



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO DE LA ALDEA
SAN ANTONIO Y DISEÑO DEL INSTITUTO DE EDUCACIÓN
BÁSICA DEL CASERÍO BUENOS AIRES, MUNICIPIO DE
IXCHIGUÁN, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS**

Hernán Arturo Maldonado Rodas

Asesorado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, noviembre 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO DE LA ALDEA
SAN ANTONIO Y DISEÑO DEL INSTITUTO DE EDUCACIÓN
BÁSICA DEL CASERÍO BUENOS AIRES, MUNICIPIO DE
IXCHIGUÁN, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS**

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

POR:

HERNÁN ARTURO MALDONADO RODAS

ASESORADO POR EL ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2009

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 Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV:	Br. José Milton De León Bran
VOCAL V:	Br. Isaac Sultán Mejía
SECRETARIA:	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO:	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR:	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
EXAMINADOR:	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADORA:	Inga. Carmen Marina Mérida Alva
SECRETARIA:	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO DE LA ALDEA SAN ANTONIO Y DISEÑO DEL INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICA DEL CASERÍO BUENOS AIRES, MUNICIPIO DE IXCHIGUÁN, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, el 10 de septiembre de 2009.

Hernán Arturo Maldonado Rodas

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería



UNIDAD DE E.P.S.

Guatemala 15 de octubre de 2009.
Ref.EPS.DOC.1470.10.09.

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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Hernán Arturo Maldonado Rodas** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200212599**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO DE LA ALDEA SAN ANTONIO Y DISEÑO DEL INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICA DEL CASERÍO BUENOS AIRES, MUNICIPIO DE IXCHIGUÁN, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS"**.

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

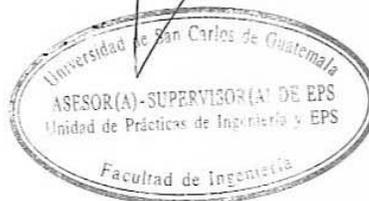
Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil

c.c. Archivo
MAAO/ra



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería



UNIDAD DE E.P.S.

Guatemala, 16 de octubre de 2009.
Ref.EPS.D.715.10.09

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

Estimado Ingeniero Samuels Milson.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO DE LA ALDEA SAN ANTONIO Y DISEÑO DEL INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICA DEL CASERÍO BUENOS AIRES, MUNICIPIO DE IXCHIGUÁN, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Hernán Arturo Maldonado Rodas**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el **Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta**.

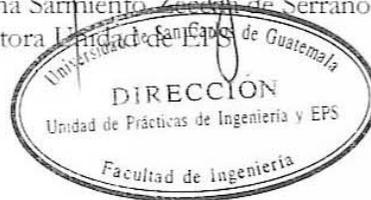
Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor -Supervisor de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todas"

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



NISZ/ra



Guatemala,
19 de octubre de 2009

FACULTAD DE INGENIERIA

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

Estimado Ing. Samuels.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO DE LA ALDEA SAN ANTONIO Y DISEÑO DEL INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICA DEL CASERÍO BUENOS AIRES, MUNICIPIO DE IXCHIGUÁN, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Hernán Arturo Maldonado Rodas, quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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.



Guatemala,
21 de octubre de 2009

FACULTAD DE INGENIERIA

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

Estimado Ing. Samuels.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO DE LA ALDEA SAN ANTONIO Y DISEÑO DEL INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICA DEL CASERÍO BUENOS AIRES, MUNICIPIO DE IXCHIGUÁN, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Hernán Arturo Maldonado Rodas, quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
Jefe del Departamento de Estructuras

/bbdeb.



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Hernán Arturo Maldonado Rodas, titulado DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO DE LA ALDEA SAN ANTONIO Y DISEÑO DEL INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICA DEL CASERÍO BUENOS AIRES, MUNICIPIO DE IXCHIGUÁN, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.



Mgter. Ing. Sydney Alexander Samuels Milson

Guatemala, noviembre 2009.

/bbdeb.



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO DE LA ALDEA SAN ANTONIO Y DISEÑO DEL INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICA DEL CASERÍO BUENOS AIRES, MUNICIPIOS DE IXCHIGUÁN, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS**, presentado por el estudiante universitario **Hernán Arturo Maldonado Rodas**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, noviembre de 2009

ACTO QUE DEDICO A:

mi Señor y Salvador:

Jesucristo, por darme la vida eterna, fuerzas, inteligencia y sabiduría para alcanzar este gran logro.

mis padres:

Miriam Rodas, Mario Soto y Eddie Maldonado , por darme su apoyo incondicional económico, moral y espiritual, ya que sin ellos no hubiese llegado a este momento tan trascendente de mi vida.

mis hermanos:

Eddie Alberth, Luz de María, Pablo Rodolfo, Mario Antonio, Juan Diego, Eddie Rodolfo, Katherine Emilia y Jonathan Raúl, por su apoyo en todo este largo recorrido y sea para ellos un ejemplo mas.

mi novia:

Caroli Daniela Sandoval Barrios, por estar en todo momento a mi lado y motivarme a seguir adelante aun en medio de las adversidades, te amo princesa.

mis sobrinos:

Ricardo Antonio, Sofía Rebeca, Juan Daniel y Julio Roberto, por alegrarme la vida a cada instante y mostrarme lo sencilla que es.

mis tíos:

Julio Maldonado, Beatriz Pérez y Aura Rodas, por abrirme las puertas de su hogar y aceptarme como un hijo.

mis primos:

Jovita, Raúl, Andrés Maldonado, Juan Carlos Morataya, Amanda Cano y José Guzmán, por ser un bastión importante y brindarme su cariño, comprensión y apoyo en cada día de mi vida y mi carrera profesional.

y a todos aquellos que de una manera u otra, ayudaron a la realización de este trabajo.

AGRADECIMIENTO ESPECIAL A:

Mi Señor y Dios Todopoderoso, por el regalo que me da de vivir una vida plena y llena de salud; sin apartar su Espíritu Santo de mi lado y guiarme hacia toda verdad, en todo momento.

Toda mi familia: abuelos, tíos, primos y demás, por ser un ejemplo para mi vida y motivación para seguir adelante.

Mis amigos inseparables Iván Córdova, Eliseo García y René Barrios; ya que los desvelos, problemas y demás no fueron impedimento para llegar hasta donde estamos el día de hoy, aun en clases o fuera de ellas seguimos firmes en nuestros ideales.

Javier Padilla, Daniel Anzueto, Jorge Hernández, Pablo Joaquín (D.E.P), Herman Juárez, Luis Rodríguez, Hector González y Carlos Villatoro, por darme motivos para creer en cosas grandes, por el privilegio de empezar esta carrera a su lado y mantenerse allí en todo momento.

La Facultad de Ingeniería y todos sus docentes en especial a mi asesor el ingeniero Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta, y los ingenieros Omar Medrano, Dilma Mejicanos, María del Mar Girón, Carmen Mérida, por brindarme sus conocimientos y experiencias personales como profesionales

Mi bella Guatemala, por ser el país más hermoso del mundo; por el cual estoy dispuesto a luchar y entregar mi vida profesional por el y todos sus habitantes.

1.1.13.3	Mortalidad	7
1.1.13.4	Morbilidad	7
1.2	Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio de Ixchiguán.	7
1.2.1	Descripción de las necesidades	7
1.2.2	Priorización de las necesidades	8
2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	
2.1	Diseño del sistema de drenaje sanitario para la aldea San Antonio de Ixchiguán, San Marcos	10
2.1.1	Descripción del proyecto	10
2.1.2	Levantamiento topográfico	11
2.1.2.1	Planimetría	11
2.1.2.2	Altimetría	11
2.1.3	Descripción del sistema a utilizar	12
2.1.4	Partes de un alcantarillado	12
2.1.4.1	Colector	12
2.1.4.2	Pozos de visita	13
2.1.4.3	Conexiones domiciliarias	14
2.1.4.3.1	Caja o candela	15
2.1.4.3.2	Tubería secundaria	15
2.1.5	Período de diseño	16
2.1.6	Población futura	16
2.1.7	Determinación de caudales	18
2.1.7.1	Población tributaria	18
2.1.7.2	Dotación	18
2.1.7.3	Factor de retorno	19
2.1.7.4	Caudal sanitario	20
2.1.7.4.1	Caudal domiciliar	20
2.1.7.4.2	Caudal comercial	21

2.1.7.4.3	Caudal industrial	21
2.1.7.4.4	Caudal por conexiones ilícitas	22
2.1.7.4.5	Caudal de infiltración	23
2.1.7.5	Caudal medio	23
2.1.7.6	Factor de caudal medio	23
2.1.7.7	Factor de Harmond	24
2.1.7.8	Caudal de diseño	25
2.1.8	Fundamentos hidráulicos	26
2.1.8.1	Ecuación de Manning para flujo de canales	26
2.1.8.2	Relaciones de diámetro y caudales	28
2.1.8.3	Relaciones hidráulicas	28
2.1.9	Parámetros de diseño hidráulico	29
2.1.9.1	Coeficiente de rugosidad	29
2.1.9.2	Sección llena y parcialmente llena	29
2.1.9.3	Velocidades máximas y mínimas	30
2.1.9.4	Diámetro del colector	31
2.1.9.5	Profundidad del colector	31
2.1.9.5.1	Profundidad mínima del colector	32
2.1.9.5.2	Ancho de la zanja	32
2.1.9.5.3	Volumen de excavación	33
2.1.9.5.4	Cotas invert	34
2.1.10	Ubicación de los pozos de visita	35
2.1.11	Profundidad de los pozos de visita	35
2.1.12	Características de las conexiones domiciliarias	38
2.1.13	Diseño hidráulico	38
2.1.14	Ejemplo de diseño de un tramo	40
2.1.15	Desfogue	44
2.1.16	Elaboración de planos	44
2.1.17	Elaboración de presupuesto	44

2.1.18	Evaluación socioeconómica	45
2.1.18.1	Valor presente neto	46
2.1.18.2	Tasa interna de retorno	48
2.1.19	Evaluación de impacto ambiental	49
2.1.19.1	Definición de “impacto ambiental” y de “evaluación de impacto ambiental, EIA”	49
2.1.19.2	EIA del proyecto de drenaje sanitario	52
2.1.19.3	Medidas de mitigación	53
2.2	Diseño del Instituto de educación básica para el caserío Buenos Aires de Ixchiguán, San Marcos.	56
2.2.1	Descripción del proyecto	56
2.2.2	Población a servir	56
2.2.3	Descripción del espacio disponible	56
2.2.3.1	Localización del terreno	56
2.2.3.2	Topografía del terreno	57
2.2.3.3	Características del suelo	57
2.2.4	Mampostería	58
2.2.5	Elementos de un sistema de mampostería reforzada	58
2.2.6	Unidades de mampostería	58
2.2.6.1	Ladrillos de barro cocido	59
2.2.6.2	Bloques de concreto	59
2.2.7	Mortero	59
2.2.8	Concreto y graut	60
2.2.8.1	Concreto	60
2.2.8.2	Graut	61
2.2.9	Acero de refuerzo	61
2.2.10	Esfuerzo básico de ruptura ($f'm$)	62
2.2.10.1	Procedimiento para determinar el $f'm$	62

2.2.11	Cargas que afectan a una estructura de mampostería reforzada	64
2.2.11.1	Cargas gravitacionales	64
2.2.11.1.1	Carga viva	64
2.2.11.1.2	Carga muerta	67
2.2.11.2	Cargas laterales	69
2.2.11.2.1	Cargas de viento	69
2.2.11.2.2	Cargas de sismo	69
2.2.12	Efectos torsionales	70
2.2.12.1	Limitación de los efectos torsionales	71
2.2.13	Estructuración sismo resistente	71
2.2.13.1	Clasificación de las obras	71
2.2.14	Índice de sismicidad del sitio (I_0)	73
2.2.15	Nivel de protección requerido	73
2.2.16	Perfil del suelo	75
2.2.17	Aceleración máxima efectiva del terreno (A_0)	76
2.2.18	Tipo de estructura	77
2.2.18.1	Descripción de la estructura	78
2.2.18.2	Configuración de la edificación	79
2.2.18.3	Redundancia estructural	79
2.2.18.4	Configuración en planta	80
2.2.18.5	Configuración vertical	82
2.2.19	Corte basal	84
2.2.20	Diseño del instituto	89
2.2.20.1	Diseño de la losa del primer nivel ambos sentidos	89
2.2.20.2	Diseño de la losa del segundo nivel ambos sentidos	94
2.2.20.3	Análisis de una estructura de mampostería	94
2.2.20.3.1	Análisis simplista	94
2.2.20.3.2	Limitaciones del método simple	95

2.2.20.4	Cálculo del centro de masa, centro de rigidez y cálculo del corte basal	95
2.2.20.5	Diseño de soleras	113
2.2.20.6	Diseño de la cimentación	118
2.2.20.6.1	Diseño del cimiento corrido	119
2.2.21	Elaboración de planos	121
2.2.22	Elaboración de presupuesto	121
CONCLUSIONES		125
RECOMENDACIONES		127
BIBLIOGRAFÍA		129
APÉNDICE		131

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Mapa del municipio de Ixchiguán, San Marcos	2
2	Localización municipio de Ixchiguán, San Marcos	3
3	Ubicación del drenaje	11
4	Pozo de visita	15
5	Conexión domiciliar	16
6	Relación de diámetros	31
7	Ubicación del Instituto de educación básica	58
8	Mapa de macrozonas sísmicas	75
9	Función de ampliación dinámica	87
10	Distribución del corte basal en fuerzas por piso	90
11	Distribución de áreas de losas para soleras	114
12	Valores de los momentos en la estructura	116
13	Diagrama de corte en solera	119
14	Capacidad de momento de secciones rectangulares	121
15	Resultados de ensayo de compresión triaxial	131
16	Identificación de muros ambos niveles para el diseño de Mampostería	133
17	Planta de conjunto y densidad de vivienda	137
18	Planta – perfil tramo 1	139
19	Planta – perfil tramo 2	141
20	Pozos de visita y detalles	143
21	Acometidas domiciliarias y detalles	145
22	Planta de arquitectura	147
23	Planta de cotas – niveles	149
24	Elevaciones – cortes	151

25	Planta puertas y ventanas – acabados	153
26	Planta de cimientos – columnas	155
27	Planta de techos	157
28	Detalles estructurales	159
29	Planta de instalación hidráulica – sanitaria	161
30	Planta de instalación eléctrica – iluminación	163
31	Planta de instalación eléctrica – fuerza	165

TABLAS

I	Factores de rugosidad	30
II	Anchos de zanja, según profundidad del colector	34
III	Datos de diseño	40
IV	Presupuesto drenaje sanitario	46
V	Matriz modificada de Leopold, para el sistema de alcantarillado de la aldea San Antonio	53
VI	Cargas vivas mínimas para una estructura de mampostería	66
VII	Cargas muertas mínimas	69
VIII	Índice de sismicidad	74
IX	Nivel de protección requerido	75
X	Derivas laterales máximas según el nivel de protección requerido	76
XI	Clasificación por tipo de estructura	78
XII	Redundancia estructural (q1) para número de tramos	80
XIII	Número de ejes estructurales (q2)	81
XIV	Configuración en planta	82
XV	Configuración vertical	83
XVI	Guía para establecer la estructuración sismo resistente de una edificación e integrar el índice de calidad Q	84

XVII	Periodo de vibración	86
XVIII	Función de ampliación dinámica	87
XIX	Factor de reducción de respuesta sísmica	88
XX	Coordenadas de muros	98
XXI	Peso del muro por su coordenada	100
XXII	Centroide del muro por su rigidez	101
XIII	Momento polar de inercia	107
XXIV	Carga lateral, torsión y carga total	108
XXV	Momento y deriva de muros	110
XXVI	Cuantía de acero vertical y horizontal	112
XXVII	Distribución de área de acero del primer nivel, horizontal y vertical	113
XXVIII	Distribución de área de acero del segundo, horizontal y vertical	114
XXIX	Presupuesto Instituto de educación básica	123
XXX	Diseño hidráulico drenaje sanitario	132

LISTA DE SÍMBOLOS

As	Área de acero
As_{max}	Área de acero máxima
As_{min}	Área de acero mínima
b	Base
cm	Centímetro
d	Peralte
e	Excentricidad
E.P.S.	Ejercicio Profesional Supervisado
F'_c	Resistencia del concreto
F'_m	Resistencia de la mampostería
F'_y	Resistencia del acero
gr	Gramos
INE	Instituto Nacional de Estadística
INFOM	Instituto de Fomento Municipal
Kg	Kilogramo
Kg/cm²	Kilogramo por centímetro cuadrado
Kg/m	Kilogramo por metro
Kg/m³	Kilogramo por metro cubico
L	Distancia libre entre apoyos
l/s	Litros por segundo (caudal)
l/hab/dia	Litros habitante por día
Lb	Libra
M	Momento
M_R	Momento resultante
M_u	Momento último
m²	Metro cuadrado
m³	Metro cubico

O.M.P.	Oficina Municipal de Planificación
q	Capacidad soporte
Q	Caudal
S	Espaciamiento
S_{max}	Espaciamiento máximo
t	Espesor de la losa
V_a	Esfuerzo de corte actuante
W	Peso
@	A razón (espaciamiento)

GLOSARIO

Bases de diseño	Son las bases técnicas adaptadas para el diseño del proyecto.
Caudal	Es el volumen de agua que pasa por unidad de tiempo, en determinado punto de observación, en un instante dado. Sus expresiones mas usuales son litros por segundo, metros cúbicos por segundo, metros cúbicos por minuto, galones por minuto.
Consumo	Es el caudal de agua utilizado por una población.
Deflexiones	Cambio leve de la posición de un objeto o cuerpo, sin que necesariamente cambie su forma permanente.
Deformación	Cambio que se da en un cuerpo tras la aplicación de al menos una fuerza externa y que produce un cambio permanente en la forma de dicho cuerpo.
Mampostería	Es una conformación de muros construidos con piezas prismáticas macizas unidas con un mortero aglutinante.

RESUMEN

La aldea San Antonio pertenece al municipio de Ixchiguán, departamento de San Marcos; con apoyo de la Oficina Municipal de Planificación (O.M.P.) a través de estudios y encuestas; se pudo determinar que una de las necesidades principales, es la introducción de un sistema de drenaje sanitario; ya que por carecer de dicho sistema la población presenta ciertos índices de enfermedades, originados a carencia del mencionado.

El caserío Buenos Aires se encuentra ubicado en un lugar céntrico muy cercano a la cabecera municipal; el problema principal por el que atraviesa este sector, es la carencia de una infraestructura (instituto de educación básica) que les permita ingresar a estudiantes de dicho nivel; para el crecimiento académico personal del lugar en si y la región.

Por lo que la actividad principal del presente Trabajo de Graduación, se centra en plantear la solución a los problemas mencionados, los cuales son: Diseño del sistema de drenaje sanitario para la aldea San Antonio y Diseño del instituto de educación básica para el caserío Buenos Aires, ubicados en el municipio de Ixchiguán, San Marcos.

OBJETIVOS

General

- Diseñar el sistema de drenaje sanitario de la aldea San Antonio y un instituto de educación básica en el caserío Buenos Aires situados en el municipio de Ixchiguán, San Marcos.

Específicos:

1. Desarrollar una investigación monográfica correcta, para describir y reunir información adecuada del municipio de Ixchiguán.
2. Establecer los gastos específicos y generales de cada obra; realizando un estudio y análisis económico de los mismos.
3. Aprovechar de una manera directa la utilización de códigos y normas, para un diseño y ejecución correcta en ambos proyectos.

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo de graduación, se desarrolló el Diseño del sistema de drenaje sanitario de la aldea San Antonio y del instituto de educación básica del caserío Buenos Aires, el cual consta de dos capítulos compuestos de la siguiente manera:

El capítulo uno consiste en una investigación monográfica del lugar de estudio, así como un diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos y de infraestructura.

El capítulo dos consiste en la fase de Servicio Técnico Profesional, el cual está conformado por dos secciones, la primera comprende el diseño del sistema de drenaje sanitario, y de acuerdo a su estudio topográfico se determinó su conducción, así como también se describe todo lo relacionado al cálculo de la línea de servicio y cada uno de sus componentes.

Para el diseño del instituto de educación básica, se tomaron en cuenta estudios topográficos, debido a lo accidentado del terreno, estudios de suelos y utilización de normas referentes a estructuras.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1 Monografía del municipio de Ixchiguán, San Marcos

1.1.1 Aspectos generales

El municipio de Ixchiguán es uno de los veintinueve municipios con que cuenta el departamento de San Marcos. Adquiriendo su condición de municipio el 9 de agosto de 1,933. El nombre de Ixchiguán proviene de la palabra schig, derivada del idioma mam, y se le llama así a un arbusto que crecía en el lugar que ahora ocupara Ixchiguán y que los antiguos moradores utilizaban para alimentar a sus ovejas. Históricamente a mediados del siglo XVIII (1,750) llegaron a dicho territorio varias familias del pueblo de Tajumulco dedicados a la crianza de ovejas; ya que este ofrecía suficiente pastura e hizo que muchas personas más fueran llegando; se instalaron y dieron origen a este municipio.

1.1.2 Localización del lugar

El municipio de Ixchiguán se localiza al norte de la cabecera departamental y al nor-occidente de la ciudad capital de Guatemala. La distancia de la ciudad capital de Guatemala a la cabecera del municipio es de: 294 km y 44 km de la cabecera departamental de San Marcos.

1.1.3 Ubicación geográfica

El municipio de Ixchiguán está ubicado sobre la carretera de la ruta nacional número 12. Éste municipio posee una extensión territorial de 184 kilómetros cuadrados, situado en la latitud Norte 15°18'11" y longitud Este 92°10'26", a una altura de 3,200 metros sobre el nivel del mar.

1.1.4 Aspectos topográficos

Generalmente, el municipio esta conformado por terrenos quebrados, con pendientes que oscilan entre 12 y 30%. Solamente se indican suelos regularmente planos en pocas áreas y pendientes de 0 a 5%. Sin embargo, se encuentran otras pendientes grandes de sus terrenos que sobrepasan el 45%.

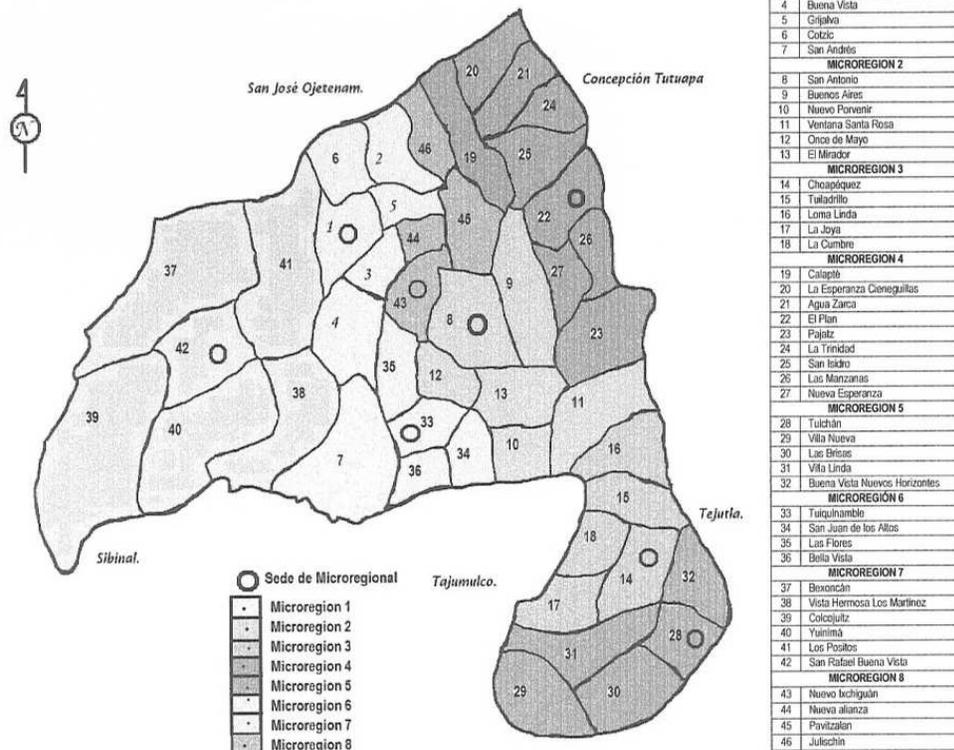
1.1.5 Vías de acceso

El municipio de Ixchiguán tiene una sola vía de acceso: de 44 kilómetros por cabecera departamental, la cual se encuentra asfaltada en su totalidad.

MAPA DEL MUNICIPIO DE IXCHIGUÁN, SAN MARCOS

Figura 1. Mapa del municipio de Ixchiguán, San Marcos.

Mapa de Ixchiguán San Marcos



Fuente: OMP. Municipalidad de Ixchiguán, San Marcos

MAPA DE LOCALIZACIÓN DEL MUNICIPIO DE IXCHIGUÁN, SAN MARCOS

Figura 2. Localización municipio de Ixchiguán, San Marcos.



Fuente: Google Earth, programa satelital

1.1.6 Clima

El clima predominante en todo el año es el frío, con una temperatura promedio de 5 grados centígrados y como máxima 18 grados centígrados. La época de lluvia corresponde a los meses de mayo a octubre, con precipitaciones entre 2,000 y 4,000 mm. (Promedio de 2,500 mm.).

1.1.7 Colindancias

Al Norte: el municipio de Concepción Tutuapa y de San José Ojetenam

Al Sur: el municipio de Tajumulco

Al Este: el municipio de Tejutla y la cabecera departamental

Al Oeste: el municipio de Sibinal y Tacana

1.1.8 Turismo

Entre el turismo en el municipio de Ixchiguán está el cerro del Cotzic, con vistas cristalinas del altiplano central (tierras altas y cadena volcánica) con montañas y colinas. Debido a la topografía accidentada, sus montañas forman parte de la Sierra Madre la mayor cadena de montaña que atraviesa América, ingresa a Guatemala por el departamento de Huehuetenango, en donde se le llama Sierra de los Cuchumatanes; pasando por el departamento de San Marcos específicamente en Ixchiguán, que es el lugar más alto habitado en Guatemala y Centro América, (llamado Cerro del Cotzic).

1.1.9 Población

La población del municipio de Ixchiguán está distribuida en un promedio de 133 habitantes por kilómetro cuadrado, por lo que sólo en el casco urbano encontramos 4,076 habitantes en 276 viviendas, mientras que en el resto del territorio encontramos 20,317 habitantes en aproximadamente 4,017 viviendas, haciendo un total de 24,393 habitantes en 4,293 viviendas.

1.1.10 Actividades socio-económicas

1.1.10.1 Breve descripción de las actividades productivas de la comunidad

En el municipio de Ixchiguán, entre las actividades que comprenden la economía, están: la agricultura y pecuaria a pequeña escala.

Algunos de los productos obtenidos a través de la agricultura son: maíz, frijol, papa y hortalizas, todo lo anterior, generalmente se comercializa en el mercado local y la explotación pecuaria es básicamente tradicional.

De los productos agrícolas que se obtienen en cantidades pequeñas, son utilizados la mayor parte para consumo propio y en resto para uso comercial.

En el municipio de Ixchiguán encontramos actividades pecuarias, crianza de aves de corral, y la ganadería, es decir venta de productos cárnicos y sus derivados, cultivo de algunos productos como la manzana y otros, más sin embargo todo a pequeña escala, y muy probable sólo comercializado en el mercado local.

1.1.11 Idioma

A pesar del poco mestizaje que experimentó en el municipio de Ixchiguán, el idioma que predomina en su totalidad es el español, hablándose también los idiomas como el Mam y Quiché.

1.1.12 Servicios existentes

El municipio de Ixchiguán cuenta con servicio de energía eléctrica, letrinización, agua potable, academias de computación y mecanografía, escuelas pre-primaria, primaria; además, existen en la localidad iglesias católicas y evangélicas, entre otras.

Los poblados con mayor número de personas, tienen acceso a educación pre- primaria, primaria; además, gracias a gestiones realizadas por el gobierno municipal actual, se tienen propuestas para la creación de tele-secundaria, en el municipio. Existe una clínica cercana, sin embargo este

pertenece al casco urbano, el cual se encuentra ubicada a pocos kilómetros de distancia, así mismo también cuentan con servicio de energía eléctrica, agua potable y letrización.

1.1.13 Salud

En el municipio de Ixchiguán, como en la mayoría de municipios de Guatemala, las enfermedades más comunes, están asociadas al manejo inadecuado de los desechos sólidos y a la calidad del aire, entre las cuales podemos mencionar: infecciones respiratorias agudas, enfermedades gastrointestinales, malaria, desnutrición, tétanos y dengue.

Ante esta situación vecinos, líderes locales y autoridades municipales proponen el entubamiento de las aguas residuales para lograr un mejor manejo de los desechos sólidos y así contribuir con el saneamiento de dicha comunidad; este proyecto tendrá resultados al reducir el índice de morbilidad, mortalidad y por ende mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

1.1.13.1 Condiciones sanitarias

Dado a la inexistencia de un sistema de alcantarillado adecuado, las aguas residuales en varios caseríos y aldeas, se disponen en fosas sépticas o quebradas cercanas a las viviendas por lo que el manejo y disposición inadecuados de residuos, las aguas estancadas y otras situaciones de índole socio-cultural y climática, han provocado en varios puntos del municipio, la propagación de insectos y roedores portadores de enfermedades, la cuales afectan de manera mas directa a los infantes.

1.1.13.2 Natalidad

El indicador sobre la natalidad del municipio de Ixchiguán, es de 35 niños vivos por cada 1,000 que nacen.

1.1.13.3 Mortalidad

Las principales causas de mortalidad general están determinadas por las infecciones respiratorias agudas que conforman el 41.41% de casos que se presentaron en el año 2007.

La tasa de mortalidad infantil en el municipio para el 2007 fue de 35/1000 niños vivos.

1.1.13.4 Morbilidad

Las principales causas de morbilidad en la comunidad se deben a las inadecuadas condiciones ambientales, higiénicas y nutricionales de la población.

1.2 Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio de Ixchiguán.

1.2.1 Descripción de las necesidades

El caserío Buenos Aires y la aldea San Antonio pese a su cercanía al municipio de Ixchiguán, padece una serie de necesidades tanto de servicios básicos y de infraestructura tales como:

- Establecimientos educativos
- Mejoramiento de caminos
- Mercado municipal
- Salón para reuniones político-sociales
- Sistemas de disposición de aguas residuales
- Mejoramiento de la calidad del agua de consumo

Sociales

La implementación de un comité encargado de velar por las condiciones de salubridad básica de la aldea San Antonio en condiciones de saneamiento ambiental y el caserío Buenos aires en cuanto a infraestructura. Velando por mejores condiciones urbanísticas y de saneamiento ambiental, que forman parte del entorno de la comunidad, se ven afectadas grandemente por la falta de cultura higiénica de dichos habitantes, por lo que se pretende implementar un comité encargado de velar por la organización, conformación y cumplimiento de este problema, es una necesidad básica imperante.

1.2.2 Priorización de las necesidades

La razón por la cual se priorizaron dichos proyectos es:

Proyecto instituto básico:

- El crecimiento poblacional cobra auge en cuanto a la migración estudiantil, con lo cual se pretende mitigar esa medida.
- Elevar el nivel académico de la población así como también reducir la tasa de deserción de escolaridad.

- Permitir a la comunidad crecer en infraestructura, ya que actualmente no cuenta con un centro educativo de esta magnitud.

Proyecto sistema de alcantarillado sanitario:

- La aldea San Antonio no cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario completo.
- Las aguas servidas fluyen a flor de tierra por las calles de la aldea o son desechados en fosas sépticas.
- Existe un alto índice de enfermedades provenientes de la contaminación producida por las aguas residuales, especialmente en los niños que son el sector más vulnerable de la población.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

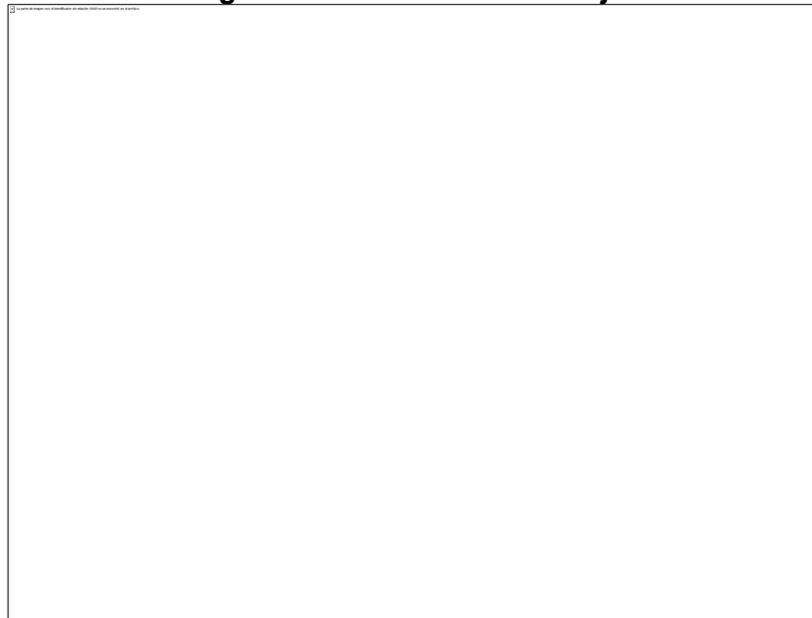
2.1 Diseño del sistema de drenaje sanitario para la aldea San Antonio de Ixchiguán, San Marcos

2.1.1 Descripción del proyecto

En la comunidad no se cuenta con un drenaje, por lo cual se pretende introducir dicho sistema, esta comunidad se dividirá en dos secciones: del centro de la comunidad hacia la ruta de acceso de la misma; en las cuales se pretenden entroncarla en su parte mas baja; para la propuesta de una planta de tratamiento de aguas residuales.

De manera que en la comunidad se trata de cubrir en su totalidad las viviendas existentes. Todas las conexiones domiciliarias estarán conectadas a la red principal, para que las dos secciones se unan en un punto muy próximo al desfogue.

Figura 3. Ubicación del drenaje.



Fuente: Google Earth, programa satelital.

2.1.2 Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico se realizó para localizar la red dentro de las calles, pozos de visita, y en general, ubicar todos aquellos puntos de importancia.

La topografía se divide en dos ramas:

2.1.2.1 Planimetría

Es el conjunto de trabajos efectuados en el campo para tomar los datos geométricos necesarios basados en un norte magnético para su orientación y así proyectar una figura en un plano horizontal.

Para el levantamiento planimétrico, se utilizó el método de conservación del Azimut; para esto, se utilizó un teodolito marca UNIVERSAL THEODOLITE modelo J2-2, con una precisión de 6 segundos, un estadal, plomada y cinta métrica.

2.1.2.2 Altimetría

Son los trabajos necesarios para representar sobre el plano horizontal la tercera dimensión sobre el terreno, definiendo las diferencias de nivel existentes entre los puntos de un terreno o construcción; para ello es necesario medir distancias verticales, ya sea directa o indirectamente con base en un banco de marca o punto de referencia y a todo este procedimiento se le llama nivelación.

En el caso del drenaje sanitario es necesario ver alturas de nivel de la línea central como las de las casas a servir.

2.1.3 Descripción del sistema a utilizar

De acuerdo con su finalidad, existen tres tipos básicos de alcantarillado; la selección o adopción de cada uno, dependerá de un estudio minucioso de factores, tanto topográficos como funcionales, pero quizá el más importante es el económico, dado al lugar donde se quiere construir, estos sistemas son:

- a) Sistema sanitario**
- b) Sistema separativo**
- c) Sistema combinado**

Se utilizará sistema sanitario, ya que en poblaciones que nunca han contado con un sistema anterior al que se está diseñando, generalmente se proyecta uno de este tipo.

Consiste en una tubería para recolección y conducción de las aguas negras, quedando de esa forma excluida los caudales de aguas de lluvia provenientes de calles, techos y otras superficies.

2.1.4 Partes de un alcantarillado

2.1.4.1 Colector

Es el conducto principal. Se ubica generalmente en el centro de las calles. Transporta todas las aguas servidas provenientes de las edificaciones hasta su dispositivo final, ya sea hacia una planta de tratamiento, o a un cuerpo receptor. Generalmente son secciones circulares, de diámetros determinados en el diseño, de PVC o concreto. El trayecto, comúnmente obligatorio, es subterráneo.

2.1.4.2 Pozos de visita

Los pozos de visita son parte de las obras accesorias de un alcantarillado y son empleadas como medio de inspección y limpieza.

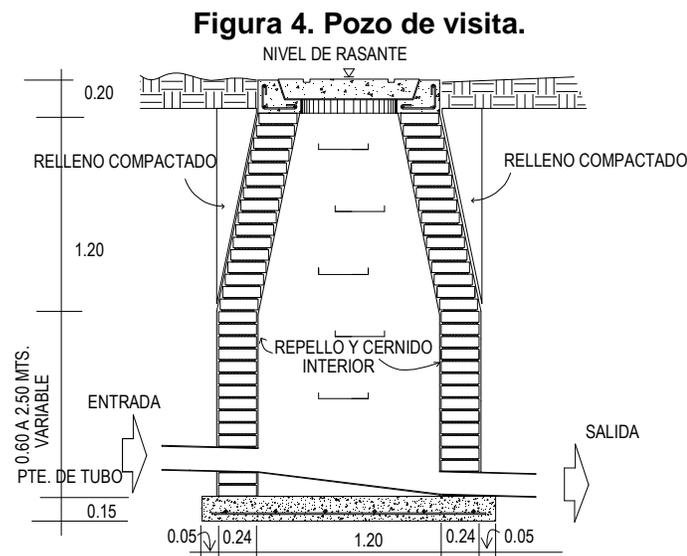
Según las Normas Generales para el Diseño de Alcantarillado del Instituto de Fomento Municipal, se recomienda colocar pozos de visita en los siguientes casos:

- En cambio de diámetro.
- En cambio de pendiente.
- En cambios de dirección horizontal para diámetros menores de 24”.
- En las intersecciones de tuberías colectoras.
- En los extremos superiores de ramales iniciales.
- A distancias no mayores de 100 metros en línea recta en diámetros hasta de 24”.
- A distancias no mayores de 300 metros en diámetros superiores a 24”.

Los pozos tienen en su parte superior un marco y una tapa de hierro fundida o de concreto, con una abertura neta de 0.50 a 0.60 m. El marco descansa sobre las paredes que se ensanchan con este diámetro hasta llegar a la alcantarilla, su profundidad es variable y sus paredes suelen ser construidas de ladrillo, de barro cocido, cuando son pequeños; y de hormigón cuando son muy grandes.

El fondo de los pozos de visita se hace regularmente de hormigón, dándole a la cara superior una ligera pendiente hacia el canal abierto o a los canales que forman la continuación de los tubos de la alcantarilla.

Hay que hacer notar que el pozo de visita tiene un fondo plano sólo en los casos en que todos los tramos arranquen de él y que cuando el pozo sea usado a la vez para tuberías que pasan a través y otras de arranque, la diferencia de cotas invert entre el tubo de arranque y el que pasa tiene que ser como mínimo el diámetro de la tubería mayor.



2.1.4.3 Conexiones domiciliars

Son subestructuras que tienen el propósito de descargar todas las aguas provenientes de las viviendas o edificaciones y conducir las al colector o alcantarillado central o a un punto de desagüe. Ordinariamente al construir un sistema de alcantarillado, es costumbre establecer y dejar previsto una conexión en Y o en T en cada lote edificado o en cada lugar donde haya que conectar un desagüe doméstico. Las conexiones deben taparse e impermeabilizarse para evitar la entrada de aguas subterráneas y raíces. Consta de las siguientes partes:

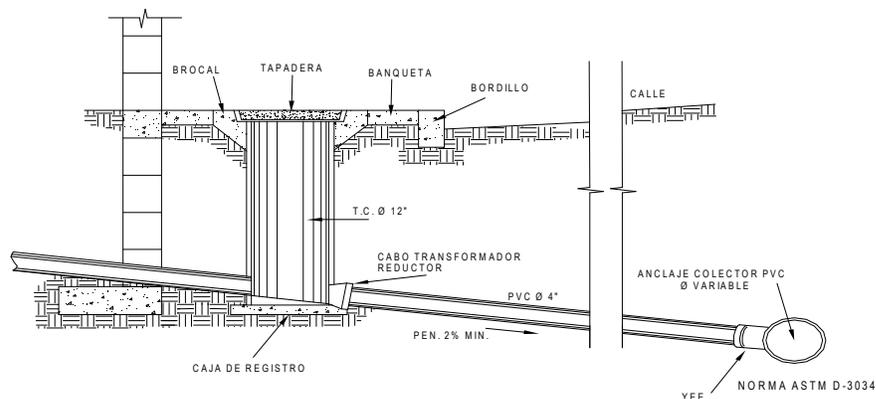
2.1.4.3.1 Caja o candela

Es una estructura que permite la recolección de las aguas provenientes del interior de las edificaciones. Pueden construirse de diferentes formas, tales como: un tubo de concreto vertical no menor de 12 pulgadas de diámetro o una caja de mampostería de lado no menor de 45 centímetros, impermeabilizado por dentro. Deben de tener una tapadera que permita inspeccionar y controlar el caudal; el fondo debe estar fundido y con un desnivel para que las aguas fluyan por la tubería secundaria y puedan ser transportada al colector, con altura mínima de la candela de 1.00 metro.

2.1.4.3.2 Tubería secundaria

Es la tubería que permite la conexión de la candela domiciliar con el colector principal, conduciendo las aguas residuales que la candela recibe del interior de las viviendas. Deberá utilizarse tubo PVC de 4", con pendiente mínima de 2%, considerando las profundidades de instalación.

Figura 5. Conexión domiciliar.



2.1.5 Período de diseño

El período de diseño de un sistema de alcantarillado, es el tiempo durante el cual el sistema dará un servicio con una eficiencia aceptable, pudiendo proyectarlo para realizar su función en un período de 20 a 40 años, a partir de la fecha que se realice el diseño, y tomando en cuenta las limitaciones económicas y la vida útil de los materiales, lo cual se puede determinar por normas del INFOM.

Aunque por lo general el período de diseño es un criterio que adopta el diseñador según sea la conveniencia del proyecto, se da un margen de 1 año adicional por motivo de gestión para obtener el financiamiento e iniciar la construcción del mismo.

Por lo tanto el período de diseño del sistema de drenaje sanitario será de 25 años, según normas de instituciones como la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria (ERIS) y la Oficina Panamericana de la Salud (OPS).

2.1.6 Población futura

El diseño de una red de alcantarillado sanitario, se debe adecuar a un funcionamiento eficaz, durante un período de diseño, realizando una proyección de la población futura que determina el aporte de caudales al sistema al final del período de diseño. Es por ello que utilizaremos el método geométrico, para cálculo de población futura, la cual consta de la siguiente fórmula:

$$P_f = P_o * (1 + r)^n$$

Donde:

P_f = Población futura

P_o = Población del último censo

r = Tasa de crecimiento

n = Diferencia en años

Según el modelo geométrico para cálculo de tasa de crecimiento poblacional:

$P_o = 396$ habitantes

$n = 25$ años

r = si tenemos la población del 2,002 que era de 20,324 hab., y la del 2,007 es de 24,393 hab., según datos de la O.M.P., calculamos con la fórmula para tasa de crecimiento poblacional geométrico:

$$r = \left(\frac{N^f}{N^i} \right)^{1/k} - 1 \quad \Longrightarrow \quad r = \left(\frac{24,393}{20,324} \right)^{1/4} - 1 = 0.0467$$

Dado a que a más años de por medio entre los valores de población, más acertada es la tasa de crecimiento, se optó por usar la tasa de crecimiento del la municipalidad que es de 3.00%.

Donde:

N^f = Población actual

N^i = Población anterior

r = Tasa de crecimiento

k = Diferencia en años

Dado,

$$P_n = P_0 * (1 + r)^n = 396 * (1 + 0.03)^{25} = 829 \text{ habitantes}$$

2.1.7 Determinación de caudales

Para determinar el caudal de aguas negras del colector principal se realiza diferentes cálculos de caudales y se aplican diferentes factores, como la dotación, la estimación de conexiones ilícitas, el caudal domiciliario, el caudal de infiltración, el caudal comercial y principalmente la condiciones socioeconómicas de los pobladores del lugar, para determinar el factor de retorno del sistema.

2.1.7.1 Población tributaria

En sistemas de alcantarillados sanitarios y combinados, la población que tributaría caudales al sistema, se calcula con los métodos de estimación de población futura generalmente empleados en Ingeniería Sanitaria. La población tributaria por casa se calcula con base al número de habitantes dividido entre el número total de casas a servir actualmente.

Habitantes por vivienda = Número de habitantes / número de viviendas

Habitantes por vivienda = $396/50 = 7.92$ aprox. = 8.

2.1.7.2 Dotación

La dotación está relacionada íntimamente con la demanda que necesita una población específica, para satisfacer sus necesidades primarias. Esto

significa que dotación, es la cantidad de agua que necesita un habitante en un día, para satisfacer sus demandas biológicas.

Es por esta razón que la dimensional de la dotación viene dada en Litros/habitante/día.

La dotación está en función de la categoría de la población que será servida, y varía de 50 a 300 L/hab./día.

- Municipalidades de 3^a. a 4^a. categoría
50 L/hab./día
- Municipalidades de 2^a. categoría
90 L/hab./día
- Municipalidades de 1^a. categoría
250-300 L/hab./día

Para el diseño del este proyecto, se tomará una dotación de 100 L/hab./día.

2.1.7.3 Factor de retorno

En las viviendas el agua tiene diferentes usos. Todos esos usos han sido cuantificados por diferentes instituciones, como la Asociación Guatemalteca de Ingenieros Sanitarios y Ambientales, y la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos, las cuales han establecido datos en lo referente a factores de consumo de agua como: lavado de utensilios, baños, preparación de alimentos, lavado de ropa, bebidas, que se dirige directamente al sistema de alcantarillado.

Gracias a esto, se ha podido estimar que, del total de agua que se consume dentro de las viviendas, aproximadamente un 70 - 90 por ciento se

descarga al drenaje, lo cual constituye el caudal domiciliar. En el presente proyecto se utilizará un valor de 0.75.

2.1.7.4 Caudal sanitario

2.1.7.4.1 Caudal domiciliar

Es la cantidad de agua que se desecha de las viviendas por consumo interno hacia el colector principal, estando relacionada directamente con el suministro de agua potable en cada hogar.

El caudal domiciliar está afectado por un factor de retorno de 0.75 para el presente informe, como se mencionó anteriormente, quedando el caudal total integrada a la siguiente manera:

$$Q_{dom} = \frac{Dot. * F.R. * Hab.}{86,400}$$

Donde:

Qdom = Caudal domiciliar

Hab. = Número de Habitantes futuras del tramo

Dot. = Dotación (L/hab./día)

F. R. = Factor de Retorno

86,400 = Constante

Sustituyendo valores:

$$Q_{dom} = \frac{100 * 0.75 * 829}{86,400} = 0.7196 \text{ l/s}$$

2.1.7.4.2 Caudal comercial

Como su nombre indica, es el agua de desecho de las edificaciones comerciales. Comedores, restaurantes, hoteles, etc. La dotación comercial varía entre 600 y 3000 L/comercio/día, dependiendo el tipo de comercio.

$$Q_{com} = \frac{\text{Dotación} * \text{No. comercios}}{86,400}$$

Donde:

Q_{com}	= caudal comercial
Dotación	= en L/comercio/día
No. comercios	= número de comercios

En vista que existe un centro educativo, se tomará un valor de caudal comercial de 1000 L/comercio/día.

$$Q_{com} = \frac{1000 \text{ L/comercio/día} * 1 \text{ comercio o escuela}}{86,400} = 0.0116 \text{ l/s}$$

2.1.7.4.3 Caudal industrial

Es el agua proveniente del interior de todas las industrias existentes en el lugar, como procesadores de alimentos, fábrica de textiles, licoreras, etc. Si no se cuenta con el dato de la dotación de agua suministrada, se puede computar dependiendo del tipo de industria, entre 1,000 y 18,000 L/industria/día. Dado a que la aldea carece de ellos, no se contempla caudal industrial alguno.

2.1.7.4.4 Caudal por conexiones ilícitas

Es producido por las viviendas que conectan las tuberías del sistema de agua pluvial al alcantarillado sanitario. Se calcula como un porcentaje del total de conexiones, como una función del área de techos y patios, y de su permeabilidad, así como de la intensidad de lluvia.

$$Q_{cilicitas} = \frac{CIA}{360} = Ci * \left(\frac{A * I}{360} \right)$$

Donde:

- $Q_{cilicitas}$ = caudal por conexiones ilícitas (m³/s)
- C = coeficiente de escorrentía
- I = intensidad de lluvia (mm/hora)
- A = área que es factible conectar ilícitamente (hec.)

Claro está que para un área con un diferente factor de escorrentía, habrá un diferente caudal, el caudal de conexiones ilícitas puede ser calculado de otras formas, tales como estimando un porcentaje del caudal doméstico, como un porcentaje de la precipitación, etc.

En este caso se tomó como base el método dado por el INFOM, el cual especifica que se tomará el 10% del caudal domiciliar, sin embargo en áreas donde no hay drenaje pluvial se podrá utilizar un valor más alto. El valor utilizado para el diseño fue de 25%, quedando el caudal por conexiones ilícitas total integrada a la siguiente manera:

$$Q_{cilicitas} = 25\% * Q_{Dom} = 0.25 * 0.7196 = 0.1799 \text{ l/s}$$

2.1.7.4.5 Caudal de infiltración

Es el caudal que se infiltra en el alcantarillado, el cual dependerá del nivel freático del agua, de la profundidad y tipo de la tubería, de la permeabilidad del terreno, el tipo de juntas y la calidad de mano de obra.

Para este estudio no se tomará en cuenta, ya que en el diseño se utilizará tubería de PVC, y este material no permite infiltración de agua.

2.1.7.5 Caudal medio

Es la suma de todos los caudales provenientes de las industrias, comercios, viviendas, conexiones ilícitas e infiltración, descartando todo aquel caudal que no contribuya al sistema; se obtiene su valor de la siguiente ecuación:

$$Q_{med} = Q_{dom} + Q_{ind} + Q_{com} + Q_{icilicitas} + Q_{inf}$$

$$Q_{med} = Q_{dom} + Q_{com} + Q_{icilicitas}$$

$$Q_{med} = 0.7196 + 0.0116 + 0.1799 = 0.911 \text{ l/s.}$$

2.1.7.6 Factor de caudal medio

Una vez que calculamos el valor de los caudales anteriormente descritos, se procede a integrar el caudal medio del área a drenar, que a su vez, al ser distribuido entre el número de habitantes, se obtiene un factor de caudal medio, el cual varía entre 0.002 y 0.005.

$$f_{qm} = \frac{Q_{med}}{No.habitantes}$$

Donde:

f_{qm} = factor de caudal medio

No. habitantes = número de habitantes

El valor de caudal medio, es aceptable en nuestro medio, obtenerlo de las siguientes formas:

a) Según Dirección general de Obras Públicas, (DGOB):

$$f_{qm} = \frac{Q_{med}}{No.hab.} ; \quad 0.002 \leq f_{qm} \leq 0.005$$

b) Según Municipalidad de Guatemala:

$$f_{qm} = 0.003$$

c) Según Instituto de Fomento Municipal, (INFOM):

$$f_{qm} = 0.0046$$

Dado,

$$f_{qm} = \frac{Q_{med}}{No.habitantes} \implies f_{qm} = \frac{0.91}{829} = 0.0011$$

Para efectos de este proyecto tomaremos un valor entero intermedio al intervalo ya mencionado, o bien el valor mínimo, ya que el valor real de f_{qm} es más pequeño que éste, por lo que usaremos, $f_{qm} = 0.002$.

2.1.7.7 Factor de Harmond

Conocido también como factor de flujo instantáneo, este factor es el que se encarga de regular un valor máximo de las aportaciones por uso doméstico,

determinando la probabilidad del número de usuarios que estarán haciendo uso del servicio o la probabilidad de que múltiples artefactos sanitarios de las viviendas se estén usando simultáneamente. Estará siempre en función del número de habitantes localizados en el tramo de aporte y su cálculo se determina mediante la fórmula de Harmond:

$$FH = \left[\frac{18 + \sqrt{P/1000}}{4 + \sqrt{P/1000}} \right]$$

Donde P es la población, expresada en miles.

El factor de Harmond es adimensional y se encuentra entre el rango de valores de 1.5 a 4.5.

Dado,

$$FH = \left[\frac{18 + \sqrt{P/1000}}{4 + \sqrt{P/1000}} \right] = \left[\frac{18 + \sqrt{829/1000}}{4 + \sqrt{829/1000}} \right] = 3.85$$

2.1.7.8 Caudal de diseño

Es el que se determina para establecer qué cantidad de caudal puede transportar el sistema en cualquier punto en todo el recorrido de la red, siendo éste el que establecerá las condiciones hidráulicas sobre las que se realizará el diseño del alcantarillo.

Debe calcularse para cada tramo del sistema, calculado con la ecuación:

$$Q_{\text{DISEÑO}} = f_{qm} * FH * \text{No.habitan tes}$$

Donde:

$Q_{\text{DISEÑO}}$	= Caudal de diseño (l/s.)
f _{qm}	= Factor de caudal medio
FH	= Factor de Harmond
No. Habitantes	= Número de habitantes contribuyentes a la tubería

Dado,

$$Q_{\text{DISEÑO}} = f_{\text{qm}} * FH * \text{No.habitan tes} = 0.002 * 3.85 * 829 = 6.38 \text{ l/s}$$

2.1.6 Fundamentos hidráulicos

El principio básico para el buen funcionamiento de un sistema de alcantarillado sanitario es transportar las aguas negras por la tubería como si fuese un canal abierto, funcionando por gravedad, y cuyo flujo está determinado por la rugosidad del material, y por la pendiente del canal.

Particularmente para sistemas de alcantarillado sanitarios, se emplean canales circulares cerrados, y para no provocar ninguna molestia se construyen subterráneos, estando la superficie del agua afectada solamente por la presión atmosférica y por muy pocas presiones provocadas por los gases de la materia en descomposición que dichos caudales transportan.

2.1.8.1 Ecuación de Manning para flujo de canales

Para encontrar valores que determinen la velocidad y caudal que se conducen en un canal, desde hace años se han propuesto fórmulas experimentales, en las cuales se involucran los factores que más afectan el flujo de las aguas en el conducto. Se encontraron fórmulas según las cuales existía

un coeficiente C, el cual era tomado como una constante, pero se comprobó que es una variable que dependía de la rugosidad del material usado, de la velocidad y del radio medio hidráulico y por lo tanto no se definía con exactitud la ley de la fricción de los fluidos.

Por consiguiente, se buscaron diferentes formas para calcular la velocidad en el conducto donde se reduzcan las variaciones del coeficiente C y que dependa directamente de la rugosidad del material de transporte, y sea independiente del radio hidráulico y la pendiente.

Como una fórmula ideal de conseguir tales condiciones, fue presentada al Instituto de Ingenieros Civiles de Irlanda, en 1,890, un procedimiento llamado fórmula de Manning, cuyo uso es bastante extenso por llenar condiciones factibles de trabajo en el cálculo de velocidades para flujo en canales:

$$V = \frac{R^{2/3} * \sqrt{S}}{n} ; \text{ y para conductos circulares:}$$

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

Donde:

V = Velocidad m/s

R = Radio hidráulico

S = Pendiente del canal

n = Coeficiente de rugosidad, propiedad del canal

D = Diámetro en pulgadas

2.1.8.2 Relaciones de diámetro y caudales

Las relaciones de diámetros y caudales que se deben tomar en cuenta en el diseño de la red de alcantarillado sanitario son: la relación d/D debe de ser mayor o igual a 0.10 y menor o igual a 0.75, y el caudal de diseño tiene que ser menor al caudal a sección llena en el colector, tomando en cuenta que estas relaciones se aplicarán solo para sistemas de alcantarillado sanitario. Esto es:

$$\text{Relación de diámetro: } 0.1 \leq \frac{d}{D} \leq 0.75$$

$$\text{Relación de caudal: } q_{\text{dis}} < Q_{\text{sec llena}} \quad ; \quad 10\%Q_{\text{sec llena}} \leq q_{\text{dis}} \leq 90\%Q_{\text{sec llena}}$$

2.1.8.3 Relaciones hidráulicas

Dado a la necesidad de realizar el cálculo de las tuberías que trabajan a sección parcialmente llena y poder agilizar de alguna manera los resultados de velocidad, área, caudal, perímetro mojado y radio hidráulico, se relacionaron los términos de la sección totalmente llena, con los de la sección parcialmente llena. De los resultados obtenidos se construyeron las tablas, utilizando para eso la fórmula de Manning.

La utilización de las tablas se realiza determinando primero la relación (q/Q), dicho valor se busca en las tablas; si no se encuentra el valor exacto, se aproxima al valor próximo. En las tablas se ubica la relación (v/V) y obteniendo este valor se multiplica por el obtenido por la velocidad a sección llena y se logra saber así la velocidad a sección parcial. Sucesivamente se obtiene los demás valores por chequeo.

2.1.9 Parámetros de diseño hidráulico

2.1.9.1 Coeficiente de rugosidad

La fabricación de tuberías para la construcción de sistemas de alcantarillado sanitario, cada vez es realizada por más y más empresas, teniendo que realizar pruebas actualmente que determinen un factor para establecer cuán lisa o rugosa es la superficie interna de la tubería. Manejando parámetros de rugosidad para diferentes materiales y diámetros, ya estipulados por instituciones que regula la construcción de alcantarillados sanitarios y entre ellos podemos mencionar:

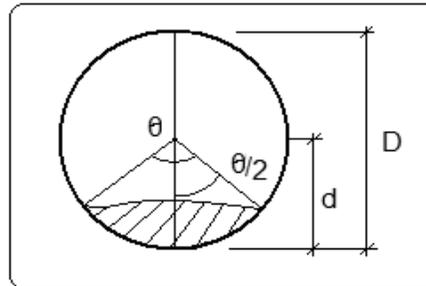
Tabla I. Factores de rugosidad.

MATERIAL	FACTOR DE RUGOSIDAD
Superficie de mortero de cemento	0,011-0,013
Mampostería	0,017-0,030
Tubo de concreto Diámetro menor de 24"	0,011-0,016
Tubo de concreto Diámetro mayor de 24"	0,013-0,018
Tubo de asbesto cemento	0,009-0,011
Tubería de PVC	0,006-0,011
Tubería de Hierro Galvanizado	0,013-0,015

2.1.9.2 Sección llena y parcialmente llena

El principio fundamental de un sistema de alcantarillado sanitario como se ha mencionado con anterioridad, es que funcionan como canales abiertos (sección parcial) y nunca funcionan a sección llena. En consecuencia el caudal de diseño jamás será mayor que el caudal a sección llena.

Figura 6. Relación de diámetros.



El caudal que transportará el tubo a sección llena, se obtiene con la siguiente ecuación:

$$Q = A * V$$

$$A = \frac{\pi}{4} * D^2$$

Donde:

Q = Caudal a sección llena (l/s)

A = Área de la tubería (m²)

V = Velocidad a sección llena (m/s)

π = Constante Pi

D = Diámetro del tubo en pulgadas

2.1.9.3 Velocidades máximas y mínimas

Las Normas Generales para Diseño de Alcantarillados del Instituto de Fomento Municipal y según las normas ASTM 3034, establecen el rango de velocidades permisibles siguientes, para diseño de drenaje sanitario.

Tubería de Concreto:

- Velocidad máxima con el caudal de diseño, 3.00m/s.
- Velocidad mínima con el caudal de diseño, 0.60m/s.

Tubería de PVC:

- Velocidad máxima con el caudal de diseño, 4.00m/s.
- Velocidad mínima con el caudal de diseño, 0.40m/s.

2.1.9.4 Diámetro del colector

El diámetro de la tubería es una de las partes a calcular, se deben seguir ciertas normas para evitar que la tubería se obstruya. Las Normas del Instituto Nacional de Fomento Municipal INFOM, indican que el diámetro mínimo a colocar para sistemas sanitarios será de 8" en el caso de tubería de concreto y de 6" para tubería de PVC.

Para conexiones domiciliarias se puede utilizar un diámetro de 6" para tubería de concreto y 4" para tubería de PVC, formando ángulo de 45° en el sentido de la corriente del colector principal.

2.1.9.5 Profundidad del colector

La profundidad de la línea principal o colector se dará en función de la pendiente del terreno, la velocidad del flujo, el caudal transportado y el tirante hidráulico. Así mismo, se debe tomar en cuenta que se debe considerar una altura mínima que permita proteger el sistema de las cargas de tránsito, de las inclemencias del tiempo, de accidentes fortuitos.

2.1.9.5.1 Profundidad mínima del colector

Como vimos anteriormente la profundidad mínima de los colectores dependen de los aspectos ya mencionados y además se debe considerar el tipo de tránsito, ya sea liviano o pesado, al cual se podría someter dicho colector. A continuación, algunas profundidades mínimas para la colocación del colector, desde la superficie del terreno hasta la parte superior extrema de la tubería, en cualquier punto de su extensión:

Tubo de concreto:

- Para tránsito liviano (menor a 2 toneladas) = 1.00 m
- Para tránsito pesado (mayor a 2 toneladas) = 1.20 m

Tubo de PVC:

- Para tránsito liviano (menor a 2 toneladas) = 0.60 m
- Para tránsito pesado (mayor a 2 toneladas) = 0.90 m

2.1.9.5.2 Ancho de la zanja

Para alcanzar la profundidad donde se encuentra el colector, se deben hacer excavaciones a cada cierta distancia (pozos de visita), en la dirección que se determinó en la topografía de la red general; la profundidad de estas zanjas está condicionada por el diámetro y profundidad requerida por la tubería que se va a usar. Se presenta a continuación una tabla que muestra anchos de zanjas aconsejables, en función del diámetro y de las alturas a excavar.

Tabla II. Anchos de zanja, según profundidad del colector.

Diámetro en pulgadas	Ancho de zanja		
	Para profundidades hasta 2.00 m	Para profundidades de 2.00 a 4.00 m	Para profundidades de 4.00 a 6.00 m
4	0.50	0.60	0.70
6	0.55	0.65	0.75
8	0.60	0.70	0.80
10	0.70	0.80	0.80
12	0.80	0.80	0.80
15	0.90	0.90	0.90
18	1.00	1.00	1.10
24	1.10	1.10	1.35

2.1.9.5.3 Volumen de excavación

La cantidad de tierra que se removerá para colocar la tubería está comprendida a partir de la profundidad de los pozos de visita, el ancho de zanja, que depende del diámetro de la tubería que se va a instalar, y la longitud entre pozos, siendo sus dimensionales m^3 .

$$V = \left(\frac{\{H1 + H2\}}{2} * d * Z \right)$$

Donde:

- V = Volumen de excavación (m^3)
- H1 = Profundidad del primer pozo (m)
- H2 = Profundidad del segundo pozo (m)
- d = Distancia entre pozos (m)
- Z = Ancho de la zanja (m)

2.1.9.5.4 Cotas invert

Es la cota de nivel que determina la colocación de la parte interior inferior de la tubería que conecta dos pozos de visita. Las cotas del terreno, al igual que los puntos de entrada y salida de la tubería en un tramo del alcantarillado, se calculan de la siguiente manera:

$$CT_f = CT_i - (D.H * S_{terreno} \%)$$

$$S_{terreno} \% = \frac{CT_i - CT_f}{D.H} * 100$$

$$CII = CTI - (H_{trafic} + E_{tubo} + \phi)$$

$$CII = CIF - 0.05cm$$

$$CIF = CII - D.H * S_{tubo} \%$$

$$H_{pozo} = CT_i - CII + 0.15$$

$$H_{pozo} = CT_f - CIF + 0.15$$

Donde:

CT_f = Cota del terreno final

CT_i = Cota de terreno inicial

D.H = Distancia horizontal

S% = Pendiente

CII = Cota Invert de inicio

CIF = Cota Invert de final

H_{trafic} = Profundidad mínima, de acuerdo al tráfico del sector

E_{tubo} = Espesor de la tubería

Φ = Diámetro interior de la tubería

H_{pozo} = Altura del Pozo

2.1.10 Ubicación de los pozos de visita

Ya que se tiene delimitado y determinado donde se ubicara el alcantarillado, se tomará en cuenta colocar pozos de visita en los siguientes casos o combinación de ellos:

- Donde exista cambio de diámetro
- En intersecciones de dos o más tuberías
- En cambio de pendiente
- En el inicio de cualquier ramal
- En distancia no mayores de 100 m.
- En curvas no más de 30 m.

2.1.11 Profundidad de los pozos de visita

La profundidad de los pozos de visita al inicio del tramo está definida por la cota invert de salida; es decir, está determinada por la siguiente ecuación:

$$H_{P.V} = \text{Cota del terreno al inicio} - \text{Cota invert de salida del tramo} - 0.15 \text{ de base}$$

Al realizar el diseño del sistema de alcantarillado sanitario, para determinar las alturas de los pozos de visita, si hubiera inconvenientes se deben tomar en cuenta las consideraciones que a continuación se mencionan:

- Cuando a un pozo de visita entra una tubería y sale otra del mismo diámetro, la cota invert de salida estará como mínimo 5 cm. debajo de la cota invert de entrada.

$$\phi_A = \phi_B$$

$$C_{\text{Invert de salida}} = C_{\text{Invert de entrada}} - 0.05$$

- Cuando a un pozo de visita entre una tubería de diámetro y salga otro de diferente diámetro, la cota invert de salida estará situada como mínimo a la diferencia de los diámetros de la cota invert de entrada.

$$\phi_A > \phi_B$$

$$C_{\text{Invert de salida}} = C_{\text{Invert de entrada}} - ((\phi_B - \phi_A) * 0.0254)$$

- Cuando en un pozo de visita la tubería de salida es del mismo diámetro que las que ingresen a él, la cota invert de salida estará 5cm debajo de la cota más baja que entre y se tomará el valor menor de los dos resultados.

$$\phi_A = \phi_B = \phi_C$$

$$C_{\text{Invert de salida}} = C_{\text{Invert de entrada "A"}} - 0.05$$

$$C_{\text{Invert de salida}} = C_{\text{Invert de entrada "B"}} - 0.05$$

- Cuando en un pozo de visita la tubería de salida es de diferente diámetro a las que ingresen en él, la cota Invert de salida deberá cumplir con las especificaciones anteriores y se tomará el valor menor, presentando diferentes casos.

1. Ingresa más de una tubería de igual diámetro y sale una de diferente diámetro: la cota invert de salida será la diferencia de los diámetros para cada una y se toma el valor menor.

$$\phi_A = \phi_B \quad \phi_C > \phi_A; \quad \phi_C > \phi_B$$

$$C_{\text{Invert de salida}} = C_{\text{Invert de entrada "A"}} - ((\phi_C - \phi_A) * 0.0254)$$

$$C_{\text{Invert de salida}} = C_{\text{Invert de entrada "B"}} - ((\phi_C - \phi_B) * 0.0254)$$

2. Cuando ingresa más de una tubería de diferente diámetro y sale una de diámetro distinto: la cota invert de salida será la diferencia de los diámetros para cada una y se tomará el valor menor.

$$\phi_A \neq \phi_B \quad \phi_C > \phi_A; \quad \phi_C > \phi_B$$

$$C_{\text{Invert de salida}} = C_{\text{Invert de entrada "A"}} - ((\phi_C - \phi_A) * 0.0254)$$

$$C_{\text{Invert de salida}} = C_{\text{Invert de entrada "B"}} - ((\phi_C - \phi_B) * 0.0254)$$

3. Cuando ingresa más de una tubería de diferente diámetro, siendo una de ellas del diámetro de la tubería de salida: la cota invert de salida será, para cada una de ellas, la diferencia de los diámetros, y la otra tendrá como mínimo 3 cm. Se tomará el valor menor

$$\phi_C = \phi_B \quad \phi_A \neq \phi_B; \quad \phi_C > \phi_A$$

$$C_{\text{Invert de salida}} = C_{\text{Invert de entrada "B"}} - 0.03$$

$$C_{\text{Invert de salida}} = C_{\text{Invert de entrada "A"}} - ((\phi_C - \phi_A) * 0.0254)$$

4. Cuando solo una tubería de las que sale es de seguimiento, las demás que salga del pozo de visita deberá ser iniciales.

- La cota invert de salida de la tubería inicial deberá estar como mínimo a la profundidad del tránsito liviano o pesado, según se considere oportuno.
- La cota invert de salida de la tubería de seguimiento deberá cumplir con las especificaciones anteriormente descritas.

2.1.12 Características de las conexiones domiciliarias

La tubería para éstas conexiones podría ser de 4 pulgadas de si es PVC, o de 6" si es de concreto, presentando una pendiente que varía del 2% al 6%, que saldrán de la candela domiciliar hacia la línea principal, uniéndose a esta en un ángulo de 45 grados a favor de la corriente del caudal interno del colector, es decir con las características que ya se han planteado anteriormente.

Las cajas domiciliarias generalmente se construyen con tubería de concreto de diámetro mínimo de 12 pulgadas, o de mampostería de lado menor de 45 centímetros, ambos a una altura mínima de 1 m del nivel del suelo.

Por lo tanto en este proyecto se utilizará tubo PVC de 4" según la NORMA ASTM 3034, así como Silleta "Y" O "T" 6" x 4", para la candela se utilizó un tubo de concreto de 12" de diámetro.

2.1.13 Diseño hidráulico

El diseño de la red de alcantarillado sanitario se elabora de acuerdo a las normas ASTM 3034 y las normas que establece el Instituto de Fomento Municipal – INFOM -. En este proyecto se beneficiará el mayor porcentaje de las viviendas actuales de la aldea, dada a las razones expuestas con anterioridad y con el objetivo de hacer más fácil el cálculo se optó por utilizar un programa realizado en una hoja electrónica, para el cuál se presenta las bases generales de diseño a continuación:

Tabla III. Datos de diseño.

Datos Generales	
Tipo de sistema	Alcantarillado sanitario
Período de diseño	25 años
Viviendas actuales	50 viviendas
Viviendas futuras	140 viviendas
Densidad de habitantes	8 habitantes/vivienda
Población actual	396 habitantes
Tasa de crecimiento	3.00 %
Población futura	829 habitantes
Dotación	100 L/hab./día.
Factor de retorno	0.75
Velocidad de diseño	$0.40 < V \leq 4$ m/s. (Tubería P.V.C.)
Forma de evacuación	Por gravedad
Colector Principal	
Tipo y diámetro de tubería	P.V.C. de 6"
Pendiente	Según diseño
Conexión domiciliar	
Tipo y diámetro de tubería	P.V.C. de 4"
Pendiente	2%
Candela	12" de diámetro
Pozo de visita	
Altura promedio	1.40 metros
Diámetro superior mínimo	0.60 metros
Diámetro inferior mínimo	1.20 metros
Material	Ladrillo Tayuyo

2.1.14 Ejemplo de diseño de un tramo

Se diseñará el tramo comprendido entre el pozo de visita PVS-3 y PVS-4; los datos necesarios para calcularlo son los siguientes:

- **Características**

Tipo de sistema	Alcantarillado sanitario
Tramo	De PVS-3 a PVS-4
Distancia	41.98 m
Número de casas del tramo: 8	Casas acumuladas: 15
Densidad de vivienda:	7.92 = 8 hab./vivienda
Total de habitantes a servir:	actuales: 64 Futuros: 134

- **Cotas del terreno**

Inicial: 497.080 m.
Final: 496.650 m.

- **Pendiente del terreno**

$$P = \frac{(CT_{Inicial} - CT_{Final})}{Distancia} * 100$$
$$P = \frac{(497.08 - 496.65)}{41.98} * 100 = 1.02\%$$

- **Caudal medio**

$$Q_{med} = Q_{dom} + Q_{C.I} + Q_{inf.}$$
$$Q_{dom} = No.Hab. * Dotación * F.R. / 86400$$
$$Q_{dom} = 134 * 100 * 0.75 / 86400 = 0.1163 \text{ l/s}$$
$$Q_{C.I} = 25\% Q_{dom} = 0.25 * 0.1163 = 0.0291 \text{ l/s}$$
$$Q_{inf} = 0 \text{ (Tubería PVC)}$$
$$Q_{med} = 0.1163 + 0.0291 = 0.1454 \text{ l/s}$$

- **Factor de caudal medio**

$$fqm = Q_{med} / No.Hab.$$

$$f_{qm} = 0.1454 / 134 = 0.0011$$

Para este proyecto se tomó el valor mínimo 0.002 como factor de caudal medio.

- **Factor de Harmond**

$$FH = (18 + P^{1/2}) / (4 + P^{1/2}) \text{ y } P = 134 / 1000$$

$$FH = (18 + 0.134^{1/2}) / (4 + 0.134^{1/2})$$

$$FH = 4.21$$
- **Caudal de diseño**

$$Q_{dis} = No.Hab. * f_{qm} * F.H$$

$$Q_{dis} = 134 * 0.002 * 4.21$$

$$Q_{dis} = 1.128 l / s$$
- **Diámetro de tubería**

6" (Tuvo PVC)
- **Pendiente de tubería**

0.91 %
- **Velocidad a sección llena**

$$V = 0.03429 / n * (D)^{2/3} * S^{1/2}$$

$$V = 0.03429 / 0.010 * (6)^{2/3} * 0.0091^{1/2}$$

$$V = 1.08 m / s$$
- **Caudal a sección llena**

$$Q_{sec\ llena} = A * V$$

$$Q_{sec\ llena} = \pi / 4 * (6 * 0.0254)^2 * 1.08 * 1000 l / m^3$$

$$Q_{sec\ llena} = 19.65 l / s$$
- **Relación de caudales**

$$Q_{dis} / Q_{sec\ llena} = 1.128 / 19.65$$

$$Q_{dis} / Q_{sec\ llena} = 0.0574$$

De las tablas de relaciones hidráulicas

- **Relación de velocidad** $v/V = 0.530$
- **Relación de tirante** $d/D = 0.155$
- **Velocidad a sección parcial** $v = V * v/V$
 $v = 1.08 * 0.530 = 2.04 \text{ m/s}$

- **Revisión de especificaciones hidráulicas:**

Para caudales	$q_{dis} < Q_{sec \text{ llena}}$	$1.13 \text{ l/s} < 19.65 \text{ l/s}$	<i>Cumple</i>
Para velocidad	$0.4 \leq v \leq 4.00 \text{ m/s}$	$0.4 \leq 2.04 \leq 4.00 \text{ m/s}$	<i>Cumple</i>
Para diámetros	$0.1 \leq d/D \leq 0.75$	$0.1 \leq 0.155 \leq 0.75$	<i>Cumple</i>

- **Distancia horizontal efectiva**

Diámetro de pozo: 1.20 m

Grosor de paredes: Ladrillo tayuyo 23*12.5*6.0

$DH_{efec} = \text{distancia entre pozos} - ((\varnothing 1 \text{ pvs} 3 + \text{ grosor paredes pvs} 3)/2 + - (\varnothing 2 \text{ pvs} 4 + \text{ grosor paredes pvs} 4)/2)$.

$$DH_{efec} = 41.98 - ((1.20 + 0.46)/2 + (1.20 + 0.46)/2) = 40.32 \text{ m.}$$

- **Cota invert de salida del pozo 3 (C_{is})**

$$C_{is} = \text{cota invert entrada del pozo 3} - 0.05$$

$$C_{is} = 495.880 - 0.05 = 495.83$$

- **Cota invert de entrada al pozo 4 (C_{ie})**

$$C_{ie} = \text{cota invert de salida del pozo 4 (C}_{is}) - (0.5 \% * \text{ distancia efectiva)}$$

$$C_{ie} = 495.450 - (0.005 * 40.32) = 495.218$$

- **Profundidad del pozo 3**

$$\text{Alt. Pvs3} = \text{cota del terreno} - \text{cota invert de salida del pozo 3} + 0.15$$

$$\text{Alt. Pvs3} = 497.080 - 495.830 + 0.15 = 1.40$$

- **Profundidad del pozo 4**

$$\text{Alt. Pvs4} = \text{cota del terreno} - \text{cota invert de salida del pozo 3} + 0.15$$

$$\text{Alt. Pvs4} = 496.650 - 495.218 + 0.15 = 1.59$$

- **Volumen de excavación de zanja**

$$\text{Vol. Exc.} = \left[\left(\frac{H1 + H2}{2} \right) * d * Z \right]$$

$$\text{Vol. Exc.} = \left[\left(\frac{1.40 + 1.59}{2} \right) * 40.32 * 0.55 \right] = 33.15 \text{m}^3$$

Los datos y resultados del cálculo hidráulico para todos los ramales, realizado con el procedimiento anteriormente descrito, se presentan en la tabla del apéndice.

Las relaciones hidráulicas mostradas son para la población actual, podemos observar que los primeros tres tramos de ambos inicios la relación de los diámetros no cumplen, se opto por mantener esa forma y ver si en el futuro cumple, además la velocidad cumple los parámetros de diseño.

En el apéndice se muestran las relaciones hidráulicas para la población futura, al igual que en la presente todas la velocidades cumplen, pero los tramos anteriormente descritos siguen sin cumplir la relación de diámetros, para que cumplan se tendrían que varias las pendientes, a pequeñas dimensiones las cuales en la practica no es posible su realización, por lo que se mantendrán esos valores.

2.1.15 Desfogue

Los sistemas de alcantarillado sanitario deben tener el método de desfogue hacia un medio hídrico, luego de ser tratado lo que proviene del colector, respetando las normas establecidas por el Ministerio de Medio Ambiente, para lograr mitigar daños a la naturaleza.

Luego de realizar el estudio y diseño de este proyecto, se tomará en cuenta la propuesta de un tratamiento primario de las aguas resultantes de dicho sistema, para proceder a su depuración o desfogue al medio ambiente, sin provocar daños significativos al descargarlo en el mismo.

2.1.16 Elaboración de planos

Los planos constructivos para el sistema de alcantarillado sanitario se presentan en el apéndice, y están conformados por:

- Planta topográfica
- Densidad de vivienda
- Planta general de la red de alcantarillado sanitario
- Plantas - perfiles
- Detalle de pozo de visita
- Conexión domiciliar

2.1.17 Elaboración de presupuesto

El presupuesto se elaboró a base de precios unitarios, sin aplicar costos indirectos quedando a criterio de la municipalidad. Los precios de los materiales se obtuvieron mediante cotizaciones en centros de distribución de la región. El salario de mano de obra calificada y no calificada, se asignó de acuerdo a los que maneja la municipalidad en casos similares.

Tabla IV. Presupuesto drenaje sanitario

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EPESISTA: HERNÁN ARTURO MALDONADO RODAS UBICACIÓN: ALDEA SAN ANTONIO, IXCHIGUÁN, SAN MARCOS PROYECTO: SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO, ALDEA SAN ANTONIO
PRESUPUESTO

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total Quetzales (Q)	Total Dólares (U\$)
1	Trabajos Preliminares					
1.1	Limpieza y remoción de maleza	1	global	Q 1,798.65	Q 1,798.65	\$ 221.51
1.2	Replanteo Topográfico (incluye trazo y estaqueado)	839	m	Q 1.15	Q 964.31	\$ 118.76
1.3	Excavación de zanja para Instalación de Tubería	681	m3	Q 11.20	Q 7,910.56	\$ 974.21
1.4	Relleno compactado de zanja	852	m3	Q 16.45	Q 14,523.29	\$ 1,788.58
2	Colector					
2.1	Colector General de Tubería PVC de 6"	839	ml	Q 135.30	Q 113,453.11	\$ 13,972.06
3	Pozos de Visita					
3.1	Pozo de visita H=1.20M	15	unidad	Q 6,669.10	Q 100,036.50	\$ 12,319.77
3.2	Pozo de visita H=2.60M	1	unidad	Q 10,361.60	Q 10,361.60	\$ 1,276.06
3.3	Pozo de visita H=3.10M	2	unidad	Q 11,430.50	Q 22,861.00	\$ 2,815.39
4	Conexiones Domiciliares	50	unidad	Q 2,374.45	Q 118,722.50	\$ 14,621.00
COSTO TOTAL DE MATERIALES Y MANO DE OBRA					Q 390,631.52	\$ 48,107.33

El siguiente presupuesto asciende a la cantidad de:

Trescientos noventa mil seiscientos treinta y un quetzales con 52/100

Cuarenta y ocho mil ciento siete dólares con 33/100

Nota: El precio incluye precio de materiales y de mano de obra, no incluye el factor de indirectos éste queda a criterio de la municipalidad.

2.1.18 Evaluación socioeconómica

En su mayoría, este tipo de proyectos son un tanto costosos, lo cual lleva a plantear un mecanismo para hacer factible el proyecto con subsidios, transferencias, impuestos, donaciones, etcétera. Sin embargo es indispensable realizar un análisis financiero y determinar la viabilidad del proyecto. Para ello se utilizarán los métodos del valor presente neto y la tasa interna de retorno.

2.1.18.1 Valor presente neto

Valor presente neto (VPN), son términos que proceden de la expresión inglesa *Net present value*. Es un procedimiento que permite calcular el valor presente, de ahí su nombre, de un determinado número de flujos de caja futuros. El método, descuenta una determinada tasa o tipo de interés igual para todo el período considerado. La obtención del VPN constituye una herramienta fundamental para la evaluación y gerencia de proyectos, así como para la administración financiera.

El Valor Presente Neto puede desplegar tres posibles respuestas, las cuales son:

$$\text{VPN} < 0$$

$$\text{VPN} = 0$$

$$\text{VPN} > 0$$

Cuando el $\text{VPN} < 0$, y el resultado es un valor negativo muy grande alejado de cero, nos está advirtiendo que el proyecto no es rentable.

Cuando $\text{VPN} = 0$, nos indica que exactamente se está generando el porcentaje de utilidad que se desea, y cuando el $\text{VPN} > 0$, está indicando que la opción es rentable y que inclusive podría incrementarse el porcentaje de utilidad.

Las expresiones para el cálculo del valor presente son:

$$P = F \left[\frac{1}{(1+i)^N - 1} \right] \quad ; \quad P = A \left[\frac{(1+i)^N - 1}{i(1+i)^N} \right]$$

Donde:

P Valor de pago único en el inicio de la operación o valor presente.

- F Valor de pago único al final del período de la operación o valor de pago futuro.
- A Valor de pago uniforme en un período determinado o valor de pago constante o renta de ingreso.
- I Tasa de interés de cobro por la operación o tasa de unidad por la inversión a una solución.
- N Período que se pretende dure la operación.

Como es un proyecto de inversión social, la municipalidad absorberá el 50% su costo total y la comunidad pagará el otro 50% en un período de 5 años, en cuotas anuales de Q. 3,240.00 por derecho de conexiones domiciliarias, remoción de lodos y mantenimiento, todo esto con una tasa del 10% anual, que es la tasa que más se apega a la tasa real actual.

Datos del proyecto:

Costo total del proyecto = Q. 390,631.52

$A_1 = Q. 39,063.10$

$A_2 = Q. 3,240.00$

$A_3 = Q. 2,000.00$

$n = 5$ años

Valor Presente Neto para un interés del 10% anual en un período de 5 años.

$$VPN = -195,315.76 + 39,063.10 * \left[\frac{(1+0.10)^5 - 1}{0.10(1+0.10)^5} \right] + 3,240 * \left[\frac{(1+0.10)^5 - 1}{0.10(1+0.10)^5} \right] - 2,000 * \left[\frac{(1+0.10)^5 - 1}{0.10(1+0.10)^5} \right]$$

$VPN = -42,535.30$

2.1.18.2 Tasa interna de retorno

Ésta es utilizada para evaluar el rendimiento de una inversión. Debido a que el presente proyecto es de carácter social, es imposible obtener una tasa interna de retorno TIR atractiva; por lo que el análisis socioeconómico que se realiza a nivel municipal para este tipo de inversión es de costo/beneficio, éste se determina de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}\text{Costo} &= \text{Inversión inicial} - \text{VPN} \\ &= \text{Q. } 390,631.52 - \text{Q. } 42,535.30 = \text{Q. } 348,096.22\end{aligned}$$

Beneficio = No. de habitantes beneficiados (a futuro)

$$\begin{aligned}\text{Costo/beneficio} &= \frac{\text{Q. } 348,096.22}{105 \text{ Viviendas}} \\ &= \text{Q. } 3,315.20 / \text{Vivienda}\end{aligned}$$

Las instituciones de inversión social, toman las decisiones con base al valor anteriormente obtenido y las disposiciones económicas que posean. Según las expectativas de las entidades que colaboran con la municipalidad de Ixchiguán, se tiene un rango aproximado de hasta Q.1,500.00 por habitante.

De lo anterior se concluye que el proyecto no es atractivamente rentable, pero si es considerado favorablemente por cualquiera de las instituciones que trabajan actualmente con la municipalidad por su proyección en salud.

2.1.19 Evaluación de Impacto Ambiental

Toda obra civil trae consigo implícitamente una variedad de factores que pueden afectar, distorsionar, degradar o producir deterioro a los recursos naturales renovables, no renovables, ambiente o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional. Será necesario previamente a su desarrollo, un estudio de evaluación del impacto ambiental, realizado por técnicos en la materia y aprobado por la comisión de medio ambiente respectiva.

2.1.19.1 Definición de Impacto Ambiental y de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)

- **Impacto ambiental**

Es cualquier alteración de las condiciones ambientales o creación de un nuevo conjunto de condiciones ambientales adverso o benéfico, provocada por la acción humana o fuerzas naturales.

- **Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)**

“Instrumento de política, gestión ambiental y toma de decisiones formado por un conjunto de procedimientos capaces de garantizar, desde el inicio de la planificación, que se efectúe un examen sistemático de los impactos ambientales de un proyecto o actividad y sus opciones, así como las medidas de mitigación o protección ambiental que sean necesarias para la opción a ser desarrollada. Los resultados deberán ser presentados a los tomadores de decisión para su consideración”.

Una evaluación de Impacto Ambiental es hacer un diagnóstico del área en donde se realizará o realizó la construcción de un proyecto, determinando en detalle la situación ambiental actual del medio biótico y abiótico que será impactada directamente por la obra.

La importancia de ésta, radica en permitir analizar cada una de las actividades a desarrollar en el proyecto, definiendo el área impactada y el efecto o impacto para cada uno de los factores ambientales. El estudio de impacto ambiental da a conocer o identificar los impactos al ambiente producidos por la obra.

Entre las actividades que ingresan al sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, se presentarán a lo menos uno de los siguientes efectos, características o circunstancias:

- Riesgo para la salud de la población, debido a la cantidad y calidad de los efluentes, emisiones o residuos.
- Efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire.
- Reasentamiento de comunidades humanas, o alteraciones significativas de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos.
- Localización próxima a población, recursos y áreas protegidas susceptibles de ser afectados, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar.

- Alteración significativa, en términos de magnitud o duración, del valor paisajístico o turístico de una zona.
- Alteración de monumentos, sitios con valor antropológico, arqueológico, histórico y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural.
- Existen diversos formatos para elaborar informes de impacto ambiental; sin embargo, en nuestra legislación es muy común utilizar la matriz modificada de Leopold, la cual analiza los diversos elementos (medio ambiente, sociales, económicos,) etc. que interactúan en la obra civil. Dichos elementos se encuentran estratégicamente clasificados, para que, el profesional que haga el estudio, sepa identificar el impacto que tendrá la obra, así como la magnitud de la misma. A continuación, se proponen las medidas de mitigación que se adoptarán para desaparecer o reducir el impacto adverso que ocasionará el proyecto civil respectivo.

2.1.19.2 EIA del proyecto de drenaje sanitario

Tabla V. Matriz modificada de Leopold, para el sistema de alcantarillado de la aldea San Antonio.

ELEMENTOS AMBIENTALES	Etapa de construcción			Etapa de funcionamiento		
	A	B	N	A	B	N
I. MEDIO AMBIENTE						
1. Tierras						
a. Topografía			*			*
b. Suelo	-			-		
c. Erosión	-			-		
2. Micrología			*			*
3. Aguas						
a. Ríos			*			*
b. Aguas subterráneas						
c. Calidad de aguas						
4. Ecosistemas						
a. Flora						
- Vegetación natural	-			-		
- Cultivos	-			-		
b. Fauna						
- Mamíferos y aves			*			*
- Peces organismos acuáticos			*			*
c. Biodiversidad						
- Peligro de extinción			*			*
- Especies migratorias			*			*
5. Desastres naturales			*			*
II. MEDIO AMBIENTE SOCIO-ECONOMICO						
1. Población						
a. Población en peligro			*			*
b. Re-asentamiento			*			*
c. Poblaciones migratorias			*			*
2. Uso de la tierra	-			-		
3. Uso del agua			*			*
4. Actividades productivas						
a. Agricultura			*			*
b. Pecuaria			*			*
c. Pesca			*			*
d. Agroindustria			*			*
e. Mercado y comercio		+			+	
5. Empleo		+			+	
6. Aspectos culturales			*		+	
7. Historia y arqueología			*			*
8. Turismo			*			*
III. PROBLEMAS AMBIENTALES						
1. Contaminación del aire			*	-		
2. Contaminación del agua			*	--		
3. Contaminación del suelo	-					*
4. Ruido y vibración	-					*
5. Hundimiento del suelo			*			
6. Mal olor			*	--		

Nomenclatura:

- ++ Impacto positivo grande
- + Impacto positivo pequeño
- * Neutro
- Impacto negativo pequeño
- Impacto negativo grande
- A adverso
- B benéfico
- N neutro

2.1.19.3 Medidas de mitigación

A continuación, se proponen las medidas de mitigación que se adoptarán para desaparecer o minimizar el impacto negativo que ocasionará el proyecto civil respectivo.

1. Medio ambiente

Tierras:

- El suelo será afectado negativamente en la etapa de construcción debido a excavación de zanja, pozos de visita y fosas de absorción.
- La erosión y sedimentación serán aspectos afectados negativamente durante la fase de construcción por las zanjas excavadas para la instalación de tuberías.

Medidas de mitigación:

- El suelo extraído debido la excavación por zanqueo, se incorporará de nuevo a las mismas, debidamente compactado y el sobrante se esparcirá al terreno.

- El material de excavación, deberá analizarse si puede ser reciclado para una pronta reincorporación, ya que disminuirá la explotación de canteras y se evitará la utilización de áreas para su disposición.

2. Aguas

Aguas subterráneas:

Éstas se verán afectadas debido a la colocación de tubería y construcción de pozos de visita, con materiales como el P.V.C. y el ladrillo.

Medidas de mitigación:

La colocación de tubería se realizará siguiendo las instrucciones del encargado de la obra con las normas de calidad exigidas, y así minimizar la posibilidad de ruptura de la tubería y filtración en los puntos de unión de la misma, ocasionando de esta manera, contaminación del manto freático.

3. Ecosistema

Vegetación natural y cultivos:

La vegetación propia del lugar tendrá un impacto negativo pequeño, ya que la cualquier tipo de vegetación o cultivo existente, desaparecerá en la fase de excavación.

Medidas de mitigación:

- Se deberá evitar la intervención en las áreas cercanas al área boscosa principalmente con actividades como: la explotación de bancos de material y sitios para el depósito de desperdicio, además deberá evitarse la utilización de dinamita para labores de construcción ya que podría afectar a la fauna existente en el lugar.

- Es conveniente que las medidas de mitigación propuestas en el estudio sean compatibles con el área en mención, como la reforestación, ya que se deberán sembrar árboles nativos para no introducir especies exóticas al área.

2.2 Diseño del Instituto de educación básica para el caserío Buenos Aires de Ixchiguán, San Marcos

2.2.1 Descripción del proyecto

El diseño del instituto de educación básica contara con dos niveles, para lo cual su distribución será la siguiente:

- El segundo nivel tendrá tres aulas y una dirección.
- El primer nivel está compuesto por tres aulas, salón de maestros y servicios sanitarios para hombres y mujeres.

En el diseño se contemplan los servicios básicos: energía eléctrica, agua potable y drenajes. La estructura de la edificación estará compuesta de mampostería reforzada con losas planas de concreto reforzado, los muros serán de block pómez, piso de granito, ventanas y puertas de metal y madera.

2.2.2 Población a servir

La población a servir será compuesta por el sector que ocupa por completo la región de Ixchiguán, esto se debe a que su ubicación es céntrica por lo cual se pretende beneficiar alrededor de 300 alumnos del nivel medio, es decir alumnos desde primero básico hasta tercero básico.

2.2.3 Descripción del espacio disponible

2.2.3.1 Localización del terreno

El terreno propuesto para utilizarlo en la construcción del instituto de educación básica se encuentra localizado a un costado de la plaza comercial y colindante a un terreno particular del caserío Buenos Aires.

Figura 7. Ubicación del instituto de educación básica



Fuente: Google Earth, programa satelital.

2.2.3.2 Topografía del terreno

El terreno existente propuesto posee un gran desnivel, por lo cual se opto realizar topografía en el lugar a lo que se concluyo a un área total para la construcción de 352.31m².

2.2.3.3 Características del suelo

La muestra obtenida del suelo se tomo a inmediaciones del centro del terreno, obtenida a una profundidad de 1.50 m, el tipo de suelo que se encontró es limo arenoso, color beige, con un ángulo de fricción interno de $\phi=22.95^\circ$ y una cohesión de $C_u=4.80$ T/m².

2.2.4 Mampostería

Está conformada por muros construidos con piezas prismáticas macizas o con celdas, unidas con mortero aglutinante.

La mampostería reforzada permite realizar construcciones en altura hasta unos seis pisos unidas como se mencionó anteriormente con mortero aglutinante y reforzados con varillas de acero, denominándose mampostería confinada si el refuerzo se concentra en elementos verticales y horizontales de concreto conocidos comúnmente como mochetas y soleras, mientras que si se localiza distribuido entre los elementos mampuestos se designa como mampostería integral, es decir que las varillas de acero corrugado estarán colocadas verticalmente entre los agujeros o celdas de las piezas prefabricadas.

2.2.5 Elementos de un sistema de mampostería reforzada

Los materiales con que se conforman los muros de mampostería son: las unidades prefabricadas para levantado o mampuestos, morteros, graut si es mampostería integral o reforzada interiormente, concreto si es mampostería confinada y acero de refuerzo.

2.2.6 Unidades de mampostería

Son las unidades prefabricadas usadas para el levantado de los muros de mampostería reforzada, generalmente son ladrillos de barro cocido o bloques huecos de concreto cuya función básica será dividir los ambientes y su función estructural soportar esfuerzos de compresión.

2.2.6.1 Ladrillos de barro cocido

Estas unidades de mampostería están hechas básicamente de barro o arcilla, pudiéndoseles adicionar otros materiales, están moldeados con forma rectangular y endurecidos a altas temperaturas hasta su fusión incipiente.

Este tipo de unidades deberá de cumplir con la norma COGUANOR NGO 41 022 en lo que se refiere tanto a la calidad como a las dimensiones, absorción y clasificación por resistencia, se puede clasificar por tipo, siendo estos: ladrillo macizo o tayuyo y ladrillo perforado o tubular, según la relación área neta / área gruesa medida sobre planos perpendiculares a la superficie de carga debiéndose respetar dicha relación, siendo para el ladrillo macizo o tayuyo igual o mayor a 0.75, mientras que para el ladrillo perforado o tubular menor que 0.75.

2.2.6.2 Bloques de concreto

Esta es una de las unidades más modernas utilizadas en la construcción de mampostería, su aceptación está justificada por las cualidades intrínsecas como la rapidez de ejecución, la facilidad en su manejo y la proporción adecuada en sus dimensiones. Este tipo de unidades generalmente poseen un gran porcentaje de vacíos, también deberán cumplir con la norma COGUANOR NGO 41 054 en lo que referente a calidad, dimensiones, porcentaje de absorción y clasificación por resistencia.

2.2.7 Mortero

Los morteros usados para mampostería deberán ser una mezcla plástica de materiales cementantes y arena bien graduada que permita la unión de las

unidades de mampostería para la correcta conformación de un elemento estructural (muro). La dosificación de dicha mezcla deberá de proveer las condiciones necesarias que permitan su trabajabilidad, capacidad para retención de agua, teniendo en cuenta que servirá de apoyo para las unidades de mampostería, también deberá de contribuir a la resistencia a compresión del elemento estructural; el tamaño máximo nominal de las partículas que conforman la mezcla será de 2.5 mm.

2.2.8 Concreto y graut

La utilización de cualquiera de estos dos elementos estará determinada como se mencionó anteriormente por el tipo de refuerzo vertical y horizontal que se pretenda colocar, es decir si va a ser confinado o concentrado.

2.2.8.1 Concreto

El concreto no es más que una mezcla heterogénea de arena, grava, cemento y agua que al fraguar adquiere las características de dureza y resistencia necesarias, en algunas ocasiones se les pueden agregar aditivos para modificar sus características.

La resistencia del concreto depende de muchos factores tales como los materiales, el diseño de la mezcla, el colado y curado.

El concreto puede ser de varios tipos, siendo actualmente los más conocidos el concreto de peso normal y el concreto liviano.

2.2.8.2 Graut

Las características de éste no son las de un concreto ni las de un mortero, pero sí es un material cementicio que está conformado por cemento, arena, grava fina y la cantidad necesaria de agua que le proporcione una consistencia fluida que le dé trabajabilidad, pero que a la vez sirva para reforzar a la mampostería, contribuyendo a la resistencia a compresión del muro. El graut debe tener una resistencia mínima, a los 28 días, de 1.2 veces $f'm$ y máxima de 1.5 veces $f'm$ de la mampostería que se está inyectando.

Este tipo de material es utilizado para los muros que están reforzados interiormente, es decir que se vierte en las celdas de los elementos prefabricados alrededor del acero de refuerzo. Hay dos clases de graut que se utilizan en la construcción de mampostería siendo estos: graut fino y graut grueso, dependiendo de las dimensiones del agregado grueso que se utilice.

2.2.9 Acero de refuerzo

Este material es utilizado tanto para el refuerzo vertical como horizontal, consiste en varillas de acero corrugado debido a que mejora la adherencia con el concreto, deben de cumplir con las normas ASTM A703 o ASTM A615, siendo su equivalente la norma COGUANOR NGO 36 011. El uso de las varillas lisas estará limitado a estribos, eslabones y otros dispositivos de amarre. Existen diferentes resistencias del refuerzo, siendo las más utilizadas el grado 40, grado 60 y hasta grado 70 (alta resistencia).

2.2.10 Esfuerzo básico de ruptura ($f'm$)

Una de las propiedades estudiadas teóricamente y por pruebas experimentales en la mampostería, es la resistencia bajo cargas perpendiculares a la superficie de juntas horizontales, es decir que está sometido a cargas de compresión.

El esfuerzo de ruptura $f'm$ es un valor muy importante para el diseñador, este valor se logra obtener con ensayos de laboratorio, utilizándose para estos ensayos prismas construidos con bloques o ladrillos, por lo que los resultados que se obtienen están en función del tipo de bloque, ladrillo y mortero que se utilice.

Los valores obtenidos pueden ser utilizados para determinar esfuerzos de trabajo ($f'm$) de muros de bloques o ladrillos, estos esfuerzos pueden ser de flexión, compresión y corte, utilizando para ello las fórmulas que existen, las cuales no son objeto del presente trabajo de investigación.

2.2.10.1 Procedimiento para determinar el $f'm$

Para poder determinar el valor exacto del esfuerzo básico promedio de ruptura de los prismas de mampostería se deben de seguir cada uno de los siguientes pasos, tomando en cuenta que se deben de ensayar por lo menos tres prismas para tener mayor certeza en los resultados.

- A. Escoger el tipo de unidad de mampostería que se va a utilizar, si son bloques o ladrillos.
- B. Calcular el área bruta de la cara superior en cm^2 , este es el producto del largo total por el espesor de la unidad de mampostería.

- C. Realizar el ensayo de laboratorio para determinar la carga máxima que se puede aplicar al prisma. La carga debe ser hasta que se obtiene la ruptura.
- D. Determinar el esfuerzo de compresión que resiste cada prisma en función del área bruta.
- E. Determinar la esbeltez del prisma, siendo esta la altura/espesor de muro (h/d).
- F. Al conocer la relación de esbeltez, se procede a determinar el factor de corrección, según grafica UBC.
- G. Se debe corregir el valor del esfuerzo de compresión determinado en el inciso D, éste se calcula multiplicando el valor del esfuerzo de compresión por el factor de corrección calculado en el inciso F.
Esfuerzo real de ruptura = esfuerzo de ruptura del prisma * F.C.
- H. Calcular el esfuerzo promedio de los resultados obtenidos con los diferentes ensayos de los prismas en el inciso G.
- I. Las normas UBC recomiendan que se tome el menor valor obtenido en el inciso G y que se multiplique por 1.25, para que luego sea comparado con el resultado que se obtuvo en el inciso H, esto con el fin de tomar el menor de los dos valores.
- J. Finalmente se debe determinar el valor de $f'm$. Para poder obtener el $f'm$ se divide el resultado calculado en el inciso anterior entre el factor de la relación Ae/Ab , esto con el fin de tener el $f'm$ en función del área efectiva.

Donde:

Ae : Área efectiva de la unidad de mampostería, siendo esta el área bruta menos el área de los agujeros y entrantes que en su sección tenga.

2.2.11 Cargas que afectan a una estructura de mampostería reforzada

Todo elemento de una estructura de mampostería reforzada tiene que soportar las cargas a las que va a ser sometido, sin exceder los máximos esfuerzos permisibles de los materiales utilizados. Para un diseño de una estructura de este tipo, se debe considerar los diferentes tipos de cargas que van a actuar directa o indirectamente, siendo estas las cargas gravitacionales y las cargas laterales.

2.2.11.1 Cargas gravitacionales

Son las cargas verticales que deben de ser soportadas por la estructura, estas son la carga viva y la carga muerta.

2.2.11.1.1 Carga viva

Son todas aquellas cargas para las que se diseña y que debe soportar una estructura debido al uso u ocupación que tendrá, estas cargas no son permanentes, ya que en algunos casos puede no estar presente, por lo que su magnitud y distribución son inciertas en determinado momento, esta carga puede incluir efectos ordinarios de impacto, vibración, producidos por maquinaria en movimiento.

A continuación se presentan algunas tabulaciones de valores de carga viva mínima que ha de soportar cada estructura de acuerdo a su función.

Tabla VI. Cargas vivas mínimas para una estructura de mampostería

Ocupación o uso	Carga	Unidad
Almacenes		
Primer piso	500	kg/m ²
Pisos superiores	375	kg/m ²
Al por mayor en todos los pisos	600	kg/m ²
Áreas de reunión y teatros		
Con sillas fijas	300	kg/m ²
Con sillas móviles	500	kg/m ²
Plataformas (montaje)	500	kg/m ²
Pisos de escenarios	700	kg/m ²
Vestíbulos	500	kg/m ²
Armerías y cuartos de adiestramiento	700	kg/m ²
Balcones		
Exteriores	500	kg/m ²
Para viviendas menores a 10 m ²	300	kg/m ²
Bibliotecas		
Salas de lectura	500	kg/m ²
Cuartos de almacenamiento	700	kg/m ²
Corredores en pisos superiores al primero	400	kg/m ²
Bodegas de almacenamiento		
Liviana	600	kg/m ²
Pesada	1,200	kg/m ²
Billares y áreas de recreación	375	kg/m ²
Comedores y restaurantes	500	kg/m ²
Corredores	500	kg/m ²

Edificios de oficinas		
Vestíbulos	500	kg/m ²
Oficinas	250	kg/m ²
Escaleras de emergencia		
En edificios	500	kg/m ²
En residencias unifamiliares	200	kg/m ²
Escuelas y colegios		
Salones de clase	200	kg/m ²
Corredores y pasillos	400	kg/m ²
Fábricas e industrias		
Liviana	600	kg/m ²
Pesada	1,200	kg/m ²
Garajes		
Para automóviles	300	kg/m ²
Para buses o transporte pesado	Ver	AASHTO
Gimnasios, pisos principales	500	kg/m ²
Graderíos de estadios y coliseos	500	kg/m ²
Hospitales		
Salas de operación y laboratorios	300	kg/m ²
Cuartos privados	200	kg/m ²
Pabellones	200	kg/m ²
Corredores	400	kg/m ²
Hoteles y casas multifamiliares		
Cuartos privados y corredores adyacentes	200	kg/m ²
Salones públicos y corredores adyacentes	500	kg/m ²
Instituciones penales		
Celdas	200	kg/m ²
Corredores	500	kg/m ²

Marquesinas y toldos	375	kg/m ²
Patios y terrazas peatonales	500	kg/m ²
Residencial		
Viviendas	200	kg/m ²
Ambientes no habitables sin almacenamiento	50	kg/m ²
Ambientes no habitables con almacenamiento	100	kg/m ²
Ambientes habitables (dormitorios)	150	kg/m ²
Salones de baile	500	kg/m ²
Vías vehiculares y patios sometidos a tráfico	1,200	kg/m ²

Fuente: Diseño de estructuras de concreto con referencia del Instituto Nacional de Normas Americanas ANSI.

2.2.11.1.2 Carga muerta

Las cargas muertas de una estructura son aquellas que se mantienen constantes en magnitud y con una posición fija durante la vida útil de la estructura, su magnitud se puede calcular fácilmente según los volúmenes y pesos específicos.

Las cargas muertas pueden ser los pesos propios de losas, vigas, columnas, muros de corte, rellenos, repellos, cernidos mezclones y pisos, instalaciones eléctricas o mecánicas, etc., también se puede incluir equipo fijo o maquinaria siempre que este sea de un peso definido o que esté unido a la estructura, por ejemplo, las torres de enfriamiento, equipos de elevador, equipos de quirófano para un hospital, maquinaria para talleres, etc. En la siguiente tabla se muestran algunas cargas de elementos utilizados en la mampostería reforzada, aunque algunos de estos elementos pueden variar.

Tabla VII. Cargas muertas mínimas

Material	Unidad	Peso
Pisos		
Concreto	Volumétrico	2,400 kg/m ³
Piso de granito y mezclón	5 cm de espesor	60 kg/m ²
Asfalto	1 cm de espesor	23 kg/m ²
Duela o parquet	1 cm de espesor	8 kg/m ²
Relleno de concreto ligero	Volumétrico	1,600 kg/m ³
Techos		
Impermeabilizante de tres capas de fieltro asfáltico con acabado de gravilla	-----	27 kg/m ²
Teja de cemento	-----	32 kg/m ²
Teja de barro	-----	100 kg/m ²
Revestimiento de madera	2.5 cm de espesor	15 kg/m ²
Repellos	1.0 cm de espesor	15 kg/m ²
Losa prefabricada	15 cm de espesor	240 kg/m ²
Losa prefabricada	20 cm de espesor	300 kg/m ²
Losa prefabricada	25 cm de espesor	340 kg/m ²
Muros		
Muro de block pómez de 10 cm	-----	160 kg/m ²
Muro de block pómez de 15 cm	-----	210 kg/m ²
Muro de block pómez de 20 cm	-----	250 kg/m ²
Muro divisorio de tablayeso	-----	60 kg/m ²
Mampostería de piedra	-----	2,500 kg/m ³
Mampostería de ladrillo común	-----	1,920 kg/m ³
Mampostería reforzada de 20 cm con f'm = 80 kg/cm ²	-----	300 kg/m ²
Ladrillo perforado de 14 cm	-----	230 kg/m ²
Ladrillo tubular de 14 cm	-----	171 kg/m ²
Ladrillo tayuyo de 11 cm	-----	186 kg/m ²

Fuente: Diseño de estructuras de concreto con referencia del Instituto Nacional de Normas Americanas ANSI.

2.2.11.2 Cargas laterales

La carga lateral o bien carga horizontal es la que se produce debido a un sismo, viento, empuje, etc y difieren de las cargas gravitacionales debido a que las cargas horizontales son dinámicas mientras que las otras son estáticas, una de las características especiales de este tipo de carga es que son aplicadas en un periodo de tiempo muy corto. Para facilitar el cálculo de dichas cargas se sustituyen las cargas dinámicas por cargas estáticas, siempre y cuando se considere lo siguiente

- Se determine en forma apropiada la fuerza estática equivalente
- Se aplique apropiadamente a la estructura
- Tener en cuenta la verdadera naturaleza de esta fuerza

2.2.11.2.1 Cargas de viento

Este tipo de cargas producen una fuerza horizontal sobre la estructura de mampostería, la cual generalmente es muy pequeña en comparación con la carga de sismo, por lo que puede no ser tomada en cuenta, una característica de este tipo de fuerza es que las velocidades más grandes de viento ocurren en periodos de tiempo muy cortos.

2.2.11.2.2 Cargas de sismo

Son las cargas o fuerzas inducidas en una estructura debida a la vibración u oscilación de la superficie de la tierra causadas por un disturbio elástico o gravitacional de las masas que están buscando su equilibrio, creándose de esta manera ciertos ladeos en la misma que a su vez generan determinados esfuerzos que se producen en los diferentes elementos que conforman a la estructura.

El análisis sísmico se puede simplificar utilizándose fuerzas estáticas que producirán el mismo efecto de ladeo de un sismo. La fuerza sísmica va a depender directamente del peso propio de la estructura y su punto de aplicación será en la base por considerarse fija o empotrada en la misma.

2.2.12 Efectos torsionales

Los efectos torsionales se establecerán considerando la no coincidencia entre el centro de rigidez C.R. de un nivel determinado y la recta de acción del esfuerzo de corte en dicho nivel.

Dicha excentricidad estática se modificará, con el propósito de tener en cuenta la amplificación dinámica correspondiente y las incertidumbres sobre la distribución real de las cargas gravitacionales y la posición efectiva del centro de rigidez C.R.

En cada nivel de la construcción, a los esfuerzos de corte traslacionales originados por las fuerzas sísmicas horizontales equivalentes, se superpondrán los esfuerzos de corte rotacionales originados por el momento torsor acumulado hasta dicho nivel. Se admitirá que en cada nivel, la fuerza sísmica horizontal actúa aplicada en el centro de masas C.M. correspondiente a dicho nivel.

La excentricidad va a ser producida, debido a que como se mencionó anteriormente la fuerza de sismo va a ser resistida por el muro de corte de manera proporcional a su rigidez, resistiendo cada muro la misma fuerza si éstos son del mismo tamaño y localizados simétricamente, de lo contrario algunos muros resistirán mayores fuerzas que otros creándose así los momentos torsionantes debido a la excentricidad, ya que la fuerza de sismo está localizada en el centro de masa, produciéndose una resultante con la

misma magnitud y sentido contrario que no es más que la resistencia de la estructura pero localizada en el centro de rigidez.

2.2.12.1 Limitación de los efectos torsionales

Los muros sismo resistentes se dispondrán en forma tal que, en todos los niveles, el esfuerzo de corte rotacional sobre cada muro no sea mayor que el correspondiente esfuerzo de corte traslacional originado por las fuerzas sísmicas horizontales.

2.2.13 Estructuración sismo resistente

Esta es una guía propuesta por la Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (AGIES) para determinar la estructuración sismo resistente de una edificación e integrar el índice de calidad Q, para ello se debe cumplir con los siguientes requerimientos.

2.2.13.1 Clasificación de las obras

Se clasifica la obra dependiendo del impacto socio – económico que implique la falla o cesión de funciones de la misma, para ello existen cinco categorías que son:

- A. **Obras críticas:** estas son indispensables para el desenvolvimiento socio–económico de grandes sectores de la población; también se clasifican en esta categoría a las obras que al fallar pondrían en peligro a grandes cantidades de personas, como los puentes, centrales energéticas, etc.

- B. **Obras esenciales:** este tipo de obras no pueden fallar durante o después de un desastre natural por lo que deben de mantenerse en funcionamiento durante y después del mismo, entre estas están: hospitales con instalaciones de emergencia, quirófanos, instalaciones de defensa civil, bomberos, policía y comunicaciones asociadas con la atención de desastres, instalaciones de captación y tratamiento de agua, puentes sobre carreteras de primer orden, etc.
- C. **Obras importantes:** estas son aquellas que albergan o pueden afectar a gran número de personas, donde sus ocupantes estén restringidos a desplazarse, donde se presten servicios no esenciales después de un desastre, entre éstas están: edificios educativos y guarderías, edificaciones del estado no esenciales, hospitales, sanatorios y centros de salud públicos y privados, prisiones, museos, edificios mayores de 5 niveles o de 3,000 m² de área interior como teatros, cines, templos, mercados, auditorios, restaurantes, o similares que alojen a más de 300 personas, aquí no se incluyen estacionamientos.
- D. **Obras ordinarias:** entre éstas están aquellas que no se hayan mencionado anteriormente como: viviendas, comercios, edificios industriales y agrícolas que por su tamaño, función o volumen no se pueden clasificar en otra categoría.
- E. **Obras utilitarias:** entre éstas están aquellas que no se diseñan para albergar personas pero que en un momento determinado pueden utilizarse para ello en periodos de tiempo no prolongados, en caso de duda se pueden clasificar como obras ordinarias.

2.2.14 Índice de sismicidad del sitio (l_o)

Esta es una medida relativa de la severidad que se espera del sismo en una localidad determinada, por lo que se necesita de un nivel de protección adecuado de la obra como se detalla en el nivel de protección requerido.

Las normas AGIES dividen el territorio de Guatemala en cuatro macrozonas caracterizadas cada una por su índice de sismicidad (tabla VIII), además se requiere de la aplicación de un índice de sismicidad $l_o = 5$ a nivel de microzona, que toma en cuenta condiciones localizadas como barrancos, terrenos inclinados, franjas de terreno falladas, peligro de derrumbe o deslave, arenales y suelos granulares saturados, litorales, riveras, playas, etc.

Tabla VIII. Índice de sismicidad.

Zona	l_o	A_o	A_f	Observaciones
2	2	0.15 g	0.015 g	cuando sea necesario interpolarlo sobre líneas norte - sur
3	3	0.15 a 0.40 g	0.015 a 0.15 g	
4.1	4	0.40 g	0.15 a 0.20 g	
4.2	4	0.40 g	0.20 g	

Fuente: Normas AGIES NR – 2: 2000

2.2.15 Nivel de protección requerido

Este no es más que una medida del grado de protección suministrado al público y a los usuarios de las obras contra riesgos derivados de las sollicitaciones de carga y amenazas naturales. Este valor es determinado por el índice de sismicidad y la clasificación de la obra. (ver tabla IX).

El nivel de protección hace énfasis en la necesidad de proyectar edificaciones con un control explícito de su deformabilidad lateral, especialmente para sismos.

Tabla IX. Nivel de protección requerido.

Índice de sismicidad I _o	Clasificación de la obra				
	Crítica	Esencial	Importante	Ordinaria	Utilitaria
2	C2	C1	B	B	A
3	D	C2	C2	B	B
4	E	D	C2	C1	B
5	E	E	D	C2	C1

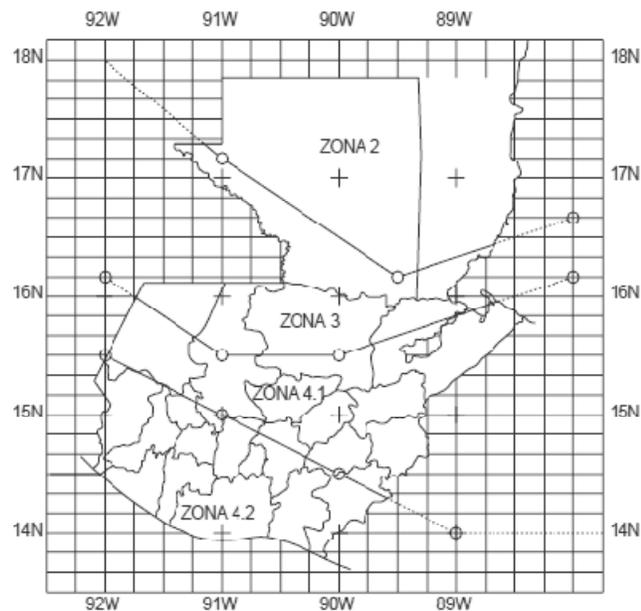
Nota: Ver clasificación de obra
Ver índice de sismicidad

Fuente: Norma AGIES NR – 2: 2000

Donde:

A, B, C1, C2, D y E son los niveles de protección de la obra.

Figura 8. Mapa de macrozonas sísmicas



Fuente: Normas AGIES NR – 2: 2000

El cálculo de las derivas laterales depende del método de análisis. Estas deformaciones son pos-elásticas y se desarrollarían en las edificaciones después de varias excursiones fuera del rango elástico. No son derivas nominales al límite elástico del sistema estructural. En la siguiente tabla se presentan los valores máximos para las derivas laterales.

Tabla X. Derivas laterales máximas según el nivel de protección requerido

Nivel de protección requerido	Deformaciones	Donde
A, B, C1	$\Delta n = 0.015 h_n$ $\Delta x = 0.018 (h_x - h_{x-1})$	n = Deriva lateral total de la edificación
C2	$\Delta n = 0.015 h_n$ $\Delta x = 0.3018 (h_x - h_{x-1})$	x = Deriva lateral del nivel x de la edificación
D, E	$\Delta n = 0.015 h_n$ $\Delta x = 0.3018 (h_x - h_{x-1})$	hx= Altura del nivel x

Fuente: Normas AGIES NR-3 2001

2.2.16 Perfil del suelo

Las normas AGIES definen tres perfiles de suelo para poder establecer el espectro del sismo de diseño, los cuales son:

Perfil del suelo S1

Éste debe satisfacer cualquiera de las siguientes condiciones:

- Roca de cualquier clase, este material se caracteriza por tener velocidades de onda de corte mayores a 800 metros / segundo.
- Suelo rígido cuyo basamento rocoso está a menos de 50 metros de profundidad, constituido por arenas, gravas densas o arcillas firmes.

Perfil del suelo S2

Éste debe satisfacer cualquiera de las siguientes condiciones:

- Suelo firme cuyo basamento rocoso esta a más de 50 metros de profundidad, está conformado por suelos granulares densos, limos densos cenizas volcánicas o arcillas firmes.
- Generalmente suelos firmes y estables cuyo perfil no se clasifica como S1 ni S3.

Perfil del suelo S3

Éste debe satisfacer cualquiera de las siguientes condiciones:

- Generalmente perfiles de suelo donde la velocidad de onda de corte del depósito es menor de 200 metros por segundo.
- Depósitos de más de 10 metros de espesor de cenizas, arenas o limos sueltos o de densidad media.
- Depósitos de más de 10 metros de espesor de arcillas blandas o semiblandas con o sin estratos arenosos intermedios.
- Si existe alguna duda debe de tomarse el resultado más crítico de suponer perfil S2 y S3.

2.2.17 Aceleración máxima efectiva del terreno (A_0)

Éste no es más que un parámetro para el cálculo del sismo básico de diseño, A_0 es una reducción de la aceleración máxima absoluta y se utiliza porque ocurre sólo una vez durante el sismo, es por esto que la aceleración efectiva intenta representar al conjunto de impulsos grandes de un sismo, los valores para cada zona están expresados en la tabla VIII.

2.2.18 Tipo de estructura

Según las normas AGIES se clasifican a las estructuras en cinco tipos o familias fundamentales, las cuales se subdividen según sean los elementos verticales que sirvan para proporcionar resistencia y rigidez lateral, si existiera alguna duda se le puede clasificar como E6.

Para el análisis de una vivienda o edificio de mampostería reforzada se utiliza el sistema tipo cajón, el cual tiene algunas restricciones de altura, estando directamente relacionado con el nivel de protección de la estructura, siendo:

- 30 metros de altura para un nivel de protección tipo C.
- 20 metros de altura para un nivel de protección tipo D.

Ya que para alturas mayores se necesita un sistema tipo E3 o E4.

Tabla XI. Clasificación por tipo de estructura

Tipo de estructura	C	Sistema vertical sismo resistente
Sistema de cajón	E1	Con muros estructurales de Mampostería reforzada Concreto reforzado Mampostería sin refuerzo Mampostería reforzada interiormente Madera Marcos arriostrados
Sistema de marcos	E2	
Marcos ordinarios	E2.1	Acero estructural Concreto reforzado
Marcos especiales	E2.2	Acero estructural Concreto reforzado

Sistema combinado de muros y marcos	E3	Muros de mampostería reforzada Muros de concreto reforzado Marcos arriostrados en lugar de muros Arriostres ordinarios Arriostres excéntricos
Sistema dual de muros y marcos	E4	Muros de mampostería reforzada Muros de concreto reforzado Marcos arriostrados en lugar de muros Arriostres ordinarios Arriostres excéntricos
Péndulo invertido	E5	De concreto reforzado Confinado Ordinario De estructura de acero Con detalles ordinarios Con detalles sísmicos De estructura de madera
Otro tipo	E6	Clasificar como E5

Fuente: Norma AGIES NR – 3: 2001

2.2.18.1 Descripción de la estructura

Para cumplir con este requerimiento se debe presentar una planta esquemática donde el término bajo el suelo que aparece en la tabla XVI significa la cantidad de niveles de sótano del edificio y el término sobre el suelo indica la cantidad de niveles que conforman a la estructura sobre el nivel de la calle.

La longitud X y Y máxima corresponde a la distancia entre ejes externos vistos en planta, en el presente trabajo no se tendrán niveles bajo el piso, por lo que no se tomará en cuenta.

2.2.18.2 Configuración de la edificación

Aquí se especifican los valores de los índices de calidad q_i con base en la redundancia estructural, la configuración en planta y la configuración vertical.

2.2.18.3 Redundancia estructural

La redundancia estructural se verifica separadamente para cada dirección de análisis atendiendo al número de tramos, número de ejes estructurales y al número de muros en cada dirección, en caso de que dos ejes tienen diferente índice q_1 o q_2 se tomará el promedio de ambas.

Para relaciones intermedias a las indicadas en la siguiente tabla se pueden interpolar o tomar el índice menor. La longitud del tramo, para efectos de la comparación anterior, se define por conveniencia para el claro libre entre soportes consecutivos.

Tabla XII. Redundancia estructural (q_1) para número de tramos

Número de tramos	Requisito	Índice q_1
4 o más	Tramo menor > 0.75 tramo mayor Tramo menor < 0.45 tramo mayor	+2.50 +1.50
3	Tramo menor > 0.75 tramo mayor Tramo menor < 0.45 tramo mayor	+1.50 0.00
2	Tramo menor > 0.70 tramo mayor Tramo menor < 0.45 tramo mayor	0.00 -2.50
1	-----	-3.00
ninguno	Es estructura tipo E5	---

Fuente: Normas AGIES NR-3:2001

Tabla XIII. Número de ejes estructurales (q2)

Número de ejes estructurales	Requisito	Índice q2
5 ó más	-----	+2.50
4 ejes	Smín > 0.70 Smáx Smín > 0.45 Smáx	+2.50 0.00
3 ejes	Smín > 0.70 Smáx Smín > 0.45 Smáx	0.00 -2.50
2 ó menos	-----	-3.00

Fuente: Normas AGIES NR-3:2001

En las expresiones anteriores S es el espaciamiento entre ejes medido de centro a centro, para relaciones intermedias a las indicadas se puede interpolar o tomar el índice menor.

Si la estructura tiene en el 33% de sus ejes estructurales uno o más muros estructurales cuya relación L/h_m sea mayor que 1.5 o bien dos o más muros estructurales cuya relación sea mayor que 0.67 se le podrá asignar un índice de calidad $q_3 = + 2.50$.

La presencia de muros y riostras para los sistemas de cajón (E1) tienen un índice de calidad de $q_3 = + 2.50$.

2.2.18.4 Configuración en planta

Las edificaciones se pueden clasificar como regulares e irregulares, siendo las regulares las que presentan una configuración en planta aproximadamente simétrica y rectangular, sin grandes agujeros y cuya distribución de masa y distribución de sistemas sismo-resistentes sean bastante coincidentes. Los índices de calificación son q_4 y q_5 .

Para utilizar el método de la carga estática equivalente una estructura deberá satisfacer los siguientes requisitos de regularidad horizontal:

- Los diafragmas de todos los pisos sobre el nivel del suelo no deberán contener variaciones abruptas en rigidez, ni esquinas salientes o entrantes que puedan influenciar significativamente en la distribución de las fuerzas laterales en la estructura.
- Uno de los siguientes sub incisos:
 - a) La distancia horizontal entre el centro de rigidez en cualquier nivel y el centro de masa de todos los niveles por arriba de dicho nivel no deberá ser mayor de 0.3 veces la máxima dimensión de la estructura en planta de dicho nivel, medida perpendicularmente a la acción de la fuerza.
 - b) Bajo la acción de las fuerzas laterales estáticas equivalentes, la relación del desplazamiento horizontal medido en el extremo de los ejes transversales localizados en la dirección de la aplicación de la fuerza lateral, deberá estar comprendido en el intervalo $3/7$ a $7/3$.

Tabla XIV. Configuración en planta.

Índice número	Condición	Índice q_i
q4	Todos los pisos tienen plantas regulares	+2.5
	Sí ningún piso tiene planta regular	-4.0
	Situaciones intermedias	Interpolar
q5	Sí cumple con el inciso a o bien b	+5.0
	Sí no cumple con ninguno de los incisos a o b	-8.0
No habrá interpolación entre estos dos valores.		

Fuente: Normas AGIES NR-3:2001

2.2.18.5 Configuración vertical

Deberá cumplir con los siguientes requerimientos:

- Los desplazamientos laterales o derivas de cada piso serán razonablemente proporcionales a la altura de ese piso sobre el nivel del suelo.
- La rigidez de cualquiera de los entrepisos de la estructura deberá ser mayor o igual a la rigidez del correspondiente entrepiso inmediato superior.
- Cuando los tabiques, sillares o cualquier otro elemento secundario, están dispuestos de tal manera que no produzcan cambios significativos en la rigidez de un piso a otro, no deberán contribuir a la rigidez lateral del entrepiso.

Si todos los pisos cumplen los criterios anteriores, se deberá asignar un índice q_6 igual a + 0.00, si no cumple con alguno de los tres requisitos se asignará un índice de calidad $q_6 = - 12.0$, no habrá interpolación entre estos dos valores.

Tabla XV. Configuración vertical

Índice número	Condición	Índice q_i
q_6	Configuración vertical regular	0
	Configuración vertical irregular	-12

Fuente: Normas AGIES NR-3:2001

Tabla XVI. Guía para establecer la estructuración sismo resistente de una edificación e integrar el índice de calidad Q

Nombre de la edificación _____					
Clasificación de la obra _____					
Índice de sismicidad del sitio _____					
Nivel de protección requerido _____ Asignado _____					
Perfil del suelo _____					
Aceleración máxima efectiva del terreno A_0 _____					
Tipo de estructura _____					
Descripción de la estructura					
Número de pisos bajo el suelo _____ Sobre el suelo _____					
Altura total bajo el suelo _____ Sobre el suelo _____					
Longitud $X_{máx}$ bajo el suelo _____ Sobre el suelo _____					
Longitud $Y_{máx}$ bajo el suelo _____ Sobre el suelo _____					
Configuración de la edificación	Dirección del análisis			Valores q_i referencia	
	X	Ambos	Y	min.	Máx.
Redundancia estructural					
Número de tramos	$q_1 = \underline{\hspace{2cm}}$		$q_1 = \underline{\hspace{2cm}}$	-3	2.5
Número de ejes estructurales	$q_2 = \underline{\hspace{2cm}}$		$q_2 = \underline{\hspace{2cm}}$	-3	2.5
Presencia de muros o riostras	$q_3 = \underline{\hspace{2cm}}$		$q_3 = \underline{\hspace{2cm}}$	0	3.5
Configuración en planta					
Regularidad en planta		$q_4 = \underline{\hspace{2cm}}$		-3	2.5
Excentricidad en planta	$q_5 = \underline{\hspace{2cm}}$		$q_5 = \underline{\hspace{2cm}}$	-3	5
Configuración vertical					
Regularidad vertical	$q_6 = \underline{\hspace{2cm}}$		$q_6 = \underline{\hspace{2cm}}$	-12	0

Fuente: Norma AGIES NR – 3: 2000

2.2.19 Corte basal

Se denomina de esta manera debido a que el edificio se considera fijo en la base y se diseñará en cada dirección de análisis para resistir como mínimo el cortante basal estático equivalente, éste se calcula con base en lo propuesto por AGIES con la siguiente fórmula:

$$Vb = C_s \times W_s$$

Donde:

W_s Debe de tomarse como el total de la carga muerta más un 25% de la carga viva, se le considera como el peso de la masa del edificio capaz de generar fuerzas inerciales que contribuyan al cortante basal.

C_s Es el coeficiente sísmico de diseño para cada dirección de análisis y se establece de la siguiente manera:

$$C_s = \frac{S_a \times (T)}{R}$$

Donde:

R Es el factor de reducción

T_A Es uno de los periodos de vibración que definen al espectro sísmico de diseño

T Es el periodo fundamental de vibración de la estructura

$S_a \times (T)$ Es la demanda sísmica de diseño para una estructura con periodo

T

Periodo de vibración T

No es más que el periodo fundamental de vibración de la edificación, puede asignársele el valor genérico empírico T_E , el cual se calcula de la siguiente manera:

$$T_E = 0.09 \frac{h_n}{\sqrt{L}}$$

Donde:

L Es la distancia entre los ejes estructurales en la dirección de análisis medida en metros.

h_n Es la altura total de la estructura en metros, desde la base o nivel del terreno, la base es el primer nivel de la estructura restringido de vibrar libremente.

Período de vibración T_A y T_B

Estos valores dependen directamente del perfil del suelo donde se encontrará la estructura en análisis.

Tabla XVII. Periodo de vibración

	S1	S2	S3
TA	0.12	0.12	0.12
TB	0.4	0.60	1.00

Fuente: Normas AGIES NR-2:2000

Demanda sísmica de diseño $S_a \cdot T$

Se utiliza para calcular el coeficiente sísmico de diseño (C_s) y se determina de la siguiente manera:

$$S_a \times T = A_o \times D(T)$$

Donde:

A_0 Es la aceleración máxima efectiva del terreno correspondiente al sismo básico de diseño, determinada en la tabla VIII.

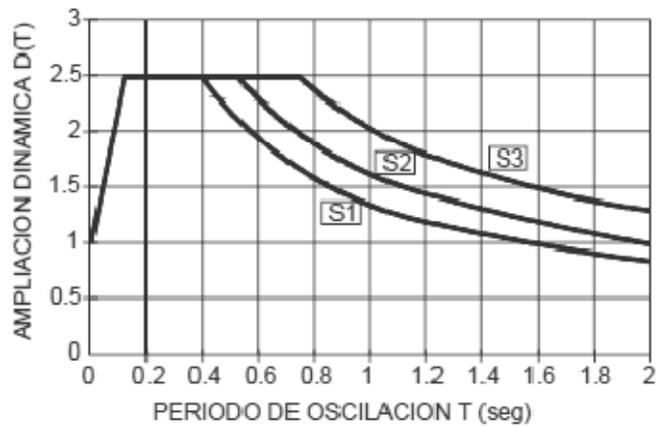
$D(T)$ Es la función de ampliación dinámica. Ver tabla XVIII.

Tabla XVIII. Función de ampliación dinámica

Condición	Función de ampliación dinámica
$T < T_A$	$D(T) = 1 + 1.5 T / T_A$
$T_A < T < T_B$	$D(T) = 2.5$
$T > T_B$	$D(T) = 2.5 (T_B / T)^{0.67}$

Fuente: Normas AGIES NR-2:2000

Figura 9. Función de ampliación dinámica.



Fuente: Normas AGIES NR-2:2000

Factor de reducción de respuesta sísmica

Se utiliza para reducir la respuesta elástica, dependerá del sistema estructural que se trabaje en el diseño y se determinará mediante la siguiente ecuación:

$$R = 1.2R_0 \times Q$$

Donde:

R_o Es el factor genérico de reducción de respuesta sísmica, ver tabla XIX.

Q Es un factor de calidad sismo resistente.

Tabla XIX. Factor de reducción de respuesta sísmica

Tipo de estructura	C	Sistema vertical sismo resistente	Factor R_o
Sistema de cajón	E1	Con muros estructurales de:	
		Mampostería reforzada	2.50
		Concreto reforzado	3.50
		Mampostería sin refuerzo	1.00
		Mampostería reforzada interiormente	1.70
		Madera	4.00
		Marcos arriostrados	3.00
Sistema combinado de muros y marcos	E3	Muros de mampostería reforzada	3.50
		Muros de concreto reforzado	4.50
		Marcos arriostrados en lugar de muros	
		Arriostres ordinarios	3.50
		Arriostres excéntricos	4.00

Fuente: Normas AGIES NR-3:2001

Factor de calidad sismo resistente Q

Evalúa la reacción de la edificación. Es específico para cada proyecto en particular y para cada dirección de análisis. El valor de Q no debe ser menor a 0.80, si no cumple el proyecto debe modificarse para que llegue al valor mínimo, su valor numérico se integra mediante la siguiente ecuación:

$$Q = 1 + 0.01 \sum q_i$$

Los valores de q_i serán analizados en las tablas XII, XIII, XIV y XV.

Distribución vertical de la fuerza de corte por piso

El cortante basal se distribuirá a lo alto de la estructura, tomando en cuenta para ello el peso de cada nivel y la posición en que se encuentra referente al nivel de piso, para ello se utiliza la siguiente fórmula:

$$F_j = C_{vj} \times V$$

Siendo:

$$C_{vj} = \frac{W_j \times h_j^k}{\sum_{i=1}^n (W_i \times h_i^k)}$$

Donde:

F_j = cortante del nivel j.

W_i = peso del nivel i.

h_i = altura en metros del nivel de piso al nivel i.

W_j = peso del nivel j.

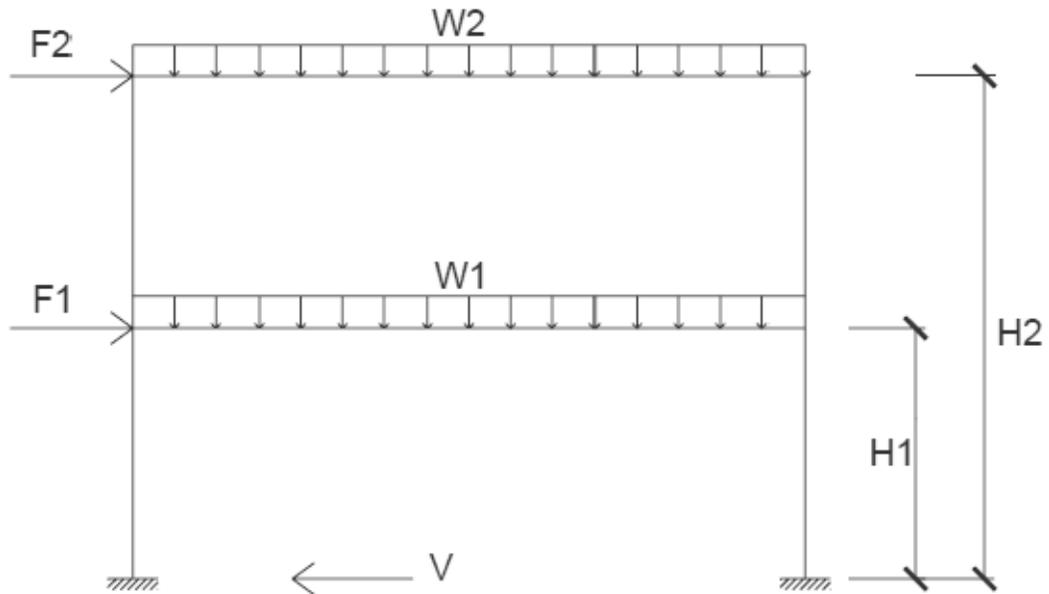
h_j = altura en metros del nivel de piso al nivel j.

K = depende del periodo de la estructura siendo

$k = 1$ Si el período $T \leq 0.50$

$k = 0.75 + 0.5 T$ Si el período $T > 0.50$

Figura 10. Distribución del corte basal en fuerzas por piso.



2.2.20 Diseño del instituto

2.2.20.1 Diseño de la losa del primer nivel ambos sentidos

Datos:

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

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

$$\text{Acabados} = 30 \text{ kg/m}^2$$

$$S_c = 60 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{CV losa 1, 2, 3 y 4} = 200 \text{ kg/m}^2 \quad \text{CV losa 5} = 400 \text{ kg/m}^2$$

Espesor de losa

$$t = \frac{L}{28} \text{ Ec. 1}$$

$$t = \frac{P}{180} \text{ Ec. 2}$$

Si la relación $m < 0.5$ use la Ec.1 si $m > 0.5$ use Ec. 2 donde $m=a/b$

Losa 1

$m=6.00/7.50 = 0.80$ trabaja en dos sentidos, por lo tanto usamos Ec. 2

$$t = \frac{2 \times (6.00 + 7.50)}{180} = 0.15m$$

Losa 2

$m= 6.00/7.50 = 0.80$ trabaja en dos sentidos, por lo tanto usamos Ec. 2

$$t = \frac{2 \times (6.00 + 7.50)}{180} = 0.15m$$

Losa 3

$m= 3.00/7.50 = 0.40$ trabaja en un sentido, por lo tanto usamos Ec. 1

$$t = \frac{L}{28} = \frac{3.00}{28} = 0.11m$$

Losa 4

$m= 6.00/7.50 = 0.80$ trabaja en dos sentidos, por lo tanto usamos Ec. 2

$$t = \frac{2 \times (6.00 + 7.50)}{180} = 0.15m$$

Losa 5

$m= 3.00/3.75 = 0.80$ trabaja en dos sentidos, por lo tanto usamos Ec. 2

$$t = \frac{2 \times (3.00 + 3.75)}{180} = 0.09m$$

Se tomará el espesor de losa mayor que en este caso es 0.15m o 15 cm

Integración de cargas:

$$CU = 1.2CM + 1.6CV$$

$$CM = 2400 \text{ kg/m}^3 \times 0.15m = 360 \text{ kg/m}^2$$

$$Sc = 60 \text{ kg/m}^2$$

$$AC = \underline{30 \text{ kg/m}^2}$$

$$450 \text{ kg/m}^2$$

$$CU = 1.2 (450 \text{ kg/m}^2) + 1.6 (200 \text{ kg/m}^2) = 860.00 \text{ kg/m}^2 \text{ (losa 1, 2, 3 y 4)}$$

$$CU = 1.2 (450 \text{ kg/m}^2) + 1.6 (400 \text{ kg/m}^2) = 1180.00 \text{ kg/m}^2 \text{ (losa 5)}$$

$$W_{1,2,3 \text{ y } 4} = 860 \text{ kg/m}; \quad W_5 = 1180 \text{ kg/m}$$

Calculo de Momentos

Losa 3

$$M(+)= \frac{CU \times l^2}{16} = \frac{860 \times 3.00^2}{16} = 483.75 \text{ kg} - m$$

$$M(-)= \frac{CU \times l^2}{10} = \frac{860 \times 3.00^2}{10} = 774.00 \text{ kg} - m$$

Losa 1

$$\begin{aligned} M(+)_a &= Ca \times CM \times a^2 + Ca \times CV \times a^2 \\ &= 0.039 \times 1.2 \times 450 \times 6.00^2 + 0.048 \times 1.6 \times 200 \times 6.00^2 \\ &= 1311.12 \text{ kg} - m \end{aligned}$$

$$M(-)_a = Ca \times CU \times a^2 = 0.071 \times 860 \times 6.00^2 = 2198.16 \text{ kg} - m$$

$$\begin{aligned} M(+)_b &= Cb \times CM \times b^2 + Cb \times CV \times b^2 \\ &= 0.016 \times 1.2 \times 450 \times 7.50^2 + 0.02 \times 1.6 \times 200 \times 7.50^2 \\ &= 846.00 \text{ kg} - m \end{aligned}$$

$$M(-)_b = Cb \times CU \times b^2 = 0.029 \times 860 \times 7.50^2 = 1402.88 \text{ kg} - m$$

Los valores de Ca, Cb, para el cálculo de cada uno de los momentos están dados por la relación a/b=m y los valores los podemos encontrar en el libro de Arthur Nilson, Diseño de estructuras de Concreto.

Losa 2 y 4

$$M(+)_a = 1311.120 \text{ kg-m}$$

$$m(-)_a = 2198.160 \text{ kg-m}$$

$$M(+)_b = 846.000 \text{ kg-m}$$

$$m(-)_b = 1402.875 \text{ kg-m}$$

Losa 5

$$M(+)_a = 362.520 \text{ kg-m}$$

$$m(-)_a = 690.301 \text{ kg-m}$$

$$M(+)_b = 236.531 \text{ kg-m}$$

$$m(-)_b = 448.031 \text{ kg-m}$$

Balanceo de momentos:

En las losas 1 y 2 los momentos son iguales, por tal razón no balanceamos los momentos, y en contraste entre los momentos de las losas 2 y 5 se hará un balance por medio de rigideces.

Losas 2 y 5

$$K1 = \frac{1}{6.00} = 0.167; \quad K2 = \frac{1}{3.00} = 0.333$$

$$d1 = \frac{0.167}{(0.167 + 0.333)} = 0.334; \quad d2 = \frac{0.333}{(0.167 + 0.333)} = 0.666$$

<u>0.67</u>	<u>0.33</u>
690.30	2198.16
<u>1010.27</u>	<u>-497.59</u>
1700.57	1700.57

Resumen de balanceo de momentos de las losas:

Losas 2 y 3, 4 y 3

<u>0.67</u>	<u>0.33</u>
774.00	2198.16
<u>954.19</u>	<u>-469.97</u>
1728.19	1728.19

Cálculo del Acero para la losa ambos sentidos

$$d = t - \text{recubrimiento} - \frac{\emptyset \text{ var}}{2} = 15 - 2 - 0.64 = 13.36 \text{ cm}$$

$$As \text{ mín} = \frac{40\%As \times 14.1 \times b * d}{f'y} = \frac{0.4 \times 14.1 \times 100 * 13.36}{2810} = 2.68 \text{ cm}^2$$

Ahora calculamos el momento que resiste el As mín.

$$M = 0.9 \times (A_s \times F_y \times \left(\frac{d - A_s \times f_y}{1.7 f'_c \times b} \right)) = 0.9(2.68 \times 2810 \left(13.63 - \frac{2.68 \times 2810}{1.7 \times 210 \times 100} \right))$$

$$= 909.51 \text{ kg} - m$$

Para encontrar el As que requiere el máximo momento de las losas en el sentido Y usamos una regla de tres simple.

$$2.68 \text{ cm}^2 \text{-----} 909.51 \text{ kg-m}$$

$$A_s \text{ -----} 2198.16 \text{ kg-m}$$

$$A_s = 6.48 \text{ cm}^2$$

$$S = \frac{A_v \times 100}{A_s} = \frac{1.27 \times 100}{6.48} = 19 \text{ cm} ; \text{ Se propuso usar varillas No. 4}$$

Ya que tenemos calculado el As mín, podemos encontrar con el momento máximo de la losa en el sentido X el As que requiere realmente la losa y con este el espaciamiento del acero.

$$2.68 \text{ cm}^2 \text{-----} 909.51 \text{ kg-m}$$

$$A_s \text{ -----} 1700.57 \text{ kg-m}$$

$$A_s = 5.01 \text{ cm}^2$$

$$S = \frac{A_v \times 100}{A_s} = \frac{1.27 \times 100}{5.09} = 25 \text{ cm} ; \text{ Se propuso usar varillas No. 4}$$

Ya que tenemos calculado el refuerzo en ambos sentidos, procedemos a calcular el refuerzo por temperatura.

$$S_t = 0.002 \times b \times d = 0.002 \times 100 \times 13.63 = 2.73 \text{ cm}^2$$

El espaciamiento usando refuerzo No.4 es de 60 cm y el espaciamiento máximo es de $3d = 3 \times 13.63 = 40.89 \text{ cm}$, se dejará a 40 cm.

2.2.20.2 Diseño de la losa del segundo nivel ambos sentidos

En vista de que el cálculo para la losa del segundo nivel es exactamente lo mismo, únicamente se presentarán los refuerzos usados y el espaciamiento calculado.

Espesor de losa $t = 10$ cm

Sentido Y

$A_s = 2.38$ cm² se propone usar varillas No. 3

$S = 29$ cm

Sentido X

$A_s = 3.72$ cm² se propone usar varillas No. 3

$S = 19$ cm

2.2.20.3 Análisis de una estructura de mampostería

Para el análisis del instituto existen varios métodos, los más conocidos son: el “método realista” y el otro es el “método simplista”, el método a utilizar en este trabajo es el método simplista presentando una breve explicación de su funcionamiento.

2.2.20.3.1 Análisis simplista

Para la elaboración del análisis simple se deben de tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- Para la distribución de la fuerza lateral a cada muro se deben considerar únicamente los muros paralelos a la dirección en que ésta actúa, presentándose dos efectos sobre ellos los cuales son: traslación en la misma dirección y rotación respecto al centro de rigidez cuando no coincide con el centro de masa.

- Los muros tienden a experimentar ladeo paralelo al plano que contiene al muro, no se debe de considerar en el sentido contrario.
- Los muros generalmente actúan como miembros verticales que están sujetos a fuerzas horizontales en los niveles de piso.

2.2.20.3.2 Limitaciones del método simple

Como cualquier método siempre existen ventajas y limitaciones, por lo que este no es la excepción. Las limitaciones que presenta este método son las siguientes:

- Como se mencionó anteriormente únicamente se toman en cuenta los muros paralelos a la acción de la carga, despreciándose de esta manera la contribución a la resistencia de los muros perpendiculares.
- Supone rigidez mayor en el diafragma horizontal que la presentada por los muros de corte.
- Para las estructuras cuya relación altura – largo (h / d) en el sentido de la carga lateral sea mayor a 4.0 los esfuerzos entre juntas de muros son tan grandes que los resultados se alejan de la realidad.

2.2.20.4 Cálculo del centro de masa, centro de rigidez y cálculo del corte basal

Datos:

$F'm = 25 \text{ kg/cm}^2$

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

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

Alto total 6.00 m

1er nivel	3.00 m	2do nivel	3.00 m
Grosor muro	0.15 m	Peso unidad	15 kg
Espesor losa	0.1 m	Espesor entre piso	0.15 m
Viva entrepiso	400 kg/m ²	Sobrecarga	90 kg/m ²
Viva terraza	100 kg/m ²		

Longitudes totales 1er nivel (m)		Longitudes totales 2do nivel (m)	
X	Y	X	Y
15.00	15.00	15.00	15.00
Distancias al centroide.		Distancias al centroide.	
CMX	CMY	CMX	CMY
7.50	7.50	7.50	7.50

Centro de masa de la losa del primer nivel

$$CM_x = \frac{15.00 \times 15.00 \times 7.50}{15.00 \times 15.00} = 7.50; \quad CM_y = \frac{15.00 \times 15.00 \times 7.50}{15.00 \times 15.00} = 7.50$$

Centro de masa de la losa del segundo nivel

$$CM_x = \frac{15.00 \times 15.00 \times 7.50}{15.00 \times 15.00} = 7.50; \quad CM_y = \frac{15.00 \times 15.00 \times 7.50}{15.00 \times 15.00} = 7.50$$

Peso de losa del primer nivel

$$W_{losa} = (W_{con} \times t_{losa} + CV + SC) \times a \times b = (2400 \times 0.15 + 200 + 90) \times 15.00 \times 15.00 \\ = 191250.00 \text{ kg}$$

Peso de losa del segundo nivel

$$W_{losa} = (W_{con} \times t_{losa} + CV) \times a \times b = (2400 \times 0.10 + 100) \times 15.00 \times 15.00 \\ = 76500.00 \text{ kg}$$

A continuación se presenta la identificación de cada muro y sus coordenadas cartesianas del primer nivel (ver figura en apéndice).

Tabla XX. Coordenadas de muros.

	ID MURO	COORDENADAS C.M.		LONGITUD m
		X	Y	
Muro sentido X	1	1.50	0	3.00
	2	4.50	0	3.00
	3	1.50	7.50	3.00
	4	4.50	7.50	3.00
	5	10.50	7.50	3.00
	6	13.50	7.50	3.00
	7	1.50	15.00	3.00
	8	4.50	15.00	3.00
	9	7.50	15.00	3.00
	10	10.50	15.00	3.00
	11	13.50	15.00	3.00
	12	6.50	11.25	0.92
	13	8.50	11.25	0.92
Muro sentido Y	14	0	1.88	3.75
	15	0	5.63	3.75
	16	0	9.38	3.75
	17	0	13.13	3.75
	18	6.00	1.88	3.75
	19	6.00	5.05	2.60
	20	6.00	9.95	2.60
	21	6.00	13.13	3.75
	22	9.00	9.95	2.60
	23	9.00	13.13	3.75
	24	15.00	9.38	3.75
	25	15.00	13.13	3.75

Ahora que conocemos la identificación de cada muro procedemos a calcular la rigidez.

La rigidez se calcula para el sentido en que la carga esta afectando al muro, ya que en el otro sentido son los muros perpendiculares los que resisten la carga, a continuación se resume la rigidez de los muros restantes.

$$K1 = \frac{E \times l \times t}{h \left(\left(\frac{h}{t} \right)^2 + 3 \right)} = \frac{750 \times 25 \times 3.00 \times 0.15}{3.00 \left(\left(\frac{3.00}{0.15} \right)^2 + 3 \right)} = 6.9789$$

$k_1 = 6.979$	$k_2 = 6.979$	$k_3 = 6.979$	$k_4 = 6.979$
$k_5 = 6.979$	$k_6 = 6.979$	$k_7 = 6.979$	$k_8 = 6.979$
$k_9 = 6.979$	$k_{10} = 6.979$	$k_{11} = 6.979$	$k_{12} = 2.140$
$k_{13} = 2.140$	$k_{14} = 8.724$	$k_{15} = 8.724$	$k_{16} = 8.724$
$k_{17} = 8.724$	$k_{18} = 8.724$	$k_{19} = 6.048$	$k_{20} = 6.048$
$k_{21} = 8.724$	$k_{22} = 6.048$	$k_{23} = 8.724$	$k_{24} = 8.724$
$k_{25} = 8.724$			

Ahora procedemos a conocer el peso de cada muro dado en kilogramos.

$$W_{muro1} = 12.5 \times W_{mamposteria} \times h \times l = 12.5 \times 15 \times 3.00 \times 3.00 = 1687.50 \text{ kg}$$

$W_1 = 1687.50$	$W_2 = 1687.50$	$W_3 = 1687.50$	$W_4 = 1687.50$
$W_5 = 1687.50$	$W_6 = 1687.50$	$W_7 = 1687.50$	$W_8 = 1687.50$
$W_9 = 1687.50$	$W_{10} = 1687.50$	$W_{11} = 1687.50$	$W_{12} = 517.50$
$W_{13} = 517.50$	$W_{14} = 2109.38$	$W_{15} = 2109.38$	$W_{16} = 2109.38$
$W_{17} = 2109.38$	$W_{18} = 2109.38$	$W_{19} = 1462.50$	$W_{20} = 1462.50$
$W_{21} = 2109.38$	$W_{22} = 1462.50$	$W_{23} = 2109.38$	$W_{24} = 2109.38$
$W_{25} = 2109.38$	$\sum wi = 4296.48 \text{ kg}$		

Ya que tenemos el peso y la rigidez de cada muro procedemos a calcular el peso por su coordenada.

$$W_{muro1} \times X1 = 1687.50 \times 1.50 = 2531.25$$

En la siguiente tabla se muestra el resultado para los muros restantes.

Tabla XXI. Peso del muro por su coordenada.

	ID	X	Y
Muro sentido X	1	2531.25	0
	2	7593.75	0
	3	2531.25	12656.25
	4	7593.75	12656.25
	5	17718.75	12656.25
	6	22781.25	12656.25
	7	2531.25	25312.50
	8	7593.75	25312.50
	9	12656.25	25312.50
	10	17718.75	25312.50
	11	22781.25	25312.50
	12	3363.75	5821.88
	13	4398.75	5821.88
Muro sentido Y	14	0	3955.08
	15	0	11865.23
	16	0	19775.39
	17	0	27685.55
	18	12656.25	3955.09
	19	8775.00	7385.63
	20	8775.00	14551.88
	21	12656.25	27685.55
	22	13162.50	14551.88
	23	18984.33	27685.55
	24	31640.63	19775.39
	25	31640.63	27685.55

La sumatoria total es:

$$X = 270084.38 \quad Y = 395388.98$$

$$CM_x = \frac{\sum xi \times wi}{\sum wi} = \frac{270084.38}{42969.48} = 6.29 \quad CM_y = \frac{\sum yi \times wi}{\sum wi} = \frac{395388.98}{42969.48} = 9.20$$

Ahora combinamos el centro de masa de muros y de losa para obtener el verdadero centro de masa.

$$CMx = \frac{\sum xi \times wi}{\sum wi} = \frac{7.50 \times 191250.00 + 6.29 \times 42969.48}{191250.00 + 42969.48} = 7.22$$

$$CMy = \frac{\sum yi \times wi}{\sum wi} = \frac{7.50 \times 191250.00 + 9.20 \times 42969.48}{191250.00 + 42969.48} = 7.89$$

Calculamos el centro de rigidez de la siguiente forma:

$$CRx = \frac{\sum yi \times ki}{\sum ki} \qquad CRy = \frac{\sum xi \times ki}{\sum ki}$$

Primero calcularemos la distancia al centroide por su rigidez, y se resume la siguiente tabla.

$$X1 \times K1 = 1.50 \times 6.979 = 10.468$$

Tabla XXII. Centroide del muro por su rigidez.

Muro sentido X	ID	Y ₁ ×K ₁
	1	0
	2	0
	3	52.34
	4	52.34
	5	52.34
	6	52.34
	7	104.68
	8	104.68
	9	104.68
	10	104.68
	11	104.68
	12	24.08
13	24.08	

Muro sentido Y	ID	X ₁ ×K ₁
	14	0
	15	0
	16	0
	17	0
	18	52.34
	19	36.29
	20	36.29
	21	52.34
	22	54.44
	23	78.51
	24	130.86
	25	130.86

$$CRx = \frac{\sum yi \times ki}{\sum ki} = \frac{780.94}{177.71} = 4.40$$

$$CRy = \frac{\sum xi \times ki}{\sum ki} = \frac{571.92}{177.71} = 3.22$$

Teniendo el centro de masa y el centro de rigidez, se calcula la excentricidad real y la de diseño que vienen dadas por la siguiente ecuación.

$$e_{realx} = |CMx - CRx| = |7.22 - 4.40| = 2.82m$$

$$e_{realy} = |CMy - CRy| = |7.89 - 3.22| = 4.67m$$

$$e_{diseñox} = 1.5 \times e_{realx} + 0.05 \times lx = 1.5 \times 2.82 + 0.05 \times 15.00 = 4.98$$

$$e_{diseñoy} = 1.5 \times e_{realy} + 0.05 \times ly = 1.5 \times 4.67 + 0.05 \times 15.00 = 7.76$$

Para obtener el centro de masa y el centro de rigidez del segundo nivel es exactamente el mismo procedimiento por lo que solo mostraremos los resultados que interesan los cuales son los centros de masa, rigidez y las excentricidades de diseño.

Centro de rigidez 1er nivel	X	Y
	4.40	3.22

Centro de masa 1er nivel	X	Y
	7.22	7.89

$$e_{diseñox} = 4.98$$

$$e_{diseñoy} = 7.76$$

Centro de rigidez 2do nivel	X	Y
	4.40	3.22

Centro de masa 2do nivel	X	Y
	7.06	8.11

$$e_{diseño x} = 4.75$$

$$e_{diseño y} = 8.09$$

Al haber obtenido las excentricidades y los centros de masa se procede a calcular el corte basal en base a las normas de la Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (AGIES), donde los parámetros que se necesitan se mencionaron con anterioridad.

$$Vb = Cs \times W$$

$$Cs = \frac{Sa(T)}{R}$$

$$Sa(T) = Ao \times D(T)$$

$$R = 1.2 \times Ro \times Q$$

$$Ro = 2.5 \text{ Caudro 1.1 AGIES NR - 3: 2001}$$

$$Ao = 0.4 \text{ Caudro 3.2 AGIES NR - 2: 2000}$$

$$T = 0.09 \times \frac{h}{\sqrt{l}} = 0.09 \times \frac{6.00}{\sqrt{15.00}} = 0.14$$

$$\text{Perfil del suelo S1 Seccion 3.3.3.1. AGIES NR - 2: 2000}$$

$$Ta = 0.12; Tb = 0.4 \text{ Caudro 3.4 AGIES NR - 2: 2000}$$

$$D(T) = 2.5 \text{ Caudro 3.3 AGIES NR - 2: 2000}$$

Nombre de la edificación <u>Instituto del caserío Buenos Aires</u>					
Clasificación de la obra <u>Importante</u>					
Índice de sismicidad del sitio <u>5</u>					
Nivel de protección requerido <u>D</u> Asignado _____					
Perfil del suelo <u>S1</u>					
Aceleración máxima efectiva del terreno A_0 <u>0.4</u>					
Tipo de estructura <u>Tipo Cajón</u>					
Descripción de la estructura					
Número de pisos bajo el suelo <u>0</u> Sobre el suelo <u>2</u>					
Altura total bajo el suelo _____ Sobre el suelo <u>6.00</u>					
Longitud $X_{máx}$ bajo el suelo _____ Sobre el suelo <u>15.00</u>					
Longitud $Y_{máx}$ bajo el suelo _____ Sobre el suelo <u>15.00</u>					
Configuración de la edificación	Dirección del análisis			Valores q_i referencia	
	X	Ambos	Y	min.	Máx.
Redundancia estructural					
Número de tramos	$q1 = \underline{2.5}$		$q1 = \underline{2.5}$	-3	2.5
Número de ejes estructurales	$q2 = \underline{2.5}$		$q2 = \underline{2.5}$	-3	2.5
Presencia de muros o riostras	$q3 = \underline{2.5}$		$q3 = \underline{2.5}$	0	3.5
Configuración en planta					
Regularidad en planta		$q4 = \underline{2.5}$		-3	2.5
Excentricidad en planta	$q5 = \underline{1}$		$q5 = \underline{1}$	-3	5
Configuración vertical					
Regularidad vertical	$q6 = \underline{0}$		$q6 = \underline{0}$	-12	0

La sumatoria de los q_i es 11

$$Q = 1 + 0.01 \sum qi = 1 + 0.01 \times 11 = 1.11$$

$$Sa(T) = 0.4 \times 2.5 = 1.0$$

$$R = 1.2 \times 2.5 \times 1.11 = 3.33$$

$$Cs = \frac{1}{3.33} = 0.30$$

$$Vb = 0.30 \times 312063.75 = \mathbf{93712.84 \text{ kg}}$$

Se distribuye el corte basal en los dos niveles del instituto con la siguiente ecuación.

$$F_j = C_{vj} V_B \text{ (Ec. 2.8 AGIES NR - 3: 2001)}$$

$$C_{vj} = \frac{W_j h_j^k}{\sum_{i=1}^n (W_i h_i^k)} \text{ (Ec. 2.9 AGIES NR - 3: 2001)}$$

Donde:

F_j: es el cortante de cedencia en el nivel "j" de la edificación;

W_j: es el peso asignado al nivel "j" de la edificación;

h_j: es la altura en metros del nivel "j" sobre la base de la edificación;

$$F_1 = \frac{189219.38 \times 3.00 \times 93712.84}{(189219.38 \times 3.00 + 122844.38 \times 6.00)} = 40772.48 \text{ kg}$$

$$F_2 = \frac{122844.38 \times 6.00 \times 93712.84}{(189219.38 \times 3.00 + 122844.38 \times 6.00)} = 52940.36 \text{ kg}$$

Según las normas del AGIES se debe calcular las derivas máximas permisibles y en función del nivel de protección de la estructura usamos la siguiente ecuación.

$$\Delta = 0.012 \times (h_i - h_{i-1}) \text{ Sección 9.4.3. AGIES NR - 2: 2000}$$

$$\Delta 1 = 0.012 \times (6.00 - 3.00) \times 1000 = 36.00 \text{ mm}$$

$$\Delta 2 = 0.012 \times (6.00 - 3.00) \times 1000 = 36.00 \text{ mm}$$

$$\Delta_{total} = 0.012 \times (6.00) \times 1000 = 72.00 \text{ mm}$$

Calculamos el corte en cada muro, para ello necesitamos conocer la distancia al centro de rigidez y el momento polar de inercia.

Distancia al centro de rigidez.

$$\text{muro 1 } x_k = y_k - Y = 3.218 - 0.00 = 3.22$$

$$\text{muro 14 } y_k = x_k - X = 4.395 - 0.00 = 4.40$$

Momento polar de inercia.

$$\text{muro 1 } J_{px} = k_x \times (x_k)^2 = 6.979 \times (3.22)^2 = 72.29$$

$$\text{muro 14 } J_{py} = k_y \times (y_k)^2 = 8.724 \times (4.40)^2 = 168.47$$

Tabla XXIII. Momento polar de inercia.

Muro sentido X	ID	X	Jpx
	1	3.218	72.286
	2	3.218	72.286
	3	-4.282	127.941
	4	-4.282	127.941
	5	-4.282	127.941
	6	-4.282	127.941
	7	-11.782	968.723
	8	-11.782	968.723
	9	-11.782	968.723
	10	-11.782	968.723
	11	-11.782	968.723
	12	-8.032	138.059
	13	-8.032	138.059

Muro sentido Y	ID	Y	Jpy
	14	4.395	168.472
	15	4.395	168.472
	16	4.395	168.472
	17	4.395	168.472
	18	-1.605	22.485
	19	-1.605	15.589
	20	-1.605	15.589
	21	-1.605	22.485
	22	-4.605	128.287
	23	-4.605	185.029
	24	-10.605	981.195
25	-10.605	981.195	

Carga lateral

$$muro\ 1\ CLx = \frac{k_x \times (F1 + F2)}{\sum k_x} = \frac{6.979 \times (40772.48 + 52940.35)}{177.73} = 3679.86\ kg$$

$$muro\ 14\ CLy = \frac{k_y \times (F1 + F2)}{\sum k_y} = \frac{8.724 \times (40772.48 + 52940.35)}{177.73} = 4600.38\ kg$$

Carga por torsión

$$muro\ 1\ Ctx = \frac{[e_x(F1 + F2) + 0.3e_x(F1 + F2)]k_x x_k}{\sum Jp}$$

$$= \frac{[4.98(40772.48 + 52940.35) + 0.3 \times 4.98(40772.48 + 52940.35)]6.979 \times (3.218)}{8801.88}$$

$$= 1548.178kg$$

$$muro\ 14\ Cty = \frac{[e_y(F1 + F2) + 0.3e_y(F1 + F2)]k_y x_y}{\sum Jp}$$

$$= \frac{[7.76(44772.48 + 52940.35) + 0.3 \times 7.76(44772.48 + 52940.35)]8.72 \times (4.39)}{8801.88}$$

$$= 4117.604kg$$

Carga total

$$C_{total} = CL + Ct$$

$$\text{muro 1 } C_{total} = 3680.31 + (1548.178) = 5228.48kg$$

$$\text{muro 14 } C_{total} = 4600.38 + (4117.604) = 8717.99kg$$

Tabla XXIV. Carga lateral, torsión y carga total.

	ID	C. lateral	C. torsión	C total
		X (kg)	X (kg)	X (kg)
Muro sentido X	1	3680.31	1548.18	5228.48
	2	3680.31	1548.18	5228.48
	3	3680.31	-2059.67	5739.98
	4	3680.31	-2059.67	5739.98
	5	3680.31	-2059.67	5739.98
	6	3680.31	-2059.67	5739.98
	7	3680.31	-5667.52	5667.52
	8	3680.31	-5667.52	5667.52
	9	3680.31	-5667.52	5667.52
	10	3680.31	-5667.52	5667.52
	11	3680.31	-5667.52	5667.52
	12	1128.63	-1184.84	2313.46
	13	1128.63	-1184.84	2313.46

	ID	C. lateral	C. torsión	C total
		Y (kg)	Y (kg)	Y (kg)
Muro sentido Y	14	4600.38	4117.60	4600.38
	15	4600.38	4117.60	4600.38
	16	4600.38	4117.60	4600.38
	17	4600.38	4117.60	4600.38
	18	4600.38	-1504.27	4600.38
	19	3189.60	-1042.96	4232.56
	20	3189.60	-1042.96	4232.56
	21	4600.38	-1504.27	4600.38
	22	3189.60	-2991.88	6181.47
	23	4600.38	-4315.20	4600.38
	24	4600.38	-9937.08	4600.38
	25	4600.38	-9937.08	4600.38

Ya que conocemos la carga total en cada muro podemos calcular el momento que actúa en cada muro y la deriva de los muros para ver si cumplen con las derivas máximas permitidas.

$$\text{muro 1} \quad M_x = C_{total} \times h = 5228.48 \times 3.00 = 15685.44 \text{ kg} - m$$

$$\text{muro 14} \quad M_y = C_{total} \times h = 8717.99 \times 3.00 = 26153.97 \text{ kg} - m$$

Deriva de muro

$$\Delta_x = \frac{1.2Ct \times h}{0.4 \times 750f'm \times t \times l} + \frac{Ct \times h^3}{3 \times 750f'm \times \frac{t \times l^3}{12}}$$

Muro 1

$$\Delta_x = \left[\frac{1.2 \times 5228.48 \times 3.00}{0.4 \times 750 \times 25 \times 100^2 \times 0.15 \times 3.00} + \frac{5228.48 \times 3.00^3}{3 \times 750 \times 25 \times 100^2 \times \frac{0.15 \times 3.00^3}{12}} \right]$$

$$= 0.00130 \text{ m} = 1.301 \text{ mm}$$

Muro 14

$$\Delta_x = \left[\frac{1.2 \times 8717.99 \times 3.00}{0.4 \times 750 \times 25 \times 100^2 \times 0.15 \times 3.75} + \frac{8717.99 \times 3.00^3}{3 \times 750 \times 25 \times 100^2 \times \frac{0.15 \times 3.75^3}{12}} \right]$$

$$= 0.00137 \text{ m} = 1.378 \text{ mm}$$

Deriva máxima del primer nivel

$$\Delta_1 = 36.00 \text{ mm}$$

Como la deriva de ambos muros es menor a la deriva máxima permitida el cálculo esta bien y en la siguiente tabla se resumen los muros restantes.

Tabla XXV. Momento y deriva de muros.

	ID	MOMENTO	DERIVA
		X (kg-m)	X (mm)
Muro sentido X	1	15685.45	1.30
	2	15685.45	1.30
	3	17219.93	1.43
	4	17219.93	1.43
	5	17219.93	1.43
	6	17219.93	1.43
	7	17002.57	1.41
	8	17002.57	1.41
	9	17002.57	1.41
	10	17002.57	1.41
	11	17002.57	1.41
	12	6940.39	12.21
	13	6940.39	12.21

	ID	MOMENTO	DERIVA
		Y (kg-m)	Y (mm)
Muro sentido Y	14	13801.14	0.73
	15	13801.14	0.73
	16	13801.14	0.73
	17	13801.14	0.73
	18	13801.14	0.73
	19	12697.67	1.45
	20	12697.67	1.45
	21	13801.14	0.73
	22	18544.42	2.11
	23	13801.14	0.73
	24	13801.14	0.73
	25	13801.14	0.73

$$K = \frac{3 - \sqrt{9 - \frac{24 \times M}{t \times (h \times 100)^2 \times Fb}}}{2}$$

$$Fb = 1.6f'm \times \frac{4}{3} \times \frac{1}{3} = 1.6 \times 25 \times \frac{4}{3} \times \frac{1}{3} = 17.78$$

$$\text{muro 1 } K = \frac{3 - \sqrt{9 - \frac{24 \times 15685.45 \times 100}{0.15 \times 100(3.00 \times 100)^2 \times 17.78}}}{2} = 0.13$$

$$\text{muro 14 } K = \frac{3 - \sqrt{9 - \frac{24 \times 26153.96 \times 100}{0.15 \times 100(3.00 \times 100)^2 \times 17.78}}}{2} = 0.23$$

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

$$\text{muro 1 } j = 1 - \frac{0.13}{3} = 0.95$$

$$\text{muro 14 } j = 1 - \frac{0.23}{3} = 0.92$$

$$F_s = \frac{1}{2} f_y$$

$$F_s = \frac{1}{2} \times \frac{1}{3} \times f_y \quad \text{si no se cuenta con la supervisión adecuada}$$

En este trabajo se tomo la decisión de elegir la segunda ya que es un caserío y puede que no exista una supervisión adecuada.

$$F_s = \frac{1}{2} \times \frac{1}{3} \times f_y = \frac{1}{2} \times \frac{1}{3} \times 2810 = 468 \text{ kg/cm}^2$$

Luego se procede al calculo de la cuantía (ρ) de acero, vertical y horizontal

$$\rho_v = \frac{M \times 100}{(t \times 100)(h \times 100)^2 \times F_s \times j} \geq 0.0007$$

$$\rho_h = \frac{M \times 100}{(t \times 100)(h \times 100)^2 \times F_s \times j} \geq 0.0015$$

$$\text{muro 1 } \rho_v = \frac{15685.45 \times 100}{(0.15 \times 100)(3.00 \times 100)^2 \times 468 \times 0.90} = 0.00274 \geq 0.007 \text{ ok}$$

$$\text{muro 14 } \rho_v = \frac{13801.14 \times 100}{(0.15 \times 100)(3.00 \times 100)^2 \times 468 \times 0.92} = 0.00237 \geq 0.007 \text{ ok}$$

$$\text{muro 1 } \rho_h = \frac{15685.45 \times 100}{(0.15 \times 100)(3.00 \times 100)^2 \times 468 \times 0.90} = 0.00150 \geq 0.0015 \text{ ok}$$

$$\text{muro 14 } \rho_h = \frac{13801.14 \times 100}{(0.15 \times 100)(3.00 \times 100)^2 \times 468 \times 0.92} = 0.00502 \geq 0.0015 \text{ ok}$$

Tabla XXVI. Cuantía de acero vertical y horizontal.

	ID	VALOR DE K	VALOR DE j	VALOR DE ρ VERTICAL	VALOR DE ρ HORIZONTAL
Muro sentido X	1	0.289	0.904	0.0027	0.0015
	2	0.289	0.904	0.0027	0.0015
	3	0.321	0.893	0.0031	0.0015
	4	0.321	0.893	0.0031	0.0015
	5	0.321	0.893	0.0031	0.0015
	6	0.321	0.893	0.0031	0.0015
	7	0.317	0.894	0.0030	0.0015
	8	0.317	0.894	0.0030	0.0015
	9	0.317	0.894	0.0030	0.0015
	10	0.317	0.894	0.0030	0.0015
	11	0.317	0.894	0.0030	0.0015
	12	0.121	0.960	0.0011	0.0015
	13	0.121	0.960	0.0011	0.0015

	ID	VALOR DE K	VALOR DE j	VALOR DE ρ VERTICAL	VALOR DE ρ HORIZONTAL
Muro sentido Y	14	0.251	0.916	0.0024	0.0015
	15	0.251	0.916	0.0024	0.0015
	16	0.251	0.916	0.0024	0.0015
	17	0.251	0.916	0.0024	0.0015
	18	0.251	0.916	0.0024	0.0015
	19	0.229	0.924	0.0022	0.0015
	20	0.229	0.924	0.0022	0.0015
	21	0.251	0.916	0.0024	0.0015
	22	0.350	0.883	0.0033	0.0015
	23	0.251	0.916	0.0024	0.0015
	24	0.251	0.916	0.0024	0.0015
	25	0.251	0.916	0.0024	0.0015

Los valores requeridos en los muros tanto en sentido vertical como en sentido horizontal, teniendo la cuantía de acero podemos conocer el área de acero que necesita cada muro tanto verticalmente como horizontalmente, al conocer el área de acero que requiere cada muro la podemos distribuir en mochetas para el área vertical y en soleras para el área horizontal.

Área de acero vertical $As = \rho v \times t \times L$

Área de acero horizontal $As = \rho h \times hi \times t$

Área de acero vertical

muro 1 $As = 0.00275 \times (0.15 \times 100) \times (3.00 \times 100) = 12.355 \text{ cm}^2$

muro 14 $As = 0.00240 \times (0.15 \times 100) \times (3.75 \times 100) = 13.400 \text{ cm}^2$

Área de acero horizontal

muro 1 $As = 0.00150 \times (0.15 \times 100) \times (3.00 \times 100) = 6.750 \text{ cm}^2$

muro 14 $As = 0.00150 \times (0.15 \times 100) \times (3.00 \times 100) = 6.750 \text{ cm}^2$

Tabla XXVII. Distribución de área de acero del primer nivel, horizontal y vertical.

	ID	As HORIZONTAL	As VERTICAL
	Muro sentido X	1	6.750
2		6.750	12.356
3		6.750	13.727
4		6.750	13.727
5		6.750	13.727
6		6.750	13.727
7		6.750	13.530
8		6.750	13.530
9		6.750	13.530
10		6.750	13.530
11		6.750	13.530
12		6.750	1.578
13		6.750	1.578
	ID	As HORIZONTAL	As VERTICAL
	Muro sentido Y	14	6.750
15		6.750	13.400
16		6.750	13.400
17		6.750	13.400
18		6.750	13.400
19		6.750	8.480
20		6.750	8.480
21		6.750	13.400
22		6.750	12.949
23		6.750	13.400
24		6.750	13.400
25		6.750	13.400

Conociendo el área de acero de cada muro del primer nivel, calculamos el área de acero para cada muro del segundo nivel, ya que el procedimiento es el mismo solo se presentarán los resultados en el siguiente resumen.

Tabla XXVIII. Distribución de área de acero del segundo, horizontal y vertical.

Muro sentido X	ID	As HORIZONTAL	As VERTICAL
	A	6.750	11.666
	B	6.750	11.666
	C	6.750	12.786
	D	6.750	12.786
	E	6.750	12.786
	F	6.750	12.786
	G	6.750	10.992
	H	6.750	10.992
	I	6.750	10.992
	J	6.750	10.992
	K	6.750	10.992
	L	6.750	4.682
M	6.750	4.682	

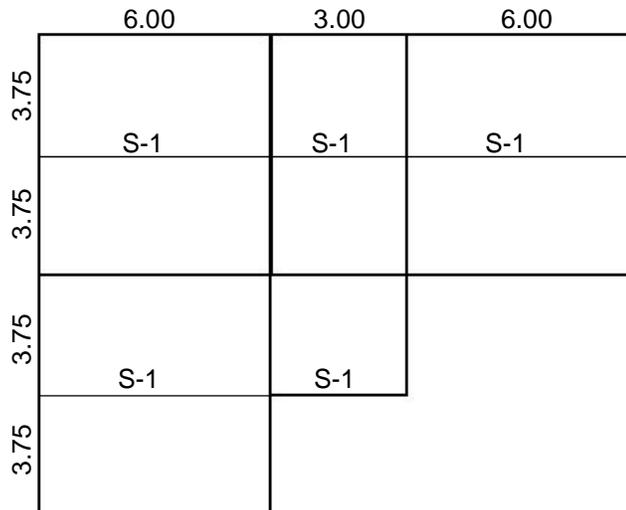
Muro sentido Y	ID	As HORIZONTAL	As VERTICAL
	N	6.750	10.720
	O	6.750	10.720
	P	6.750	10.720
	Q	6.750	10.720
	R	6.750	10.720
	S	6.750	8.571
	T	6.750	8.571
	U	6.750	10.720
	V	6.750	11.193
	W	6.750	10.720
X	6.750	10.720	
Y	6.750	10.720	

Para la distribución realizada del área de acero en soleras y mochetas ver los planos constructivos anexados.

2.2.20.5 Diseño de solera

Se diseñaran soleras para reforzar el diseño en el sentido horizontal, la cual trabajara como una viga.

Figura 11. Distribución de áreas de losas para soleras.



Área de losas (m²):

LOSA 1=	45.00	LOSA 4=	45.00
LOSA 2=	45.00	LOSA 5=	10.50
LOSA 3=	22.50		

Área de losas distribuidas que le llegan a las soleras (m²):

V1= 15.47

Primer nivel

Carga muerta $CM = \gamma_c \times t_{losa} + sobre\ carga = 2400 \times 0.15 + 90 = 450\ kg/cm^2$

Carga viva $CV = 200\ kg/cm^2$

Segundo nivel

Carga muerta $CM = \gamma_c \times t_{losa} + sobre\ carga = 2400 \times 0.10 + 90 = 330\ kg/cm^2$

Carga viva $CV = 100\ kg/cm^2$

Primer nivel

Carga muerta distribuida solera 1 $WM = \frac{CM \times A}{l} = \frac{450.00 \times 15.47}{6.00} = 1160.25\ kg/m$

Carga viva distribuida solera 1 $WV = \frac{CV \times A}{l} = \frac{200.00 \times 15.47}{6.00} = 515.67\ kg/m$

Carga muerta distribuida (kg/m)

V1= 1160.25

Carga viva distribuida (kg/m)

V1= 515.67

Peso propio = 240 kg/m

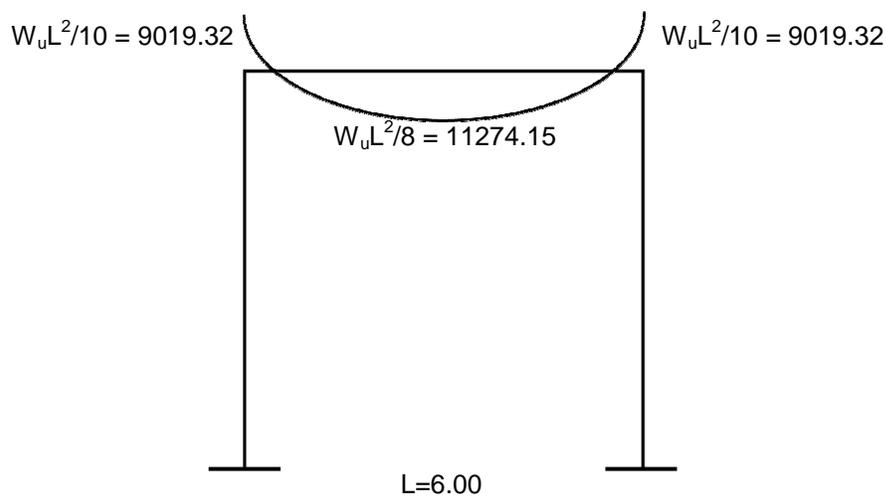
Carga muerta total distribuida

$$W_u = 1.6 (WM) + 1.2 (P.P. + S.C) \text{ (kg/m)}$$

$$W_u = 2505.37$$

Conociendo las cargas distribuidas para las soleras se realiza un pequeño análisis estructural para el marco mas critico del edificio, por el método de 3 del ACI-318S 8.3.3; el cual no se detallará, ya que no es el tema de este trabajo, únicamente se mostrarán los resultados obtenidos.

Figura 12. Valores de los momentos en la estructura.



Ya que tenemos el análisis estructural procedemos al diseño de las soleras, en este caso para que sea más práctico, se toma la solera de mayor luz por ser la más crítica en el diseño y tomaremos los datos de esta para las demás.

Predimensionamiento de solera

1er. nivel

$$b = 25.00 \text{ cm}$$

$$d = 40.00 \text{ cm}$$

2do. nivel

$$b = 20.00 \text{ cm}$$

$$d = 28.00 \text{ cm}$$

Área de acero

$$As_{min} = \frac{14.1}{f_y} \times b \times d = \frac{14.1}{2810} \times 25 \times 34 = 4.27 \text{ cm}^2$$

$$\rho_{bal} = 0.85\beta \frac{f'_c}{f_y} \left(\frac{6090}{f_y + 6090} \right) = 0.85 \times 0.85 \frac{210}{2810} \left(\frac{6090}{2810 + 6090} \right) = 0.0369$$

$$As_{max} = \rho_{bal} \times b \times d = 0.0369 \times 25 \times 34 = 31.40 \text{ cm}^2$$

Los momentos de la solera 1 son:

1er. Nivel

$$M (-)1 = 9019.32 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M (+) = 11274.15 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M (-)2 = 9019.32 \text{ kg} - \text{m}$$

2do. Nivel

$$M (-)1 = 4738.94 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M (+) = 5923.68 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M (-)2 = 4738.94 \text{ kg} - \text{m}$$

$$As = \left(bd - \sqrt{(bd)^2 - \frac{M \times b}{0.003825 f'_c}} \right) \frac{0.85 f'_c}{f_y}$$

$$As = \left(25 \times 34 - \sqrt{(25 \times 34)^2 - \frac{9019.32 \times 25}{0.003825 \times 210}} \right) \frac{0.85 \times 210}{2810} = 11.77 \text{ cm}^2$$

Soleras

Primer nivel (cm²)

$$As_1 = 11.62$$

$$As_+ = 15.06$$

$$As_2 = 11.62$$

Segundo nivel (cm²)

$$As_1 = 7.20$$

$$As_+ = 9.28$$

$$As_2 = 7.20$$

El armado que se propone es el siguiente:

As 1=	11.62			
	As min	4.27		
Cama superior	4 varillas	7.92	7.92	4 # 5
	33% As	3.83		
	tensión	3.70	3.80	3 # 4
As +=	15.06			
	As min	4.27		
Cama inferior	4 varillas	7.92	7.92	4 # 5
	50% As+	7.53		
	50% As-	7.53		
	tensión	7.14	7.92	4 # 5

La propuesta para las soleras internas, para las soleras exteriores y las del segundo nivel el área de acero es cubierta por el refuerzo que se coloca corrido, ver anexos.

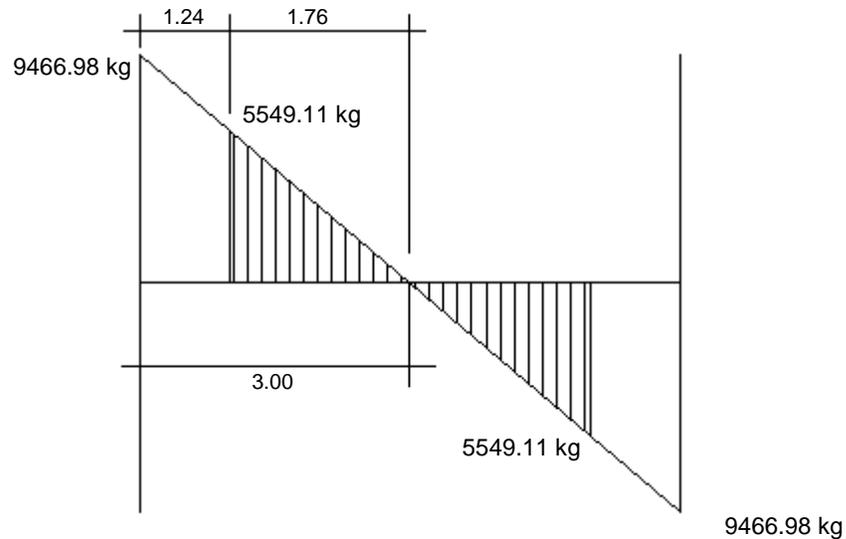
Conociendo el área de acero que resiste la flexión, debemos calcular el acero necesario para contrarrestar el cortante que actúa en la solera.

$$V_{cu} = \phi 0.53 (\sqrt{f'c}) bd = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{210} \times 25 \times 34 = 5549.11 \text{ kg}$$

$$V_{actuante} = 9466.98 \text{ kg}$$

$$V_s = V_{actuante} - V_{cu} = 9466.98 - 5549.11 = 3917.87 \text{ kg}$$

Figura 13. Diagrama de corte en solera.



Espaciamiento:

$$s = \frac{Av \times fv \times d}{vs} = \frac{2 \times 0.71 \times 2810 \times 34}{3917.87} = 34.63 \text{ cm}$$

El espaciamiento obtenido es mayor a $d/2$ el espaciamiento será de $d/2 = 17 \text{ cm}$, y en los nudos se confinará a no más de $d/4 = 9 \text{ cm}$ según el ACI capítulo 21 a una distancia de $2h$ a partir del nudo, ver planos constructivos en anexos.

2.2.20.6 Diseño de la cimentación

En el diseño de cimentación se realizó un estudio de suelo para el cual se hizo un ensayo tri-axial (ver hoja de resultados en anexos), con este resultado podemos calcular el valor soporte del suelo de la siguiente manera:

2.2.20.6.1 Diseño del cimiento corrido

t cimiento	20.00	cm
CM	2558.40	kg/m
CV	731.00	kg/m
qu	34900.00	kg/m ²
df	1.00	m
f'c	210.00	kg/cm ³
fy	2810.00	kg/cm ³
γs	1860.00	kg/m ³

La carga muerta y la viva son el peso del muro y lo que le trasmite la losa al muro de ambos niveles.

$$q_e = q_u - \gamma_c \times t - \gamma_s \times D_f = 34900.00 - 2400.00 \times 0.20 - 1860.00 \times 1.00 \\ = 32560.00 \text{ kg/m}^2$$

$$b = \frac{CM + CV}{q_e} = \frac{2558.40 + 731.00}{32560.00} = 0.101 \text{ m} = 10 \text{ cm}$$

$$P_a = \frac{1.2CM + 1.6CV}{b} = \frac{1.2 \times 2558.40 + 1.6 \times 731.00}{0.10} = 42396.80 \text{ kg/m}^2$$

$$V_u = P_a \left(\frac{b}{2} - d - \frac{d'}{2} \right) = 42396.80 \left(\frac{0.10}{2} - 0.20 - \frac{0.13}{2} \right) = -9115.31 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$d = \frac{V_u}{\phi 2 \sqrt{f'c} b} = \frac{-91.15}{0.90 \times 2 \sqrt{210} \times 10} = -0.35 \text{ cm}$$

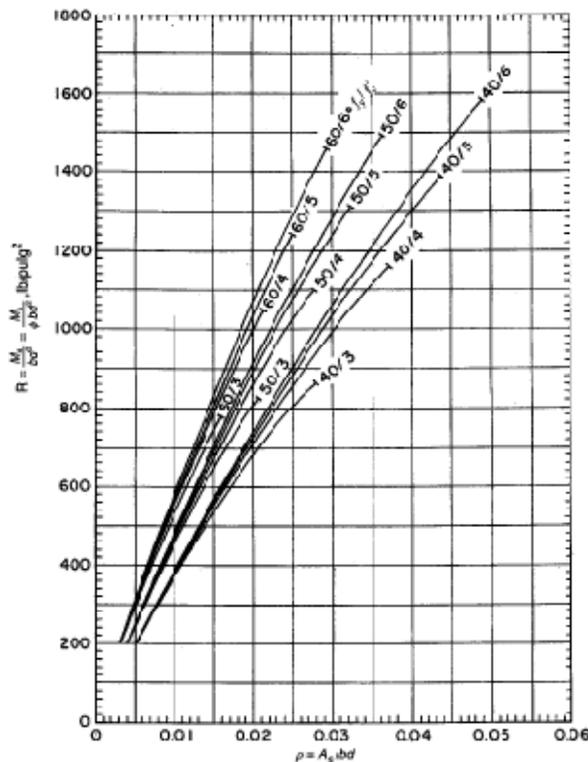
$$M_u = \frac{1}{8} \times P_a (b - d)^2 = \frac{1}{8} \times 4239.68 (0.10 - 0.13)^2 = 0.48 \text{ kg} - \text{m}$$

Todos los valores presentados, muestran resultados irreales; esto se debe al comportamiento del suelo, el cual tiene una capacidad grande. Tomaremos en cuenta valores propuestos que afectan a la estructura:

Mu = 4239.68 kg-m (carga mayorada)	367215.64 lb-plg
b = 40.00 cm	14.75 plg
d = 100.00 cm	39.37 plg
c = 13.00 cm	5.12 plg

Para calcular el área de acero que requiere el cimiento se usa el siguiente gráfico, para poder utilizar el gráfico las unidades deben estar en el sistema inglés de medidas (lb-plg) y necesitamos la relación $M_u/\Phi bd^2$ donde se toma una base unitaria de 100cm.

Figura 14. Capacidad de momento de secciones rectangulares.



Fuente: Diseño de estructuras de concreto, Arthur Nilson

$$\frac{Mu}{\phi bd^2} = \frac{367215.64}{0.9 \times 39.37 \times 5.12^2} = 395.34 \text{ lb/plg}^2$$

$$\rho_{\text{mín}} = 0.002 = \frac{As}{bd}$$

$$As = \rho bd = 0.002 \times 100 \times 13 = 2.60 \text{ cm}^2$$

Se colocaran varillas No. 3 @ 0.20 m las cuales proporcionan un área de acero de 3.55 cm², (ver planos constructivos en apéndice).

Para el área de acero longitudinal se colocara el área de acero mínimo.

$$\rho_{\text{mín}} = 0.002$$

$$As_{\text{mín}} = 0.007 \times 40 \times 13 = 3.64 \text{ cm}^2$$

Se propone colocar 3 varillas No.4 las cuales proporcionan un área de acero de 3.81 cm², (ver planos constructivos en apéndice).

2.2.21 Elaboración de planos

Los planos constructivos para el diseño del instituto de educación básica se presentan en el apéndice, y están conformados por:

- Planos de Estructuras, acabados y detalles

2.2.22 Elaboración de presupuesto

El presupuesto se elaboró a base de precios unitarios, sin aplicar costos indirectos quedando a criterio de la municipalidad. Los precios de los materiales se obtuvieron mediante cotizaciones en centros de distribución de la región.

Tabla XXIX. Presupuesto instituto de educación básica.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EPESISTA: HERNÁN ARTURO MALDONADO RODAS UBICACIÓN: CASERÍO BUENOS AIRES, IXCHIGUÁN, SAN MARCOS PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE INSTITUTO BASICO, CASERÍO BUENOS AIRES
PRESUPUESTO

No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Sub-total Renglón	Total Renglón (Q)	Total Renglón (U\$)
1	Trabajos Preliminares						
1.1	Trabajos Preliminares	352.31	m2	Q 71.00	Q 25,014.01	Q 25,014.01	\$3,080.54
2	Cimentación						
2.1	Excavación para cimentación	84.53	m3	Q 43.95	Q 3,715.09		
2.2	Relleno de cimentación	52.66	m3	Q 36.20	Q 1,906.29		
2.3	Cimiento corrido	119.48	ml	Q 211.95	Q 25,323.79		
2.4	Levantado de cimiento corrido	119.48	m2	Q 159.80	Q 19,092.90		
2.5	Solera hidrófuga (0.15x0.20m)	119.48	ml	Q 162.65	Q 19,433.42	Q 69,471.50	\$8,555.60
3	Muros						
3.1	Levantado de block (0.15x0.20x0.40m)	353.00	m2	Q 160.70	Q 56,727.10		
3.2	Mocheta M-1 (0.25x0.25m)	94.82	ml	Q 567.60	Q 53,819.83		
3.3	Mocheta M-2 (0.25x0.15m)	69.46	ml	Q 423.70	Q 29,430.20		
3.4	Mocheta M-3 (0.15x0.15m)	53.95	ml	Q 202.00	Q 10,897.90		
3.5	Mocheta M-4 (0.10x0.15m)	21.80	ml	Q 138.15	Q 3,011.67		
3.6	Mocheta M-5 (0.25x0.25m) mod. gradas	45.78	ml	Q 471.10	Q 21,566.96		
3.7	Barandal de concreto (col. + sol)	6.47	ml	Q 954.15	Q 6,173.35		
3.8	Solera sillar	115.73	ml	Q 107.40	Q 12,429.40		
3.90	Solera intermedia	154.13	ml	Q 154.35	Q 23,789.97		
3.10	Solera S-1 (0.25x0.40m)	109.09	ml	Q 525.85	Q 57,364.98		
3.11	Solera S-2 (0.20x0.28m)	109.09	ml	Q 336.25	Q 36,681.51	Q 311,892.87	\$38,410.45
4	Cubierta						
4.1	Losa de concreto armado (t=0.15m)	183.36	m2	Q 587.80	Q 107,779.01		
4.2	Losa de concreto armado (t=0.10m)	183.36	m2	Q 448.85	Q 82,301.14	Q 190,080.14	\$23,408.88
5	Pisos						
5.1	Piso de granito de (0.30x0.30m)	279.00	m2	Q 304.10	Q 84,843.90		
5.2	Piso de concreto (t=0.10m)	25.80	m2	Q 228.20	Q 5,887.56	Q 90,731.46	\$11,173.83
6	Modulo de gradas						
6.1	Modulo de gradas	13.88	m2	Q 693.20	Q 9,621.62	Q 9,621.62	\$1,184.93
7	Herrería						
7.1	Ventanería de perfil de hierro de 1/8"	138.82	m2	Q 579.50	Q 80,446.19		
7.2	Puertas	1.00		Q 17,446.00	Q 17,446.00	Q 97,892.19	\$12,055.69
8	Instalación eléctrica						
8.1	Instalación eléctrica	1.00	global	Q 54,771.00	Q 54,771.00	Q 54,771.00	\$6,745.20
9	Instalación hidráulica						
9.1	Instalación hidráulica	1.00	global	Q 2,493.90	Q 2,493.90	Q 2,493.90	\$307.13
10	Instalación sanitaria						
10.1	Instalación sanitaria	1.00	global	Q 29,496.90	Q 29,496.90	Q 29,496.90	\$3,632.62
11	Acabados						
11.1	Repello + Cernido	3700.00	m2	Q 88.75	Q 328,375.00	Q 328,375.00	\$40,440.27
Costo total (1er y 2do nivel) Materiales y Mano de Obra						Q 1,209,840.59	\$148,995.15

El siguiente presupuesto asciende a la cantidad de:

Un millón doscientos nueve mil ochocientos cuarenta quetzales con 59/100

Ciento cuarenta y ocho mil novecientos noventa y cinco dólares con 15/100

Nota: El precio incluye precio de materiales y de mano de obra, no incluye el factor de indirectos éste queda a criterio de la municipalidad.

CONCLUSIONES

1. En la aldea San Antonio, como en la gran mayoría de aldeas no se cuenta con una adecuada manera de desechar las aguas residuales, lo cual perjudica la salud en general de la población, por lo tanto el correcto diseño de un sistema de alcantarillado ayudará a mejorar la condición de vida de la población, en cuanto a salud se refiere. Este proyecto asciende a un costo total de Q390,631.52, beneficiando a más de 800 personas en dicha localidad.
2. En el caserío Buenos Aires la construcción de un instituto de educación básica ayudará a aumentar el nivel académico en el que se encuentran la población estudiantil, logrando además que la deserción disminuya en dicha región. El costo total del mismo asciende a Q1,209,840.59, con una proyección de 300 jóvenes beneficiados por jordana estudiantil.
3. En cuanto costo de las obras en ejecución se estima que el sistema de drenaje sanitario tiene un costo por metro lineal de Q465.85; y el instituto de educación básica el metro cuadrado de construcción tiene un valor de Q5,706.79; los cuales son medianamente bajos, comparándolos con los valores manejados por la municipalidad, esto se debe directamente al no considerar un factor de costos indirectos.
4. Para ambos proyectos en ejecución se presentan impactos negativos en el ambiente, los cuales serán mitigados con procesos simples en la misma construcción, tales como partículas de aire, sonido y desecho de materiales; los cuales después de su ejecución serán innecesarios.

RECOMENDACIONES

A la Municipalidad de Ixchiguán

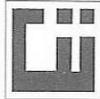
1. Promover la utilización de mano de obra local para ejecutar ambos proyectos, ya que es una fuente de empleo en el municipio, de igual manera en la compra de materiales, beneficiando a los sectores comerciales e individuales del mismo.
2. Mantener un estricto control en cuanto al mantenimiento del sistema de drenaje sanitario, con limpiezas y revisiones periódicas en dos ocasiones por año, con lo cual se permitirá darle un mayor tiempo de vida útil al sistema y mejorará su funcionamiento.
3. Realizar mantenimientos preventivos periódicos en el instituto de educación básica, tales como: ornato, limpieza y pintura; en las áreas de construcción visibles; para con ello prolongar el período de vida de la estructura, para proyectar un buen impacto visual de dicho establecimiento.
4. Efectuar una actualización de presupuestos de los proyectos antes de su cotización o contratación, ya que tanto materiales como salarios están sujetos a cambios ocasionados por variaciones en la economía.

BIBLIOGRAFÍA

1. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (AGIES). **Normas estructurales de diseño y construcción recomendadas para la República de Guatemala.** (Guatemala 2002)
2. Código ACI – 318-05. American Concrete Institute. **Código de diseño de hormigón armado y comentarios.** (Chile 2000)
3. Instituto de Fomento Municipal. **Normas generales para el diseño de alcantarillado sanitario.** (Guatemala: noviembre 2001).
4. Nilson, Arthur H. **Diseño de estructuras de concreto.** (13^a Edición; Colombia: Editorial McGraw-Hill, 2001)
5. Álvarez Álvarez, Henry. Diseño de dos edificaciones escolares de dos niveles para las aldeas Chajabal y Palomara, del municipio de San Andrés Xecul, Totonicapán. Trabajo de graduación de Ingeniería Civil (Guatemala: Facultad de Ingeniería; Usac 2005)
6. Paz Chachón, Sindy Anabella. Diseño del edificio escolar de dos niveles, para la aldea el Manzanillo y sistema de alcantarillado sanitario, para el sector sur del casco urbano de San Lucas Sacatepéquez, departamento de Sacatepéquez. Trabajo de graduación de Ingeniería Civil (Guatemala: Facultad de Ingeniería; Usac 2008)

APÉNDICE

Figura 15. Resultados de ensayo de compresión triaxial.



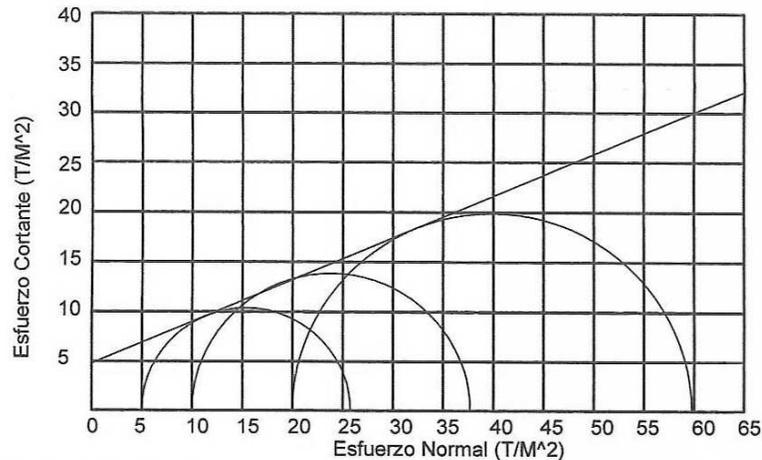
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Nº 003262

ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

INFORME No.: 153 S.S. O.T.No.: 24,721
 INTERESADO: Hernan Arturo Maldonado R. carne 2002-12599
 PROYECTO: Diseño de Instituto de Educacion Basica.
 UBICACIÓN: Caserío Buenos Aires, Ixchiguan, San Marcos.
 pozo: 1 Profundidad: 1.50 m. Muestra: 1
 Fecha: 18 de Marzo de 2009.



PARAMETROS DE CORTE:

ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA : $\phi = 22.95^\circ$	COHESIÓN: $C_u = 4.80T/m^2$
---	---

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.
 DESCRIPCION DEL SUELO: Limo Arenoso, Color Café
 DIMENSION Y TIPO DE LA PROBETA: 2.5" X 5.0"
 OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el interesado.

PROBETA No.	1	1	1
PRESION LATERAL (T/m ²)	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA q(T/m ²)	20.83	27.67	39.90
PRESION INTERSTICIAL u(T/m ²)	x	x	x
DEFORMACION EN ROTURA Er (%)	3.0	4.5	7.0
DENSIDAD SECA (T/m ³)	1.43	1.43	1.43
DENSIDAD HUMEDA (T/m ³)	1.86	1.86	1.86
HUMEDAD (%H)	31.7	31.7	31.7

Vo. Bo.
 Inga. Telma Maricela Cano Morales
 DIRECTORA CII/USAC



Atentamente,

Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
 Jefe Sección Mecánica de Suelos



Tabla XXX. Diseño hidráulico drenaje sanitario.

De	A	cota inicial	cota final	longitud metros	pendiente terreno	numero de casas	Población Futura	Población Actual	Factor de Caudal Diseño	Factor de hardmon futuro	Factor de hardmon actual	caudal l/s actual	caudal l/s futuro	diámetro pig	s %	área tubería m ²	velocidad sección llena	capacidad llena l/s	relaciones g/Q actual	relación v/v actual
PV0	PV1	500.00	498.87	64.02	1.77	4	67	32	0.0020	4.29	4.35	0.28	0.57	6	1.77	0.0182	1.504	27.44	0.01015	0.32
PV1	PV2	498.87	497.97	40.85	2.20	1	17	8	0.0020	4.39	4.42	0.35	0.72	6	2.08	0.0182	1.633	29.79	0.01170	0.34
PV2	PV3	497.97	497.08	39.95	2.23	2	34	16	0.0020	4.35	4.39	0.49	1.01	6	2.10	0.0182	1.642	29.95	0.01629	0.37
PV3	PV4	497.08	496.65	41.98	1.02	8	134	64	0.0020	4.21	4.29	1.03	2.14	6	0.91	0.0182	1.077	19.65	0.05222	0.53
PV4	PV5	496.65	496.24	39.98	1.03	9	151	72	0.0020	4.19	4.28	1.63	3.40	6	0.90	0.0182	1.074	19.60	0.08315	0.60
PV5	PV6	496.24	492.32	53.62	7.31	2	34	16	0.0020	4.35	4.39	1.77	3.69	6	7.22	0.0182	3.042	55.49	0.03188	0.45
PV6	PV7	492.32	488.30	45.19	8.90	0	0	0	0.0020	4.50	4.50	1.77	3.69	6	8.79	0.0182	3.356	61.22	0.02889	0.44
PV7	PV8	488.30	481.77	66.46	9.83	0	0	0	0.0020	4.50	4.50	1.77	3.69	6	9.75	0.0182	3.536	64.49	0.02742	0.43
PV8	PV9	481.77	478.51	40.31	8.09	1	17	8	0.0020	4.39	4.42	1.84	3.84	6	7.96	0.0182	3.195	58.28	0.03155	0.45
PV9	PV10	478.51	474.55	49.05	8.07	0	0	0	0.0020	4.50	4.50	1.84	3.84	6	7.97	0.0182	3.197	58.31	0.03153	0.45
PV10	PV11	474.55	468.54	44.14	13.62	2	34	16	0.0020	4.35	4.39	1.98	4.13	6	13.50	0.0182	4.161	75.90	0.02606	0.43
PV11	PV12	468.54	462.52	44.14	13.64	4	67	32	0.0020	4.29	4.35	2.25	4.71	6	13.53	0.0182	4.164	75.96	0.02965	0.45

Tramo2

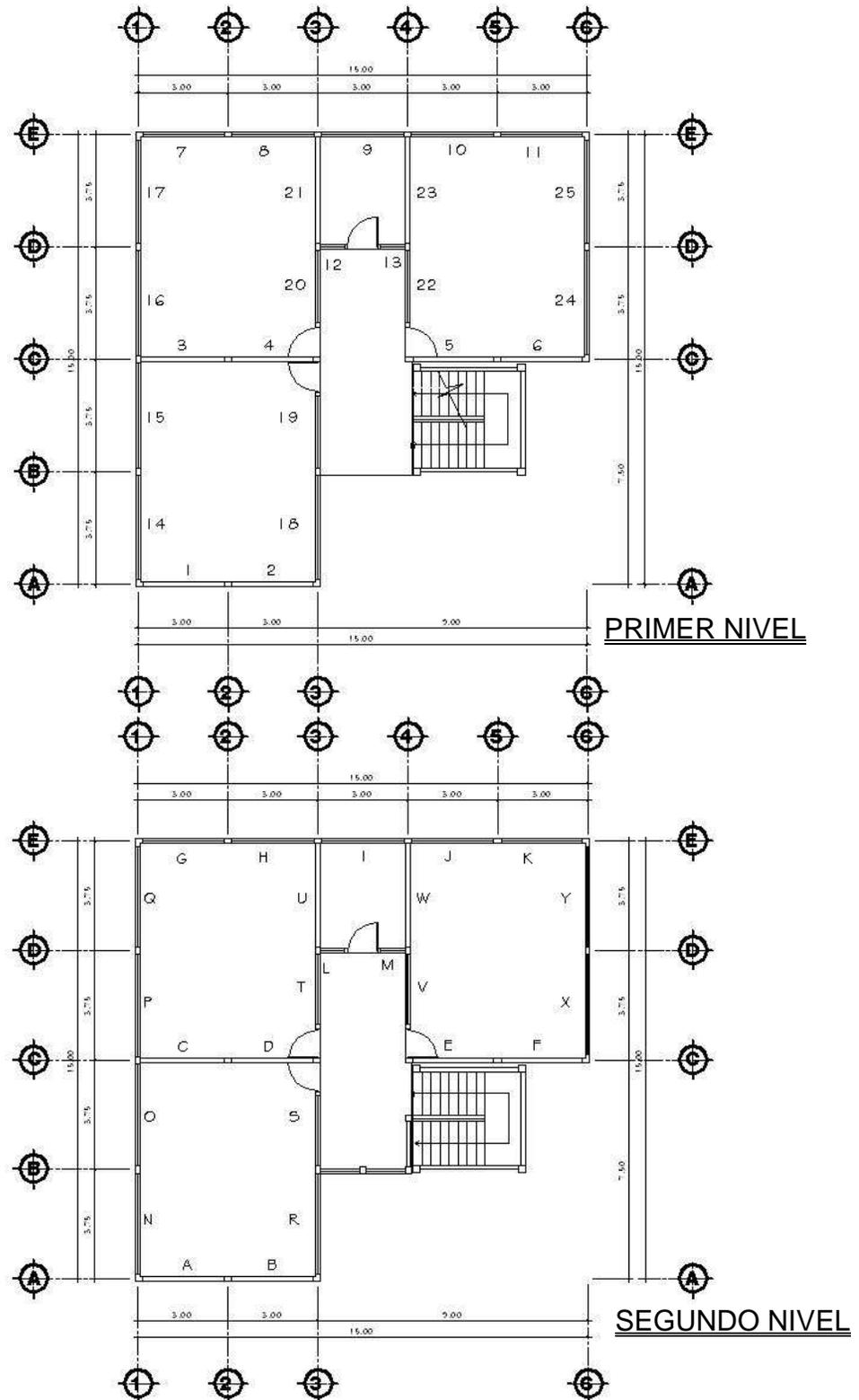
PV18	PV17	485.46	481.11	49.57	8.78	6	101	48	0.0020	4.24	4.32	0.41	0.85	6	5.95	0.0182	2.762	50.39	0.00823	0.30
PV17	PV16	481.11	480.22	42.99	2.07	0	0	0	0.0020	4.50	4.50	0.41	0.85	6	1.95	0.0182	1.583	28.87	0.01436	0.36
PV16	PV15	480.22	479.49	35.00	2.09	0	0	0	0.0020	4.50	4.50	0.41	0.85	6	1.94	0.0182	1.578	28.79	0.01440	0.36
PV15	PV14	479.49	472.16	38.66	18.96	3	50	24	0.0020	4.31	4.37	0.62	1.29	6	13.66	0.0182	4.184	76.33	0.00814	0.30
PV14	PV13	472.16	464.83	38.67	18.96	1	17	8	0.0020	4.39	4.42	0.69	1.43	6	13.65	0.0182	4.184	76.32	0.00907	0.31
PV13	PV12	464.83	462.52	63.95	3.61	7	117	56	0.0020	4.22	4.30	1.16	2.42	6	3.53	0.0182	2.129	38.83	0.03000	0.45

De	A	velocidad v(m/s) actual	verificar v actual	tirante d/D actual	verificar d/D actual	relaciones q/Q futuro	relación v/v futuro	velocidad v(m/s) futuro	verificar d/D futuro	tirante d/D futuro	verificar d/D futuro	altura pozo agua arriba	cota invert agua arriba	altura pozo agua abajo	cota invert agua abajo	pendiente tubería	condición pendiente <1%	volumen excavación entre pozos	velocidad
PV0	PV1	0.48	correcto	0.07	revisar diámetro	0.0209	0.40	0.60	correcto	0.10	correcto	1.20	498.80	1.20	497.67	1.77	continuar	49.94	0.60
PV1	PV2	0.55	correcto	0.076	revisar diámetro	0.0242	0.42	0.68	correcto	0.11	correcto	1.20	497.62	1.20	496.77	2.08	continuar	31.86	0.68
PV2	PV3	0.61	correcto	0.088	revisar diámetro	0.0338	0.46	0.76	correcto	0.13	correcto	1.20	496.72	1.20	495.88	2.10	continuar	26.37	0.76
PV3	PV4	0.57	correcto	0.155	correcto	0.1089	0.65	0.70	correcto	0.22	correcto	1.20	495.83	1.20	495.45	0.91	continuar	33.15	0.70
PV4	PV5	0.65	correcto	0.194	correcto	0.1737	0.75	0.81	correcto	0.28	correcto	1.20	495.40	1.20	495.04	0.90	continuar	31.18	0.81
PV5	PV6	1.38	correcto	0.122	correcto	0.0666	0.57	1.72	correcto	0.17	correcto	1.20	494.99	1.20	491.12	7.22	continuar	41.82	1.72
PV6	PV7	1.48	correcto	0.116	correcto	0.0604	0.55	1.85	correcto	0.17	correcto	1.20	491.07	1.20	487.10	8.79	continuar	35.25	1.85
PV7	PV8	1.53	correcto	0.113	correcto	0.0573	0.54	1.92	correcto	0.16	correcto	1.20	487.05	1.20	480.57	9.75	continuar	51.84	1.92
PV8	PV9	1.45	correcto	0.121	correcto	0.0659	0.56	1.80	correcto	0.17	correcto	1.20	480.52	1.20	477.31	7.96	continuar	31.44	1.80
PV9	PV10	1.45	correcto	0.121	correcto	0.0659	0.56	1.80	correcto	0.17	correcto	1.20	477.26	1.20	473.35	7.97	continuar	38.26	1.80
PV10	PV11	1.78	correcto	0.111	correcto	0.0545	0.53	2.22	correcto	0.16	correcto	1.20	473.30	1.20	467.34	13.50	continuar	34.43	2.22
PV11	PV12	1.85	correcto	0.118	correcto	0.0620	0.55	2.31	correcto	0.17	correcto	1.20	467.29	1.20	461.32	13.53	continuar	34.43	2.31

Tramo2

PV18	PV17	0.83	correcto	0.06	revisar diámetro	0.0169	0.38	1.04	correcto	0.10	correcto	2.60	482.86	1.20	479.91	5.95	continuar	61.22	1.04
PV17	PV16	0.56	correcto	0.083	revisar diámetro	0.0295	0.45	0.70	correcto	0.12	correcto	1.20	479.86	1.20	479.02	1.95	continuar	33.53	0.70
PV16	PV15	0.56	correcto	0.083	revisar diámetro	0.0296	0.45	0.70	correcto	0.12	correcto	1.20	479.87	1.20	478.29	1.94	continuar	27.30	0.70
PV15	PV14	1.26	correcto	0.064	revisar diámetro	0.0169	0.39	1.57	correcto	0.10	correcto	3.20	476.24	1.20	470.96	13.66	continuar	55.28	1.57
PV14	PV13	1.30	correcto	0.067	revisar diámetro	0.0188	0.39	1.62	correcto	0.10	correcto	3.20	468.91	1.20	463.63	13.65	continuar	46.79	1.62
PV13	PV12	0.95	correcto	0.118	correcto	0.0624	0.56	1.18	correcto	0.17	correcto	1.20	463.58	1.20	461.32	3.53	continuar	42.21	1.18

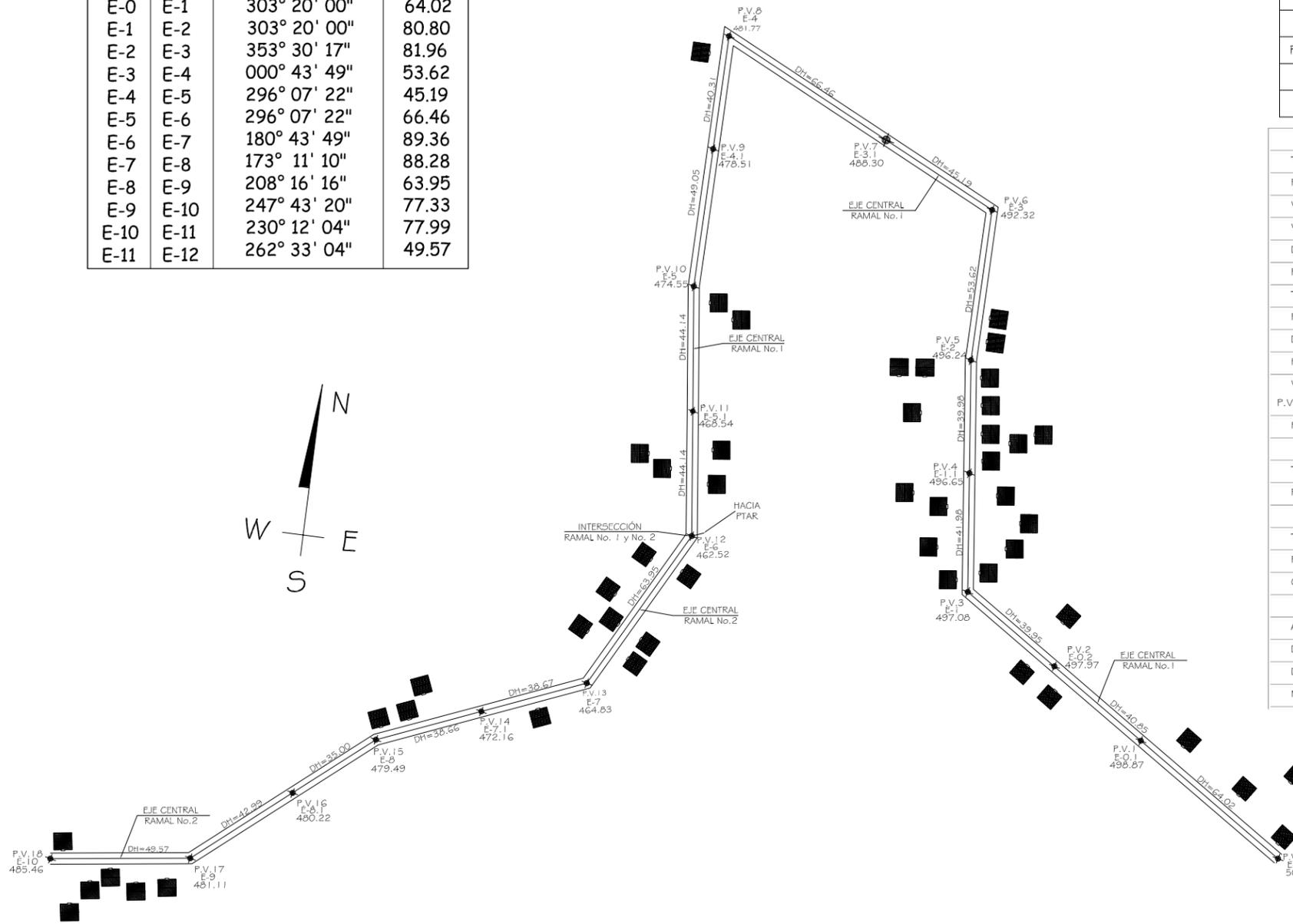
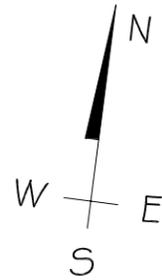
Figura 16. Identificación de muros ambos niveles para el diseño de mampostería.



Planos constructivos, drenaje sanitario y el instituto de educación básica.

(La escala indicada en los planos son originales para un formato A-1, por lo que los dibujos dentro de los planos, no corresponden a la escala indicada. Se han tenido que reducir para poder incorporarlos en el presente trabajo.)

TOPOGRAFÍA			
EST.	P. O.	AZIMUT	D.H.
E-0	E-1	303° 20' 00"	64.02
E-1	E-2	303° 20' 00"	80.80
E-2	E-3	353° 30' 17"	81.96
E-3	E-4	000° 43' 49"	53.62
E-4	E-5	296° 07' 22"	45.19
E-5	E-6	296° 07' 22"	66.46
E-6	E-7	180° 43' 49"	89.36
E-7	E-8	173° 11' 10"	88.28
E-8	E-9	208° 16' 16"	63.95
E-9	E-10	247° 43' 20"	77.33
E-10	E-11	230° 12' 04"	77.99
E-11	E-12	262° 33' 04"	49.57



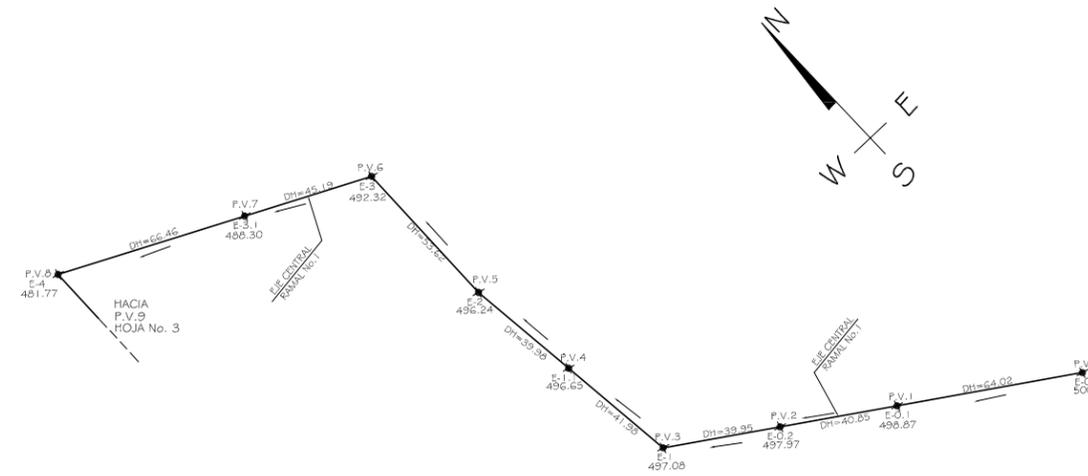
PLANTA DE CONJUNTO
SISTEMA DE DRENAJE

ESCALA 1 : 2500

NOMENCLATURA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	POZO DE VISITA
	RAMAL DE DRENAJE
	VIVIENDAS
P.V. 2	POZO DE VISITA
DH	DISTANCIA HORIZONTAL
E	ESTACIÓN TOPOGRAFICA

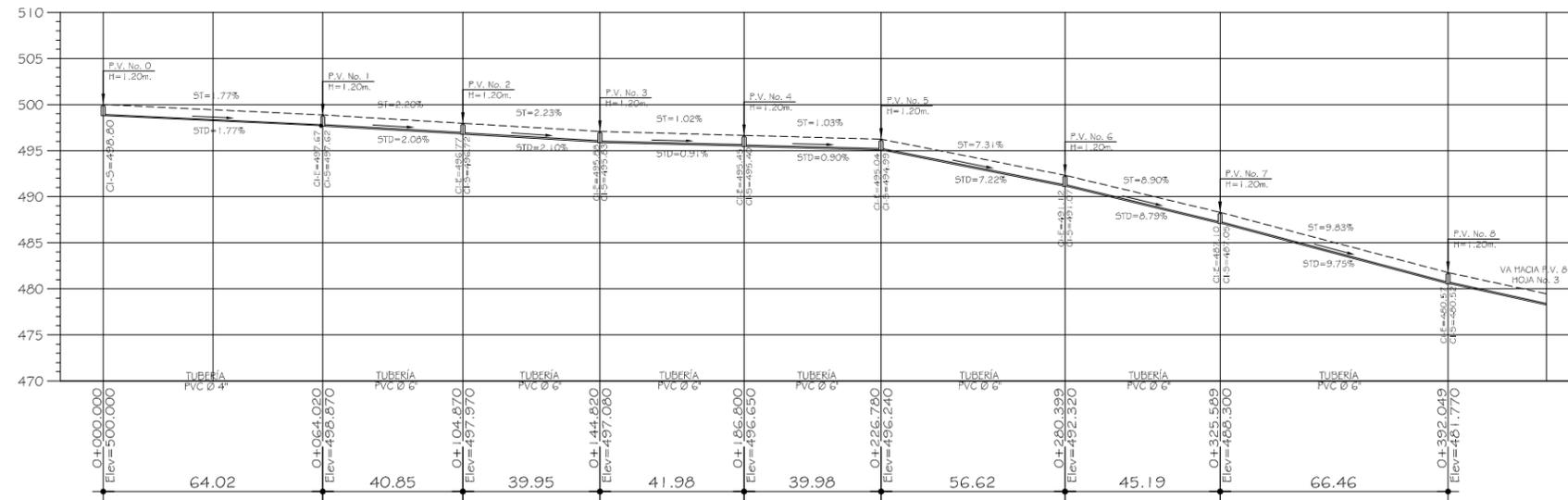
Datos Generales	
Tipo de sistema	Alcantarillado sanitario
Período de diseño	25 años
Viviendas actuales	50 viviendas
Viviendas futuras	140 viviendas
Densidad de habitantes	8 habitantes/vivienda
Población actual	396 habitantes
Tasa de crecimiento	3.00 %
Población futura	829 habitantes
Dotación	100 l/hab./día.
Factor de retorno	0.75
Velocidad de diseño	0.40 < V ≤ 4 m/s. (Tubería P.V.C.)
Forma de evacuación	Por gravedad
Colector Principal	
Tipo y diámetro de tubería	P.V.C. de 6"
Pendiente	Según diseño
Conexión domiciliar	
Tipo y diámetro de tubería	P.V.C. de 4"
Pendiente	2%
Candela	12" de diámetro
Pozo de visita	
Altura promedio	1.40 metros
Diámetro superior mínimo	0.60 metros
Diámetro inferior mínimo	1.20 metros
Material	Ladrillo Tayuyo

PROYECTO:				SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO ALDEA SAN ANTONIO, IXCHIGUÁN, SAN MARCOS.	
PROPIETARIO:				MUNICIPALIDAD DE IXCHIGUÁN, SAN MARCOS	
DISEÑO: HERNÁN MAJONADO	CONTIENE:			HOJA DE:	
ESCALA: INDICADA	PLANTA DE CONJUNTO DENSIDAD DE VIVIENDA			1/5	
CALCULO: HERNÁN MAJONADO	DIBUJO: HERNÁN MAJONADO	FECHA:	MARZO DE 2009	HOJA No.	
LEV. TOP. HERNÁN MAJONADO				1	
F) Ins. Manuel Arriola Asesor Supervisor					



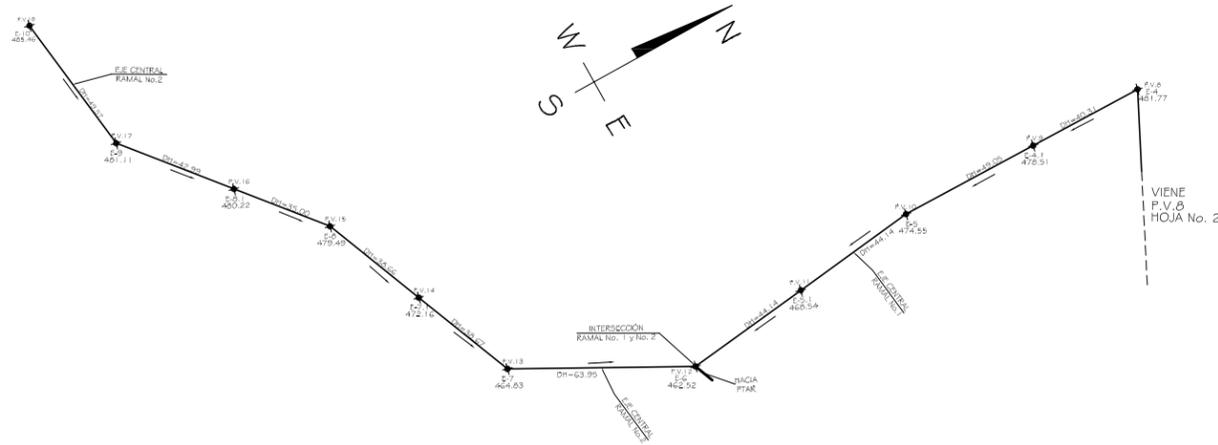
PLANTA DE DISTRIBUCIÓN (tramo I)
SISTEMA DE DRENAJE
ESCALA 1 : 2000

NOMENCLATURA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	POZO DE VISITA
	RAMAL DE DRENAJE
	DIRECCIÓN DEL FLUJO
	PERFIL NATURAL DEL TERRENO
	POZO DE VISITA (P.V.)
	TUBERÍA PVC DIAMETRO INDICADO
E	ESTACIÓN
ST (%)	PENDIENTE DEL TERRENO
STD (%)	PENDIENTE DE TUBERÍA
Ø	DIAMETRO DE TUBERÍA
DH	DISTANCIA HORIZONTAL
CI-E	COTA INVERT DE ENTRADA
CI-S	COTA INVERTE DE SALIDA
H	ALTURA DEL POZO DE VISITA
PTAR	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL



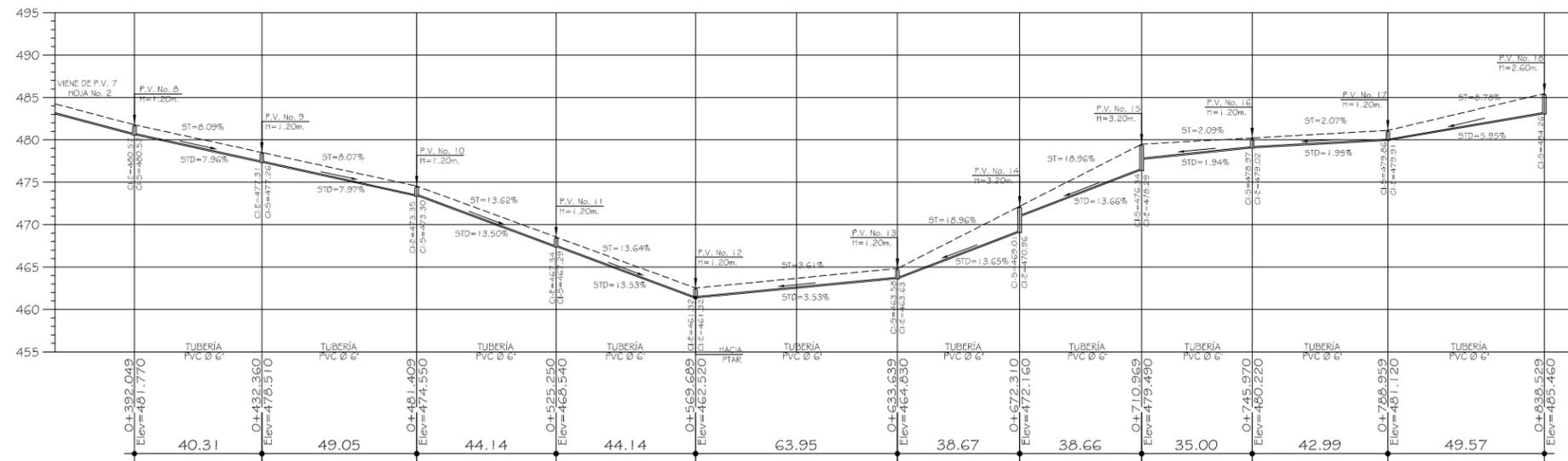
PERFIL (tramo I)
SISTEMA DE DRENAJE
ESCALA HORIZONTAL : 1 : 1750
ESCALA VERTICAL : 1 : 1000

PROYECTO:			
SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO ALDEA SAN ANTONIO, IXCHIGUÁN, SAN MARCOS.			
PROPIETARIO:			
MUNICIPALIDAD DE IXCHIGUÁN, SAN MARCOS			
DISEÑO: HERNÁN MAZORCADO	CONTIENE:	HOJA DE:	
ESCALA: INDICADA	PLANTA - PERFIL (TRAMO I)	2/5	
CALCULO: HERNÁN MAZORCADO		HOJA No.	
LEV. TOP: HERNÁN MAZORCADO	DIBUJO: HERNÁN MAZORCADO	FECHA: MARZO DE 2009	2
F) Ins. Manuel Amvilas Asesor Supervisor			



PLANTA DE DISTRIBUCIÓN (tramo 2)
 SISTEMA DE DRENAJE
 ESCALA 1 : 2000

NOMENCLATURA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	POZO DE VISITA
	RAMAL DE DRENAJE
	DIRECCIÓN DEL FLUJO
	PERFIL NATURAL DEL TERRENO
	POZO DE VISITA (P.V.)
	TUBERIA PVC DIAMETRO INDICADO
E	ESTACIÓN
ST (%)	PENDIENTE DEL TERRENO
STD (%)	PENDIENTE DE TUBERÍA
Ø	DIAMETRO DE TUBERÍA
DH	DISTANCIA HORIZONTAL
CI-E	COTA INVERT DE ENTRADA
CI-S	COTA INVERTE DE SALIDA
H	ALTURA DEL POZO DE VISITA
PTAR	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL



PERFIL (tramo 1)
 SISTEMA DE DRENAJE
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1750
 ESCALA VERTICAL 1 : 1000

PROYECTO:				SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO ALDEA SAN ANTONIO, IXCHIGUÁN, SAN MARCOS.	
PROPIETARIO:				MUNICIPALIDAD DE IXCHIGUÁN, SAN MARCOS	
DISEÑO:	HEBRIAN MADRIGAL	CONTIENE:	PLANTA Y PERFIL (TRAMO 2)		
ESCALA:	INDICADA	HOJA DE:	3/5		
CALCULO:	HEBRIAN MADRIGAL	FECHA:	MARZO DE 2009		
LEV. TOP:	HEBRIAN MADRIGAL	HOJA No.:	3		
F) Ing. Manuel Arriola Asesor Supervisor					

NOTAS

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

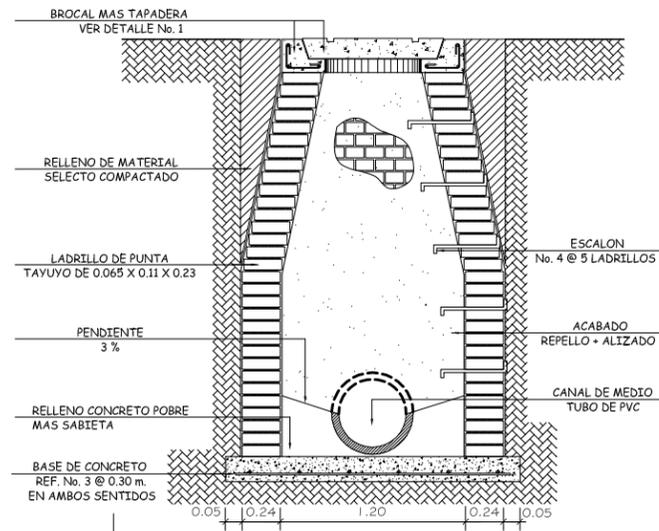
- ACERO DE REFUERZO**
- El acero deberá tener un $f_y = 2,800 \text{ kg/cm}^2$
 - Ganchos diámetro mínimo de dobléz para varillas del No. 3 al No. 6; 1.5 diámetros de la varilla.
 - Longitudes de desarrollo de varillas sujetas a tensión y traslapes. No. 4 0.30 mts. No. 5 Y No. 6 0.36 mts.
 - Todas las varillas se doblarán en frío
 - Código de diseño ACI 318-71
- CONCRETO**
- El concreto deberá tener un $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
 - La relación agua/cemento máxima permisible 29.3 lts./saco de cemento
 - El agregado grueso (pedrín) deberá tener un diámetro mínimo 1/2" y un diámetro máximo de 1 1/2"
 - Recubrimientos mínimos:
 - para la base sera de 7 cms. en el brocal
 - para la tapadera sera de 3 a 5 cms
 - Relación 1:2:3 usar para 1 m³; 9 sacos de cemento, 12 de arena, 12 de pedrín.

- CARGAS**
- concreto 2,400 kg/m³

- SABIETA**
- Proporción 1:3 : (1 de cemento + 3 de arena de río)
 - El agua a utilizar será limpia libre de ácidos, sal y sustancias dañinas.
 - El cemento a utilizar sera tipo Portland TIPO I, según la norma C-159 ASTM.
 - La arena a utilizar será de río, conforme a la norma.

- TUBERIA DE CEMENTO**
- La tubería conforme a la norma C-14 de la ASTM, no deberá utilizarse tubería de diámetro menor de 4"
 - Toda la tubería se colocara alenada con el desnivel de los planos.
 - La unión de los tubos se hará con sabieta en ambos lados con proporción 1:3 y se cubrirá con papel o material para evitar el fraguado violento.

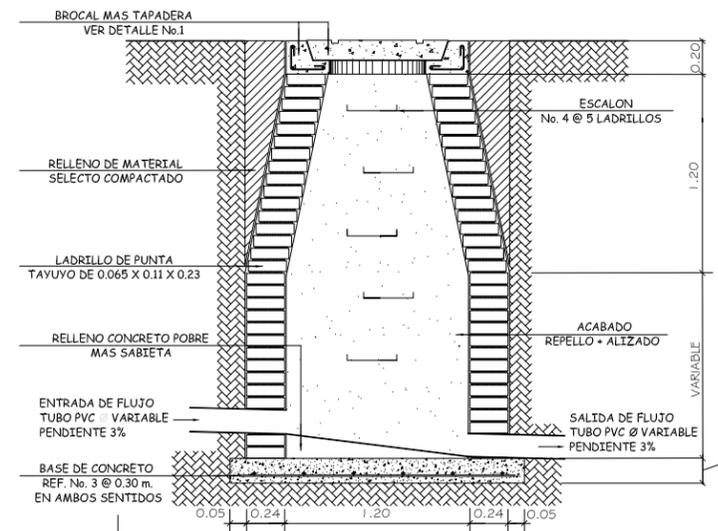
- NOTAS**
- Los brocales y tapaderas de los pozos, deberán curarse según las especificaciones del ACI, antes de la colocación.
 - La tubería deberá acuífarse a cada lado del tubo.
 - Cualquier cambio ó modificación en obra deberá ser autorizado por el arquitecto ó ingeniero supervisor de la obra.



SECCIÓN A - A'

POZO DE VISITA

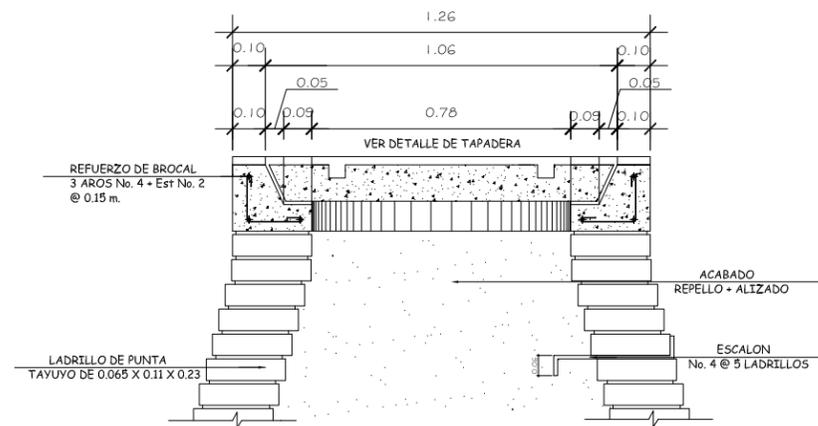
ESCALA: 1/20



SECCIÓN B - B'

POZO DE VISITA

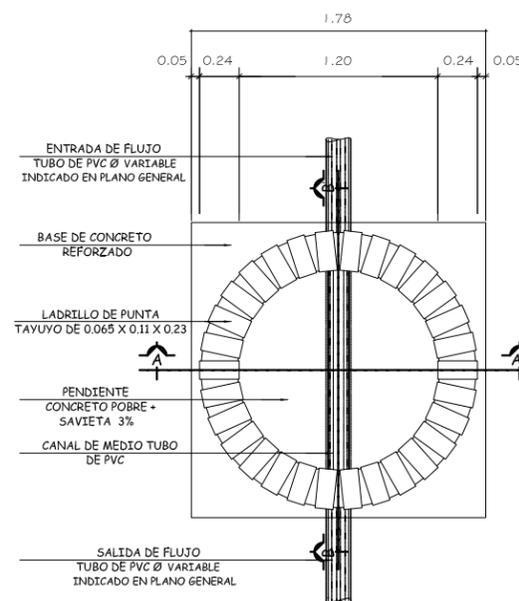
ESCALA: 1/20



DETALLE No. 1

BROCAL DE POZO

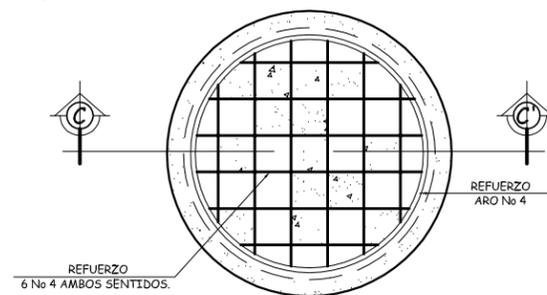
ESCALA: 1/10



PLANTA

POZO DE VISITA

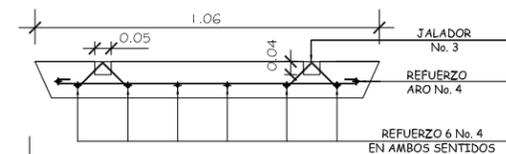
ESCALA: 1/20



DETALLE No. 2

ARMADO DE TAPADERA

ESCALA: 1/20



SECCIÓN C - C'

ARMADO DE TAPADERA

ESCALA: 1/10

PROYECTO:		SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO ALDEA SAN ANTONIO, IXCHIGUÁN, SAN MARCOS.	
PROPIETARIO:		MUNICIPALIDAD DE IXCHIGUÁN, SAN MARCOS	
DISEÑO: HERNÁN MAZONADO	CONTIENE:	POZOS DE VISITA Y DETALLES	
ESCALA: INDICADA	INDICADA	4/5	
CALCULO: HERNÁN MAZONADO	DIBUJO: HERNÁN MAZONADO	FECHA: MARZO DE 2009	HOJA No.
LEV. TOP: HERNÁN MAZONADO			4

N O T A S

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- ACERO DE REFUERZO**
1. El acero deberá tener un $f_y = 2,800 \text{ kg/cm}^2$
 2. Ganchos diámetro mínimo de dobléz para vanillas del No. 3 al No. 6; 1.5 diámetros de la vanilla.
 3. Longitudes de desarrollo de vanillas sujetas a tensión y traslapes.
 - No. 4 0.30 mts. No. 5 Y No. 6 0.36 mts.
 4. Todas las vanillas se doblarán en frío
 5. Código de diseño ACI 318-71

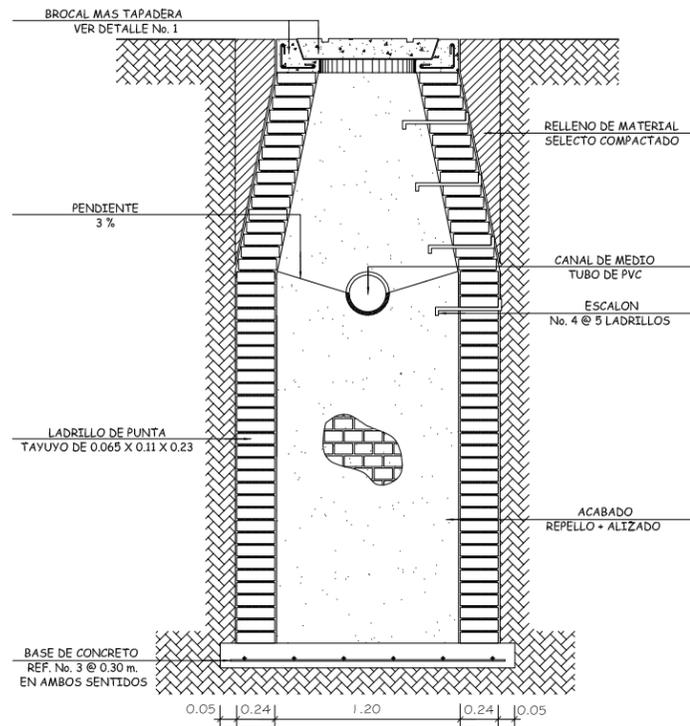
- CONCRETO**
6. El concreto deberá tener un $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
 7. La relación agua/cemento máxima permisible 29.3 lts./saco de cemento
 8. El agregado grueso (pedrín) deberá tener un diámetro mínimo 1/2" y un diámetro máximo de 1 1/2"
 9. Recubrimientos mínimos:
 - para la base sera de 7 cms. en el brocal
 - para la tapadera sera de 3 a 5 cms
 10. Relación 1:2:3 usar para 1 m3; 9 sacos de cemento, 12 de arena, 12 de pedrín.

- CARGAS**
11. concreto 2,400 kg/m3

- SABIETA**
12. Proporción 1:3 : (1 de cemento + 3 de arena de río)
 13. El agua a utilizar será limpia libre de ácidos, sal y sustancias dañinas.
 14. El cemento a utilizar será tipo Portland TIPO I, según la norma C-159 ASTM. Norma que tiene que cumplir el tubo de silieta y es la ASTM D-3034
 15. La arena a utilizar será de río, conforme a la norma.

- TUBERIA DE CEMENTO**
16. La tubería conforme a la norma C-14 de la ASTM, no deberá utilizarse tubería de diámetro menor de 4"
 17. Toda la tubería se colocará alienada con el desnivel de los planos.
 18. La unión de los tubos se hará con sabieta en ambos lados con proporción 1:3 y se cubrirá con papel o material para evitar el fraguado volento.

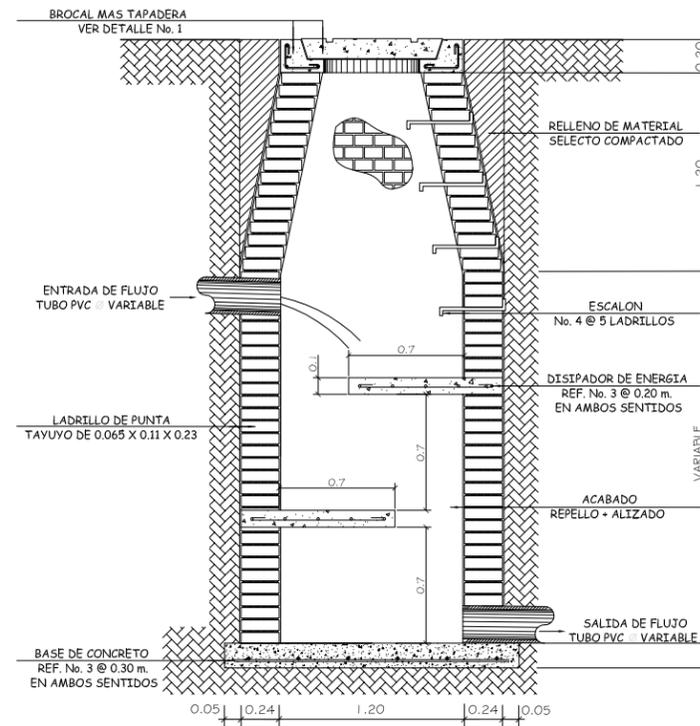
- NOTAS**
- (a) Los brocales y tapaderas de los pozos, deberán curarse según las especificaciones del ACI, antes de la colocación.
 - (b) La tubería deberá acunarse a cada lado del tubo.
 - (c) Cualquier cambio o modificación en obra deberá ser autorizado por el arquitecto o ingeniero supervisor de la obra.



SECCIÓN A - A'

POZO DE VISITA CON DISIPADORES

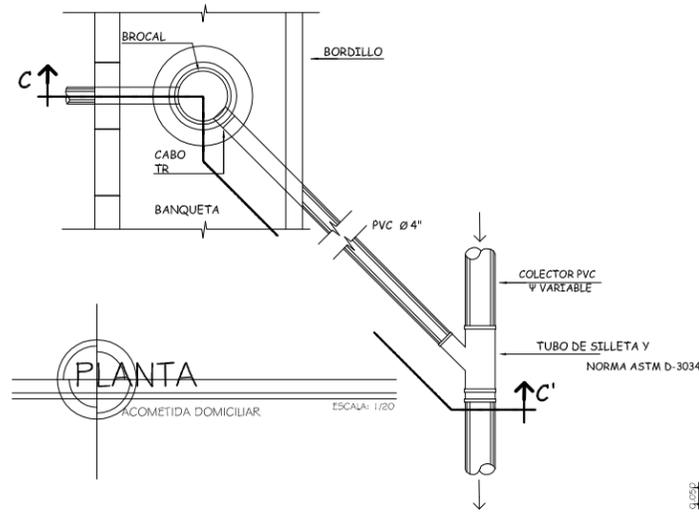
ESCALA: 1/20



SECCIÓN B - B'

POZO DE VISITA CON DISIPADORES

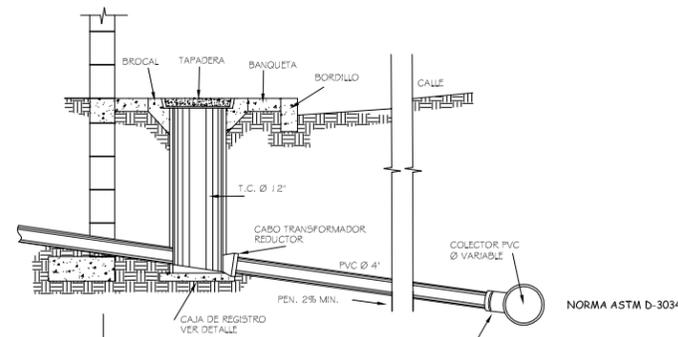
ESCALA: 1/20



PLANTA

ACOMETIDA DOMICILIAR

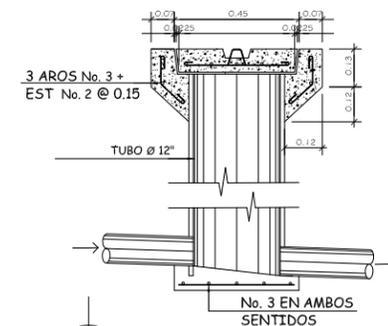
ESCALA: 1/20



SECCIÓN C - C'

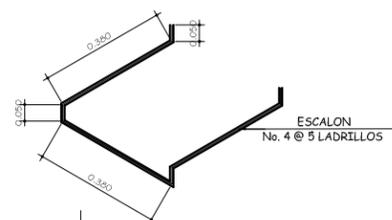
ACOMETIDA DOMICILIAR

ESCALA: 1/20



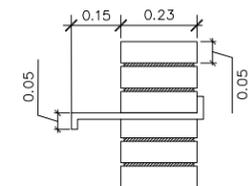
DETALLE DE CAJA DE REGISTRO

ACOMETIDA DOMICILIAR



DETALLE No. 3

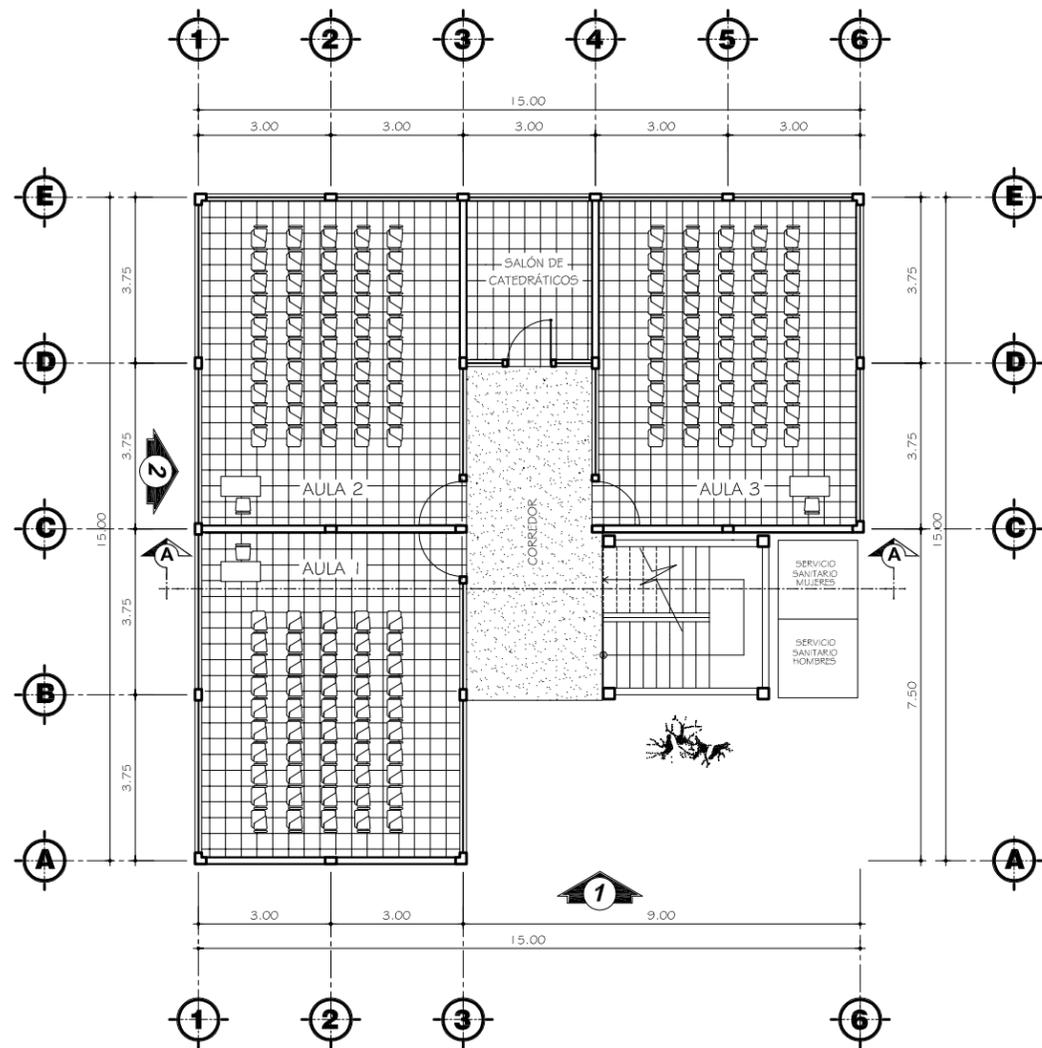
ESCALON



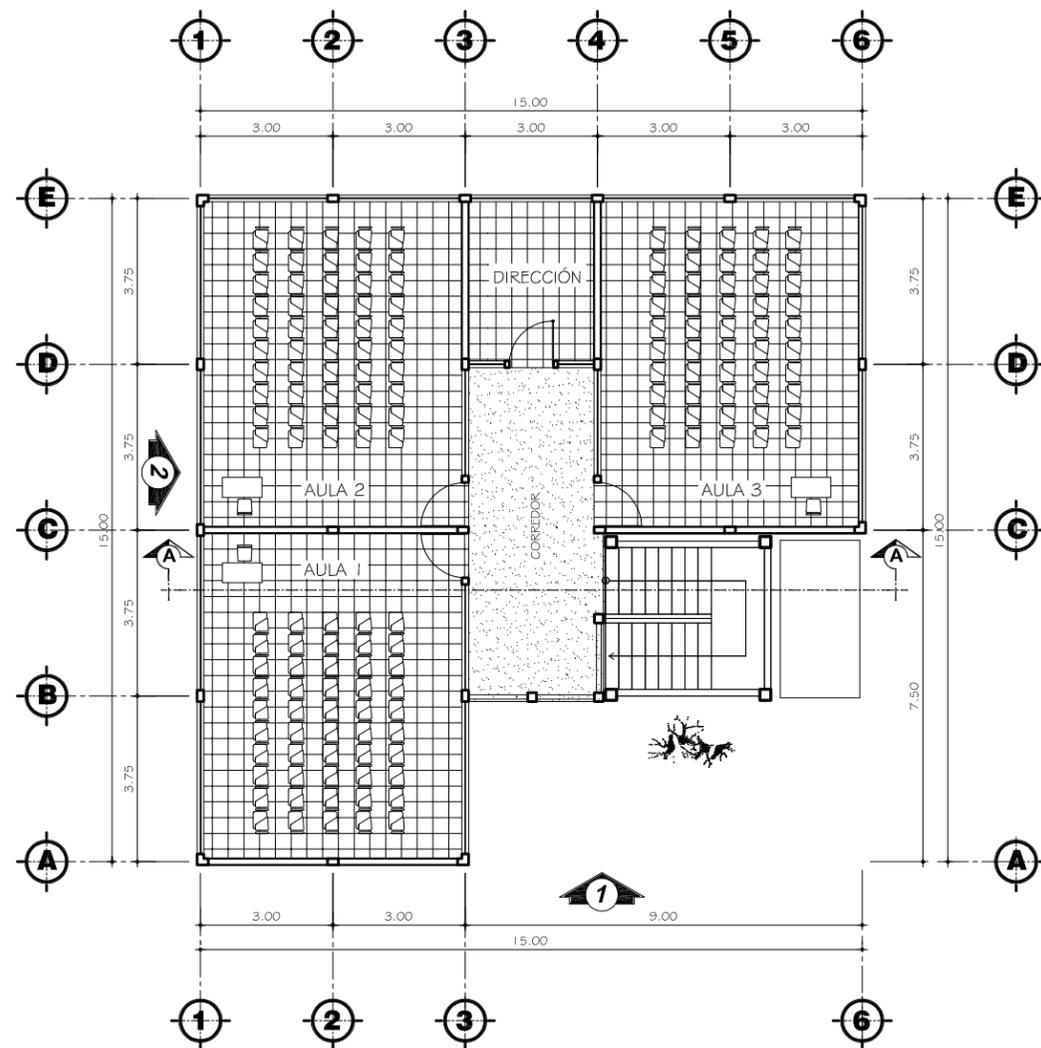
DETALLE No. 3

ESCALON

PROYECTO:			
SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO ALDEA SAN ANTONIO, IXCHIGUÁN, SAN MARCOS.			
PROPIETARIO:			
MUNICIPALIDAD DE IXCHIGUÁN, SAN MARCOS			
DISEÑO: HERNÁN MAZONADO	CONTIENE:	HOJA DE:	
ESCALA: INDICADA	ACOMETIDAS DOMICILIARES Y DETALLES	5/5	
CALZADO: HERNÁN MAZONADO	DIBUJO: HERNÁN MAZONADO	FECHA: MARZO DE 2009	HOJA No.
LEV. TOP: HERNÁN MAZONADO			5
F) Ins. Manuel Amvilaga Asesor Supervisor			



PLANTA PRIMER NIVEL
 ARQUITECTURA
 ESCALA 1 : 75



PLANTA SEGUNDO NIVEL
 ARQUITECTURA
 ESCALA 1 : 75

NOTAS

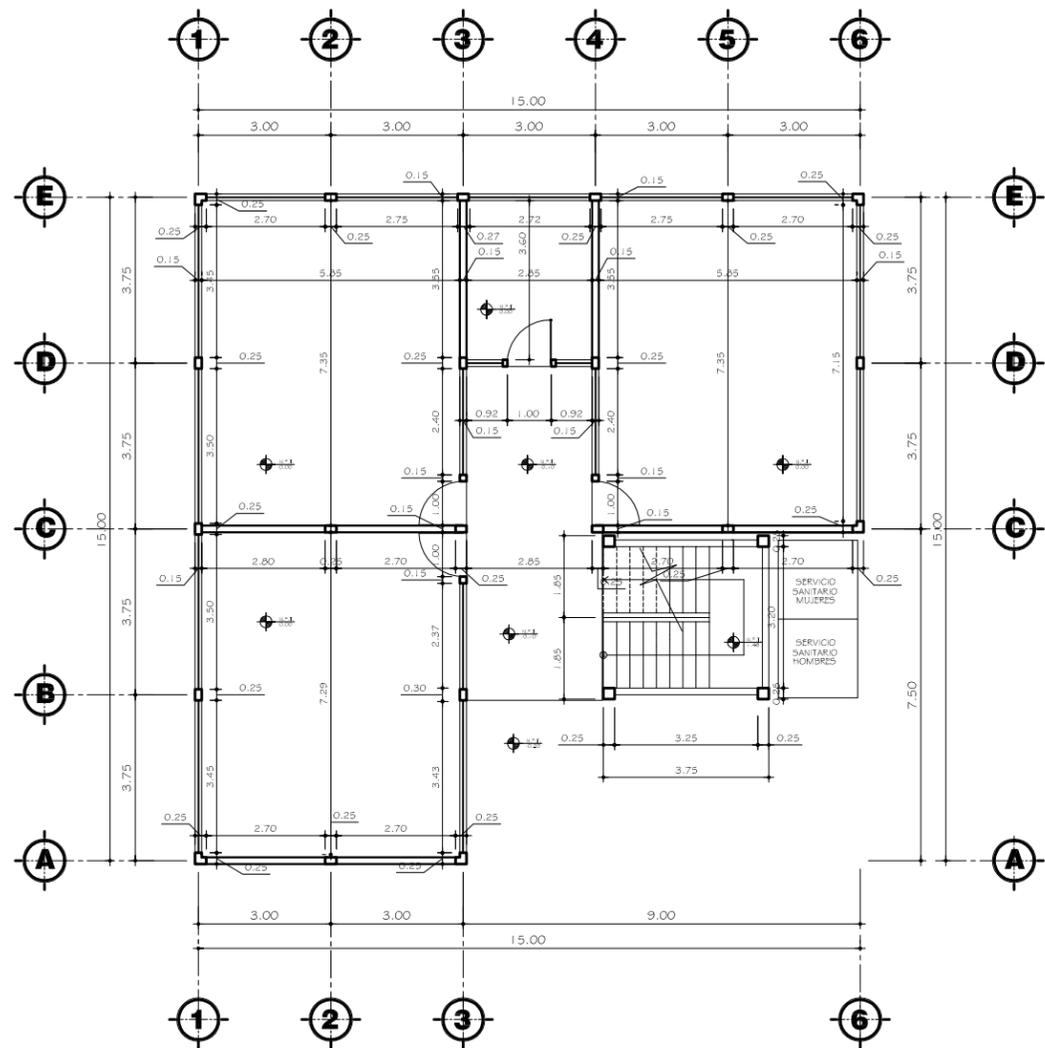


INDICA ELEVACIÓN

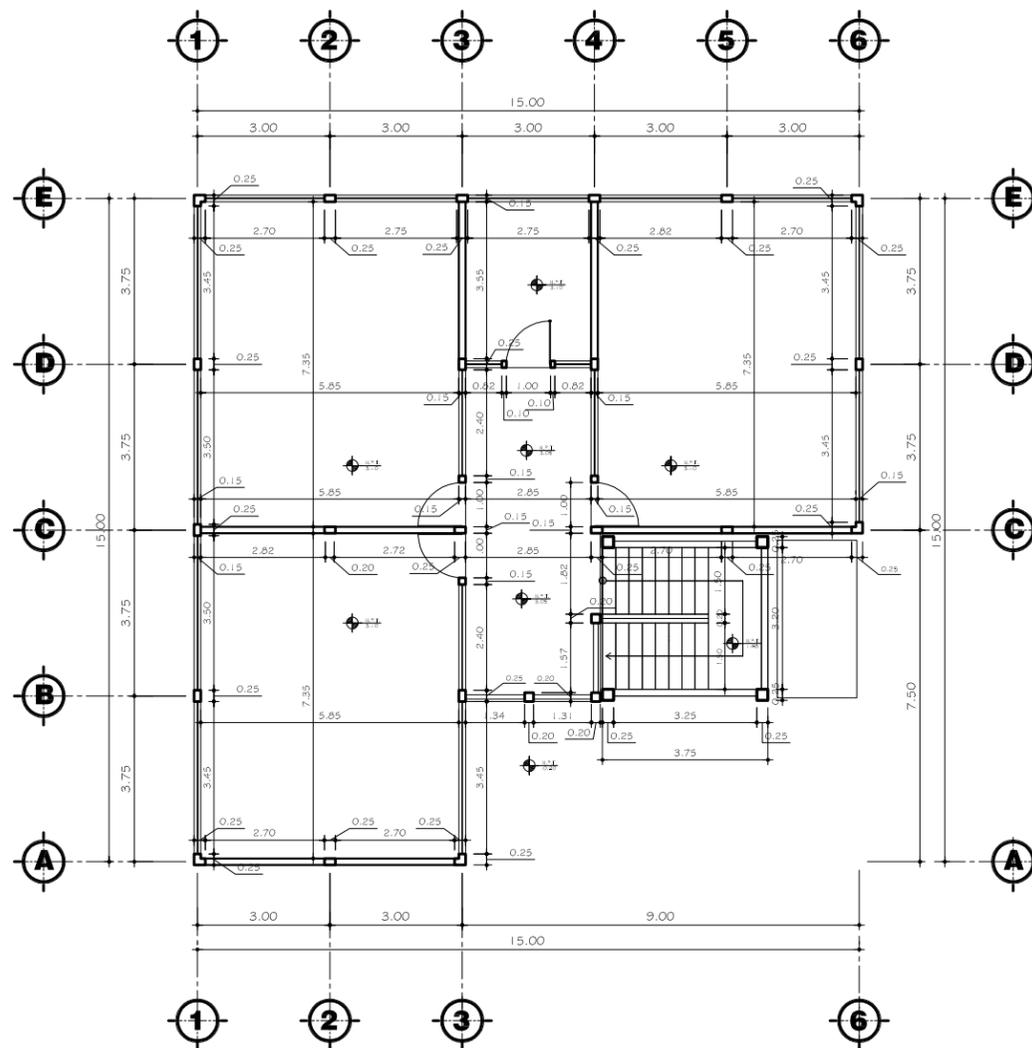


INDICA SECCIÓN O CORTE

PROYECTO:				INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICA CASERÍO BUENOS AIRES, IXCHIGUÁN, SAN MARCOS.	
PROPIETARIO:				MUNICIPALIDAD DE IXCHIGUÁN, SAN MARCOS	
DISEÑO:	HERNÁN MALDONADO	CONTIENE:	PLANTA DE ARQUITECTURA		
ESCALA:	INDICADA	HOJA DE:	1/10		
CALCULO:	HERNÁN MALDONADO	LEV. TOP:	DIBUJO:	HERNÁN MALDONADO	FECHA:
LEV. TOP:	HERNÁN MALDONADO	HERNÁN MALDONADO	MAYO DE 2009	HOJA No.	1
F. Ing. Manuel Armillaga Asesor Supervisor					



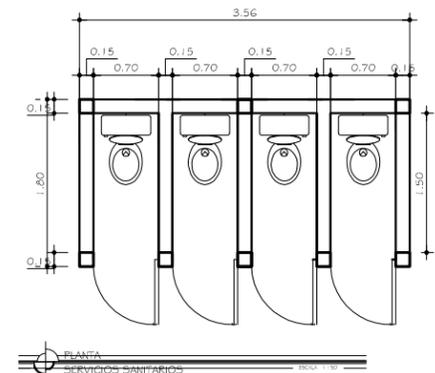
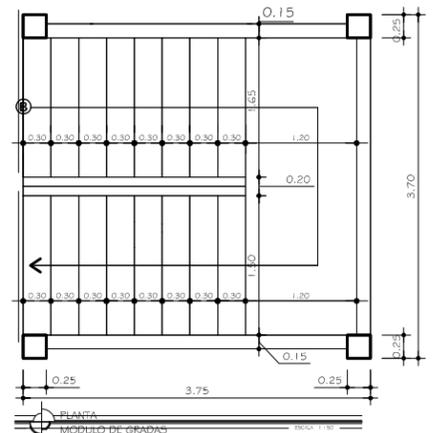
PLANTA PRIMER NIVEL
COTAS + NIVELES
ESCALA 1 : 75



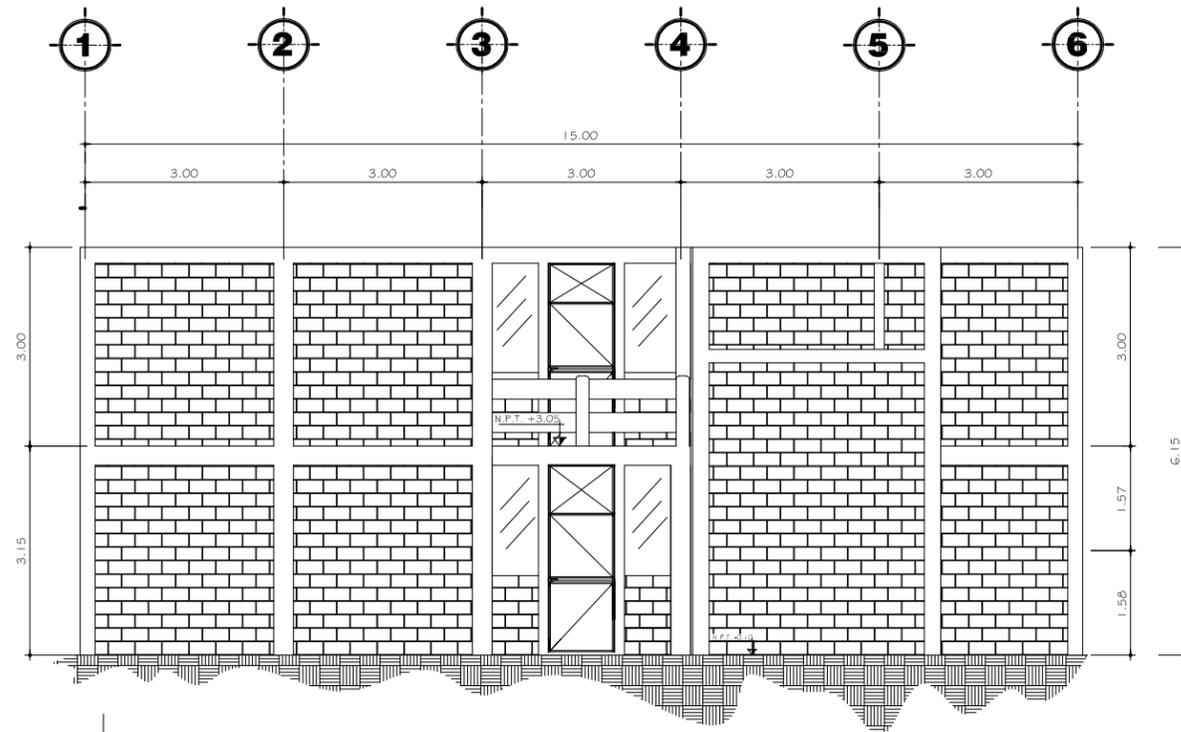
PLANTA SEGUNDO NIVEL
COTAS + NIVELES
ESCALA 1 : 75

NOTAS

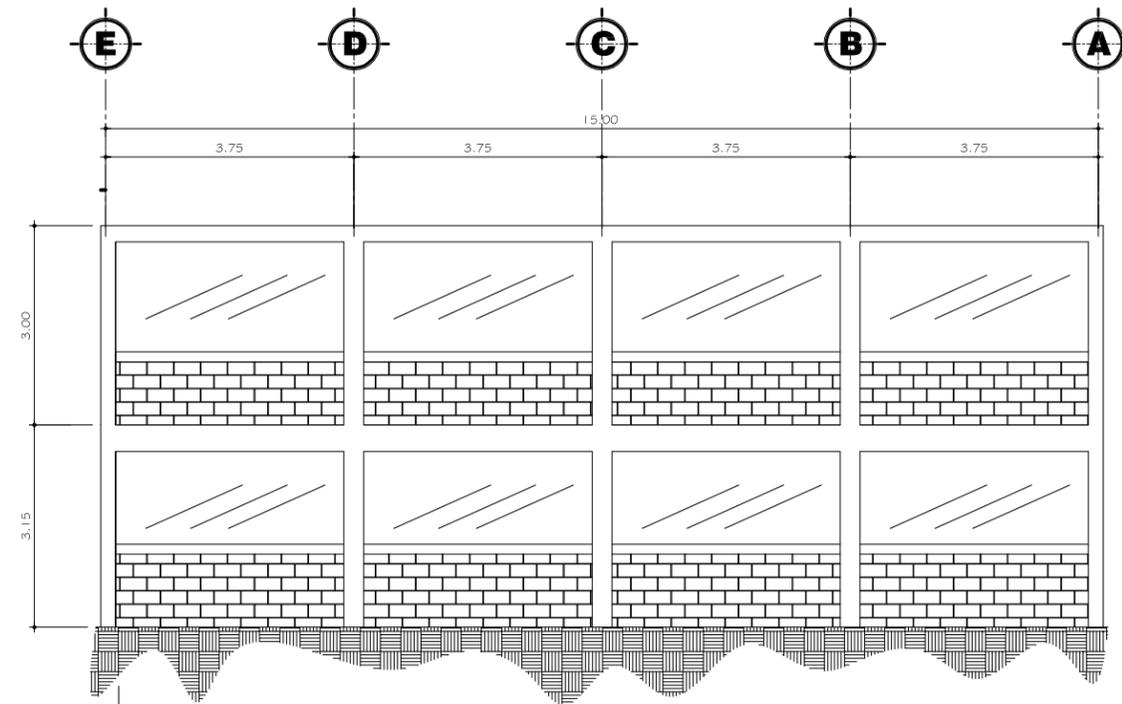
INDICA NIVEL DE PISO TERMINADO



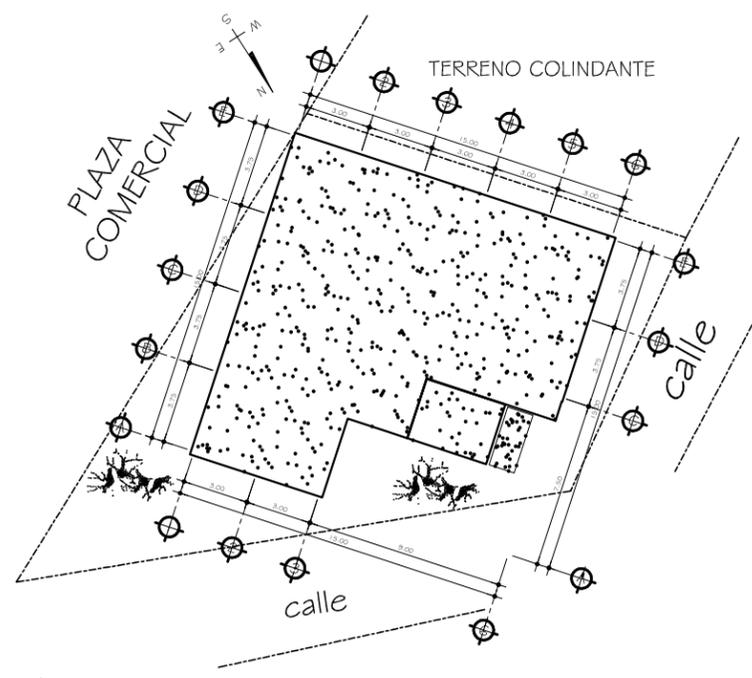
PROYECTO:		INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICA CASERÍO BUENOS AIRES, IXCHIGUÁN, SAN MARCOS.	
PROPIETARIO:		MUNICIPALIDAD DE IXCHIGUÁN, SAN MARCOS	
DISEÑO: HERNÁN MAJONADO	CONTIENE:	PLANTA DE COTAS + NIVELES	HOJA DE: 2/10
ESCALA: INDICADA	DIBUJO:	HERNÁN MAJONADO	FECHA: MAYO DE 2009
CALCULO: HERNÁN MAJONADO	LEV. TOP:	HERNÁN MAJONADO	HOJA No. 2
F. Ing. Manuel Armillaga Asesor Supervisor			



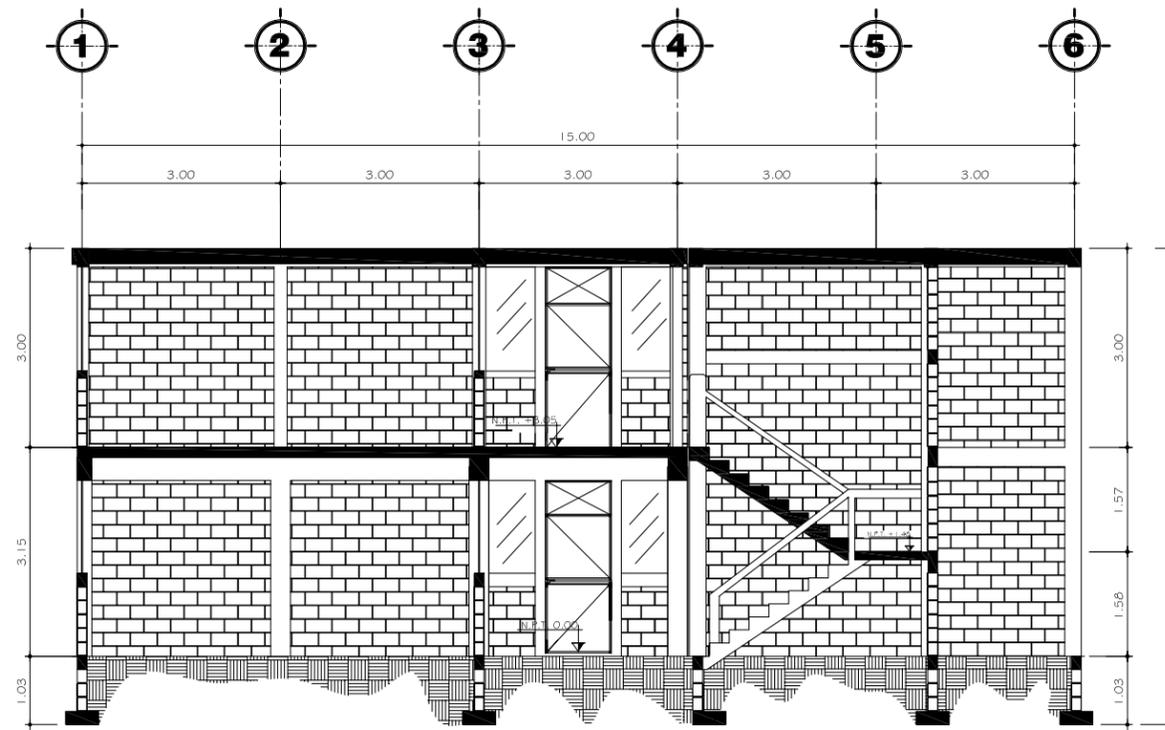
ELEVACIÓN PRINCIPAL I
ESCALA 1 : 50



ELEVACIÓN 2
ESCALA 1 : 50

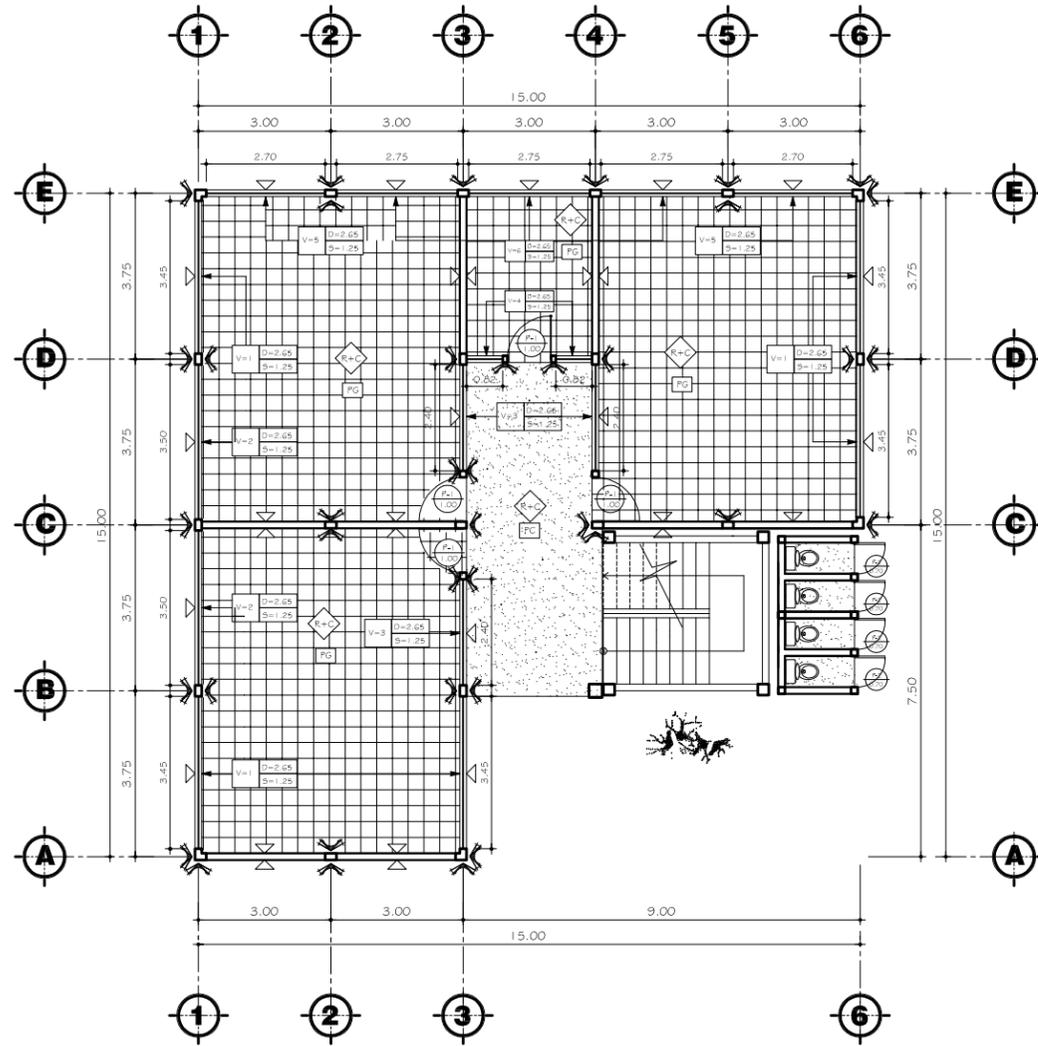


PLANTA DE CONJUNTO
ESCALA 1 : 150

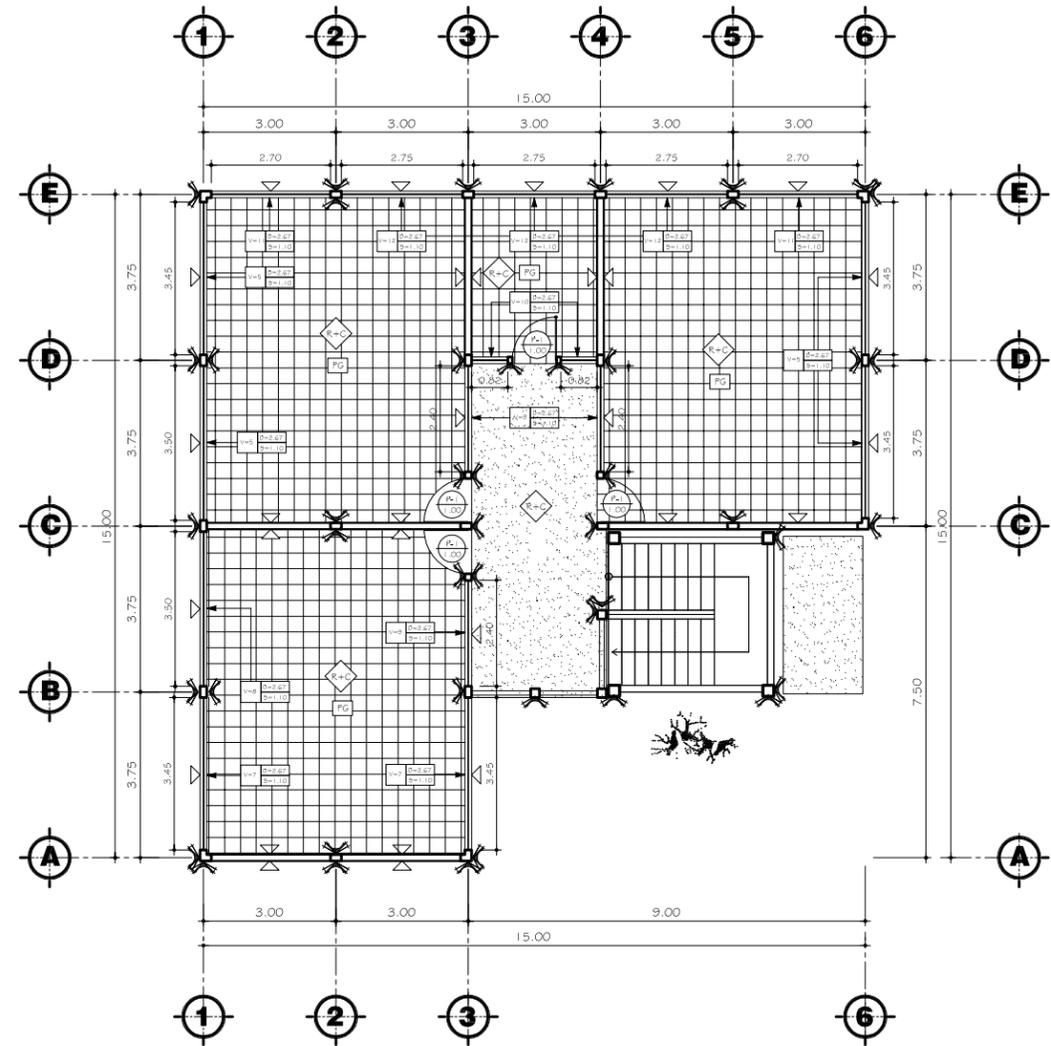


SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 50

PROYECTO:			
INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICA CASERÍO BUENOS AIRES, IXCHIGUÁN, SAN MARCOS.			
PROPIETARIO:			
MUNICIPALIDAD DE IXCHIGUÁN, SAN MARCOS			
DISEÑO:	CONTIENE:	HOJA DE:	
HERNÁN MAJONADO	ELEVACIONES + CORTES	3/10	
ESCALA:	INDICADA	HOJA No.	
CAJALILLO:		3	
HERNÁN MAJONADO	DIBUJO:	FECHA:	
LEV. TOP:	HERNÁN MAJONADO	MAYO DE 2009	
F. Ing. Manuel Armillaga Asesor Supervisor			



PLANTA PRIMER NIVEL
PUERTAS Y VENTANAS + ACABADOS
ESCALA 1 : 75



PLANTA SEGUNDO NIVEL
PUERTAS Y VENTANAS + ACABADOS
ESCALA 1 : 75

NOTAS

NOMENCLATURA	
SIMBOLOGIA	DESCRIPCION
	INDICA TIPO DE PUERTA
	INDICA ANCHO DE VANGO
	INDICA TIPO DE VENTANA
	INDICA ACABADO EN LOSA REPELLO + CERNEADO
	INDICA PISO DE GRANITO
	INDICA PLANCHAS DE CONCRETO
	INDICA ACABADO DE BLOCK VISTO
	INDICA ACABADO EN COLUMNAS TALLADO CONCERNIDO

PLANILLA DE VENTANAS						
TIPO	ANCHO	ALTO	SILLAR	DINTEL	CANT.	DESCRIPCION
V-1	3.45	1.40	1.25	2.65	5	METAL + VIDRIO, según especificaciones técnicas o detalle de ventanas.
V-2	3.50	1.40	1.25	2.65	2	
V-3	2.40	1.40	1.25	2.65	3	
V-4	0.82	1.40	1.25	2.65	2	
V-5	2.70	1.40	1.25	2.65	2	
V-6	2.75	1.40	1.25	2.65	3	
V-7	3.45	1.57	1.25	2.67	5	
V-8	3.50	1.57	1.25	2.67	2	
V-9	2.40	1.57	1.25	2.67	3	

PLANILLA DE VENTANAS						
TIPO	ANCHO	ALTO	SILLAR	DINTEL	CANT.	DESCRIPCION
V-10	0.82	1.57	1.25	2.67	2	METAL + VIDRIO, según especificaciones técnicas o detalle de ventanas.
V-11	2.70	1.57	1.25	2.67	2	
V-12	2.75	1.57	1.25	2.67	3	

PLANILLA DE PUERTAS						
TIPO	ANCHO	ALTO	S.L.	DINTEL	CANT.	DESCRIPCION
P-1	1.00	2.75	0.00	2.75	8	METAL CON MARCOS DE METAL
P-2	0.70	2.00	0.00	2.00	4	

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE ACABADOS

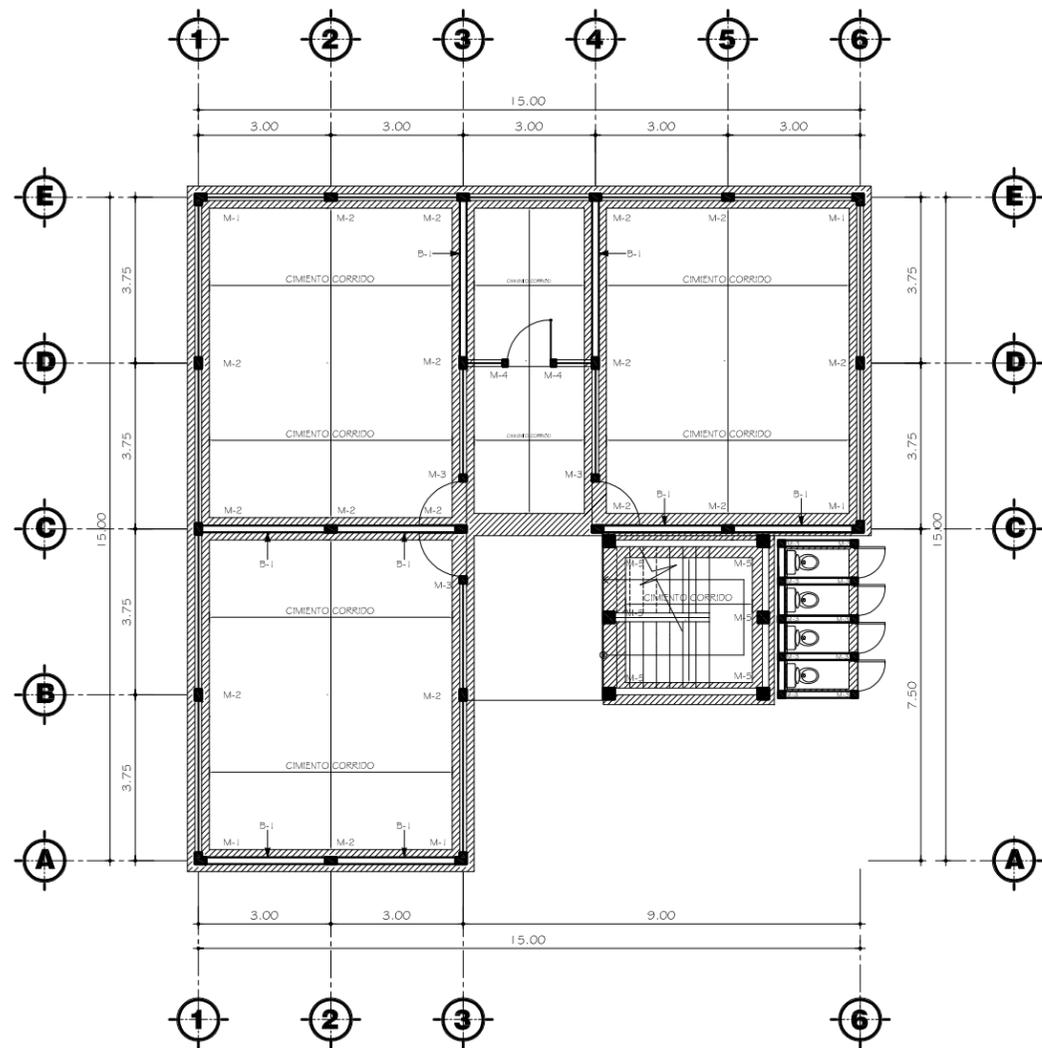
- Todo el piso será de granito, grano blanco con fondo gris; de 0.30m x 0.30m pulido y lustrado in situ.
- El piso del segundo nivel será colocado sobre el mezcón.
- El techo y entrepiso sera de concreto, con un espesor de 0.10m.
- Todas las banquetas exteriores serán de concreto con un peralte de 0.10m.

PUERTAS DE METAL: tubo cuadrado de 1"x1"+ láminas de acero cal. 16ⁿ, pintadas con dos manos de pintura anticorrosiva color negro.

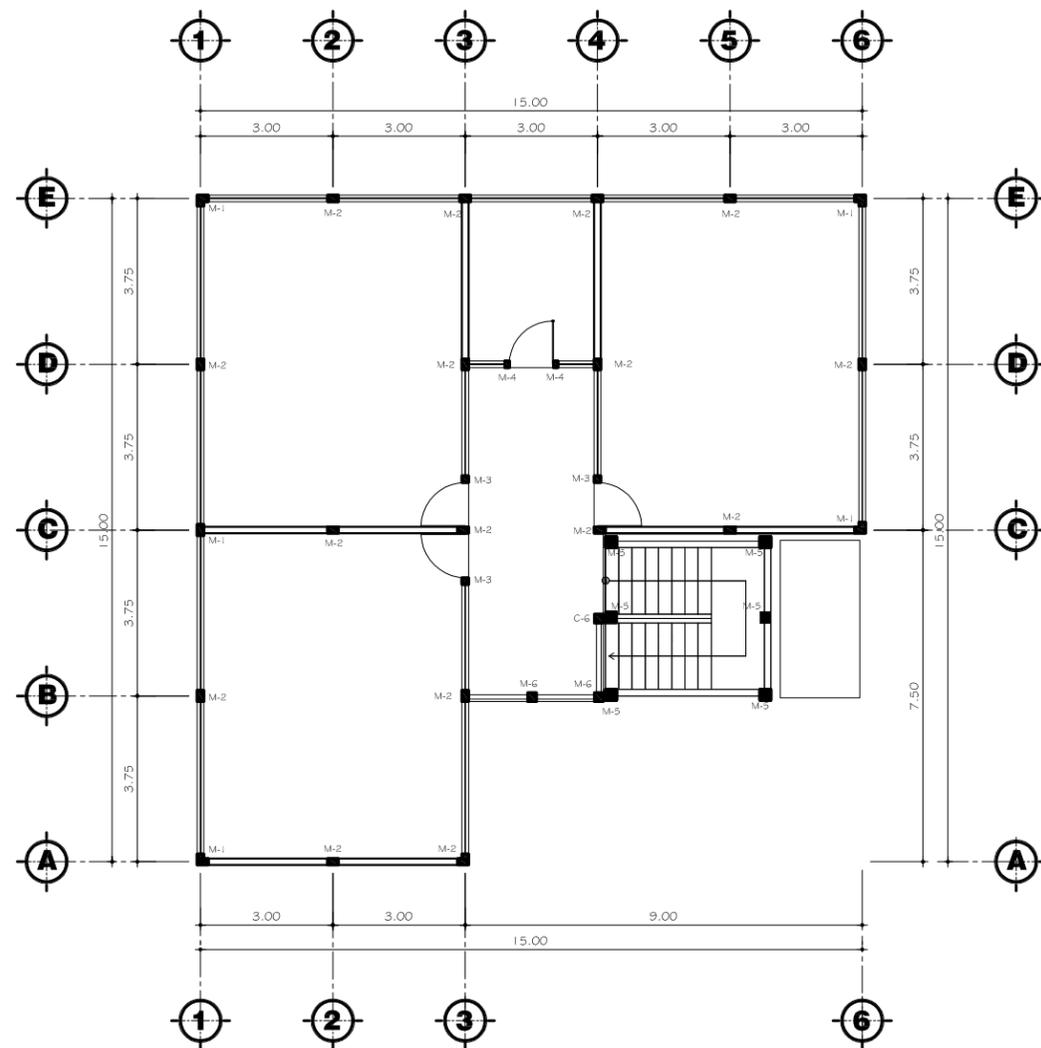
VENTANAS DE METAL: con angular 1"x½" + tee 1"x1"x½" + angular ½"x½" y con vidrio transparente de 4mm fijo y abatible, pintadas con dos manos de pintura anticorrosiva color negro y una mano de esmalte color a elegir.

Todas las medidas de sillares y dinteles estan dadas con referencia al nivel de piso terminado +0.00

PROYECTO:		INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICA CASERÍO BUENOS AIRES, IXCHIGUÁN, SAN MARCOS.	
PROPIETARIO:		MUNICIPALIDAD DE IXCHIGUÁN, SAN MARCOS	
DISEÑO: HERNÁN MAJONADO	CONTIENE:	PLANTA DE PUERTAS Y VENTANAS + ACABADOS	
ESCALA: INDICADA	INDICADA	HOJA DE:	4/10
CALCULO: HERNÁN MAJONADO	DIBUJO: HERNÁN MAJONADO	FECHA:	MAYO DE 2.009
LEV. TOP:			HOJA No. 4
F. Ing. Manuel Armillaga Asesor Supervisor			



PLANTA PRIMER NIVEL
CIMENTOS + MOCHETAS
ESCALA 1 : 75



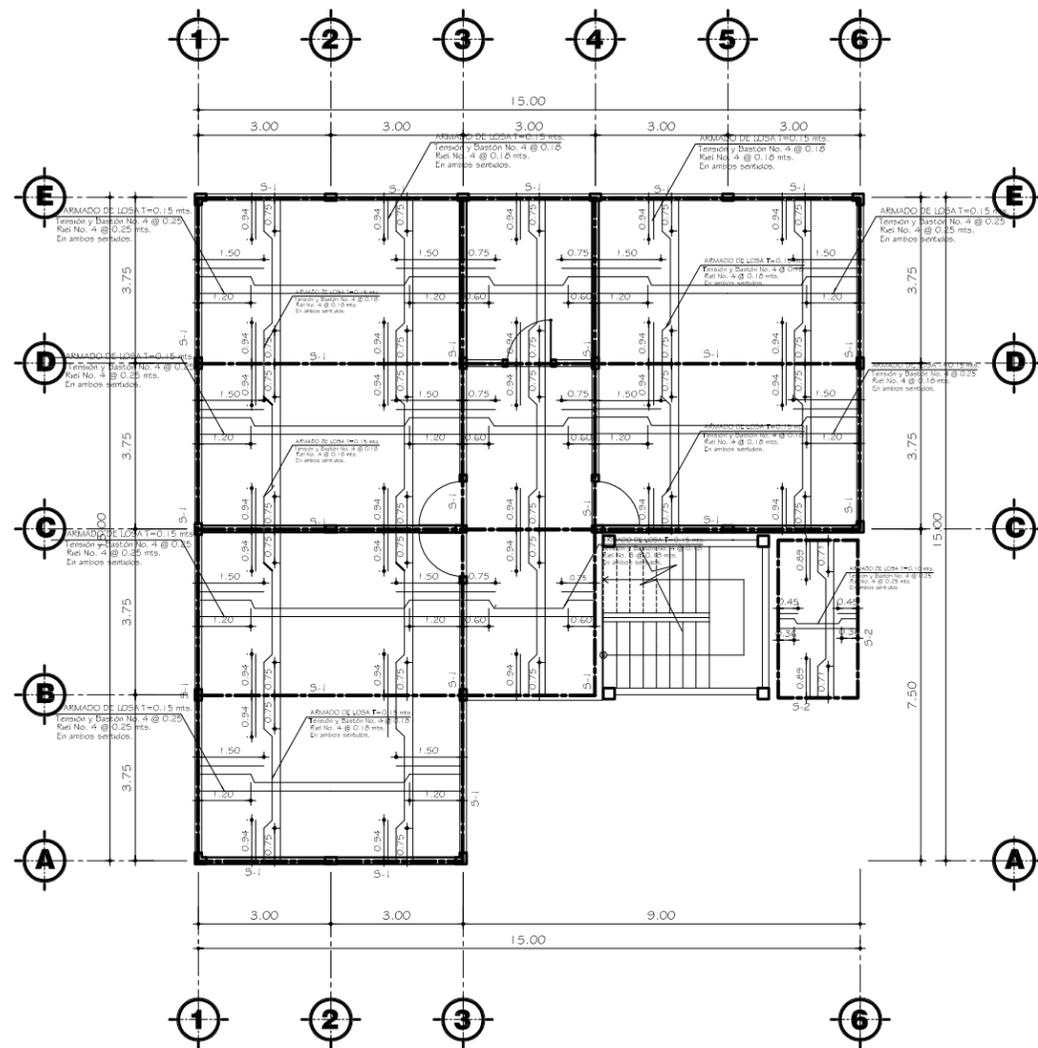
PLANTA SEGUNDO NIVEL
CIMENTOS + MOCHETAS
ESCALA 1 : 75

NOTAS

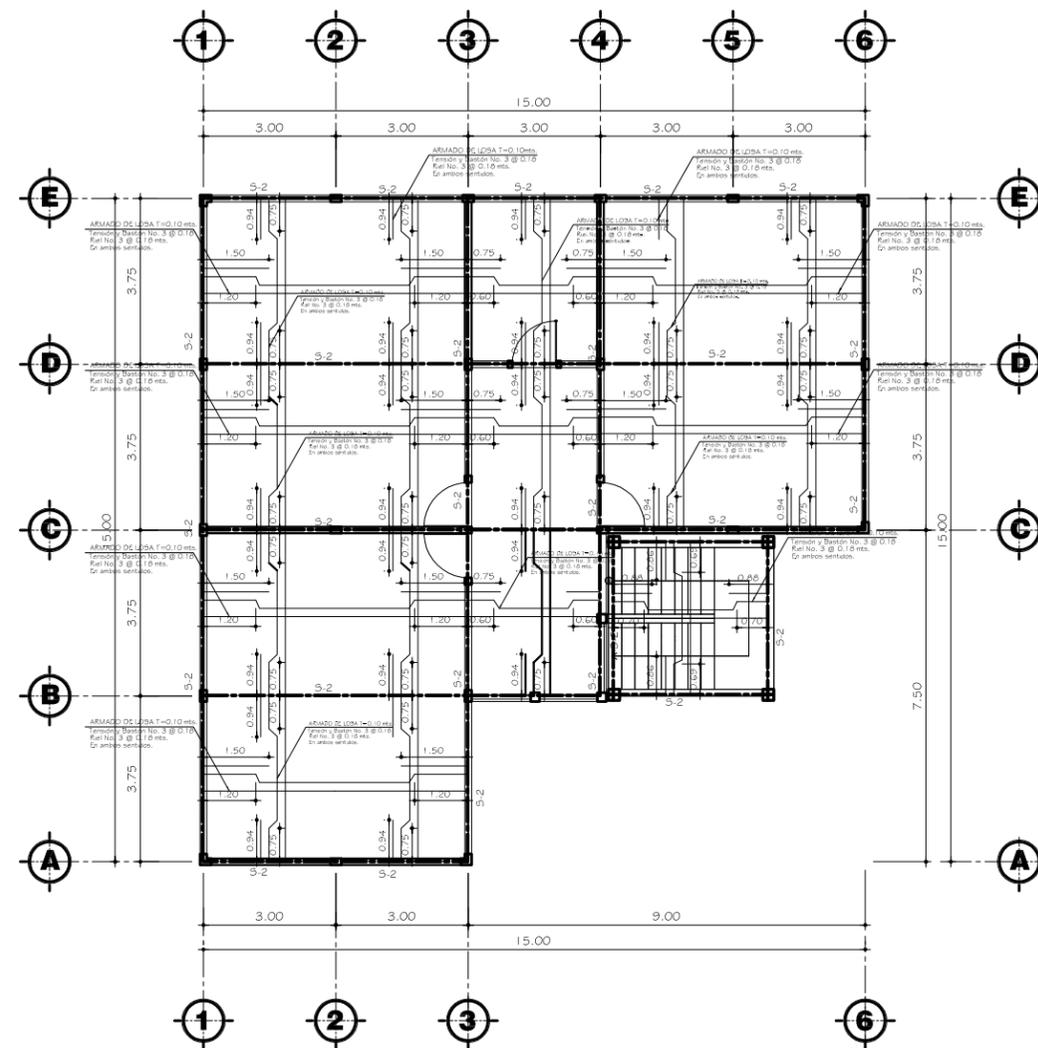
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CIMENTOS Y MOCHETAS	
ACERO DE REFUERZO:	
1. El acero deberá tener un $f_y = 2,800 \text{ kg/cm}^2$	
2. Ganchos diámetro mínimo de dobléz para vanillas del No. 3 al No. 6: 1.5 diámetros de la vanilla	
3. Longitudes de desarrollo de vanillas sujetas a tensión y traslapes. No. 4 0.30 mts. No. 5 Y No. 6 0.36 mts.	
4. Todas las vanillas se doblarán en frío	
5. Código de diseño ACI 318-71	
MUROS:	
6. El levantado de muro se hará con block de 0.15x0.20x0.40mts. unido con sabieta en proporción 1:3 (cemento+arena de río)	
7. El peso de los muros = 200 kg/m ²	

CONCRETO:	
8. El concreto deberá tener un $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	
9. La relación del concreto será 1:2:3 (cemento + areba + pedrin) agua/cemento máxima permisible 29.3 lts./saco de cemento; para un m ³ de concreto, usar: 9 sacos de cemento, 12 de arena y 12 de pedrin.	
10. El agregado grueso (pedrin) deberá tener un diámetro mínimo 1/2" y un diámetro máximo de 1, 1/2"	
11. Recubrimientos mínimos: soleras 2.5 a 3 cms. mochetas 2.5 a 3 cms. cimientos 7 cms.	
CARGAS:	
12. concreto	2,400 kg/m ³
13. suelo	1,600 kg/m ³
14. viva entre piso	200 kg/m ²
15. viva techo	100 kg/m ²
16. muro	200 kg/m ²
NOTAS:	
A) cualquier cambio o modificación en obra deberá ser autorizado por el Arquitecto o Ingeniero supervisor de la obra.	

PROYECTO:			
INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICA CASERÍO BUENOS AIRES, IXCHIGUÁN, SAN MARCOS.			
PROPIETARIO:			
MUNICIPALIDAD DE IXCHIGUÁN, SAN MARCOS			
DISEÑO:	CONTIENE:	HOJA DE:	
HERNÁN MAZÓNADO	PLANTA DE CIMENTOS + MOCHETAS	5/10	
ESCALA:	INDICADA	HOJA No.	
CALCULO:	HERNÁN MAZÓNADO	5	
LEV. TOP:	HERNÁN MAZÓNADO	FECHA:	MAYO DE 2009
F) Ing. Manuel Armillaga Asesor Supervisor			



PLANTA PRIMER NIVEL
LOSAS
ESCALA 1 : 75



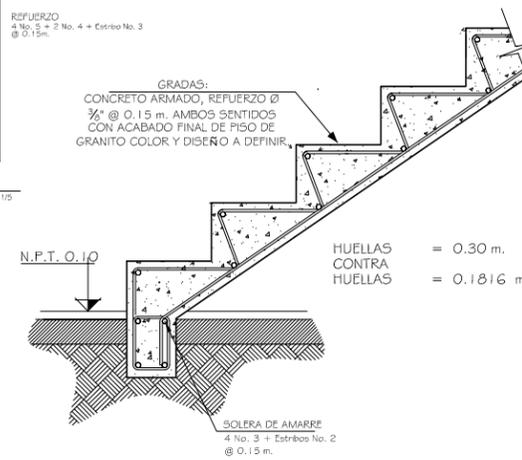
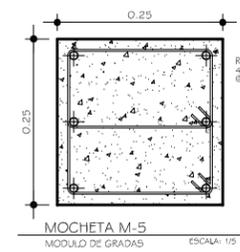
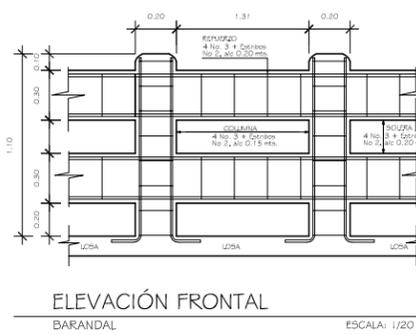
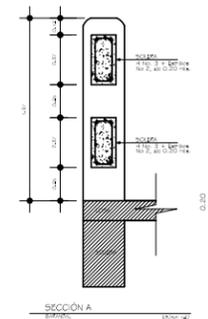
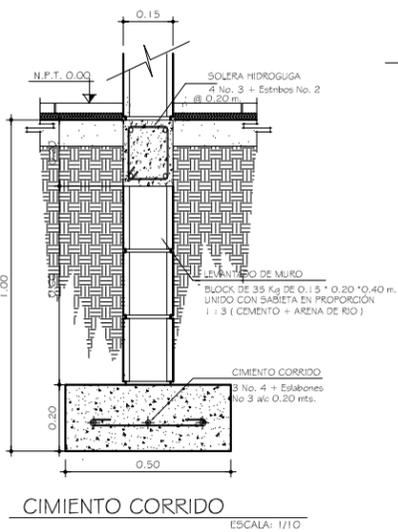
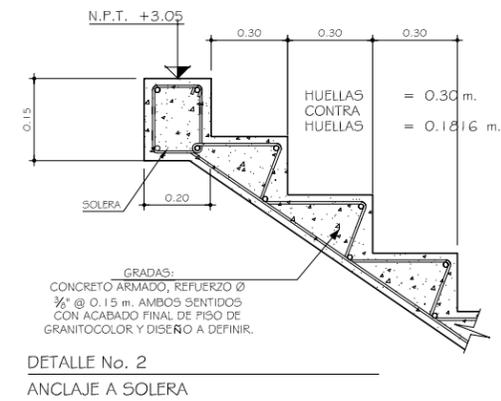
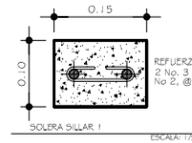
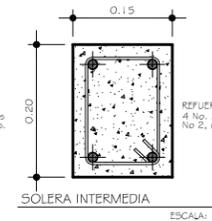
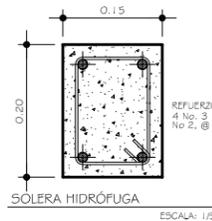
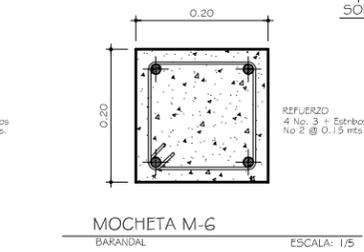
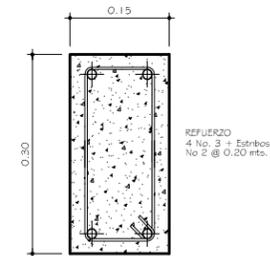
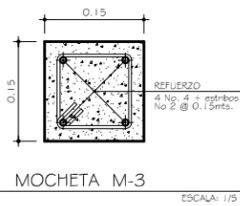
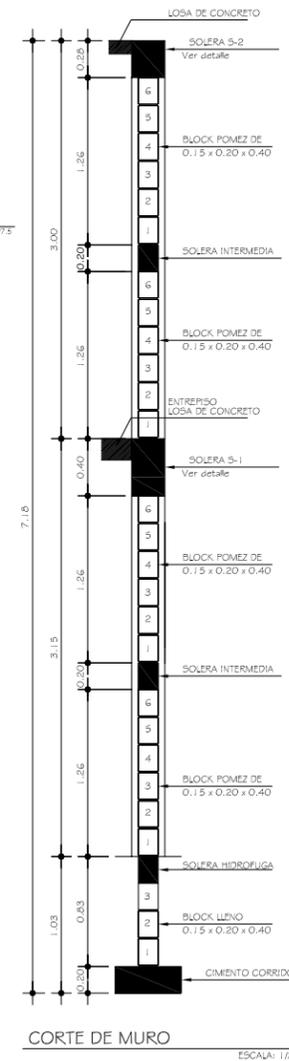
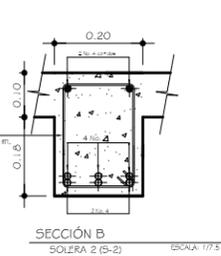
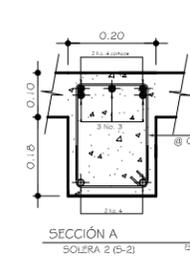
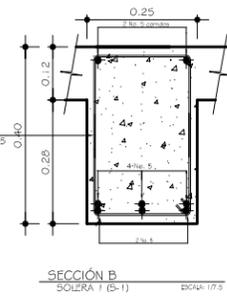
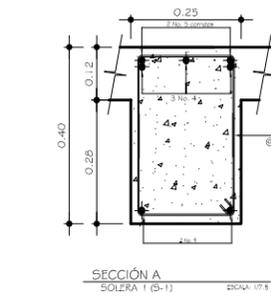
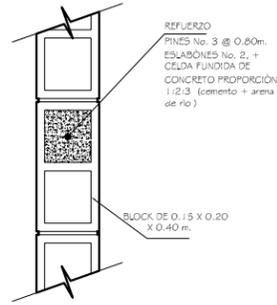
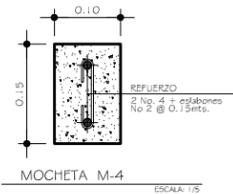
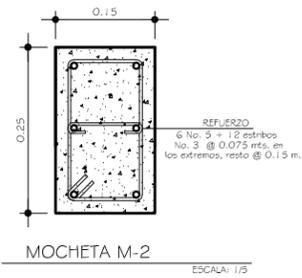
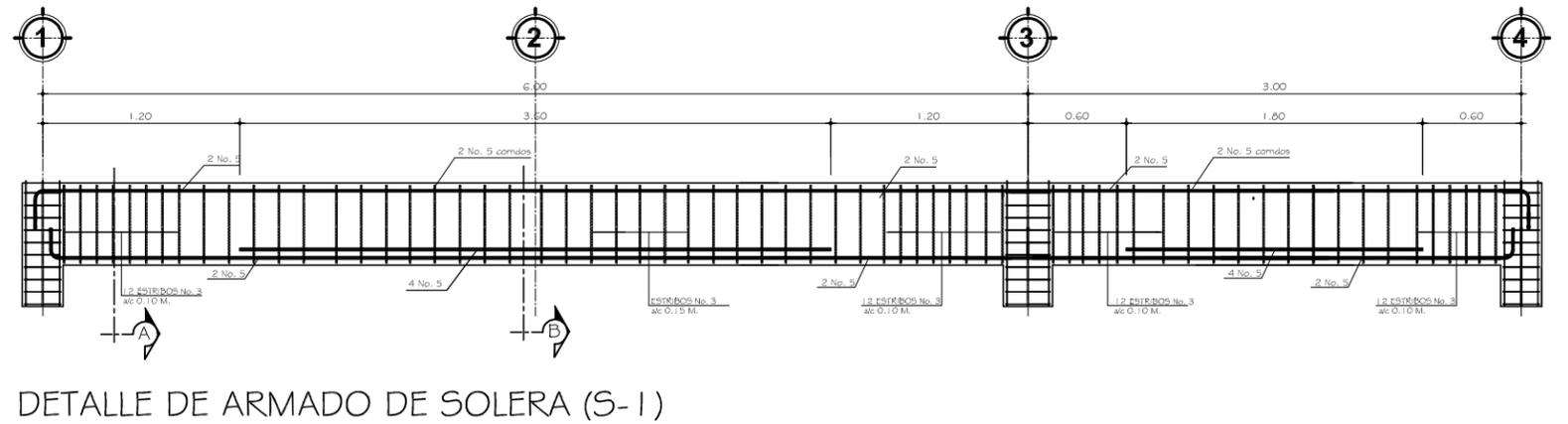
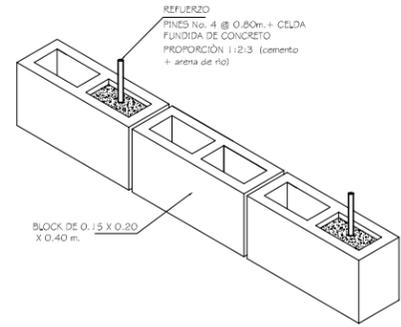
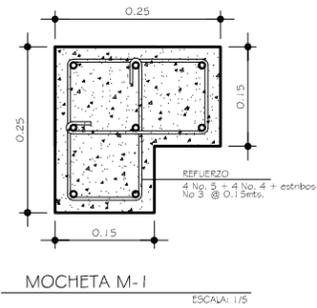
PLANTA SEGUNDO NIVEL
LOSAS
ESCALA 1 : 75

NOTAS

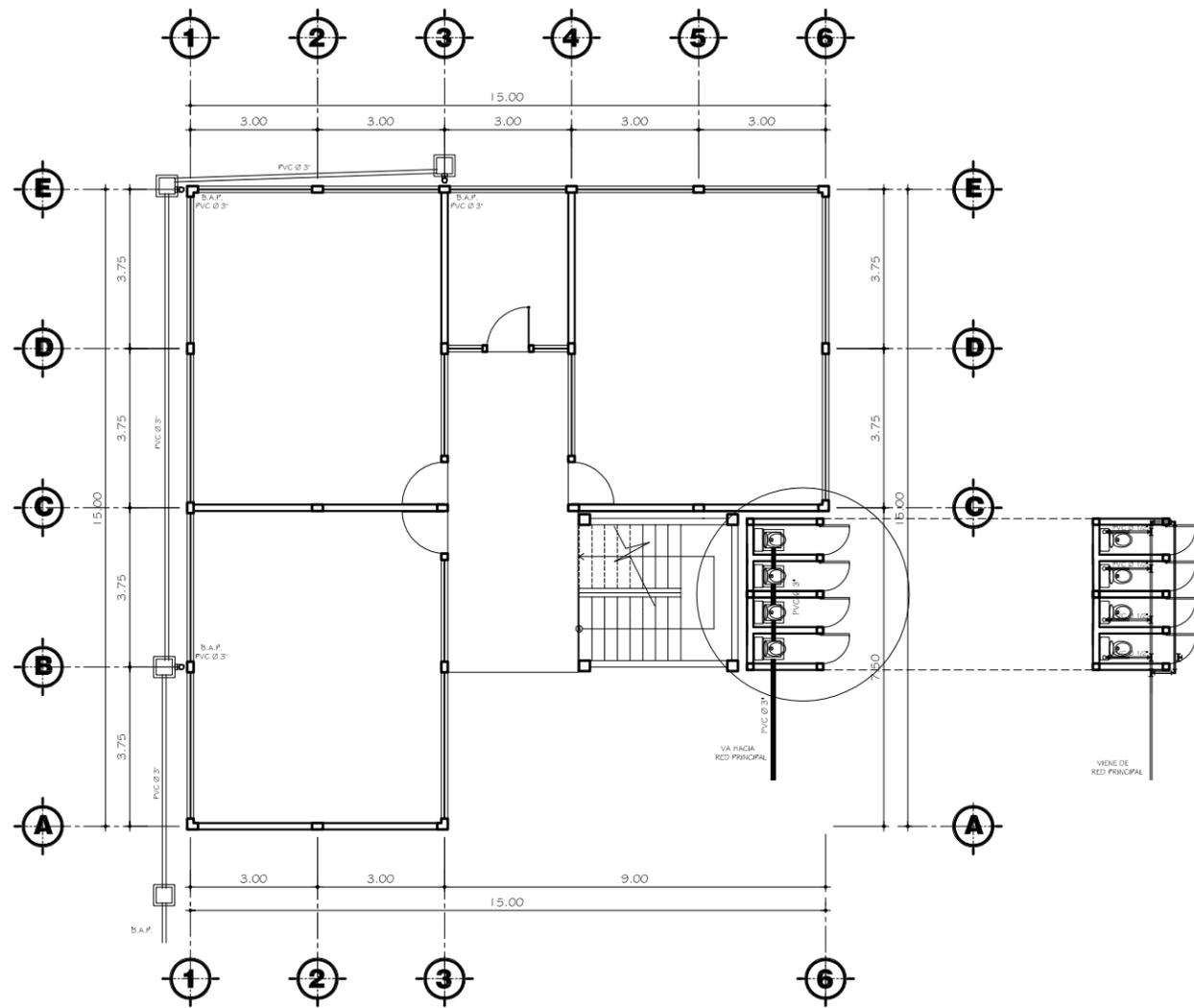
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS LOSAS	
ACERO DE REFUERZO:	
1. El acero deberá tener un $f_y = 2,800 \text{ kg/cm}^2$	
2. Ganchos diámetro mínimo de dobléz para vanillas del No. 3 al No. 6; 1.5 diámetros de la vanilla	
3. Longitudes de desarrollo de vanillas sujetas a tensión y traslapes. No. 4 0.30 mts. No. 5 Y No. 6 0.36 mts.	
4. Todas las vanillas se doblarán en frío	
5. Código de diseño ACI 318-71	
CONCRETO:	
6. El concreto deberá tener un $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	
7. La relación del concreto será 1:2:3 (cemento + areba + pedrín) agua/cemento máxima permisible 29.3 lts./saco de cemento; para un m3 de concreto, usar: 9 sacos de cemento, 12 de arena y 12 de pedrín.	
8. El agregado grueso (pedrín) deberá tener un diámetro mínimo 1/2" y un diámetro máximo de 1 1/2"	
9. Recubrimientos mínimos: vigas 2.5 a 3 cms.	

CARGAS:	
10. concreto	2,400 kg/m^3
11. suelo	1,600 kg/m^3
12. viva entre piso	200 kg/m^2
13. viva techo	100 kg/m^2
14. muro	200 kg/m^2
NOTAS:	
A) cualquier cambio o modificación en obra deberá ser autorizado por el Arquitecto o Ingeniero supervisor de la obra.	

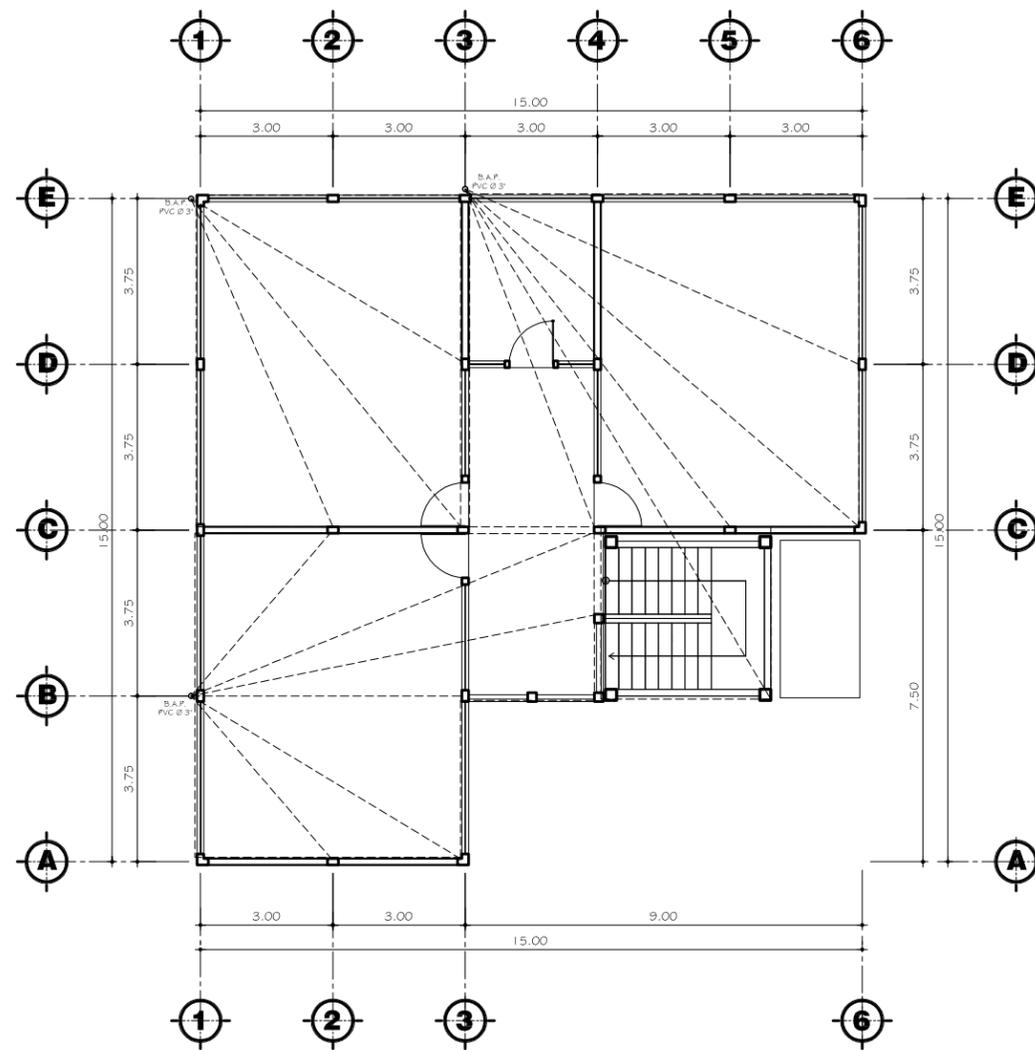
PROYECTO:			
INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICA CASERÍO BUENOS AIRES, IXCHIGUÁN, SAN MARCOS.			
PROPIETARIO:			
MUNICIPALIDAD DE IXCHIGUÁN, SAN MARCOS			
DISEÑO:	CONTIENE:	HOJA DE:	
ESCALA:	INDICADA	6/10	
CALCULO:	INDICADA		
LEV. TOP:	INDICADA		
DIBUJO:	HERNÁN MALDONADO	FECHA:	MAYO DE 2009
			HOJA No.
			6
F. Ins. Manuel Arvizola Ingeniero Supervisor			



PROYECTO:				INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICA CASERÍO BUENOS AIRES, IXCHIGUÁN, SAN MARCOS.	
PROPIETARIO:				MUNICIPALIDAD DE IXCHIGUÁN, SAN MARCOS	
DISEÑO:	HERNÁN MAJONADO	CONTIENE:	DETALLES ESTRUCTURALES		
ESCALA:	INDICADA	HOJA DE:	7/10		
CALCULO:	HERNÁN MAJONADO	DIBUJO:	HERNÁN MAJONADO	FECHA:	MAYO DE 2009
LEV. TOP:	HERNÁN MAJONADO	HOJA No.:	7		
F. Ing. Manuel Armillaga Asesor Supervisor					



PLANTA PRIMER NIVEL
DRENAJES ESCALA 1 : 75



PLANTA SEGUNDO NIVEL
DRENAJES ESCALA 1 : 75

NOTAS

SIMBOLOGÍA DRENAJES		SIMBOLOGÍA DE HIDRAULICA	
	CAJA UNIFICADA		TUBERIA PVC DIAMETRO INDICADO PARA AGUA
	CAJA REPOSICION		CODO VERTICAL PVC 90° DIAMETRO INDICADO
	TUBERIA PVC DIAMETRO INDICADO PARA AGUAS PLUVIALES		CODO HORIZONTAL PVC 90° DIAMETRO INDICADO
	TUBERIA PVC DIAMETRO INDICADO PARA AGUAS RESIDUALES		TEE HORIZONTAL DIAMETRO INDICADO
	TUBERIA PVC DIAMETRO INDICADO PARA AGUAS RESIDUALES		TEE HORIZONTAL DIAMETRO INDICADO
	B.A.F.		TUBERIA PVC DIAMETRO INDICADO

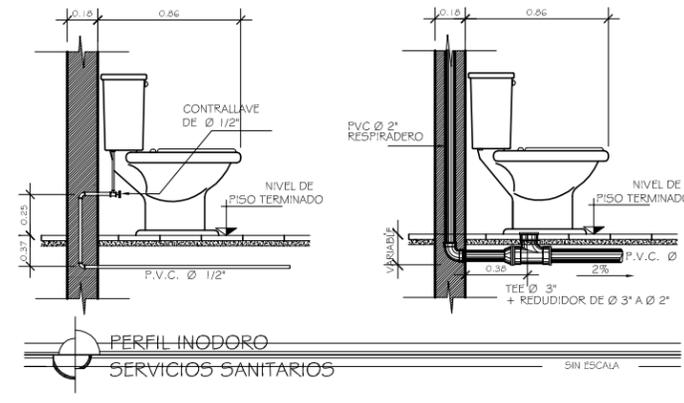
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

DRENAJES:

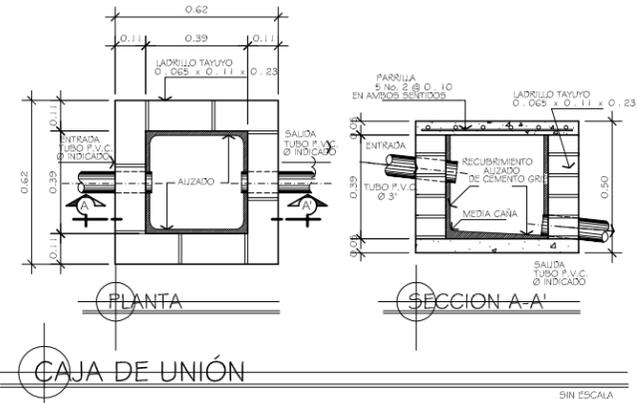
- Toda la instalación de drenajes deberá quedar a una profundidad mínima de 0.40 Mts. debajo de la instalación de pimetral + una capa de material selecto de 0.10 mts. de espesor.
- Todas las baguetas de agua pluvial serán de PVC Ø 3" y las uniones a las cajas con tubería de Ø indicado en la planta.

HIDRAULICA:

- Toda la tubería deberá tener una pendiente mínima del 2% salvo otra indicación.
- La tubería deberá quedar a una profundidad mínima de 0.30 mts bajo el nivel de piso terminado.
- La tubería deberá probarse sin artefactos a una presión de 50 lbs./Pulg.2 durante una hora sin disminución de presión mayor de 5 lbs./Pulg.2

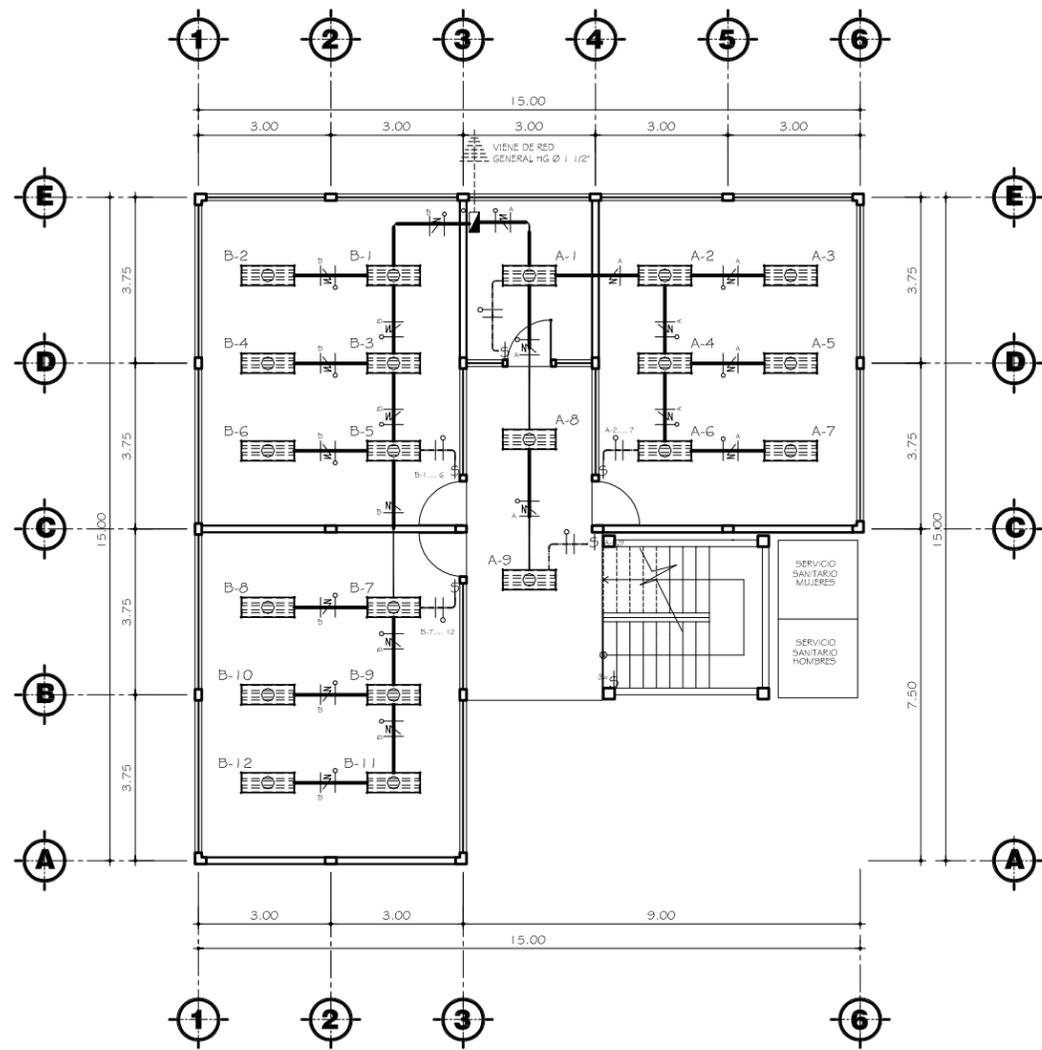


PERFIL INODORO
SERVICIOS SANITARIOS SIN ESCALA

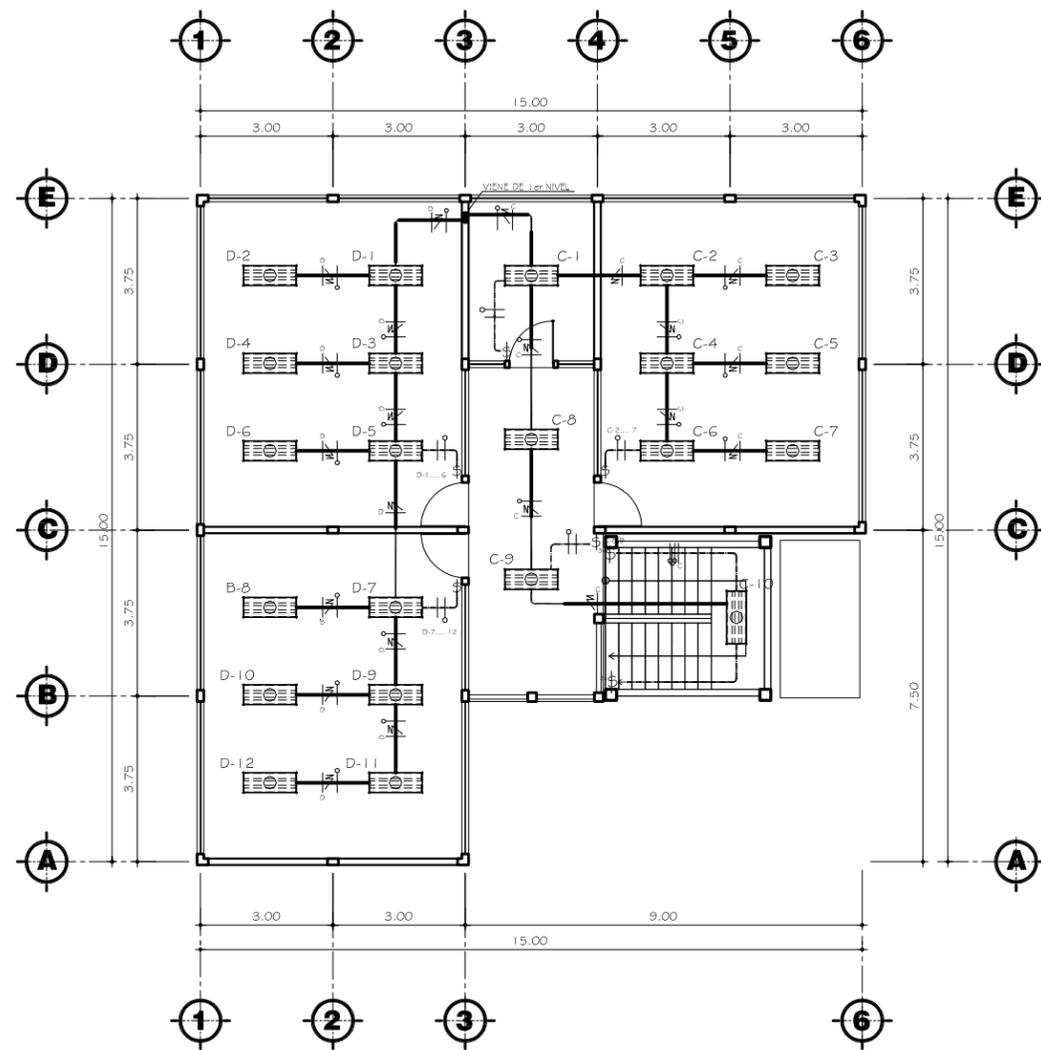


CAJA DE UNIÓN SIN ESCALA

PROYECTO: INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICA CASERÍO BUENOS AIRES, IXCHIGUÁN, SAN MARCOS.			
PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE IXCHIGUÁN, SAN MARCOS			
DISEÑO: HERIBÁN MAZONADO	CONTIENE: PLANTA DE INSTALCIÓN HIDRAULICA + SANITARIA	HOJA DE: 8/10	
ESCALA: INDICADA	DIBUJO: HERIBÁN MAZONADO		FECHA: MAYO DE 2009
LEV. TOP: HERIBÁN MAZONADO	HOJA No. 8		F. Ing. Manuel Armijo Asesor Supervisor



PLANTA PRIMER NIVEL
 INSTALACIÓN ELECTRICA (ILUMINACIÓN) ESCALA 1 : 75



PLANTA SEGUNDO NIVEL
 INSTALACIÓN ELECTRICA (ILUMINACIÓN) ESCALA 1 : 75

NOTAS

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	LAMPARA FLUORESCENTE DE 2 TUBOS DE 40 WATTS
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN G.E. 6 POLOS H=1.70 S.N.P.T.
	LÍNEA NEUTRA CALIBRE 12 TW Ø INDICADO
	LÍNEA VIVA CALIBRE 12 TW Ø INDICADO
	LÍNEA DE RETORNO CALIBRE 12 TW Ø INDICADO
	PUENTE CALIBRE 12 TW Ø INDICADO

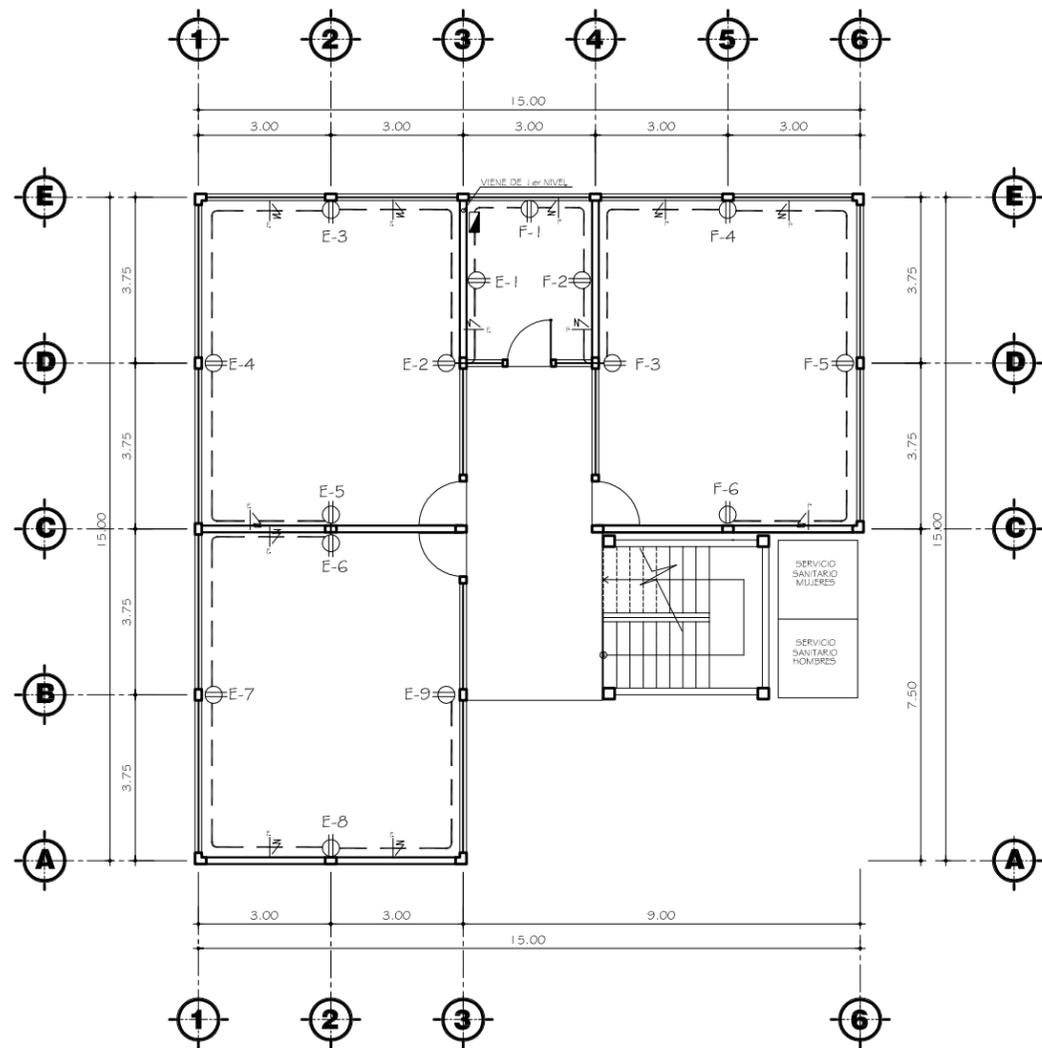
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	TUBO PVC ELÉCTRICO Ø 3/4\"/>
	TUBO PVC ELÉCTRICO Ø 3/4\"/>
	TUBO PVC ELÉCTRICO Ø 3/4\"/>
	TOMACORRIENTE DOBLE 120 V. H=40 S.N.P.T.
	INTERRUPTOR THREE WAY H=1.35 S.N.P.T.
	INTERRUPTOR SIMPLE H=1.35 S.N.P.T.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ILUMINACIÓN Y FUERZA

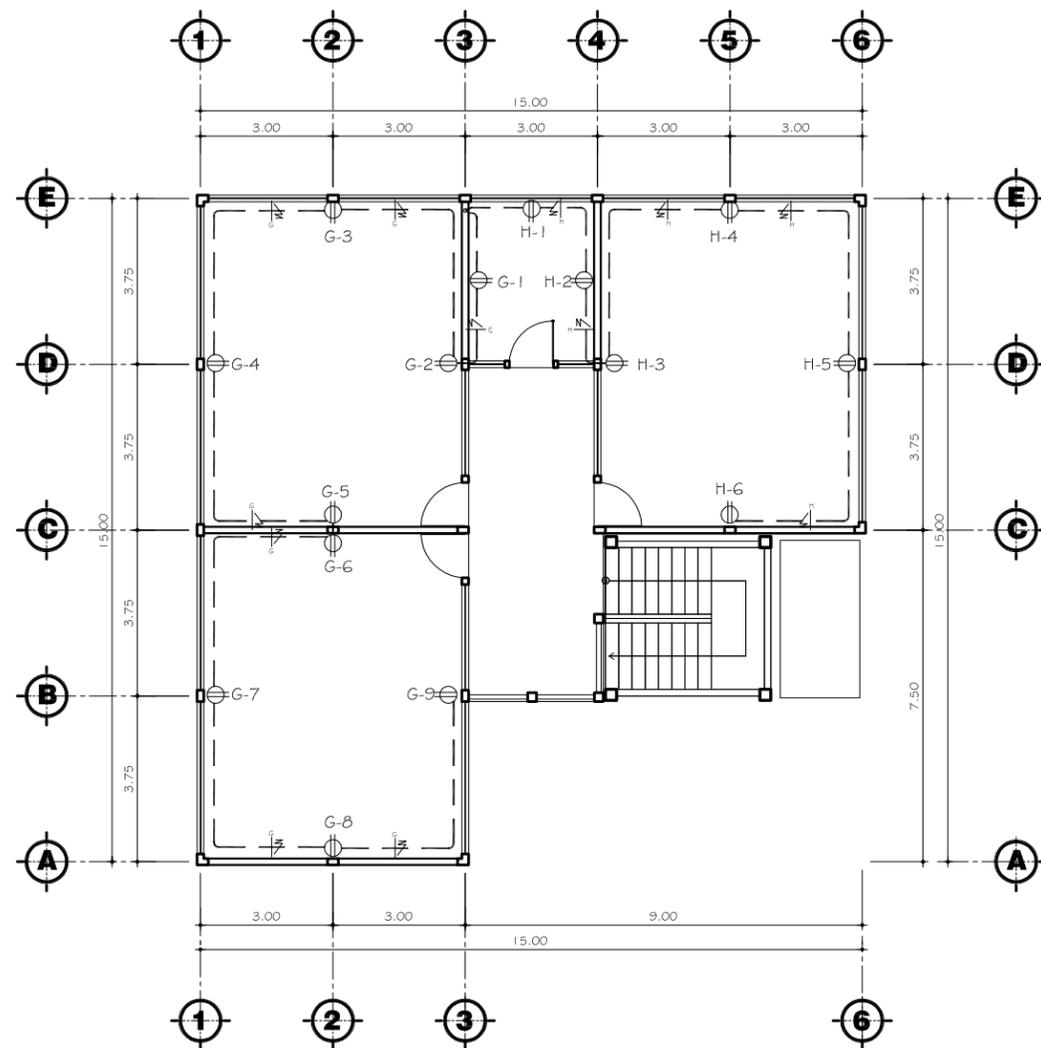
COMPONENTES DE LA RED

- 2 Tableros de distribución de 6 circuitos CADA UNO 120/240 voltios 60 ciclos c.a. carga nominal de 3060W. barras 50 amperos.
Colocar para alambrear:
positivo = Rojo
negativo = Negro
retorno = Blanco
- Tubería de acometida HG Ø 1 1/2", long. 1.50m + codo 1 1/2" 90°+ acceso de entrada
- Toda la tubería de iluminación será rígida tipo ducto de 1/2".
- El calibre de los conductores positivo y retorno será THW No. 10 AWG
El calibre del conductor negativo será THW No. 12 AWG
- Toda la tubería de fuerza será poliducto de 3/4"
- Tomacorrientes Bticino con placa de metal
- No colocar cajas de pvc para tomacorrientes.
- La tubena eléctrica debiera quedar fuera de las mochetas.

PROYECTO:		INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICA CASERÍO BUENOS AIRES, IXCHIGUÁN, SAN MARCOS.	
PROPIETARIO:		MUNICIPALIDAD DE IXCHIGUÁN, SAN MARCOS	
DISEÑO: HERNÁN MAJONADO	CONTIENE:	PLANTA DE INSTALACIÓN ELECTRICA ILUMINACIÓN	
ESCALA: INDICADA	INDICADA	HOJA DE:	9/10
CALCULO: HERNÁN MAJONADO	DIBUJO: HERNÁN MAJONADO	FECHA:	MAYO DE 2.009
LEV. TOP:	HERNÁN MAJONADO		HOJA No. 9
F) Ing. Manuel Armillaga Asesor Supervisor			



PLANTA PRIMER NIVEL
 INSTALACIÓN ELECTRICA (FUERZA)
 ESCALA 1 : 75



PLANTA SEGUNDO NIVEL
 INSTALACIÓN ELECTRICA (FUERZA)
 ESCALA 1 : 75

NOTAS

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	LAMPARA FLUORESCENTE DE 2 TUBOS DE 40 WATTS
	TABLERO DE DISTRIBUCION G.E. 6 POLDOS H=1.70 S.N.P.T.
	LÍNEA NEUTRA CAUDRE 1/2 TW Ø INDICADO
	LÍNEA VIVA CAUDRE 1/2 TW Ø INDICADO
	LÍNEA DE RETORNO CAUDRE 1/2 TW Ø INDICADO
	PUENTE CAUDRE 1/2 TW Ø INDICADO

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	TUBO PVC ELÉCTRICO Ø 3/4" EN PARED
	TUBO PVC ELÉCTRICO Ø 3/4" EN PISO
	TOMACORRIENTE DOBLE 120 V. H=0.40 S.N.P.T.
	INTERRUPTOR THREE WAY H=1.35 S.N.P.T.
	INTERRUPTOR SIMPLE H=1.35 S.N.P.T.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ILMINACIÓN Y FUERZA

COMPONENTES DE LA RED

- 3 Tableros de distribución de 3 circuitos CADA UNO 120/240 voltios + 1 Tablero de 2 circuitos, 1 Tablero de 6 circuitos 60 ciclos c.a. carga nominal de 30GOW. barras 50 amperos. Ver Flipones en diagramas.
Colocar para alambrear:
positivo = Rojo
negativo = Negro
retorno = Blanco
- Tubería de acometida HG Ø 1 1/2", long. 1.50m + codo 1 1/2" 90°+ acceso de entrada.
- Toda la tubería de iluminación será rígida tipo ducto de 1/2".
- El calibre de los conductores positivo y retorno será THW No. 10 AWG. El calibre del conductor negativo será THW No. 12 AWG.
- Toda la tubería de fuerza será poliducto de 3/4"
- Tomacorrientes Blucimo con placa de metal.
- No colocar cajas de pvc para tomacorrientes.
- La tubería eléctrica deberá quedar fuera de las columnas.

PROYECTO:		INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICA CASERÍO BUENOS AIRES, IXCHIGUÁN, SAN MARCOS.	
PROPIETARIO:		MUNICIPALIDAD DE IXCHIGUÁN, SAN MARCOS	
DISEÑO: HERNÁN MAJONADO	CONTIENE:	PLANTA DE INSTALACIÓN ELECTRICA FUERZA	
ESCALA: INDICADA	INDICADA	HOJA DE:	10/10
CALCULO: HERNÁN MAJONADO	DIBUJO: HERNÁN MAJONADO	FECHA:	MAYO DE 2.009
LEV. TOP: HERNÁN MAJONADO			HOJA No. 10
F. Ing. Manuel Armillaga Asesor Supervisor			