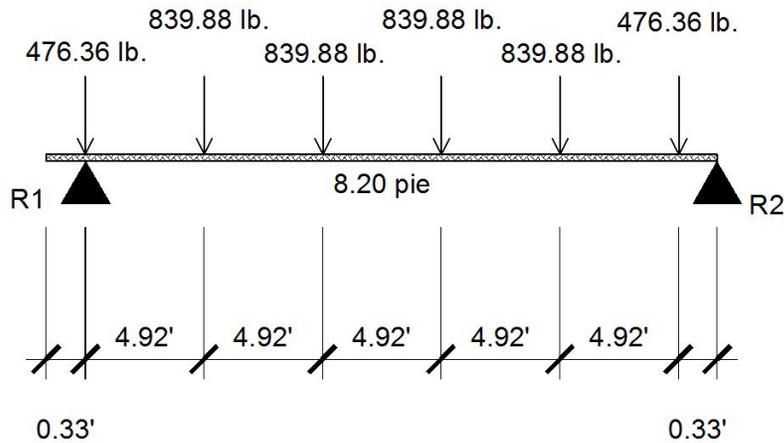
$$P2 = 839.88 \text{ lb.}$$

Figura 7. Esquema de cargas actuantes en los nudos



Para analizar los tendales, se tomará como un modelo matemático de una viga simplemente apoyada en sus extremos con cargas puntuales. Es necesario conocer el corte y momento flexionante máximo que actúa en el tendal para conocer el módulo de sección y determinar la capacidad resistente del elemento. Los valores de corte y momento se encontrará de la siguiente forma:

Figura 8. Diagrama de cuerpo libre



Al realizar la sumatoria de momentos en el punto 1, se tiene:

$$\Sigma M1 = 0$$

$$\Sigma M1 = 839.88 \text{ lb} * 4.92' + 839.88 \text{ lb} * 9.84' + 839.88 \text{ lb} * 14.76 + 839.88 \text{ lb} * 19.68' + 476.36 \text{ lb} * 24.6' - R2 * 24.93' = 0$$

$$R2 = 2,127.58 \text{ lb.}$$

Para encontrar la reacción dos (R2), es necesario realizar sumatoria de fuerzas verticales:

$$\Sigma F_v = 0$$

$$\Sigma F_v = 476.36 \text{ lb} * 2 + 839.88 \text{ lb} * 4 - 2,127.58 \text{ lb} = R1$$

$$R1 = 2,184.66 \text{ lb.}$$

2.1.4.3.2.1 Diagrama de corte y momento

Figura 9. Diagrama de corte

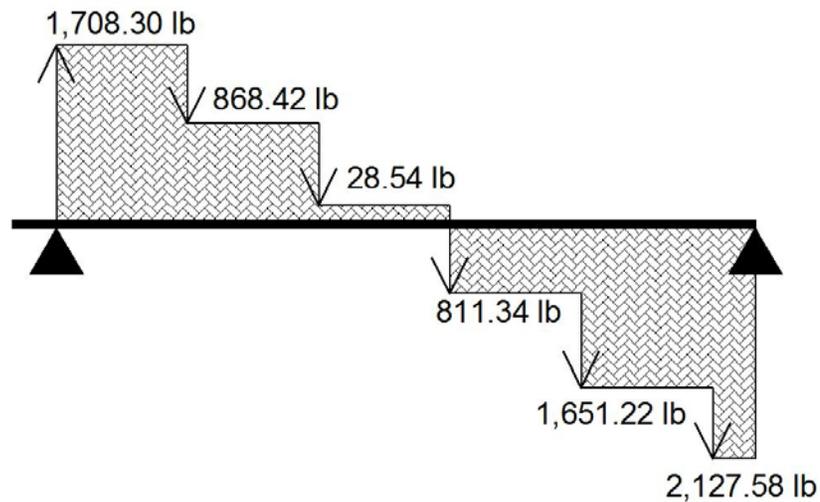
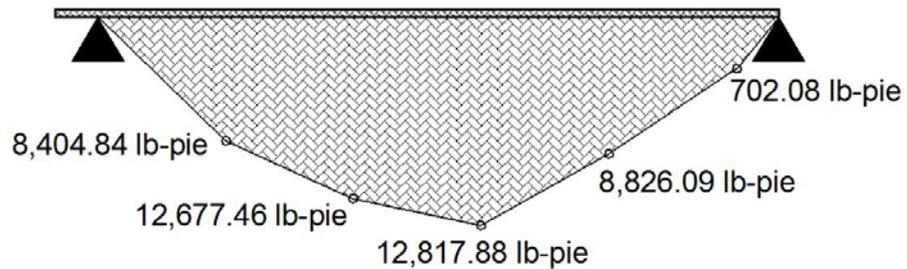
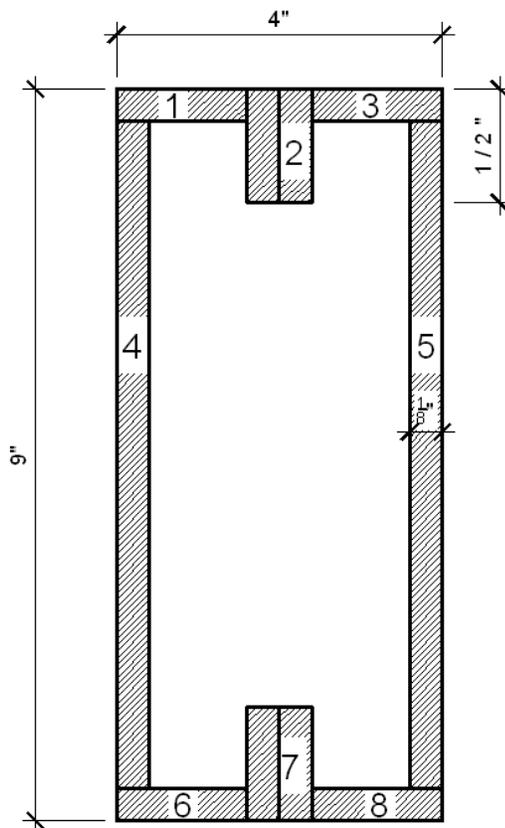


Figura 10. Diagrama de momento flexionante del tendal



El momento máximo actuante es 12,817.88 lb-pie o 153,814.56 lb-plg, ahora se procede a calcular el momento máximo resistente de nuestro tendal propuesto y debe ser mayor al momento actuante, en nuestro caso el tendal propuesto será formado por dos costaneras tipo C con dimensiones de 9"X2" (figura 11).

Figura 11. Sección de tendal



2.1.4.3.2 Momento de inercia

El momento de inercia del tendal se calcula dividiendo la sección de tendal en figuras geométricas de área conocida, en este caso rectángulos, y luego encontrar la distancia del eje x al centroide de cada figura para luego utilizar el teorema de ejes paralelos. (Ver tabla IV)

Tabla IV. Cálculo de momento de inercia del tendal

FIGURA	ÁREA (plg ²)	Yc	Yc ²	AYc ²	Io	Io + AYc ²
1	0.2344	4.4375	19.6914	4.6157	0.0003	4.6160
2	0.1406	4.2188	17.7983	2.5024	0.0037	2.5061
3	0.2344	4.4375	19.6914	4.6157	0.0003	4.6160
4	1.0938	0	0	0	6.9784	6.9784
5	1.0938	0	0	0	6.9784	6.9784
6	0.2344	-4.9375	24.3789	5.7144	0.0003	5.7147
7	0.1406	-4.7188	22.2671	3.1308	0.0037	3.1345
8	0.2344	-4.9375	24.3789	5.7144	0.0003	5.7147
					INERCIA	40.2587

La inercia es 40.2587 plg^4 y esto servirá para calcular el módulo de sección.

2.1.4.3.2.3 Módulo de sección

El módulo de inercia se calcula con la siguiente ecuación:

$$S = \frac{I}{C}$$

Donde: $S =$ Módulo de sección

$I =$ Inercia de la sección

$C =$ Distancia del centro hacia la fibra extrema

$$S = \frac{40.2587 \text{ plg}^4}{4.5 \text{ plg}} = 8.9464 \text{ plg}^3$$

2.1.4.3.2.4 Momento resistente

Con los datos anteriores se procede a calcular el momento resistente con la ecuación siguiente:

$$M = S * F$$

Donde: $M = \text{Momento máximo resistente}$

$S = \text{Módulo de la sección}$

$F = 0.6fy$

$$M = 8.9464 \text{ plg}^3 * 0.6 * 34,000 \text{ lb/plg}^2$$

$$M = 182,506.56 \text{ lb} - \text{plg}$$

El momento actuante debe ser menor al resistente y en este caso se cumple, por lo tanto, la sección propuesta es correcta.

$$\begin{array}{rcl} M_{actuante} & < & M_{resistente} \\ 153,814.56 \text{ lb} - \text{plg} & < & 182,506.56 \text{ lb} - \text{plg} \end{array}$$

2.1.4.4 Diseño de estructuras en mampostería

2.1.4.4.1 Método tensiones de trabajo

2.1.4.4.1.1 Introducción

La mampostería reforzada es un sistema estructural que ha evolucionado debido a la necesidad que hay en cuanto a que la mampostería resista mayores fuerzas que lo que la mampostería sencilla sin reforzar resiste, en forma segura y confiable. La introducción de columnas dentro de las paredes de mampostería cambió la imagen de la mampostería de un sistema “empírico” a un “sistema estructural de ingeniería”.

2.1.4.4.1.2 Suposición básica

La mampostería reforzada ha utilizado los principios generales del concreto reforzado. Los supuestos para el diseño de tensión elástica de trabajo del concreto reforzado se aplican a la mampostería reforzada, ya que

ambos materiales utilizan acero para resistir las fuerzas tensionales y concreto o mampostería para resistir las fuerzas de compresión.

Los supuestos clásicos para el diseño de un material heterogéneo como la mampostería o concreto reforzado, son como sigue:

- Las secciones planas permanecen planas.
- El esfuerzo es proporcional a la deformación, el cual es proporcional a la distancia desde el eje neutro.
- El módulo de elasticidad es constante a través del miembro.
- La mampostería no resiste las fuerzas de tensión.
- Las unidades de mampostería, el mortero y la lechada de concreto se combinan para formar un material homogéneo e isotrópico.
- El largo del elemento es grande comparado con su profundidad.
- El elemento estructural es recto y de sección transversal uniforme.
- La tensión en el acero es homogénea alrededor del centro de gravedad de las varillas.
- Los momentos y las fuerzas, externos e internos, están en equilibrio.

2.1.4.4.1.3 Diseño por flexión

Una pared que está sujeta a un momento de flexión, es decir un muro de contención en voladizo, pondrá a la mampostería en compresión y al acero en tensión.

El diseño por flexión para mampostería reforzada ha sido básicamente un supuesto de todas las propiedades y requerimientos. Su verificación es necesaria para asegurarse que estos supuestos están dentro de límites satisfactorios.

Este método de prueba y error, podría requerir varias pruebas antes que sea alcanzado un diseño satisfactorio y económico.

Otra técnica ha sido usar tablas publicadas, basadas en propiedades establecidas, tales como la relación modular, resistencia $f'm$, esfuerzos permisibles, etc. Estas tablas son muy prácticas y útiles para el diseño. Las tablas están limitadas a los sistemas de mampostería que se adecúan a las propiedades declaradas de la relación modular, tensiones permisibles, etc.

2.1.4.4.1.4 Diseño universal por flexión elástica

La técnica de diseño universal por flexión elástica para la mampostería reforzada, dada en este trabajo de graduación, proporciona un método para acomodar a cualquier módulo de elasticidad, cualquier relación modular, cualquier esfuerzo en la mampostería y en el acero, y proporciona un método para diseñar un sistema sin supuestos innecesarios.

La clave de esta técnica universal es la tabla “**np**” estándar que enumera los valores **k**, **j**, y **2/jk**, que son obtenidos de la ecuación clásica:

$$k = \sqrt{(np)^2 + 2np} - np$$
$$j = 1 - k/3$$

La tabla “**np**” ha sido ampliada para incluir el valor **npj**.

El uso de los valores **2/jk** es una técnica que permite al ingeniero diseñar un sistema de mampostería. Facilita el diseño y obtiene el área mínima de acero para satisfacer los requerimientos.

2.1.4.4.1.5 Ecuaciones y cálculos

El momento basado en el esfuerzo compresivo por flexión en mampostería (F_b) es:

$$M = bd^2 \left(\frac{jk}{2} \right) F_b$$

Resolver $2/jk$

$$\frac{2}{jk} = \frac{bd^2 F_b}{M}$$

El momento basado en los esfuerzos permisibles de tensión en el acero (F_s) es:

$$M = bf^2(pj)F_s$$

Multiplicar ambos lados por n y resolver para npj

$$npj = \frac{nM}{bd^2 F_s}$$

Al resolver las ecuaciones para $2/jk$ y npj , el valor np puede ser obtenido de la tabla “ np ” y calculada la relación de acero:

$$p = \frac{np}{n}$$

El área de acero puede ser entonces determinada:

$$A_s = pdn$$

Se calculará el acero necesario para el muro de mampostería, se realizará tomando como base un muro de 1mx1mx0.14m., el cual servirá para tener un patrón y después se relacionará a las dimensiones de nuestra edificación. El método está basado en el IBC 2003 y UBC.

Block de 0.14x0.19x0.39m. con resistencia $f'm = 20 \text{ kg/cm}^2$ (Área bruta)

Para diseño se utilizará resistencia $f'm = 30 \text{ kg/cm}^2$ (Área bruta)

Para área neta se utilizará un factor de 0.5

Block = $12 \text{ kg} * 12.5 \text{ unidades} * \text{metro}^2 = 150 \text{ kg/m}^2$

$f'm =$ Resistencia del mamposte

$E_m =$ Módulo de elasticidad del mamposte

$F_b =$ Esfuerzo compresivo por flexión

$F_s =$ Esfuerzo permisible de tensión

$F_p =$ Carga lateral en el muro

$d =$ Distancia del refuerzo a la fibra extrema

$f_s =$ Esfuerzo del acero

$E_s =$ Módulo de elasticidad del acero

$M =$ Momento actuante

$n =$ Relación modular

$b =$ Base del mamposte

$W_p =$ Peso del muro

$f'm = 30 \text{ kg/cm}^2 / 0.5$

$f'm = 60 \text{ kg/cm}^2$

$E_m = 750 * f'm$

$F_b = 1/3 * f'm$ (permisible)

$E_m = 750 * 60 \text{ kg/cm}^2$

$F_b = 1/3 * 60 \text{ kg/cm}^2$

$E_m = 45,000 \text{ kg/cm}^2$

$F_b = 20 \text{ kg/cm}^2$

$d = 7$ centímetros

$f_s = 1,400 \text{ kg/cm}^2$

$E_s = 2,038,000 \text{ kg/cm}^2$

El esfuerzo permisible puede ser incrementado 1/3 cuando las fuerzas son debidas al viento o a sismos.

$$F_b = 4/3 * 20 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_s = 4/3 * 1,400 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_b = 26.7 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_s = 1,867 \text{ kg/cm}^2$$

La carga lateral del muro será un 80% del peso del muro.

$$F_p = 0.8 W_p$$

$$F_p = 0.8 * 150 \text{ kg/m}^2$$

$$F_p = 120 \text{ kg/m}^2$$

Momento en la conexión del muro en la línea del cimiento.

$$M = \frac{F_p * h^2}{2}$$

$$M = \frac{120 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * (1\text{m})^2}{2} = 60 \text{ m} * \text{kg/m}$$

$$n = \frac{E_s}{E_m} = \frac{2,038,000 \text{ kg/cm}^2}{45,000 \text{ kg/cm}^2} = 45.29$$

$$\frac{2}{jk} = \frac{F_b * b * d^2}{M}$$

$$\frac{2}{jk} = \frac{26.7 \text{ kg/cm}^2 * 100 \text{ cm} * (7 \text{ cm})^2}{60,000 \text{ cm} * \text{kg/cm}}$$

$$\frac{2}{jk} = 21.085$$

$$npj = \frac{n * M}{b * d^2 * F_s}$$

$$npj = \frac{45.29 * 60,000 \text{ m} * \text{kg/m}}{100 \text{ cm} * (7 \text{ cm})^2 * 1867 \text{ kg/cm}^2}$$

$$npj = 0.297$$

Ahora a partir de las tablas 6-2A y 6-2B (Adjuntas en los anexos) se tiene:

$$\frac{2}{jk} = 21.085 \quad \text{leemos} \quad np = 0.005 \quad (\text{mamposte})$$

$$npj = 0.297 \quad \text{leemos} \quad np = 0.366 \quad (\text{acero})$$

Se utiliza el valor más grande de **np** y determinar la relación de acero.

$$p = \frac{np}{n} = \frac{0.366}{45.29} = 0.00808$$

Para encontrar el área de acero, se asumirá el espaciamiento a un metro al centro.

$$A_s = p * b * d$$

$$A_s = 0.00808 * 100 \text{ cm} * 7 \text{ cm}$$

$$A_s = 5.656 \text{ cm}^2/\text{m}$$

El resultado se interpreta de dos formas: la primera, colocando un refuerzo longitudinal No. 4 en cada sisa, de esta forma se hará un área de 6.33 cm² el cual es mayor al necesitado.

El segundo, colocando una fundición de 0.14x.19m al inicio y final del muro con cuatro refuerzos corridos No. 3 y estribos No. 2 @0.20m haciendo un área de 5.70 cm² el cual es mayor al necesitado. El muro tiene cuatro metros de alto, lo cual indica que se repetirá cuatro veces el cálculo anterior, solo recordando que para la unión de los mismos, no es necesario colocar doble fundición, ya que una de ellas realiza el trabajo para la inferior y superior respectivamente. Para tener el dato exacto del acero horizontal y vertical, se pasará al siguiente inciso, en éste, se realizará la distribución adecuada del acero con base en códigos de construcción.

2.1.4.4.1.6 Refuerzos vertical y horizontal

2.1.4.4.1.6.1 Columnas

Se realizarán los cálculos necesarios basados en los códigos de construcción, según el ACI-318 2005 y CIRSOC 201-2002.

- Área mínima 400 cm²
- Mínimo 4 varillas longitudinales. (ACI-318 10.9.2)
- Recubrimiento mínimo 2.5 cm. (ACI-318 7.7.2)
- Cuantilla entre 0.01 a 0.08 veces el área gruesa. (ACI-318 10.16.8.6)
- Diámetro mínimo de varilla longitudinal 12 mm. equivalente a No. 4
- Diámetro mínimo de refuerza transversal No. 3. (ACI-318 10.16.8.4)
- Espaciamiento máximo entre estribo el menor dato entre 16Ølongitudinal, 48Øestribo o la dimensión menor del elemento. (ACI-318 7.1.5.2)

Primero se calcula la carga actuante (Pu):

$$R1 + R2 = 2,184.66 \text{ lb} + 2,127.58 \text{ lb} = 4,312.24 \text{ lb} = 1,960.11 \text{ kg}$$

$$\text{Carga de la viga} = 15 \text{ kg/m} * 7.50 \text{ m} = 113.00 \text{ kg}$$

$$\text{Peso propio de columna} = 0.25\text{m} * 0.25\text{m} * 5\text{m} * 2,400 \text{ kg/m}^3 = \frac{750.00 \text{ kg}}{2,823.11 \text{ kg}}$$

Entonces, se tiene que $P_u = 2.9$ toneladas (aproximado), luego se calculará el acero mínimo que se necesita en la columna y se tomará una sección de $0.25m * 0.25m$ y proponiendo una cuantilla de 0.01 se tiene que:

$$A_s = 0.01A_g$$

Donde: $A_s = \text{Área de acero}$

$A_g = \text{Área gruesa ó área total de la sección}$

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

Colocar cuatro refuerzos No. 5 para tener un área de 7.916 cm^2 de acero, el cual es mayor al requerido anteriormente.

Es necesario chequear que la sección de columna sea la adecuada, por lo anterior, se realizará una comparación entre la carga nominal (P_n) y la carga actuante (P_u), teniendo en cuenta que para que chequee nuestra sección, debe ser mayor la primera. Para encontrar la carga nominal se utilizará la siguiente ecuación:

$$P_n = \phi 0.80 [0.85 f'_c (A_g - A_s) + f_y * A_s] \quad EQN 10.2$$

Donde:

$f'_c = \text{Resistencia del concreto en este caso } 210 \text{ kg/cm}^2$

$A_g = \text{Área bruta de la sección}$

$A_s = \text{Área de acero}$

$f_y = \text{Límite de fluencia del acero en este caso } 2,810 \text{ kg/cm}^2$

$\phi = \text{Factor de seguridad, para circular } 0.70 \text{ y cuadrada } 0.65$

Según ACI – 318 9.3.2.2

$$P_n = 0.65 * 0.80 \left[0.85 * 210 \frac{kg}{cm^2} (25cm * 25cm - 7.916cm^2) + 2810 \frac{kg}{cm^2} * 7.916cm^2 \right]$$

$$P_n = 68 \text{ ton}$$

$P_{nominal} (P_n)$	>	$P_{actuante} (P_u)$	
68 ton	>	2.9 ton	<i>Si cumple nuestra sección</i>

Ahora se calcula la separación entre los estribos:

16ØLongitudinal	=	16(1.58759)	=	25 cm.
48Øtransversal	=	48(0.9525)	=	45 cm.
Lado menor	=	25 cm	=	25 cm.

Se puede utilizar los estribos hasta 25 centímetros, en este caso se utilizará No. 3 @ 0.20 cm por seguridad.

2.1.4.4.1.6.2 Muros

Para realizar el cálculo necesario, se utilizará los códigos de construcción FHA y ACI-318 2005, luego se revisará que el refuerzo cumpla con lo calculado en el diseño universal por flexión elástica realizado con anterioridad, a continuación encontraremos las ecuaciones necesarias para el cálculo.

As vertical = 0.0012	Según ACI-318 05' 14.3.2
----------------------	--------------------------

As horizontal = 0.002	Según ACI-318 05' 14.3.3
-----------------------	--------------------------

Datos: $d = \text{Longitud del muro}$
 $t = \text{Ancho del muro}$

Primero se encontrará el refuerzo vertical para uno de nuestros muros de 30 metros de longitud.

$$A_s = 0.0012 * d * t$$

$$A_s = 0.0012 * 3,000 \text{ cm} * 14 \text{ cm}$$

$$A_s = 50.4 \text{ cm}^2$$

Anteriormente, se encontró la sección de columna y acero respectivamente, con 13 columnas de cuatro refuerzos No. 5 hacen un área de 102.96 cm² el cual es mayor al necesario. Ahora se calculará el refuerzo horizontal de la siguiente forma:

$$A_s = 0.002 * d * t$$

$$A_s = 0.002 * 3,000 \text{ cm} * 14 \text{ cm}$$

$$A_s = 84 \text{ cm}^2$$

Se colocarán cuatro soleras con cuatro refuerzos longitudinales No.3 con estribos No. 2 @0.20 m, una solera corona con canaleta compuesta con cinco refuerzos longitudinales No. 4 y estribos No. 2 @0.20 y los refuerzos del cimiento los calcularemos en el diseño de los cimientos, el cual lo realizaremos más adelante. El acero cumple con el área requerida de acero calculada anteriormente en el refuerzo de mampostería.

Ahora, se calculará el refuerzo vertical para uno de nuestros muros de 15 metros de longitud.

$$A_s = 0.0012 * d * t$$

$$A_s = 0.0012 * 1,500 \text{ cm} * 14 \text{ cm}$$

$$A_s = 25.2 \text{ cm}^2$$

Se colocarán dos columnas de cuatro refuerzos longitudinales No. 5 con estribos No. 3 @ 0.20 m. haciendo un área de 15.84 cm² y 7 columnas de cuatro refuerzos longitudinales No. 3 con estribos No. 2 @ 0.20 m. que hacen un área de 19.95 cm², realizando la sumatoria se tiene 35.79 cm² el cual es mayor al necesario por lo que estamos bien. Seguidamente se calculará el refuerzo horizontal de la siguiente forma:

$$A_s = 0.002 * d * t$$

$$A_s = 0.002 * 1,500 \text{ cm} * 14 \text{ cm}$$

$$A_s = 42 \text{ cm}^2$$

Colocar cuatro soleras con cuatro refuerzos longitudinales No.3 con estribos No.2 @ 0.20m., una solera corona con cinco refuerzos longitudinales No. 4 con estribos No. 2 @ 0.20m. y para el cimiento se calculará más adelante.

2.1.4.4.1.6.3 Junta de contracción

Debido a que nuestra edificación posee una longitud de 30 metros y tomando en cuenta que nuestro país es altamente sísmico, es necesario colocar una junta de contracción. Por lo anterior, se calculará primero el desplazamiento relativo de piso permitido que se da por el tipo de edificación, en este caso tendremos la que no tiene muros de corte de mampostería y que se aplica en edificaciones de cuatro o menos niveles, además que posee muros interiores, tabiques, cielos rasos y muros externos para controlar el desplazamiento relativo de pisos.

Para lo anterior, existen tres grupos de usos sísmicos que se presentan en las siguientes formas:

Tabla V. Coeficientes para desplazamiento máximo de deriva

I	II	III
0.025h	0.020h	0.015h

Fuente: IBC 2,003. Tabla 16.17.3.1

Para el caso II, en casos sísmicos, se considera a las estructuras con peligrosidad considerable para la vida y donde hay concentraciones de personas. De acuerdo con el análisis de la deriva de los marcos que están en función de la rigidez por la acción de cargas horizontales por comportamiento a flexión y a corte, se utilizará la siguiente ecuación para el cálculo de la deriva.

$$\Delta_c = \Delta_f + \Delta_v = \frac{Ph^3}{3E_m I} + \frac{1.2Ph}{AE_g}$$

Donde:

Δ_c = Deriva en voladizo

Δ_f = Deriva provocada por flexión

P = Fuerza aplicada horizontalmente

h = Altura de cada nivel

E_m = Módulo de elasticidad

I = Inercia de sección

A = Área de sección de corte

E_g = Módulo de elasticidad al cortante

Aplicando la fórmula anterior se obtiene una deriva máxima de dos punto cinco centímetros y si se realiza el cálculo para la deriva máxima permisible aplicando la tabla V en el caso II, se tendrá:

$$\Delta_m = 0.020h = 0.020 * 3\text{metros} = 0.06\text{ metros } o \text{ } 6\text{ centímetros}$$

La deriva es de dos punto cinco centímetros, mientras la deriva máxima permisible es de seis centímetros, por lo que se está bien. Entonces en conclusión, se tendrá una junta de contracción de dos punto cinco centímetros en sentido largo de esta edificación.

2.1.4.4.1.7 Diseño de cimientos

2.1.4.4.1.7.1 Cimiento corrido

Para calcular el cimiento corrido, se tomará como base un metro lineal, el cual tendrá una altura de cinco metros, de esta forma se calculará el peso del muro y se encontrará la cimentación adecuada.

Datos:

$W_p = \text{Peso del muro}$

$W_s = \text{Peso de soleras}$

$W_c = \text{Peso del concreto } (2,400 \text{ kg/m}^3)$

$V_s = \text{Capacidad soporte } (17.88 \text{ ton/m}^2)$

$F_{seg} = \text{Factor de seguridad } (\text{En este caso } 3)$

$V_{s.c.c.} = \text{Capacidad soporte de cimiento}$

$$\text{Block} = 12 \text{ kg} * \text{unidad} * 12.5 \text{ block/m}^2 = 150 \text{ kg/m}^2$$

$$W_m = 150 \text{ kg/m}^2 * 5 \text{ m}^2 = 750 \text{ kg}$$

$$W_s = 0.14\text{m} * 0.19 * 1\text{m} * 5 \text{ soleras} * 2,400 \text{ kg/m}^3 = 319.20 \text{ kg}$$

$$W_t = W_m + W_c$$

$$W_t = 750 \text{ kg} + 319.20 \text{ kg} = 1,069.20 \text{ kg } \acute{o} \text{ } 1.1 \text{ ton}$$

$$\text{Área}_{\text{cimiento}} = 0.45\text{m} * 1\text{m} = 0.45 \text{ m}^2$$

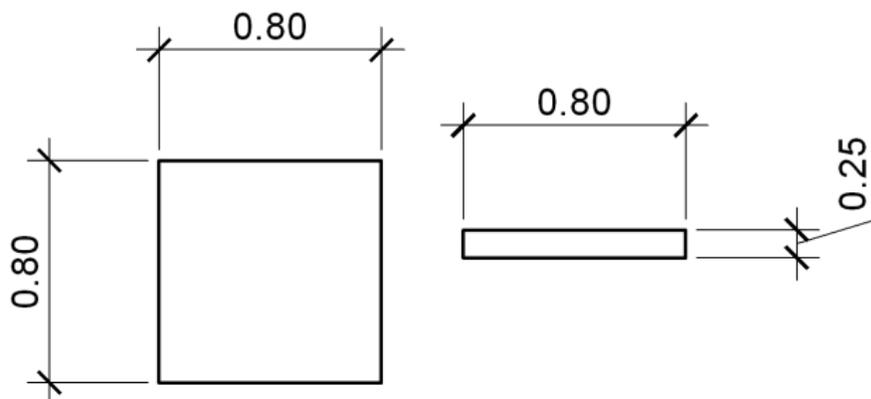
$$V_{s.c.c.} = \frac{V_s}{F_{seg}} * \text{Área}_{\text{cimiento}}$$

$$V_{s.c.c.} = \frac{17.88 \text{ ton/m}^2}{3} * 0.45 \text{ m}^2 = 2.68 \text{ ton}$$

El cimiento corrido tiene una capacidad de soporte $V_{s.c.c} = 2.68 \text{ ton}$, mientras que la carga actuante es de 1.1 ton , lo cual indica que la sección es la adecuada. Para el peralte del cimiento se utilizará un peralte de 0.20 metros y para el refuerzo, se colocará tres refuerzos longitudinales No. 3 con refuerzo transversal tipo eslabón con refuerzo No. 2 espaciados a cada 0.20 metros respectivamente.

2.1.4.4.1.7.2 Zapatas

Figura 12. Dimensiones de zapata



Datos:

$$Pu = 2.9 \text{ ton}$$

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

$$fy = 2,810 \text{ kg/cm}^2$$

$$Vs = 17.88 \text{ ton/m}^2$$

$$Wc = 2.4 \text{ ton/m}^3 \text{ (Peso específico del concreto)}$$

$$W\gamma = 0.69 \text{ ton/m}^3 \text{ (Peso específico del suelo)}$$

$$FCU = 1.5 \text{ (Factor de carga última)}$$

$$d = 0.25 \text{ (espesor mínimo } 0.23\text{m según ACI - 318 22.7.4)}$$

Primero se encontrará la carga producida por los elementos.

<i>Presión última (Pu)</i>		= 2.90 ton
<i>Peso del suelo (Ps)</i>	= 1m * 0.80m * 0.80m * 0.69ton/m ³	= 2.45 ton
<i>Peso de columna (Pcol)</i>	= 0.25m * 0.25m * 5m * 2.4ton/	= 0.75 ton
<i>Peso de zapata (Pz)</i>	= 0.80m * 0.80m * 0.25m * 2.4ton/m ³	= 0.39 ton
	<i>sumatoria</i>	4.49 ton

Ahora se calcula la presión de diseño (q_u).

$$q_u = P_{hs} * FCU$$

$$q_u = 7.02 \text{ ton/m}^2 * 1.5$$

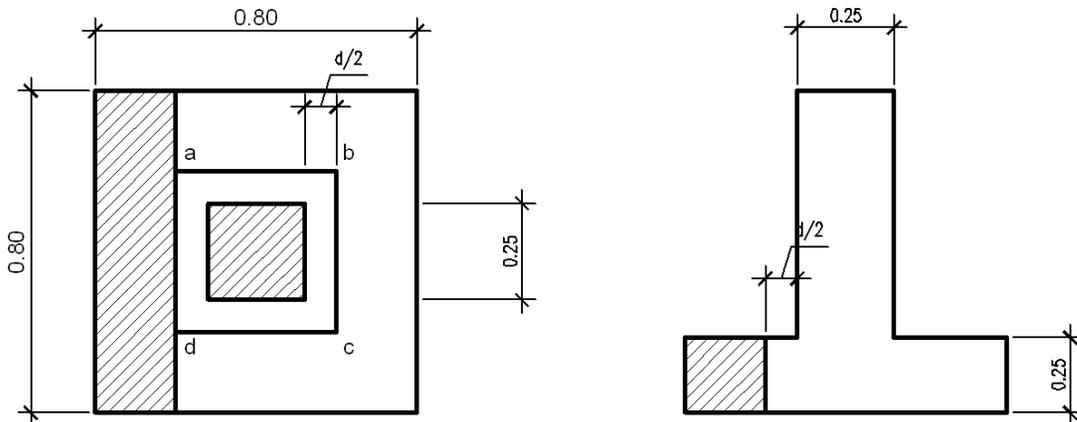
$$q_u = 11 \text{ ton/m}^2$$

<i>Valor soporte de suelo (Vs)</i>	>	<i>Presión de diseño (qu)</i>
17.88 ton/m ²	>	11 ton/m ²

La zapata con las dimensiones propuestas, sí soporta la carga asignada.

2.1.4.4.1.7.2.1 Corte

Figura 13. Dimensiones para chequeo por corte simple para zapata



- Recubrimiento mínimo 7.5 cm.
- Peralte mínimo 22.5 cm.
- $d = 25 \text{ cm} - 7.5 \text{ cm} = 17.5 \text{ cm}$.

Según ACI-318 05' 7.7.1

Según ACI-318 05' 15.7

$$V_u = q_u * \text{Área}$$

$$V_u = 11 \text{ ton/m}^2 * 0.1875 \text{ m} * 0.80 \text{ m}$$

$$V_u = 1.65 \text{ ton}$$

$$V_n = \phi 0.53 \sqrt{f'c} b d \quad \text{según ACI - 318 05' 11.12.13.1}$$

$$V_n = 0.85 * 0.53 \sqrt{210 \text{ kg/cm}^2} * 80 \text{ cm} * 17.5 \text{ cm}$$

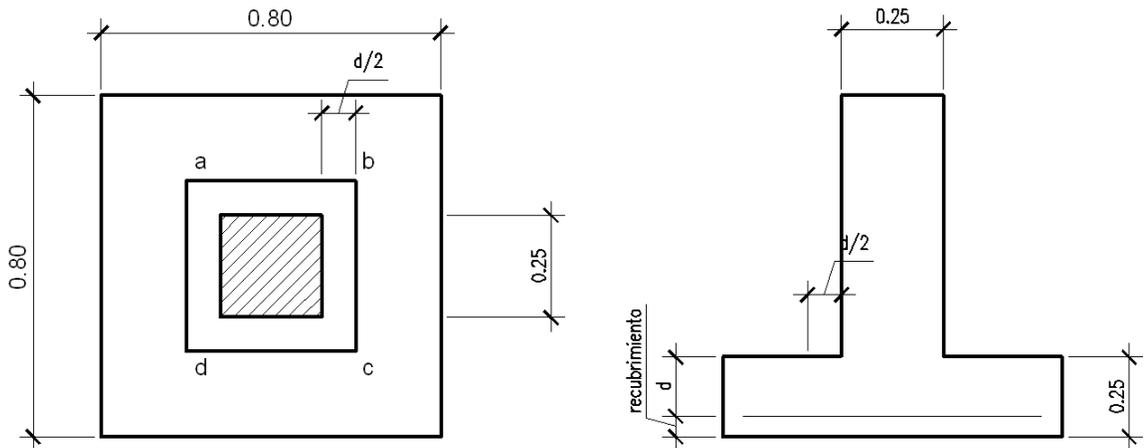
$$V_n = 9.14 \text{ ton}$$

$$V_n \geq V_u$$

$$9.14 \text{ ton} \geq 1.65 \text{ ton} \quad \text{La zapata si cumple el corte simple.}$$

2.1.4.4.1.7.2.2 Punzonamiento

Figura 14. Dimensiones de zapata para chequeo punzonante



Para realizar el chequeo, se utilizará la ecuación siguiente:

$$V_n = 1.1 \sqrt{f'_c} * b * d \quad \text{según ACI - 318 05' 11.12.2.1}$$

$$b = (17.5 \text{ cm} + 25 \text{ cm}) * 4 \quad \text{perímetro } abcd$$

$$d = 0.175 \text{ m}$$

$$V_n = 1.1 \sqrt{210 \text{ kg/cm}^2} * 170 * 17.5$$

$$V_n = 47 \text{ ton}$$

$$V_u = q_u [\text{Area zapata} - \text{Area punzonante}]$$

$$V_u = 11 \text{ ton} [0.80 \text{ m} * 0.80 \text{ m} - 0.425 \text{ m} * 0.425 \text{ m}]$$

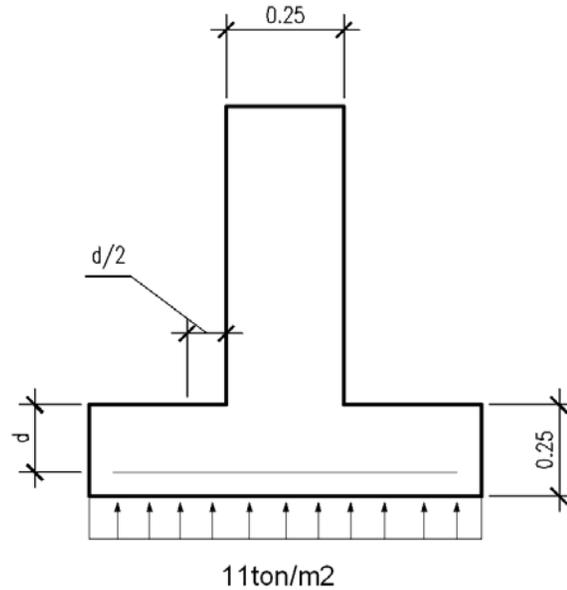
$$V_u = 5.05 \text{ ton}$$

$$\begin{aligned} V_n &\geq V_u \\ 47 \text{ ton} &\geq 5.05 \text{ ton} \end{aligned}$$

La sección cumple con el corte simple.

2.1.4.4.1.7.2.3 Flexión

Figura 15. Dimensiones para diseño de zapata por flexión



$$M_u = \frac{WL^2}{2}$$

$$M_u = \frac{11 \text{ ton/m} * (0.275 \text{ m})^2}{2}$$

$$M_u = 0.4159 \text{ ton} - \text{m}$$

Datos:

$$b = 100 \text{ cm.}$$

$$d = 17.50 \text{ cm.}$$

$$f'c = 219 \text{ kg/cm}^2$$

$$fy = 2,810 \text{ kg/cm}^2$$

$$Mu = 415.90 \text{ kg} - \text{m}$$

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

$$A_s = \frac{0.85 * 210}{2,810} \left[100 * 17.5 - \sqrt{(100 * 17.5)^2 - \frac{415.90 * 100}{0.003825 * 210}} \right]$$

$$A_s = 0.95 \text{ cm}^2$$

$$\rho_{min} = \frac{14.1}{f_y} = \frac{14.1}{2810} = 0.005$$

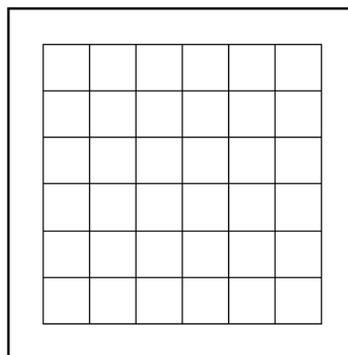
$$A_{s_{min}} = \rho_{min} * b * d$$

$$A_{s_{min}} = 0.005 * 100 * 17.5$$

$$A_{s_{min}} = 8.75 \text{ cm}^2$$

Como A_s requerido es menor que $A_{s_{min}}$ entonces se utilizará $A_{s_{min}}$

Figura 16. Distribución de refuerzos en zapata.



7 REF No. 4 ↕

$$1 \text{ No. 4} = 1.27 \text{ cm}^2$$

$$7 * 1.27 \text{ cm}^2 = 8.89 \text{ cm}^2$$

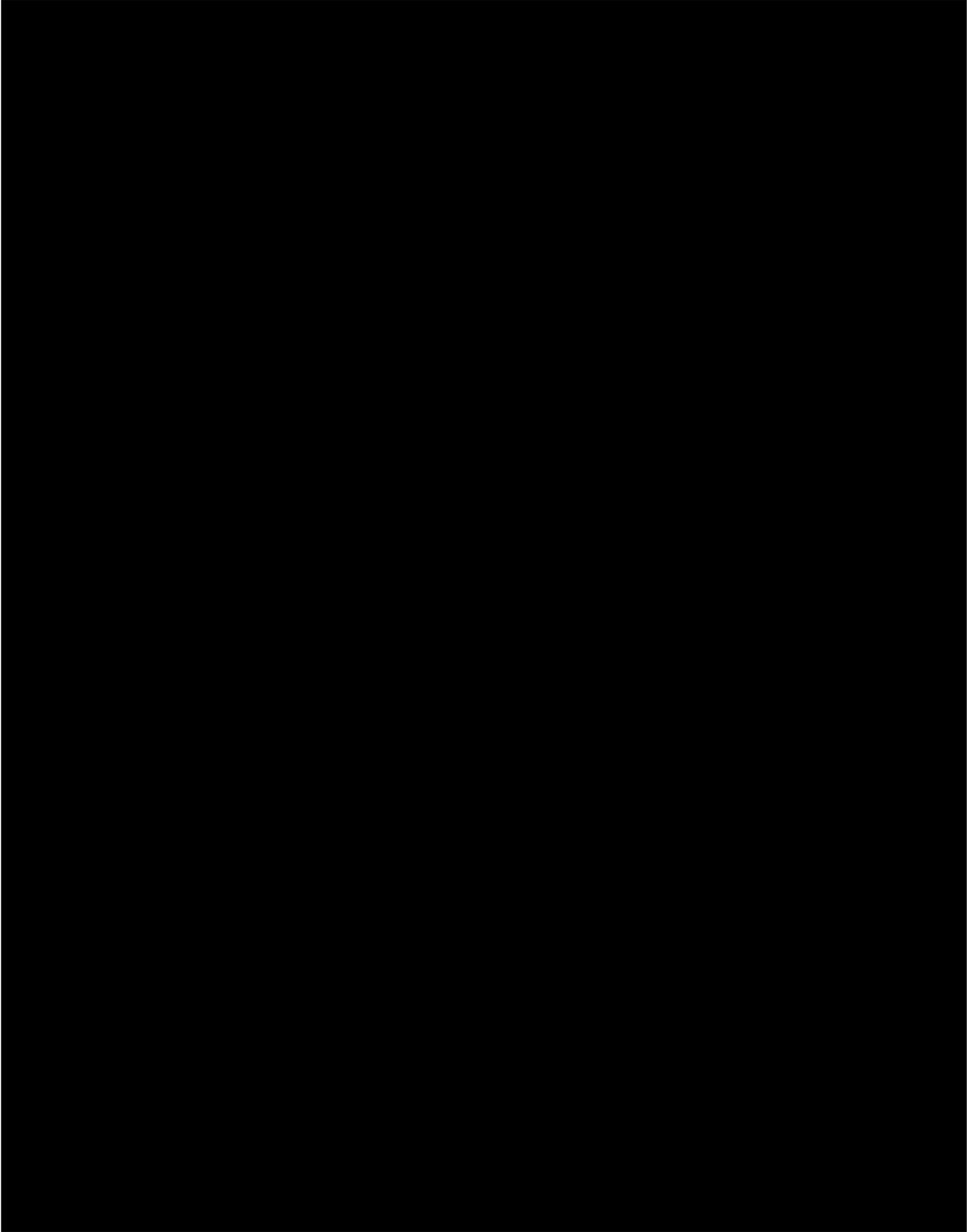
2.1.5 Evaluación de impacto ambiental

La evaluación se puede dividir en dos secciones, las cuales son el impacto en construcción e impacto en ejecución. El primero, como su nombre lo indica, es el impacto que éste proyecto tendrá en el transcurso de la construcción del mismo, y esto podrá ser la remoción de suelo, se generará polvo procedente de los trabajos de nivelación, excavación y compactación en el área donde se construirá la edificación. Otros podrían ser los ruidos generados por la construcción a los estudiantes del establecimiento, éstos serían los únicos inconvenientes que se tendrían, pero por otra parte la construcción de la edificación será de gran ayuda a todos los estudiantes del municipio y población en general, el terreno está limpio, sin construcción, con grama actualmente y pequeños montículos de vegetación, lo cual indica que no se talarán árboles, siendo este un aspecto sumamente delicado.

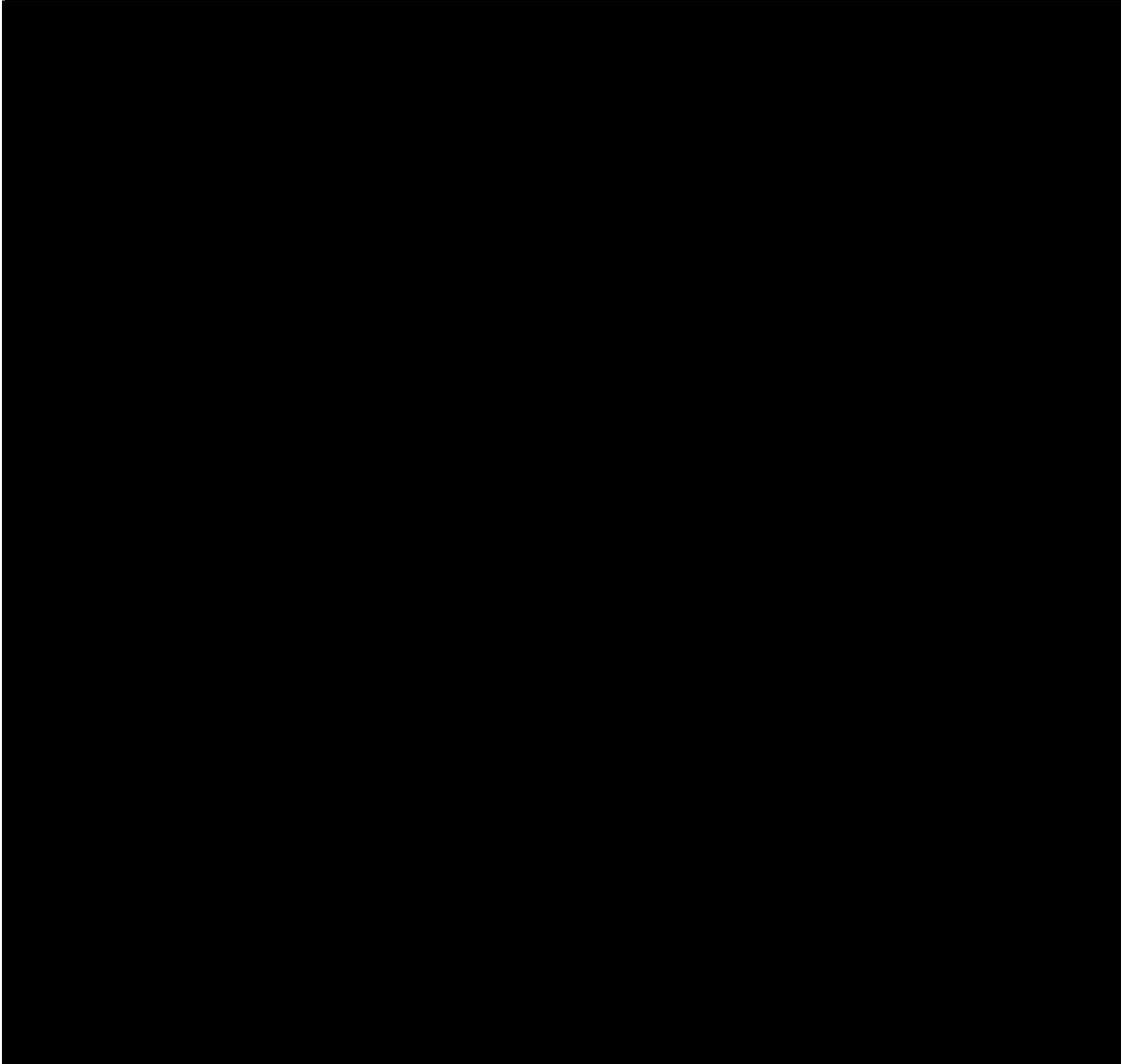
Ahora por el impacto ambiental en operación se puede mencionar el ruido que se generará por actividades festivas de los estudiantes, pero debido a que las instalaciones del establecimiento se encuentran ubicadas a inmediaciones de la salida de la población, no se producirán complicaciones en la operación del mismo y teniendo en cuenta que las actividades son de un lapso menor, lo cual evitará la generación de ruidos a lo largo del día.

Es importante mencionar que es necesario un compromiso por parte de los estudiantes de INEB, para mantener limpias las áreas aledañas a la construcción y al ambiente mismo.

2.1.6 Presupuesto



2.1.7 Cronograma de ejecución



2.1.8 Planos

Los planos están adjuntos al final en la parte del apéndice, esto con motivo de estética del presente trabajo.

2.2 Diseño del drenaje sanitario para aldea Los Potrerillos, Zaragoza

2.2.1 Estudio de la población a servir

La determinación del número de habitantes para los cuales ha de diseñarse el sistema de drenaje sanitario es un parámetro básico. La base de cualquier proyección de población son los censos, registros municipales, censos escolares, levantamientos locales de densidad habitacional.

Según datos del Instituto Nacional de Estadística INE, el departamento de Chimaltenango posee una tasa de crecimiento de 2.941%, y éste será el dato a utilizar en nuestro diseño, ya que el proyecto se encuentra en el municipio de municipio de Zaragoza. Según datos de la Oficina de Planificación Municipal, la población actual de la aldea Los Potrerillos es de 574 habitantes.

2.2.2 Levantamiento topográfico

2.2.2.1 Planimetría

Para el levantamiento topográfico se utilizó el método de conservación de azimut, con vuelta de campana; utilizando para ello, un teodolito, estadal, plomada, cinta métrica y estacas. Dicha medición se llevó a cabo con personal asignado de parte de la municipalidad para la asistencia respectiva.

2.2.2.2 Altimetría

Para el levantamiento altimétrico se utilizó el método taquimétrico, utilizando para ello el mismo equipo que se utilizó en la planimetría. La tabla de datos está adjunta en la parte del apéndice.

2.2.3 Trazo de red

2.2.3.1 Período de diseño

Al momento de elaborar cualquier diseño de alcantarillado sanitario, hay que tomar una decisión acerca del tiempo que la construcción servirá a la aldea. Es necesario, por lo tanto, estimar la población futura, así como las áreas probables de anexión a la aldea que se requieran de alcantarillado y su tipo probable de desarrollo. Este período se denomina período de diseño o período de vida, que en el caso de red de alcantarillado suele ser de 30 a 40 años, a partir de la fecha de construcción, en este caso se utilizará un período de diseño de 30 años. El período de tiempo se adopta tomando como parámetros: los recursos económicos con que cuenta la municipalidad de Zaragoza, la vida útil de los materiales, normas del Instituto de Fomento Municipal (INFOM).

2.2.3.2 Población de diseño

2.2.3.2.1 Método de cálculo de población futura

Existen diversos métodos para realizar la estimación de poblaciones futuras, entre los que destaca el método utilizado en este proyecto, conocido como método geométrico, el cual se considera como el más aproximado para estimar el crecimiento de poblaciones y cuya fórmula es:

$$Pf = Po \times \left(1 + \frac{r}{100}\right)^n$$

Donde:

Pf = Población futura

Po = Población actual

r = Tasa de crecimiento poblacional

n = Período de diseño

Po = 574 habitantes

r = 2.941%

n = 30 años

Entonces:

$$Pf = 574 * \left(1 + \frac{2.941}{100}\right)^{30}$$

$$Pf = 1,370 \text{ habitantes}$$

La población proyectada de diseño para este proyecto será de 1,370 habitantes.

2.2.3.3 Dotación

La dotación es la cantidad de agua asignada en un día a cada usuario del sistema, se expresa en litros por habitantes por día (l./hab./día). En este caso se utilizará una dotación de 90 l./hab./día. El valor asignado está en función del clima, ya que en la costa se registra dotaciones entre 100 a 160 l./hab./día, y en clima frío entre 80 a 120 l./hab./día, el sistema se encuentra en clima frío, por lo que se toma el valor antes mencionado.

2.2.3.4 Factor de retorno

Es un factor que oscila del 70% al 80%, se considera que es la cantidad de la dotación de agua asignada a una población que retorna al alcantarillado.

Por la ubicación de la aldea y el tipo de actividades que en ésta se realizan, la dotación asignada a cada vivienda no es totalmente utilizada para el consumo y labores domésticas, sino que parte de ésta es utilizada para el riego de propiedades agrícolas, patios de tierra y para el consumo de animales domésticos, a esto se suman las pérdidas por evaporación e infiltración, por lo que se tomó un factor de retorno al sistema de un 80%.

2.2.3.5 Caudal de diseño

El caudal de diseño está integrado por el caudal domiciliar, comercial, industrial, las infiltraciones y conexiones ilícitas. Para el presente estudio únicamente se toman en cuenta el caudal domiciliar, por infiltraciones y conexiones ilícitas, debido a que la aldea carece de comercios e industrias. La fórmula es la siguiente:

$$Q_s = Q_d + Q_{inf} + Q_{ci}$$

En donde

Q_s = Caudal sanitario

Q_d = Caudal domiciliar

Q_{inf} = Caudal de infiltración

Q_{ci} = Caudal por conexiones ilícitas

2.2.3.5.1 Caudal Sanitario

2.2.3.5.1.1 Caudal domiciliar

Es el caudal que produce el agua evacuada de las viviendas una vez utilizada por sus habitantes. El caudal domiciliar en este proyecto queda integrado de la siguiente manera:

$$Q_d = \frac{\text{dotación} * \text{No. de habitantes futuros} * \text{factor de retorno}}{86,400 \text{ seg/día}}$$

$$Q_d = \frac{90 \text{ l./hab./día} * 931 \text{ habitantes} * 0.80}{86,400 \text{ seg/día}} = 0.7758 \frac{\text{lt}}{\text{seg}}$$

2.2.3.5.1.2 Caudal de infiltración

Este caudal se debe a las aguas que se infiltran en la tubería a lo largo de ésta, provenientes del agua que corre por los mantos freáticos, agua de lluvia que se filtra al suelo, agua que se introduce por la tapadera de los pozos de visita y en las uniones de los tubos. Es recomendable considerar el caudal de infiltración entre 12,000 a 18,000 litros diarios por kilómetro de tubería. En este caso se utiliza un caudal de 16,000 l./hab./día.

$$Q_{inf} = \frac{\text{factor}_{inf} * (\text{Longitud tubería principal} + 6m * \text{No. de viviendas})}{86,400 \text{ seg/día}}$$

$$Q_{inf} = \frac{16,000 * (2,030.29 + 6m * 133)}{86,400 \text{ seg/día}}$$

$$Q_{inf} = 523.76 \frac{m^3}{seg} \quad o \quad 0.524 \frac{lt}{seg}$$

2.2.3.5.1.3 Caudal de conexiones ilícitas

Este caudal es el procedente de las viviendas que conectan aguas pluviales al alcantarillado sanitario. Para el diseño se puede estimar que un porcentaje de las viviendas de una localidad pueden hacer conexiones ilícitas, este porcentaje puede variar de 0.5% a 2.5%, y en este caso se utilizará el mayor o sea 2.5%.

$$Q_{ci} = \frac{2.5\% * Q_{domiciliar}}{100}$$

$$Q_{ci} = \frac{2.5 * 0.7758 \text{ l/seg}}{100} = 0.0194 \frac{\text{l}}{\text{seg}}$$

2.2.3.5.2 Factor de caudal medio

La función de este factor es regular la aportación de caudal en la tubería. Se considera que es el caudal con que contribuye un habitante debido a sus actividades sumando los caudales domiciliar, de infiltración, por conexiones ilícitas, comercial e industrial, entre la población total. El valor de este factor varía según las instituciones que se dedican al diseño de sistemas de alcantarillado sanitario, han establecido valores de este factor con base a la experiencia y estos son:

$F_{qm} = 0.0046$ según el INFOM

$F_{qm} = 0.0030$ según la MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA

$F_{qm} = 0.002 \geq f_{qm} \leq 0.005$ según la Dirección General de Obras Públicas.

En este caso, se calculará y verificará si se encuentra dentro del rango permitido por las instituciones anteriores.

$$f_{qm} = \frac{Q_s}{\text{Población futura}}$$

$$Q_s = Q_d + Q_{inf} + Q_{ci}$$

$$Q_s = \frac{0.7758 \frac{\text{l}}{\text{seg}} + 0.524 \frac{\text{l}}{\text{seg}} + 0.0194 \text{ l/seg}}{931 \text{ habitantes}}$$

$$Q_s = 0.0014$$

El resultado se encuentra muy cerca del límite mínimo, por lo que aproximaremos a 0.002 el factor para estar dentro del rango.

2.2.3.6 Propuesta de tratamiento

Para no contaminar el medio ambiente, fue necesario la realización de un tratamiento a las aguas negras y tratar de no realizar un desfogue directo, ya que el mismo podría contaminar seriamente el medio ambiente. Realizando un estudio económico y ambiental, se decide por la realización de un tratamiento compuesto por fosa séptica y pozos de absorción. Este diseño comprende dos ramales debido a la topografía del lugar, el primero se realizará con una fosa séptica y un pozo de absorción, mientras que el ramal segundo se realizará con una fosa séptica y dos pozos de absorción, los mismos se encuentran a cada final de sus respectivos ramales y aislados de la aldea.

Las fosas sépticas son dispositivos que se utilizan en el tratamiento primario, están diseñadas para retirar de las aguas servidas los sólidos en suspensión orgánicos e inorgánicos sedimentables, mediante el proceso físico de la sedimentación. Las fosas sépticas están diseñadas para mantener el flujo de aguas negras a una velocidad muy baja y bajo condiciones anaeróbicas, por un período de 12 a 24 horas llamado período de retención.

El proceso de sedimentación se logra cuando el líquido está en reposo o fluye a una velocidad relativamente baja, durante el tiempo suficiente, que permita que se depositen en el fondo la mayor parte de los sólidos sedimentables, que son principalmente sólidos orgánicos, logrando así su superación de la corriente de aguas servidas.

De los sólidos suspendidos que llegan a la fosa, se decanta la mayor parte de la materia sedimentable, la cual entra en un proceso de digestión anaeróbica con disolución, licuación y volatilización de la materia orgánica, previamente a su estabilización. Por esta razón es que la cantidad de lodo que se acumula en el estanque es pequeña, pero que con el tiempo constituye una cantidad que hace disminuir el volumen efectivo de la fosa y por consiguiente el período de retención.

2.2.3.6.1 Diseño de fosa séptica

En ésta, las materias en suspensión en las aguas negras sufren una sedimentación, la materia orgánica se descompone en sustancias más simples por la acción de las bacterias anaeróbicas, que pueden realizar su metabolismo sin necesidad de oxígeno. Las fosas pueden ser de uno o doble compartimiento, investigaciones realizadas en fosas con uno y dos compartimientos, han demostrado que las de dos compartimientos proporcionan una mejor eliminación de los sólidos en suspensión, lo que es beneficio para una mayor protección del sistema de absorción.

Para el diseño de la fosa séptica debe tomarse en cuenta lo siguiente:

- El período de retención es como mínimo de 12 horas.
- La capacidad máxima para que sea funcional debe ser de 60 viviendas.
- Lodos acumulados por habitante y por período de limpieza, es de 30 a 60 l/hab/día.
- Relación largo-ancho de la fosa L/A debe ser de 2/1 a 4/1.

Para el proyecto, se utilizará dos fosas, una en cada ramal y a continuación se calculará para el ramal uno.

Datos:

Vivienda	26
Habitantes por vivienda	7
Número total de habitantes	182
Período de retención	24 horas
Gasto	90 l/hab/día
Factor de retorno	0.8
Período de limpieza	2 años
Volumen de lodos	30 l/hab/día
Altura de líquido (H)	1.5 m
Altura total	1.8 m
Relación Largo/ancho	2/1

$$\text{Dotación por vivienda} = 90 \text{ l/hab/día} * 7 \text{ habitantes} = 0.630 \text{ m}^3/\text{viv/día}$$

$$\text{Volumen de descarga} = 0.63 \text{ m}^3/\text{viv/día} * 26 \text{ viv} * 0.8 = 13.10 \text{ m}^3/\text{día}$$

VOLUMEN POR PERÍODO DE RETENCIÓN

$$VOL_{\text{retención}} = VOL_{\text{descarga}} * \frac{T}{24 \text{ horas}}$$

$$VOL_{\text{retención}} = \frac{13.10 \text{ m}^3}{\text{día}} * \frac{24 \text{ horas}}{24 \text{ horas}} = 13.10 \text{ m}^3/\text{día}$$

VOLUMEN POR PERÍODO DE LIMPIEZA

$$VOL_{\text{limpieza}} = VOL_{\text{lodos}} * \text{No. de habitantes}$$

$$VOL_{\text{limpieza}} = 30 \text{ l/hab/día} * 182_{\text{habitantes}} = 5.46 \text{ m}^3$$

DIMENSIONES DE FOSA

$$VOL_{\text{total}} = VOL_{\text{retención}} + VOL_{\text{limpieza}}$$

$$VOL_{\text{total}} = 13.10 \text{ m}^3 + 5.46 \text{ m}^3 = 18.56 \text{ m}^3$$

$$VOL_{tanque} = \text{Área} * H \quad \text{resolviendo para área}$$

$$\text{Área} = \frac{VOL_{tanque}}{H}$$

$$\text{Área} = \frac{18.56 \text{ m}^3}{1.5 \text{ m}} = 12.376 \text{ m}^2$$

$$\text{Área} = \text{Largo}(L) * \text{Ancho} (A) \quad \text{con } \text{Largo} = 2\text{Ancho}$$

$$\text{Área} = L * A$$

$$\text{Área} = 2A * A$$

$$12.376 \text{ m}^2 = 2A^2 \quad \text{resolviendo para } A \text{ se tiene}$$

$$\text{Ancho}(A) = 2.49 \text{ m.}$$

$$\text{Largo} (L) = 2(A) = 2 * 2.49 = 4.98 \text{ m.}$$

Por aproximación se tiene que las dimensiones de la fosa serán

Largo = 5.00 metros

Ancho = 2.50 metros

Alto = 1.80 metros

2.2.3.6.2 Dimensionamiento de los pozos de absorción

La forma de trabajo del pozo de absorción se basa en la oxidación de la materia orgánica por la actividad de las bacterias aeróbicas. Estas materias proliferan en la capa superior del terreno y en los lechos de arena y piedra, a través de cuyos poros pasa de modo natural el oxígeno del aire. El pozo consiste en una excavación en el terreno, y por lo general de 1.50 a 3.00 metros de diámetro y una profundidad que varía entre 6 a 12 metros.

Para efectuar la prueba de absorción a medida que se va excavando, se hacen excavaciones en forma de cubo de 30 por 30 centímetros en la base y 35 centímetros de altura, seguidamente se coloca 5 centímetros de arena gruesa o grava en el fondo, luego se vierte agua sobre el mismo hasta llenarlo y se deja que filtre totalmente, después se vuelve a llenar, de manera que el agua permanezca en él por lo menos cuatro horas, de preferencia por la noche, para que el terreno se sature. Posteriormente, se ajusta el agua hasta una profundidad de 15 centímetros y se determina el tiempo que tarda en bajar 2.5 centímetros o velocidad de filtración. En la tabla siguiente, se verá los coeficientes de absorción del terreno para un gasto de 190 l/hab/día, si la dotación varía, entonces las cifras varían proporcionalmente.

Tabla VI. Coeficientes de filtración de terrenos para pozos

Tiempo en min. Para que el nivel baje 2.5 m	Superficie de filtración requerida por hab. Y por día/m ² (K1)
1	0.88
2	1.08
5	1.44
10	2.25
30	4.5
Más de 30	Terreno inadecuado

Fuente: Cabrera, Ricardo Antonio. Tesis Apuntes de Ingeniería Sanitaria 2, página 128.

Para éste proyecto se tomó la decisión de construir tres pozos de absorción, en el primer ramal se utilizará un pozo y para el segundo ramal dos pozos, esto es con el fin de darle un adecuado tratamiento a las aguas servidas. A continuación se calculará el pozo de absorción para el primer ramal:

$$H = \frac{K1 * N}{\pi * DP}$$

Donde:

H = Profundidad del pozo(m)

$K1$ = Coeficiente de absorción ($m^2/hab/día$)

N = Número de personas servidas

DP = Diámetro de pozo (m)

190 l/hab/día — — — — — 0.88 $m^2/hab/día$

90 l/hab/día — — — — — ?

$$K_1 = \frac{90 \text{ l/hab/día} * 0.88 \text{ m}^2/\text{hab/día}}{190 \text{ l/hab/día}} = 0.4168 \text{ m}^2/\text{hab/día}$$

Datos:

$K1 = 0.4168 \text{ m}^2/\text{hab/día}$

$N = 182 \text{ habitantes}$

$DP = 3.00 \text{ metros}$

$$H = \frac{0.4168 \text{ m}^2/\text{hab/día} * 182 \text{ habitantes}}{\pi * 3 \text{ metros}} = 8.05 \text{ metros}$$

2.2.4 Normas de diseño

2.2.4.1 Diámetros mínimos

Es importante para el diseño utilizar un diámetro adecuado, según el Instituto Nacional de Fomento Municipal (INFOM), se debe utilizar para sistemas de drenaje sanitario un diámetro mínimo de 8" cuando se utiliza tubería de cemento y de 6" cuando la tubería sea de PVC; para las conexiones

domiciliares el diámetro mínimo con tubería de cemento es de 6" y de 4" para PVC; usando en este último caso un reductor de 4"X3" como protección de obstrucciones, en la candela domiciliar se utiliza un diámetro mínimo de 12".

En este caso, se utilizará tubería PVC diámetro 6" en todo el sistema y para conexiones domiciliares se utilizará de 4".

2.2.4.2 Pendientes, velocidades mínimas y máximas

Se recomienda que la pendiente a utilizar en el diseño sea la misma del terreno, para evitar sobre costo por excavación excesiva, siempre y cuando cumpla con las relaciones hidráulicas y velocidades permisibles. Generalmente dentro de las viviendas se sugiere utilizar una pendiente mínima del 2%, lo que asegura un arrastre de las excretas. En áreas donde la pendiente del terreno es muy poca, se recomienda, en la medida de lo posible, acumular la mayor cantidad de caudales, para que generen una mayor velocidad.

Es importante en el diseño, determinar el material a utilizar para transportar los excretos, ya sea de PVC o tubería de concreto. En este diseño se utilizará tubería PVC norma 3034 diámetro de 6" circular, funcionando bajo el principio de canales abiertos, en los cuales el agua circula por la acción de la gravedad y sin ninguna presión adicional. Para el cálculo de caudal, velocidad, diámetro y pendiente, utilizaremos la fórmula de MANNING, transformada al sistema métrico para secciones circulares; dicha fórmula se describe a continuación:

$$V = \frac{1}{n} * R^{2/3} * S^{1/2}$$

$$V = 0.03429 * \frac{1}{n} * D^{2/3} * S^{1/2}$$

$$Q = 0.0005067 * D^2 * V * 1000$$

Donde:

V = Velocidad del flujo a sección llena (m/s)

Q = Caudal del flujo a sección llena (l/s)

D = Diámetro de la sección circular (plg)

S = Pendiente del gradiente hidráulico (m/m)

n = Coeficiente de rugosidad de Manning

En éste último, el coeficiente de rugosidad varía según el material a utilizar, ya sea concreto, PVC o cualquier otro material, en este caso se utilizará tubería PVC el cual no indica que el coeficiente de rugosidad será de 0.01.

También se puede diseñar el sistema de tal modo que la velocidad sea la adecuada, generalmente la velocidad del flujo mínima del flujo trabajando a cualquier sección debe ser 0.60 m/seg, para que no exista sedimentación, y menor o igual a 3.00 m/seg, para que no exista erosión ó desgaste. No siempre se obtiene esa velocidad, debido a que existen ramales que sirven a sólo unas cuantas casas y producen flujos bastante bajos, en tales casos se acepta una velocidad de 0.30 m/seg, una velocidad menor permite que ocurra sedimentación de sólidos.

Según normas del INFOM la velocidad máxima con el caudal de diseño será de 2.5 m/seg y la velocidad mínima será de 0.6 m/seg.

2.2.4.3 Cotas invert

Es la distancia entre el nivel de la rasante del suelo y el nivel inferior de la tubería, tomando en cuenta que la cota invert sea, al menos, igual al recubrimiento mínimo necesario de la tubería. Debe tomarse en cuenta para el cálculo de cotas invert, que la cota invert de salida de un pozo se coloca, al menos, tres centímetros más baja que la cota invert de entrada más baja que llega al pozo. La forma de calcular las cotas es la siguiente:

$$CIS1 = CT * Hp1$$

$$CIE2 = CIS1 * \left(\frac{S\% * DH}{100} \right)$$

$$CIS2 = CIE2 - 0.03 \text{ m.}$$

Donde:

CIS1 = Cota invert de salida del pozo de visita 1

CT = Cota de terreno

Hp1 = Altura de pozo de visita 1

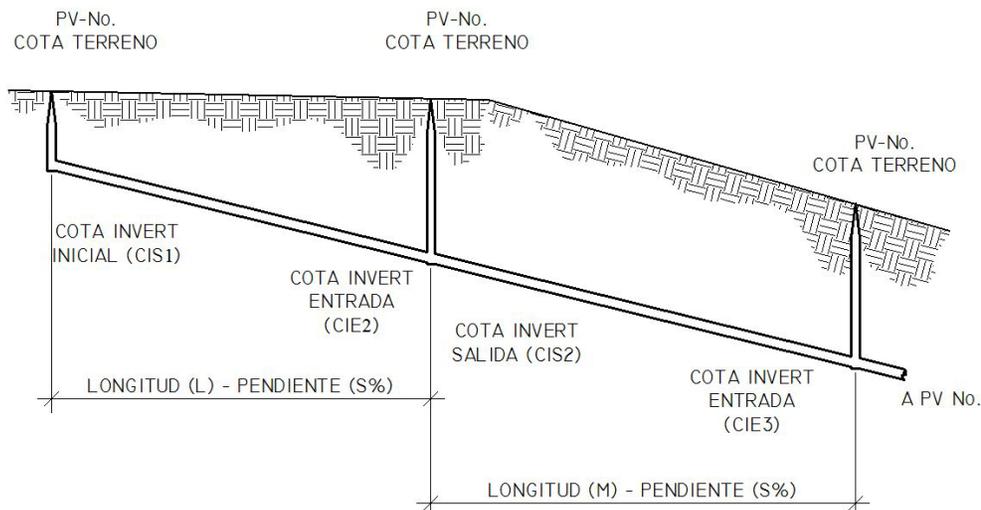
CIE2 = Cota invert de entrada del pozo de visita 2

CIS2 = Cota invert de salida del pozo de visita 2

S% = Pendenza de tubería

DH = Distancia horizontal entre pozos

Figura 17. Esquema de cotas invert



2.2.4.4 Profundidad de instalación de tuberías

Para determinar la profundidad de la tubería, se realiza un cálculo con las cotas invert, en todo caso debe chequear que la tubería tenga un recubrimiento adecuado, esto con el fin de no sufrir daños con el paso de personas, vehículos, o que se fracture por el golpe o caída de algún objeto pesado sobre el mismo. El recubrimiento de la tubería se calculará de la siguiente manera:

$$H_{min \text{ tubería}} = h (\text{tráfico pesado ó liviano}) + (\emptyset \text{ de tubería} + \text{Espesor})$$

La variable h dependerá de la situación en la que se encuentre para diseñar este sistema, ya sea de tráfico pesado o liviano, a continuación se mostrará la variación de la variable h con respecto a los diámetros y tráfico respectivamente.

Tabla VII. Profundidades mínimas de tubería de PVC

PROFUNDIDADES MÍNIMAS DE LA COTA INFERIOR PARA EVITAR RUPTURAS													
Ø	6"	8"	10"	12"	16"	18"	21"	24"	30"	36"	42"	48"	60"
TRÁFICO NORMAL	1.16	1.22	1.28	1.33	1.41	1.5	1.58	1.66	1.84	1.99	2.14	2.25	2.55
TRÁFICO PESADO	1.36	1.42	1.48	1.53	1.51	1.7	1.78	1.86	2.04	2.19	2.34	2.45	2.75

Fuente: Orosco, Juan Adolfo. Tesis Diseño de Drenaje Sanitario
Aldea San Pedro Petz, Departamento de San Marcos. Pág. 29

2.2.4.5 Ancho de zanjas

El ancho de las zanjas es un factor importante, ya que de la misma se deriva el volumen de excavación a realizar, se deberá recordar que es necesario realizar una excavación adecuada no solo para facilitar el trabajo de instalación si no para lograr optimizar el trabajo. En la siguiente tabla se encontrará los anchos recomendados dependiendo de la profundidad y del diámetro de tubería a emplear.

Tabla VIII. Ancho de zanja

Tubo	Menos de				
(Pulgadas)	1.86 m.	2.86 m.	3.86 m.	5.36 m.	6.36 m.
6	60 cm.	65 cm.	70 cm.	75 cm.	80 cm.
8	60	65	70	75	80
10	70	70	70	75	80
12	75	75	75	75	80
15	90	90	90	90	90
18	110	110	110	110	110
21	110	110	110	110	110
24	135	135	135	135	135

Fuente: López Barrios, Edgar Rogelio. Trabajo de Graduación, Diseño red de alcantarillado sanitario aldea el Chagüite, San Marcos. Pág. 64

2.2.4.6 Pozos de visita

Los pozos de visita son parte de las obras de alcantarillado y son empleados como medios de inspección y limpieza. Un pozo de visita debe proporcionar un control de flujo hidráulico en cambios de dirección, gravedad y consolidación de flujos convergentes; debe proporcionar acceso a la tubería para mantenimiento e inspección y sobre todo proporcionar ingreso de oxígeno al sistema.

Los pozos de visita se colocan en los siguientes casos:

- Al comienzo de todo colector.
- En toda intercepción de colectores.
- En todo cambio de dirección, si el colector no es visible interiormente, y en todo colector visitable que forme un ángulo menor de 120°.
- En todo cambio de sección o diámetro.
- En tramos rectos a distancias no mayores de 100 a 120 metros.
- En las curvas de colectores visitables, a no más de 30 metros.

Los materiales con los que se construirán los pozos de visita en el diseño serán: mampostería de ladrillo de barro cocido, tapadera de concreto, brocal de concreto, piso de concreto reforzado y escalones de metal.

2.2.4.7 Ejemplo de cálculo de drenaje sanitario

Se realizarán los cálculos correspondientes a un tramo inicial del segundo ramal específicamente del pozo de visita uno (PV1) al pozo de visita dos (PV2).

Cálculo del tramo PV1 A PV2

Cota de terreno inicial (CTI) = 137.75

Cota de terreno final (CTF) = 137.26

Distancia horizontal (DH) = 70 m.

Cálculo de pendiente del terreno:

$$S\% \text{ terreno} = \frac{CTI - CTF}{DH} * 100$$

$$S\% \text{ terreno} = \frac{137.75 - 137.26}{70.00} * 100 = 0.70$$

Población de diseño:

$$Pf = Pa * (1 + R/100)^t$$

Pa = 35 habitantes

R = 2.924

T = 30 años

$$Pf = 35 * (1 + 2.924/100)^{30} = 84 \text{ habitantes}$$

Factor de flujo instantáneo:

$$FH(\text{actual y futuro}) = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\frac{Po}{1000}}}$$

$$FH(\text{actual}) = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\frac{35}{1000}}} = 4.34$$

$$FH(\text{futuro}) = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\frac{84}{1000}}} = 4.26$$

Caudal de diseño:

$$Qs(\text{caudal de diseño}) = \text{No. habitantes} * Fqm (\text{factor de caudal medio}) * FH$$

$$Qs(\text{actual}) = 35 * 0.002 \text{ l/hab/seg} * 4.34 = 0.304 \text{ l/seg}$$

$$Qs(\text{futuro}) = 84 * 0.002 \text{ l/hab/seg} * 4.26 = 0.716 \text{ l/seg}$$

El caudal de diseño actual no cumple con un caudal mínimo de 0.40 l/seg, por otro lado el caudal futuro si cumple con éste requisito, lo cual indica que se debe cambiar el dato actual a el mínimo.

Diseño hidráulico:

$$\text{Diámetro del tubo} = 6''$$

$$\text{Tipo de tubería} = \text{PVC}$$

$$\text{Pendiente del tubo} = 2.35\%$$

$$\text{Rugosidad (n)tubo} = 0.01$$

Velocidad a sección llena:

$$V = 0.03429 * \frac{1}{n} * D^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 0.03429 * \frac{1}{0.01} * (6)^{\frac{2}{3}} * (2.35)^{\frac{1}{2}} = 1.731 \text{ m/s}$$

Capacidad a sección llena:

$$Q = 0.0005067 * D^2 * V * 1000$$

$$Q = 0.0005067 * (6)^2 * 1.731 \frac{m}{s} * 1000 = 31.56 \text{ l/s}$$

Relaciones hidráulicas:

$$\frac{q}{Q}(\text{actual}) = 0.012671$$

$$\frac{q}{Q}(\text{futuro}) = 0.022690$$

De tabla de relaciones hidráulica se obtiene los datos:

$$\frac{v}{V}(\text{actual}) = 0.348 \quad \frac{d}{D}(\text{actual}) = 0.08$$

$$v = 0.348 * 1.731 \text{ m/s} = 0.602 \text{ m/s}$$

$$\frac{v}{V}(\text{futuro}) = 0.414 \quad \frac{d}{D}(\text{futuro}) = 0.105$$

$$v = 0.414 * 1.731 \text{ m/s} = 0.716 \text{ m/s}$$

Las velocidades se encuentran dentro del rango (0.60 m/s – 3.00m/s) y las alturas de los tirantes se encuentran bien (0.10 – 0.90), el primero, una mínima por abajo del límite inferior, pero se debe a que es un ramal inicial por lo que se acepta el dato.

Cotas invert:

$$Cota\ invert\ de\ salida\ (CIS) = Cota\ de\ terreno\ (CT) - altura\ de\ pozo\ (h)$$

$$Cota\ invert\ entrada\ (CIE) = CIS - \frac{Pendiente\ tubo(S\%) * distancia\ horizontal}{100}$$

$$CIS = 137.75 - 1.16 = 136.59$$

$$CIE = 136.59 - \frac{2.35 * 70}{100} = 134.95$$

Altura de pozos de visita:

$$Altura\ pozo\ de\ visita\ PV1 = Cota\ de\ terreno\ (CT) - Cota\ invert\ inicial(CIS)$$

$$Altura\ pozo\ de\ visita\ PV2 = Cota\ de\ terreno\ (CT) - Cota\ invert\ entrada\ (CIE)$$

$$PV1 = 137.75 - 136.59 = 1.16\ m.$$

$$PV2 = 137.26 - 134.95 = 2.32\ m.$$

2.2.4.8 Evaluación de impacto ambiental

La evaluación respectiva, tiene como objetivo analizar las operaciones que se desarrollarán durante el proyecto, tanto en la etapa de construcción y operación, para identificar los impactos que se generarán, su naturaleza, su persistencia y su magnitud en el espacio y en el tiempo. Se debe realizar un plan de manejo ambiental, a fin de implementar acciones para controlar, minimizar y atenuar los impactos ambientales.

El estudio, procura que el sistema sirva para la totalidad de los habitantes de la aldea, sobre la base de un análisis que permita encauzar las aguas negras con un período de diseño que justifique la inversión en las obras y que su calidad se ajuste a las normas mínimas.

Durante el proceso de construcción del sistema de drenaje sanitario para la aldea los Potrerillos, debe tomarse en cuenta la excavación de suelo, debido a la apertura del terreno para la colocación de las tuberías de conducción, a la vez, la construcción de los pozos de visita. Se puede decir que en su totalidad la red será en la vía pública, por lo que existe el derecho de paso de parte de la municipalidad de Zaragoza, lo mismo sucede donde se ubicarán las plantas de tratamiento integradas por fosa séptica y pozo de absorción. En el primer ramal se tendrá una fosa y pozo de absorción, y para el segundo tendríamos una fosa séptica y dos pozos de absorción, ambas descargas estarían ubicadas en terreno montañoso a orillas de zanjones, con derecho de parte de la municipalidad local. De esta forma se tendría que cortar vegetación a lo largo de las descargas, donde se realizarán las fosas y pozos de absorción, pero con el más mínimo detalle de cuidar la zona, evitando solo cortar lo necesario y de esta forma mantener la flora de los bosques intacta. Al finalizar la colocación de la tubería, se deberá compactar para resguardar la tubería y continuar con la vía pública.

En cuanto a la construcción de las obras de arte, es necesario tomar en cuenta el retiro de todos los sobrantes de material, así como la limpieza de toda el área de trabajo para evitar cualquier tipo de contaminación e incomodidades con los residentes en los alrededores.

El impacto ambiental que se generará en operación el proyecto será: el de malos olores por el proceso de sedimentación de los sólidos en la fosa, lo

cual generará unos gases que serán de desagrado para algunos campesinos con cultivos aledaños, pero por la distancia de la ubicación de las fosas con respecto a los cultivos es retirada y teniendo un buen control sobre la limpieza del mismo, lograremos evitar en gran medida estos olores. Ahora con respecto a que si exista un rebalse en estos pozos de absorción, se conducirán por quebradas compuestas de montañas y ubicadas a una distancia considerable de la aldea, con esto controlar en gran medida el proyecto para que no tenga un impacto negativo en la naturaleza.

2.2.4.9 Evaluación socio-económico

Se sabe qué, en los proyectos de interés comunitario, como el sistema de drenaje sanitario para la aldea Los Potrerillos, tienen como objetivo principal proveer servicios a la ciudadanía, buscando el bienestar público y no las ganancias. Los proyectos del sector público no generan renta alguna, por lo que lo más recomendable para evaluar económicamente las alternativas públicas es un análisis beneficio/costo, considerando como costos los gastos para la construcción, operación y mantenimiento del proyecto, y como beneficios las ventajas que experimentará el público con la implementación del proyecto.

En este proyecto no es posible estimar un monto exacto del impacto económico de los beneficios que traerá la implementación del sistema de drenaje sanitario, se puede mencionar entre éstos, el ahorro en el sector salud, los gastos y molestias ocasionados por la falta de un sistema de drenaje sanitario y sobre todo la comodidad, la cual se estará generando por la construcción del sistema.

2.2.4.9.1 Valor presente neto

El valor presente neto es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja. Éste puede desplegar tres posibles respuestas: $VPN < 0$, $VPN = 0$, y $VPN > 0$.

La primera opción, $VPN < 0$, previene sobre la no rentabilidad del proyecto en evaluación, entre mayor sea el valor negativo, más grande será la pérdida. Cuando el $VPN = 0$, éste indica que se está generando el porcentaje de utilidad deseado. En el caso de $VPN > 0$, la opción es rentable e inclusive podrían incrementarse las utilidades.

Como inversión inicial, la municipalidad de Zaragoza tendrá que realizar el desembolso total del proyecto, en el caso de mantenimiento de la fosa y pozo de absorción, lo realizarán trabajadores fontaneros de la municipalidad, lo cual indica que no es posible estimar el monto que se tendrá que cancelar a los trabajadores; de manera que el monto total del proyecto será una inversión sin generación de ingresos mensuales ni anuales de parte de los usuarios en la vida útil del proyecto. Se debe recordar que en éstos casos, el beneficio es de todos los habitantes de la aldea, y que es un servicio básico, por lo que es de importancia la realización del mismo sin importar la inversión que se realizará, siempre y cuando se estime los fondos necesarios y contar con éste para la realización del proyecto. Entonces se puede decir que el valor presente neto del proyecto es menor que cero.

2.2.4.9.2 Tasa interna de retorno

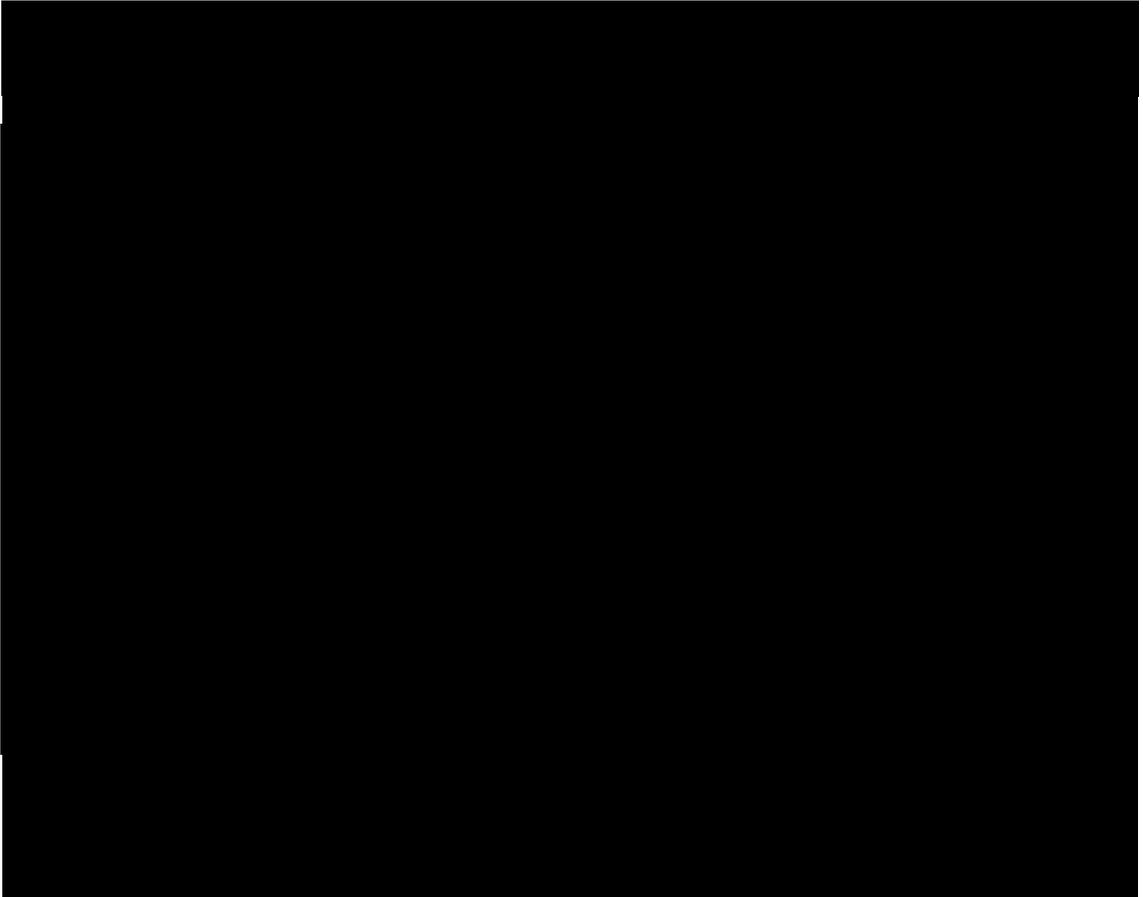
La tasa interna de retorno (TIR) es la tasa de interés con la cual el valor presente neto (VPN) es igual a cero, es decir, es la tasa de interés en la cual el valor presente de costos es igual al valor presente de ingresos.

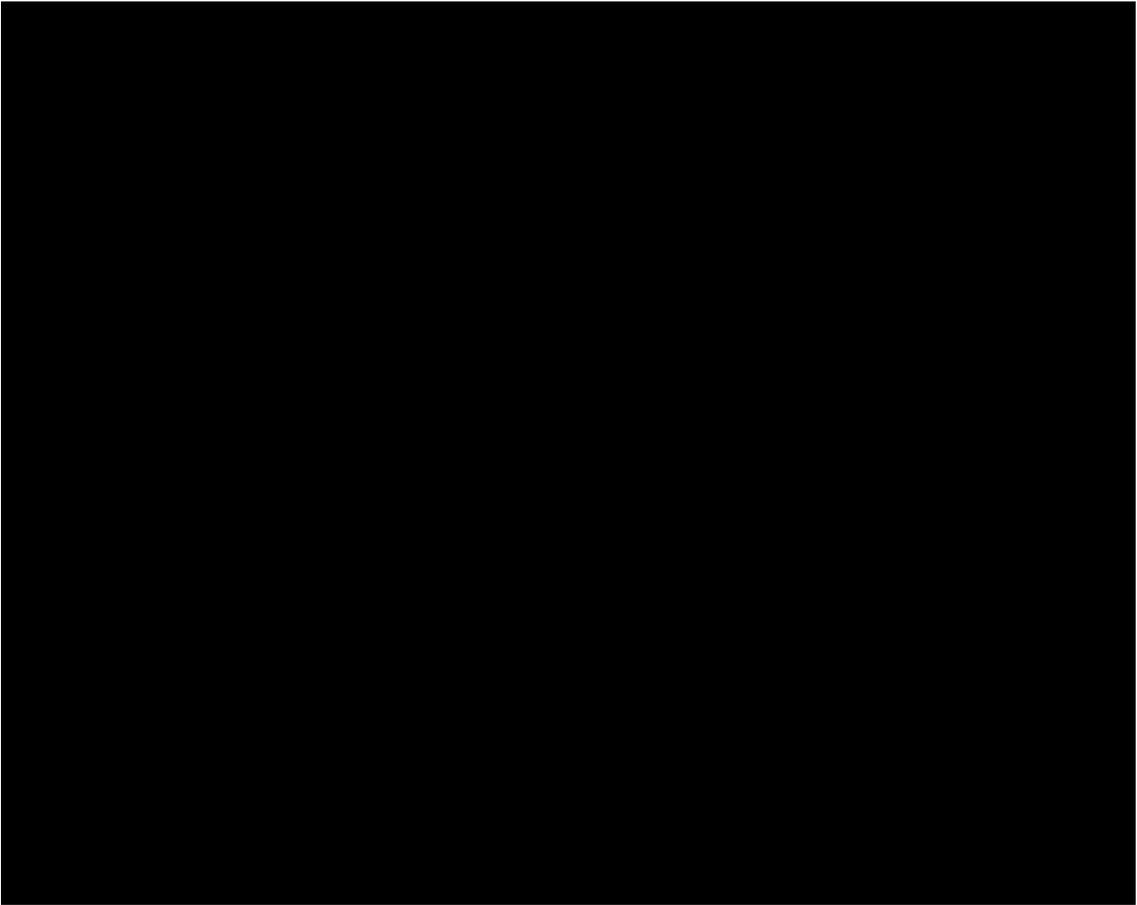
La TIR sirve para identificar claramente el tiempo en que se recuperará el capital asignado a una inversión, se utiliza para decidir sobre la aceptación o rechazo de un proyecto de inversión.

El valor numérico de la TIR puede oscilar en un rango entre -100% hasta el infinito. En términos de inversión, una tasa interna de retorno con valor negativo representa pérdida, por lo que una $TIR = -100\%$ significa que se ha perdido la cantidad completa.

Aplicando el principio del párrafo anterior a este proyecto, que tiene como único desembolso la inversión del proyecto, sin generar renta alguna, la tasa interna de retorno será de -100%.

2.2.5 Presupuesto





2.2.6 Cronograma de ejecución

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN TRAMO DE 100 METROS CON DOS POZOS DE VISITA

No.	RENGLÓN	SEMANA 1						
		LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	DOM
1	RECTIFICACIÓN DE NIVEL	■						
2	EXCAVACIÓN DE POZO		■					
3	FUNDICIÓN DE PISO			■				
4	LEVANTADO DE MUROS			■	■			
5	ARMADO Y FUNDICIÓN DE BROCAL				■			
6	COLOCADO DE BROCAL					■		
7	EXCAVACIÓN DE COLECTOR PRINCIPAL					■	■	
8	COLOCACIÓN DE COLECTOR PRINCIPAL						■	
9	RELLENO DE ZANJA						■	
10	LIMPIEZA						■	

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN FOSA SÉPTICA

No.	RENGLÓN	SEMANA 1							SEMANA 2						
		LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	DOM	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	DOM
1	TRAZO Y LIMPIEZA	■													
2	EXCAVACIÓN		■												
3	ARMADO DE PISO			■											
4	FUNDICIÓN DE PISO				■										
5	ARMADO DE MUROS					■									
6	FUNDICIÓN DE MUROS						■								
7	ENTARIMADO							■							
8	ARMADO DE LOSA								■						
9	FUNDICIÓN DE LOSA									■					
10	LIMPIEZA													■	

El proyecto se ejecutará en su totalidad en tres meses 20 días.

2.2.7 Planos

Los planos se encuentran adjuntos al final en la sección de apéndice, esto con motivo de ampliar el presente trabajo.

CONCLUSIONES

1. Se diseñaron los proyectos a fin de buscar mejorar la infraestructura del municipio de Zaragoza, la comodidad de los estudiantes del INEB y de la aldea Los Potrerillos.
2. El costo de construcción en su totalidad de éste salón será de Q. 1,380.86 teniendo en cuenta que todo se ha integrado a excepción del factor de indirectos, debido a que éste será calculado en la Oficina de Planificación Municipal, a petición de la municipalidad de dicha localidad.
3. En los tramos PV-14 a PV-15 y PV-21 a PV-47, verificar con aparato topográfico para el control de la pendiente de la tubería, a pesar que los tramos son de distancia menor, ya que es muy importante la adecuada colocación y respectivas cotas invert.
4. En la construcción de los pozos de absorción, se tomará el cuidado necesario para la realización de la ubicación o separación entre pozos, y con esto evitar la mala absorción de parte del suelo.
5. Después de realizar la evaluación de impacto ambiental inicial de ambos proyectos, se considera que ninguno afectará de manera significativa el ecosistema que les rodea, siempre y cuando se lleven procedimientos adecuados de construcción.

RECOMENDACIONES

1. Para que las instalaciones del salón estén en buenas condiciones, es necesario que los estudiantes y personas en general tengan un cuidado especial con depositar la basura en su respectivo lugar, realizar la limpieza después de la utilización del salón, realizar mantenimiento de limpieza para que la edificación tenga un tiempo considerable de servicio.
2. Seguir con sumo cuidado las normas y detalles que se tomaron en la elaboración de los diseños anteriores, ya que un buen control sobre la construcción y mantenimiento de los proyectos se alcanzará la vida útil de los mismos.
3. A la municipalidad, brindar el mantenimiento adecuado al sistema de alcantarillado sanitario, ya sea preventivo y/o correctivo, ya que éste permitirá mantener el sistema en buenas condiciones y en funcionamiento.
4. Seguir con cuidado los parámetros de diseño y utilizar los materiales con los cuales los proyectos fueron diseñados, no alterar de ninguna manera las características de los materiales, utilizar las formas de construcción más adecuadas para las diferentes etapas de la construcción.
5. A la municipalidad, realizar capacitación de educación ambiental a las personas que utilizarán el sistema de drenaje sanitario.

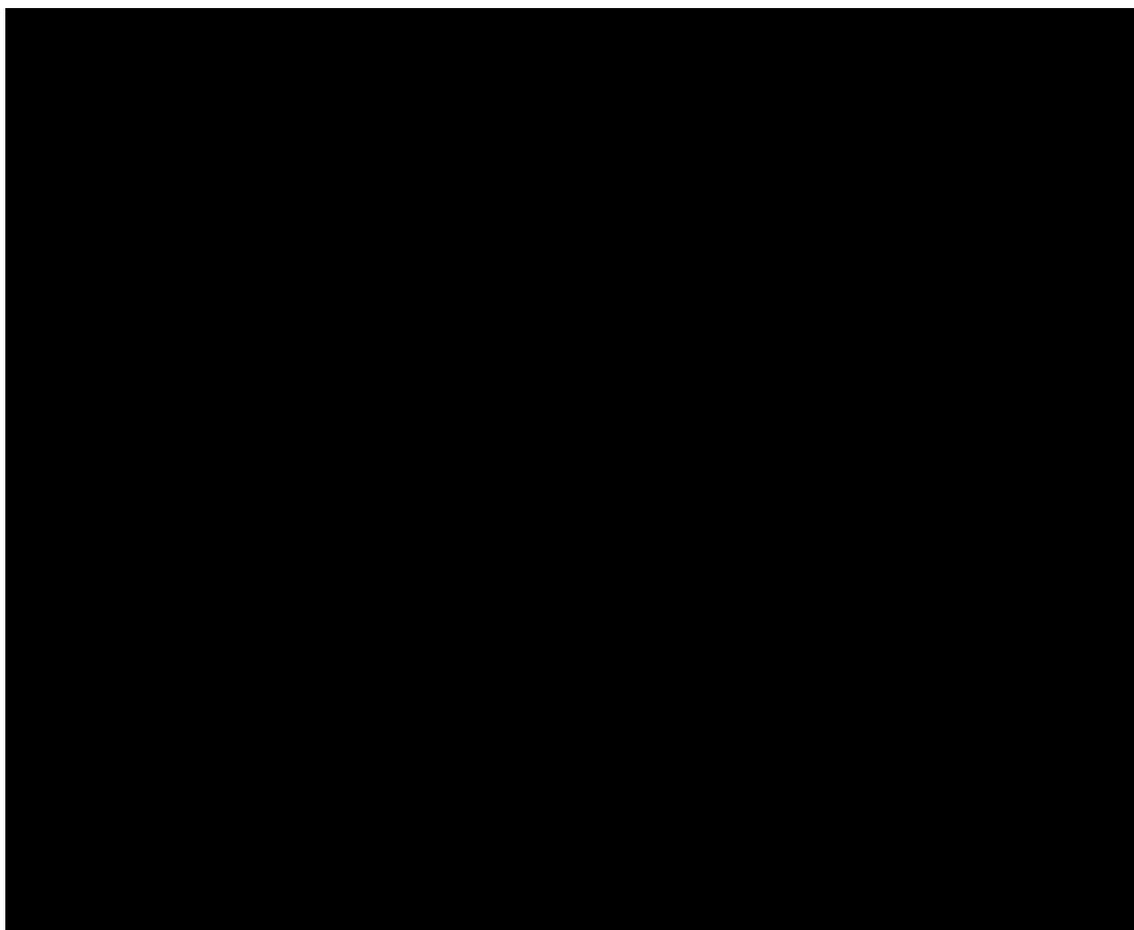
BIBLIOGRAFÍA

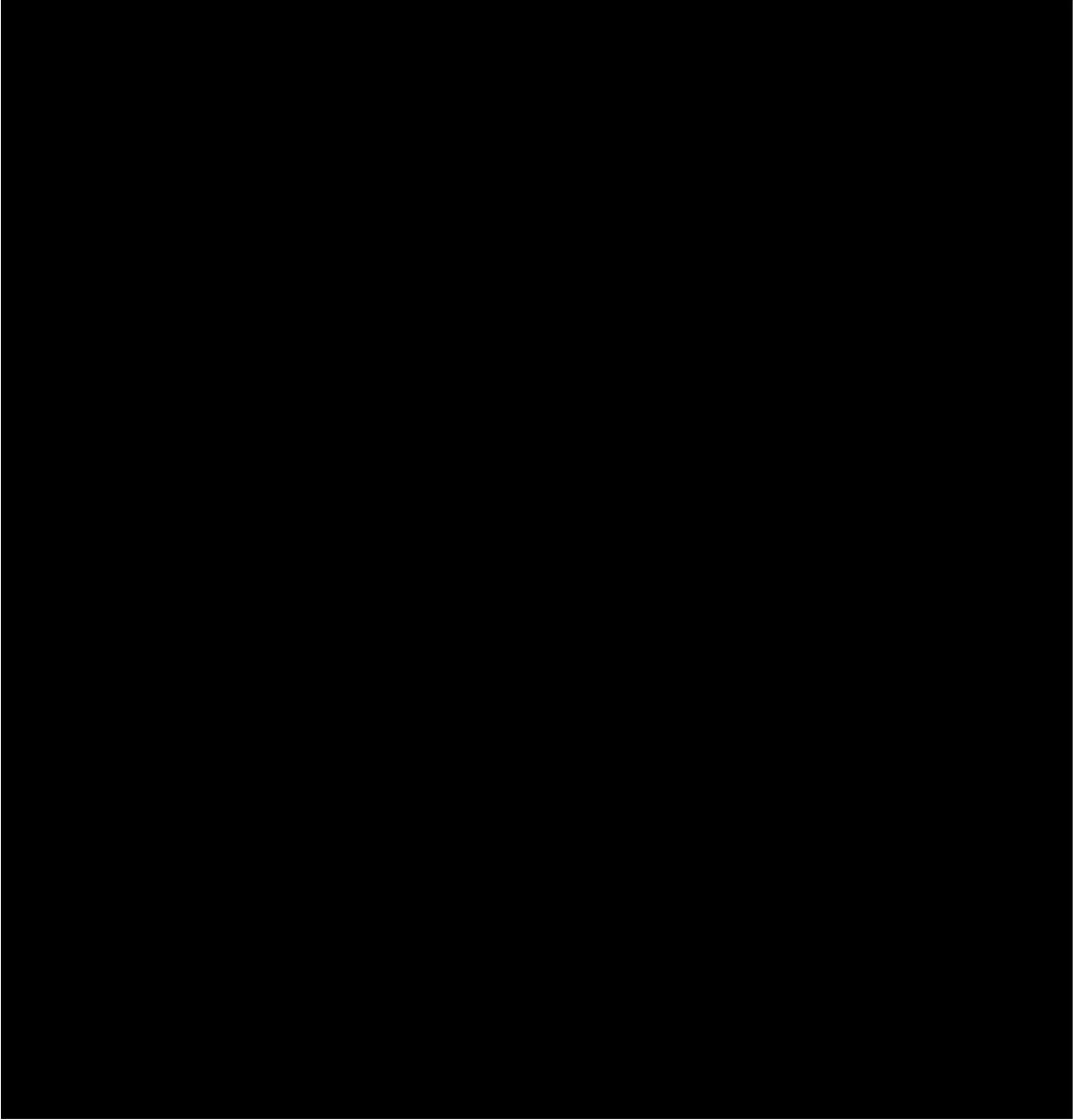
1. Aguilar Tumax, Carlos Humberto. Nuevas tecnologías de bajo costo para drenajes de aguas negras en zonas de escasos recursos. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2001. 97 pp.
2. Briones Tello, Jorge Luis. Alcantarillad a Playa Grande, o sanitario para Ixcán departamento de El Quiché. Tesis de graduación de Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1996. 43 pp.
3. Cabrera Riepele, Ricardo Antonio. Apuntes de Ingeniería Sanitaria 2. Tesis de graduación de Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1989. 135 pp.
4. Ortiz López, Adolfo Daniel. Diseño de sistema de alcantarillado sanitario para las colonias Linda Vista y Nueva Vida, en el municipio de Guastatoya, departamento de el Progreso. Tesis de graduación de Ing. Civil, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1996. 70 pp.
5. Pacajoj Ixquiac, Sergio Iván. Aplicaciones para alcantarillados del programa Autocad desarrollo de urbanizaciones. Trabajo de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, 2005.

APÉNDICE 1

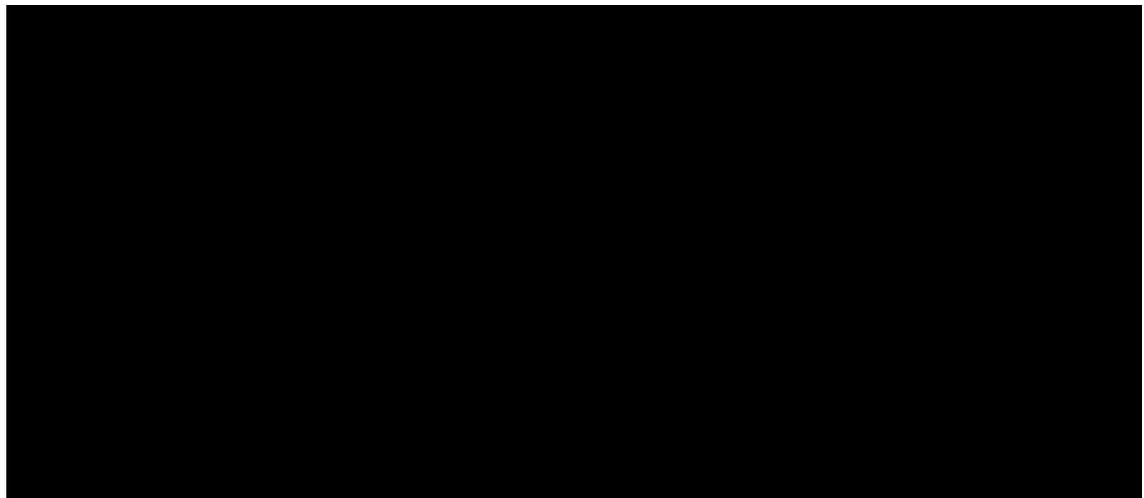
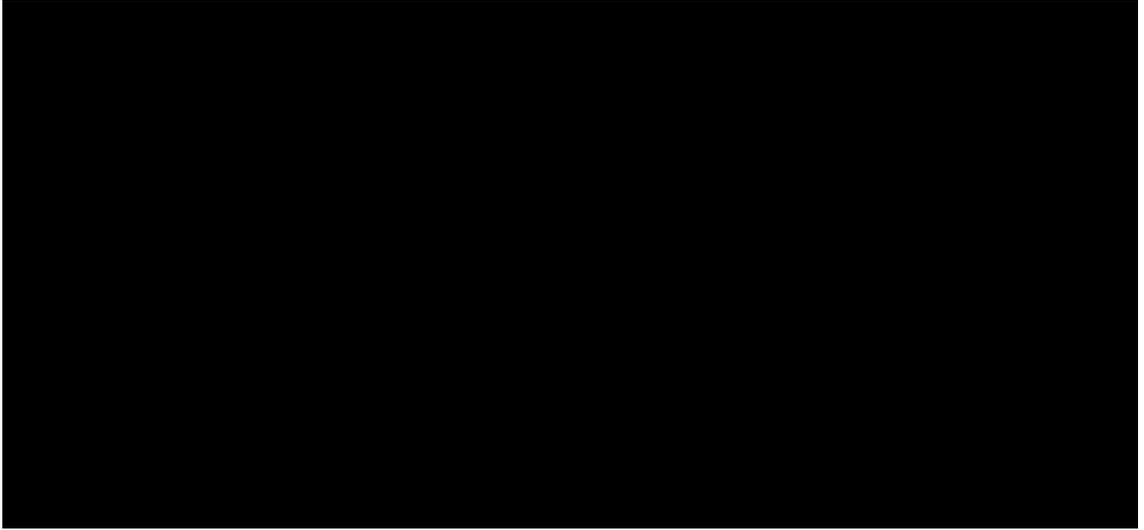
- MEMORIA DE CÁLCULOS

MEMORIA DE CÁLCULO RAMAL 2

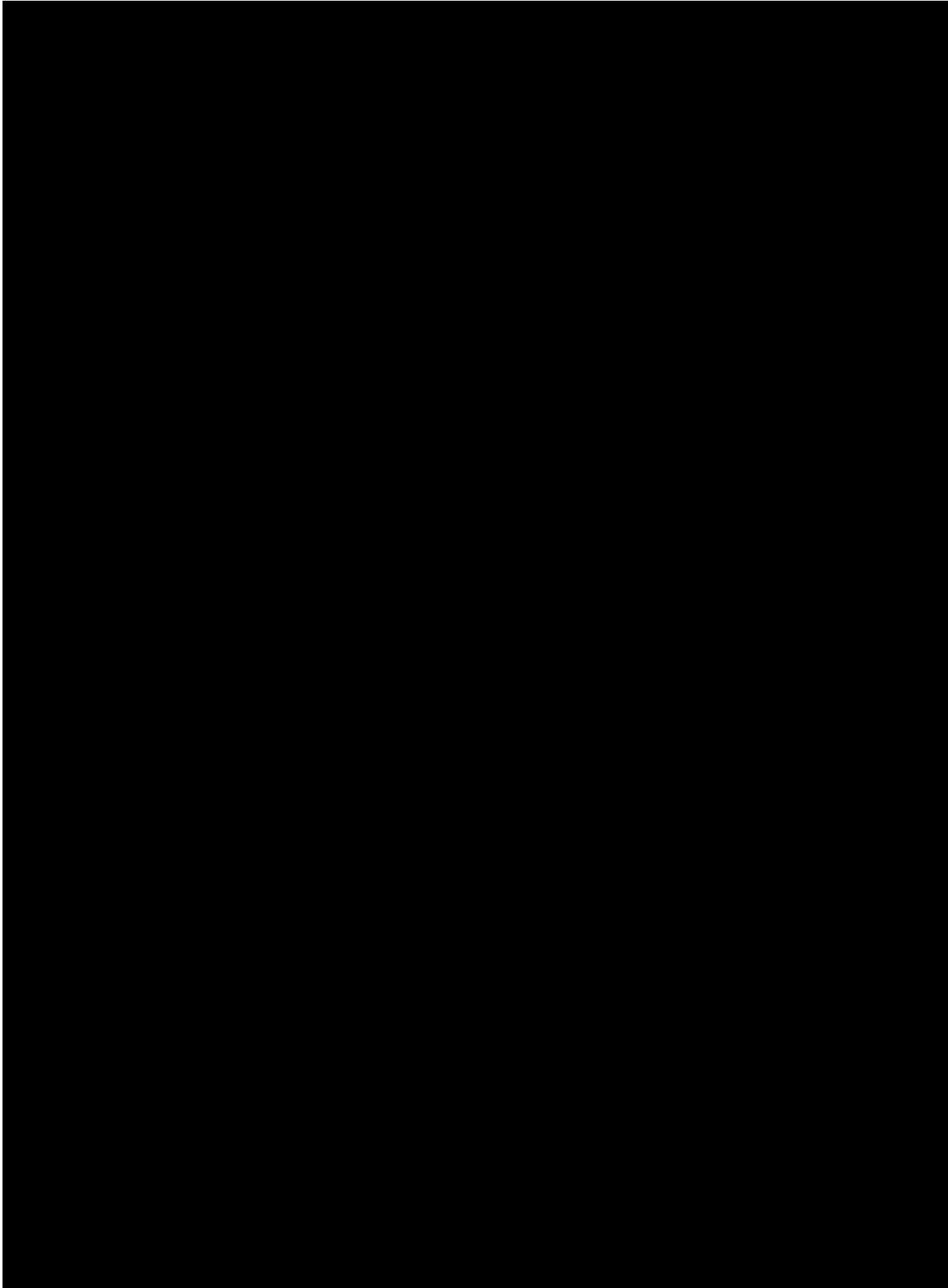


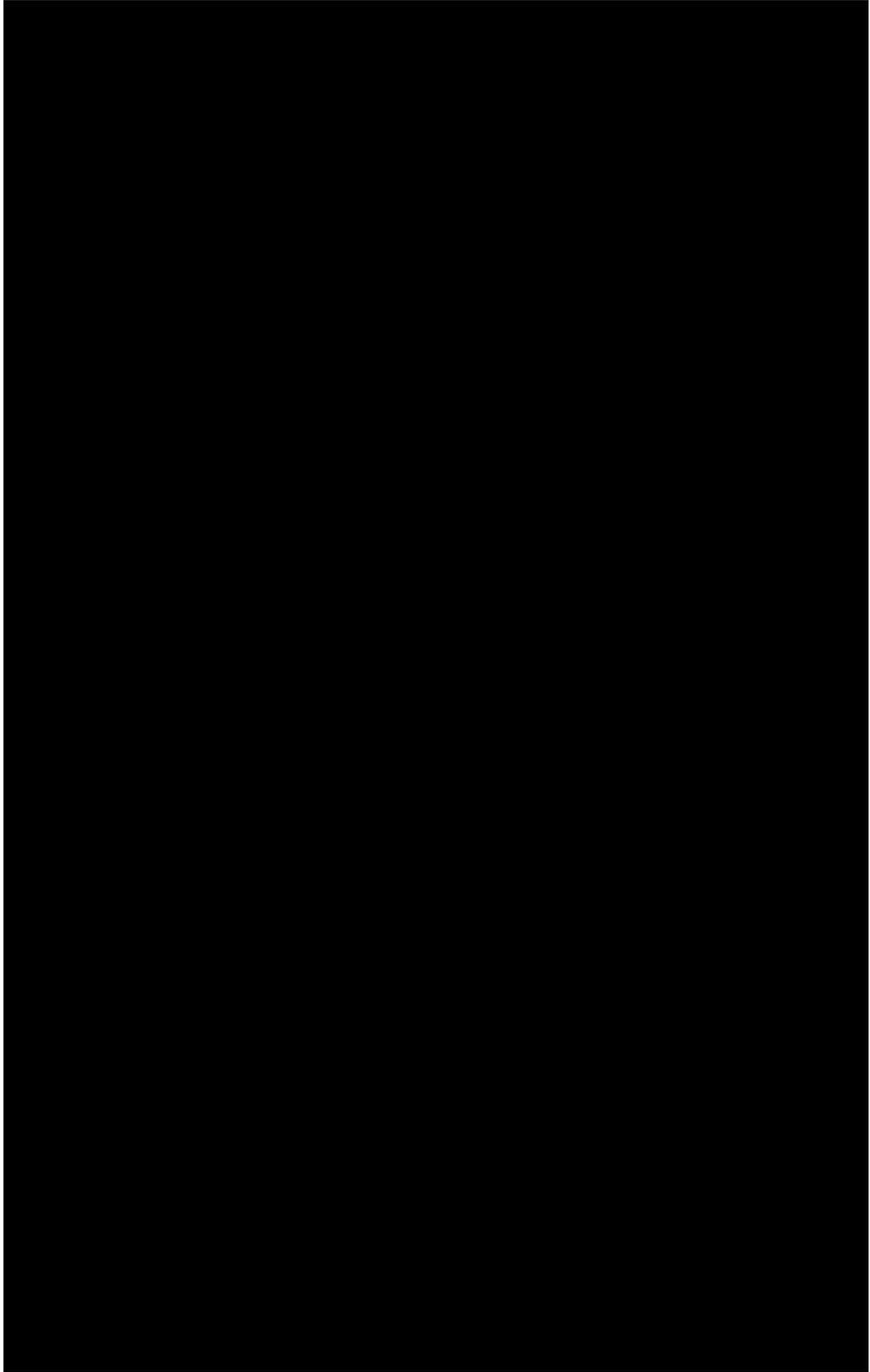


MEMORIA DE CÁLCULO RAMAL 1



LIBRETA TOPOGRÁFICA “ALDEA LOS POTRERILLOS”



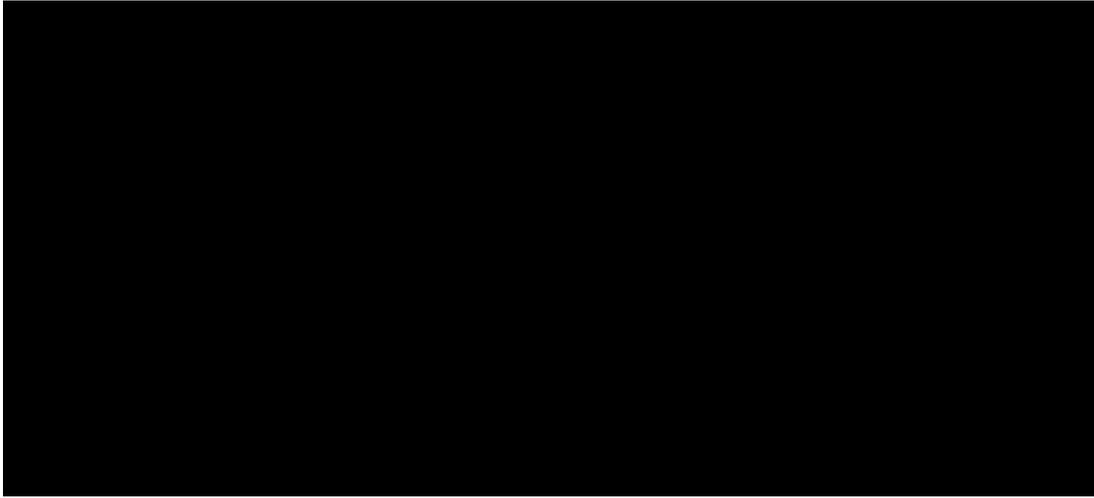


LIBRETA FINAL DE TRAZO DE RED

EST	PO	AZIMUT	DISTANCIA
PV1	PV2	6°0'8"	70.00
PV2	PV3	291°10'29"	105.50
PV3	PV4	273°48'23"	100.00
PV4	PV5	273°48'23"	53.55
PV5	PV6	281°40'32"	46.20
PV6	PV7	292°34'3"	68.74
PV7	PV8	277°52'48"	80.36
PV8	PV9	271°6'33"	104.50
PV9	PV10	5°0'33"	25.58
PV10	PV11	19°23'54"	29.27
PV11	PV12	27°47'2"	92.29
PV12	PV13	21°16'51"	40.00
PV13	PV14	12°4'41"	94.10
PV14	PV15	12°4'41"	62.42
PV15	PV16	4°1'14"	98.50
PV16	PV17	55°30'41"	78.93
PV17	PV18	53°43'53"	40.92
PN18	PV19	8°51'53"	17.79
PV19	PV20	350°51'10"	65.79
PV20	PV21	10°18'45"	18.67

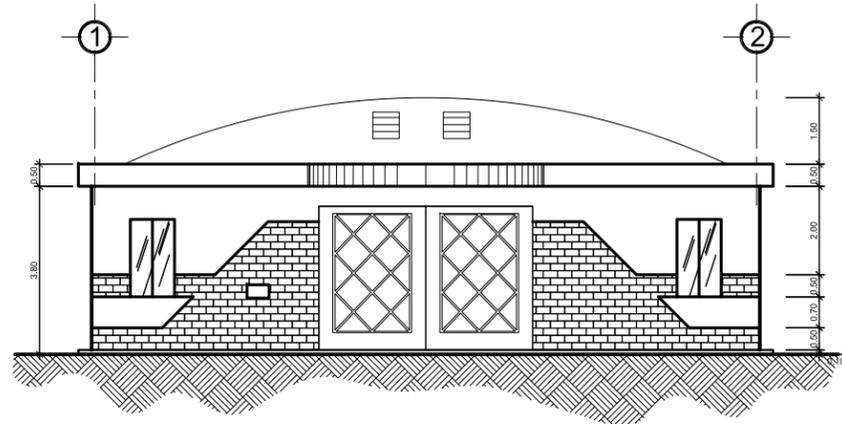
PV20	PV21	10°18'45"	18.67
PV22	PV23	308°41'23"	98.00
PV23	PV24	304°26'2"	67.81
PV24	PV25	307°16'20"	74.16
PV25	PV26	302°34'34"	79.08
PV26	PV21	309°44'44"	76.00
PV21	PV27	346°30'53"	39.99
PV27	PV28	352°9'0"	100.00
PV28	PV29	349°33'19"	106.24
PV29	PV30	340°43'59"	54.86
PV30	PV31	336°32'22"	36.04
PV31	FS2	253°2'32"	5.00
PV32	PV33	166°36'10"	47.29
PV33	PV34	171°5'38"	87.30
PV34	PV35	143°10'8"	43.53
PV35	PV36	128°31'23"	100.00
PV36	PV37	127°39'16"	76.39
PV37	PV38	106°13'19"	52.60
PV38	PV39	132°26'36"	22.86
PV39	PV40	135°56'20"	66.90
PV40	PV41	136°13'12"	98.21
PV41	PV42	134°58'27"	31.59
PV42	PV43	138°53'24"	59.08
PV43	PV44	123°42'5"	9.81
PV44	PV45	93°20'14"	20.00
PV45	FS1	93°20'14"	20.00

LIBRETA TOPOGRÁFICA "INEB"

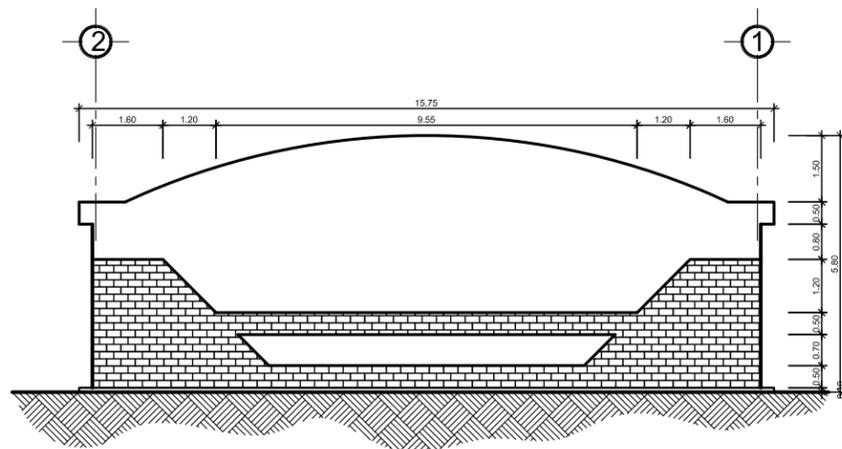


APÉNDICE 2

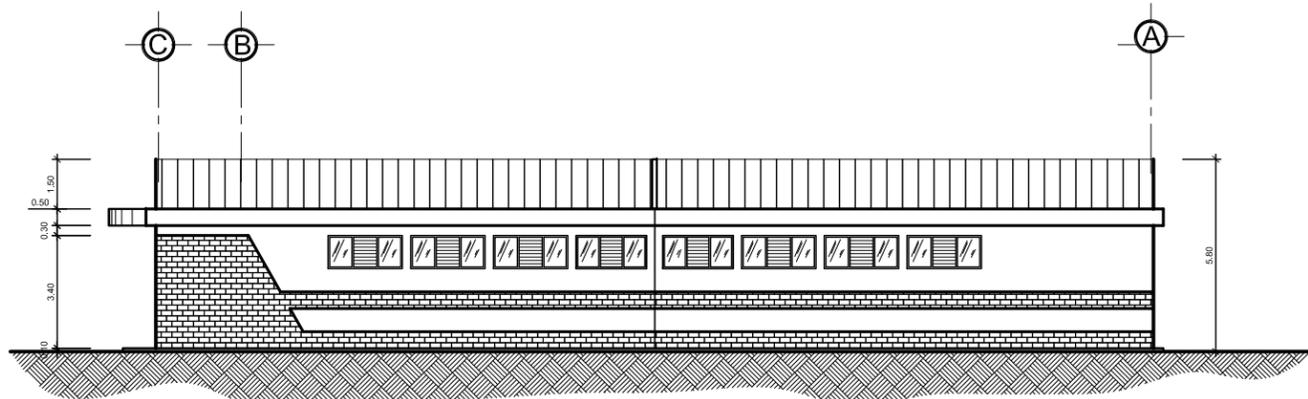
- PLANOS CONSTRUCTIVOS DEL SALÓN DE USOS MÚLTIPLES
- PLANOS CONSTRUCTIVOS DEL ALCANTARILLADO SANITARIO



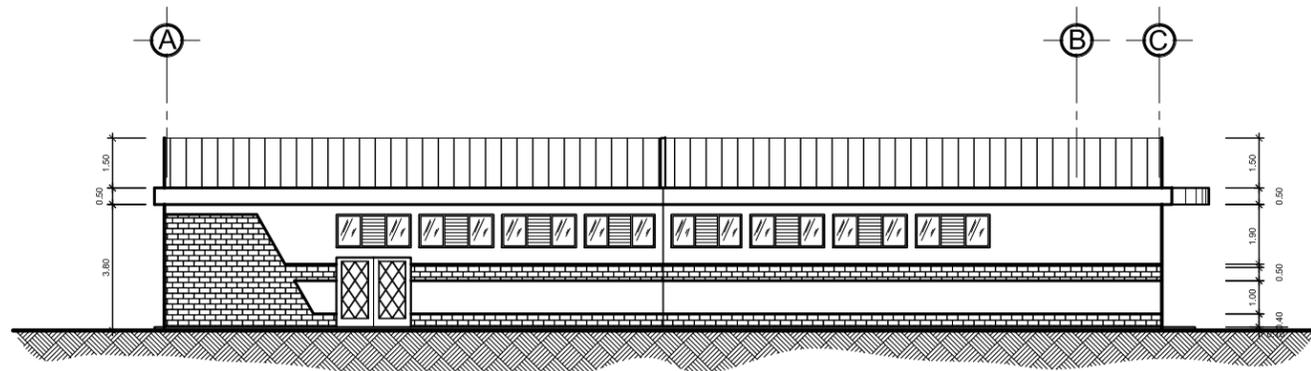
ELEVACIÓN FRONTAL
ESCALA 1 / 75



ELEVACIÓN POSTERIOR
ESCALA 1 / 75



ELEVACIÓN LATERAL DERECHA
ESCALA 1 / 100



ELEVACIÓN LATERAL IZQUIERDA
ESCALA 1 / 100

PARÁMETROS DE DISEÑO

- $F_y = 2,810 \text{ kg/cm}^2$ (Grado 40)
- $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (3,000 PSI)
- $f_m = 30 \text{ kg/cm}^2$
- $V_s = 17.88 \text{ ton/m}^2$



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

INSTITUCION:
MUNICIPALIDAD DE ZARAGOZA CHIMALTENANGO
PROYECTO: DISEÑO DEL SALÓN DE USOS MÚLTIPLES PARA
INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICA (INEB)

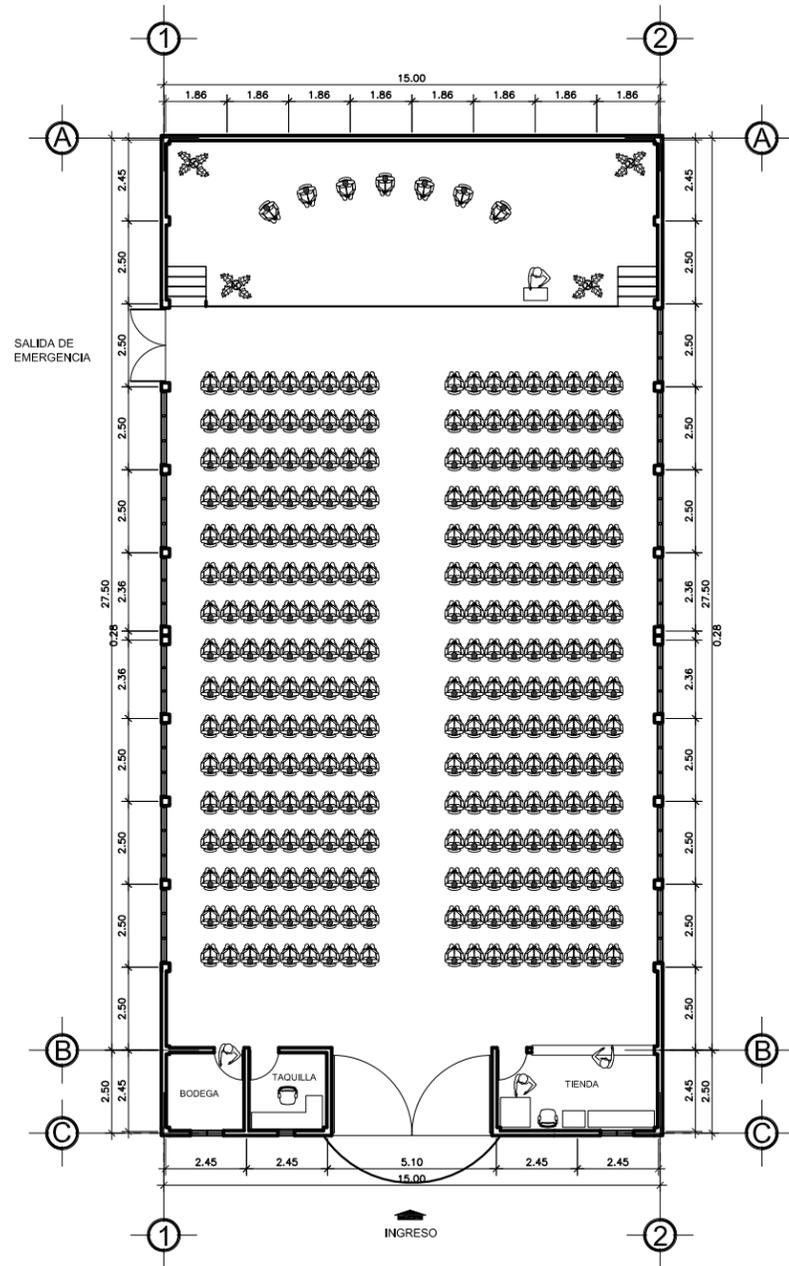
DISEÑO: M.M.T.Y.
DIBUJO: M.M.T.Y.
CALCULO: M.M.T.Y.

CONTENIDO:
ELEVACIONES

ESCALA: INDICADA
FECHA: OCTUBRE 2010

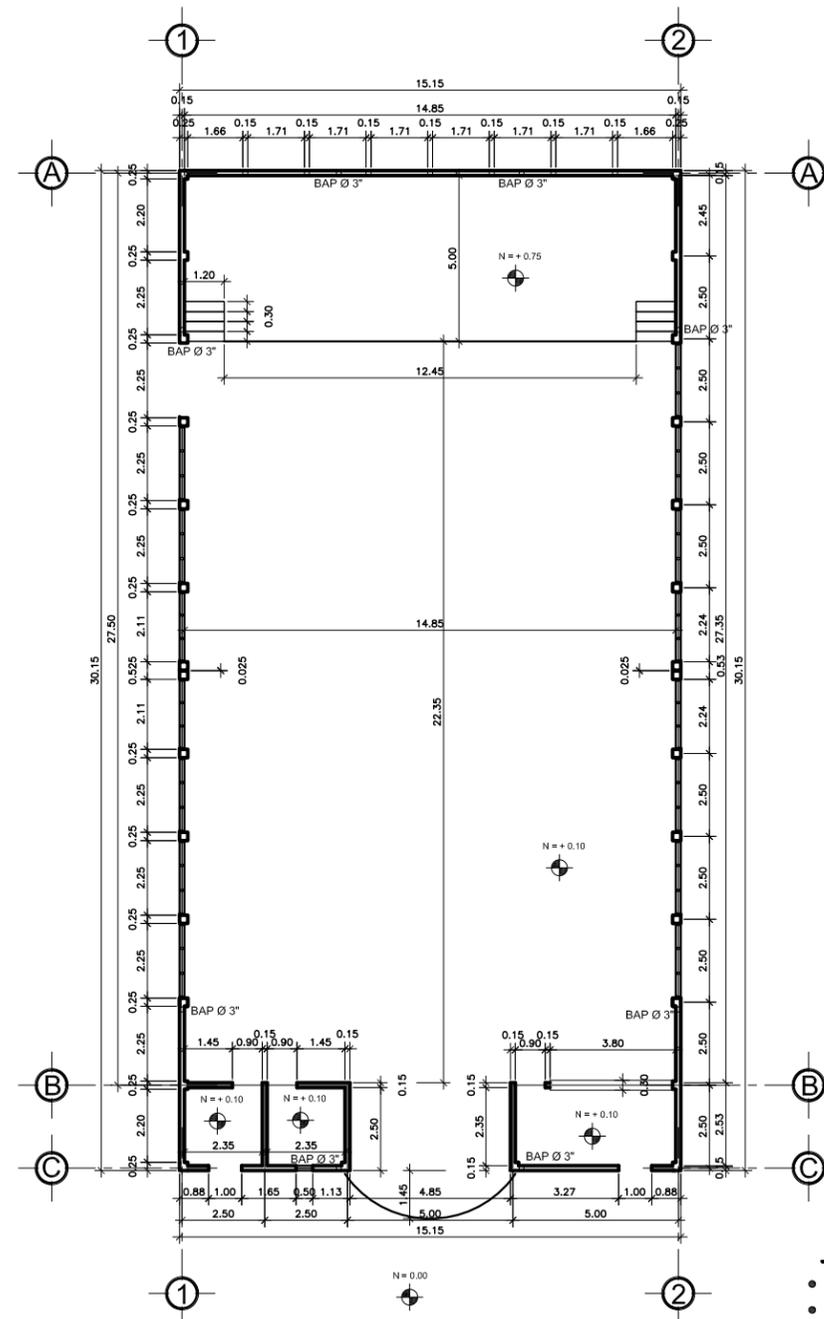
INGA. CRISTA CLASSON DE PINTO
SUPERVISORA EPS

HOJA
1/6



PLANTA ARQUITECTÓNICA
ESCALA 1 / 100

SIMBOLOGIA	
	BAJADA DE AGUA PLUVIAL
	INDICA NIVEL DE PISO



PLANTA ACOTADA
ESCALA 1 / 700

PARÁMETROS DE DISEÑO

- $F_y = 2,810 \text{ kg/cm}^2$ (Grado 40)
- $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (3,000 PSI)
- $f_m = 30 \text{ kg/cm}^2$
- $V_s = 17.88 \text{ ton/m}^2$



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

INSTITUCION:
MUNICIPALIDAD DE ZARAGOZA CHIMALTENANGO
PROYECTO: DISEÑO DEL SALÓN DE USOS MÚLTIPLES PARA
INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICA (INEB)

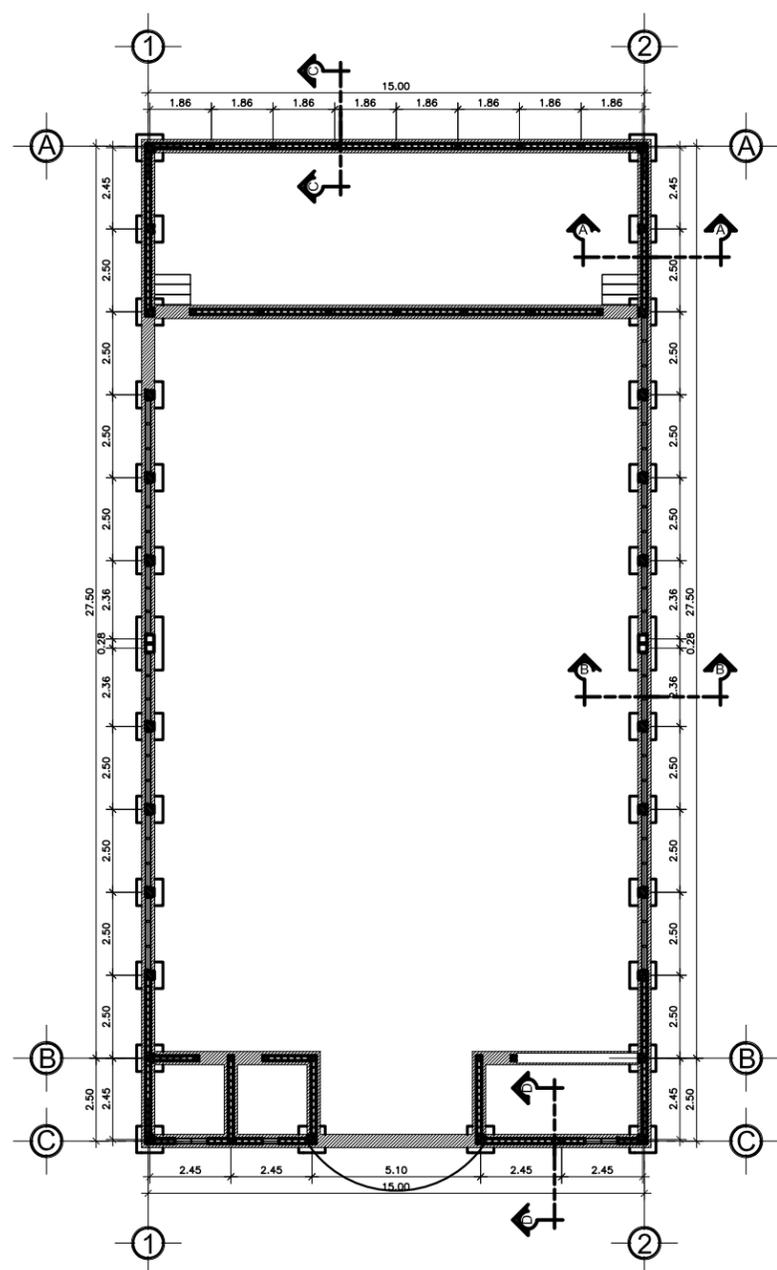
DISEÑO: M.M.T.Y.
DIBUJO: M.M.T.Y.
CALCULO: M.M.T.Y.

CONTENIDO:
PLANTA ARQUITECTÓNICA Y ACOTADA

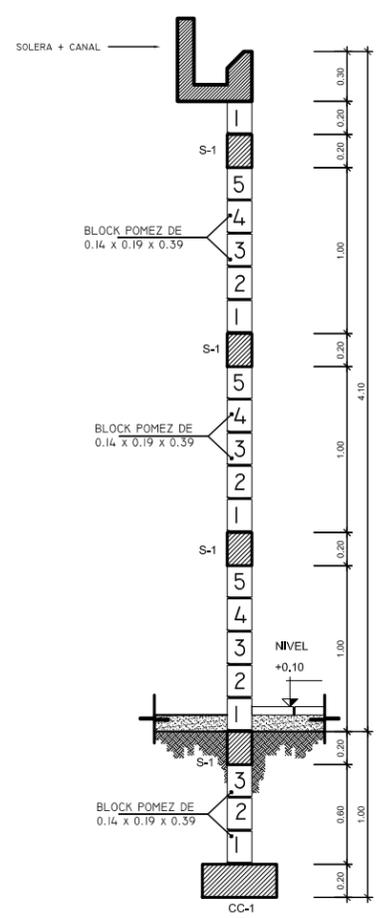
ESCALA: INDICADA
FECHA: OCTUBRE 2010

INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO
SUPERVISORA EPS

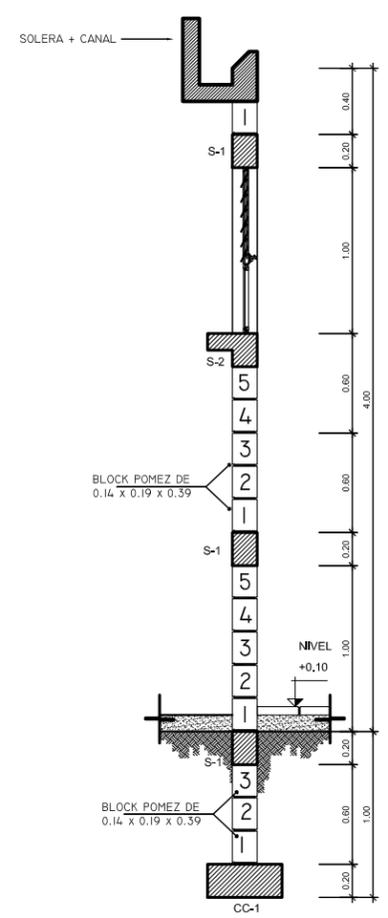
HOJA
2/6



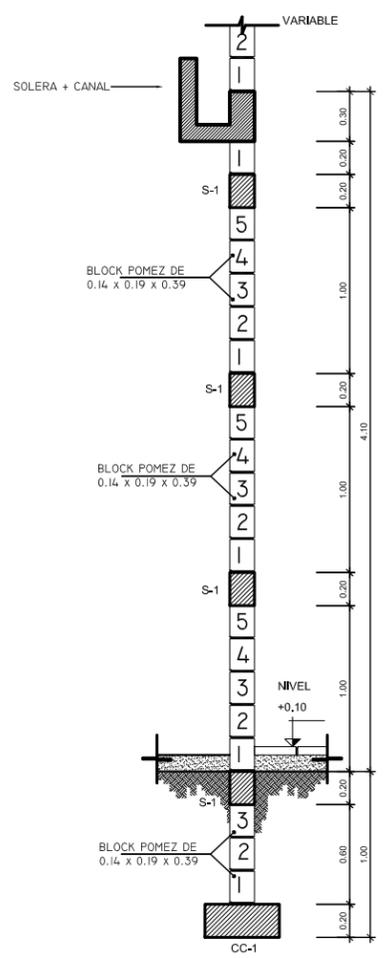
PLANTA DE CIMENTACIÓN
ESCALA 1 / 100



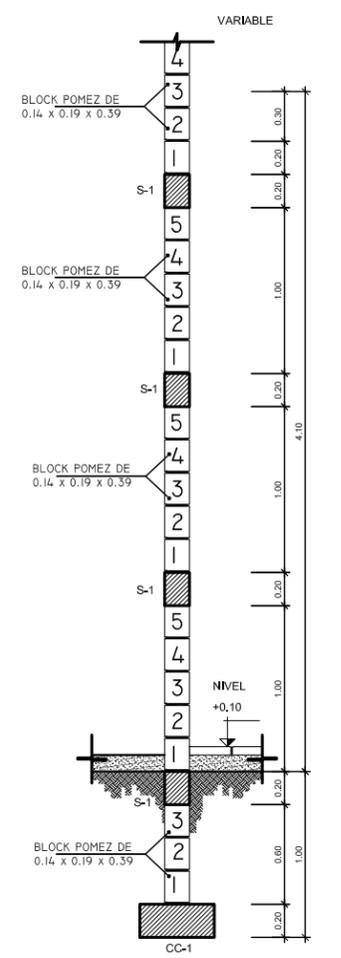
CORTE A - A
ESCALA 1 / 20



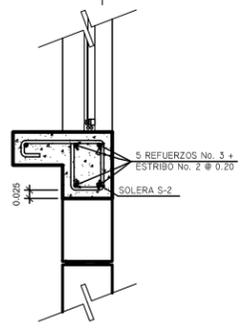
CORTE B - B
ESCALA 1 / 25



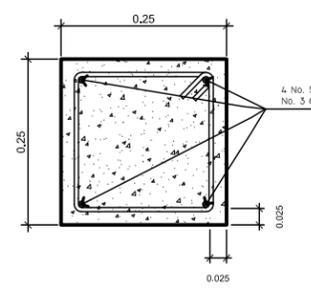
CORTE D - D
ESCALA 1 / 20



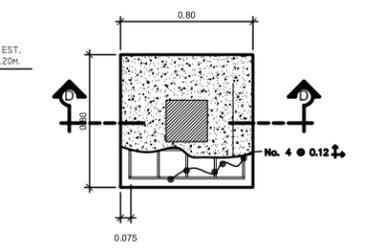
CORTE C - C
ESCALA 1 / 20



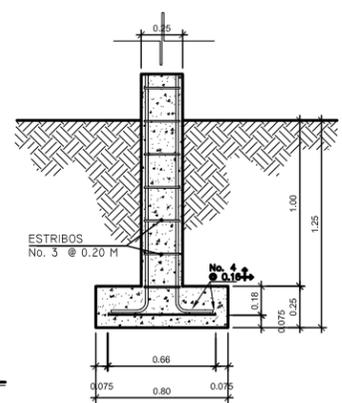
SOLERA S-2
ESCALA 1 / 10



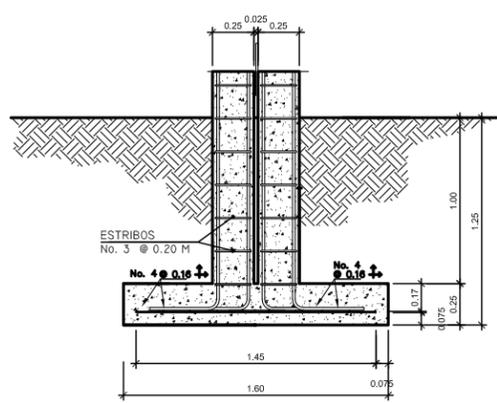
COLUMNA C-1
ESCALA 1 / 5



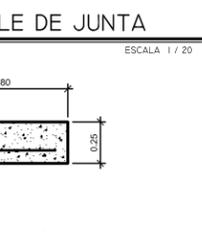
PLANTA ZAPATA Z-1
ESCALA 1 / 20



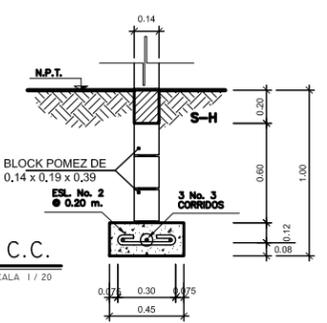
CORTE D - D
ESCALA 1 / 20



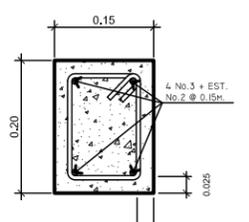
DETALLE DE JUNTA
ESCALA 1 / 20



CIMENTO CORRIDO C.C.
ESCALA 1 / 20



SOLERA S-1
ESCALA 1 / 5



COLUMNA C-2
ESCALA 1 / 5

PARÁMETROS DE DISEÑO

- $F_y = 2,810 \text{ kg/cm}^2$ (Grado 40)
- $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (3,000 PSI)
- $f_m = 30 \text{ kg/cm}^2$
- $V_s = 17.88 \text{ ton/m}^2$

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

INSTITUCION:
MUNICIPALIDAD DE ZARAGOZA CHIMALTENANGO

PROYECTO: DISEÑO DEL SALÓN DE USOS MÚLTIPLES PARA INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICA (INEB)

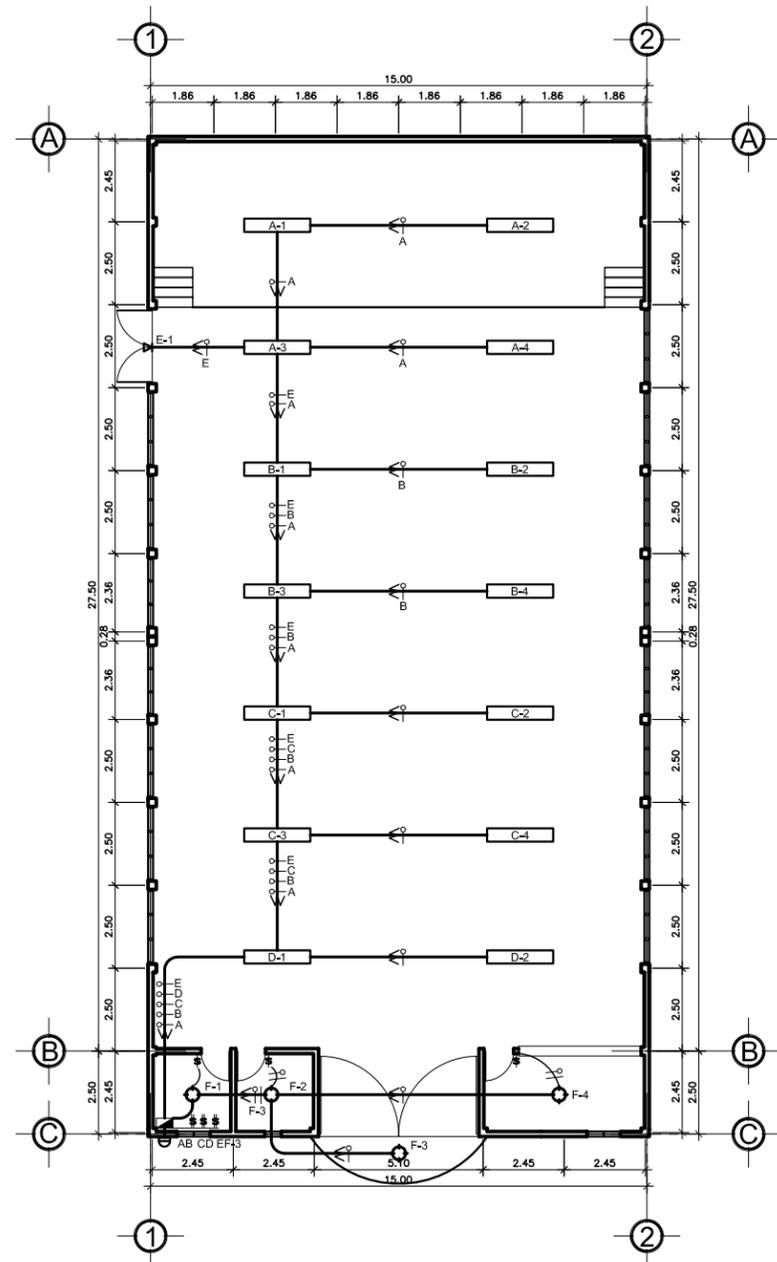
DISEÑO: M.M.T.Y.
DIBUJO: M.M.T.Y.
CALCULO: M.M.T.Y.

CONTENIDO:
PLANTA DE CIMENTACIONES Y COLUMNAS

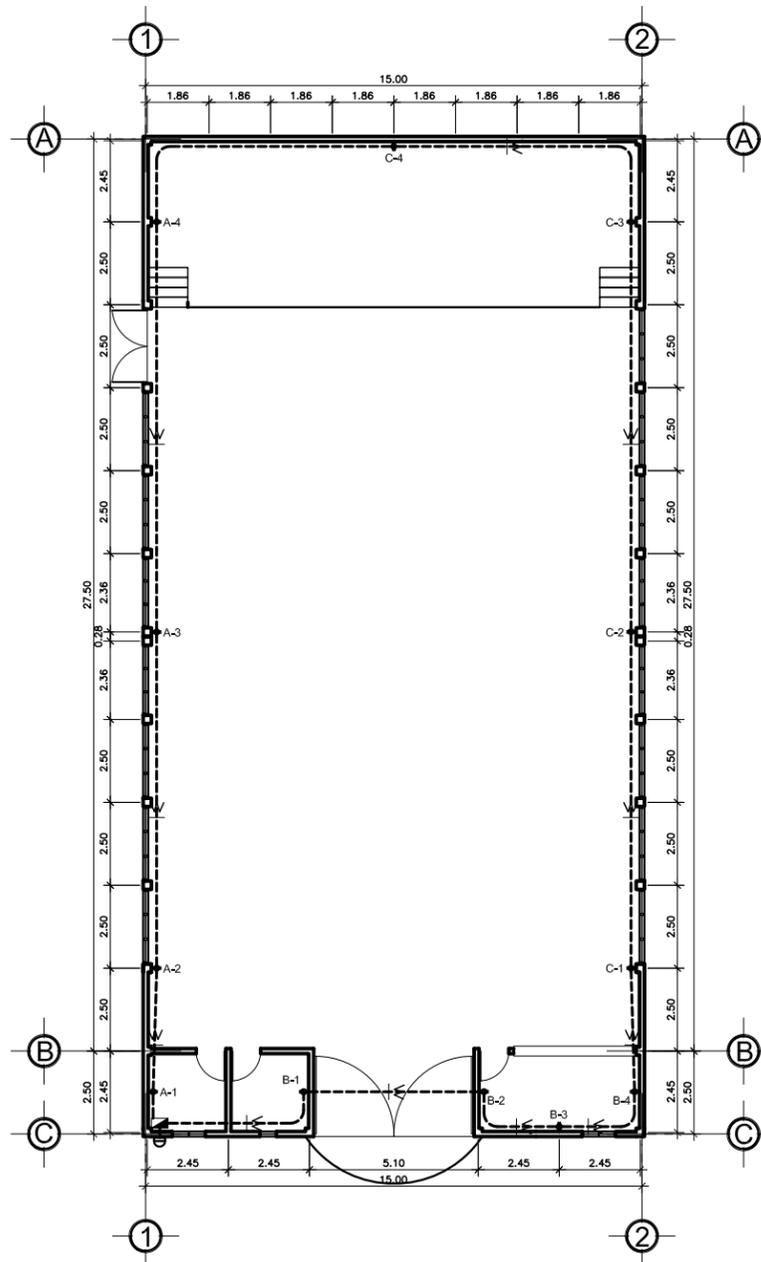
ESCALA: INDICADA
FECHA: OCTUBRE 2010

INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO
SUPERVISORA EPS

HOJA
3/6



PLANTA DE INSTALACIÓN ELECTRICA (ILUMINACIÓN)
ESCALA 1 / 100



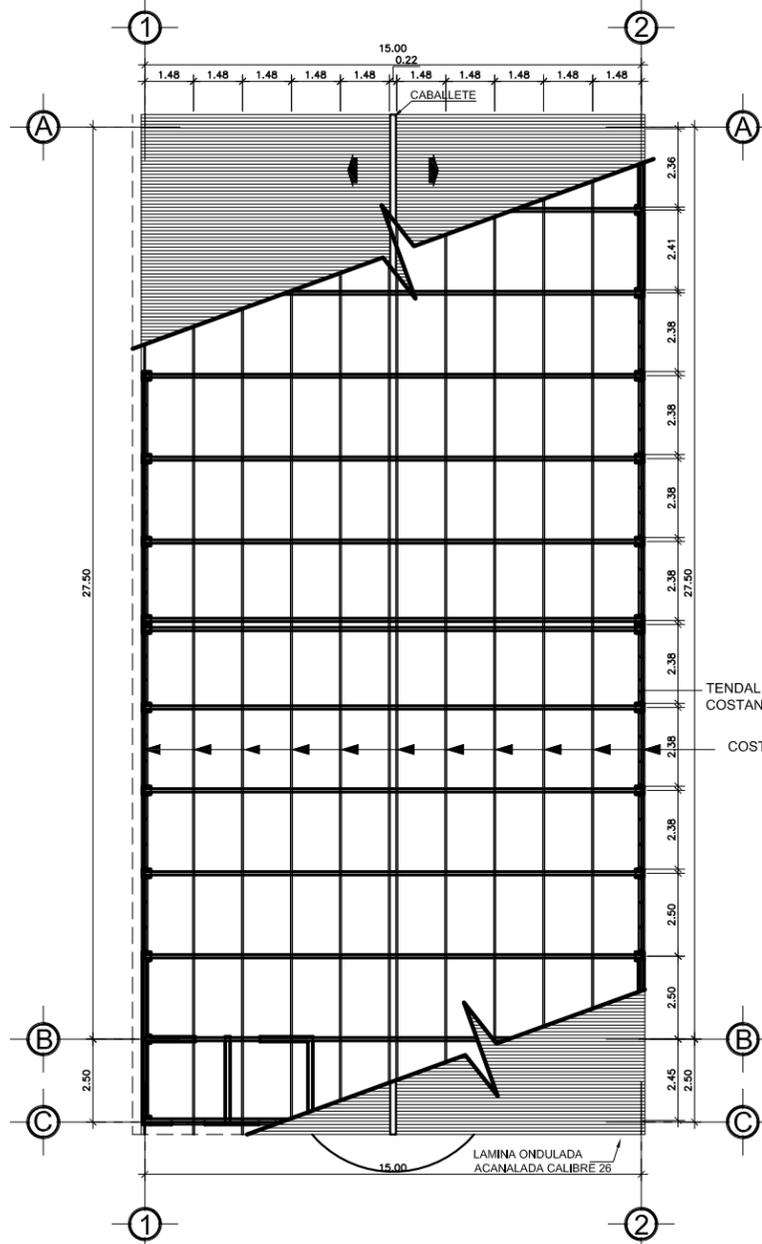
PLANTA DE INSTALACIÓN ELECTRICA (FUERZA)
ESCALA 1 / 100

SIMBOLOGÍA	
	TUBERIA EN CIELO
	TUBERIA SUBTERRANEA
	LAMPARA FLUORESCENTE EN CIELO TIPO INDUSTRIAL CON PANTALLA + DOS CANDELAS DE 40W C/U
	LAMPARA INCANDESCENTE EN CIELO
	REFLECTOR EN PARED H=3 M. S.N.P.
	TOMACORRIENTE DOBLE 110 V. H=0.30 M. S.N.P.
	TABLERO ELECTRICO 4 CIRCUITOS DE 10 AMPERIOS C/U
	CONTADOR 110 V. H=2 M. S.N.P.
	INTERRUPTOR SIMPLE 110 V. H=1.20 M. S.N.P.
	INTERRUPTOR DOBLE 110 V. H=1.20 M. S.N.P.
	LINEA VIVA
	LINEA DE RETORNO
	LINEA NEUTRA

PARÁMETROS DE DISEÑO

- $F_y = 2,810 \text{ kg/cm}^2$ (Grado 40)
- $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (3,000 PSI)
- $f'm = 30 \text{ kg/cm}^2$
- $V_s = 17.88 \text{ ton/m}^2$

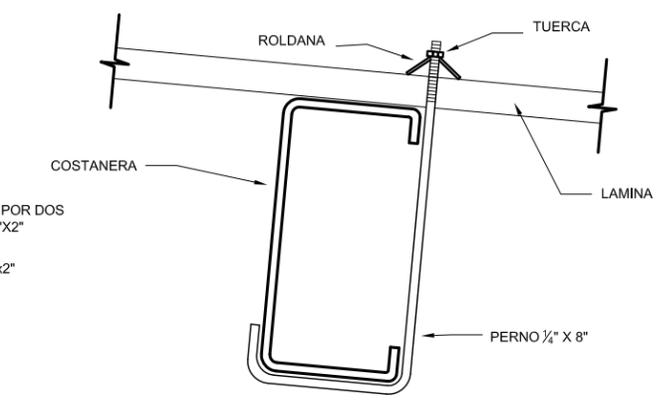
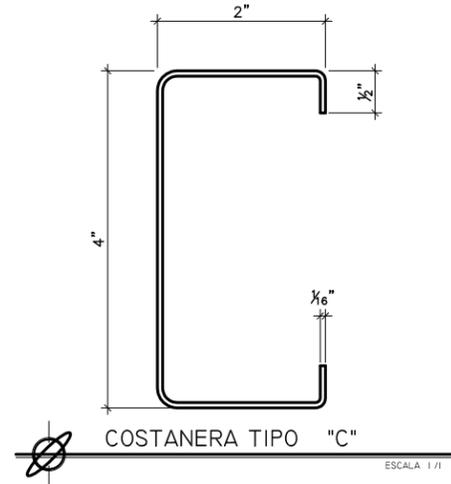
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	INSTITUCION: MUNICIPALIDAD DE ZARAGOZA CHIMALTENANGO PROYECTO: DISEÑO DEL SALÓN DE USOS MÚLTIPLES PARA INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICA (INEB)	
DISEÑO: M.M.T.Y. DIBUJO: M.M.T.Y. CALCULO: M.M.T.Y.	CONTENIDO: PLANTA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA	HOJA 4 6
ESCALA: INDICADA FECHA: OCTUBRE 2010	INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO SUPERVISORA EPS	



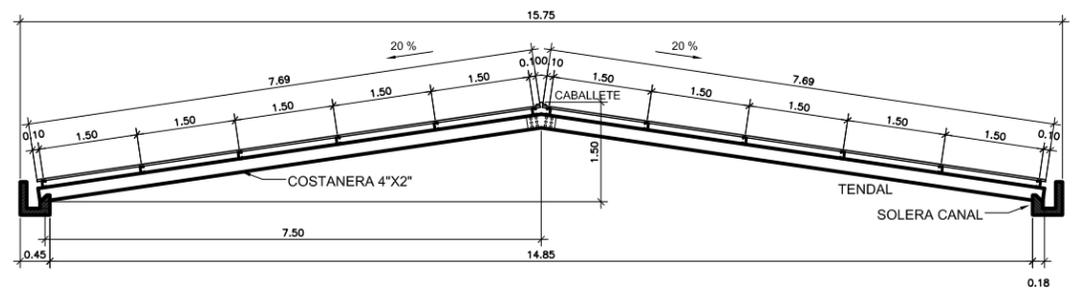
PLANTA DE TECHOS
ESCALA 1/100

- PARÁMETROS DE DISEÑO
- Fy= 2,810 kg/cm² (Grado 40)
 - fc= 210 kg/cm² (3,000 PSI)
 - fm= 30 kg/cm²
 - Vs= 17.88 ton/m²

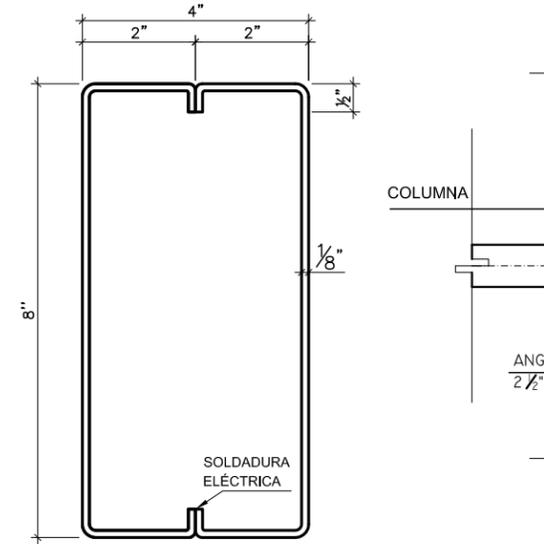
NOTA:
LA SOLDADURA ELECTRÓNICA A REALIZAR EN LOS TENDALES DEBE SER DE TIPO CORDÓN



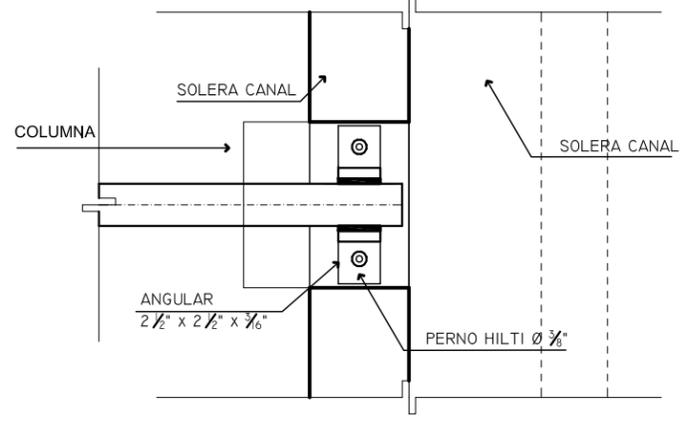
DETALLE ANCLAJE DE LAMINA A COSTANERA
SIN ESCALA



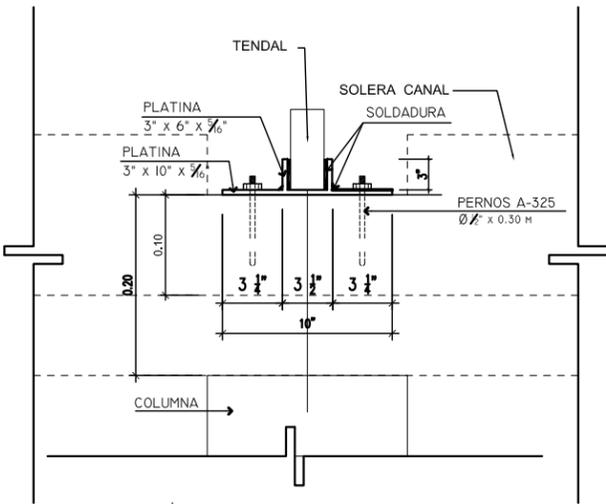
ELEVACIÓN DETALLE DE MARCO
ESCALA 1/50



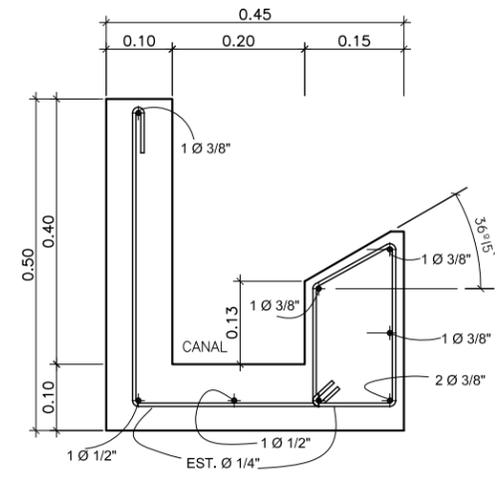
TENDEAL DOBLE "C"
SIN ESCALA



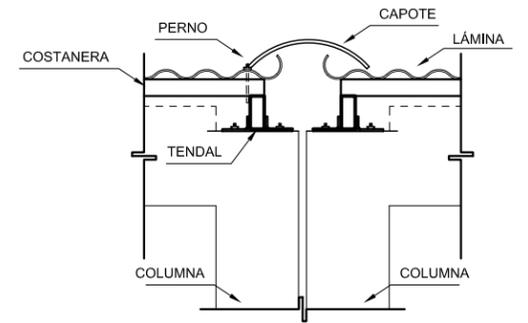
PLANTA DE CARGADORES
ESCALA 1/5



PERFIL DE CARGADORES
SIN ESCALA



DETALLE SOLERA + CANAL
ESCALA 1/5



DETALLE DE JUNTA
ESCALA 1/10

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

INSTITUCIÓN:
MUNICIPALIDAD DE ZARAGOZA CHIMALTENANGO

PROYECTO: DISEÑO DEL SALÓN DE USOS MÚLTIPLES PARA INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICA (INEB)

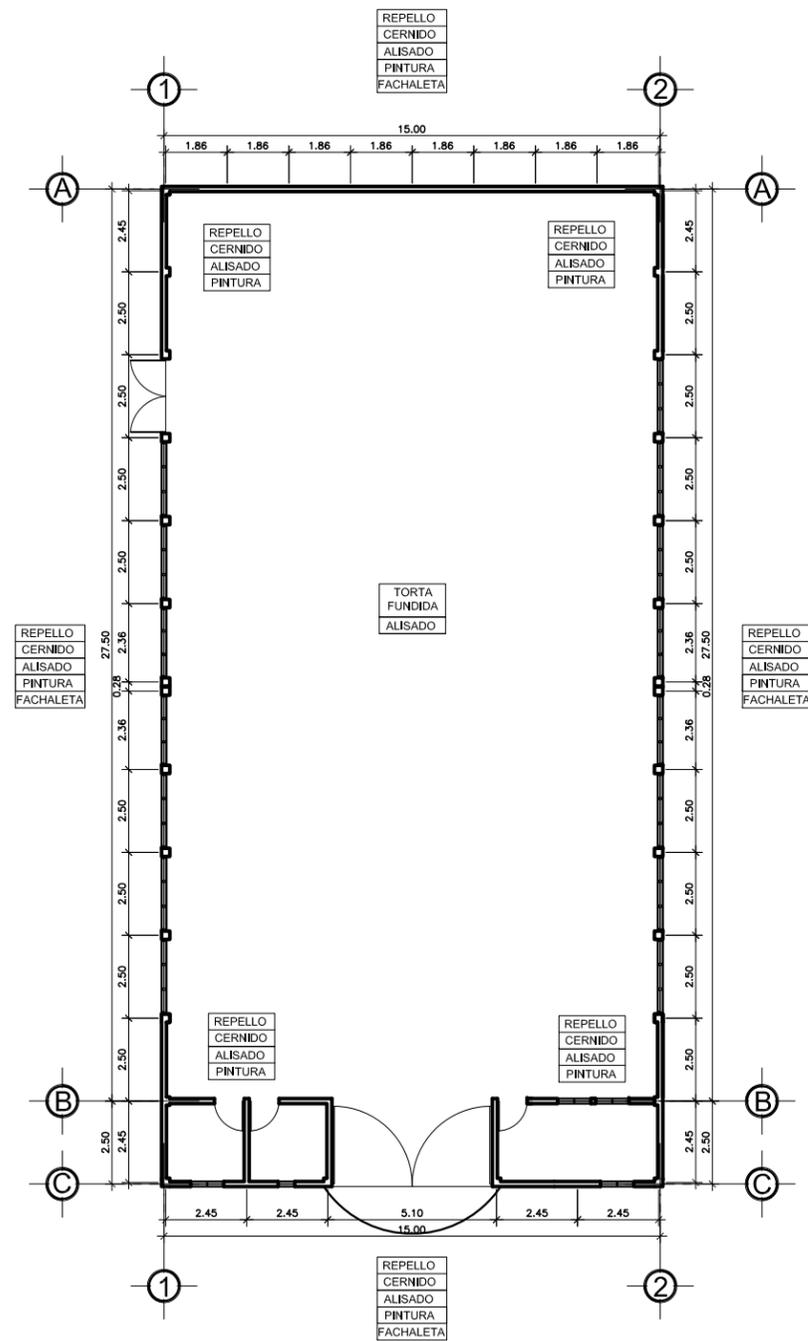
DISEÑO: M.M.T.Y.
DIBUJO: M.M.T.Y.
CALCULO: M.M.T.Y.

CONTENIDO:
PLANTA DE TECHOS Y DETALLES

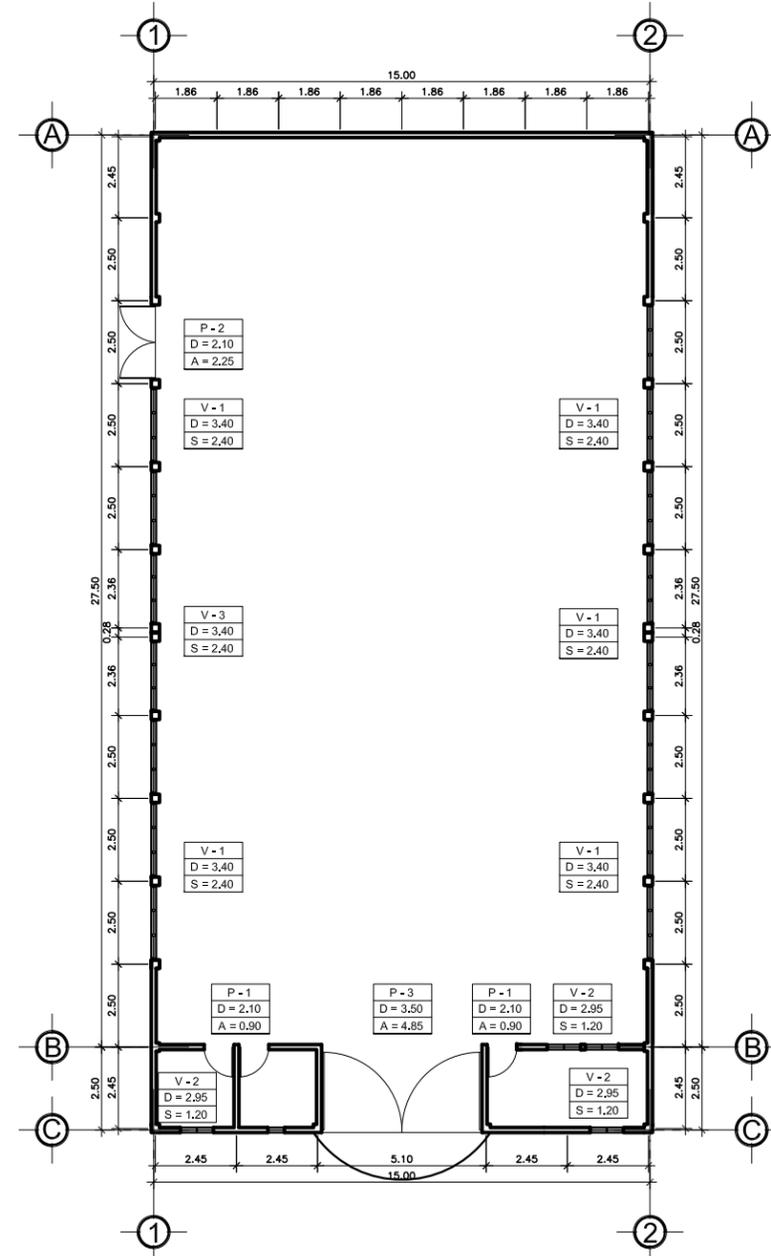
ESCALA: INDICADA
FECHA: OCTUBRE 2010

INGA. CRISTA CLASSON DE PINTO
SUPERVISORA EPS

HOJA
5/6



PLANTA DE ACABADOS
ESCALA 1 / 100



PLANTA DE PUERTAS Y VENTANAS
ESCALA 1 / 100

SIMBOLOGÍA					
TIPO	ANCHO	ALTO	DINTEL	SILLAR	MATERIAL
V-1	2.25	1.00	3.40	2.40	ALUMINIO
V-2	1.00	1.75	2.95	1.20	ALUMINIO
V-3	2.11	1.75	2.95	1.20	ALUMINIO
P-1	1.00	2.10	2.10	----	METAL
P-2	2.25	2.10	2.10	----	METAL
P-3	4.85	3.25	4.50	----	METAL

PARÁMETROS DE DISEÑO

- $F_y = 2,810 \text{ kg/cm}^2$ (Grado 40)
- $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (3,000 PSI)
- $f_m = 30 \text{ kg/cm}^2$
- $V_s = 17.88 \text{ ton/m}^2$

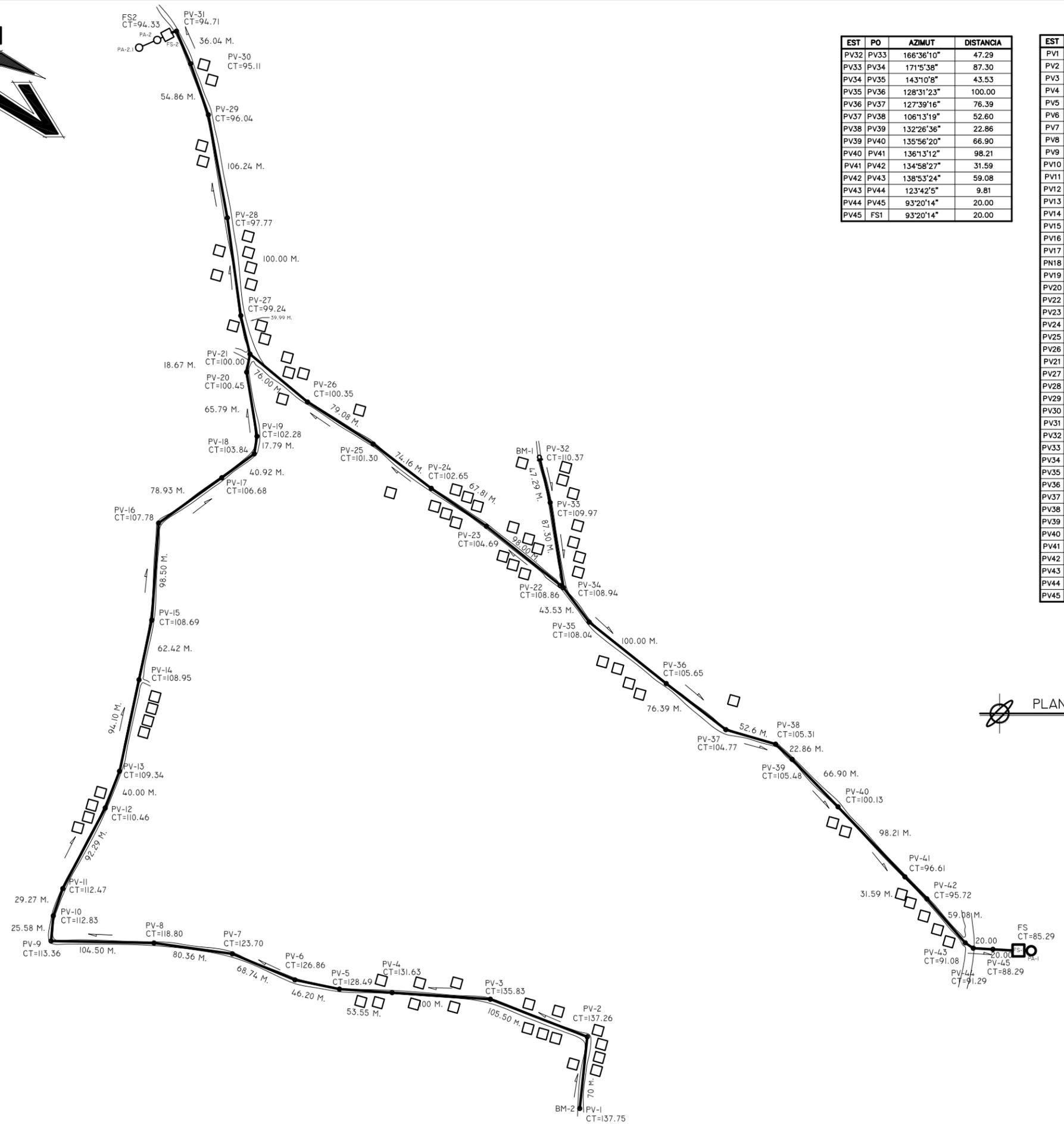


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

INSTITUCION:
MUNICIPALIDAD DE ZARAGOZA CHIMALTENANGO

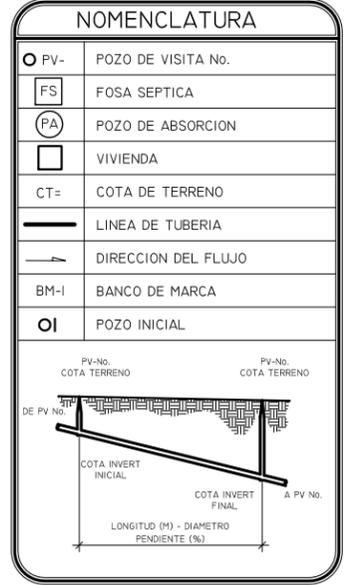
PROYECTO: DISEÑO DEL SALÓN DE USOS MÚLTIPLES PARA
INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICA (INEB)

DISEÑO: M.M.T.Y.	CONTENIDO: PLANTA DE TECHOS Y DETALLES	HOJA 6/6
DIBUJO: M.M.T.Y.		
CALCULO: M.M.T.Y.		
ESCALA: INDICADA		
FECHA: OCTUBRE 2010	INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO SUPERVISORA EPS	



EST	PO	AZIMUT	DISTANCIA
PV32	PV33	166°36'10"	47.29
PV33	PV34	171°5'38"	87.30
PV34	PV35	143°10'8"	43.53
PV35	PV36	128°31'23"	100.00
PV36	PV37	127°39'16"	76.39
PV37	PV38	106°13'19"	52.60
PV38	PV39	132°26'36"	22.86
PV39	PV40	135°56'20"	66.90
PV40	PV41	136°13'12"	98.21
PV41	PV42	134°58'27"	31.59
PV42	PV43	138°53'24"	59.08
PV43	PV44	123°42'5"	9.81
PV44	PV45	93°20'14"	20.00
PV45	FS1	93°20'14"	20.00

EST	PO	AZIMUT	DISTANCIA
PV1	PV2	6°0'8"	70.00
PV2	PV3	291°10'29"	105.50
PV3	PV4	273°48'23"	100.00
PV4	PV5	273°48'23"	53.55
PV5	PV6	281°40'32"	46.20
PV6	PV7	292°34'3"	68.74
PV7	PV8	277°52'48"	80.36
PV8	PV9	271°6'33"	104.50
PV9	PV10	5°0'33"	25.58
PV10	PV11	19°23'54"	29.27
PV11	PV12	27°47'2"	92.29
PV12	PV13	21°16'51"	40.00
PV13	PV14	12°4'41"	94.10
PV14	PV15	12°4'41"	62.42
PV15	PV16	4°1'14"	98.50
PV16	PV17	55°30'41"	78.93
PV17	PV18	53°43'53"	40.92
PN18	PV19	8°51'53"	17.79
PV19	PV20	350°51'10"	65.79
PV20	PV21	10°18'45"	18.67
PV22	PV23	308°41'23"	98.00
PV23	PV24	304°26'2"	67.81
PV24	PV25	307°16'20"	74.16
PV25	PV26	302°34'34"	79.08
PV26	PV27	309°44'44"	76.00
PV27	PV28	346°30'53"	39.99
PV28	PV29	352°9'0"	100.00
PV29	PV30	349°33'19"	106.24
PV30	PV31	340°43'59"	54.86
PV31	FS2	253°2'32"	5.00
PV32	PV33	166°36'10"	47.29
PV33	PV34	171°5'38"	87.30
PV34	PV35	143°10'8"	43.53
PV35	PV36	128°31'23"	100.00
PV36	PV37	127°39'16"	76.39
PV37	PV38	106°13'19"	52.60
PV38	PV39	132°26'36"	22.86
PV39	PV40	135°56'20"	66.90
PV40	PV41	136°13'12"	98.21
PV41	PV42	134°58'27"	31.59
PV42	PV43	138°53'24"	59.08
PV43	PV44	123°42'5"	9.81
PV44	PV45	93°20'14"	20.00
PV45	FS1	93°20'14"	20.00



PLANTA GENERAL
ESCALA 1 / 2.000

PARÁMETROS DE DISEÑO

- $F_y = 2,810 \text{ kg/cm}^2$ (Grado 40)
- $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (3,000 PSI)
- $f_m = 30 \text{ kg/cm}^2$
- TUBERÍA PVC NORMA 3034

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

INSTITUCION:
MUNICIPALIDAD DE ZARAGOZA CHIMALTENANGO

PROYECTO:
DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO
PARA ALDEA LOS POTRERILLOS

DISEÑO: M.M.T.Y.

DIBUJO: M.M.T.Y.

CALCULO: M.M.T.Y.

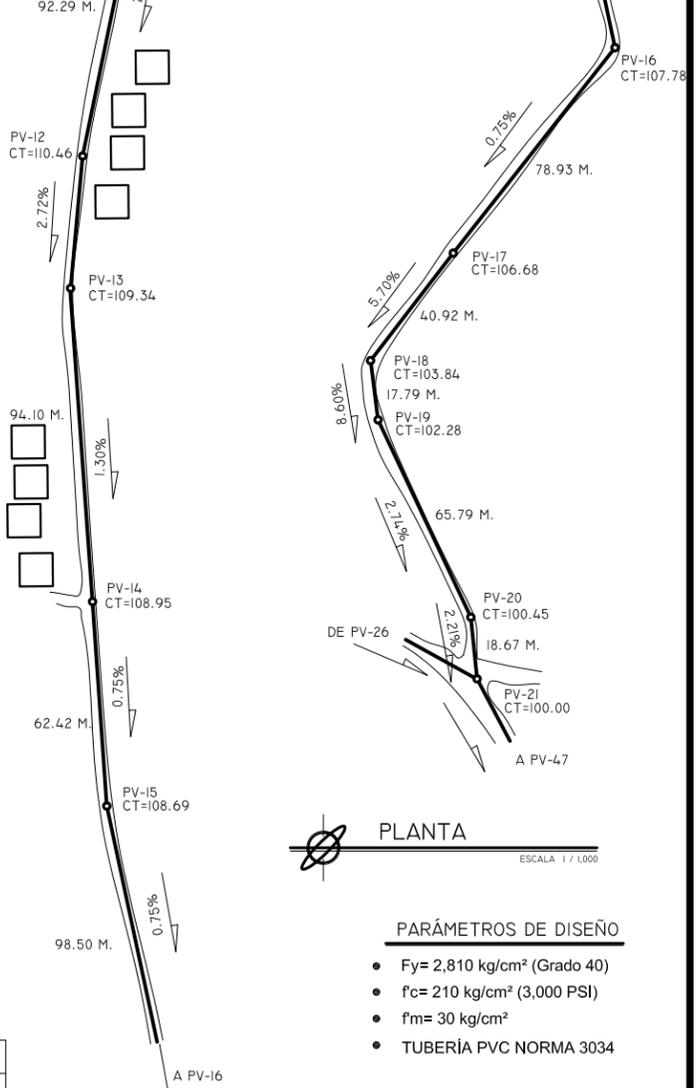
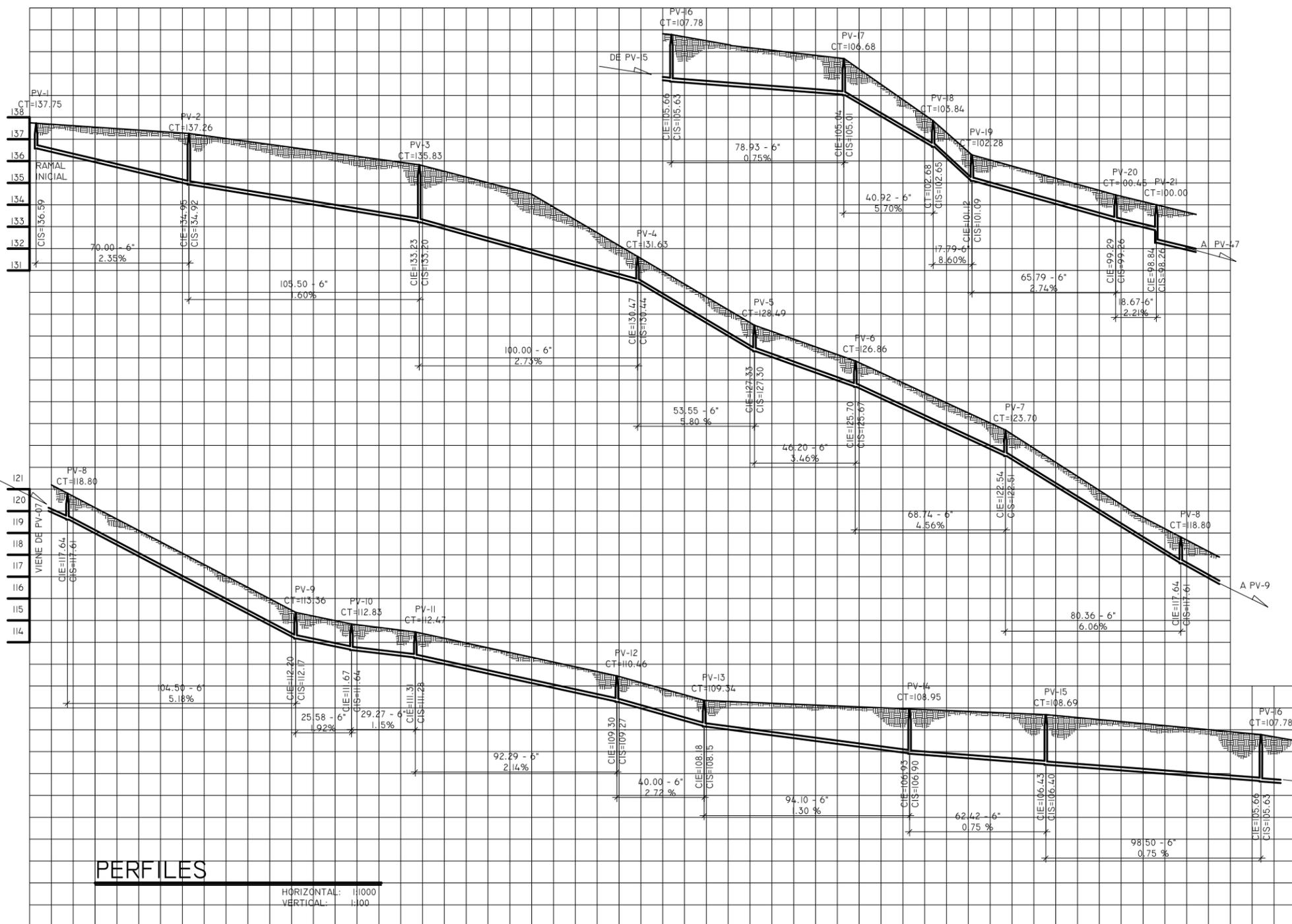
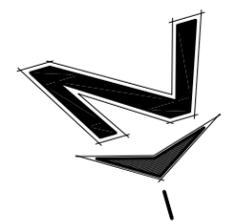
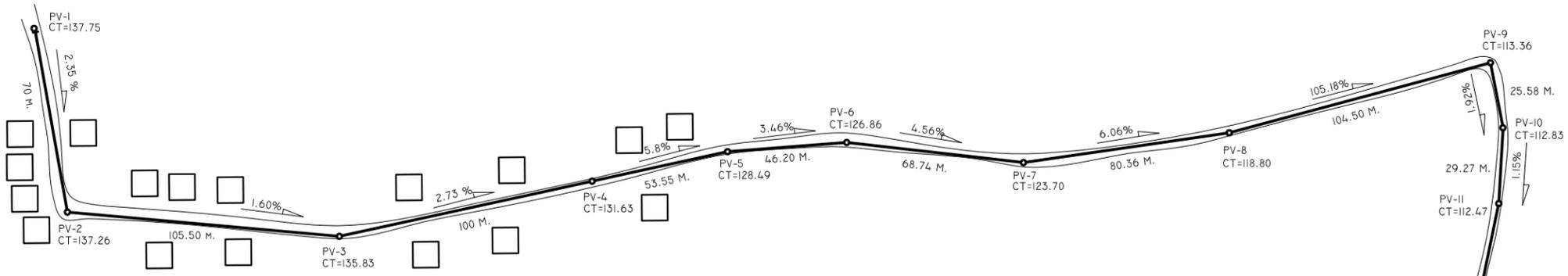
CONTENIDO:
PLANTA GENERAL

HOJA
01
07

ESCALA: INDICADA

FECHA: OCTUBRE 2010

INGA. CRISTA CLASSON DE PINTO
SUPERVISORA EPS



PLANTA
ESCALA 1 / 1,000

PARÁMETROS DE DISEÑO

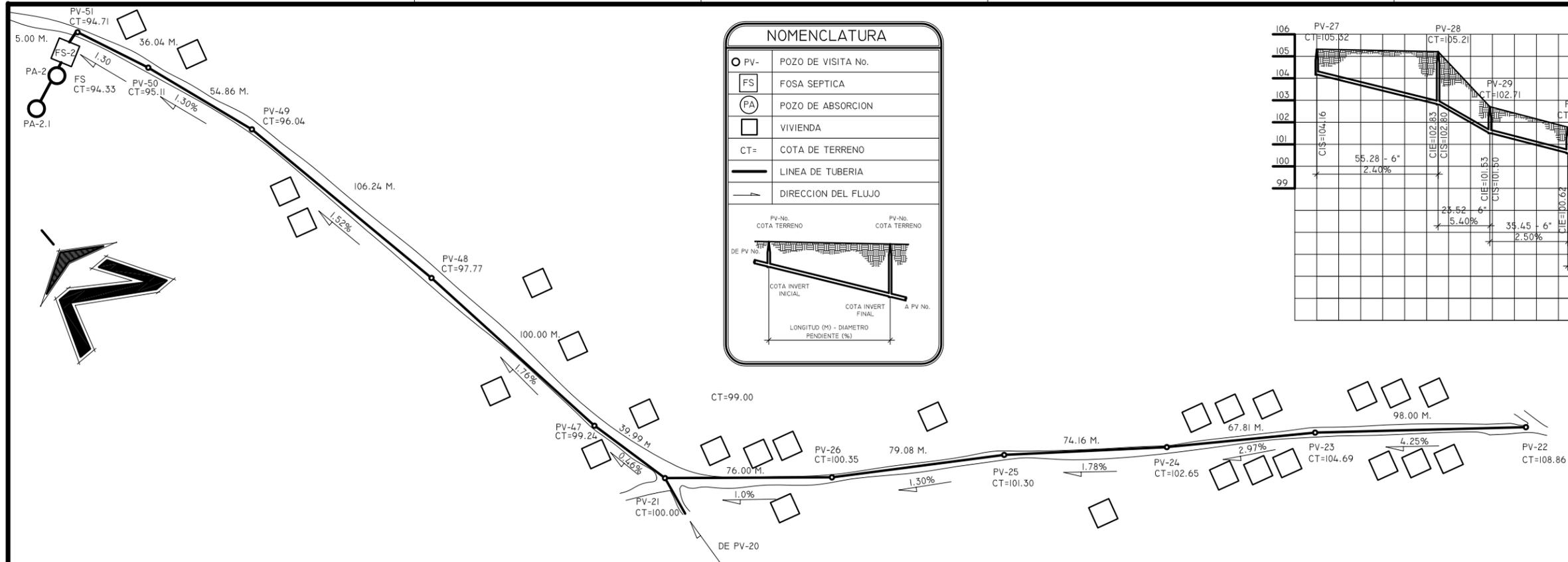
- $F_y = 2,810 \text{ kg/cm}^2$ (Grado 40)
- $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (3,000 PSI)
- $f_m = 30 \text{ kg/cm}^2$
- TUBERÍA PVC NORMA 3034

PERFILES

HORIZONTAL: 1/1000
VERTICAL: 1/100

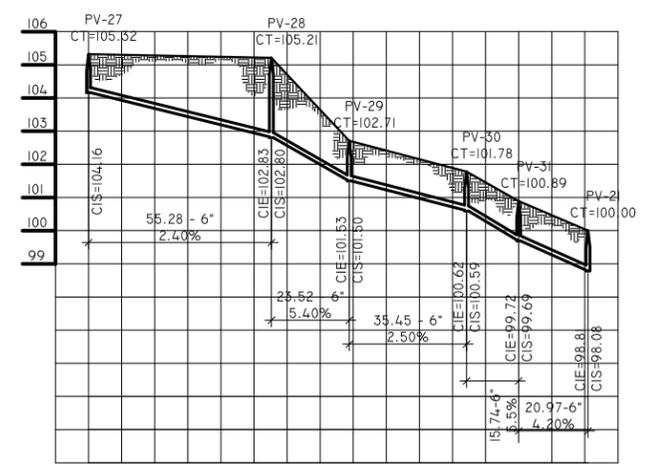
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	INSTITUCION: MUNICIPALIDAD DE ZARAGOZA CHIMALTENANGO	
DISEÑO: M.M.T.Y. DIBUJO: M.M.T.Y. CALCULO: M.M.T.Y.		PROYECTO: DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA ALDEA LOS POTRERILLOS
ESCALA: INDICADA FECHA: OCTUBRE 2010		CONTENIDO: PLANTA PERFIL
		HOJA 02 / 07

INGA. CRISTA CLASION DE PINTO
SUPERVISORA EPS

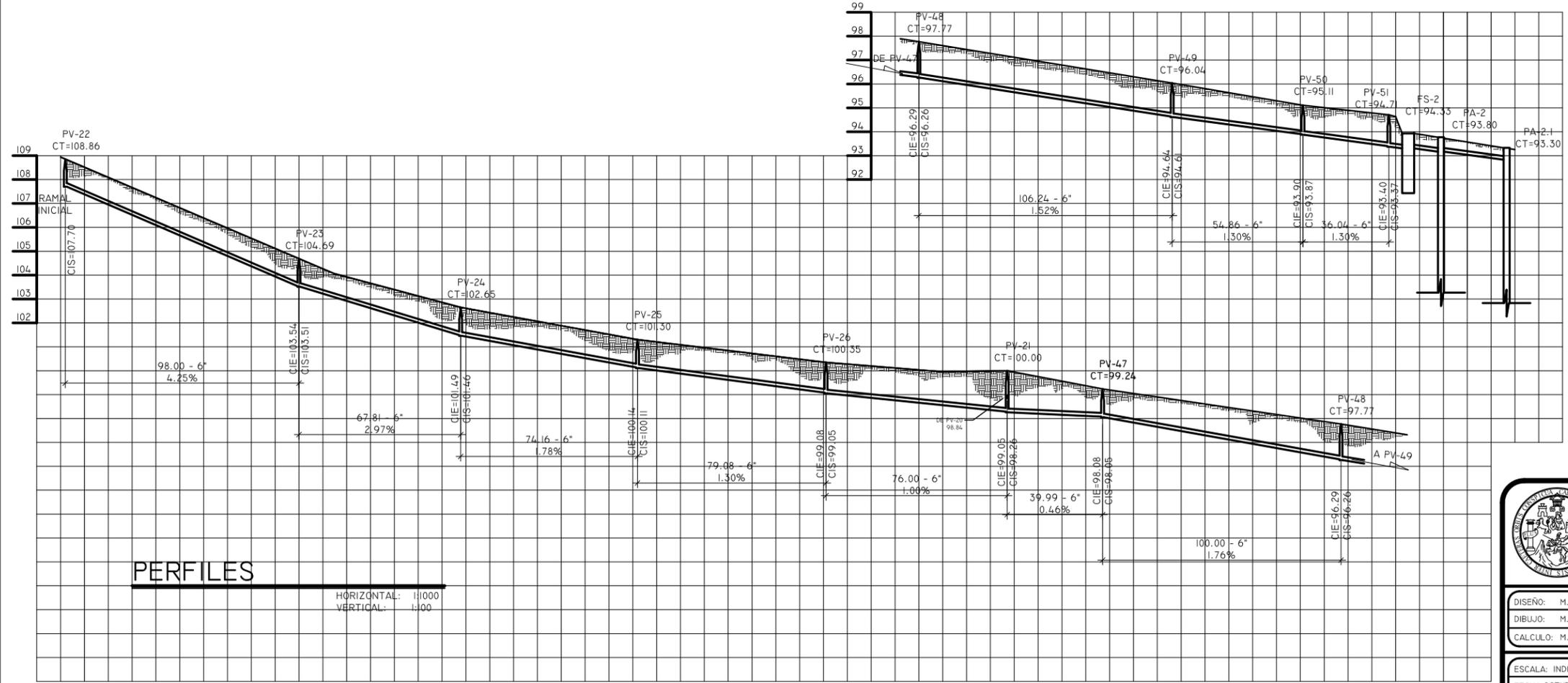


NOMENCLATURA	
○ PV-	POZO DE VISITA No.
□ FS	FOSA SEPTICA
○ PA	POZO DE ABSORCION
□	VIVIENDA
CT=	COTA DE TERRENO
—	LINEA DE TUBERIA
→	DIRECCION DEL FLUJO

PV-No.	COTA TERRENO	PV-No.	COTA TERRENO
DE PV No.		A PV No.	
COTA INVERT INICIAL		COTA INVERT FINAL	
LONGITUD (M) - DIAMETRO RENDIENTE (%)			



PLANTA
ESCALA 1 / 1,000



PERFILES
HORIZONTAL: 1/1000
VERTICAL: 1/100

PARÁMETROS DE DISEÑO

- $F_y = 2,810 \text{ kg/cm}^2$ (Grado 40)
- $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (3,000 PSI)
- $f_m = 30 \text{ kg/cm}^2$
- TUBERÍA PVC NORMA 3034

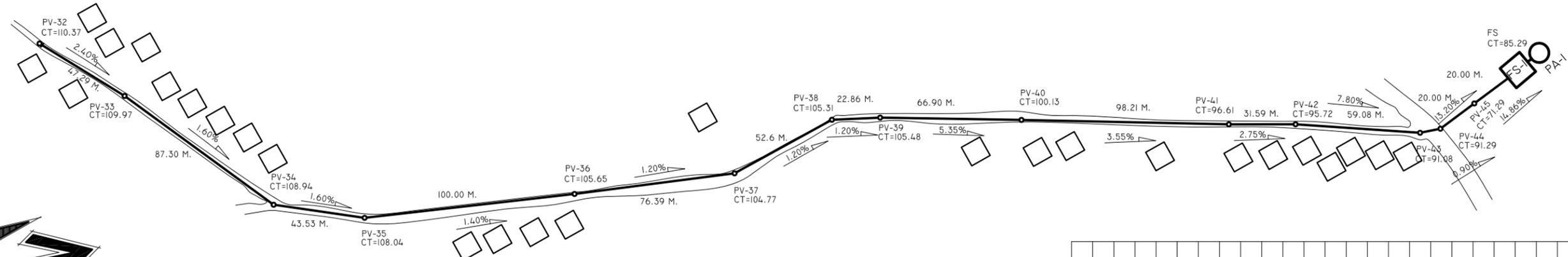
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

INSTITUCION:
MUNICIPALIDAD DE ZARAGOZA CHIMALTENANGO

PROYECTO:
DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO
PARA ALDEA LOS POTRERILLOS

DISEÑO: M.M.T.Y.	CONTENIDO: PLANTA PERFIL	HOJA
DIBUJO: M.M.T.Y.		03
CALCULO: M.M.T.Y.		07
ESCALA: INDICADA		
FECHA: OCTUBRE 2010		

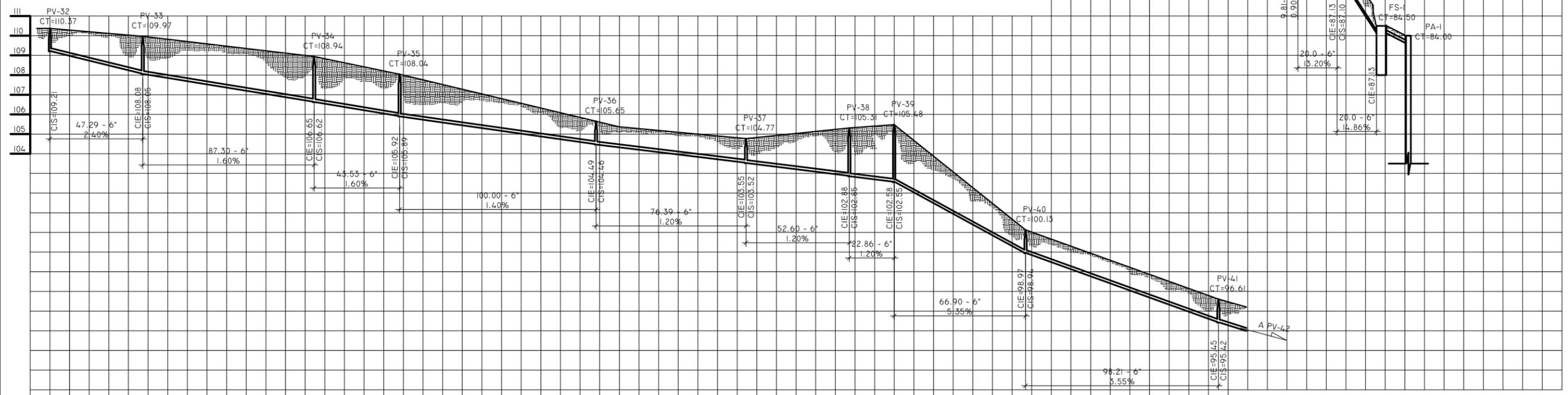
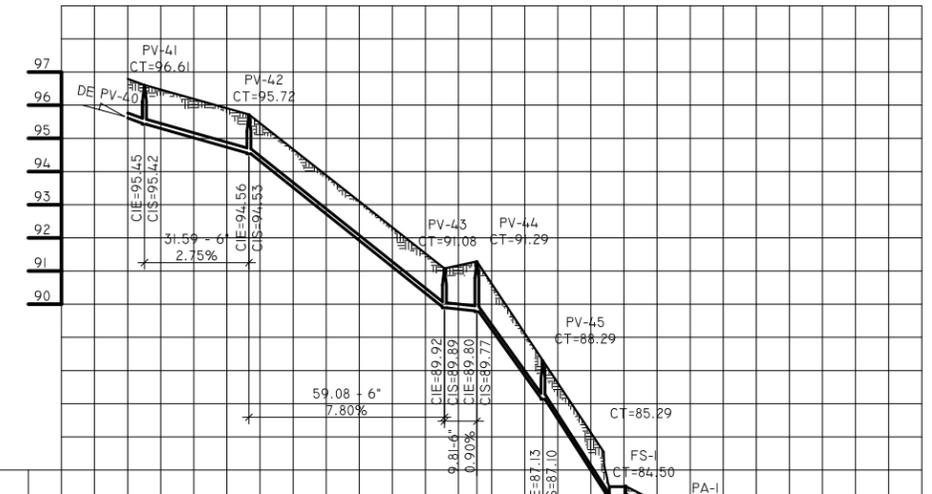
INGA. CRISTA CLASSON DE PINTO
SUPERVISORA EPS



PLANTA
ESCALA 1/1000

PARÁMETROS DE DISEÑO

- $F_y = 2,810 \text{ kg/cm}^2$ (Grado 40)
- $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (3,000 PSI)
- $f_m = 30 \text{ kg/cm}^2$
- TUBERÍA PVC NORMA 3034

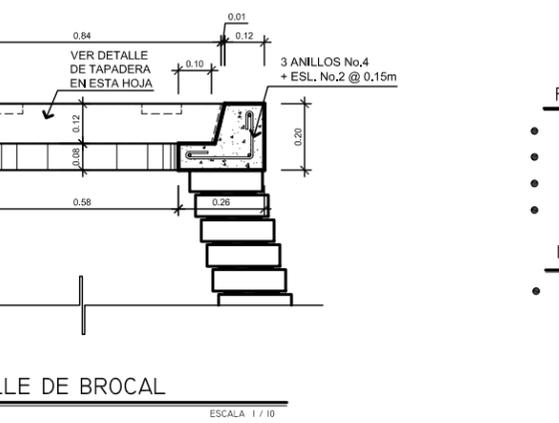
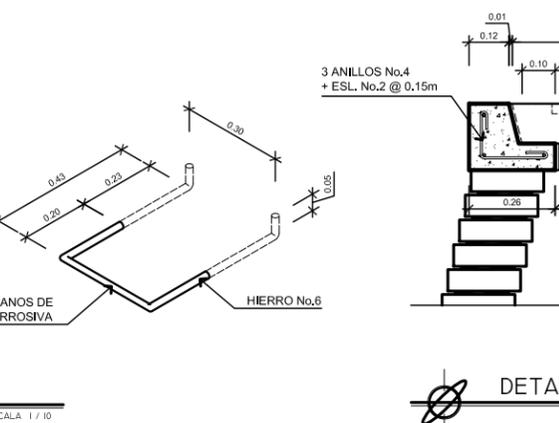
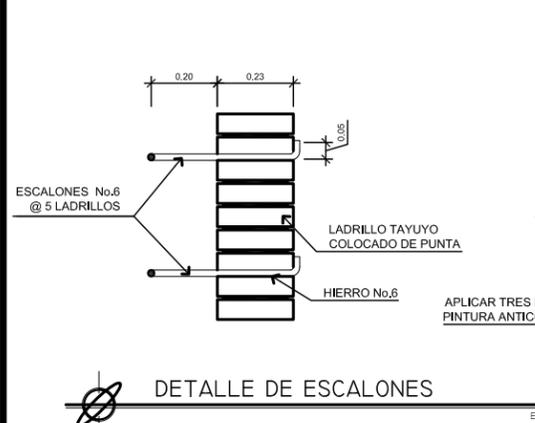
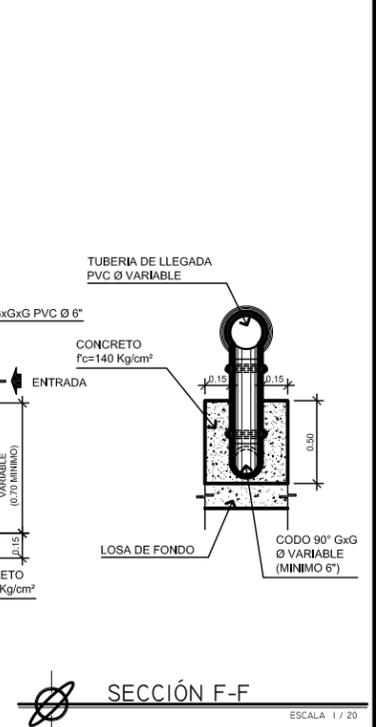
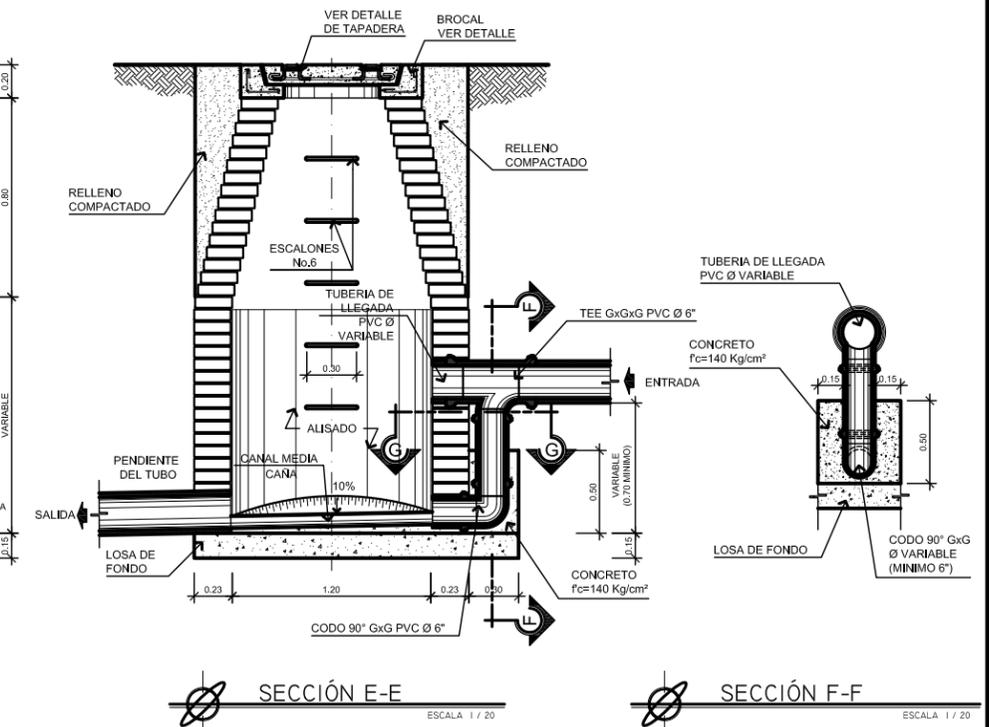
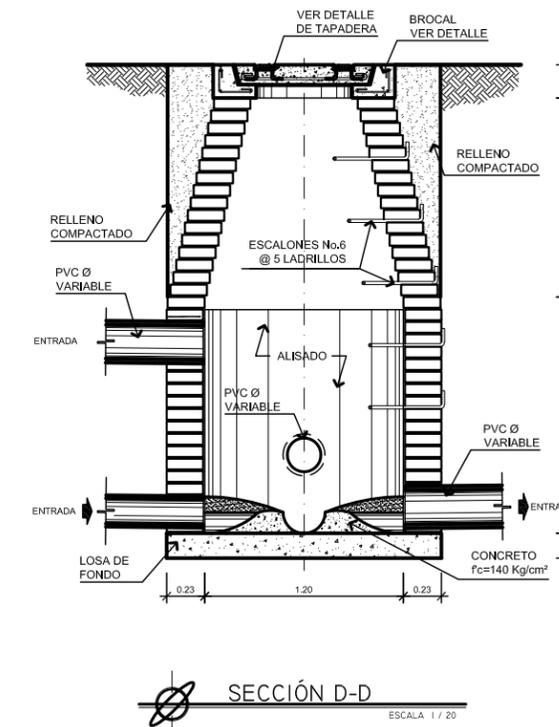
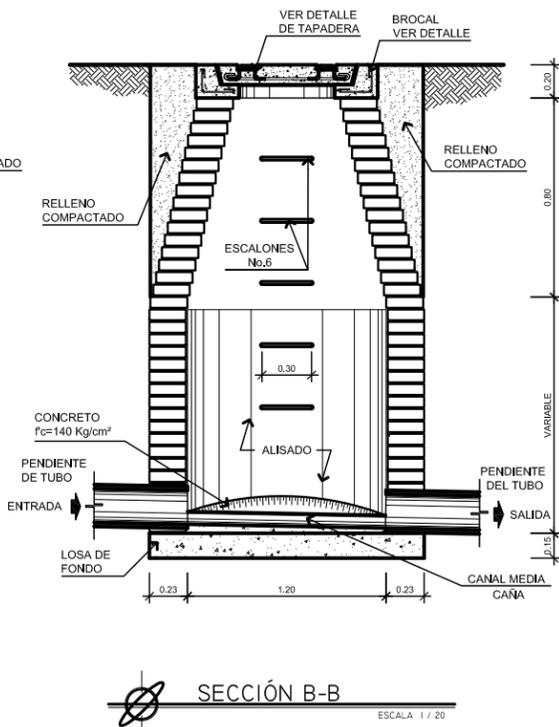
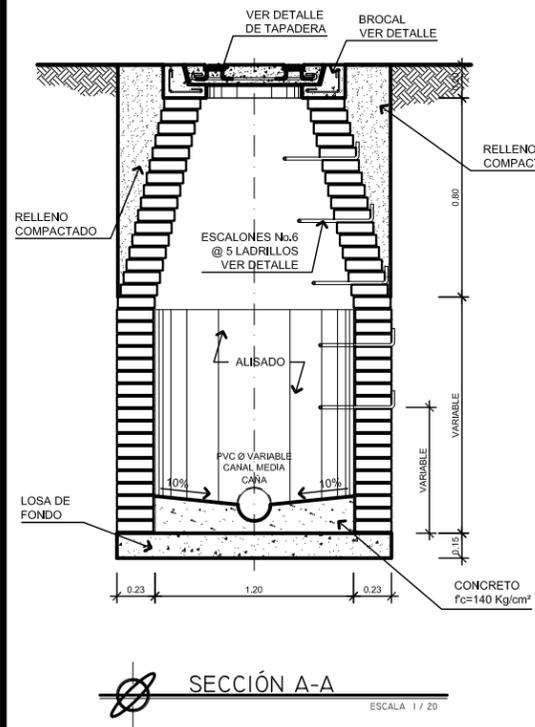
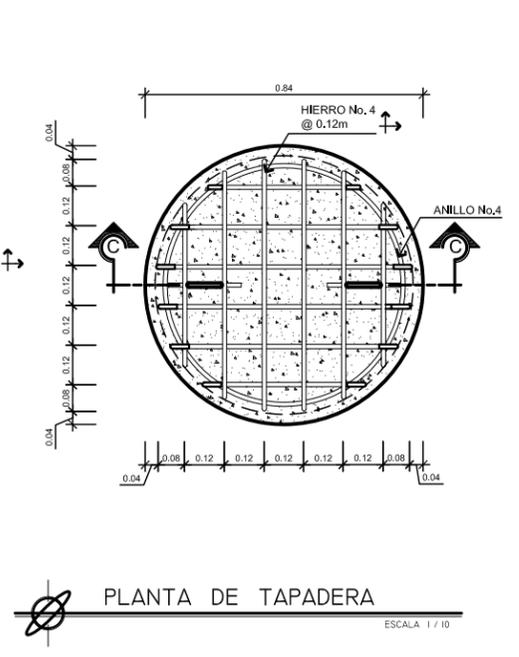
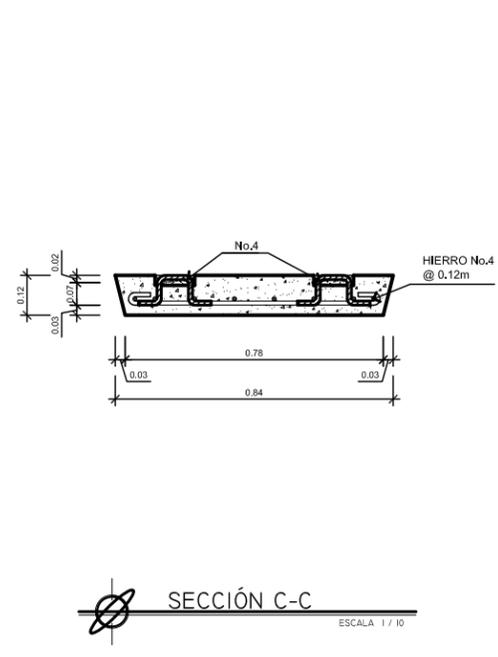
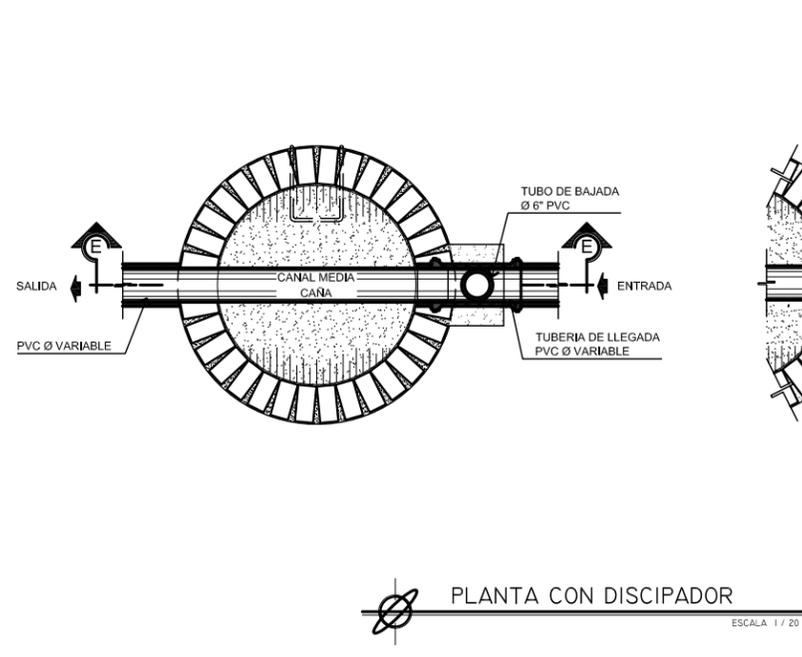
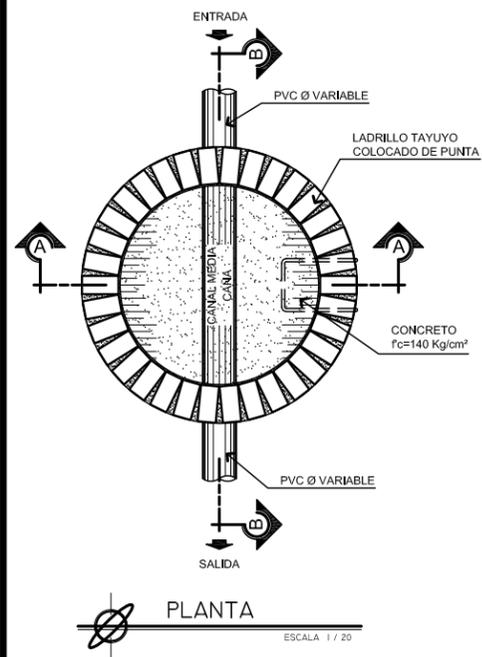


PERFILES

HORIZONTAL: 1:1000
VERTICAL: 1:100

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	INSTITUCION: MUNICIPALIDAD DE ZARAGOZA CHIMALTENANGO	
DISEÑO: M.M.T.Y. DIBUJO: M.M.T.Y. CALCULO: M.M.T.Y.		PROYECTO: DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA ALDEA LOS POTRERILLOS
ESCALA: INDICADA FECHA: OCTUBRE 2010		CONTENIDO: PLANTA PERFIL
		HOJA 04 07

INGA. CRISTA CLASION DE PINTO
SUPERVISORA EPS



PARÁMETROS DE DISEÑO

- $F_y = 2,810 \text{ kg/cm}^2$ (Grado 40)
- $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (3,000 PSI)
- $f_m = 30 \text{ kg/cm}^2$
- TUBERÍA PVC NORMA 3034

NOTA:

- LOS POZOS DE VISITA SERÁN CUBIERTOS CON SABIETA EN TODO SU EXTERIOR

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

INSTITUCION:
MUNICIPALIDAD DE ZARAGOZA CHIMALTENANGO

PROYECTO:
DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA ALDEA LOS POTRERILLOS

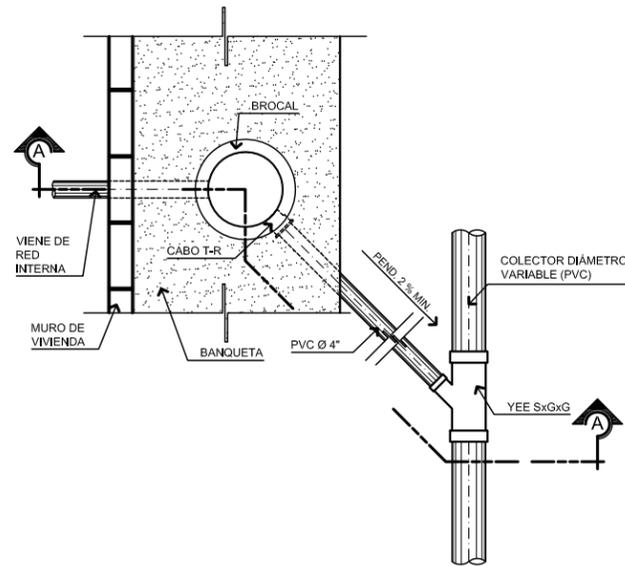
DISEÑO: M.M.T.Y.
DIBUJO: M.M.T.Y.
CALCULO: M.M.T.Y.

CONTENIDO:
DETALLES DE POZOS

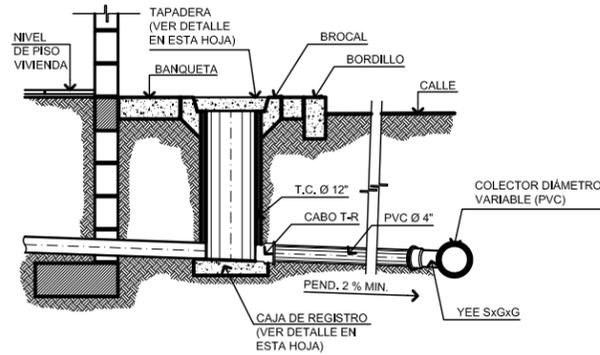
ESCALA: INDICADA
FECHA: OCTUBRE 2010

INGA. CRISTA CLASSON DE PINTO SUPERVISORA EPS

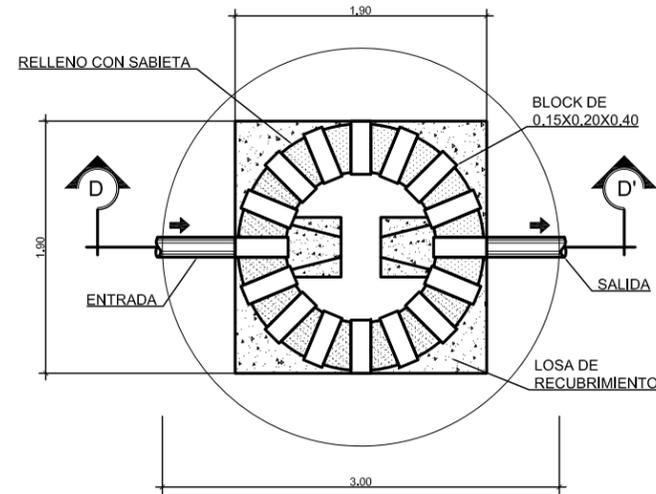
HOJA
05
07



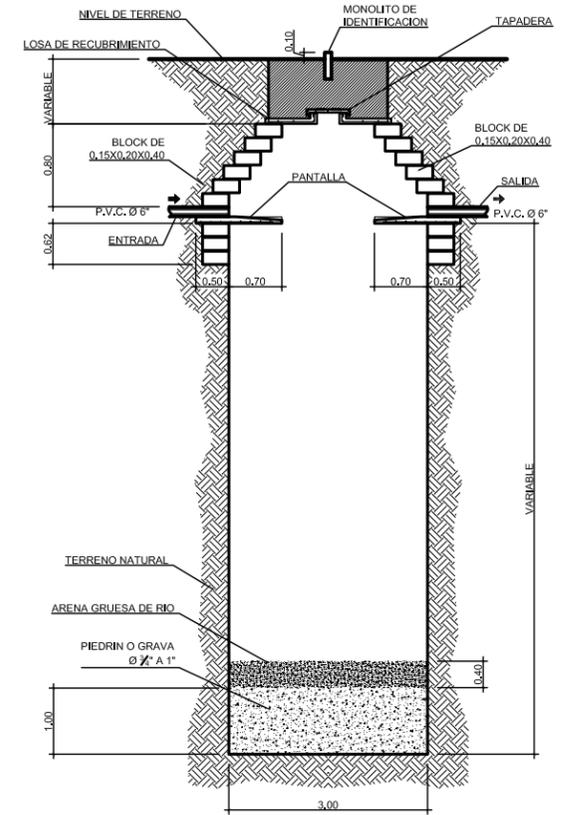
PLANTA DE CONEXIÓN DOMICILIAR
ESCALA 1 / 20



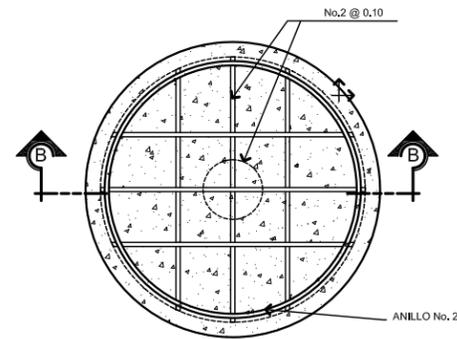
SECCIÓN A-A
ESCALA 1 / 20



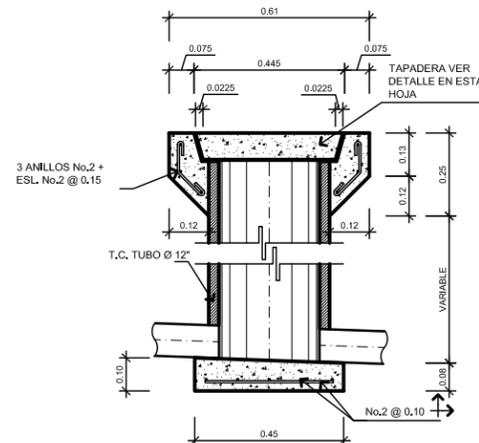
PLANTA POZO DE ABSORCIÓN
ESCALA 1 / 25



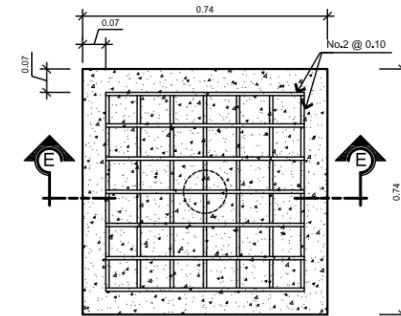
SECCIÓN D - D
ESCALA 1 / 50



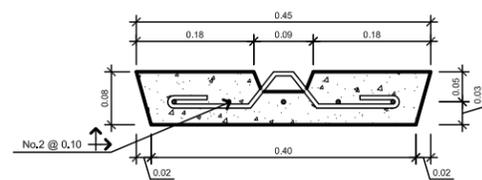
PLANTA
ESCALA 1 / 10



DETALLE CAJA DE REGISTRO
ESCALA 1 / 10



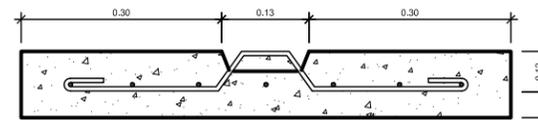
PLANTA DE TAPADERA
ESCALA 1 / 10



SECCIÓN B-B
ESCALA 1 / 5



DETALLE DE TAPADERA
ESCALA 1 / 10



SECCIÓN E - E
ESCALA 1 / 5

PARÁMETROS DE DISEÑO

- $F_y = 2,810 \text{ kg/cm}^2$ (Grado 40)
- $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (3,000 PSI)
- $f_m = 30 \text{ kg/cm}^2$
- TUBERÍA PVC NORMA 3034

NOTA:

- LOS POZOS DE VISITA SERÁN CUBIERTOS CON SABIETA EN TODO SU EXTERIOR



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

INSTITUCION:
MUNICIPALIDAD DE ZARAGOZA CHIMALTENANGO
PROYECTO: DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO
PARA ALDEA LOS POTRERILLOS

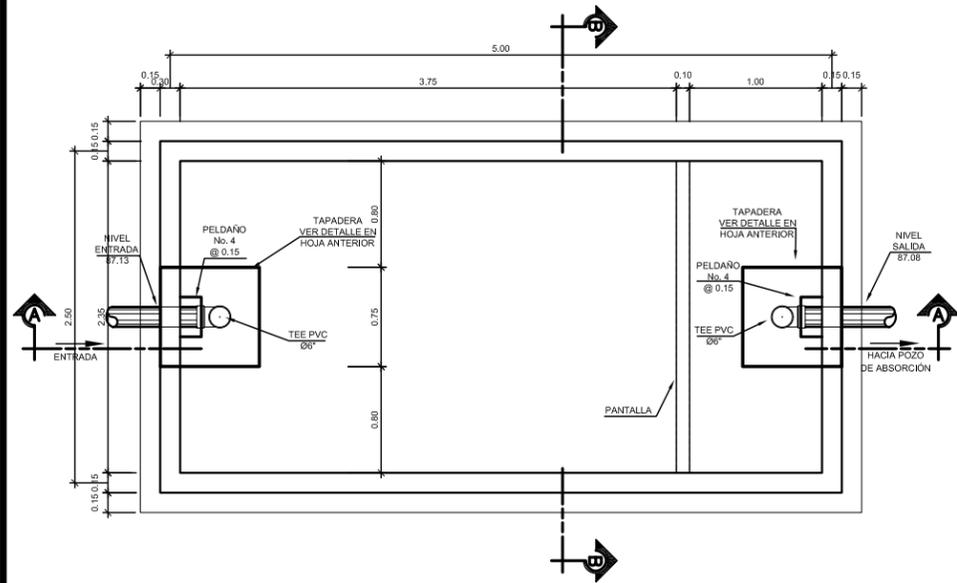
DISEÑO: M.M.T.Y.
DIBUJO: M.M.T.Y.
CALCULO: M.M.T.Y.

CONTENIDO:
DETALLES

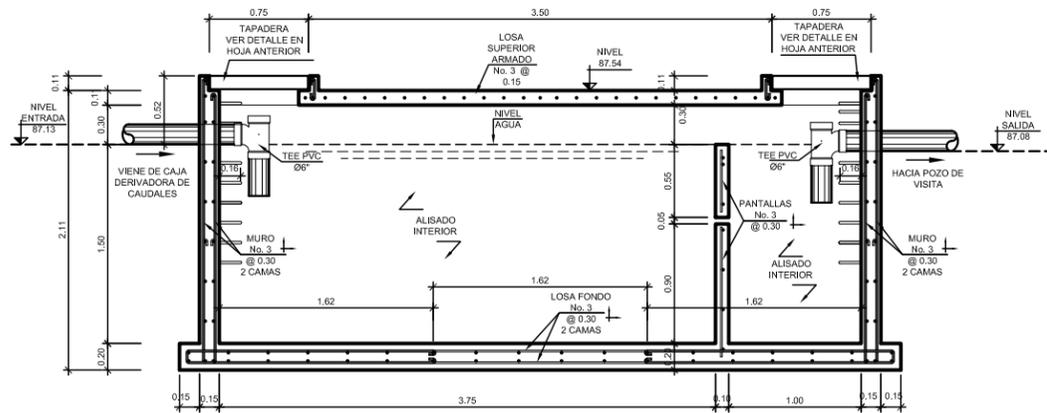
ESCALA: INDICADA
FECHA: OCTUBRE 2010

INGA. CRISTA CLASSON DE PINTO
SUPERVISORA EPS

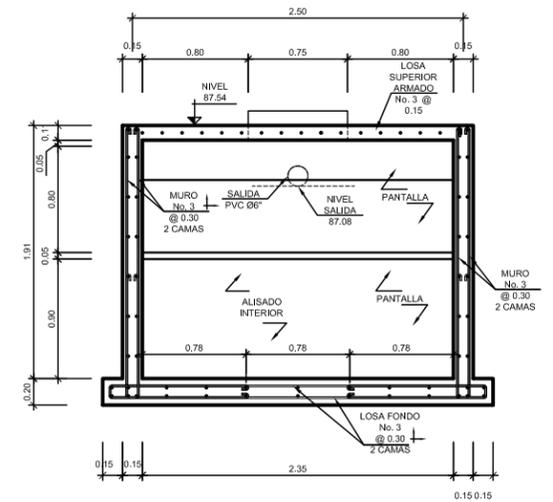
HOJA
06
07



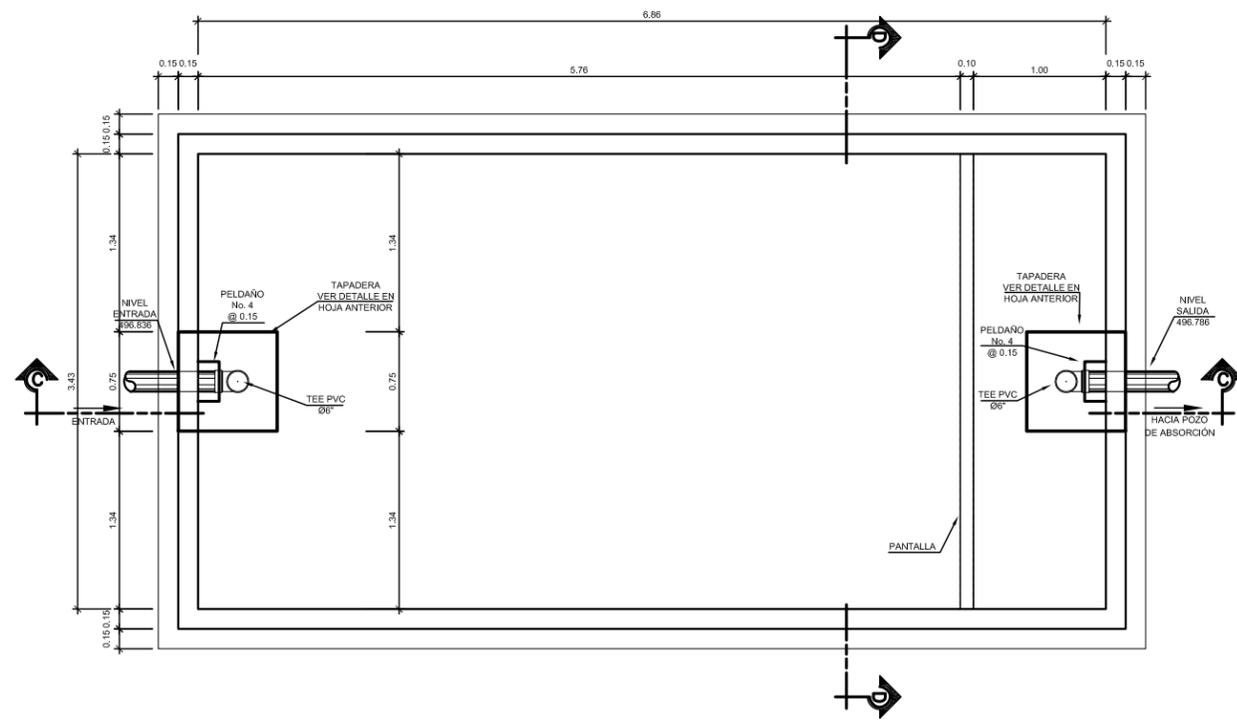
PLANTA FOSA SÉPTICA I
ESCALA 1 / 25



SECCIÓN A - A
ESCALA 1 / 25



SECCIÓN B - B
ESCALA 1 / 25

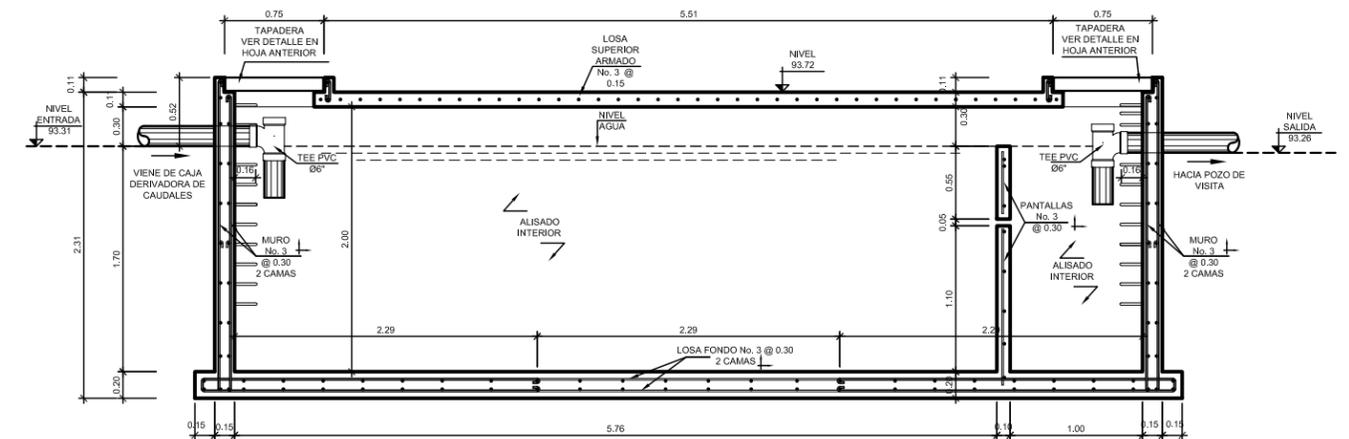


PLANTA FOSA SÉPTICA
ESCALA 1 / 25

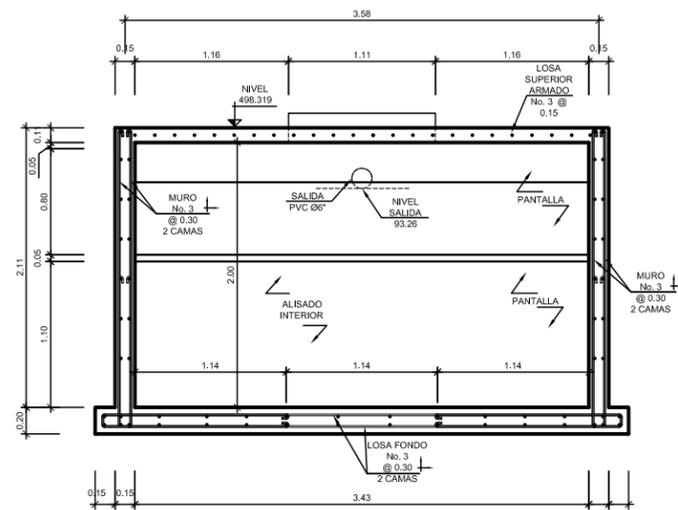
PARÁMETROS DE DISEÑO

- $F_y = 2,810 \text{ kg/cm}^2$ (Grado 40)
- $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (3,000 PSI)
- TUBERÍA PVC NORMA 3034

SECCIÓN D - D
ESCALA 1 / 25



SECCIÓN C - C
ESCALA 1 / 25



	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	INSTITUCIÓN: MUNICIPALIDAD DE ZARAGOZA CHIMALTENANGO	
DISEÑO: M.M.T.Y. DIBUJO: M.M.T.Y. CALCULO: M.M.T.Y.		PROYECTO: DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA ALDEA LOS POTRERILLOS
ESCALA: INDICADA FECHA: OCTUBRE 2010		CONTENIDO: DETALLE DE FOSAS SÉPTICAS
		HOJA 07 / 07

INGA. CRISTA CLASSON DE PINTO
SUPERVISORA EPS

ANEXOS

CUADRO 6 - 2A
Coefficientes de Flexión basados en valores np

np	2/jk	j	k	npj	np	2/jk	j	k	npj
0.001	46.409	0.985	0.044	0.00099	0.051	8.075	0.909	0.272	0.04637
0.002	33.319	0.980	0.061	0.00196	0.052	8.016	0.908	0.275	0.04724
0.003	27.523	0.975	0.075	0.00293	0.053	7.958	0.908	0.277	0.04811
0.004	24.069	0.971	0.086	0.00389	0.054	7.902	0.907	0.279	0.04898
0.005	21.713	0.968	0.095	0.00484	0.055	7.848	0.906	0.281	0.04984
0.006	19.975	0.965	0.104	0.00579	0.056	7.795	0.906	0.283	0.05071
0.007	18.625	0.963	0.112	0.00674	0.057	7.744	0.905	0.285	0.05158
0.008	17.537	0.960	0.119	0.00768	0.058	7.694	0.904	0.287	0.05244
0.009	16.636	0.958	0.125	0.00862	0.059	7.645	0.903	0.290	0.05331
0.010	15.875	0.956	0.132	0.00956	0.060	7.598	0.903	0.292	0.05417
0.011	15.220	0.954	0.138	0.01049	0.061	7.552	0.902	0.294	0.05503
0.012	14.649	0.952	0.143	0.01143	0.062	7.507	0.901	0.296	0.05589
0.013	14.145	0.950	0.149	0.01236	0.063	7.462	0.901	0.298	0.05675
0.014	13.697	0.949	0.154	0.01328	0.064	7.419	0.900	0.299	0.05761
0.015	13.294	0.947	0.159	0.01421	0.065	7.378	0.900	0.301	0.05847
0.016	12.930	0.945	0.164	0.01513	0.066	7.337	0.899	0.303	0.05933
0.017	12.599	0.944	0.168	0.01605	0.067	7.296	0.898	0.305	0.06019
0.018	12.296	0.942	0.173	0.01696	0.068	7.257	0.898	0.307	0.06104
0.019	12.017	0.941	0.177	0.01788	0.069	7.219	0.897	0.309	0.06190
0.020	11.759	0.940	0.181	0.01879	0.070	7.182	0.896	0.311	0.06275
0.021	11.521	0.938	0.185	0.01970	0.071	7.145	0.896	0.312	0.06361
0.022	11.298	0.937	0.189	0.02061	0.072	7.109	0.895	0.314	0.06446
0.023	11.091	0.936	0.193	0.02152	0.073	7.074	0.895	0.316	0.06531
0.024	10.897	0.935	0.196	0.02243	0.074	7.040	0.894	0.318	0.06616
0.025	10.714	0.933	0.200	0.02333	0.075	7.006	0.894	0.319	0.06701
0.026	10.543	0.932	0.204	0.02424	0.076	6.973	0.893	0.321	0.06786
0.027	10.381	0.931	0.207	0.02514	0.077	6.941	0.892	0.323	0.06871
0.028	10.227	0.930	0.210	0.02604	0.078	6.909	0.892	0.325	0.06956
0.029	10.082	0.929	0.214	0.02694	0.079	6.878	0.891	0.326	0.07041
0.030	9.945	0.928	0.217	0.02783	0.080	6.848	0.891	0.328	0.07126
0.031	9.814	0.927	0.220	0.02873	0.081	6.818	0.890	0.330	0.07210
0.032	9.689	0.926	0.223	0.02962	0.082	6.788	0.890	0.331	0.07295
0.033	9.570	0.925	0.226	0.03051	0.083	6.759	0.889	0.333	0.07379
0.034	9.456	0.924	0.229	0.03140	0.084	6.731	0.889	0.334	0.07464
0.035	9.348	0.923	0.232	0.03229	0.085	6.703	0.888	0.336	0.07548
0.036	9.244	0.922	0.235	0.03318	0.086	6.676	0.887	0.338	0.07632
0.037	9.144	0.921	0.238	0.03407	0.087	6.649	0.887	0.339	0.07717
0.038	9.048	0.920	0.240	0.03496	0.088	6.623	0.886	0.341	0.07801
0.039	8.956	0.919	0.243	0.03584	0.089	6.597	0.886	0.342	0.07885
0.040	8.868	0.918	0.246	0.03672	0.090	6.572	0.885	0.344	0.07969
0.041	8.782	0.917	0.248	0.03761	0.091	6.547	0.885	0.345	0.08053
0.042	8.700	0.916	0.251	0.03849	0.092	6.522	0.884	0.347	0.08137
0.043	8.621	0.916	0.253	0.03937	0.093	6.498	0.884	0.348	0.08221
0.044	8.545	0.915	0.256	0.04025	0.094	6.474	0.883	0.350	0.08304
0.045	8.471	0.914	0.258	0.04112	0.095	6.451	0.883	0.351	0.08388
0.046	8.399	0.913	0.261	0.04200	0.096	6.428	0.882	0.353	0.08472
0.047	8.330	0.912	0.263	0.04288	0.097	6.405	0.882	0.354	0.08555
0.048	8.263	0.911	0.266	0.04375	0.098	6.383	0.882	0.355	0.08639
0.049	8.199	0.911	0.268	0.04462	0.099	6.361	0.881	0.357	0.08722
0.050	8.136	0.910	0.270	0.04550	0.100	6.340	0.881	0.358	0.08806

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{E_s}{E_m} & p &= \frac{A_s}{bd} & k &= \sqrt{2np + (np)^2} - np & 2/jk &= \frac{bd^2 f_m}{M} \\
 npj &= \frac{nM}{bd^2 f_s} & j &= 1 - \frac{k}{3} & f_m &= \frac{M}{bd^2} \left(\frac{2}{jk} \right) & f_s &= \frac{M}{bd^2} \left(\frac{1}{pj} \right)
 \end{aligned}$$

CUADRO 6 - 2B
Coefficientes de Flexión basados en valores np

np	2/jk	j	k	npj	np	2/jk	j	k	npj
0.101	6.318	0.880	0.360	0.08889	0.151	5.549	0.860	0.419	0.12991
0.102	6.297	0.880	0.361	0.08972	0.152	5.538	0.860	0.420	0.13072
0.103	6.277	0.879	0.362	0.09056	0.153	5.527	0.860	0.421	0.13153
0.104	6.257	0.879	0.364	0.09139	0.154	5.516	0.859	0.422	0.13234
0.105	6.237	0.878	0.365	0.09222	0.155	5.505	0.859	0.423	0.13315
0.106	6.217	0.878	0.366	0.09305	0.156	5.494	0.859	0.424	0.13395
0.107	6.197	0.877	0.368	0.09388	0.157	5.483	0.858	0.425	0.13476
0.108	6.178	0.877	0.369	0.09471	0.158	5.473	0.858	0.426	0.13557
0.109	6.159	0.877	0.370	0.09554	0.159	5.462	0.858	0.427	0.13637
0.110	6.141	0.876	0.372	0.09637	0.160	5.452	0.857	0.428	0.13718
0.111	6.122	0.876	0.373	0.09720	0.161	5.442	0.857	0.429	0.13799
0.112	6.104	0.875	0.374	0.09802	0.162	5.431	0.857	0.430	0.13879
0.113	6.086	0.875	0.376	0.09885	0.163	5.421	0.856	0.431	0.13959
0.114	6.069	0.874	0.377	0.09968	0.164	5.411	0.856	0.432	0.14040
0.115	6.051	0.874	0.378	0.10050	0.165	5.401	0.856	0.433	0.14120
0.116	6.034	0.874	0.379	0.10133	0.166	5.392	0.855	0.434	0.14201
0.117	6.017	0.873	0.381	0.10215	0.167	5.382	0.855	0.435	0.14281
0.118	6.001	0.873	0.382	0.10298	0.168	5.372	0.855	0.436	0.14361
0.119	5.984	0.872	0.383	0.10380	0.169	5.363	0.855	0.436	0.14441
0.120	5.968	0.872	0.384	0.10462	0.170	5.353	0.854	0.437	0.14522
0.121	5.952	0.871	0.386	0.10545	0.171	5.344	0.854	0.438	0.14602
0.122	5.936	0.871	0.387	0.10627	0.172	5.335	0.854	0.439	0.14682
0.123	5.920	0.871	0.388	0.10709	0.173	5.325	0.853	0.440	0.14762
0.124	5.905	0.870	0.389	0.10791	0.174	5.316	0.853	0.441	0.14842
0.125	5.890	0.870	0.390	0.10873	0.175	5.307	0.853	0.442	0.14922
0.126	5.874	0.869	0.392	0.10955	0.176	5.298	0.852	0.443	0.15002
0.127	5.860	0.869	0.393	0.11037	0.177	5.289	0.852	0.444	0.15082
0.128	5.845	0.869	0.394	0.11119	0.178	5.281	0.852	0.445	0.15162
0.129	5.830	0.868	0.395	0.11201	0.179	5.272	0.851	0.446	0.15242
0.130	5.816	0.868	0.396	0.11283	0.180	5.263	0.851	0.446	0.15321
0.131	5.802	0.868	0.397	0.11365	0.181	5.255	0.851	0.447	0.15401
0.132	5.788	0.867	0.398	0.11447	0.182	5.246	0.851	0.448	0.15481
0.133	5.774	0.867	0.400	0.11528	0.183	5.238	0.850	0.449	0.15561
0.134	5.760	0.866	0.401	0.11610	0.184	5.230	0.850	0.450	0.15640
0.135	5.747	0.866	0.402	0.11692	0.185	5.221	0.850	0.451	0.15720
0.136	5.733	0.866	0.403	0.11773	0.186	5.213	0.849	0.452	0.15800
0.137	5.720	0.865	0.404	0.11855	0.187	5.205	0.849	0.453	0.15879
0.138	5.707	0.865	0.405	0.11936	0.188	5.197	0.849	0.453	0.15959
0.139	5.694	0.865	0.406	0.12018	0.189	5.189	0.849	0.454	0.16038
0.140	5.681	0.864	0.407	0.12099	0.190	5.181	0.848	0.455	0.16118
0.141	5.668	0.864	0.408	0.12180	0.191	5.173	0.848	0.456	0.16197
0.142	5.656	0.863	0.410	0.12262	0.192	5.165	0.848	0.457	0.16277
0.143	5.644	0.863	0.411	0.12343	0.193	5.158	0.847	0.458	0.16356
0.144	5.631	0.863	0.412	0.12424	0.194	5.150	0.847	0.458	0.16436
0.145	5.619	0.862	0.413	0.12505	0.195	5.142	0.847	0.459	0.16515
0.146	5.607	0.862	0.414	0.12586	0.196	5.135	0.847	0.460	0.16594
0.147	5.595	0.862	0.415	0.12668	0.197	5.127	0.846	0.461	0.16674
0.148	5.584	0.861	0.416	0.12749	0.198	5.120	0.846	0.462	0.16753
0.149	5.572	0.861	0.417	0.12830	0.199	5.112	0.846	0.463	0.16832
0.150	5.560	0.861	0.418	0.12911	0.200	5.105	0.846	0.463	0.16911

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{E_s}{E_m} & p &= \frac{A_s}{bd} & k &= \sqrt{2np + (np)^2} - np & 2/jk &= \frac{bd^2 f_m}{M} \\
 npj &= \frac{nM}{bd^2 f_s} & j &= 1 - \frac{k}{3} & f_m &= \frac{M}{bd^2} \left(\frac{2}{jk} \right) & f_s &= \frac{M}{bd^2} \left(\frac{1}{pj} \right)
 \end{aligned}$$

CUADRO 6 - 2C
Coefficientes de Flexión basados en valores np

np	2/jk	j	k	npj	np	2/jk	j	k	npj
0.201	5.098	0.845	0.464	0.16990	0.251	4.795	0.833	0.501	0.20911
0.202	5.091	0.845	0.465	0.17069	0.252	4.790	0.833	0.501	0.20989
0.203	5.083	0.845	0.466	0.17149	0.253	4.785	0.833	0.502	0.21067
0.204	5.076	0.844	0.467	0.17228	0.254	4.780	0.832	0.503	0.21144
0.205	5.069	0.844	0.467	0.17307	0.255	4.775	0.832	0.503	0.21222
0.206	5.062	0.844	0.468	0.17386	0.256	4.770	0.832	0.504	0.21300
0.207	5.055	0.844	0.469	0.17465	0.257	4.765	0.832	0.505	0.21377
0.208	5.049	0.843	0.470	0.17543	0.258	4.760	0.832	0.505	0.21455
0.209	5.042	0.843	0.470	0.17622	0.259	4.755	0.831	0.506	0.21532
0.210	5.035	0.843	0.471	0.17701	0.260	4.750	0.831	0.507	0.21610
0.211	5.028	0.843	0.472	0.17780	0.261	4.746	0.831	0.507	0.21687
0.212	5.022	0.842	0.473	0.17859	0.262	4.741	0.831	0.508	0.21765
0.213	5.015	0.842	0.474	0.17938	0.263	4.736	0.831	0.508	0.21842
0.214	5.008	0.842	0.474	0.18016	0.264	4.731	0.830	0.509	0.21920
0.215	5.002	0.842	0.475	0.18095	0.265	4.727	0.830	0.510	0.21997
0.216	4.995	0.841	0.476	0.18174	0.266	4.722	0.830	0.510	0.22075
0.217	4.989	0.841	0.477	0.18253	0.267	4.717	0.830	0.511	0.22152
0.218	4.983	0.841	0.477	0.18331	0.268	4.713	0.829	0.512	0.22229
0.219	4.976	0.841	0.478	0.18410	0.269	4.708	0.829	0.512	0.22307
0.220	4.970	0.840	0.479	0.18488	0.270	4.704	0.829	0.513	0.22384
0.221	4.964	0.840	0.480	0.18567	0.271	4.699	0.829	0.514	0.22461
0.222	4.957	0.840	0.480	0.18645	0.272	4.695	0.829	0.514	0.22539
0.223	4.951	0.840	0.481	0.18724	0.273	4.690	0.828	0.515	0.22616
0.224	4.945	0.839	0.482	0.18802	0.274	4.686	0.828	0.515	0.22693
0.225	4.939	0.839	0.483	0.18881	0.275	4.681	0.828	0.516	0.22770
0.226	4.933	0.839	0.483	0.18959	0.276	4.677	0.828	0.517	0.22848
0.227	4.927	0.839	0.484	0.19038	0.277	4.673	0.828	0.517	0.22925
0.228	4.921	0.838	0.485	0.19116	0.278	4.668	0.827	0.518	0.23002
0.229	4.915	0.838	0.485	0.19194	0.279	4.664	0.827	0.518	0.23079
0.230	4.909	0.838	0.486	0.19273	0.280	4.660	0.827	0.519	0.23156
0.231	4.904	0.838	0.487	0.19351	0.281	4.655	0.827	0.520	0.23233
0.232	4.898	0.837	0.488	0.19429	0.282	4.651	0.827	0.520	0.23310
0.233	4.892	0.837	0.488	0.19507	0.283	4.647	0.826	0.521	0.23387
0.234	4.886	0.837	0.489	0.19586	0.284	4.643	0.826	0.521	0.23464
0.235	4.881	0.837	0.490	0.19664	0.285	4.639	0.826	0.522	0.23541
0.236	4.875	0.837	0.490	0.19742	0.286	4.634	0.826	0.523	0.23618
0.237	4.869	0.836	0.491	0.19820	0.287	4.630	0.826	0.523	0.23695
0.238	4.864	0.836	0.492	0.19898	0.288	4.626	0.825	0.524	0.23772
0.239	4.858	0.836	0.493	0.19976	0.289	4.622	0.825	0.524	0.23849
0.240	4.853	0.836	0.493	0.20054	0.290	4.618	0.825	0.525	0.23926
0.241	4.847	0.835	0.494	0.20132	0.291	4.614	0.825	0.526	0.24003
0.242	4.842	0.835	0.495	0.20210	0.292	4.610	0.825	0.526	0.24079
0.243	4.837	0.835	0.495	0.20288	0.293	4.606	0.824	0.527	0.24156
0.244	4.831	0.835	0.496	0.20366	0.294	4.602	0.824	0.527	0.24233
0.245	4.826	0.834	0.497	0.20444	0.295	4.598	0.824	0.528	0.24310
0.246	4.821	0.834	0.497	0.20522	0.296	4.594	0.824	0.528	0.24387
0.247	4.816	0.834	0.498	0.20600	0.297	4.590	0.824	0.529	0.24463
0.248	4.810	0.834	0.499	0.20678	0.298	4.587	0.823	0.530	0.24540
0.249	4.805	0.834	0.499	0.20756	0.299	4.583	0.823	0.530	0.24617
0.250	4.800	0.833	0.500	0.20833	0.300	4.579	0.823	0.531	0.24693

$$n = \frac{E_s}{E_m} \quad p = \frac{A_s}{bd} \quad k = \sqrt{2np + (np)^2} - np \quad 2/jk = \frac{bd^2 f_m}{M}$$

$$npj = \frac{nM}{bd^2 f_s} \quad j = 1 - \frac{k}{3} \quad f_m = \frac{M}{bd^2} \left(\frac{2}{jk} \right) \quad f_s = \frac{M}{bd^2} \left(\frac{1}{pj} \right)$$

CUADRO 6 - 2D
Coefficientes de Flexión basados en valores np

np	2/jk	j	k	npj	np	2/jk	j	k	npj
0.301	4.575	0.823	0.531	0.24770	0.352	4.404	0.814	0.558	0.28654
0.302	4.571	0.823	0.532	0.24847	0.354	4.398	0.814	0.559	0.28805
0.303	4.567	0.823	0.532	0.24923	0.356	4.392	0.813	0.560	0.28957
0.304	4.564	0.822	0.533	0.25000	0.358	4.386	0.813	0.561	0.29108
0.305	4.560	0.822	0.533	0.25076	0.360	4.381	0.813	0.562	0.29259
0.306	4.556	0.822	0.534	0.25153	0.362	4.375	0.812	0.563	0.29410
0.307	4.553	0.822	0.535	0.25230	0.364	4.369	0.812	0.564	0.29561
0.308	4.549	0.822	0.535	0.25306	0.366	4.364	0.812	0.565	0.29712
0.309	4.545	0.821	0.536	0.25383	0.368	4.358	0.811	0.566	0.29863
0.310	4.542	0.821	0.536	0.25459	0.370	4.353	0.811	0.566	0.30014
0.311	4.538	0.821	0.537	0.25535	0.372	4.347	0.811	0.567	0.30165
0.312	4.534	0.821	0.537	0.25612	0.374	4.342	0.811	0.568	0.30316
0.313	4.531	0.821	0.538	0.25688	0.376	4.337	0.810	0.569	0.30466
0.314	4.527	0.821	0.538	0.25765	0.378	4.331	0.810	0.570	0.30617
0.315	4.524	0.820	0.539	0.25841	0.380	4.326	0.810	0.571	0.30767
0.316	4.520	0.820	0.539	0.25917	0.382	4.321	0.809	0.572	0.30918
0.317	4.517	0.820	0.540	0.25994	0.384	4.316	0.809	0.573	0.31068
0.318	4.513	0.820	0.541	0.26070	0.386	4.311	0.809	0.574	0.31219
0.319	4.510	0.820	0.541	0.26146	0.388	4.305	0.808	0.575	0.31369
0.320	4.506	0.819	0.542	0.26223	0.390	4.300	0.808	0.575	0.31519
0.321	4.503	0.819	0.542	0.26299	0.392	4.295	0.808	0.576	0.31669
0.322	4.499	0.819	0.543	0.26375	0.394	4.290	0.808	0.577	0.31819
0.323	4.496	0.819	0.543	0.26451	0.396	4.286	0.807	0.578	0.31969
0.324	4.492	0.819	0.544	0.26528	0.398	4.281	0.807	0.579	0.32119
0.325	4.489	0.819	0.544	0.26604	0.400	4.276	0.807	0.580	0.32269
0.326	4.486	0.818	0.545	0.26680	0.402	4.271	0.806	0.581	0.32419
0.327	4.482	0.818	0.545	0.26756	0.404	4.266	0.806	0.582	0.32569
0.328	4.479	0.818	0.546	0.26832	0.406	4.262	0.806	0.582	0.32719
0.329	4.476	0.818	0.546	0.26908	0.408	4.257	0.806	0.583	0.32869
0.330	4.472	0.818	0.547	0.26984	0.410	4.252	0.805	0.584	0.33018
0.331	4.469	0.818	0.547	0.27061	0.412	4.248	0.805	0.585	0.33168
0.332	4.466	0.817	0.548	0.27137	0.414	4.243	0.805	0.586	0.33317
0.333	4.463	0.817	0.548	0.27213	0.416	4.239	0.804	0.587	0.33467
0.334	4.459	0.817	0.549	0.27289	0.418	4.234	0.804	0.587	0.33616
0.335	4.456	0.817	0.549	0.27365	0.420	4.230	0.804	0.588	0.33766
0.336	4.453	0.817	0.550	0.27441	0.422	4.225	0.804	0.589	0.33915
0.337	4.450	0.817	0.550	0.27517	0.424	4.221	0.803	0.590	0.34064
0.338	4.447	0.816	0.551	0.27593	0.426	4.216	0.803	0.591	0.34213
0.339	4.444	0.816	0.551	0.27668	0.428	4.212	0.803	0.591	0.34363
0.340	4.440	0.816	0.552	0.27744	0.430	4.208	0.803	0.592	0.34512
0.341	4.437	0.816	0.552	0.27820	0.432	4.204	0.802	0.593	0.34661
0.342	4.434	0.816	0.553	0.27896	0.434	4.199	0.802	0.594	0.34810
0.343	4.431	0.816	0.553	0.27972	0.436	4.195	0.802	0.595	0.34959
0.344	4.428	0.815	0.554	0.28048	0.438	4.191	0.802	0.595	0.35108
0.345	4.425	0.815	0.554	0.28124	0.440	4.187	0.801	0.596	0.35257
0.346	4.422	0.815	0.555	0.28200	0.442	4.183	0.801	0.597	0.35405
0.347	4.419	0.815	0.555	0.28275	0.444	4.179	0.801	0.598	0.35554
0.348	4.416	0.815	0.556	0.28351	0.446	4.175	0.801	0.598	0.35703
0.349	4.413	0.815	0.556	0.28427	0.448	4.171	0.800	0.599	0.35851
0.350	4.410	0.814	0.557	0.28503	0.450	4.167	0.800	0.600	0.36000

$$n = \frac{E_s}{E_m} \quad \rho = \frac{A_s}{bd} \quad k = \sqrt{2np + (np)^2} - np \quad 2/jk = \frac{bd^2 f_m}{M}$$

$$npj = \frac{nM}{bd^2 f_s} \quad j = 1 - \frac{k}{3} \quad f_m = \frac{M}{bd^2} \left(\frac{2}{jk} \right) \quad f_s = \frac{M}{bd^2} \left(\frac{1}{pj} \right)$$