



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA  
SUACITÉ Y EDIFICIO DE TRES NIVELES DE LA ALCALDÍA AUXILIAR PARA EL  
CASERÍO CRUZ VERDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**

**Douglas Antonio Montenegro Gálvez**

Asesorado por el Ing. Oscar Argueta Hernández

Guatemala, octubre de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA  
SUACITÉ Y EDIFICIO DE TRES NIVELES DE LA ALCALDÍA AUXILIAR PARA EL  
CASERÍO CRUZ VERDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**DOUGLAS ANTONIO MONTENEGRO GÁLVEZ**  
ASESORADO POR EL ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

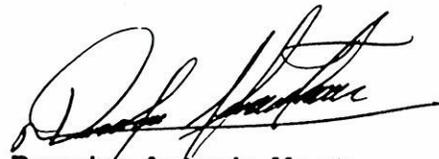
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Oscar Argueta Hernández
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento 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 ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SUACITÉ Y EDIFICIO DE TRES NIVELES DE LA ALCALDÍA AUXILIAR PARA EL CASERÍO CRUZ VERDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 22 de octubre de 2012.



**Douglas Antonio Montenegro Gálvez**



UNIDAD DE INGENIERIA  
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 25 de julio de 2013  
Ref.EPS.DOC.794.07.13

Ing. Juan Merck Cos  
Director Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Merck Cos.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Douglas Antonio Montenegro Gálvez** con carné No. **200516130**, de la Carrera de Ingeniería Civil, , procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SUACITÉ Y EDIFICIO DE TRES NIVELES DE LA ALCALDÍA AUXILIAR PARA EL CASERÍO CRUZ VERDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA”**.

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. Oscar Arceña Hernández  
Asesor-Supervisor de EPS  
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo  
OAH/ra



Guatemala,  
8 de agosto de 2013

Ingeniero  
Hugo Leonel Montenegro Franco  
Director Escuela Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SUACITÉ Y EDIFICIO DE TRES NIVELES DE LA ALCALDÍA AUXILIAR PARA EL CASERÍO CRUZ VERDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Douglas Antonio Montenegro Gálvez, con Carnet No. 200516130, quien contó con la asesoría del Ing. Oscar Argueta Hernández.

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



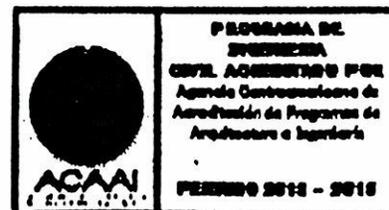
Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa  
Revisor por el Departamento de Hidráulica



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
HIDRAULICA  
USAC

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

<http://civil.Ingenieria.usac.edu.gt>

Universidad de San Carlos de Guatemala  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Escuela de Ingeniería Civil



Guatemala,  
27 de agosto de 2013

Ingeniero  
Hugo Leonel Montenegro Franco  
Director Escuela Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SUACITÉ Y EDIFICIO DE TRES NIVELES DE LA ALCALDÍA AUXILIAR PARA EL CASERÍO CRUZ VERDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Douglas Antonio Montenegro Gálvez, quien contó con la asesoría del Ing. Oscar Argueta Hernández.

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 ENSEÑAN A TODOS

  
Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera  
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
ESTRUCTURAS  
USAC

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





Guatemala, 30 de agosto de 2013  
Ref.EPS.D.612.08.13

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SUACITÉ Y EDIFICIO DE TRES NIVELES DE LA ALCALDÍA AUXILIAR PARA EL CASERÍO CRUZ VERDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Douglas Antonio Montenegro Gálvez**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Oscar Argueta Hernández.

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 Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Juan Merck Cos  
Director Unidad de EPS



JMC/ra



**USAC**  
**TRICENTENARIA**  
 Universidad de San Carlos de Guatemala

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

Universidad de San Carlos de Guatemala  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 Escuela de Ingeniería Civil



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Oscar Argueta Hernández y del Coordinador de E.P.S. Ing. Juan Merck Cos, al trabajo de graduación del estudiante Douglas Antonio Montenegro Gálvez, titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SUACITÉ Y EDIFICIO DE TRES NIVELES DE LA ALCALDÍA AUXILIAR PARA EL CASERÍO CRUZ VERDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA** da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

  
 Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco

  
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
**DIRECTOR**  
 FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala, octubre 2013

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua



Universidad de San Carlos  
de Guatemala

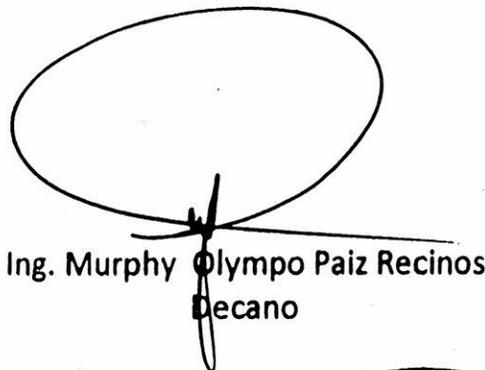


Facultad de Ingeniería  
Decanato

DTG. 688 .2013

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 ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SUACITÉ Y EDIFICIO DE TRES NIVELES DE LA ALCALDÍA AUXILIAR PARA EL CASERÍO CRUZ VERDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Douglas Antonio Montenegro Gálvez**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos  
Decano

Guatemala, 4 de octubre de 2013

/gdech



## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Quien me ha dado salud fuerza y perseverancia para luchar y salir adelante en mis metas y anhelos.
<b>Mi padre</b>	Por siempre creer en mí, por ser mi fuerza, mi valor, por ayudarme, guiarme y amarme, por ser mi mejor amigo y compañero.
<b>Mi madre</b>	Por llenarme de amor y valentía en las metas que me propuse y por ser siempre mi ángel en la vida.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Que me permitió ser parte de tan hermosa y amada facultad.
<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Casa de estudios que me dio conocimientos.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

### **Mis hermanos**

Gabriel y Shiomara Montenegro, por darme sus consejos y sus mejores deseos siempre.

### **Mis amigos**

Axel Castellanos, Rigoberto Velazco, Eduardo Román, entre otros grandes amigos que fueron como hermanos durante mi carrera.

### **Mi asesor**

Ing. Oscar Argueta Hernández, por su gran ayuda y apoyo durante el desarrollo del Ejercicio Profesional Supervisado.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XI
GLOSARIO .....	XV
RESUMEN.....	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN.....	XXIII
1. MONOGRAFÍA Y GENERALIDADES DE LA ALDEA SUACITÉ.....	1
1.1. Aspectos históricos.....	1
1.2. Aspectos físicos.....	1
1.2.1. Localización y colindancias.....	1
1.2.2. Topografía .....	2
1.2.3. Clima .....	3
1.3. Servicios básicos.....	3
1.3.1. Vías de acceso .....	4
1.3.2. Medios de transporte .....	4
1.3.3. Infraestructura.....	4
1.3.4. Agua potable.....	5
1.3.5. Drenajes .....	5
1.3.6. Centros educativos.....	6
2. DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SUACITÉ.....	7
2.1. Descripción del proyecto .....	7
2.2. Levantamiento topográfico .....	8

2.2.1.	Altimetría .....	8
2.2.2.	Planimetría .....	9
2.3.	Diseño del sistema .....	10
2.3.1.	Descripción del sistema a utilizar .....	10
2.3.2.	Período de diseño .....	11
2.3.3.	Población de diseño .....	12
2.3.4.	Dotación .....	13
2.3.5.	Factor de retorno .....	13
2.3.6.	Factor de flujo instantáneo (Factor de Harmond) ....	14
2.3.7.	Caudal sanitario .....	15
2.3.7.1.	Caudal domiciliar .....	15
2.3.7.2.	Caudal de infiltración .....	15
2.3.7.3.	Caudal por conexiones ilícitas .....	16
2.3.7.4.	Factor de caudal medio .....	16
2.3.7.5.	Caudal de diseño .....	18
2.3.8.	Selección del tipo de tubería .....	19
2.3.9.	Diseño de secciones y pendientes .....	19
2.3.9.1.	Velocidades máximas y mínimas .....	22
2.3.9.2.	Diámetro del colector .....	22
2.3.9.3.	Profundidad mínima del colector .....	23
2.3.9.4.	Ancho de zanja .....	23
2.3.9.5.	Volumen de excavación .....	24
2.3.9.6.	Cotas Invert .....	24
2.3.10.	Pozos de visita .....	27
2.3.11.	Conexiones domiciliarias .....	29
2.3.12.	Principios hidráulicos .....	30
2.3.12.1.	Relaciones hidráulicas .....	31
2.3.12.1.1.	Coeficiente de rugosidad .....	33

2.3.13.	Cálculo hidráulico .....	36
2.3.14.	Diseño de fosa séptica .....	36
2.3.14.1.	Trampa de grasas .....	38
2.3.14.2.	Tanque séptico .....	38
2.3.14.3.	Pozo de absorción .....	40
2.3.14.4.	Aspectos para el diseño de un tanque séptico .....	43
2.3.15.	Presupuesto del proyecto .....	44
2.3.16.	Cronograma de ejecución.....	46
3.	DISEÑO DE UN EDIFICIO DE TRES NIVELES DE LA ALCALDÍA AUXILIAR PARA EL CASERÍO CRUZ VERDE.....	47
3.1.	Descripción del proyecto .....	47
3.1.1.	Antecedentes.....	48
3.1.2.	Reconocimiento del lugar .....	48
3.1.3.	Terreno disponible .....	50
3.1.3.1.	Topografía del terreno .....	50
3.1.4.	Análisis de suelos .....	50
3.1.4.1.	Ensayo compresión triaxial .....	50
3.1.5.	Normas y códigos a utilizar.....	52
3.1.5.1.	Criterios generales.....	52
3.1.5.2.	Criterios de conjunto.....	52
3.1.5.3.	Criterios de iluminación .....	54
3.1.5.4.	Otros criterios .....	55
3.1.6.	Diseño arquitectónico .....	56
3.1.6.1.	Ubicación del edificio en el terreno....	57
3.1.6.2.	Altura del edificio .....	57
3.1.7.	Capacidad del edificio.....	57
3.1.8.	Selección del sistema estructural a utilizar .....	58

3.2.	Análisis estructural .....	58
3.2.1.	Predimensionamiento estructural .....	59
3.2.1.1.	Vigas .....	59
3.2.1.2.	Columnas .....	60
3.2.1.3.	Losa .....	62
3.2.1.4.	Cimientos .....	62
3.2.2.	Modelos matemáticos de marcos dúctiles .....	64
3.2.3.	Cargas aplicadas a los marcos dúctiles .....	64
3.2.3.1.	Cargas horizontales en marcos dúctiles .....	65
3.2.3.2.	Método SEAOC – edificio de alcaldía auxiliar.....	65
3.2.3.3.	Cargas verticales en marcos dúctiles .....	66
3.2.4.	Análisis de fuerzas por marco .....	71
3.2.5.	Análisis de marcos por un método de análisis estructural (Método de Kani) .....	79
3.2.5.1.	Resumen general del Método de Kani .....	79
3.2.6.	Resultados obtenidos por medio del programa ETABS .....	85
3.2.7.	Envolvente de momentos .....	87
3.2.8.	Diagrama de corte en marcos dúctiles .....	90
3.3.	Dimensionamiento estructural.....	93
3.3.1.	Diseño de losa.....	94
3.3.2.	Losas nivel 2 .....	103
3.3.3.	Diseño de vigas .....	103
3.3.4.	Diseño de columnas .....	108
3.3.5.	Diseño de zapata .....	125

3.3.6.	Diseño de gradas.....	130
3.4.	Instalaciones.....	135
3.4.1.	Instalaciones eléctricas.....	135
3.4.2.	Instalaciones hidráulicas.....	139
3.4.3.	Instalaciones sanitarias .....	141
3.4.4.	Instalaciones pluviales.....	142
3.5.	Evaluación de Impacto Ambiental .....	144
3.6.	Presupuesto del edificio de tres niveles para de la Alcaldía Auxiliar para el caserío Cruz Verde .....	146
3.7.	Estudio socioeconómico .....	148
3.7.1.	Valor Presente Neto (VPN).....	148
3.7.2.	Tasa Interna de Retorno (TIR).....	149
3.8.	Cronograma de actividades.....	150
CONCLUSIONES .....		153
RECOMENDACIONES .....		155
BIBLIOGRAFÍA.....		157
ANEXOS .....		159



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Ubicación de la aldea Suacité en mapa 1:50000.....	2
2.	Abreviaturas utilizadas para cotas Invert.....	27
3.	Detalle de pozo de visita .....	29
4.	Detalle de conexión domiciliar .....	30
5.	Ubicación del caserío Cruz Verde en mapa 1:50000.....	49
6.	Área tributaria para columna.....	61
7.	Planta, edificio de Alcaldía Auxiliar (áreas tributarias en columnas y vigas).....	63
8.	Elevación marco típico, sentido Y.....	63
9.	Elevación marco rígido, sentido X.....	64
10.	Área tributaria para vigas .....	73
11.	Cargas actuantes en el marco típico sentido Y.....	77
12.	Cargas actuantes en el marco típico sentido X.....	78
13.	Momentos producidos por carga muerta.....	85
14.	Momentos producidos por carga viva .....	86
15.	Momentos producidos por carga sísmica.....	87
16.	Diagrama de momentos últimos (Kg- m) eje – X en vigas.....	88
17.	Diagrama de momentos últimos (Kg- m) eje – X en columnas.....	89
18.	Diagrama de momentos últimos (Kg- m) eje – Y en vigas y columnas.....	90
19.	Cargas actuantes en viga.....	91
20.	Diagrama de cortes últimos (Kg) eje – X en vigas.....	91

21.	Diagrama de cortes últimos (Kg) eje – X en columnas.....	92
22.	Diagrama de cortes últimos (Kg) eje – Y en vigas y columnas.....	93
23.	Planta típica distribución de losas.....	94
24.	Planta de momentos actuantes en losas típicas nivel 1 sentido Y...	97
25.	Planta de momentos actuantes en losas típicas nivel 1 sentido X...	97
26.	Planta de momentos balanceados en losas típicas nivel 1 sentido Y.....	98
27.	Planta de momentos balanceados en losas típicas nivel 1 sentido X.....	99
28.	Diagramas de momentos y cortes últimos en la viga A.....	103
29.	Armado de viga.....	106
30.	Armado final, viga A.....	108
31.	Sección de columna.....	115
32.	Diagrama de iteración para columnas.....	117
33.	Armado final de columna .....	124
34.	Detalle de gradas .....	133
35.	Esquema de ingresos y egresos para el proyecto .....	148
36.	Valoración del VPN debido a TIR .....	149

## TABLAS

I.	Anchos de zanja.....	23
II.	Rugosidad de materiales.....	33
III.	Relaciones hidráulicas para sección circular.....	34
IV.	Presupuesto del alcantarillado sanitario para la aldea Suacité.....	45
V.	Cronograma de ejecución del alcantarillado sanitario para la aldea Suacité.....	46
VI.	Altura o espesores mínimos de vigas.....	59

VII.	Integración de cargas sentido Y.....	75
VIII.	Integración de cargas sentido X.....	76
IX.	Áreas de acero requeridas en losa típica del nivel 1 eje X.....	102
X.	Áreas de acero requeridas en losa típica del nivel 1 eje Y.....	103
XI.	Nivel de iluminación.....	136
XII.	Tabla de corriente y potencia soportada según calibre AWG.....	139
XIII.	Unidades de gasto.....	140
XIV.	Unidades de descarga.....	141
XV.	Diámetro de colector.....	142
XVI.	Presupuesto del edificio de tres niveles de la Alcaldía Auxiliar para el caserío Cruz Verde, San Juan Sacatepéquez.....	147
XVII.	Cronograma de actividades del edificio de tres niveles de la Alcaldía Auxiliar para el caserío Cruz Verde, San Juan Sacatepéquez.....	151



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
@	A cada cierta distancia
hn	Altura de alma
d	Altura del tirante de agua dentro de la alcantarilla
B	Ancho de viga T
bw	Ancho del alma de viga T
b	Ancho del elemento en sección
A	Área
As	Área de acero de refuerzo
Asmax	Área de acero máximo
Asmin	Área de acero mínimo
Astemp	Área de acero por temperatura
Ag	Área gruesa, área total de la sección
Av	Área transversal de varilla
Az	Área zapata
P	Carga aplicada a la columna
P'o	Carga axial de resistencia de la columna
PCR	Carga crítica de pandeo de Euler
Qp	Carga de punta de pilote
P'ux	Carga de resistencia de columna a una excentricidad ex
P'uy	Carga de resistencia de columna a una excentricidad ey
P'u	Carga de resistencia de la columna
P't	Carga de trabajo actuando en la columna
CM	Carga muerta

<b>Qs</b>	Carga por fricción del pilote
<b>CU</b>	Carga última
<b>CV</b>	Carga viva
<b>Qcom</b>	Caudal comercial
<b>Qdis</b>	Caudal de diseño
<b>Qinf</b>	Caudal de infiltración
<b>Qdom</b>	Caudal domiciliario
<b>Qi</b>	Caudal industrial
<b>Qci</b>	Caudal por conexiones ilícitas
<b>cm</b>	Centímetro
<b>n</b>	Coefficiente de rugosidad
<b>c</b>	Coefficiente para el cálculo de momentos en losas
<b>Vmax</b>	Corte máximo actuante
<b>D</b>	Diámetro de la tubería
<b>a</b>	Distancia a la que se intercepta la resultante de la carga con la base del estribo
<b>di</b>	Distancia del centro de rigidez al eje del marco rígido considerado
<b>E</b>	Esbeltez de la columna
<b>q'</b>	Esfuerzo efectivo
<b>S</b>	Espaciamiento del acero de refuerzo
<b>e</b>	Excentricidad extrema en compresión al centroide del refuerzo en tensión
<b>Fcu</b>	Factor de carga última
<b>fqm</b>	Factor de caudal medio
<b>FH</b>	Factor de Harmond
<b>φ</b>	Factor de reducción
<b>Fni</b>	Fuerza por nivel, en el nivel i
<b>km</b>	Kilómetro

$\pi$	Letra phi, equivalente a 3,1416
<b>lb</b>	Libras
<b>l/h/a</b>	Litros por habitante por año
<b>l/h/d</b>	Litros por habitante por día
<b>l/s</b>	Litros por segundo
<b>S</b>	Longitud de ala de viga T
<b>Lo</b>	Longitud de confinamiento de estribos
$\delta$	Magnificador de momentos
<b>PVC</b>	Material a base de cloruro de polivinilo
<b>ADS</b>	Material a base de polietileno de alta densidad
<b>m<sup>2</sup></b>	Metro cuadrado
<b>m<sup>3</sup></b>	Metro cúbico
<b>m<sup>3</sup>/s</b>	Metro cúbico por segundo
<b>m</b>	Metro lineal
<b>m/s</b>	Metros por segundo
<b>Es</b>	Módulo de elasticidad del acero
<b>Ec</b>	Módulo de elasticidad del concreto
<b>E</b>	Módulo de elasticidad del material
<b>M</b>	Momento
<b>Mb</b>	Momento balanceado
<b>Md</b>	Momento de diseño (magnificado)
<b>M't</b>	Momento efectivo de trabajo
<b>MCM</b>	Momento inducido por la carga muerta
<b>MCV</b>	Momento inducido por la carga viva
<b>MS</b>	Momento inducido por la fuerza sísmica
<b>M(-)</b>	Momento negativo
<b>M(+)</b>	Momento positivo
<b>Mx</b>	Momento último actuando en el sentido X
<b>My</b>	Momento último actuando en el sentido Y

<b>S</b>	Pendiente
<b>t'</b>	Peralte de losa
<b>d</b>	Peralte efectivo del elemento en sección, distancia desde la fibra
<b>Y</b>	Peso específico del concreto
<b>Pu</b>	Peso último
<b>PV</b>	Pozo de visita
<b>q</b>	Presión sobre el suelo
<b>qu</b>	Presión última sobre el suelo
<b>Q</b>	Quetzal (moneda)
<b>q/Q</b>	Relación de caudales
<b>d/D</b>	Relación de diámetros
<b>V/v</b>	Relación de velocidades
<b>m</b>	Relación entre los claros de la losa a/b
<b>f'c</b>	Resistencia a la compresión del concreto
<b>fy</b>	Resistencia a la fluencia del acero de refuerzo
<b>Vr</b>	Resistencia al esfuerzo cortante del concreto
<b>Ki</b>	Rigidez de un elemento
<b>∑</b>	Sumatoria
<b>V</b>	Velocidad del flujo a sección llena
<b>v</b>	Velocidad del flujo dentro de la alcantarilla

## GLOSARIO

<b>Acero mínimo</b>	Cantidad de acero necesaria para resistir esfuerzos inducidos en los elementos estructurales, evitando grietas, expansión o contracción por temperatura en el concreto.
<b>Aguas residuales</b>	Desperdicios líquidos y sólidos transportados por agua provenientes de viviendas, establecimientos industriales y comerciales.
<b>Azimut</b>	Ángulo horizontal referido desde el norte magnético o verdadero determinado astronómicamente, el rango varía de 0° a 360°.
<b>Banco de marca</b>	Punto de altimetría cuya altura o cota es conocida y se utilizará para determinar alturas o cotas siguientes.
<b>Bases de diseño</b>	Bases técnicas utilizadas para la creación de los proyectos, varían de acuerdo al tipo de proyecto.
<b>Carga muerta</b>	Peso constante soportado por un elemento estructural durante su vida útil, incluyendo el propio.
<b>Carga viva</b>	Peso variable dado por el uso previsto para la estructura, usuarios, muebles, maquinaria móvil, etc., soportado por el elemento.

<b>Caudal</b>	Volumen de agua por unidad de tiempo que fluye dentro de una tubería, en un determinado punto de observación durante un instante.
<b>Cimiento corrido</b>	Estructura que sirve de apoyo para muros, transmite estas cargas a las zapatas.
<b>Colector</b>	Sistema conformado por un conjunto de tuberías, pozos de visita, obras y accesorios, que se utilizan para la descarga de las aguas residuales o pluviales.
<b>Columna</b>	Elemento estructural capaz de resistir carga axial de compresión y que tiene una altura de, por lo menos, tres veces la menor dimensión lateral.
<b>Columna esbelta</b>	Columna en la cual además de resistir carga axial, también resiste esfuerzos flexionantes debido a la longitud del elemento en relación a la sección transversal.
<b>Compactación</b>	Procedimiento que consiste en aplicar energía al suelo suelto para consolidarlo y eliminar espacios vacíos, aumentando así su densidad y la capacidad de soportar cargas.
<b>Cota de terreno</b>	Altura de un punto del terreno, haciendo referencia a un nivel determinado, banco de marca o nivel del mar.

<b>DDE</b>	Diminutivo para Dirección Departamental de Educación.
<b>Descarga</b>	Lugar donde se depositan las aguas residuales que provienen de un colector.
<b>Desfogue</b>	Salida de aguas residuales en un punto determinado.
<b>Dotación</b>	Cantidad de agua necesaria para consumo, requerida por una persona en un día.
<b>Esfuerzo</b>	Intensidad de fuerza por unidad de área.
<b>Especificaciones</b>	Normas técnicas de construcción con disposiciones especiales, de acuerdo a las características y tipo de proyecto, son de carácter específico bajo estándares de calidad y seguridad.
<b>Excentricidad</b>	Se produce cuando el centro de masa no coincide con el centro de gravedad, produciendo de esta manera esfuerzos adicionales por torsión.
<b>Fluencia</b>	Capacidad del acero de resistir esfuerzos debido a cargas de tensión o compresión, presentando deformaciones uniformes para luego regresar al estado original luego de la aplicación de carga.
<b>INFOM</b>	Instituto de Fomento Municipal.

<b>Momento</b>	Esfuerzo debido a la aplicación de una fuerza a cierta distancia de su centro de masa.
<b>Perfil</b>	Visualización en plano de la superficie de la tierra, según la latitud y altura, referidas a banco de marca.
<b>Pozo de visita</b>	Estructura que sirve para recibir y depositar las aguas residuales entre dos tuberías. Se utiliza para cambiar de dirección, pendiente, diámetro, y para iniciar un tramo de tubería.
<b>SEAOC</b>	Structural Engineers Association of California, (Asociación de Ingenieros Estructurales de California).
<b>Solera</b>	Elemento estructural horizontal, que sirve para darle mayor resistencia a un muro, además de resistir los esfuerzos inducidos en este.
<b>Valor soporte</b>	Capacidad del suelo para resistir cargas por unidad de área.
<b>Zapata</b>	Estructura cuya función es transmitir la carga al subsuelo a una presión de acuerdo a las propiedades del suelo.

## RESUMEN

El presente trabajo es resultado de la práctica profesional supervisada desarrollada en el municipio de San Juan Sacatepéquez, el primer proyecto describe el diseño de un alcantarillado sanitario para la aldea Suacité, para lo cual se realizó un estudio topográfico para poder diseñar la línea central, pozos de visita y conexiones domiciliarias que incluye el sistema.

Este proyecto debido a las condiciones topográficas de la región, cuenta con 2 plantas de tratamiento propuestas y 4 fosas sépticas, la primera estará ubicada en un terreno colindante al cementerio municipal, la segunda se colocará en las cercanías del mercado municipal y las fosas sépticas en los puntos de descarga indicados en los planos.

El segundo proyecto es el diseño de un edificio para la Alcaldía Auxiliar en el caserío Cruz Verde, el cual consta de tres niveles, en los que se ubicará un área de oficinas, servicios, salón multiusos y áreas de descanso.

El proyecto está diseñado con base en una estructura conformada por marcos dúctiles de tipo estructural, tomando en cuenta las consideraciones sísmicas por tanto, se tomó en cuenta Normas del AGIES y el ACI para el diseño de losas, vigas, columnas zapatas y también el módulo de gradas.



## **OBJETIVOS**

### **Generales**

1. Diseñar un sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Suacité, por medio del cual se evacuen las aguas servidas de una manera adecuada, eliminando la contaminación por aguas servidas.
2. Diseñar un edificio de tres niveles para el caserío Cruz Verde, para que puedan establecer en él una Alcaldía Auxiliar y llevar a cabo las juntas y reuniones del consejo de vecinos.

### **Específicos**

1. Elaborar un diagnóstico de la situación actual del caserío Cruz Verde y de la aldea Suacité.
2. Realizar visitas de campo y reconocimientos del área para recabar información.
3. Desarrollar manuales de información para el mantenimiento de los proyectos.
4. Generar varias opciones de diseño para beneficio de las comunidades.



## INTRODUCCIÓN

La aldea Suacité ubicada dentro del municipio de San Juan Sacatepéquez, no cuenta con algunos de los servicios básicos, los pobladores de dicha comunidad han manifestado dentro de las prioridades la construcción de un sistema de alcantarillado sanitario, para poder evacuar las aguas servidas.

La construcción de dicho sistema se evaluó y se planteó en seis fases, ya que por la topografía del terreno y las irregularidades es necesario construir una planta de tratamiento y seis sistemas aislados de fosa séptica.

El proyecto consta de una línea central, conexiones domiciliarias, pozos de visita, dos planta de tratamiento propuestas y cuatro fosas sépticas, diseñado para una vida útil de 30 años.

El segundo proyecto, se realizará en el caserío Cruz Verde, ubicado a un kilómetro de la cabecera municipal de San Juan Sacatepéquez, aquí los pobladores han manifestado la necesidad de construir un edificio para la Alcaldía Auxiliar, en la cual los representantes de la comunidad puedan organizarse y velar por los intereses del caserío.

La Alcaldía Auxiliar contará con tres niveles, en los cuales se distribuirán espacios como, área de oficinas, área de reuniones o salón de usos múltiples y área de servicio, entre otras.



# **1. MONOGRAFÍA Y GENERALIDADES DE LA ALDEA SUACITÉ**

## **1.1. Aspectos históricos**

El nombre proviene del palo de pito, llamado Suchité, el cual fue cambiado posteriormente a Suacité. Fue alrededor del siglo XX que algunas personas poblaron lo que hoy es Suacité. Fueron pobladores que se dedicaban al comercio y la agricultura entre la ciudad de Guatemala y Baja Verapaz.

Suacité cuenta con una población de 6 249 habitantes, la mayoría de los cuales son indígenas, pertenecientes a la etnia Kakchiquel. La población masculina se dedica en la mayoría a la agricultura y albañilería y la población femenina se dedica a la elaboración de tejidos.

## **1.2. Aspectos físicos**

Entre los aspectos más importantes a considerar para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario, se encuentran los aspectos físicos ya que la topografía, puntos de acceso y otras variables son de vital importancia en el diseño.

### **1.2.1. Localización y colindancias**

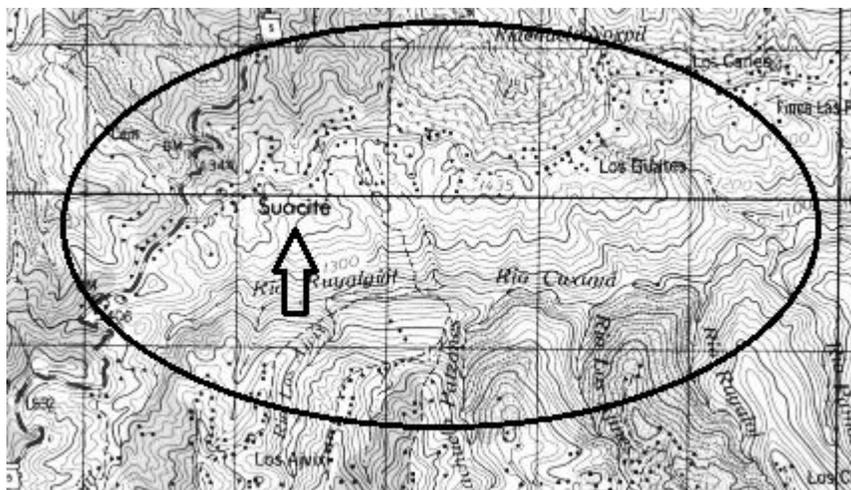
La aldea de Suacité está ubicada en el municipio de San Juan Sacatepéquez departamento de Guatemala a 47 kilómetros de la ciudad de Guatemala y a 18 kilómetros de la cabecera de San Juan Sacatepéquez. La

aldea se encuentra limitada al norte con la aldea Estancia Grande, al sur con la aldea Montufar, al este con el caserío Los Guates y al oeste con la aldea Estancia El Rosario.

Las coordenadas geográficas de la aldea Suacité son:

- Latitud norte  $14^{\circ}49'13''$
- Longitud oeste  $90^{\circ}37'25''$

Figura 1. **Ubicación de la aldea Suacité en mapa 1:50000**



Fuente: Instituto Geográfico Nacional.

### 1.2.2. Topografía

La topografía es accidentada y montañosa, cuenta poca planicie, pendientes y hondonadas cubiertas con vegetación, regiones muy fértiles que van haciendo contacto con partes de terreno seco, barrancos y arenosos, la elevación varía de 1 500 a 2 000 msnm.

Presenta una pendiente de aproximadamente 15 % con respecto a la horizontal.

### **1.2.3. Clima**

Por las características presenta un clima templado con dos estaciones bien marcadas invierno y verano, las temperaturas oscilan entre 15 °C a 27 °C bajo condiciones atmosféricas normales.

Según información de la Estación Suiza Contenta del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH), estación meteorológica más cercana a la aldea, ubicada a 33 kilómetros de distancia, con base en datos de los últimos 15 años, se muestra los siguientes aspectos sobre el clima:

- El patrón de lluvia varía entre 472,3 y 1 761,0 milímetros anuales
- La temperatura media varía entre 12 y 23 °C. La temperatura máxima promedio 29 °C y la mínima promedio 1,6 °C. La temperatura máxima absoluta es 29 °C y la mínima absoluta es -5,0 °C.
- La humedad relativa media varía entre 60 % y 90 %. La humedad relativa máxima es 99 % y la mínima es 40 %.
- La nubosidad varía entre 3 y 8 octas
- La velocidad del viento varía entre 1,2 y 9,1 kilómetros/hora

### **1.3. Servicios básicos**

La aldea Suacité posee algunos servicios básicos, sin embargo es de vital importancia hacer énfasis en los servicios que hacen falta, en este caso el

sistema de alcantarillado sanitario es considerado como fundamental para que las personas tengan un medio adecuado de evacuación de desechos sanitarios.

### **1.3.1. Vías de acceso**

Los principales accesos a la aldea Suacité son: por la ruta CA5, que conduce hacia Pachalum y por la CA5 que proviene del Chol, siendo estas las rutas principales.

### **1.3.2. Medios de transporte**

Este servicio es brindado por autobuses extraurbanos con los siguientes horarios:

- Bus que sale de Los Guates a las 6:00 am
- Bus que llega a los Guates a las 11:30 am
- Bus que sale de Los Guates a las 12:00 pm
- Bus que llega a Los Guates a las 6:00 pm

Debido a que el servicio dado por los autobuses es insuficiente para cubrir la demanda de transporte de la comunidad, es también utilizado el servicio privado ofrecido por los automóviles fletados.

### **1.3.3. Infraestructura**

Hay una diferencia marcada en cuanto a la infraestructura, en el centro del pueblo y en las colindancias las casas en la mayoría son de block y concreto, en las zonas en el perímetro del pueblo, la mayoría de casas están fabricadas de adobe, bambú y techo de lámina, lo que refleja la condición

económica del lugar. La mayoría de las casas cuentan con letrina ya que no existe un sistema de alcantarillado sanitario.

#### **1.3.4. Agua potable**

La aldea Suacité cuenta con varios sistemas de abastecimiento de agua potable, los cuales son sectorizados para poder brindar el servicio a la población, sin embargo estos servicios no se dan abasto.

En la actualidad cuentan con tres servicios diferentes los cuales funcionan 3 días de la semana y brindan agua aproximadamente 2 horas por sector, el agua potable se distribuye desde el centro de Suacité donde es bombeada y se traslada hasta la colindancia con los Guates.

En el perímetro de la aldea la situación es diferente, se cuenta con agua entubada, con distribución a través de chorros comunitarios. No tienen un sistema de recolección de basura ni alcantarillado. En general el servicio es irregular, ineficiente, insuficiente y de baja calidad lo cual se hace notorio en la época de sequía.

#### **1.3.5. Drenajes**

La aldea Suacité no tiene un sistema de alcantarillado sanitario, a pesar de que el pueblo tiene calles totalmente pavimentadas, no cuenta con sistemas de drenaje pluviales para la evacuación del agua de lluvia.

El drenaje pluvial existente dejó de funcionar ya que no se le dio mantenimiento durante el periodo de lluvia.

La mayor parte de las casas cuentan con un sistema de letrina y pozo ciego para la evacuación de los desechos sanitarios, lo cual es riesgoso para la población por la contaminación que causan los desechos sanitarios.

### **1.3.6. Centros educativos**

La aldea Suacité tiene una escuela mixta rural, se encuentra ubicada en el centro del pueblo junto al mercado municipal, dicha escuela cuenta con 5 aulas las cuales no se dan abasto para poder brindar a los alumnos un ambiente adecuado para que realicen los estudios diarios.

Actualmente se encuentra en ampliación para que sea capaz de cubrir la demanda de estudiantes.

## **2. DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SUACITÉ**

### **2.1. Descripción del proyecto**

El proyecto consiste en el diseño de un drenaje sanitario para la aldea Suacité, ubicada en el departamento de San Juan Sacatepéquez. La necesidad se identificó mediante un estudio de campo y se logró determinar que el proyecto de mayor prioridad es el sistema de drenaje sanitario.

El sistema de alcantarillado sanitario tendrá una longitud de 4 826,56 m, el sistema se construirá bajo especificaciones municipales locales y Normas del Instituto de Fomento Municipal (INFOM), tales como alturas mínimas, cotas Invert, etc. La tubería a utilizar será PVC Norma ASTM D-3034 y tendrá un diámetro mínimo de 4". Las pendientes de la tubería se tomaron de acuerdo a la pendiente del terreno, percatándose de no rebasar las velocidades y caudales máximos y mínimos. Se ubicaran 4 fosas sépticas y se propondrán dos puntos de descarga para plantas de tratamiento. En dichos sistemas se realizaran las descargas de los sistemas diseñados.

El proyecto consistirá en 6 sistemas de alcantarillado independientes uno de otro ya que la aldea Suacité tiene una topografía montañosa muy complicada, esto implica que los sistemas deben contar con el propio punto de descarga para que sean factibles.

La población a la cual se beneficiará será de 200 casas, las cuales cuentan con alrededor de 7 habitantes esto da por resultado una población

actual de 1 400 habitantes, el sistema de alcantarillado tendrá un período de diseño de 25 años, con una tasa de crecimiento poblacional proporcionada por la Municipalidad de San Juan Sacatepéquez de  $r = 3,28 \%$ , y una dotación de 150 litro/hab/día con un factor de retorno del 80 %.

## **2.2. Levantamiento topográfico**

El levantamiento topográfico se realizó mediante una serie de procedimientos de ingeniería, para poder representar en planos los distintos cambios de nivel que se presentan en el terreno.

### **2.2.1. Altimetría**

Se refiere a los trabajos necesarios para representar sobre el plano horizontal la tercera dimensión del terreno, definiendo las diferencias de nivel existentes entre los puntos de un terreno o construcción. Para ello es necesario medir distancias verticales y horizontales, ya sea directa o indirectamente. A todo este procedimiento se le llama nivelación. Para la nivelación del tramo donde se ubicará la línea central del drenaje se aplicó el método de nivelación compuesta, partiendo de una referencia (Banco de Marca).

Para la altimetría en Suacité se utilizó el método de nivelación compuesta, debido a que los puntos a nivelar se encontraban a una distancia superior a 120 metros, que es la distancia máxima que se observa en la mira, por tanto se realizaron nivelaciones simples para unir los puntos.

Para la nivelación se utilizó el siguiente equipo:

- Un teodolito mecánico marca Wild T-1
- Un estadal
- Una cinta métrica de 100 metros
- Trompos de madera

El levantamiento altimétrico debe ser preciso, y la nivelación debe ser realizada sobre el eje de las calles. Se toman elevaciones en las siguientes situaciones:

- En todos los cruces de calles o bocacalles
- A distancias no mayores de 100 metros
- De todos los puntos en que haya cambio de dirección
- De todos los puntos en que haya cambios de pendiente del terreno
- De todos los lechos de quebradas, puntos salientes del terreno y depresiones.
- De las alturas máximas y mínimas del cuerpo receptor en el que se proyecta efectuar la descarga.

### **2.2.2. Planimetría**

Es la proyección del terreno sobre un plano horizontal imaginario, que es la superficie media de la tierra y el cual toma como punto de referencia para la orientación. El método de levantamiento utilizado fue el de conservación de azimut, con vuelta de campana.

Para la planimetría en Suacité se utilizó el método de conservación del azimut con vuelta de campana, debido a la facilidad de crear polígonos para

representar la línea central y radiar cada casa. Este método facilito el avance debido al número de intersecciones de calles y estaciones tomadas ya que la topografía del lugar es muy quebrada y con callejones.

Para este levantamiento se utilizó el siguiente equipo:

- Un teodolito mecánico marca Wild T-1
- Un estadal
- Una cinta métrica de 100 metros
- Dos plomadas
- Trompos de madera
- Clavos

### **2.3. Diseño del sistema**

Para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario en la aldea Suacité se consideraron diversos aspectos como economía, facilidad de colocación, tipo de topografía y algunos otros aspectos de ingeniería.

#### **2.3.1. Descripción del sistema a utilizar**

Existen 3 tipos básicos de alcantarillado; la selección o utilización de cada uno de estos sistemas dependerá de un estudio minucioso de factores, tanto topográficos como funcionales, pero el más importante es el económico.

- Alcantarillado sanitario: recoge las aguas servidas domiciliarias, baños, cocinas, servicios y conexiones Ilícitas; residuos comerciales como restaurantes y garajes; aguas negras producidas por industrias, e infiltración

- Alcantarillado pluvial: recoge únicamente las aguas de lluvia o que concurren al sistema
- Alcantarillado combinado: evacua los dos caudales antes mencionados (sanitario y pluvial)

La aldea Suacité no cuenta con sistema de alcantarillado; y solamente el 50 % de las calles son pavimentadas.

Para la aldea Suacité se diseñó un sistema de alcantarillado sanitario que excluye las aguas de lluvia debido a las consideraciones económicas, también por factibilidad del proyecto y por las condiciones de las calles y topografía del lugar.

### **2.3.2. Período de diseño**

Es el período de funcionamiento eficiente del sistema. Pasado este período, es necesario rehabilitarlo. Los sistemas de alcantarillado serán proyectados para llenar adecuadamente la función durante un período de 20 a 30 años a partir de la fecha de construcción.

Para seleccionar el período de diseño de una obra de ingeniería, deben considerarse factores como la vida útil de las estructuras y el equipo competente, tomando en cuenta el desgaste y el año; así como la facilidad para hacer ampliaciones a las obras planificadas, y la relación anticipada del crecimiento de la población, incluyendo en lo posible el desarrollo urbanístico, comercial o industrial de las áreas adyacentes durante 25 años. Es conveniente incluir dentro del período de diseño un tiempo de 1 o 2 años adicionales, por las

gestiones que conlleva un proyecto para la respectiva autorización y para el desembolso económico.

Para la aldea Suacité se tomó el período de diseño establecido por la Municipalidad de San Juan Sacatepéquez, el cual establece un tiempo de 25 años de vida útil para un sistema de alcantarillado sanitario.

### **2.3.3. Población de diseño**

Para estimar la población de diseño se utilizó el método geométrico, involucrando en forma directa a la población actual que tributará para el sistema de drenaje y la tasa de crecimiento del lugar.

La aldea Suacité tiene una población actual de 1 400 habitantes actualmente y una tasa de crecimiento poblacional de 3,28 % anual, según datos estadísticos proporcionados por la Municipalidad de San Juan Sacatepéquez.

$$p_f = p_o(1+r)^n$$

Donde:

$p_f$  = población futura

$p_o$  = población inicial

$r$  = incremento poblacional, porcentual

$n$  = período de diseño

Para este diseño se tomaron los datos obtenidos en la Municipalidad de San Juan Sacatepéquez acerca de la aldea Suacité:

$$p_o = 1\ 400 \text{ hab.}$$

$$r = 3,28 \%$$

$$n = 25 \text{ años}$$

$$p_f = 1\ 400(1+0,0328)^{25} = 2\ 931 \text{ habitantes}$$

Para el tramo comprendido entre los pozos PV1 Y PV2 los datos de diseño obtenidos fueron los siguientes:

$$\text{Distancia} = 91,06 \text{ m}$$

$$p_f = 94 \text{ hab.}$$

#### **2.3.4. Dotación**

Como se trata de una comunidad rural, la Municipalidad de San Juan Sacatepéquez tiene establecida una dotación de 150 L/hab/día, por lo cual se utilizó este valor para el diseño del sistema.

#### **2.3.5. Factor de retorno**

Este factor se determina mediante la consideración de que, del 100 % de agua potable que ingresa a un domicilio, entre el 20 % y el 30 % se utilizan en actividades en las cuales se consume, se evapora o se desvía a otros puntos, distinta al 70 % u 80 % restante, que después de ser utilizada por las personas es desfogada al sistema de alcantarillado. Por ello, a este porcentaje que retorna se le denomina factor de retorno.

Para el diseño del sistema de alcantarillado en la aldea Suacité se utilizó un factor de retorno del 80 % ya que es el valor que recomienda la Municipalidad de San Juan Sacatepéquez.

### **2.3.6. Factor de flujo instantáneo (Factor de Harmond)**

Es un factor que está en función del número de habitantes, localizados en el área de influencia; regula un valor máximo de las aportaciones por uso doméstico para las horas pico. Se expresa por medio de la fórmula de Hardmon, cuyo valor disminuye si la población aumenta, y aumenta si la población analizada disminuye:

$$FH: (18 + \sqrt{P}) / (4 + \sqrt{P})$$

En el diseño del sistema sanitario para la aldea Suacité se usaron factores de flujo de Hardmon variables ya que el sistema se diseñó por medio de un sistema de cuencas aisladas cada una con un sistema propio, por lo cual el FH fue en promedio.

Para el tramo comprendido entre los pozos PV1 Y PV2 los datos de diseño obtenidos fueron los siguientes:

$$FH = (18 + \sqrt{0,094}) / (4 + \sqrt{0,094})$$

$$FH = 4,25$$

### **2.3.7. Caudal sanitario**

Está compuesto por la integración de los diferentes caudales que se integran a un mismo sistema. En este caso los caudales que tributan son los siguientes:

#### **2.3.7.1. Caudal domiciliar**

Es la aportación unitaria o específica de aguas servidas de uso doméstico introducidas a un sistema de alcantarillado, el cual es directamente proporcional a la dotación con que se provee a cada domicilio.

$$q_{\text{dom.}} = (\text{dotación} * \text{No. de hab. futuro} * \text{factor de retorno}) / 86\ 400$$

Para el tramo comprendido entre los pozos PV1 Y PV2 los datos de diseño obtenidos fueron los siguientes:

$$Q_{\text{dom}} = \text{No. Hab.} * \text{dotación} * \text{F.R} / 86\ 400$$

$$Q_{\text{dom}} = 94 * 150 * 0,80 / 86\ 400$$

$$Q_{\text{dom}} = 0,1305 \text{ l/s}$$

#### **2.3.7.2. Caudal de infiltración**

En el alcantarillado sanitario para la aldea Suacité se utilizó la norma del INFOM 2001. Para tuberías que quedarán sobre el nivel freático.

$$q_i = 0,01 * \text{diametro de tubería (en plg)}$$

$$q_i = 0,01 * 4 \text{plg}$$

$$q_i = 0,04 \text{ Lt/seg.}$$

### **2.3.7.3. Caudal por conexiones ilícitas**

Este es un caudal producido por las viviendas que conectan las bajadas de agua pluvial al alcantarillado sanitario. Para el caso de San Juan Sacatepéquez, no fue posible obtener información acerca de estaciones pluviométricas locales o cercanas con características climatológicas similares, para determinar un porcentaje de precipitación. Por ello que se tomó en consideración el caudal propuesto por la Asociación Colombiana de Ingeniería Sanitaria, el cual, para este efecto, propone una dotación que tributa al sistema de 150 l/hab/día. Por tratarse de una zona en la cual hay abundancia de agua potable y gran número de pozos de uso doméstico se decidió utilizar una dotación de 150 l/hab/día.

Para el tramo comprendido entre los pozos PV1 Y PV2 los datos de diseño obtenidos fueron los siguientes:

$$Q_{C.I} = (\text{No. Hab.} * \text{Dot. Con. Ilíc.} / 86\ 400)$$

$$Q_{C.I} = (94 * 150 / 86\ 400)$$

$$Q_{C.I} = 0,16 \text{ l/s}$$

### **2.3.7.4. Factor de caudal medio**

Este es un factor que regula la aportación de caudal en la tubería. Se considera que es el caudal que aporta cada habitante, más la suma de todos

los caudales, que son: doméstico, de infiltración, por conexiones ilícitas, comercial e industrial, entre la población total. Este factor debe estar entre los rangos de 0,002 a 0,005. Si el valor es menor a 0,002, se tomara 0,002 y si fuera mayor se tomará 0,005, considerando siempre que este factor no esté demasiado distante de los rangos máximo y mínimo establecidos, ya que podría quedar subdiseñado o sobre diseñado el sistema, según fuera el caso.

Para el tramo comprendido entre los pozos PV1 Y PV2 los datos de diseño obtenidos fueron los siguientes:

$$Fqm = Q \text{ medio} / \text{No. de habitantes futuro}$$

Dónde:

$$Q \text{ medio} = Q \text{ doméstico} + Q \text{ infiltración} + Q \text{ Conexiones ilícitas}$$

En este caso no se tomó en cuenta el caudal comercial e industrial porque el lugar carece de comercios e industrias.

$$Q_{\text{med}} = Q_{\text{dom}} + Q_{\text{C.I}} + Q_{\text{Inf.}}$$

$$Q_{\text{dom}} = 0,1305 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{C.I}} = 0,16 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{Inf}} = 0,04 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{med}} = 0,1305 \text{ l/s} + 0,16 \text{ l/s} + 0,00 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{med}} = 0,3305 \text{ l/s}$$

$$FQM = Q_{\text{med}} / \text{No. Hab.}$$

$$FQM = 0,3305/94$$

$$FQM = 0,0035$$

Este valor es mayor que el mínimo; por lo tanto, se adopta el valor máximo de 0,005.

$$FQM \text{ asumido} = 0,005$$

### **2.3.7.5. Caudal de diseño**

Es el caudal con que se diseñará cada tramo del sistema sanitario, de acuerdo a los datos obtenidos o investigados y aplicados en un período de diseño. Será la suma de: a) caudal máximo de origen doméstico, b) caudal de infiltración, c) caudal de conexiones ilícitas, d) aguas de origen industrial y comercial según las condiciones particulares de estos establecimientos (no incluidas en el diseño).

El caudal de diseño de cada tramo será igual a multiplicar el factor de caudal medio, el factor de Hardmon y el número de habitantes a servir. En este caso se compara el diseño para población actual y futura con las siguientes expresiones y los cálculos respectivos.

$$q \text{ Dis. Fut.} = (Fqm) (FH \text{ futuro}) (\text{No. de habitantes futuro})$$

Para el tramo comprendido entre los pozos PV1 Y PV2 los datos de diseño obtenidos fueron los siguientes:

$$q_{\text{dis}} = \text{No. Hab.} * FQM * F.H$$

$$q_{\text{dis}} = 94 * 0,005 * 4,25$$

$$q_{\text{dis}} = 0,80 \text{ l/s}$$

### **2.3.8. Selección del tipo de tubería**

La tubería que será utilizada en un proyecto es seleccionada bajo las condiciones con que se pretenda construir el sistema de drenajes, para lo cual influyen distintos aspectos tales como: eficiencia, economía, durabilidad, facilidad de manejo y colocación.

En el diseño del alcantarillado sanitario para la aldea Suacité, se utilizó tubería PVC Junta Rápida Norma D-3034, la cual, según las características, presenta facilidad de instalación y optimización de tiempo.

### **2.3.9. Diseño de secciones y pendientes**

En general diseñó el sistema con secciones circulares de PVC que funcionan como canales abiertos. El cálculo de la capacidad, velocidad, diámetro y pendientes se hará aplicando la fórmula de Manning, transformada al sistema métrico para secciones circulares.

El tubo de la conexión domiciliar debe ser de menor diámetro que el del tubo de la red principal, con el objeto de que sirva de retenedor de algún objeto que pueda obstruir el colector principal. En las conexiones domiciliarias el diámetro mínimo será de 4", con una pendiente mínima de 2 % y una máxima de 6 % y que forme un ángulo horizontal con respecto a la línea central de, aproximadamente, 45 grados, en el sentido de la corriente del mismo. La profundidad mínima de coronamiento de la tubería con respecto a la superficie del terreno es de 1,20 metros, más el diámetro interior y el espesor del tubo.

Cuando la altura de coronamiento de la tubería principal tenga una profundidad mayor de 3,00 metros bajo la superficie de terreno, se diseñará una tubería auxiliar sobre la principal para recibir las conexiones domiciliarias del tramo correspondiente. El ancho de la zanja es muy importante para evitar el exceso de excavación y para que permita trabajar adentro de ésta.

Las conexiones domiciliarias en este diseño serán con tubería PVC de 3” de diámetro, debido a que el diámetro del colector es de 4”, esto con el fin de que sea funcional y factible ya que cada sistema es pequeño y transporta poco caudal.

Para el tramo comprendido entre los pozos PV1 Y PV2 los datos de diseño obtenidos fueron los siguientes:

CT inicial = 495,46

CT final =492,03

$$P = ((CT \text{ inicial} - CT \text{ final}) * 100) / \text{Distancia}$$

$$P = ((495,46 - 492,03) * 100) / 91,06$$

Pendiente del terreno = 3,42 %

$$V = 1 / N * \sqrt{R}$$

$$V = (1/n) * (D * 0,0254/4)^{2/3} * \sqrt{S} - (\text{sistema métrico})$$

$$Q = VA$$

En la cual:

V = velocidad del flujo a sección llena (m/seg)

R = radio hidráulico igual a la sección del tubo entre el perímetro mojado

D = diámetro de la sección circular (metros)

S = pendiente de la gradiente hidráulica (m/m)

n = coeficiente de rugosidad de Manning = 0,009 para tubos PVC

Q = caudal

A = área

V = velocidad

Diámetro de tubería asumido = 4"

Pendiente de tubería = 3,38 %

Velocidad a sección llena

$$V = 0,03429 / n * (D * 0,0254)^{2/3} * \sqrt{S}$$

$$V = 0,03429/0,009 * (4 * 0,0254)^{2/3} * \sqrt{3,38}$$

$$V = 1,76 \text{ m/s}$$

Caudal a sección llena

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

$$Q_{\text{sec llena}} = \pi/4 * (4 * 0,0254)^2 * 1,76 * 1000 \text{ l/m}^3$$

$$Q_{\text{sec llena}} = 14,30 \text{ l/s}$$

### **2.3.9.1. Velocidades máximas y mínimas**

Para el diseño del sistema de alcantarillado en la aldea Suacité se utilizó un parámetro comprendido entre  $0,4 \text{ m/s} < v < 5,00 \text{ m/s}$  debido a las condiciones topográficas del lugar.

### **2.3.9.2. Diámetro del colector**

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

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

Para el diseño del sistema de alcantarillado en la aldea Suacité, se utilizaron requerimientos de normas para PVC, que se adecúan a la utilización de tubería de polietileno de alta densidad.

Se decidió utilizar un diámetro mínimo de 4" por factibilidad económica y funcionamiento adecuado del sistema ya que al diseñar sistemas aislados el caudal transportado en algunos tramos es bajo.

### 2.3.9.3. Profundidad mínima del colector

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

### 2.3.9.4. Ancho de zanja

Para alcanzar la profundidad a la cual se encuentra el colector, se deben de hacer excavaciones en las distancias (indicadas por los pozos de visita) y dirección determinadas en la topografía de la red general.

La profundidad de estas zanjas está condicionada por el diámetro y requerimientos de la tubería a utilizar. A continuación se muestra una tabla de anchos de zanja aconsejables, en función de diámetro y alturas de excavación:

Tabla I. Anchos de zanja

Diámetro de tubería en pulgadas	Ancho de zanja		
	Profundidad 0 a 2 m	Profundidad 2 a 4 m	Profundidad 4 a 6 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

Fuente: GARCÍA, Nery. Método práctico de presupuestos en construcción. p. 17.

### **2.3.9.5. Volumen de excavación**

Es la cantidad de suelo que se removerá para colocar la tubería. Está comprendida a partir de la profundidad de los pozos de visita y del ancho de zanja, por lo cual depende del diámetro de la tubería que se va a instalar y de la longitud entre pozos, siendo las dimensionales en metros cúbicos.

La fórmula para determinar el volumen de excavación, se define de la siguiente manera:

$$\text{Vol} = \frac{H1 + H2}{2} \times d \times z$$

Donde:

Vol = ((profundidad pozo 1+profundidad pozo 2)/2)\*distancia ente pozos\*ancho de zanja

Para el tramo comprendido entre los pozos PV1 Y PV2 los datos de diseño obtenidos fueron los siguientes:

$$\text{Vol. Exc.} = [ ( \{ 1,42 + 1,42 \} / 2 ) * 89,4 * 0,60 ]$$

$$\text{Vol. Exc.} = 76,16 \text{ m}^3$$

### **2.3.9.6. Cotas Invert**

Las cotas del terreno, al igual que los puntos de entrada y salida de la tubería del alcantarillado, deben calcularse de la siguiente manera:

$h_{\min}$  = altura mínima, según el tipo de tránsito que circula por el lugar

CII = cota Invert inicial

CTS = cota Invert de la tubería de salida final

CTE = cota Invert de la tubería de entrada

CTI = cota del terreno inicial

CTF = cota del terreno final

D = distancia horizontal

S % = pendiente del terreno

Et = espesor de la tubería

Para el tramo comprendido entre los pozos PV1 Y PV2 los datos de diseño obtenidos fueron los siguientes:

Diámetro de pozos: 1,20 metros

Grosor de paredes: ladrillo tayuyo 21 \* 12,5 \* 6,5

Distancia efectiva = distancia entre pozos – ((Ø1 PV 1 + grosor paredes PV 1) / 2) + (Ø2 PV 2 + grosor paredes PV 2) / 2))

DHefec = 91,06 – ((1,20 + 0,46) / 2) + (1,20 + 0,46) / 2))

DHefec = 89,4 m

Cota Invert de salida del pozo 1

Cis = cota Invert entrada del pozo 1 – 0,05

Cis = 494,21 – 0,05

Cis = 494,16

Donde:

Cis = cota Invert salida del pozo 1

Cota Invert entra al pozo 2

Cie = cota Invert de salida del pozo 1 ( Cis ) – ( 1,5 % \* distancia efectiva )

Cie = 494,16 – (3,38 % \* 89,4)

Cie = 490,78

Donde:

Cie = cota Invert entra del pozo 2

Profundidad del pozo 1

Alt Pv1 = cota del terreno – cota Invert de salida del pozo 1

Alt Pv1 = 495,46 – 494,16 +0,12

Alt Pv10 = 1,42

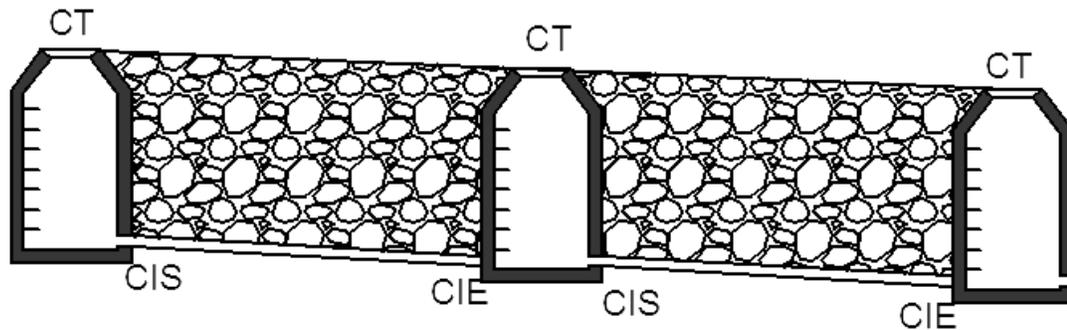
Altura del pozo 2

Alt Pv2 = cota del terreno – cota Invert de salida del pozo 2

Alt Pv2 = 492,03 – 490,73 + 0,12

Alt Pv2 = 1,42

Figura 2. **Abreviaturas utilizadas para cotas Invert**



Fuente: elaboración propia, con programa de AUTOCAD 2013.

En la figura 2 se demuestra la posición de las abreviaturas utilizadas para el cálculo de cotas Invert.

### **2.3.10. Pozos de visita**

Los pozos de visita son parte de las obras accesorias de un alcantarillado y se emplean como medio de inspección y limpieza. Según las normas para construcción de alcantarillados, se recomienda colocar pozos de visita en los siguientes casos:

- En toda intercepción de colectores
- Al comienzo de todo colector
- En todo cambio de sección o diámetro
- En todo cambio de dirección o pendiente
- En tramos rectos, a distancias no mayores de 100 a 120 metros
- En las curvas de colectores visitables, a no más de 30 metros

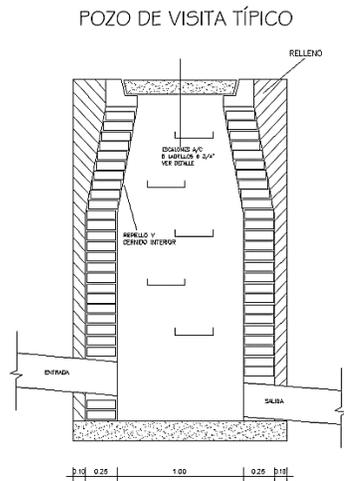
La forma constructiva de los pozos de visita se ha normalizado considerablemente y se han establecido diseños que se adoptan de un modo general. Los pozos tienen en la parte superior un marco y una tapa de hierro fundida o de concreto, con una abertura neta de 0,50 a 0,60 m. El marco descansa sobre las paredes, que se ensanchan hasta alcanzar un diámetro de 1,20 a 1,50 m de la boca del pozo, continuando con este diámetro hasta llegar a la alcantarilla. La profundidad es variable y las paredes suelen ser construidas de ladrillo de barro cocido, cuando son pequeños; y de concreto cuando son muy grandes y profundos.

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

Los canales se recubren, a veces, con tubos partidos o seccionados por el diámetro. Los cambios de dirección se hacen en los canales. Hay que hacer notar que el pozo de visita tiene un fondo plano solamente 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.

En los pozos de visita profundos se disponen escalones para que se pueda bajar para inspeccionar y limpiar. Estos escalones suelen ser de varillas de hierro, empotrados en las juntas de los ladrillos.

Figura 3. **Detalle de pozo de visita**



Fuente: elaboración propia, con programa de AUTOCAD 2013.

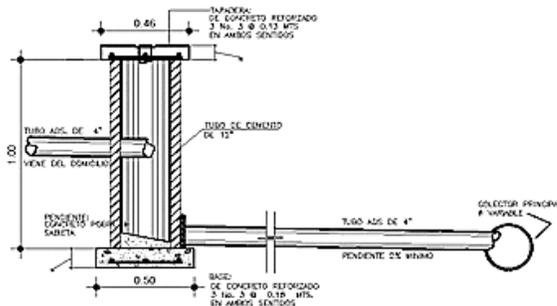
### 2.3.11. **Conexiones domiciliarias**

Una conexión domiciliar es un tubo que lleva las aguas servidas desde una vivienda o edificio a una alcantarilla común o a un punto de desagüe. Ordinariamente, al construir un sistema de alcantarillado es costumbre establecer y dejar prevista 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. En colectores pequeños es más conveniente una conexión en Y, ya que proporciona una unión menos violenta de los escurrimientos que la que se consigue con una conexión en T. Sin embargo, la conexión en T es más fácil de instalar en condiciones difíciles. Una conexión en T, bien instalada, evita que las aguas negras retornen por la conexión doméstica cuando el colector esté funcionando a toda la capacidad.

La conexión doméstica se hace por medio de una caja de inspección, construida de mampostería o con tubos de concreto colocados en forma vertical (candelas), en la cual se une la tubería proveniente del drenaje de la edificación a servir con la tubería que desaguará en el colector principal. La tubería entre la caja de inspección y el colector debe tener un diámetro no menor a 3" y debe colocarse con una pendiente de 2 % como mínimo, para sistemas con tubería PVC.

Para este diseño se determinó utilizar silleta Y en las conexiones domiciliareas ya que minimizar el impacto de las aguas servidas al integrarse al sistema.

Figura 4. **Detalle de conexión domiciliar**



Fuente: elaboración propia, con programa de AUTOCAD 2013.

### 2.3.12. Principios hidráulicos

Las alcantarillas basan el funcionamiento en transportar el agua de desecho en conductos libres, que están en contacto con el aire, a los cuales se les conoce como canales. El flujo queda determinado por la pendiente del canal y la superficie del material del cual está construido. La sección del canal puede

ser abierta o cerrada. En el caso de los sistemas de alcantarillado se emplean canales cerrados circulares, en donde la superficie del agua está sometida a la presión atmosférica y, eventualmente, a presiones producidas por los gases que se forma en el canal.

El sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Suacité se diseñó con el principio de canales abiertos que trabajan bajo presión atmosférica.

### **2.3.12.1. Relaciones hidráulicas**

Al realizar el cálculo de las tuberías que trabajan a sección parcialmente llena para 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 realizó determinando primero la relación ( $q/Q$ ). Dicho valor se busca en las tablas; si no se encuentra el valor exacto, se busca uno aproximado. En la columna de la izquierda 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 obtienen los demás valores de chequeo. En la tabla I se muestran las relaciones hidráulicas para una alcantarilla de sección circular.

Para el tramo comprendido entre los pozos PV1 Y PV2 los datos de diseño obtenidos fueron los siguientes:

## Relación de caudales

Para la relación de caudales tenemos un caudal acumulado de estaciones anteriores el cual es:

$$q_{\text{dis acumulado}} = 1,18 \text{ l/s}$$

$$q_{\text{dis}} / Q_{\text{sec llena}} = q_{\text{dis}} / Q_{\text{sec llena}} \quad q_{\text{dis}} / Q_{\text{sec llena}} = (1,18+0,80) / 14,30$$

$$q_{\text{dis}} / Q_{\text{sec llena}} = 0,1387$$

## Relación de velocidad

$$v / V = 0,7160$$

## Relación de tirantes

$$d / D = 0,26$$

## Velocidad a sección parcial

$$v = V * v / V$$

$$v = 1,76 * 0,7160$$

$$v = 1,26 \text{ m/s}$$

## Chequeo

Caudal	$0,159 < 26,53$	$q_{\text{dis}}$ sí cumple
Velocidad	$0,40 < 1,44 < 5,00$	v sí cumple
Tirante	$0,10 < 0,11 < 0,75$	d sí cumple

### 2.3.12.1.1. 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 las mismas pruebas.

Dichas pruebas sirven para determinar un factor para establecer cuán lisa o rugosa es la superficie interna de la tubería, manejando parámetros de rugosidad para materiales ya estipulados por instituciones que regulan la construcción de sistemas de alcantarillados sanitarios. Entre estos parámetros, se mencionan:

Tabla II. **Rugosidad de materiales**

<b>Material</b>	<b>Factor de rugosidad</b>
Concreto	0,011 – 0,016
Hierro galvanizado	0,013 – 0,015
PVC	0,006 – 0,011

Fuente: Manual de bolsillo para instalación de tubos ADS. p. 26.

En el diseño del sistema de alcantarillado para la aldea Suacité se utilizó un coeficiente de rugosidad proporcionado por el fabricante AMANCO, el cual es 0,009 para tubería PVC Norma ASTM cedula 30-34.

Tabla III. Relaciones hidráulicas para sección circular

d/D	a/A	v/V	q/Q	d/D	a/A	v/V	q/Q
0.0100	0.0017	0.0880	0.00015	0.1025	0.0540	0.4080	0.02202
0.0125	0.0237	0.1030	0.00024	0.1050	0.0558	0.4140	0.02312
0.0150	0.0031	0.1160	0.00036	0.1075	0.0578	0.4200	0.02429
0.0175	0.0039	0.1290	0.00050	0.1100	0.0599	0.4260	0.02550
0.0200	0.0048	0.1410	0.00067	0.1125	0.0619	0.4320	0.02672
0.0225	0.0057	0.1520	0.00087	0.1150	0.0639	0.4390	0.02804
0.0250	0.0067	0.1630	0.00108	0.1175	0.0659	0.4440	0.02926
0.0275	0.0077	0.1740	0.00134	0.1200	0.0680	0.4500	0.03059
0.0300	0.0087	0.1840	0.00161	0.1225	0.0701	0.4560	0.03194
0.0325	0.0099	0.1940	0.00191	0.1250	0.0721	0.4630	0.03340
0.0350	0.0110	0.2030	0.00223	0.1275	0.0743	0.4680	0.03475
0.0375	0.0122	0.2120	0.00258	0.1300	0.0764	0.4730	0.03614
0.0400	0.0134	0.2210	0.00223	0.1325	0.0786	0.4790	0.03763
0.0425	0.0147	0.2300	0.00338	0.1350	0.0807	0.4840	0.03906
0.0450	0.0160	0.2390	0.00382	0.1375	0.0829	0.4900	0.04062
0.0475	0.0173	0.2480	0.00430	0.1400	0.0851	0.4950	0.04212
0.0500	0.0187	0.2560	0.00479	0.1425	0.0873	0.5010	0.04375
0.0525	0.0201	0.2640	0.00531	0.1450	0.0895	0.5070	0.04570
0.0550	0.0215	0.2730	0.00588	0.1475	0.0913	0.5110	0.04665
0.0575	0.0230	0.2710	0.00646	0.1500	0.0941	0.5170	0.04863
0.0600	0.0245	0.2890	0.00708	0.1525	0.0964	0.5220	0.05031
0.0625	0.0260	0.2970	0.00773	0.1550	0.0986	0.5280	0.05208
0.0650	0.0276	0.3050	0.00841	0.1575	0.1010	0.5330	0.05381
0.0675	0.0292	0.3120	0.00910	0.1600	0.1033	0.5380	0.05556
0.0700	0.0308	0.3200	0.00985	0.1650	0.1080	0.5480	0.05916
0.0725	0.0323	0.3270	0.01057	0.1700	0.1136	0.5600	0.06359
0.0750	0.0341	0.3340	0.01138	0.1750	0.1175	0.5680	0.06677
0.0775	0.0358	0.3410	0.01219	0.1800	0.1224	0.5770	0.07063
0.0800	0.0375	0.3480	0.01304	0.1850	0.1273	0.5870	0.07474
0.0825	0.0392	0.3550	0.01392	0.1900	0.1323	0.6960	0.07885
0.0850	0.0410	0.3610	0.01479	0.1950	0.1373	0.6050	0.08304
0.0875	0.0428	0.3680	0.01574	0.2000	0.1424	0.6150	0.08756
0.0900	0.0446	0.3750	0.01672	0.2050	0.1475	0.6240	0.09104
0.0925	0.0464	0.3810	0.01792	0.2100	0.1527	0.6330	0.09663

Continuación de la tabla III.

d/D	a/A	v/V	q/Q	d/D	a/A	v/V	q/Q
0.2200	0.1631	0.6510	0.10619	0.5900	0.6140	1.0700	0.65488
0.2250	0.1684	0.6590	0.11098	0.6000	0.6265	1.0700	0.64157
0.2300	0.1436	0.6690	0.11611	0.6100	0.6389	1.0800	0.68876
0.2350	0.1791	0.6760	0.12109	0.6200	0.6513	1.0800	0.70537
0.2400	0.1846	0.6840	0.12623	0.6300	0.6636	1.0900	0.72269
0.2450	0.1900	0.6920	0.13148	0.6400	0.6759	1.0900	0.73947
0.2500	0.1955	0.7020	0.13726	0.6500	0.6877	1.1000	0.75510
0.2600	0.2066	0.7160	0.14793	0.6600	0.7005	1.1000	0.77339
0.2700	0.2178	0.7300	0.15902	0.6700	0.7122	1.1100	0.78913
0.3000	0.2523	0.7760	0.19580	0.7000	0.7477	1.1200	0.85376
0.3100	0.2640	0.7900	0.20858	0.7100	0.7596	1.1200	0.86791
0.3200	0.2459	0.8040	0.22180	0.7200	0.7708	1.1300	0.88384
0.3300	0.2879	0.8170	0.23516	0.7300	0.7822	1.1300	0.89734
0.3400	0.2998	0.8300	0.24882	0.7400	0.7934	1.1300	0.91230
0.3500	0.3123	0.8430	0.26327	0.7500	0.8045	1.1300	0.92634
0.3600	0.3241	0.8560	0.27744	0.7600	0.8154	1.1400	0.93942
0.3700	0.3364	0.8680	0.29197	0.7700	0.5262	1.1400	0.95321
0.3800	0.3483	0.8790	0.30649	0.7800	0.8369	1.3900	0.97015
0.3900	0.3611	0.8910	0.32172	0.7900	0.8510	1.1400	0.98906
0.4000	0.3435	0.9020	0.33693	0.8000	0.8676	1.1400	1.00045
0.4100	0.3860	0.9130	0.35246	0.8100	0.8778	1.1400	1.00045
0.4200	0.3986	0.9210	0.36709	0.8200	0.8776	1.1400	1.00965
0.4400	0.4238	0.9430	0.39963	0.8400	0.8967	1.1400	1.03100
0.4500	0.4365	0.9550	0.41681	0.8500	0.9059	1.1400	1.04740
0.4600	0.4491	0.9640	0.43296	0.8600	0.9149	1.1400	1.04740
0.4800	0.4745	0.9830	0.46647	0.8800	0.9320	1.1300	1.06030
0.4900	0.4874	0.9910	0.48303	0.8900	0.9401	1.1300	1.06550
0.5000	0.5000	1.0000	0.50000	0.9000	0.9480	1.1200	1.07010
0.5100	0.5126	1.0090	0.51719	0.9100	0.9554	1.1200	1.07420
0.5200	0.5255	1.0160	0.53870	0.9200	0.9625	1.1200	1.07490
0.5300	0.5382	1.0230	0.55060	0.9300	0.9692	1.1100	1.07410
0.5400	0.5509	1.0290	0.56685	0.9400	0.9755	1.1000	1.07935
0.5500	0.5636	1.0330	0.58215	0.9500	0.9813	1.0900	1.07140

Fuente: TÉLLEZ LIMA, Luis Ernesto. Sistema de alcantarillado sanitario para la colonia Chinchilla, municipio de Jalapa ADS. p. 28.

### **2.3.13. Cálculo hidráulico**

Para el diseño de sistemas de alcantarillado se debe considerar un aspecto importante, como lo es la pendiente del terreno, ya que de esta depende la pendiente que adoptará la tubería; así mismo, las cotas Invert de entrada y salida, lo cual es básicamente lo que determina la profundidad de la localización de la tubería y la profundidad de los pozos de visita

Para desfogar las aguas recolectadas en los distintos ramales que componen este sistema de drenajes, se diseñaron sistemas aislados que descargan en fosas sépticas y una propuesta de planta de tratamiento para el tramo más grande ya que cuenta con más de 50 viviendas. Todos los sistemas son independientes debido a la topografía del terreno y las irregularidades que este presenta.

### **2.3.14. Diseño de fosa séptica**

Las fosas sépticas se utilizan por lo común para el tratamiento de las aguas residuales de familias que habitan en localidades que no cuentan con servicio de alcantarillado o que la conexión al sistema de alcantarillado les resulta costosa por la lejanía. El uso de tanques sépticos se permite en localidades rurales, urbanas y urbanomarginales.

Uno de los principales objetivos del diseño de la fosa séptica es crear dentro de esta una situación de estabilidad hidráulica, que permita la sedimentación por gravedad de las partículas pesadas. Los sólidos sedimentables que se encuentren en el agua residual cruda forman una capa de lodo en el fondo del tanque séptico.

Las grasas, aceites y demás material ligero tienden a acumularse en la superficie donde forman una capa flotante de espuma en la parte superior y la capa de lodo sedimentado en el fondo. El líquido pasa por el tanque séptico entre dos capas constituidas por la espuma y los lodos.

La materia orgánica contenida en las capas de lodo y espuma es descompuesta por bacterias anaerobias, y una parte considerable de ella se convierte en agua y gases más estables como dióxido de carbono, metano y sulfuro de hidrógeno. El lodo que se acumula en el fondo del tanque séptico está compuesto sobre todo de hilachas provenientes del lavado de prendas y de lignina, la cual hace parte de la composición del papel higiénico, aunque estos materiales lleguen a degradarse biológicamente, la velocidad de descomposición es tan baja que éstas últimas se acumulan. Las burbujas de gas que suben a la superficie crean cierta perturbación en la corriente del líquido. La velocidad del proceso de digestión aumenta con la temperatura, con el máximo alrededor de los 35°C.

El líquido contenido en el tanque séptico experimenta transformaciones bioquímicas, pero se tiene pocos datos sobre la destrucción de los agentes patógenos. Como el efluente de los tanques sépticos es anaerobio y contiene probablemente un número elevado de agentes patógenos, que son una fuente potencial de infección, no debe usarse para regar cultivos, no descargarse en canales o aguas superficiales sin permiso de la autoridad sanitaria de acuerdo al reglamento nacional vigente.

Los elementos básicos de una fosa séptica son: el tanque séptico y el campo de oxidación; en el primero se sedimentan los lodos y se estabiliza la materia orgánica mediante la acción de bacterias anaerobias, en el segundo las aguas se oxidan y se eliminan por infiltración en el suelo.

Las unidades de una fosa séptica son:

- Trampa de grasa
- Tanque séptico
- Caja de distribución
- Campo de oxidación o infiltración
- Pozo de absorción

#### **2.3.14.1. Trampa de grasas**

Se instalan únicamente cuando se eliminan grasas en gran cantidad, como es el caso de hoteles restaurantes, cuarteles en zonas rurales. Se colocan antes de los tanques sépticos, deberán diseñarse con una tapa liviana para hacer limpieza, la misma que debe ser frecuente; en lo posible deben ubicarse en zonas sombreadas para mantener bajas temperaturas en el interior.

En el caso del diseño de fosa séptica para la aldea Suacité no se tomó en cuenta una trampa de grasa ya que no se consideró necesario.

#### **2.3.14.2. Tanque séptico**

El tanque séptico es la unidad fundamental del sistema de fosa séptica ya que en este se separa la parte sólida de las aguas servidas por un proceso de sedimentación simple; además se realiza en el interior lo que se conoce como proceso séptico, que es la estabilización de la materia orgánica por acción de las bacterias anaerobias, convirtiéndola entonces en lodo inofensivo. Para calcular la capacidad del tanque séptico se debe conocer el número de usuarios del sistema, luego se adopta un gasto de aguas servidas en términos de volumen por persona y por día sugiriendo como una medida un gasto de 150

litros/persona/día y un periodo de recepción de 24 horas, debiéndose tomar la proporción de esta en caso de no utilizar el sistema el otro día, como es el caso de escuelas rurales donde el lapso de utilización es de 6 a 8 horas diarias.

Para determinar el volumen del tanque séptico se multiplica en número de usuarios por el gasto que

$$V=nq$$

Fórmula en la que q es el gasto proporcional con relación a las 24 horas, así si la escuela rural trabaja 8 horas diarias que serán igual a 8/24 del gasto diario.

En el diseño del alcantarillado sanitario para la aldea Suacité se utilizarán 4 fosas sépticas y 2 plantas de tratamiento propuestas. El diseño de la fosa séptica se detalla a continuación:

Datos:

Número de casas: 20 casas

Habitantes por casa: 5 habitantes

Población futura: 100 habitantes

q=150lt/hab/dia.

Fórmula:

$$V = P*q$$

$$V= T * Q = (12*150*100) / 24 = 7 500 L$$

$$V = 7\,500 + (60 * 100) = 13,5 \text{ m}^3$$

Asumiendo una altura del líquido

$$h = 2,50 \text{ m}$$

$$VOL = L * A * H$$

$$13,5 = 2A^2 * 2,50$$

$$A = 1,65 \text{ m}$$

$$L = 2A$$

$$L = 3,30 \text{ m}$$

$$H = 2,5 + 0,4 \text{ (altura requerida)} = 2,90$$

$$H = 2,90 \text{ m}$$

Dimensiones de la fosa séptica

$$\text{Ancho} = 1,65 \text{ m}$$

$$\text{Largo} = 3,30 \text{ m}$$

$$\text{Alto} = 2,90 \text{ m}$$

$$\text{Volumen} = 13,5 \text{ m}^3$$

### **2.3.14.3. Pozo de absorción**

Los pozos de absorción pueden sustituir o ser complementarios al campo de oxidación. Un pozo de absorción consiste en excavaciones de más o menos un diámetro y profundidad variable. En estos el agua se infiltra por paredes y piso que deberán ser tomados permeables, se recomienda llenar de grava a la altura aproximada de 1m para lograr una buena distribución de agua al fondo.

### Características del tanque séptico.

- La relación largo-ancho del área superficial del tanque séptico deberá estar comprendida entre 2:1 a 5:1
- El espacio libre entre la capa superior de nata o espuma y la parte inferior de la losa de techo el tanque séptico no será menor a 0,40 m. se deberá considerar que un tercio de la altura de la nata se encontrará por encima del nivel del agua.
- El ancho del tanque séptico, no deberá ser menor de 0,60 m y la profundidad neta menor a 0,75 m.
- El diámetro mínimo de las tuberías de entrada y salida del tanque séptico será de 0,10 m y 0,75 m respectivamente.
- El nivel de tubería de salida del tanque séptico, deberá estar situado a 0,05 m por debajo de la tubería de entrada del tanque séptico.
- Los dispositivos de entrada y salida del agua residual al tanque séptico estarán constituidos por tees o pantallas.
- Cuando se usen pantallas, estas deberán estar distanciadas de las paredes del tanque a no menos de 0,20 m ni mayor a 0,30 m.
- Cuando el tanque tenga más de una cámara, las interconexiones entre las cámaras consecutivas se proyectarán de tal forma que evite el paso de natas y lodos al año horizonte del proyecto.

- El fondo de los tanques sépticos tendrá pendiente de 2 % orientada hacia el punto de ingreso de los líquidos.
- En los casos en que el terreno lo permita, se colocara una tubería de 0,15 m de diámetro para el drenaje de lodos, cuyo extremo se ubicara a 0,10 m por encima de la sección más profunda del tanque séptico. La tubería estará provista de válvula de tipo compuerta y la carga de agua sobre el mismo no deberá ser menos a 1,80 m.

Con los cálculos del diseño realizados se obtuvieron los siguientes datos para el pozo de absorción:

$K_1 =$  coeficiente de absorción ( $m^2/hab/día$ )

$K_1 = 0,88 m^2/hab/día$

Fórmula:

$$H = (k_1 * N) / (\pi * D)$$

$$H = (0,88 * 100) / (\pi * 2,50)$$

$$H = 11,21 \text{ m}$$

Notas: dado que para usar un solo pozo de absorción se requiere que tenga una profundidad de 11,21 m, se utilizarán dos pozos de absorción de 5,50 m.

#### **2.3.14.4. Aspectos para el diseño de un tanque séptico**

Para el diseño del tanque se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

Tiempo de retención hidráulica del volumen de sedimentación: será calculado mediante la siguiente fórmula.

$$Pr = 1,5 - 0,3 \cdot \log (P \cdot q)$$

Donde:

PR= tiempo promedio de retención en días

P = población

q = caudal de aporte unitario de aguas residuales en L/hab-dia

En ningún caso, el tiempo de retención deberá ser menor a seis horas

Volumen de sedimentación: será calculado mediante la fórmula siguiente:

$$Vs = 10^{-3} \times (P \cdot q) \times Pr$$

Donde:

Vs = volumen de sedimentación en m<sup>3</sup>

Volumen de almacenamiento de lodos: será calculado mediante el empleo de la fórmula siguiente:

$$Vd= G \times P \times N \times 10^{-3}$$

Dónde:

Vd= volumen de almacenamiento de lodos en m<sup>3</sup>

G= volumen de lodos producidos por persona y por año en lts

N= intervalo de limpieza o retiro de lodos en años

Volumen de natas: como valor normal se considera un volumen mínimo de 0,7 m<sup>3</sup>

Espacio de seguridad: las distancia entre la parte inferior del ramal de la tee de salida y la superficie inferior de la capa de natas no deberá ser menor a 0,10 m.

### **2.3.15. Presupuesto del proyecto**

En la integración del presupuesto se consideraron como costos directos: la mano de obra calificada, la no calificada, las prestaciones laborales, los materiales de construcción y el transporte de los mismos. Como costos indirectos se consideraron: la supervisión técnica, los costos de administración y la utilidad. Los salarios de la mano de obra se estimaron con base en el salario mínimo establecido por la ley. En cuanto al precio de los materiales, se tomaron los que se manejan en la región.

Tabla IV. **Presupuesto del alcantarillado sanitario para la aldea Suacité**

REGLONES DE TRABAJO					
No.	REGLON	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL
1	BODEGA	UNIDAD	1	Q6 000,00	Q6 000,00
2	TRAZO Y ESTAQUEADO	ML	4 826,56	Q7,50	Q36 199,20
3	EXCAVACIÓN	M3	4 343,904	Q97,50	Q423 530,64
4	RELLENO	M3	4 517,66	Q141,11	Q637 487,00
5	COLECTOR	ML	1	Q619 739,16	Q619 739,16
6	POZO DE VISITA TIPO A	UNIDAD	40	Q4 366,34	Q174 653,70
7	POZO DE VISITA TIPO B	UNIDAD	5	Q8 592,99	Q42 964,95
8	CONEXIÓN DOMICILIAR	UNIDAD	200	Q414,93	Q82 986,00
9	FOSA SÉPTICA	UNIDAD	4	Q30 436,84	Q121 747,36
10	LIMPIEZA	ML	4 826,56	Q9,51	Q45 900,59
11	CORTE DE CONCRETO O ASFALTO Y RECAPEO	ML	2 000	Q416,82	Q833 635,20
				<b>TOTAL</b>	<b>Q3 024 843,80</b>

Fuente: elaboración propia.

### 2.3.16. Cronograma de ejecución

El presente cronograma de ejecución detalla las actividades que se llevarán a cabo para la realización del proyecto.

Tabla V. **Cronograma de ejecución del alcantarillado sanitario para la aldea Suacité**

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES																										
PROYECTO: DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SUACITE																										
UBICACIÓN: ALDEA SUACITE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ GUATEMALA																										
FECHA: ABRIL DEL 2013																										
No.	ACTIVIDAD	DURACION (EN SEMANAS)																								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	BODEGA	■																								
2	TRAZO Y ESTAQUEADO		■	■																						
3	CORTE DE CONCRETO O ASFALTO Y RECAPEO			■	■	■	■	■	■																	
4	EXCAVACIÓN				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■						
5	RELLENO					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
6	COLECTOR									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
7	POZOS DE VISITA						■		■		■		■		■		■		■		■		■		■	
8	CONEXIÓN DOMICILIAR						■		■		■		■		■		■		■		■		■		■	
9	FOSA SÉPTICA							■	■			■	■			■	■			■	■			■	■	
10	LIMPIEZA																								■	

Fuente: elaboración propia.

### **3. DISEÑO DE UN EDIFICIO DE TRES NIVELES DE LA ALCALDÍA AUXILIAR PARA EL CASERÍO CRUZ VERDE**

#### **3.1. Descripción del proyecto**

El diseño del proyecto consiste en un edificio de tres niveles para el caserío Cruz Verde en el municipio de San Juan Sacatepéquez, la distribución de ambientes es la siguiente:

- El tercer nivel será un área de descanso para el personal de turno en la Alcaldía Auxiliar, la cual cuenta con dormitorios y servicio sanitario.
- El segundo nivel es un salón de reuniones, el cual tiene una capacidad aproximadamente para 36 personas, además cuenta con servicio sanitario.
- El primer nivel cuenta con tres módulos de oficinas, servicio sanitario, área de parqueos y áreas verdes.
- Para el ingreso a los diferentes niveles, se diseñó un módulo de gradas anexo al edificio.

Los pobladores del caserío Cruz Verde han manifestado los problemas que tiene a causa de la falta de infraestructura para poder realizar las actividades como Alcaldía Auxiliar y también las limitaciones que tienen al realizar las reuniones ya que no cuentan con un lugar determinado.

Por tal razón se propone el diseño de una edición capaz de cumplir con las expectativas de los pobladores del caserío Cruz Verde

La estructura a diseñar será a base de marcos dúctiles de tipo estructural y losas típicas de concreto armado, los muros serán tabiques de mampostería de block pómez, ventanas, puertas de metal y piso cerámico.

### **3.1.1. Antecedentes**

Para el proyecto de un edificio de tres niveles para una alcaldía auxiliar, se tomó en cuenta al caserío Cruz Verde, el cual es uno de los más concurridos de San Juan Sacatepéquez, y cuenta con un gran número de habitantes y comercios, lo que causa la necesidad de una alcaldía auxiliar, en la cual los pobladores puedan formar consejos, para velar por el bienestar y el progreso de la comunidad.

Los pobladores se reúnen semanalmente para realizar sesiones; éstas las realizan en la escuela municipal de Cruz Verde, esto hace necesaria una infraestructura capaz de brindarles comodidad y el espacio necesarios para el desarrollo de las actividades como alcaldía auxiliar.

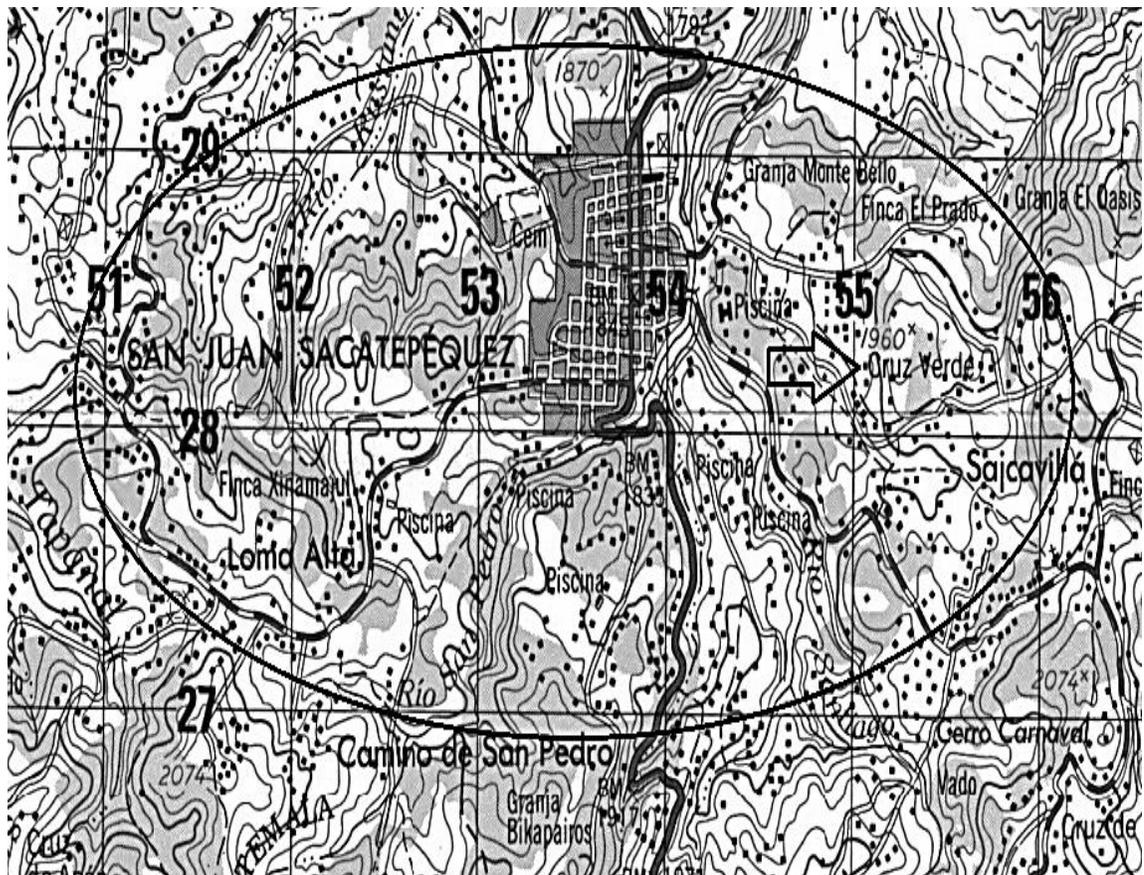
### **3.1.2. Reconocimiento del lugar**

San Juan Sacatepéquez, municipio del departamento de Guatemala, con Municipalidad de segunda categoría y con un área aproximada de 287 kilómetros cuadrados, situado a 31 kilómetros de la capital, se llega por la ruta nacional 5, colinda al norte con Granados (Baja Verapaz), al este con San Raymundo y San Pedro Sacatepéquez (Guatemala), al sur con San Pedro Sacatepéquez, al oeste con San Martín Jilotepeque y Tejar (Chimaltenango), y

Santo Domingo Xenacoj (Sacatepéquez). El proyecto está localizado a 1 kilómetro de San Juan Sacatepéquez y a 32 de la ciudad capital.

El caserío Cruz Verde, San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala. Está situado a 1 kilómetro del casco urbano de San Juan Sacatepéquez. Colinda al norte con la aldea Comunidad de Zet, al sur y al este con Sajcavilla, al oeste con el Casco Urbano.

Figura 5. Ubicación del caserío Cruz Verde en mapa 1:50000



Fuente: Instituto Geográfico Nacional.

### **3.1.3. Terreno disponible**

Los pobladores del caserío Cruz Verde cuentan con un terreno colindante con la escuela mixta rural, con un área de 125 m<sup>2</sup>. El terreno tiene forma de un triángulo irregular lo cual dificulta la utilización en un 100 %, el área útil es de aproximadamente 50 m<sup>2</sup> y se dispone el resto del terreno para áreas verdes y parqueo.

#### **3.1.3.1. Topografía del terreno**

La topografía del terreno destinado para la construcción de la Alcaldía Auxiliar es totalmente plana, con paredes que necesitan muros de refuerzo por las cargas laterales del suelo sobre la estructura. El terreno se encuentra ubicado en una posición tal que el primer nivel será el sótano al verlo por el lado contrario a la estructura.

### **3.1.4. Análisis de suelos**

Para el análisis de suelos, se realizó un estudio de compresión triaxial, para conocer las características del suelo y el valor soporte.

#### **3.1.4.1. Ensayo compresión triaxial**

Consistió en obtener una muestra inalterada de 1 pie cúbico del suelo en el que se pretende cimentar para determinar el valor soporte, cohesión y ángulo de fricción interna.

El valor soporte de un suelo es la capacidad del suelo para soportar una carga sin que produzca fallas dentro de la masa. El cálculo del valor soporte se

realizó con la ecuación de capacidad de carga última de cimentaciones cuadradas:

$$q_u = 1,3cN_c + qN_q + 0,4\gamma B N_\gamma$$

Para el cálculo del valor soporte de la muestra obtenida en el caserío Cruz Verde se utilizaron los siguientes datos, obtenidos en laboratorio como resultado del ensayo compresión triaxial:

Angulo de fricción interna

$$\phi = 20,18$$

$$\phi_{\text{rad}} = (20,18 \cdot \pi) / 180 = 0,3522 \text{ rad}$$

Factor de flujo de carga

$$N_q = (e^{(3/2 \cdot \pi - 0,3522)} \tan(20,18)) / (2 \cdot \cos(45 + (20,18/2)))^2$$

$$N_q = 7,58$$

Factor de flujo de carga última

$$N_c = \cot(20,18 \cdot (7,58 - 1))$$

$$N_c = 17,90$$

Factor de flujo de carga

$$N_\gamma = 4,52$$

Capacidad portante última

$$q_o = 64,24$$

Capacidad portante neta última

$$q_{on} = 64,24 - 1,53(1,25)$$

$$q_{on} = 62,33$$

$q_d = \text{Capacidad portante neta última} / \text{factor de seguridad}$

$q_d = 62,33/3$

$q_d = 20,77 \text{ ton/m}^2$

### **3.1.5. Normas y códigos a utilizar**

Para el diseño y correcto funcionamiento de la estructura que conformara la alcaldía auxiliar, se utilizaron normas y reglamentos estructurales como las Normas ACI y para la distribución y disposición de áreas, aspectos arquitectónicos y de funcionamiento, se aplican las normas contenidas en el Reglamento de Construcción de Edificios, conjugándolas con criterios personales.

#### **3.1.5.1. Criterios generales**

Para el diseño en general se toma en cuenta la importancia de la estructura y el uso que se le dará, estos son los factores más importantes a tener en cuenta.

Dependiendo del uso de cada espacio dentro de la estructura se tomaron determinaciones de áreas mínimas de instalaciones o áreas de ventilación e iluminación así como también se consideró la resistencia y el tipo de estructura que se construirá.

#### **3.1.5.2. Criterios de conjunto**

- Conjunto arquitectónico: se toman como base los requisitos que debe de cumplir el edificio de oficinas para atender a los trabajadores y el público

en general que se espera recibir y se debe de diseñar con respecto a la funcionalidad incluyendo todas las áreas a utilizar.

- Emplazamiento: un correcto emplazamiento del conjunto arquitectónico en el terreno, se logra cuando el área construida en planta baja no excede el 40 % del área total del terreno.

Nota: por las dimensiones limitadas del terreno con el cual se cuenta el emplazamiento no fue el óptimo.

- Orientación del edificio: una correcta orientación proporciona; una óptima iluminación, ventilación y asoleamiento de todos los ambientes del edificio.

La orientación ideal es de norte a sur, de preferencia abriendo las ventanas hacia el norte; sin embargo, la orientación será definida en el terreno, tomando en cuenta que el sentido del viento dominante es el ideal para abrir ventanas bajas.

- Superficie y altura del edificio: la superficie varía en función de las necesidades que se tengan que satisfacer, tanto en capacidad como en la utilización y las actividades que se lleven a cabo; y la altura será establecida de acuerdo a las necesidades que deba cumplir el edificio.

Para el edificio para la alcaldía auxiliar, se tomó en cuenta lo descrito anteriormente, debido a las dimensiones y la forma del terreno, el área de construcción ocupará el 55 % del terreno; el establecimiento está orientado de noroeste a sureste, lo cual garantiza una correcta iluminación y ventilación; el edificio de tres niveles, con altura entre niveles de 2,80 m.

### 3.1.5.3. Criterios de iluminación

- Generalidades de la iluminación en el edificio: la iluminación debe de ser abundante y uniforme, evitando la proyección de sombras y contrastes muy marcados. Para lograr lo anterior, deben tomarse en cuenta los siguientes criterios:
  - Es importante el número, tamaño y ubicación de las ventanas y/o lámparas.
  - Un local pequeño recibe mejor la iluminación que uno grande, pero las dimensiones dependen de los requerimientos de espacio.
  - Los acabados más brillantes permiten mayor reflexión de la luz y como mejor resultado una mejor iluminación.
  
- Tipos de iluminación: por la procedencia, la iluminación se divide en natural y artificial. La iluminación natural, por la ubicación de las ventanas, se divide en unilateral, bilateral y cenital. Estos cuatro tipos de iluminación, aceptados para edificios de oficinas, se describen a continuación:
  - Iluminación natural unilateral: este caso se da, cuando sólo un lado de la oficina o salón tiene ventanas; las ventanas deben tener un área de 25 % a 30 % del área total de piso; el techo y el muro opuesto a la ventana deben ser claros; y el muro opuesto a la ventana estará a una distancia no mayor de 2,5 veces la altura del muro de ventana.

- Iluminación natural bilateral: este caso se da cuando existen ventanas en las paredes laterales de la oficina o salón; las ventanas deben tener un área de iluminación entre 25 % a 30 %.
- Iluminación natural cenital: esta iluminación es por medio de ventanas colocadas en el techo de la oficina o salón, para esta se toma como área de ventanas del 15 % a 20 % del área total de piso.
- Iluminación artificial: se acepta únicamente cuando sea muy justificado; debe ser difuso, para evitar molestias en la vista; también debe ser lo más parecido a la iluminación natural.

Para la iluminación del edificio de oficinas, se tomó el concepto de iluminación natural bilateral, ya que el edificio está orientado de noroeste a sureste, teniendo un área de iluminación del 25 %. Para la iluminación artificial, se colocaron lámparas de tipo industrial, en losas.

#### **3.1.5.4. Otros criterios**

- Ventilación: la cantidad disponible de aire en el ambiente, tiene gran importancia en el desarrollo de actividades y es de suma importancia una buena ventilación y circulación de aire dentro de oficinas y salones.
- Criterios de color: desde el punto de vista físico, el color de los ambientes, optimiza la iluminación de los mismos; desde el punto de vista psicológico, los colores influyen en el estado de ánimo de los usuarios del lugar y aumenta o disminuye el rendimiento.

- Confort acústico: es importante que en un edificio de oficinas exista confort acústico, ya que éste influye grandemente en el estado anímico y el grado de concentración del personal que labora en el lugar. Para el confort acústico es necesario que no exista ninguna interferencia sonora entre los ambientes, ni ruidos que sobrepasen los límites aceptables de tolerancia.

Para el edificio de oficinas, la ubicación facilitó la ventilación debido a que se encuentra en una bifurcación de calles, lo cual permite que el viento corra en dirección al edificio y esto aumenta el volumen de aire que ingresa en las instalaciones. El lugar donde se localiza el edificio es un área con tráfico limitado, esto hace que el ruido vehicular no afecte a los usuarios. En cuanto a el color se determinó una pintura de color claro y frío, para brindar un ambiente de tranquilidad y relajación dentro de un ambiente de trabajo.

### **3.1.6. Diseño arquitectónico**

El diseño arquitectónico se hace para obtener una buena distribución de ambientes, también se toma en cuenta la comodidad y funcionalidad del edificio para que este cumpla con las expectativas para la cuales fue diseñado.

El diseño del edificio cuenta con tres niveles, cada uno de los cuales se ha destinado a cumplir con diferentes necesidades de la comunidad.

El área de oficinas, el salón de usos múltiples y el área de descanso cuentan cada uno con un área de 48,65 metros cuadrados, los cuales brindan el espacio suficiente para que las actividades para las cuales se diseñó el edificio se lleven a cabo sin ninguna complicación.

### **3.1.6.1. Ubicación del edificio en el terreno**

El edificio está orientado de noroeste a suroeste, abarcando un área de 49 metros cuadrados aproximadamente, con un espacio de 45 % de área verde y parqueos y un módulo de gradas independiente disponible para una evacuación segura.

### **3.1.6.2. Altura del edificio**

Se decidió hacer el edificio de tres niveles por razón de espacio disponible ya que la comunidad cuenta con un terreno pequeño y un área útil reducida.

Todos los niveles se diseñaron con la misma altura por simetría en la construcción, la altura por nivel de piso a cielo será de 2,8 m los cuales dan suficiente luz y ventilación a las a cada ambiente.

### **3.1.7. Capacidad del edificio**

El diseño del edificio está capacitado para poder brindar comodidad a los encargados de turno en la alcaldía auxiliar, las capacidades que se tomaron en cuenta fueron, un espacio para que los encargados de turno descansen, un salón de usos múltiples capaz de recibir de 36 a 50 personas como máximo, y en el primer nivel se encuentra un área de oficinas en la cual se pueden instalar de 3 a 6 oficinas dependiendo de las necesidades que se presenten en la alcaldía auxiliar.

### **3.1.8. Selección del sistema estructural a utilizar**

Elegir un sistema estructural no requiere de operaciones matemáticas, sino que conlleva a muchas consideraciones que se basan en objetivos importantes como:

- Se deben cumplir los requisitos de funcionalidad de la edificación
- La estructura debe de soportar las cargas
- Una estructura segura y económica

Al elegir un sistema estructural se debe tomar en cuenta que existen sistemas que se desempeñen mejor que otros en las eventualidades sísmicas, por lo que se busca un equilibrio que favorezca todos los aspectos mencionados.

Para este proyecto se decidió utilizar el sistema de marcos dúctiles, con losas planas de concreto reforzado por las características de resistencia a sismos y la facilidad para hacer modificaciones en espacios interiores.

### **3.2. Análisis estructural**

El análisis estructural, es el procedimiento por medio del cual se lleva a cabo los cálculos matemáticos para poder determinar secciones de elementos que formaran parte de la estructura

### 3.2.1. Predimensionamiento estructural

Predimensionar un elemento estructural, consiste en estimar secciones preliminares, las cuales serán utilizadas para soportar las cargas aplicadas a la estructura.

Existen diversos procedimientos para predimensionar los elementos, en este proyecto se aplicó los métodos del ACI 318-99, los cuales se detallan a continuación:

#### 3.2.1.1. Vigas

Para predimensionar las vigas se utilizó el método recomendado en el ACI 318-99, sección 9.5.2, tabla I, el cual calcula el peralte o altura de la viga, dependiendo de la luz que cubre y de los apoyos. Por razones de simetría se calculó la viga más crítica y de mayor longitud.

Tabla VI. **Altura o espesores mínimos de vigas**

<b>Alturas o espesores mínimos de vigas no pretensadas o losas armadas en una dirección a menos que se calculen las deformaciones*.</b>				
	<b>Espesor Mínimo, h</b>			
	<b>Simplemente apoyados</b>	<b>Con un extremo continuo</b>	<b>Ambos extremos continuos</b>	<b>En voladizo</b>
<b>Elementos</b>	<b>Elementos que no soporten o estén ligados a divisiones u otro tipo de elementos susceptibles de dañarse por grandes deformaciones.</b>			
<b>Losas macizas en una dirección</b>	$\frac{\ell}{20}$	$\frac{\ell}{24}$	$\frac{\ell}{28}$	$\frac{\ell}{10}$
<b>Vigas o losas nervadas en una dirección</b>	$\frac{\ell}{16}$	$\frac{\ell}{18.5}$	$\frac{\ell}{21}$	$\frac{\ell}{8}$

\*  $\ell$  = luz  $\ell$  está en mm

Fuente: ACI 318-99, sección 9.5.2, tabla I.

Nota: los valores dados en esta tabla se deben usar directamente en elementos de concreto de peso normal ( $WC = 2400 \text{ kg/m}^3$ ) y refuerzo grado 420 MPa.

Datos:

$$L = 5 \text{ m}$$

$h = \text{peralte}$

Solución:

$$h = L/20 = 0,25 \text{ m}$$

Base de la viga =  $h/2$

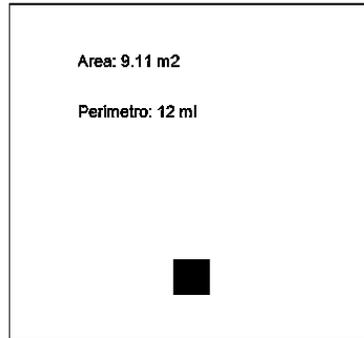
$$\text{Base de la viga} = 0,25/2 = 0,125 \text{ m}$$

$$\text{Base de viga} = 0,25 \text{ m} \quad \text{Sección de Viga} = 0,25 \times 0,35 \text{ m}$$

### **3.2.1.2. Columnas**

El método que se utilizó para predimensionar las columnas se basa en la carga aplicada y el área tributaria, para luego calcular la sección. Para calcular las secciones de las columnas se tomó como base la columna más crítica, o sea la que soporta mayor carga.

Figura 6. **Área tributaria para columna**



Fuente: elaboración propia, con programa de AUTOCAD 2013.

Datos:

P = carga axial

P = área tributaria x peso específico concreto

$P = 9,11 \times 2\,400 = 14\,032,2 \text{ kg/m}$

$f'c = 210 \text{ kg/m}$

$f'y = 2\,810 \text{ Kg/m}$

Ag = área gruesa de columna

As = área de acero,  $1\% (Ag) \leq AS \leq 6\% (Ag)$

Fórmula:

$P = 0,8 * (0,225 * f'c * Ag + f'y * As)$

$1\% Ag \leq As \leq 8\% Ag$  (según ACI 318-99, sección 21.4.3)

Solución:

$P = (\text{área de losa} * \text{espesor de losa} + \text{vigas} + \text{muros} + \text{columnas})$

$$14\ 032,2 = 0,8 ((0,225*210*Ag) + (2\ 810*0,1*Ag))$$

$$(14\ 032,2/0,8) / (0,225*210+ 2\ 810*0,1) = Ag$$

$$Ag = (14\ 032,2/0,8) / ((0,225*210) + (2810*0,1)) = 232,7837\ \text{cm}^2$$

Se propone una columna de  $25 \times 25 = 625\ \text{cm}^2$

### 3.2.1.3. Losa

Las losas son elementos estructurales que pueden servir como cubiertas que protegen de la intemperie, como para transmitir cargas verticales y horizontales. Por el espesor, pueden dividirse en cascarones ( $t < 0,09$ ), planas ( $0,09 \leq t \leq 0,12$ ) y nervadas ( $t > 0,12$ ).

Para losas en dos direcciones, ACI recomienda:

$$\text{Espesor de losa} = \text{perímetro} / 180$$

$$T = 16,2879 / 180$$

$$T = 0,0905\ \text{m}$$

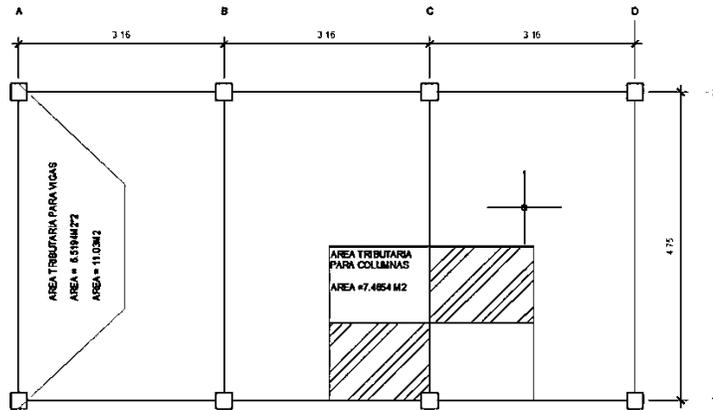
$$\text{Espesor de losa} = 0,10\text{m}$$

### 3.2.1.4. Cimientos

Para los cimientos se diseñaron zapatas aisladas, cuyo predimensionamiento se presenta en el diseño de zapatas. Ver sección 3.3.5.

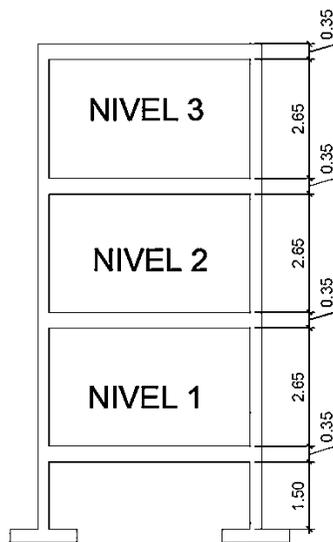
Con los resultados obtenidos del predimensionamiento y tomando en cuenta la distribución arquitectónica, se presenta la figura 7, donde se muestra la planta típica acotada con la respectiva distribución de vigas y columnas.

Figura 7. **Planta, edificio de Alcaldía Auxiliar (áreas tributarias en columnas y vigas)**



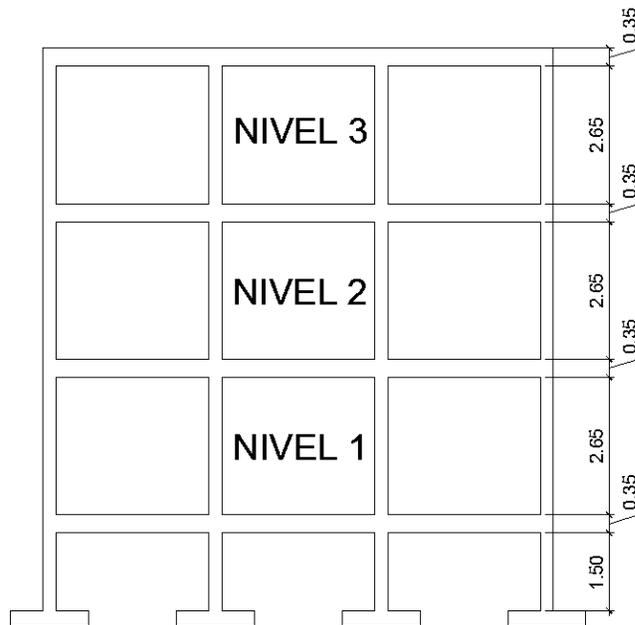
Fuente: elaboración propia, con programa de AUTOCAD 2013.

Figura 8. **Elevación marco típico, sentido Y**



Fuente: elaboración propia, con programa de AUTOCAD 2013.

Figura 9. **Elevación marco rígido, sentido X**



Fuente: elaboración propia, con programa de AUTOCAD 2013.

### 3.2.2. Modelos matemáticos de marcos dúctiles

El modelo matemático de un marco dúctil, es una gráfica que representa tanto la forma como las cargas que soporta el marco y que sirve para realizar el análisis estructural.

Las figuras 8 y 9 muestran los modelos matemáticos de los marcos dúctiles en el sentido X y en el sentido Y, respectivamente. La integración de cargas muertas y vivas se muestran en la sección 3.2.3.3.

### 3.2.3. Cargas aplicadas a los marcos dúctiles

Las cargas en una estructura, de acuerdo con la dirección en que se aplican se divide en: carga horizontal y carga vertical.

### **3.2.3.1. Cargas horizontales en marcos dúctiles**

Existen dos fuerzas horizontales: viento y sismo, a las que está expuesto un edificio. Generalmente, se considera en el análisis estructural únicamente una de las dos, ya que los fenómenos naturales que las provocan no se presentan simultáneamente.

Guatemala es un país con riesgo sísmico, por tal razón se diseñan los edificios tomando en cuenta este fenómeno. Para encontrar las fuerzas sísmicas al edificio de alcaldía auxiliar, se aplicó el Método SEAOC.

### **3.2.3.2. Método SEAOC – edificio de alcaldía auxiliar**

Corte basal (V): es la fuerza sísmica que el suelo transmite al edificio en la base. El corte basal está dado por la fórmula siguiente:

$$V = Z * I * K * C * S * W$$

- Z = coeficiente de riesgo sísmico que depende de la zona, Z = 1
- I = coeficiente que depende de la importancia de la estructura, después de un evento sísmico, I = 1,30.
- K = coeficiente que depende del tipo de la estructura, K = 0,67
- C = coeficiente ligado al período de vibración de la estructura
- S = coeficiente que depende del suelo de cimentación, S = 1,5
- W = peso propio de la estructura.+ 25 % WCV

Notas: el sismo no actúa en una dirección determinada con respecto al edificio. Por tal razón se necesita evaluar el corte basal en las direcciones X e Y longitudinal y transversal respectivamente, con los valores resultantes se puede diseñar el edificio contra un sismo en cualquier dirección.

El factor C depende del período natural fundamental de vibración de la estructura T y está dado por  $C = 1 / (1,5 * \sqrt{T})$  el valor C debe ser menor que 0,12, si este valor da más que 0,12 se debe de usar 0,12. El valor C se determina, en el sentido X y en el sentido Y.

Para este diseño el valor del factor c se determinó de la siguiente manera:

$$T = 0,0906 * (H / \sqrt{b})$$

$$T_X = 0,0906 * (11 / \sqrt{9,73}) = 0,3195$$

$$C_X = 1 / (1,5 * \sqrt{0,3195}) = 0,1179$$

$$T_Y = 0,0906 * (11 / \sqrt{5}) = 0,4457$$

$$C_Y = 1 / (1,5 * \sqrt{0,4457}) = 0,0999$$

$$C_X * S = 0,1179 * 1,5 = 0,1769$$

$$C_Y * S = 0,0999 * 1,5 = 0,1499$$

### **3.2.3.3. Cargas verticales en marcos dúctiles**

También llamadas cargas por gravedad, se divide en carga viva y carga muerta. La carga viva, son cargas ocasionales, tales como el peso de personas, etc., la carga muerta, es aquella que permanece constante, inamovible y permanente dentro de una estructura, generalmente está constituida por el peso propio de los elementos que integra la estructura.

Las cargas aplicadas a la estructura se calcularon de la siguiente manera:

Datos:

$$\text{Peso del concreto} = 2\,400 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Acabados} = 60 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Peso de piso} = 144 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Peso de muros} = 160 \text{ Kg/m}^2$$

- Tercer nivel, carga muerta:

$$W_{\text{Losas}} = (\text{espesor de losa}) \cdot (\text{área tributaria}) \cdot (\text{peso del concreto})$$

$$W_{\text{Losas}} = (0,1 \cdot 54,7121 \cdot 2\,400) = 13\,130,904 \text{ Kg}$$

$$W_{\text{Columna}} = (0,25 \cdot 0,25 \cdot 3 \cdot 2\,400 \cdot 8) = 3\,600 \text{ Kg}$$

$$W_{\text{Acabados}} = (54,7121 \cdot 60) = 3\,282,726 \text{ Kg}$$

$$W_{\text{Piso}} = (54,7121 \cdot 144) = 7\,878,5424 \text{ Kg}$$

$$W_{\text{Muros}} = (39,4638 \cdot 3 \cdot 160) = 18\,942,624 \text{ Kg}$$

$$W_{\text{Viga}} = (0,35 \cdot 0,25 \cdot 38,84 \cdot 2\,400) = 8\,156,4 \text{ Kg}$$

$$\text{Total de carga muerta } (W_{\text{CM}}) = 5\,4991,1964 \text{ Kg}$$

$$\text{Carga viva } (W_{\text{CV}}) = (\text{CV}) \cdot (\text{área tributaria})$$

$$\text{Carga viva } (W_{\text{CV}}) = (250 \text{ Kg/m}^2) \cdot (54\,7121 \text{ m}^2) = 13\,678,025 \text{ Kg}$$

Peso de la estructura =  $W_{3\text{nivel}}$

$$W_{3\text{nivel}} = W_{\text{CM}} + 0,25W_{\text{CV}}$$

$$W_{3\text{nivel}} = 54\,991,1964 + (0,25 \cdot 13\,678,025) = 58\,410,7026 \text{ Kg}$$

$$W_{3\text{nivel}} = 58\,410,7026 \text{ Kg}$$

- Segundo nivel, carga muerta:

$$W_{\text{Losa}} = (0,1 \cdot 54,7121 \cdot 2\,400) = 13\,130,904 \text{ Kg}$$

$$W_{\text{Columna}} = (0,25 \cdot 0,25 \cdot 3 \cdot 2\,400 \cdot 8) = 3\,600 \text{ Kg}$$

$$W_{\text{Acabados}} = (54,7121 \cdot 60) = 3\,282,726 \text{ Kg}$$

$$W_{\text{Piso}} = (54,7121 \cdot 144) = 7\,878,5424 \text{ Kg}$$

$$W_{\text{Muros}} = (39,4638 \cdot 3 \cdot 160) = 18\,942,624 \text{ Kg}$$

$$W_{\text{Viga}} = (0,35 \cdot 0,25 \cdot 38,84 \cdot 2\,400) = 8\,156,4 \text{ Kg}$$

$$\text{Total de carga muerta } (W_{\text{CM}}) = 54\,991,19 \text{ Kg}$$

$$\text{Carga viva } (W_{\text{CV}}) = (250 \cdot 54,7121) = 13\,678,02 \text{ Kg}$$

Peso de la estructura =  $W_{2\text{nivel}}$

$$W_{2\text{nivel}} = W_{\text{CM}} + 0,25W_{\text{CV}}$$

$$W_{2\text{nivel}} = 54\,991,1964 + (0,25 * 13\,678,025) = 58\,410,70 \text{ Kg}$$

$$W_{2\text{nivel}} = 58\,410,70 \text{ Kg}$$

- Primer nivel, carga muerta:

$$W_{\text{Losa}} = (0,1 * 54,7121 * 2\,400) = 13\,130,904 \text{ Kg}$$

$$W_{\text{Columna}} = (0,25 * 0,25 * 3 * 2\,400 * 8) = 3\,600 \text{ Kg}$$

$$W_{\text{Acabados}} = (54,7121 * 60) = 3\,282,726 \text{ Kg}$$

$$W_{\text{Piso}} = (54,7121 * 144) = 7\,878,5424 \text{ Kg}$$

$$W_{\text{Muros}} = (39,4638 * 3 * 160) = 18\,942,624 \text{ Kg}$$

$$W_{\text{Viga}} = (0,35 * 0,25 * 38,84 * 2\,400) = 8\,156,4 \text{ Kg}$$

$$\text{Total de carga muerta } (W_{\text{CM}}) = 54\,991,19 \text{ Kg}$$

$$\text{Carga viva } (W_{\text{CV}}) = (250 * 54,7121) = 13\,678,02 \text{ Kg}$$

$$\text{Peso de la estructura} = W_{1\text{nivel}}$$

$$W_{1\text{nivel}} = W_{\text{CM}} + 0,25W_{\text{CV}}$$

$$W_{1\text{nivel}} = 54\,991,1964 + (0,25 * 13\,678,025) = 58\,410,70 \text{ Kg}$$

$$\text{Peso total de la estructura} = W_{\text{Total}}$$

$$W_{\text{Total}} = W_{3\text{nivel}} + W_{2\text{nivel}} + W_{1\text{nivel}}$$

$$W_{\text{Total}} = 58\,410,70\text{Kg} + 58\,410,70\text{Kg} + 58\,410,70\text{Kg} = 175\,232,1\text{ Kg}$$

$$W_{\text{Total}} = 175\,232,1\text{ Kg}$$

$$\text{Corte basal: } V = Z * I * K * C * S * W$$

$$V = (1 * 1,3 * 0,8 * 0,1179 * 1 * 175\,232,1\text{Kg}) = 21\,486,2592\text{ Kg}$$

$$V = 21\,486,2592\text{ Kg}$$

Fuerzas por nivel (Fni): las fuerzas por nivel está dada por la fórmula:

$$F_{ni} = \frac{(V - F_t) * W_{hi}}{\Sigma(W_{hi})}$$

V = corte basal

Ft = fuerza de techo, si t(período natural de vibración) es menor que

0,25 seg, entonces, Ft = 0

W = peso propio de la estructura + 25 % de las cargas vivas

Wi = peso propio de la estructura + 25 % de las cargas vivas por nivel

hi = altura medida desde la cimentación al nivel considerado

Se calcula primero Fn respecto al eje X y después al eje Y, como t < 0,25,

Ft = 0

$$F_t = 0,07 * 0,3195 * 21\,486,2592 = 480,5402$$

$$F_{n_{\text{nivel}3}} = (((21\,486,259 - 480,5402) * (58\,410,70 * 11)) / (1,4018E6)) = 9\,628,0112\text{ Kg}$$

$$F_{n_{\text{nivel}3}} = 9\,628,0112\text{ Kg}$$

$$F_{n_{nivel2}} = (((21\,486,259 - 480,5402) \times (58\,410,70 \times 8)) / (1,4018E6)) = 7\,002,19 \text{ Kg}$$

$$F_{n_{nivel2}} = 7\,002,19 \text{ Kg}$$

$$F_{n_{nivel1}} = (((21\,486,259 - 480,5402) \times (58\,410,70 \times 5)) / (1,418E6)) = 4\,376,3687 \text{ Kg}$$

$$F_{n_{nivel1}} = 4\,376,3687 \text{ Kg}$$

### 3.2.4. Análisis de fuerzas por marco

En la estructura se calculó dividiendo la fuerza por piso entre el número de marcos paralelos a esta fuerza, si los marcos espaciados están simétricamente colocados. Si los marcos espaciados son asimétricos, se tendrá que dividir la fuerza de piso  $F_i$  proporcional a la rigidez de los marcos.

- Fuerzas por marcos Y – Y

Como se puede observar en la figura 8, el edificio es simétrico en Y, por lo que la fuerza por marco será igual al producto de la división de la fuerza de piso entre el número de marcos en el sentido y.

Las fuerzas aplicadas a la estructura se calcularon de la siguiente manera:

Tercer nivel:

La fuerza del tercer nivel debe incluir  $F_t$

$$F_m = \frac{(F_2 + F_t)}{\# \text{Marcos}}$$

$$F_{m_3} = (9\,628,0112 + 480,5402) / 4 = 2\,527,1379 \text{ Kg}$$

$$Fm_3 = 2\,527,1379 \text{ Kg}$$

Segundo nivel:

$$Fm_2 = (7\,002,19 + 480,5402) / 4 = 1\,870,6826 \text{ Kg}$$

$$Fm_2 = 1\,870,6826 \text{ Kg}$$

Primer nivel:

$$Fm_1 = (4\,376,3687 + 480,5402) / 4 = 1\,214,2272 \text{ Kg}$$

$$Fm_1 = 1\,214,2272 \text{ Kg}$$

- Fuerzas por marcos X – X

Como se puede observar en la figura 9, el edificio es simétrico en X, por lo que la fuerza por marco será igual al producto de la división de la fuerza de piso entre el número de marcos en el sentido X.

Las fuerzas aplicadas a la estructura se calcularon de la siguiente manera:

Tercer nivel:

$$Fm_3 = (9\,628,0112 + 480,5402) / 2 = 5\,054,2757 \text{ Kg}$$

$$Fm_3 = 5\,054,2757 \text{ Kg}$$

Segundo nivel:

$$Fm_2 = (7\,002,19 + 480,5402) / 2 = 3\,741,3651 \text{ Kg}$$

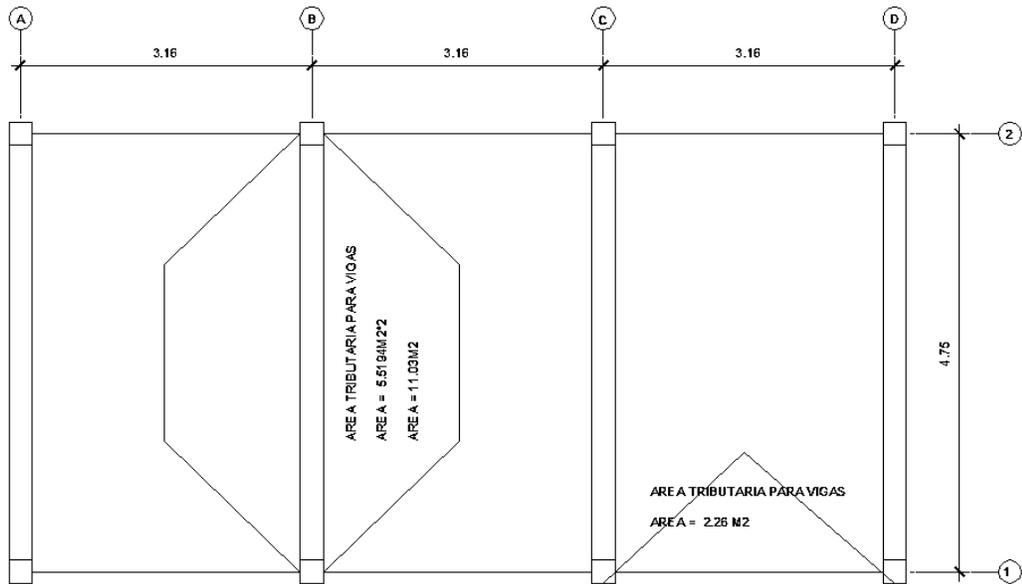
$$Fm_2 = 3\,741,3651 \text{ Kg}$$

Primer nivel:

$$Fm_1 = (4\,376,3687 + 480,5402) / 2 = 2\,428,4545 \text{ Kg}$$

$$Fm_1 = 2\,428,4545 \text{ Kg}$$

Figura 10. Área tributaria para vigas



Fuente: elaboración propia, con programa de AUTOCAD 2013.

Peso del concreto =  $2\,400\text{ Kg/m}^3$

Acabados =  $60\text{ Kg/m}^2$

Peso del piso =  $144\text{ Kg/m}^2$

Peso de muro =  $160\text{ Kg/m}^2$

Peso propio de la viga =  $0,35 \cdot 0,25 \cdot 2\,400 = 210\text{ Kg/m}$

Carga viva losa =  $250\text{ Kg/m}^2$

Sentido X-X

Marco típico nivel 3:

Carga muerta

$$CM_{X-X} = \frac{(Losa+Acabados)(Area Tributarias)}{Longitud de viga} + Viga$$

$$CM_{H-D} = ((2\ 400*0,10+60)x(11,2554))/5 = 675,324\ Kg/m$$

Carga viva

$$CV_{X-X} = \frac{(Losa+Acabados)(Area Tributarias)}{Longitud de viga} + Viga$$

$$CV_{H-D} = ((100*11,2554)/5) = 225,108\ kg/m$$

Marco típico nivel 2:

$$CM_{X-X} = \frac{(Losa+Acabados)(Area Tributarias)}{Longitud de viga} + Viga$$

$$CM_{G-C} = ((2\ 400*0,10+60+160)x(11,2554))/5 = 1\ 035,4968\ Kg/m$$

Carga viva

$$CV_{X-X} = \frac{(Losa+Acabados)(Area Tributarias)}{Longitud de viga} + Viga$$

$$CV_{G-C} = (((250*11,2554)/5) = 562,77\ kg/m$$

Marco típico nivel 1:

$$CM_{X-X} = \frac{(Losa+Acabados)(Area Tributarias)}{Longitud de viga} + Viga$$

$$CM_{F-B} = ((2\ 400*0,10+60+160)x(11,2554))/5 = 1\ 035,4968\ Kg/m$$

Carga viva

$$CV_{X-X} = \frac{(\text{Losas} + \text{Acabados})(\text{Área Tributarias})}{\text{Longitud de viga}} + \text{Viga}$$

$$CV_{F-B} = (((250 \cdot 11,2554) / 5) = 562,77 \text{ Kg/m}$$

Tabla VII. **Integración de cargas sentido Y**

	<b>Carga Muerta</b>	<b>Carga Viva</b>
<b>Nivel 3</b>	675,32 Kg/m	225,108 Kg/m
<b>Nivel 2</b>	1 035,49 Kg/m	562,77 Kg/m
<b>Nivel 1</b>	1 035,49 Kg/m	562,77 Kg/m

Fuente: elaboración propia.

Sentido Y-Y

Marco típico nivel 3:

Carga muerta

$$CM_{P-L} = ((2\ 400 \cdot 0,10 + 60) \cdot (2,23)) / 3,15 = 212,381 \text{ kg/m}$$

Carga viva

$$CV_{P-L} = ((100 \cdot 2,23) / 3,15) = 70,79 \text{ kg/m}$$

Marco típico nivel 2:

$$CM_{O-K} = ((2\ 400*0,10+60+160)x(2,23))/3,15 = 325,6508 \text{ kg/m}$$

Carga viva

$$CV_{H-D} = ((250*2,23)/3,15) = 176,9841 \text{ kg/m}$$

Marco típico nivel 1:

$$CM_{N-J} = ((2\ 400*0,10+60+160)x(2,23))/3,15 = 325,6508 \text{ kg/m}$$

Carga viva

$$CV_{H-D} = ((250*2,23)/3,15)=176,9841 \text{ kg/m}$$

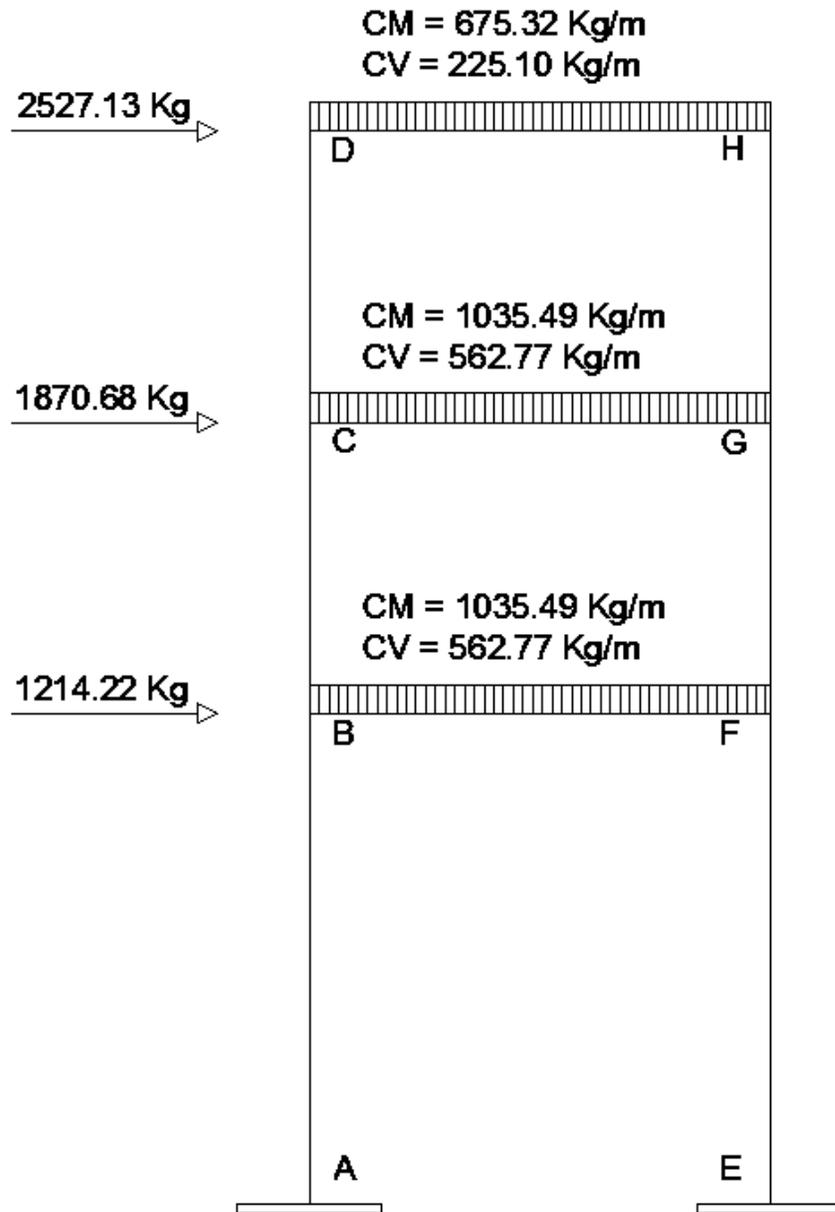
$$503,83+1\ 023,69 = 1\ 527,52$$

Tabla VIII. **Integración de cargas sentido X**

	<b>Carga Muerta</b>	<b>Carga Viva</b>
<b>Nivel 3</b>	212,381 Kg/m	70,79 Kg/m
<b>Nivel 2</b>	325,6508 Kg/m	176,9841 Kg/m
<b>Nivel 1</b>	325,6508 Kg/m	176,9841 Kg/m

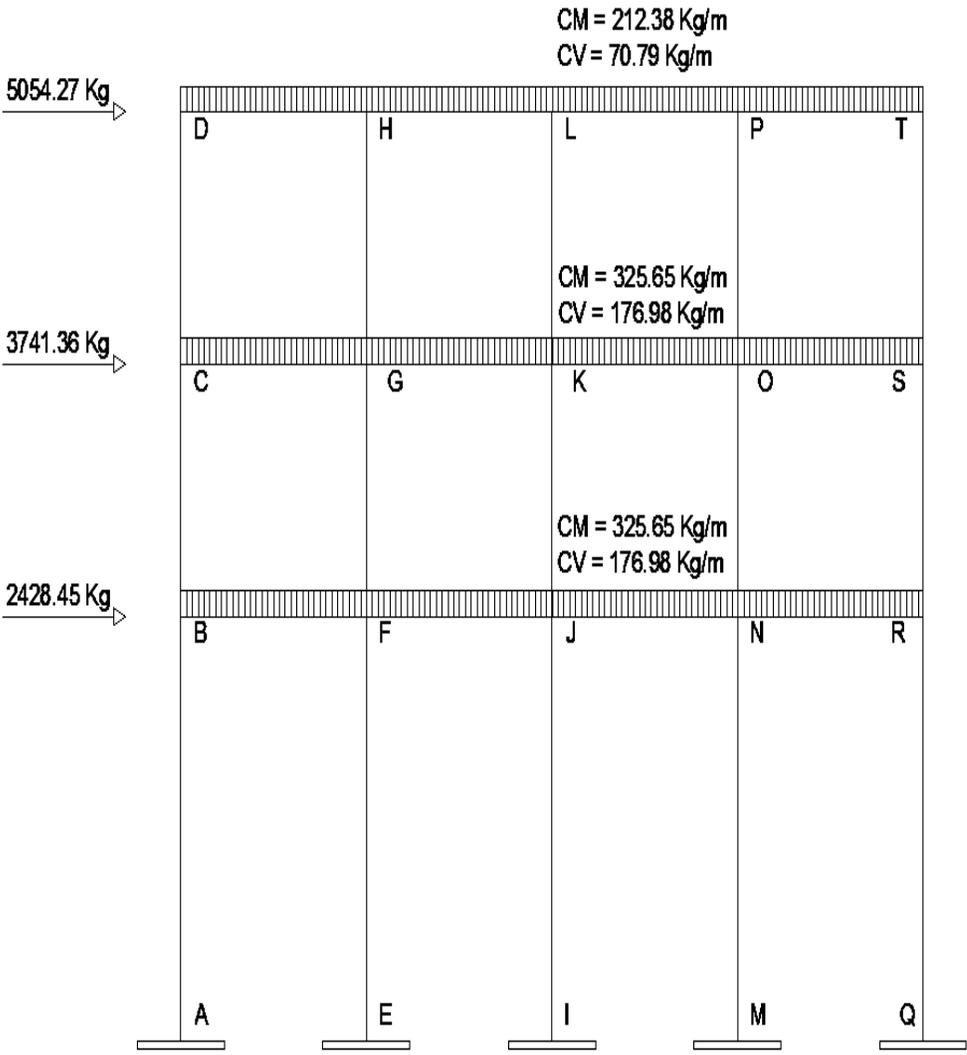
Fuente: elaboración propia.

Figura 11. Cargas actuantes en el marco típico sentido Y



Fuente: elaboración propia, con programa de AUTOCAD 2013.

Figura 12. Cargas actuantes en el marco típico sentido X



Fuente: elaboración propia, con programa de AUTOCAD 2013.

### **3.2.5. Análisis de marcos por un método de análisis estructural (Método de Kani)**

Luego de la integración total de cargas, se procedió al análisis estructural para la determinación de las fuerzas y deformaciones que se presenta en la estructura a través del Método de Kani.

#### **3.2.5.1. Resumen general del Método de Kani**

El siguiente resumen se aplica únicamente para miembros de sección constante; además, no incluye los casos cuando existen columnas de diferente altura en un mismo piso, o cuando hay articulaciones en los apoyos de las columnas. Los resultados de este método son los momentos con los cuales se diseñaron los elementos estructurales.

- Cálculo de momentos fijos (MFik), estos se calculan cuando existen cargas verticales.
- Cálculo de momentos de sujeción (MS), éstos se calculan cuando hay cargas verticales.

$$MS = \Sigma MFik$$

- Determinación de fuerzas de sujeción (H), éstas se calculan cuando se hace el análisis de las fuerzas horizontales aplicadas al marco rígido.  
 $H = FM \text{ NIVEL } n$  (fuerza por marco del nivel n, tomada del análisis sísmico)

- Cálculo de la fuerza cortante en el piso ( $Q_n$ ), se calcula cuando se hace el análisis con las fuerzas horizontales aplicadas al marco rígido.

$$Q_n = \sum H$$

- Cálculo de momentos de piso ( $M_n$ ), éstos se calculan cuando se hace el análisis con las fuerzas horizontales aplicadas al marco rígido.

$$M_n = (Q_n \cdot h_n) / 3 \quad h_n = \text{altura del piso } n$$

- Cálculo de rigideces de los elementos ( $K_{ik}$ )

$$K_{ik} = I / L_{ik}$$

$I$  inercia del elemento  
 $L$  longitud del elemento

- Cálculo de factores de giro o coeficientes de reparto ( $\mu_{ik}$ )

$$\mu_{ik} = -1/2 ( K_{ik} / \sum K_{in} )$$

- Cálculo de factores de corrimiento ( $v_{ik}$ ), éstos se calculan cuando hay ladeo causado por asimetría en la estructura o cuando se hace el análisis con las fuerzas horizontales aplicadas al marco rígido.

$$v = -3/2 ( K_{ik} / \sum K_{in} )$$

- Cálculo de iteraciones, influencias de giro ( $M'_{ik}$ )

$$M'_{ik} = \mu_{ik} (M_s + \sum M'_{ni}) \quad \text{sin ladeo}$$

$$M'_{ik} = \mu_{ik} (M_s + \sum (M'_{ni} + M''_{in})) \quad \text{con ladeo}$$

- Cálculo de iteraciones, influencias de desplazamiento ( $M''_{ik}$ ), esto se calcula cuando existe ladeo.

$$M''_{ik} = v_{ik} (\Sigma (M'_{ik} + M'_{ki}))$$

ladeo por asimetría

$$M''_{ik} = v_{ik} (M_n + \Sigma (M'_{ik} + M'_{ki}))$$

ladeo por fuerza horizontal

- Cálculo de momentos finales en el extremo de cada barra ( $M_{ik}$ )

$$M_{ik} = MF_{ik} + 2M'_{ik} + M'_{ki}$$

sin ladeo

$$M_{ik} = MF_{ik} + 2M'_{ik} + M'_{ki} + M''_{ik}$$

con ladeo

- Cálculo de momentos positivos en vigas

$$M_{+} = \frac{WL^2}{8} - \frac{(M_1 + M_2)}{2}$$

Para el cálculo estructural del edificio para la Alcaldía Auxiliar se utilizó el Método de Kani obteniendo los siguientes datos:

- Cálculo de momentos fijos ( $MF_{ik}$ )  $MF = \pm WL^2 / 12$

$$MB-F (-) = (1\,035,49 \times 5^2) / 12 = -2\,157,2708 \text{ Kg.-m}$$

$$MF-B (+) = (1\,035,49 \times 5^2) / 12 = +2\,157,2708 \text{ Kg.-m}$$

$$MC-G (-) = (1\,035,49 \times 5^2) / 12 = -2\,157,2708 \text{ Kg.-m}$$

$$MG-C (+) = (1\,035,49 \times 5^2) / 12 = +2\,157,2708 \text{ Kg.-m}$$

$$MC-G (-) = (675,32 \times 5^2) / 12 = -1\,406,9167 \text{ Kg.-m}$$

$$MG-C (+) = (675,32 \times 5^2) / 12 = +1\,406,9167 \text{ Kg.-m}$$

- Cálculo de momentos de sujeción  $MS = \Sigma (MFik)$

$$MSB = -2\,157,2708$$

$$MSF = +2\,157,2708$$

$$MSC = -2\,157,2708$$

$$MSG = +2\,157,2708$$

$$MSC = -1\,406,9167$$

$$MSG = +1\,406,9167$$

- Cálculo de rigidez de los elementos  $Kik = I / Lik$

Inercia de los elementos rectangulares  $I = bh^3 / 12$

$$I_{Viga} = (25 \cdot 35^3) / 12 = 89\,322,91 \text{ cm}^4$$

$$I_{Columna} = (25 \cdot 25^3) / 12 = 32\,552,08 \text{ cm}^4$$

Inercias relativas:  $I_{columnas} = 1$

$$I_{Viga} = I_{Viga} / I_{Columna} = 89\,322,91 / 32\,552,08 = 2,744 \text{ T}$$

- Columnas

$$\text{Nivel 1} = K_{AB}=K_{BA}=K_{EF}=K_{FE} = 1/5=0,2$$

$$\text{Nivel 2} = K_{BC}=K_{CB}=K_{FG}=K_{GF} = 1/3=0,3333$$

$$\text{Nivel 3} = K_{CD}=K_{DC}=K_{GH}=K_{HG} = 1/3=0,3333$$

- Vigas

$$\text{VIGA 1} = K_{BF}=K_{FB}=K_{CG}=K_{GC}=K_{DH}=K_{HD} = 2,744 / 5 = 0,5488$$

- Factores de giro o coeficientes de reparto  $\mu_{ik} = -1/2 ( K_{ik} / \Sigma K_{in} )$

Nudo A:  $\mu_{AB} = -1/2 (K_{AB} / (K_A\text{-SUELO} + K_{AB})) = -1/2(0.2/(\infty + 0.2)) = 0$

Nudo B:

$$\mu_{BA} = -1/2 (K_{BA} / (K_{BA} + K_{BC} + K_{BE})) = -1/2 (0.2/(0.2+0.33+0.548)) = -0.0927$$

$$\mu_{BC} = -1/2 (K_{BC} / (K_{BA} + K_{BC} + K_{BE})) = -1/2(0.5488/(0.2+0.33+0.548)) = -0.1529$$

$$\mu_{BF} = -1/2 (K_{BF} / (K_{BA} + K_{BC} + K_{BE})) = -1/2(0.33/(0.2+0.33+0.548)) = -0.2544$$

Nudo C:

$$\mu_{CB} = -1/2 (K_{CB} / (K_{CB} + K_{CD} + K_{CG})) = -1/2(0.33/(0.33+0.33+0.548)) = -0.1365$$

$$\mu_{CD} = -1/2 (K_{CD} / (K_{CB} + K_{CD} + K_{CG})) = -1/2(0.5488/(0.33+0.33+0.548)) = -0.136$$

$$\mu_{CG} = -1/2 (K_{CG} / (K_{CB} + K_{CD} + K_{CG})) = -1/2(0.33/(0.33+0.33+0.548)) = -0.227$$

Nudo D:

$$\mu_{DC} = -1/2 (K_{DC} / (K_{DC} + K_{DH})) = -1/2(0.33/(0.33+0.33+0.548)) = -0.1365$$

$$\mu_{DH} = -1/2 (K_{DH} / (K_{DC} + K_{DH})) = -1/2(0.5488/(0.33+0.548)) = -0.3122$$

Nudo E:  $\mu_{EF} = -1/2 (K_{EF} / (K_E\text{-SUELO} + K_{EF})) = -1/2(0.2/(\infty + 0.2)) = 0$

Nudo F

$$\mu_{FE} = -1/2 (K_{FE} / (K_{FE} + K_{FG} + K_{FB})) = -1/2 (0.2/(0.2+0.33+0.548)) = -0.0927$$

$$\mu_{FB} = -1/2 (K_{FB} / (K_{FE} + K_{FG} + K_{FB})) = -1/2(0.5488/(0.2+0.33+0.548)) = -0.2544$$

$$\mu_{FG} = -1/2 (K_{FG} / (K_{FE} + K_{FG} + K_{FB})) = -1/2(0.33/(0.2+0.33+0.548)) = -0.1529$$

Nudo G:

$$\mu_{GF} = -1/2 (K_{GF} / (K_{FG} + K_{GH} + K_{GC})) = -1/2(0.33/(0.33+0.33+0.548)) = -0.1365$$

$$\mu_{GH} = -1/2 (K_{GH} / (K_{FG} + K_{GH} + K_{GC})) = -1/2(0.5488/(0.33+0.33+0.548)) = -0.1365$$

$$\mu_{GC} = -1/2 (K_{GC} / (K_{FG} + K_{GH} + K_{GC})) = -1/2(0.33/(0.33+0.33+0.548)) = -0.227$$

Nudo H:

$$\mu_{HG} = -1/2 (KHG / (KDC + KHD)) = -1/2 (0,33/(0,33+0,33+0,548)) = -0,1365$$

$$\mu_{HD} = -1/2 (KHD / (KDC + KHD)) = -1/2(0,5488/(0,33+0,548)) = -0,3122$$

- Cálculo de factores de corrimiento  $\nu_{ik} = -3/2 ( K_{ik} / \Sigma K_{in} )$

$$\text{Nivel 1: } \nu_{AB} = -3/2 (KAB / (KAB + KEF)) = (-3/2)X(0,2/(0,2+0,2)) = -0,75$$

$$V_{AB} = V_{EF}$$

$$\text{Nivel 2: } \nu_{BC} = -3/2 (KBC / (KBC + KFG)) = (-3/2)X(0,33/(0,33+0,33)) = -0,75$$

$$V_{BC} = V_{FG}$$

$$\text{Nivel 3: } \nu_{CD} = -3/2 (KCD / (KCD + KGH)) = (-3/2)X(0,33/(0,33+0,33)) = -0,75$$

$$V_{CD} = V_{GH}$$

Resultados del análisis estructural por el Método de Kani

Marco típico eje Y

Cálculo de momento positivo en vigas se realiza con la fórmula siguiente:

$$M_{+} = \frac{WL^2}{8} - \frac{(M1 + M2)}{2}$$

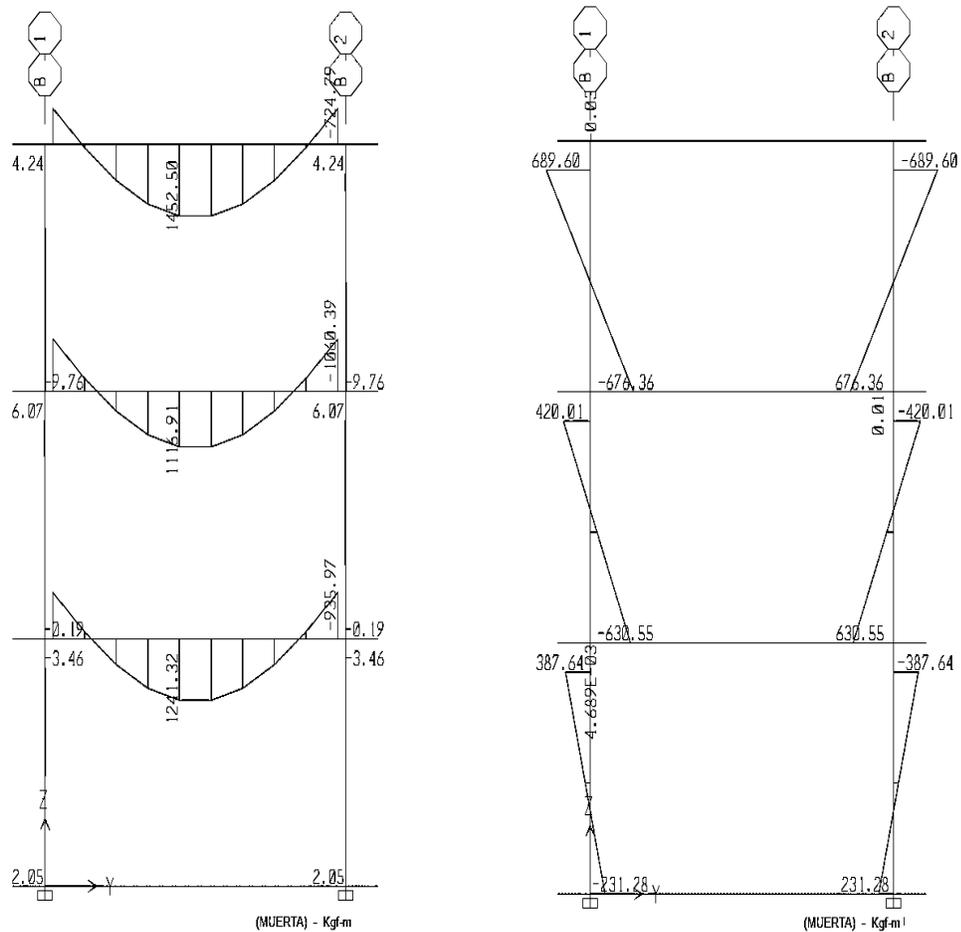
$$M_{+} = ((675,32 * 5,00^2)/8) - ((724,39 + 724,39)/2)$$

$$M_{+} = 1\ 452,50$$

### 3.2.6. Resultados obtenidos por medio del programa ETABS

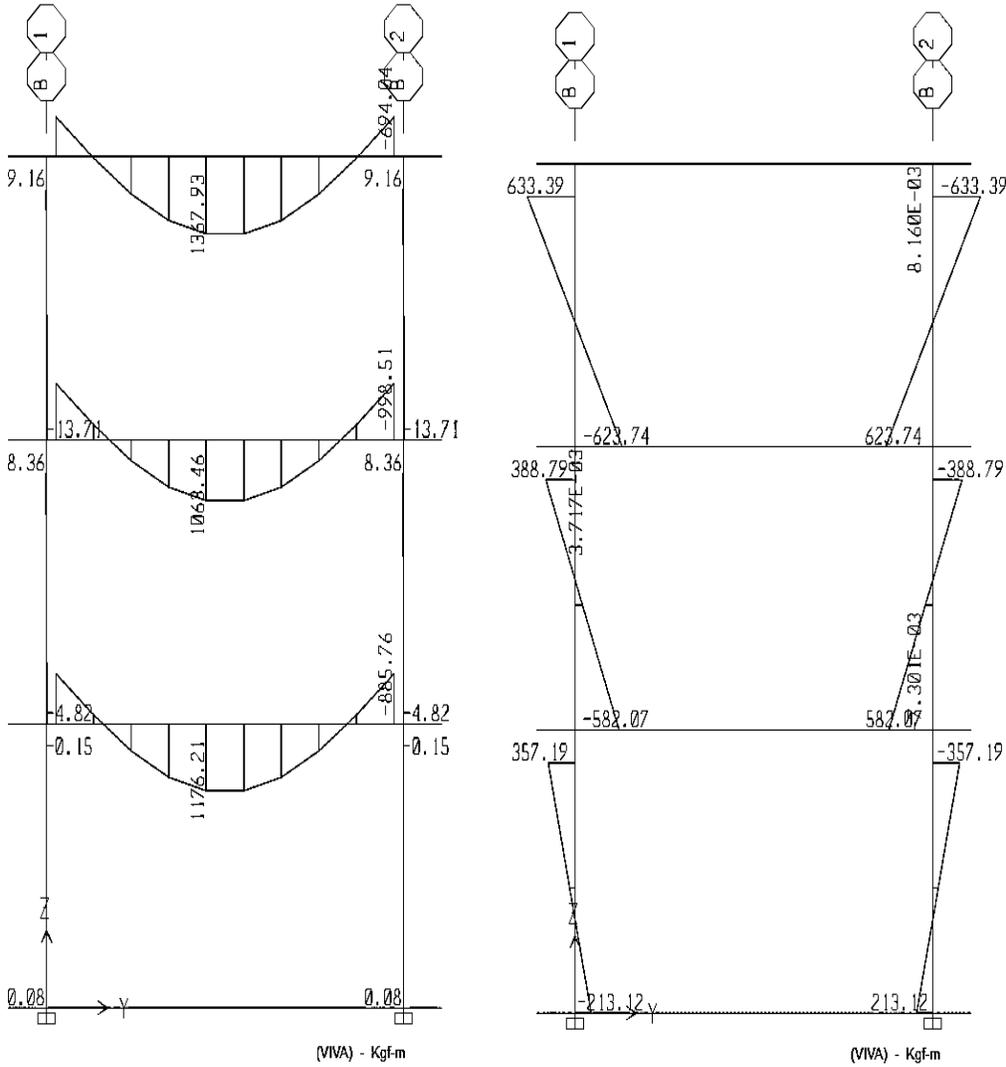
Los datos obtenidos por medio del programa ETABS 2009 muestran los diagramas de fuerzas y momentos actuantes sobre la estructura y proporcionan los datos necesarios para el diseño del edificio para la alcaldía auxiliar.

Figura 13. Momentos producidos por carga muerta



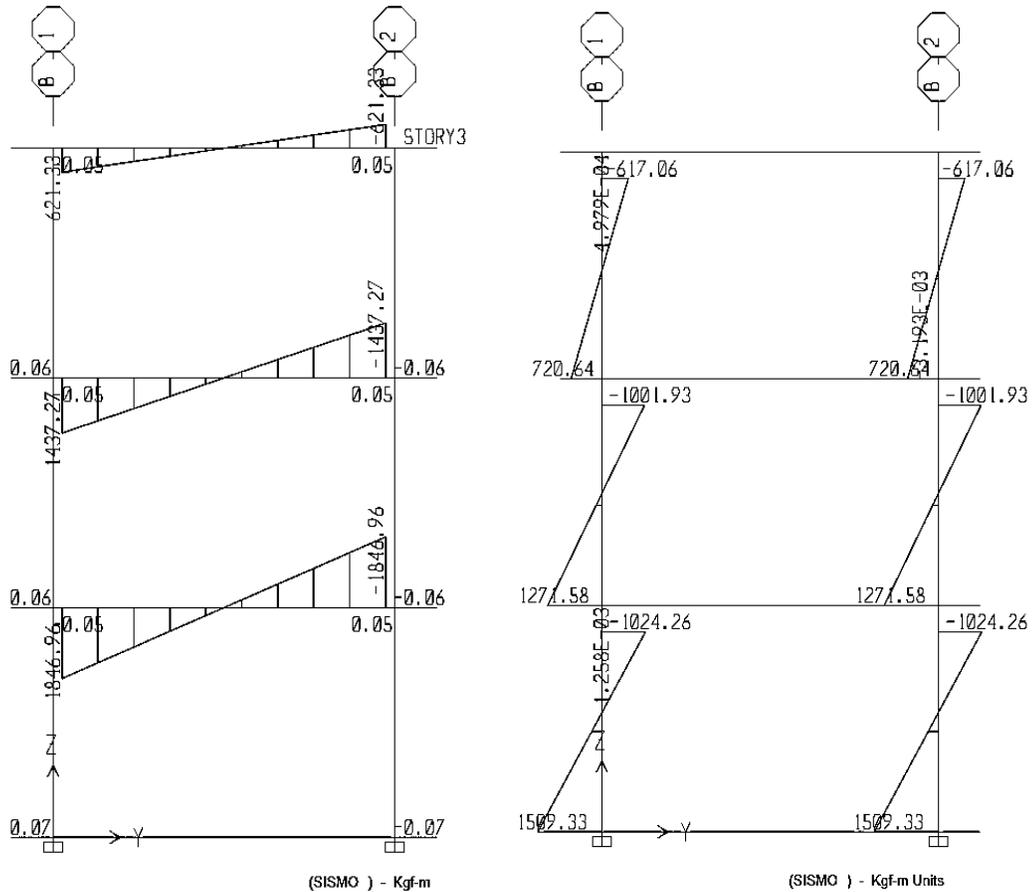
Fuente: elaboración propia, con el programa de ETABS 2009.

Figura 14. Momentos producidos por carga viva



Fuente: elaboración propia, con el programa de ETABS 2009.

Figura 15. Momentos producidos por carga sísmica



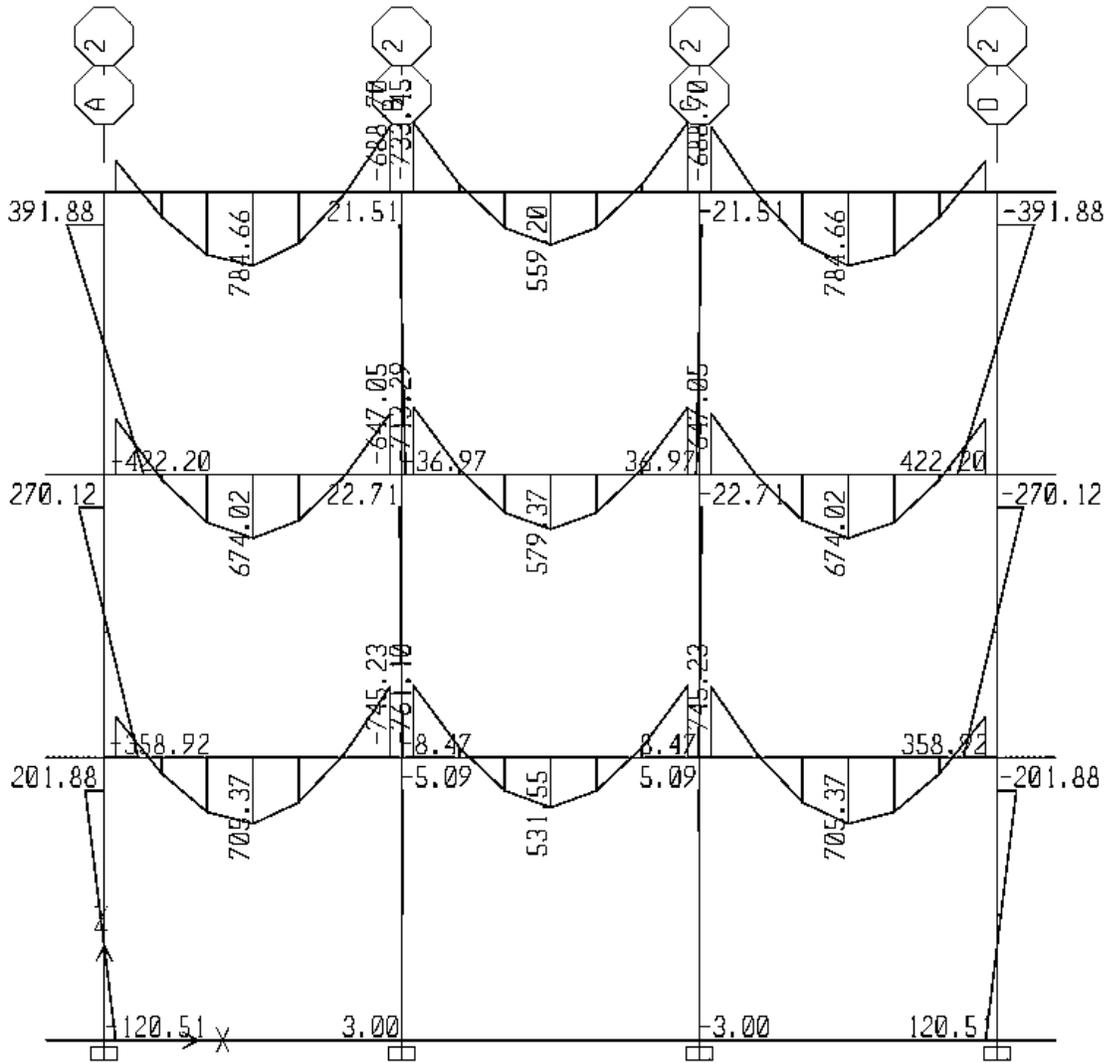
Fuente: elaboración propia, con el programa de ETABS 2009.

### 3.2.7. Envoltura de momentos

La envoltura de momentos es la representación de los esfuerzos máximos, que pueden ocurrir al superponer los efectos de carga muerta, carga viva y fuerza sísmica, tanto en vigas como en columnas.

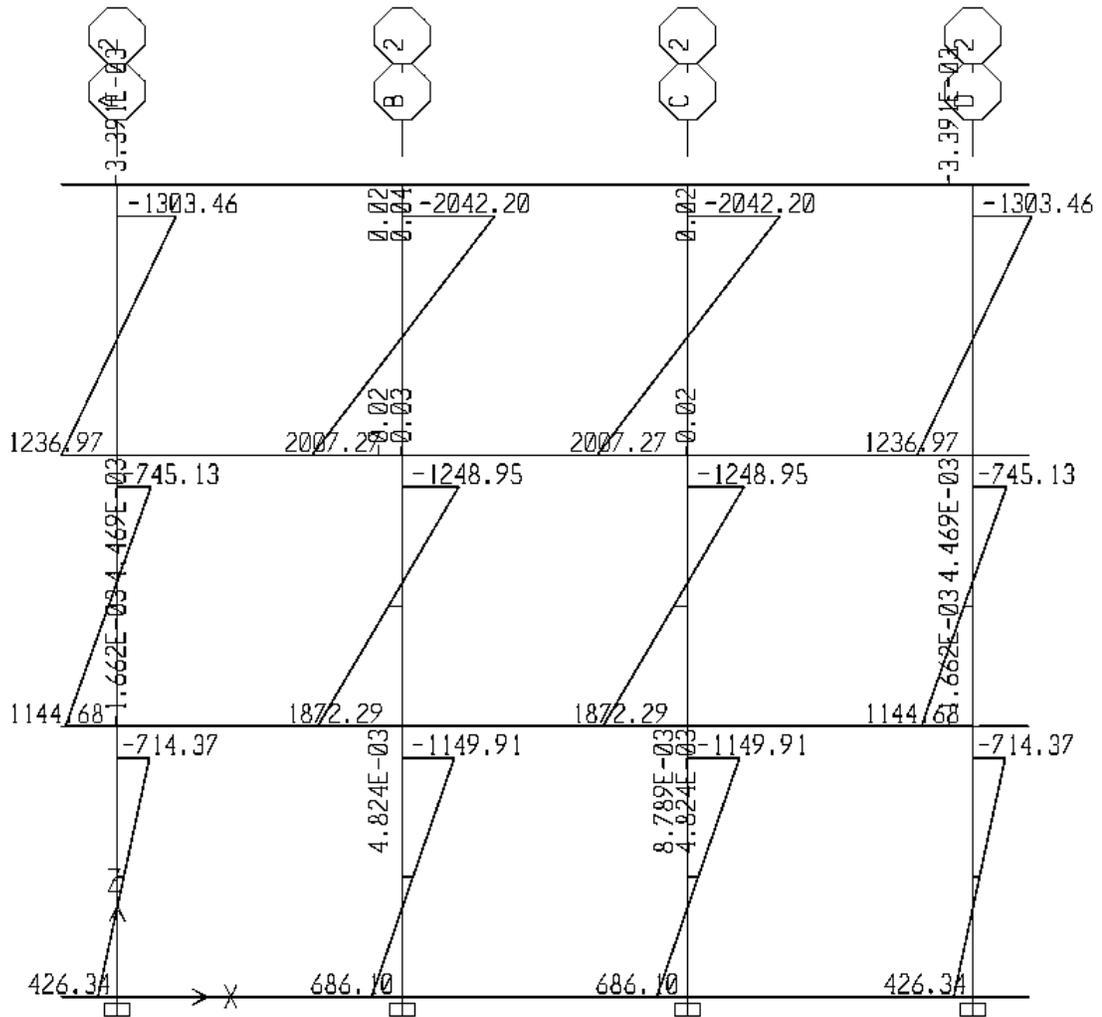
Para considerar la superposición de efectos, el código ACI se utilizó las combinaciones propuestas en el ACI: 1)  $1,4CM+1,7CV$ ; 2)  $0,75 (1,4CM+1,7CV \pm 1,87S)$  y 3)  $0,9CM \pm 1,43S$

Figura 16. Diagrama de momentos últimos (Kg- m) eje – X en vigas



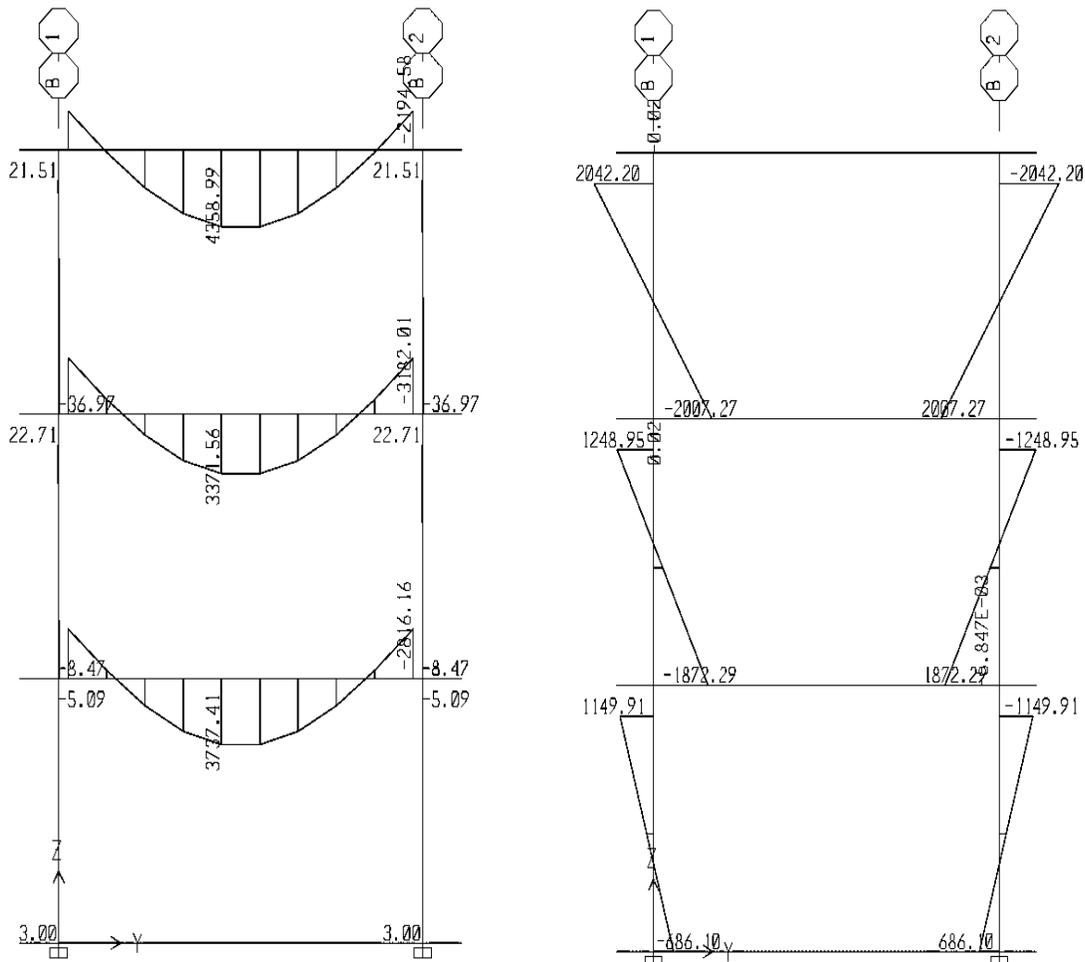
Fuente: elaboración propia, con el programa de ETABS 2009.

Figura 17. Diagrama de momentos últimos (Kg- m) eje – X en columnas



Fuente: elaboración propia, con el programa de ETABS 2009.

Figura 18. Diagrama de momentos últimos (Kg- m) eje – Y en vigas y columnas



Fuente: elaboración propia, con el programa de ETABS 2009.

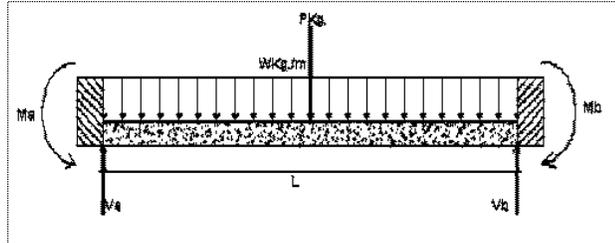
### 3.2.8. Diagrama de corte en marcos dúctiles

Para el cálculo de los esfuerzos cortantes se utilizó la fórmula indicada en este inciso, en la cual se utilizaron los resultados de carga muerta y carga viva:

Figura 19. **Cargas actuantes en viga**

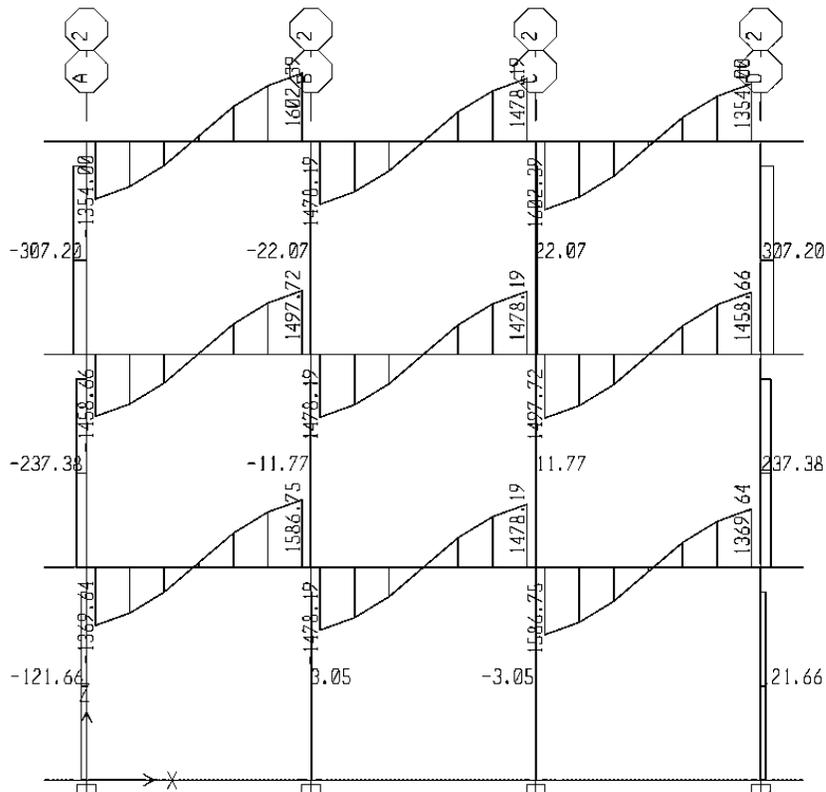
$$V_{ultimo} = 1,4V_{CM} + 1,7V_{CV}$$

$$V_b = \left(\frac{WL}{2}\right) + \left(\frac{M_b - M_a}{L}\right)$$



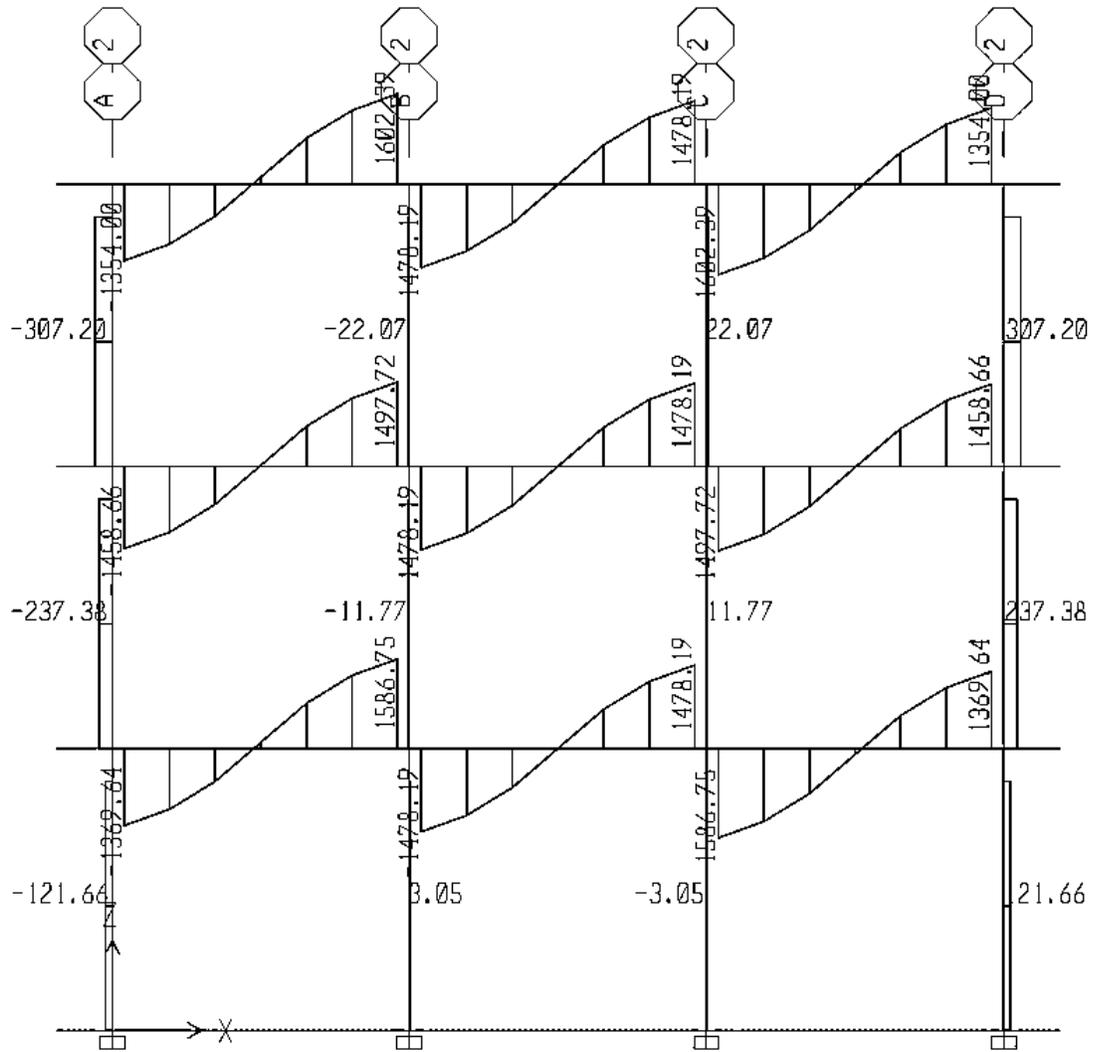
Fuente: elaboración propia, con programa de AUTOCAD 2013.

Figura 20. **Diagrama de cortes últimos (Kg) eje – X en vigas**



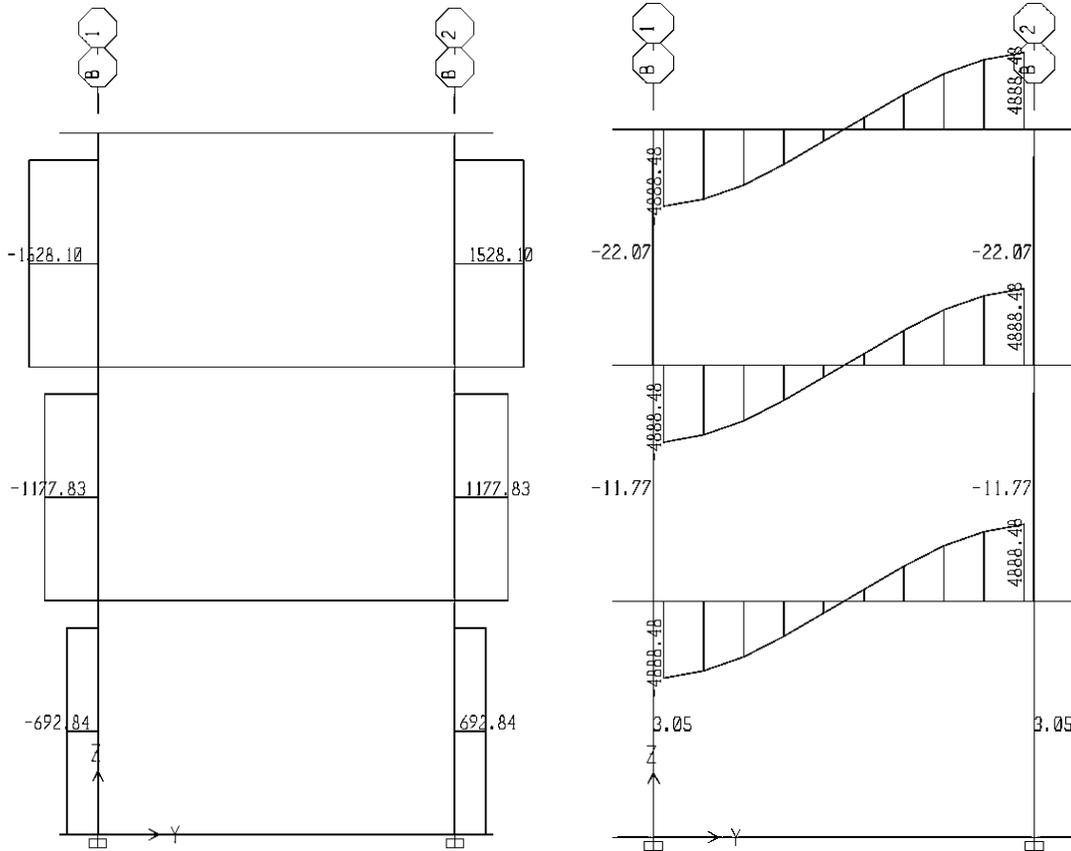
Fuente: elaboración propia, con el programa de ETABS 2009.

Figura 21. Diagrama de cortes últimos (Kg) eje - X en columnas



Fuente: elaboración propia, con el programa de ETABS 2009.

Figura 22. Diagrama de cortes últimos (Kg) eje – Y en vigas y columnas



Fuente: elaboración propia, con el programa de ETABS 2009.

### 3.3. Dimensionamiento estructural

Para el dimensionamiento estructural, se realizaron cálculos estructurales como predimensionamiento o estimación de secciones que fueron usados como base para el diseño de la estructura.

### 3.3.1. Diseño de losa

Para diseñar una losa existen varios métodos, en éste caso se utilizó el método 3 del ACI descrito en esta sección.

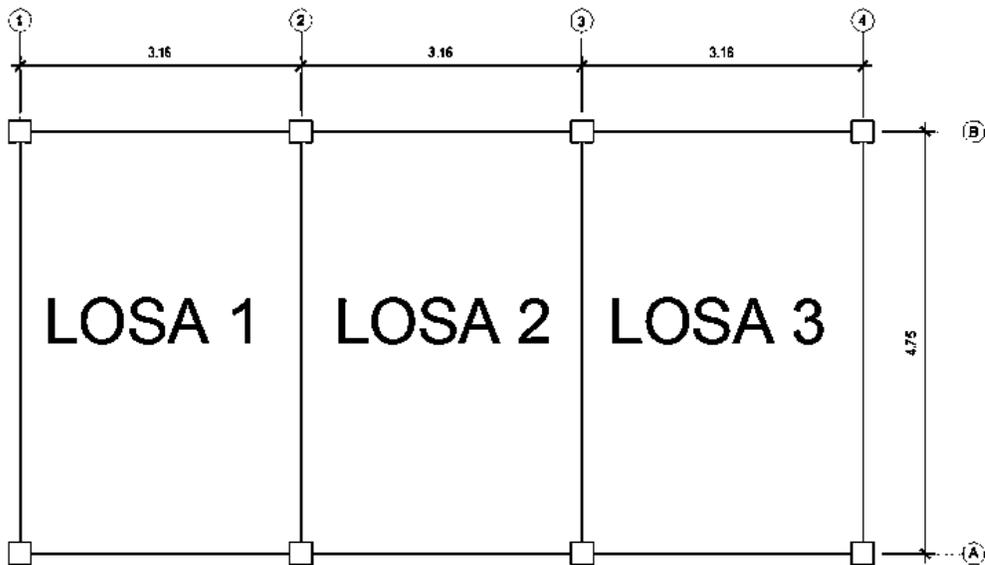
Losas nivel 1

Espesor de losa, el cálculo del espesor de losa se realizó en el inciso

$T = \text{perímetro}/180$

$T = 0,10 \text{ m}$

Figura 23. Planta típica distribución de losas



Fuente: elaboración propia, con programa de AUTOCAD 2013.

Cálculo de carga muerta

Espesor de losa 0,11 m

$P_{\text{losa}} = 264 \text{ k/m}^2$

Carga adic  $l = 40 \text{ k/m}^2$

Mezclón = 66 k/m<sup>2</sup>

Peso de muros = 160 k/m<sup>2</sup>

Total: 530 kg/m<sup>2</sup>

Carga viva = 300 kg/m<sup>2</sup>

Losas 1,2 y 3:

CM<sub>u</sub> = 1,4\*530 = 742 kg/m<sup>2</sup>

CV<sub>u</sub> = 1,7\*300 = 510,0 kg/m<sup>2</sup>

CU = 1,4x(530)+1,7x(300) = 1 252 kg/m<sup>2</sup>

Para calcular los momentos de diseño se toma una franja unitaria de 1,00 m de ancho, entonces:

CU<sub>u</sub> = 1 252 \* 1 = 1 252 kg/m

Momentos actuantes

Fórmulas:

$$M_{(-)} = C \cdot CUU \cdot A^2$$

$$M_{(+)} = C \cdot CMU \cdot A^2 + C \cdot CVUU \cdot A^2$$

Donde:

C = coeficiente de tablas ACI

A = dimensión del lado considerado de la losa

Losa 1

Momentos negativos

$$C = 0,091$$

$$M_{(-) X} = 0,091 * 1\,252 * (3,16^2) = 1\,137,6794 \text{ Kg-m}$$

Momentos positivos

$$M_{(+ ) X} = (0,060 * 510 * (3,16^2)) + (0,051 * 742 * (3,16^2)) = 683,4344 \text{ kg-m}$$

$$M_{(+ ) Y} = (0,013 * 510 * (4,75^2)) + (0,009 * 742 * (4,75^2)) = 300,2618 \text{ kg-m}$$

Losa 2

Momentos negativos

$$M_{(-) X} = 0,086 * 1\,252 * (3,16^2) = 1\,075,1695 \text{ Kg-m}$$

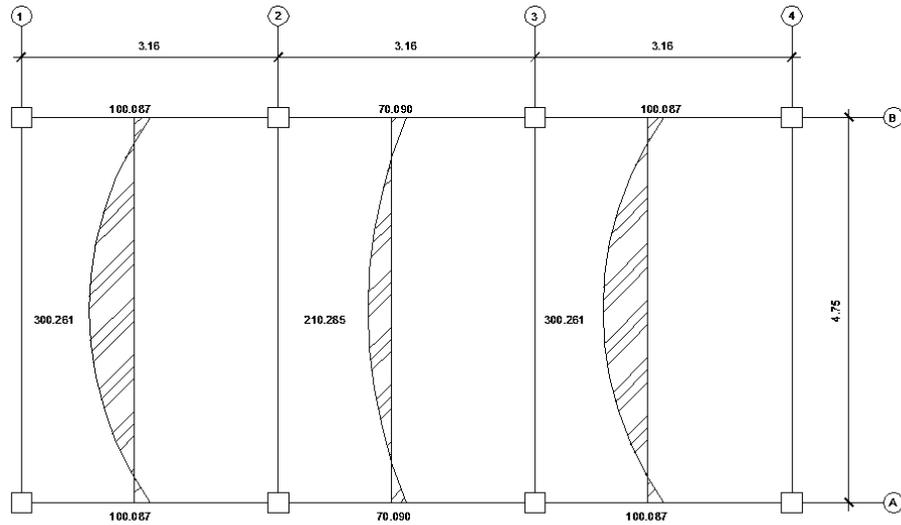
Momentos positivos

$$M_{(+ ) X} = (0,051 * 510 * (3,16^2)) + (0,035 * 742 * (3,16^2)) = 519,0515 \text{ kg-m}$$

$$M_{(+ ) Y} = (0,011 * 510 * (4,75^2)) + (0,005 * 742 * (4,75^2)) = 210,2825 \text{ kg-m}$$

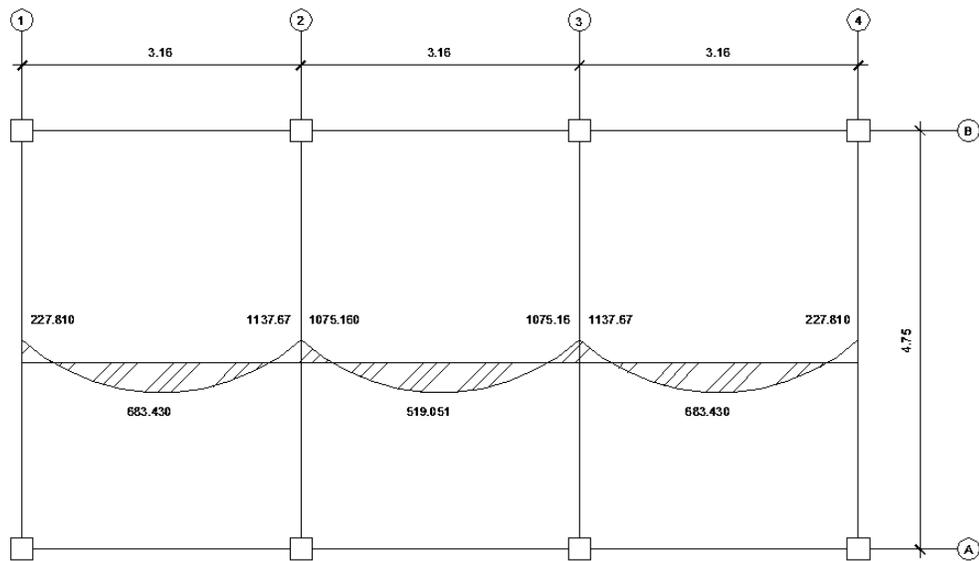
Siguiendo el procedimiento anterior, se calcularon los momentos en todas las losas, dando como resultado los datos de la figura 24 y 25.

Figura 24. **Planta de momentos actuantes en losas típicas nivel 1  
sentido Y**



Fuente: elaboración propia, con programa de AUTOCAD 2013.

Figura 25. **Planta de momentos actuantes en losas típicas nivel 1  
sentido X**



Fuente: elaboración propia, con programa de AUTOCAD 2013.

Balance de momentos: cuando dos losas que están unidas en un lado, y tienen momentos diferentes en ese lado, se deben balancear los momentos antes de diseñar el refuerzo.

Para este caso el método elegido es el siguiente:

$$\text{Si } 0,8 \cdot M_{\text{mayor}} \leq M_{\text{menor}} \rightarrow M_B = (M_{\text{mayor}} + M_{\text{menor}}) / 2$$

Si  $0,8 \cdot M_{\text{mayor}} > M_{\text{menor}} \rightarrow$  se balancean proporcionalmente a la rigidez

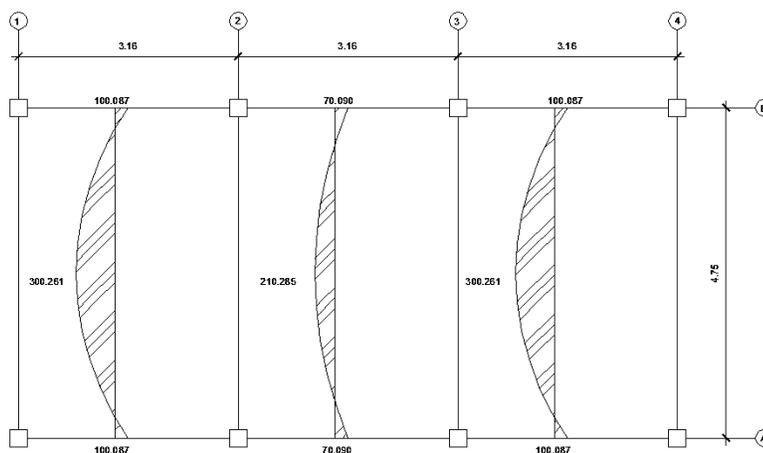
$$M_B = 0,8 \cdot 1\,137,6794 = 910,1435 \text{ kg-m}$$

$$M_B = 1\,075,16 \text{ kg-m}$$

$$M_B = (1\,137,67 + 1\,075,16) / 2 = 1\,106,415 \text{ kg-m}$$

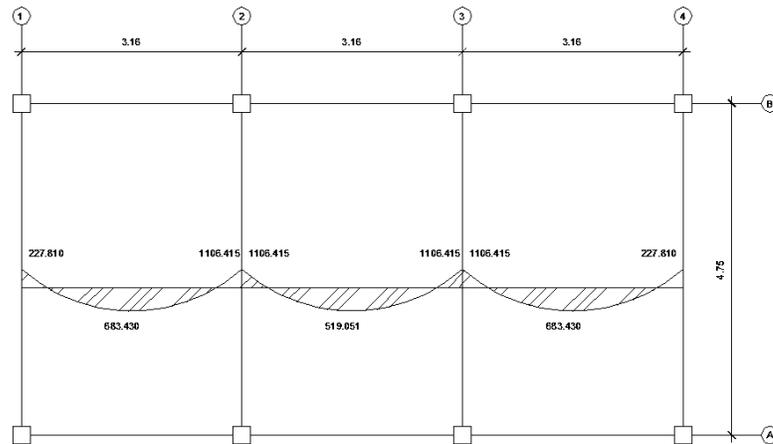
Los resultados, al hacer el balance de momentos en todos los puntos necesarios, pueden observarse en la figura 26 y 27. Con estos datos se calculó el acero de refuerzo necesario en las losas.

Figura 26. **Planta de momentos balanceados en losas típicas nivel 1 sentido Y**



Fuente: elaboración propia, con programa de AUTOCAD 2013.

Figura 27. **Planta de momentos balanceados en losas típicas nivel 1  
sentido X**



Fuente: elaboración propia, con programa de AUTOCAD 2013.

Con los momentos balanceados de la figura anterior, se procedió al cálculo del acero de refuerzo que se necesita en las losas.

El peralte (d) se calcula de la siguiente manera:  $d = T_{losa} - Rec. - \varnothing/2$

Cálculo de acero de refuerzo

$$d = 10 - 2,5 - (0,95/2) = 7,025 \text{ cm}$$

Área de acero mínimo

El área de acero mínimo ( $A_{sMIN}$ ), se calcula usando un ancho unitario de 1.00m.

$$A_{smin} = \left( \frac{14,1}{F_y} \right) * b * d$$

$$A_{smin} = (14,1 / 2810) * 100 * 7,025 = 3,525 \text{ cm}^2$$

Con el área de acero mínimo, se calculó un espaciamiento (S), usando una varilla No.3 que tiene un área de 0,71cm<sup>2</sup>. El espaciamiento se calcula por medio de una regla de 3:

Cálculo de espaciamiento

$$\text{No 3} = 0,71 \text{ cm}^2$$

$$S = (0,71 \cdot 100) / 3,525$$

$$S = 20,1418 \text{ cm}$$

Espaciamiento máximo (S<sub>max</sub>) en una losa está dado por:

$$S_{\text{max}} = 2 \times \text{Espesor de losa}$$

$$S_{\text{max}} = 2 \cdot 10 = 20 \text{ cm}$$

Cálculo del momento soportado usando área de acero mínimo A<sub>smin</sub>

$$M_{\text{sop}} = 0,9 \left[ A_{\text{smin}} \cdot F_y \left[ d - \frac{A_{\text{smin}} \cdot F_y}{1,7 F'_c \cdot B} \right] \right]$$

$$M_{\text{sop}} = (0,9 \cdot (3,525 \cdot 2 \cdot 810) \cdot (7,025 - ((3,525 \cdot 2 \cdot 810) / (1,7 \cdot 210 \cdot 100))))$$

$$M_{\text{sop}} = 6 \, 0152,4815 \text{ Kg-cm}$$

Cálculo del área de acero mínimo para el momento soportado

$$A_{\text{S}_{\text{MIN}}} = \left( \frac{0,85 \cdot 210 \cdot 100 \cdot 7,025}{2 \cdot 810} \right) \cdot \left( \left( \frac{0,85 \cdot 210 \cdot 100 \cdot 7,025}{2 \cdot 810} \right)^2 - \left( \frac{1,7}{0,9} \cdot \frac{210 \cdot 100 \cdot 601,52}{2 \cdot 810^2} \right) \right)^{1/2}$$

$$A_{\text{S}_{\text{MIN}}} = 3,52 \text{ cm}^2$$

El momento que resiste el área de acero mínimo (401,32 Kg-m), no cubre todos los momentos de la figura 27. Por lo que los momentos mayores al calculado se presentan en las tablas XII y XIII, con el área de acero requerido y el espaciamiento necesario.

Cálculo de  $A_{s_{MIN}}$  para cada momento mayor

Cálculo de áreas de acero

Para los momentos menores que el MSOP se usó  $A_{s_{MIN}}$ ; y para los momentos mayores que el MSOP se calculó el área de acero con la fórmula:

$$A_s = \left[ b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M * b}{0,003825 * F'c}} \right] * \left[ \frac{0,85 * F'c}{F_y} \right]$$

$$A_{s_{MIN}} = \left( \frac{0,85 * 210 * 100 * 7,025}{2810} \right) * \left( \left( \frac{0,85 * 210 * 100 * 7,025}{2810} \right)^2 - \frac{1,7}{\left( \frac{0,9 * 210 * 100 * 1106,45 * 100 * 100}{2810^2} \right)} \right)^{1/2}$$

$$A_{s_{MIN}} = 6,23 \text{ cm}^2$$

Chequeo por corte

Las losas están sometidas a esfuerzos de corte, los cuales deben ser resistidos por los materiales de las mismas. En este caso, por el tipo de losa que se utilizó, dichos esfuerzos deben resistirse únicamente por el concreto; por tal razón, se debe chequear si el espesor de la losa es el adecuado.

Cálculo del corte máximo actuante

$$V_{MÁX} = CUU * L / 2$$

$$V_{MÁX} = (1\ 252 * 4,75) / 2 = 2\ 973,5 \text{ kg}$$

Cálculo del corte máximo resistente

$$V_R = 45 (f'c)^{(1/2)} * t$$

$$V_R = 45 * (210^{(1/2)}) * 10 = 6\ 521,1195 \text{ Kg}$$

Comparar  $V_R$  con  $V_{MÁX}$

Si  $V_R \geq V_{MÁX}$  el espesor es el adecuado, caso contrario aumentar t

Como  $6\ 521,1195 > 2\ 973,5$  el espesor es el adecuado

$$V_R > V_{MÁX}$$

Tabla IX. **Áreas de acero requeridas en losa típica del nivel 1 eje X-X**

<b>Momento (M)</b>	<b>Área de acero</b>	<b>No. Varilla</b>	<b>Espaciamiento</b>
300,261	1,69	3 o 3/8	0,20 m
100,087	0,56	3 o 3/8	0,20 m
210,285	1,18	3 o 3/8	0,20 m
70,090	0,39	3 o 3/8	0,20 m

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Áreas de acero requeridas en losa típica del nivel 1 eje Y-Y**

Momento (M)	Área de acero	No. Varilla	Espaciamiento
1 106,415	6,23	3 o 3/8	0,20 m
663,43	3,85	3 o 3/8	0,20 m
519,051	1,28	3 o 3/8	0,20 m
227,61	2,92	3 o 3/8	0,20 m

Fuente: elaboración propia.

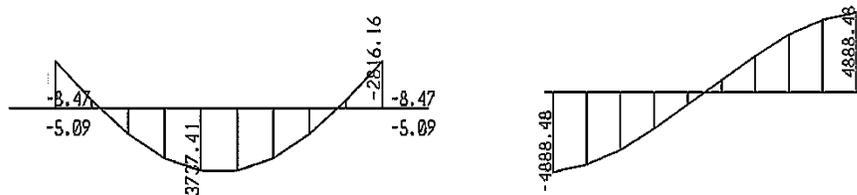
### 3.3.2. Losas nivel 2

Para el diseño de losas del nivel 2 y 3, se siguió el procedimiento aplicado para las losas del nivel 1. Los resultados para ambos niveles se presentan en los planos en el apéndice 1

### 3.3.3. Diseño de vigas

La viga se ubica en el marco rígido típico sentido X, nivel 1. Los datos, tomados del análisis estructural, se muestran en la figura 18 y 22.

Figura 28. **Diagramas de momentos y cortes últimos en la viga A**



Fuente: elaboración propia, con programa de ETABS 2009.

Diagrama de momento (Kg-m)

Momento positivo = 3 737,41

Momento negativo = 2 816,16

Diagrama de corte (kg.)

Corte positivo = 4 888,48

Corte negativo = 4 888,48

Peralte efectivo

$$d = 0,35 - 0,035 = 0,315 \text{ m}$$

Sección = 0,25m x 0,35m; peralte efectivo d = 0,31m

Límites de acero: antes de diseñar el acero longitudinal en la viga, se calcularon los límites dentro de los cuales debe estar, esto se hace usando los criterios siguientes:

$$A_{smin} = \left( \frac{14,1}{F_y} \right) [* b * d],$$

$$A_{smax} = \rho_{Bal} * b * d, \quad \rho_{Bal} = \emptyset \rho_{max} = \emptyset \frac{0,003 * E_s * 0,85^2 F'_c}{(F_y + 0,003 * E_s) * F_y}$$

$\emptyset = 0,5$  en zona sísmica;  $\emptyset = 0,75$  en zona no sísmica

$$A_{sMIN} = (14,1 / 2 810) * (25 * 31,5) = 3,9515 \text{ cm}^2$$

$$A_{sMAX} = \left( \left( 0,5 * 0,003 * 2 100 000 \right) \left( \left( 0,85^2 \right) 210 \right) \left( 25 * 31,5 \right) \right) / \left( \left( 2 810 + \left( 0,003 * 2 100 000 \right) \right) 2 810 \right)$$

$$A_{sMAX} = 14,7026 \text{ cm}^2$$

Acero longitudinal: usando los momentos obtenidos se calcularon las áreas de acero para cada momento negativo con la fórmula:

$$A_s = \left[ b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M * b}{0,003825 * F'_c}} \right] * \left[ \frac{0,85 * F'_c}{F_y} \right]$$

$$A_{SM(-)} = \left( ( 25 * 31,5 ) - \left( \left( ( 25 * 31,5 ) ^ 2 \right) - \left( \left( \left( ( 2 816,16 * 25 ) / ( 0,003825*210) \right) \right) \right) ^ {1/2} \right) \right) \times \left( ( 0,85 * 210 ) / 2 810 \right)$$

$$A_{SM(-)} = 3,66 \text{ cm}^2$$

El área obtenida se encuentra dentro de los límites indicados, por lo tanto se diseña como una viga simplemente reforzada.

$$A_{s\text{mín}} = 3,95 \text{ cm}^2 \geq A_s = 3,66 \text{ cm}^2 \leq A_{s\text{máx}} = 14,70 \text{ cm}^2$$

Usando la fórmula anterior, se calcula el área de acero para cubrir el momento positivo

$$A_{SM(+)} = \left( ( 25 * 31,5 ) - \left( \left( ( 25 * 31,5 ) ^ 2 \right) - \left( \left( \left( ( 3 737,41 * 25 ) / ( 0,003825*210) \right) \right) \right) ^ {1/2} \right) \right) \times \left( ( 0,85 * 210 ) / 2 810 \right)$$

$$A_{SM(+)} = 4,93 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\text{mín}} = 3,95 \text{ cm}^2 \leq A_s = 4,93 \text{ cm}^2 \leq A_{s\text{máx}} = 14,70 \text{ cm}^2$$

Después de calcular el área de acero para los momentos positivo y negativo se consideraron los siguientes requisitos sísmicos:

Cama superior al centro: se debe colocar, como mínimo, dos varillas de acero corrido, tomando el mayor de los siguientes valores:  $A_{S\text{MIN}}$  o 33 % del  $A_S$  calculada para el  $M_{(-)}$ .  $A_{s\text{mín}} = 3,66 \text{ cm}^2$ , 33 % ( $A_{S(-)}$ ) mayor =  $1,2078 \text{ cm}^2$

Para la cama superior al centro se utilizará  $A_{S\text{MIN}} = 3,9515 \text{ cm}^2$

Cama inferior en apoyos: se debe colocar, como mínimo, dos varillas de acero corrido, tomando el mayor de los siguientes valores:  $A_{S\text{MIN}}$ ; 50 % del  $A_S$

calculada para el  $M_{(+)}$ ; 50 % del AS calculada para el  $M_{(-)}$  mayor.  $A_{S_{MIN}} = 3,95 \text{ cm}^2$ , 50 % ( $A_{S_{(+)}}$ ) =  $2,46 \text{ cm}^2$ , 50 % ( $A_{S_{(-)}}$ ) =  $1,83 \text{ cm}^2$

Para la cama inferior en los apoyos se calculó:

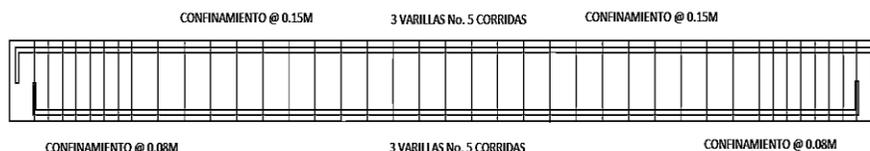
$$A_{S_{MIN}} = 3,9515 \text{ cm}^2$$

$$M_{(+)} = 0,5 * 4,93 = 2,465 \text{ cm}^2$$

$$M_{(-)} = 0,5 * 3,66 = 1,83 \text{ cm}^2$$

Se utilizará la mayor de las áreas, en este caso se usara el área de acero mínimo

Figura 29. Armado de viga



Fuente: elaboración propia, con programa de AUTOCAD 2013.

Acero transversal (estribos): los objetivos de colocar acero transversal es: por armado, para mantener el refuerzo longitudinal en la posición deseada, y para contrarrestar los esfuerzos de corte; en caso de que la sección de concreto no fuera suficiente para cumplir esta función. El procedimiento a seguir es el siguiente:

Cálculo de corte resistente

$$V_r = 0,85 * 0,53\sqrt{F'_c} * b * d$$

$$V_R = 0,85 * 0,53 * ((210)^{1/2}) * 25 * 31,5 = 5\ 141,0876\ \text{kg}$$

$$V_U = 4\ 888,88\ \text{kg-m}$$

Comparar corte resistente con corte último:

Si  $V_R \geq V_U$  la viga necesita estribos sólo por armado

Si  $V_R < V_U$  se diseñan estribos por corte, usando las expresiones siguientes:

$$S = \frac{2A_v * F_y}{V_u}$$

$S_{M\acute{A}X} = d / 2$ , usar como mínimo acero No.3

En este caso  $V_U = 4\ 888,88\ \text{Kg}$  y  $V_R = 5\ 141,08\ \text{Kg}$ ; como  $V_R > V_U$  usar estribos No. 3 a  $S_{M\acute{A}X} = d / 2$

$$V_R > V_U$$

$$5\ 141,08\ \text{Kg} > 4\ 888,88\ \text{Kg}$$

Puede observarse que  $V_R > V_U$ , por ende, se usan estribos No.3 solo por requisito de armado.

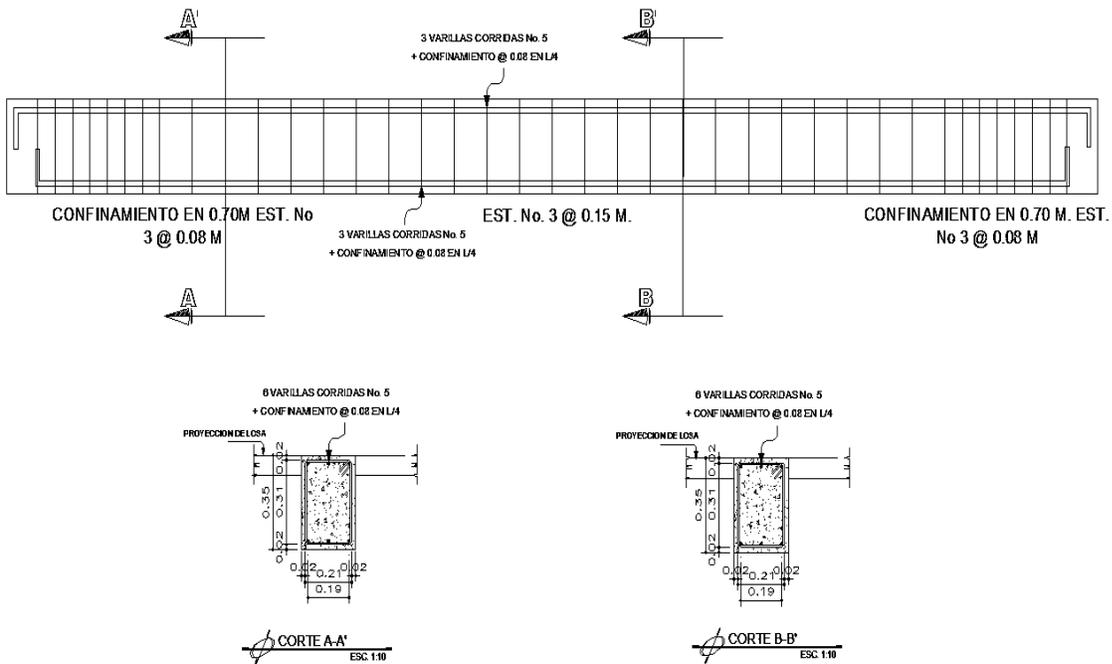
$$S_{M\acute{A}X} = d/2$$

$$S_{M\acute{A}X} = 31,5/2 = 15,75\ \text{cm}$$

Además de lo anterior, existen requisitos sísmicos que mandan confinar los estribos de las vigas en los extremos, con el objetivo de darle mayor ductilidad en los nudos. Esto se hace de la forma siguiente:

Para este caso,  $L_o = \text{longitud de confinamiento} = L_o = 2d = 2(31) = 62$  cm colocando estribos No.3 a cada  $d/4 = 8$  cm. El primer estribo debe estar colocado a 5 cm, como máximo de la cara de la columna.

Figura 30. Armado final, viga A



Fuente: elaboración propia, con programa de AUTOCAD 2013.

### 3.3.4. Diseño de columnas

Las columnas son elementos estructurales que están sometidas a carga axial y momentos flexionantes. Para el diseño, la carga axial es el valor de todas las cargas últimas verticales que soporta la columna, esta carga se determina por áreas tributarias. Los momentos flexionantes son tomados del análisis estructural, y se toma, para diseñar la columna, el mayor de los dos momentos actuantes en los extremos de la columna. Para este caso, se diseñó

por cada nivel únicamente las columnas críticas, o sea las que están sometidas a mayores esfuerzos. Los datos del diseño resultante para cada columna fueron aplicados a todas las columnas del nivel respectivo.

En esta sección se describe el procedimiento que se utilizó para diseñar las columnas típicas del edificio para la alcaldía auxiliar.

### Columna típica nivel 1

El procedimiento que se utilizó para el diseño de las columnas es el siguiente:

Datos:

Estos son obtenidos del análisis estructural:

Sección = 0,25\*0,25 m

Lu = 2,80 m

$M_X = 1\,149,91$  Kg-m

$M_Y = 1\,149,91$  Kg-m

Cálculo de carga axial:  $CU = 1,4CM + 1,7CV$

Cálculo del factor de carga última  $FCU = CU / (CV + CM)$

### Nivel 3

$CM = ((2\,400 * 0,1) + 60) = 300$  kg/m<sup>2</sup>

$CV = 100$  kg/m<sup>2</sup>

$CU\ 3 = (1,4 * ((2\,400 * 0,1) + 60)) + (1,7 * 100) = 590$  kg/m<sup>2</sup>

$FC_U = 590 / (300 + 100) = 1,475$

Nivel 2

$$CM = ((2\ 400*0,1)+150+60)=450\text{ kg/m}^2$$

$$CV = 300\text{ kg/m}^2$$

$$CU2 = (1,4*((2\ 400*0,1)+150+60))+(1,7*300) = 1\ 140\text{ kg/m}^2$$

$$FC_U = 1\ 140 / (450+300)=1,52$$

Nivel 1

$$CM = ((2\ 400*0,1)+150+60)=450\text{ kg/m}^2$$

$$CV = 300\text{ kg/m}^2$$

$$CU1 = (1,4*((2\ 400*0,1)+150+60))+(1,7*300) = 1\ 140\text{ kg/m}^2$$

$$FC_U = 1\ 140 / (450+300)=1,52$$

Determinación de carga axial:

Cálculo de la carga axial:  $P_U = (ALOSASCU) + (P_c*FC_U)$

$$P_{C3} = (9,11*590)+(0,35*0,25*5,41*2\ 400*1,475) = 7\ 050,6475\text{ kg}$$

$$P_{C2} = (9,11*1\ 140)+(0,35*0,25*5,41*2\ 400*1,52)+(0,25*0,25*2,8*2\ 400*1,475)$$

$$P_{C2} = 12\ 731,77\text{ kg}$$

$$P_U = (7\ 050,6475+12\ 731,77)+(0,25*0,25*2,8*2\ 400*1,52)+$$

$$(0,35*0,25*5,41*2\ 400*1,52)+(9,11*1\ 140) = 32\ 533,09\text{ kg}$$

$$P_U = 32\ 533,09\text{ kg}$$

Clasificar la columna por la esbeltez (E): una columna es esbelta cuando los lados de la sección transversal son pequeños en relación con la longitud. Por el valor de la esbeltez (E), las columnas se clasifican en cortas ( $E < 21$ ), intermedias ( $21 \leq E \leq 100$ ) y largas ( $E > 100$ ). El objetivo de clasificar las columnas es para ubicarlas en un rango; si son cortas se diseñan con los datos

originales del análisis estructural; si son intermedias se deben magnificar los momentos actuantes, y si son largas no se construyen.

La esbeltez de la columna en el sentido X se calculó con el procedimiento siguiente:

Inercia de columnas

$$I = (1/12) \times 25 \times (25^3) = 32\,552,0833$$

Inercia de vigas

$$I = (1/12) \times 25 \times (35^3) = 89\,322,9167$$

Cálculo de coeficientes que miden el grado de empotramiento a la rotación

Extremo superior

$$\Psi_A = (\sum K_{col}) / (\sum K_{viga})$$

$E_M$  (como todo el marco es del mismo material) = 1

$\bar{I}$  = Inercia

Nivel inferior

Sentido X

$$\Psi_A = ((32\,552,083/3,00) + (32\,552,083/3,00)) / ((89\,322,916/4,75)) = 1,154$$

$\Psi_B = 0$  no existen vigas que se unen en ese nodo

$$\Psi_P = \Psi_A + \Psi_B / 2 \quad (1,154 + 0) / 2 = 0,577$$

Cálculo de coeficiente K:

$$K = ((20 - \Psi_P)/20)(1 + \Psi_P)^{1/2} \quad \text{para } \Psi_P < 2$$

$$K = 0,9 (1 + \Psi_P)^{1/2} \quad \text{para } \Psi_P \geq 2$$

$$K = ((20 - 0,577)/20) \times ((1 + 0,577)^{1/2}) = 1,2196$$

Cálculo de la esbeltez de la columna

$E = KLu / \sigma$ , donde  $\sigma = 0,30 \times \text{lado menor}$  para columnas rectangulares

$$E = (1,2196 \times 2,8) / (0,3 \times 0,25) = 45,5317$$

El cálculo de la esbeltez de la columna, en el sentido Y, se resume a continuación:

Sentido Y

$$\Psi_A = (\sum K_{col}) / (\sum K_{viga})$$

$$\Psi_A = ( (32\,552,083 / 3,00) + (32\,552,083 / 3,00) ) / ( (89\,322,916 / 3,16) + (89\,322,916 / 3,16) )$$

$$\Psi_A = 0,3839$$

$\Psi_B = 0$  no existen vigas que se unen en ese nodo

$$\Psi_P = (\Psi_A + \Psi_B) / 2 = (0,3839 + 0) / 2 = 0,192$$

Cálculo del coeficiente K

$$K = ((20 - 0,192)/20) \times ((1 + 0,192)^{1/2}) = 1,081$$

$$K = ((20 - \Psi_P)/20)(1 + \Psi_P)^{1/2} \quad \text{para } \Psi_P < 2$$

$$K = 0,9 (1 + \Psi_P)^{1/2} \quad \text{para } \Psi_P \geq 2$$

Cálculo de la esbeltez de la columna

$E = KLu / \sigma$ , donde  $\sigma = 0,30 \cdot \text{Lado menor}$  para columnas rectangulares

$$E = (1,081 \cdot 2,8) / (0,3 \cdot 0,25) = 40,3573$$

Por los valores obtenidos de E, tanto en el sentido X como en Y, la columna se clasifica dentro de las intermedias, por tanto se deben magnificar los momentos actuantes.

Magnificación de momentos

El magnificador de momentos ( $\delta$ ), es un factor de seguridad por el cual deben multiplicarse los momentos últimos en columnas, para evitar el pandeo.

$$\delta = \frac{1}{\left[1 - \frac{P_u}{\phi P_{cr}}\right]} \geq 1, \quad \left\{ \begin{array}{l} \phi = 0,70 \text{ si se usan estribos} \\ \phi = 0,75 \text{ si se usan zunchos} \end{array} \right\}$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{KL_u}, \quad P_{cr} = \text{Carga crítica}$$

$$EI = \frac{\left[\frac{E_c \cdot I_g}{2,5}\right]}{1 + \beta_d}, \quad \beta_d = \frac{\text{momento máximo de la carga muerta}}{\text{momento máximo último}}$$

E = módulo de Young

$E_c = \text{módulo de elasticidad del concreto} = 15\,100 (F'c)^{1/2}$

I = momento de inercia de la sección

Sentido X

$$\beta_d = (1,4 \cdot 530) / (1,4 \cdot 530 + 1,7 \cdot 300) = 0,5927$$

$$EI = ((15 \cdot 100 \cdot (210^{1/2})) \times (((1/12) \cdot 25 \cdot (25^3))) / 2,5) / (1 + 0,5927)$$

$$EI = 1,7889E9 \text{ kg/cm}^2$$

$$P_{cr} = (\pi^2 \times 1,7889E9) / ((1,2196 \cdot 280)^2) = 151 \, 403,85 \text{ kg}$$

$$\delta = 1 / (1 - (32 \, 533,0 / (0,7 \cdot 151 \, 403,85))) = 1,4429$$

$$M_{dx} = 1,4429 \cdot 1 \, 149,91 = 1 \, 659,2051 \text{ kg-m}$$

Sentido Y

$$\beta_d = (1,4 \cdot 530) / (1,4 \cdot 530 + 1,7 \cdot 300) = 0,5927$$

$$EI = ((15 \cdot 100 \cdot (210^{1/2})) \times (((1/12) \times 25 \times (25^3))) / 2,5) / (1 + 0,5927)$$

$$EI = 1,7889E9 \text{ kg/cm}^2$$

$$P_{cr} = ((\pi^2 \times 1,7889E9) / ((1,081 \cdot 280)^2)) = 192 \, 717,16 \text{ kg}$$

$$\delta = 1 / (1 - (32 \, 533,0 / (0,7 \cdot 192 \, 717,16))) = 1,3178 \text{ kg-m}$$

$$M_{dy} = 1 \, 149,91 \cdot 1,3178 = 1 \, 515,3514 \text{ kg-m}$$

Acero longitudinal

Existen varios métodos para calcular el acero longitudinal en columnas. En este caso se utilizará el método de carga inversa, que es un método simple y aproximado desarrollado por Bresler.

Este método sencillo ha sido comprobado satisfactoriamente mediante comparación de resultados en gran cantidad de ensayos y cálculos precisos.

$$\frac{1}{P_u} = \frac{1}{P_{ox}} + \frac{1}{P_{oy}} - \frac{1}{P_o}$$

$P'u$  = valor aproximado de carga de falla con excentricidad  $e_x$  y  $e_y$

$P'ox$  = carga de falla cuando solamente existe excentricidad  $e_x$  y ( $e_y=0$ )

$P'ox = K'x * F'c$

$P'oy$  = carga de falla cuando solamente existe excentricidad  $e_y$  y ( $e_x=0$ )

$P'oy = K'y * F'c$

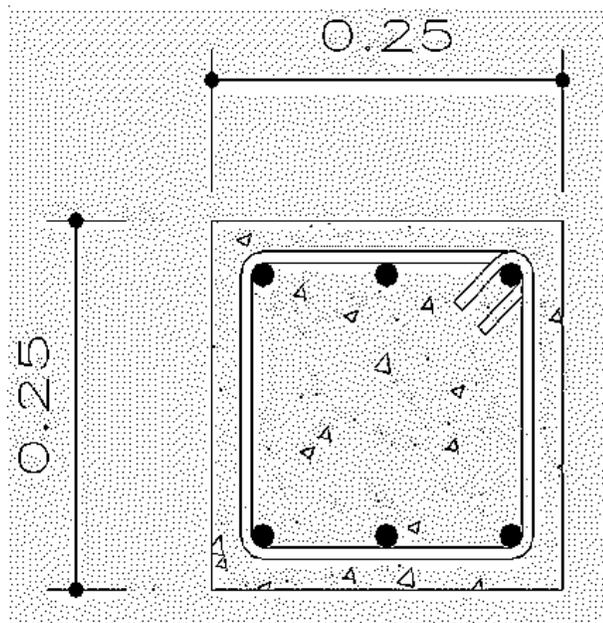
$P'o$  = carga de falla cuando el elemento tiene carga axial pura.

$$P'o = 0,70[(0,85 * F'c * Agcolumna) + Aacero * Fy]$$

Donde  $K'x$  y  $K'y$  son coeficientes que se obtienen del diagrama de interacción para diseño de columnas.

Si  $P'u > Pu$ , entonces el armado propuesto es correcto, de lo contrario, se debe aumentar el área de acero.

Figura 31. **Sección de columna**



Fuente: elaboración propia, con programa de AUTOCAD 2013.

Los datos obtenidos del cálculo de la columna son los siguientes:

Datos:

$$P_u = 32\,533,09 \text{ Kg.}$$

$$M_{dx} = 1\,659,205 \text{ Kg-m}$$

$$M_{dy} = 1\,515,3514 \text{ Kg-m}$$

$$F'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F'_y = 2\,810 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Recubrimiento} = 3 \text{ cm}$$

$$\text{Área de acero Propuesto} = 8\text{No.5} = 15,83 \text{ cm}^2$$

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

Área de acero mínimo

$$A_{s\text{MIN}} = 0,01 * 25 * 25 = 6,25 \text{ cm}^2$$

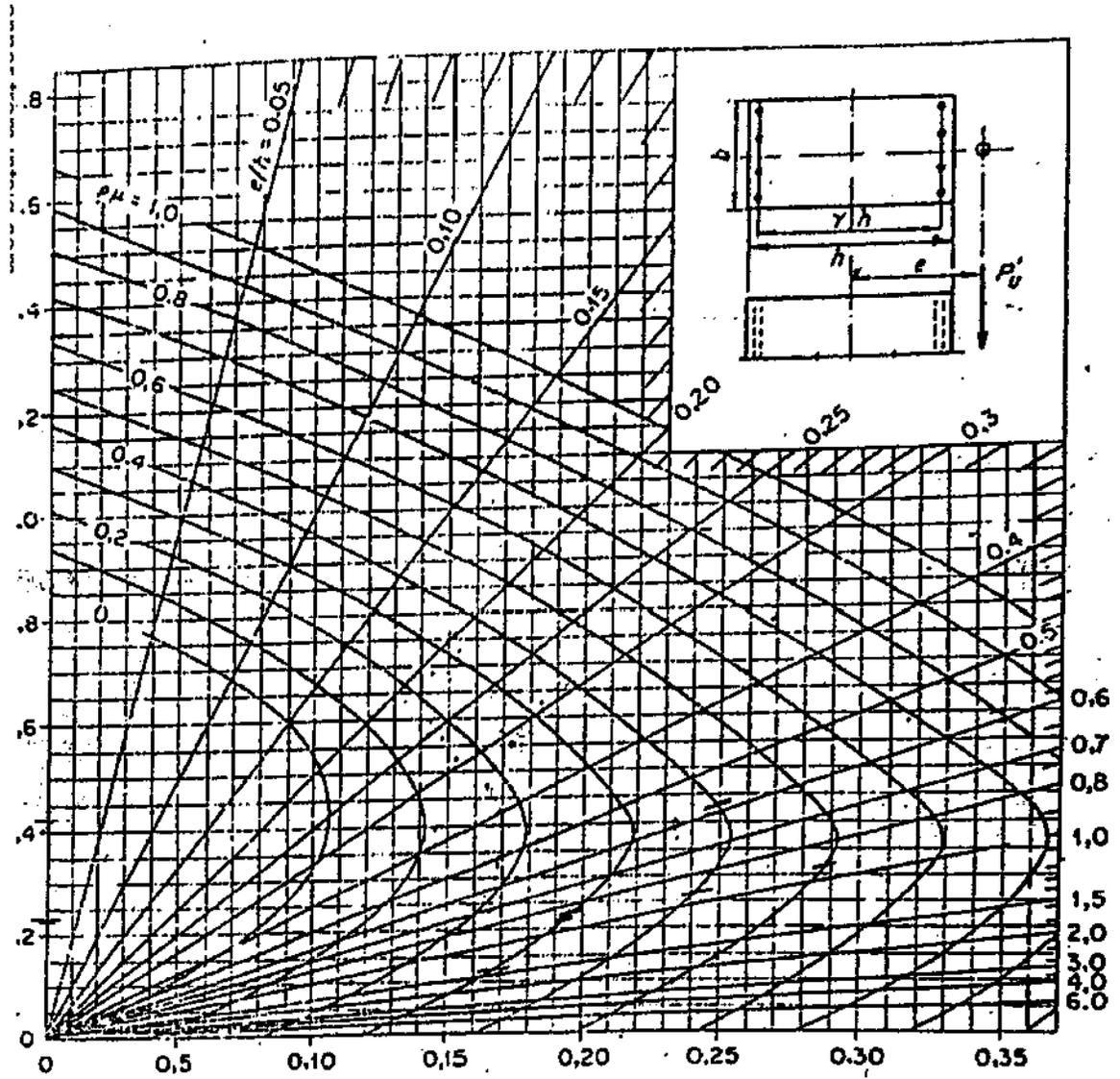
Área de acero máximo

$$A_{s\text{MAX}} = 0,06 * 25 * 25 = 37,5 \text{ cm}^2$$

$$\text{Se proponen 8 varillas No. 5} = 1,9793 * 8 = 15,83 \text{ cm}^2$$

Para este método se usan los diagramas de interacción para diseño de columnas.

Figura 32. Diagrama de Iteración para columnas



Fuente: Cartilla del concreto, F.R. McMillan y Lewis H.

Los valores a utilizar en los diagramas son:

Valor de la gráfica:  $\gamma = h_{\text{nucleo}} / h_{\text{columna}}$

$$Y_x = (25-4)/25=0,84$$

$$Y_y = (25-4)/25=0,84$$

Excentricidades:

$$e_x = 1\,659,205 / 32\,533,09 = 0,051 \text{ m}$$

$$e_y = 1\,515,3514 / 32\,533,09 = 0,0466 \text{ m}$$

Conociendo las excentricidades se calcula el valor de las diagonales

$$e_x/h_x = 0,051/0,25 = 0,204$$

$$e_y/h_y = 0,0466/0,25 = 0,1864$$

La carga de falla de la columna será

$$P'_{ua} = P_u/0,7$$

$$P'_{ua} = 32\,533,09 / 0,7 = 46\,475,8429 \text{ kg}$$

$$P'_{ua} = 46\,475,8429 \text{ kg}$$

Valor de la curva

$$\rho_{t\mu} = A_s F_y / 0,85 f'_c A_g$$

$$\rho_{t\mu} = (15,83/625) \times (2\,810 / (0,85 \times 210)) = 0,3987$$

Con los datos obtenidos, se buscan los valores de los coeficientes  $K_x$  y  $K_y$ , siendo éstos:

$$K_x = 0,78$$

$$K_y = 0,8$$

Cálculo de la carga de resistencia de la columna a una excentricidad ex:

$$P'_{o} = 0,85 \cdot 210 \cdot 625 + 15,83 \cdot 2 \cdot 810 = 156 \, 044,8 \text{ kg}$$

$$P'_{ox} = K_x \cdot \Phi \cdot f'_c \cdot b \cdot h$$

$$P'_{xo} = 0,78 \cdot 210 \cdot 625 = 102,375 \text{ kg}$$

$$P'_{oy} = K_y \cdot \Phi \cdot f'_c \cdot b \cdot h$$

$$P'_{oy} = 0,8 \cdot 210 \cdot 625 = 105,000 \text{ kg}$$

Cálculo de  $P'_u$  con la ecuación de Bresler

Carga de resistencia de la columna:

$$P'_u = 1 / \left( \frac{1}{102 \, 375} + \frac{1}{105 \, 000} - \frac{1}{156 \, 044,8} \right) = 77 \, 619,2424$$

Comprobación:

$$P'_u > P'_{ua}$$

$$77 \, 619,24 > 46 \, 475,8429$$

Como  $P'_u > P'_{ua}$  el armado propuesto si resiste las fuerzas aplicadas, si esto no fuera así, se debe aumentar el área de acero hasta que cumpla.

Acero transversal (estribos): el objetivo del refuerzo transversal es para resistir los esfuerzos de corte, y en algunos casos solo por armado. Por

requisitos sísmicos las columnas deben confinarse para aumentar la capacidad de carga axial, de corte y ductilidad, debe ser en forma de anillo (estribos) o refuerzo en espiral continuo (zunchos).

El procedimiento para el cálculo refuerzo transversal a las columnas se describe a continuación

Refuerzo por corte

Para definir el tipo de espaciamiento a utilizar se realizó la siguiente comparación:

$$V_R = 0,85 \cdot 0,53 (f'c)^{1/2} b \cdot d$$

$$V_R = 0,85 \cdot 0,53 \cdot (210^{1/2}) \cdot 25 \cdot 21 = 3\,427,3917 \text{ kg}$$

$$V_U = 692,84$$

$$V_R > V_U$$

$$3\,427,39 > 692,84$$

Como:  $V_R > V_U$  ( $3\,427,39 > 692,84$ ), entonces se colocan estribos con un espaciamiento  $S = d/2$ , en caso contrario se diseñan los estribos a corte.

Colocar espaciamiento  $S = d/2$

$$S = 0,21 / 2 = 0,105 \text{ cm}$$

Confinamiento: para la longitud de confinamiento ( $L_o$ ), debe tomarse el siguiente criterio:

$$L_o = 280 / 6 = 46,6667 \text{ cm}$$

El espaciamiento de los estribos (S1) en zonas confinadas de las columnas debe encontrarse entre  $3 \text{ cm} < S1 < 10 \text{ cm}$ . Para estribos usar como mínimo varilla No.3.

Luego se calcula la relación volumétrica:

$$\rho_s = 0,45 ((A_g / A_{ch}) - 1)(0,85f'_c / F_y);$$

$$\rho_s \geq 0,12(f'_c / F_y)$$

$$\rho_s = 0,45x(((25^2)/(21^2))-1)x((0,85*210) / 2 810) = 0,0119$$

El espaciamiento entre estribos en la zona confinada es:

$$S1 = 2A_v / \rho_s L_n$$

$$S1 = (2*0,71)/(0,0119*21)=5,6823$$

Como el área de acero resiste un corte mayor al corte necesario para la columna se propone un área de acero menor con el fin de optimizar recursos y minimizar costos.

Se proponen 6 varillas No. 5

$$A_s = 1,9793*6$$

$$A_s = 11,8758 \text{ cm}^2$$

Valor de la curva:

$$\rho_t \mu = A_s F_y / 0,85f'_c A_g$$

$$\rho_t \mu = (11,8758/625)x(2 810/(0,85*210))=0,2991$$

Con los datos obtenidos, se buscaron los valores de los coeficientes  $K_x$  y  $K_y$ , siendo éstos:

$$K_x = 0,71$$

$$K_y = 0,75$$

Carga de resistencia de la columna a una excentricidad ex:

$$P'o = 0,85 \cdot 210 \cdot 625 + 11,8758 \cdot 2810 = 144\,933,498 \text{ kg}$$

$$P'ox = K_x \cdot \Phi \cdot f'_c \cdot b \cdot h$$

$$P'xo = 0,71 \cdot 210 \cdot 625 = 93\,187,5 \text{ kg}$$

$$P'oy = K_y \cdot \Phi \cdot f'_c \cdot b \cdot h$$

$$P'oy = 0,75 \cdot 210 \cdot 625 = 98\,437,5 \text{ kg}$$

Calculó  $P'u$  con la ecuación de Bresler

Carga de resistencia de la columna:

$$P'u = 1 / ((1 / 93\,187,5) + (1 / 98\,437,5) - (1 / 144\,933,49)) = 71\,479,28$$

Comprobación:

$$P'u > P'ua$$

$$71\,479,28 > 46\,475,8429$$

Como  $P'u > P'ua$  el armado propuesto si resiste las fuerzas aplicadas, si esto no fuera así, se debe aumentar el área de acero hasta que cumpla.

Acero transversal (estribos): el objetivo del refuerzo transversal es para resistir los esfuerzos de corte, y en algunos casos solo por armado. Por requisitos sísmicos las columnas deben confinarse para aumentar la capacidad de carga axial, de corte y ductilidad, debe ser en forma de anillo (estribos) o refuerzo en espiral continuo (zunchos). El procedimiento para proveer refuerzo transversal a las columnas se describe a continuación:

#### Refuerzo por corte

Para definir el tipo de espaciamiento a utilizar se realizó la siguiente comparación:

$$V_R = 0,85 \cdot 0,53 (f'c)^{1/2} b \cdot d$$

$$V_R = 0,85 \cdot 0,53 \cdot (210^{1/2}) \cdot 25 \cdot 21 = 3\,427,3917 \text{ kg}$$

$$V_U = 692,84$$

$$V_R > V_U$$

$$3\,427,39 > 692,84$$

Como:  $V_R > V_U$  (  $3\,427,39 > 692,84$  ), entonces se colocan estribos con un espaciamiento  $S = d/2$ , en caso contrario se diseñan los estribos a corte.

Colocar espaciamiento  $S = d/2$

$$S = 0,21 / 2 = 0,105 \text{ cm}$$

Confinamiento: para la longitud de confinamiento ( $L_o$ ), debe tomarse el siguiente criterio:

$$L_o = L / 6 = 280 / 6 = 46,6667 \text{ cm}$$

El espaciamiento de los estribos (S1) en zonas confinadas de las columnas debe encontrarse entre  $3 \text{ cm} < S1 < 10 \text{ cm}$ . Para estribos usar como mínimo varilla No.3.

Luego se calculó la relación volumétrica:

$$\rho_s = 0,45 ((A_g/A_{ch}) - 1)(0,85f'_c/F_y);$$

$$\rho_s \geq 0,12(f'_c/F_y)$$

$$\rho_s = 0,45x(((25^2)/(21^2))-1)x((0,85*210)/ 2 810)=0,0119$$

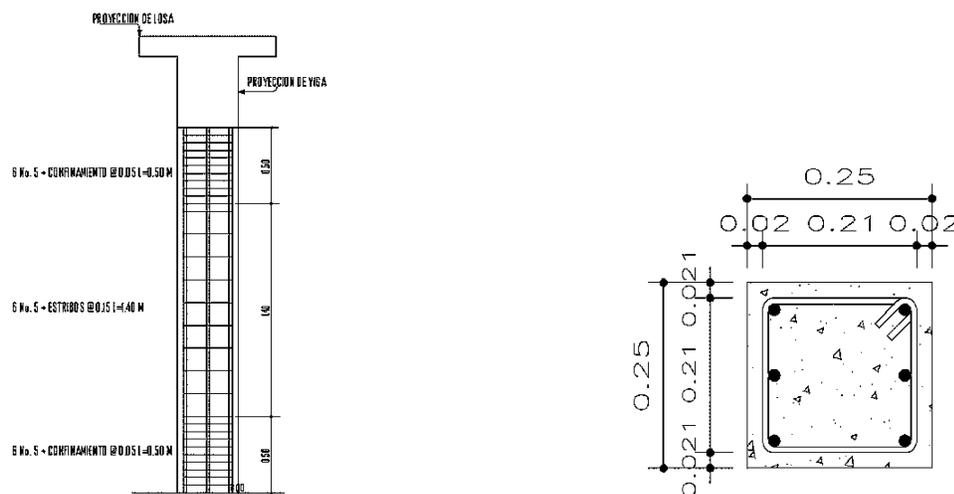
El espaciamiento entre estribos en la zona confinada es:

$$S1 = 2A_v / \rho_s L_n$$

$$S1 = (2*0,71)/(0,0119*21)=5,6823$$

Como el área de acero resiste el corte se usará el siguiente armado

Figura 33. Armado final de columna



Fuente: elaboración propia, con programa de AUTOCAD 2013.

### 3.3.5. Diseño de zapata

Los cimientos son elementos de la estructura destinados a recibir las cargas propias y las aplicadas exteriormente a la misma; éstos a la vez transmiten la acción de las cargas sobre el suelo.

Para elegir el tipo de cimentación a utilizar se consideró principalmente, el tipo de superestructura, la naturaleza de las cargas que se aplicarán, las condiciones del suelo y el costo de la misma.

Datos: los datos necesarios para el diseño de las zapatas se tomaron del análisis estructural y del estudio del suelo. Los datos a utilizar para el diseño de esta zapata son los siguientes:

Carga última =  $P_u = 32\,533,09 \text{ kg}$

Momento x =  $686,1 \text{ kg m}$

Momento y =  $686,1 \text{ kg m}$

Recubrimiento  $7,5 \text{ cm}$

Resistencia del concreto =  $210 \text{ kg -m}$

Resistencia del acero =  $2\,810 \text{ kg - m}$

Valor soporte del suelo =  $V_s = 20\,770 \text{ kg -m}$

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

Peso específico del suelo =  $1\,210 \text{ kg-m}^2$

Desplante de cimentación  $d_f = 1,25 \text{ m}$

- Factor de carga última

$$F_{cu} = \frac{[1,4 * CM + 1,7 * CV]}{CM + CV}$$

$$F_{cu} = (1,4 * 1\ 200 + 1,7 * 700) / (1\ 200 + 700) = 1,5105$$

- Cálculo de cargas de trabajo

$$P' = P_u / F_{cu}$$

$$P' = 32\ 533,09 / 1,5105 = 21\ 537,96 \text{ kg}$$

$$M'_x = M_x / F_{cu}$$

$$M'_x = 686,1 / 1,5105 = 454,22 \text{ kg-m}$$

$$M'_y = M_y / F_{cu}$$

$$M'_y = 686,1 / 1,5105 = 454,22 \text{ kg-m}$$

- Pre-dimensionamiento del área de zapata

$$A_z = (1,5 * 21\ 537,98) / 20\ 770 = 1,55 \text{ m}^2$$

Se propone una dimensión de 1,50 x 1,50 m.

- Chequeo por presión sobre suelo

La presión que ejerce la zapata sobre el suelo está dado por medio de la fórmula siguiente:

$$q = P / A_z \pm M'_x / S_x \pm M'_y / S_y$$

Donde  $S = (1 / 6) * b * h^2$ ; además se debe tomar en cuenta que  $q$  no debe ser negativo, ni mayor que el valor soporte del suelo ( $V_s$ ). Para la zapata se tiene:

$$S_x = S_y = (1/6) \times 1,50 \times 1,50^2 = 0,5625$$

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

$$P = 20\,989,09 + (0,25 \times 0,25 \times 4,05 \times 2\,400) + (2,25 \times 1,25 \times 1\,210) + (2,25 \times 0,3 \times 2\,400)$$

$$P = 26\,619,71 \text{ Kg}$$

$$q_{\text{MAX}} = (26\,619,71 / 2,25) + (454,22 / 0,5625) + (454,22 / 0,5625)$$

$$q_{\text{MAX}} = 13\,445,98 \text{ cumple no excede } v_s$$

$$q_{\text{MIN}} = (26\,619,71 / 2,25) - (454,22 / 0,5625) - (454,22 / 0,5625)$$

$$q_{\text{MIN}} = 10\,215,97 \text{ cumple solo compresiones en el suelo}$$

- Presión última

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

$$q_u = q_{\text{MÁX}} * F_{cu}$$

$$q_{\text{DISEÑO}} = 13\,445,98 \times 1,5105 = 20\,310,15 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Espesor de zapata: } t = 0,35 \text{ m}$$

- Chequeo por corte simple

La falla de la zapatas por esfuerzo cortante, ocurre a una distancia igual a  $d$  (peralte efectivo) del borde de la columna, por tal razón se comparó en ese límite si el corte resistente es mayor que el actuante, esto se hace de la forma indicada a continuación:

$$d = t - \text{Rec.} - \Phi/2$$

$$d = 35 - 7,5 - (1,97/2) = 26,515 \text{ cm}$$

Asumiendo un  $\emptyset$  de varilla No. 5 (1,97cm<sup>2</sup>)

$$\text{Área de corte} = 0,35985 * 1,50$$

$$\text{Área de corte} = 0,539 \text{ m}^2$$

- Chequeo por corte punzonante

La columna tiende a punzonar la zapata debido a los esfuerzos de corte que se producen en ella, alrededor del perímetro de la columna; el límite donde ocurre la falla se encuentra a una distancia igual a  $d/2$  del perímetro de la columna. El chequeo que se realiza es:

$$V_{act} = A * q_u$$

$$V_{act} = 0,53978 * 20\ 310,15 = 10\ 963,01 \text{ kg}$$

$$V_R = 0,85 * 1,06(f'c)^{1/2}bd$$

$$V_R = 0,85 * 0,53 * (210^{1/2}) * 150 * 26,51 = 25\ 960,04 \text{ kg}$$

Como  $V_{act} < V_R$ , entonces si cheque por corte punzonante.

- Diseño de refuerzo por flexión

El empuje hacia arriba del suelo produce momento flector en la zapata, por tal razón, es necesario reforzarla con acero para soportar los esfuerzos inducidos. Esto se hace de la manera siguiente:

L es la distancia medida del rostro de la columna al final de la zapata.

$$L = 1,5 - 0,125 = 1,375 \quad 1,375/2 = 0,6875$$

Sentido X

Momento último: éste se define tomando la losa empotrada con la fórmula:

$$M_u = q_u \cdot L^2 / 2$$

$$M_u = (20 \cdot 310,15 \times (0,6875^2)) / 2 = 4 \cdot 799,85 \text{ kg-m}$$

Área de acero: el área de acero se define por la fórmula:

$$A_s = (B \cdot d - ((B \cdot d)^2 - (M \cdot b / 0,003825 f'c))^{1/2} / (0,85 f'c / F_y)$$

Cálculo del área de acero que requiere la zapata

$$A_{s_{req}} = (100 \cdot 26,51 - ((100 \cdot 26,51)^2 - ((4 \cdot 799,85 \cdot 100) / (0,003825 \cdot 210))^{1/2}) \cdot (0,85 \cdot 210 / 2 \cdot 810)$$

$$A_{s_{req}} = 7,54 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{MIN}} = (14,1 / 2 \cdot 810) \times (100 \cdot 26,5) = 13,29 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{MIN}} > A_{s_{req}}$$

Como el área de acero requerido es menor que el área de acero mínimo se utilizara el área de acero mínimo para el diseño.

Espaciamiento: el espaciamiento entre varillas de refuerzo está definido por

$$S = A_v/A_s$$

$$S = A_v/A_s = 1,97/13,29 = 0,1482 \text{ m}$$

El espaciamiento se de 0,15 m con varillas No. 5 en ambos sentidos.

### 3.3.6. Diseño de gradas

Una escalera debe ser cómoda y segura dependiendo de la relación de los peldaños, es decir, la relación de huella (C) y contrahuella (H), cumpliendo con los siguientes criterios:

$$C > 20 \text{ cm}$$

$$H < C$$

$$2C + H < 64 \text{ cm (valor cercano)}$$

$$C + H = 45 \text{ a } 48 \text{ cm; } C \cdot H = 480 \text{ a } 500 \text{ cm}^2$$

Carga de diseño para una escalera:

$$CM = PP(\text{escalera}) + PP(\text{acabados})$$

$$PP(\text{escalera}) = Wc = t + c/2$$

Para determinar el número de escalones se utiliza:

$$H/C_{\max}$$

$$H/C_{\max} = 3,00/0,1850 = 16,21 \text{ escalones}$$

Para utilizar 16 escalones, se chequea:

$$C = 18,50 \text{ cm} < 20 \text{ cm}; H = 30 \text{ cm}$$

$$2C + H = 2 \cdot 18,50 + 30 = 67,00 \text{ cm}$$

$$C + H = 18,50 + 30 = 48,50 \text{ cm}$$

$$C \cdot H = 18,42 \cdot 27 = 465,00 \text{ cm}^2$$

Se tienen 16 contrahuellas de 18,50 cm, 16 huellas de 30 cm.

Para calcular el espesor de la losa, se utiliza:

$$t = L/20$$

Para ello, se debe de tomar en cuenta que L es una longitud inclinada:

$$L = 2,44 \text{ m}$$

$$t = 2,44/20 = 0,12 \text{ m}$$

Integración de cargas:

Peso propio

$$\gamma_c \cdot (t + c/2)$$

$$2 \cdot 400 \cdot (0,12 + 0,1850/2) = 510,00 \text{ kg/cm}^2$$

Acabados	60 kg/cm <sup>2</sup>
Total	570,00 kg/cm <sup>2</sup>
Carga viva	400 kg/cm <sup>2</sup>

Carga última

$$C.U. = 1,2*CM + 1,6*CV$$

$$C.U. = 1,2*570,00+1,6*400 = 1\ 324,00 \text{ kg/cm}^2$$

Se calcularon los momentos actuantes en la losa. Se considera el diseño de una losa unidireccional apoyada en los muros, según el código ACI:

$$M(-) = w*l^2/9 = 1\ 324,00 *2,44^2/9 = 875,84 \text{ kg-m}$$

$$M(+) = w*l^2/12 = 1\ 324,00 *2,44^2/12 = 656,88 \text{ kg-m}$$

Cálculo de acero:

$$As_{min} = 14,1*b*d/f_y = 14,1*100*(12-3,5-0,148) / 2\ 810 = 4,19 \text{ cm}^2$$

$$As_{M(-)} = 7,19 \text{ cm}^2$$

$$As_{M(+)} = 6,24 \text{ cm}^2$$

Se propone un armado de 1 varilla No. 3 @ 0,1 m en sentido longitudinal.

Acero por temperatura para el refuerzo en el sentido transversal:

$$As_{temp} = 0,002*b*d$$

$$As_{temp} = 0,002*100*9,00 = 1,80 \text{ cm}^2$$

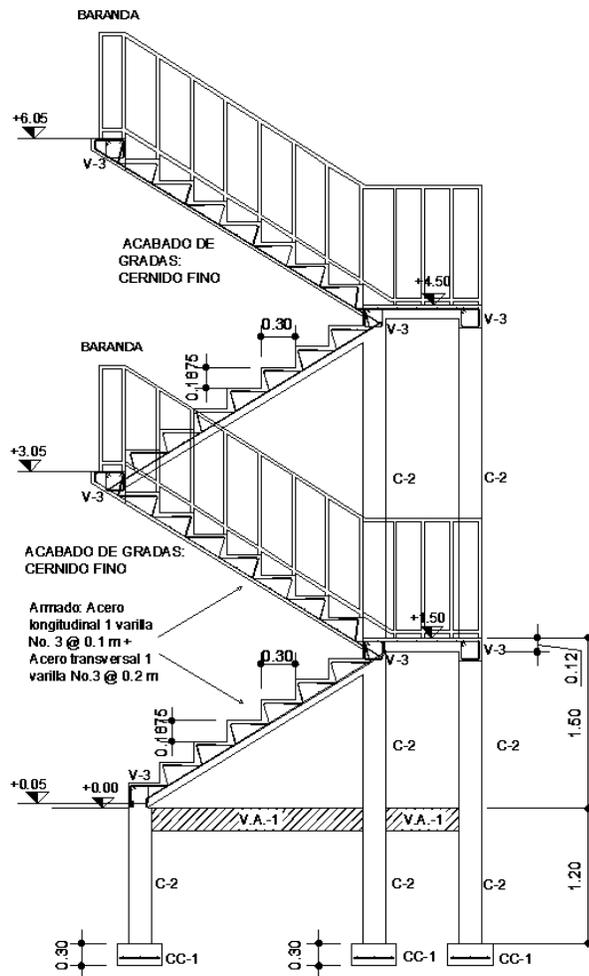
Espaciamiento máximo:

$$S_{max} = 2*t$$

$$S_{\max} = 2 \cdot 12 = 0,24 \text{ m}$$

Se propone refuerzo por temperatura de 1 varilla No. 3 @ 20 cm

Figura 34. Detalle de gradas



Fuente: elaboración propia, con programa de AUTOCAD 2013.

## Cimiento corrido

Es el cimiento que se le coloca a los muros de carga. Para este caso, debido a que los muros no son de carga sino divisiones de tabiques, se utilizará exclusivamente para el cimiento de gradas.

Este se calcula como una franja unitaria. Se diseñarán para soportar las cargas superpuestas, dando una distribución adecuada a las mismas, de acuerdo a la resistencia del terreno, debiendo ser continuos para proveer un amarre adecuado entre ellos. Los muros de la estructura son únicamente para dividir ambientes y tienen una altura aproximada de 5,0 metros.

Por medio de la teoría de Meyerhof para zapatas, utilizando una excentricidad de 1 % de la longitud total, una carga por muros y sobrepeso de 2,34 toneladas/metro en franjas unitarias y con las características del suelo, además de acuerdo con FHA se propone colocar cimiento corrido de 20 x 40 centímetros a un desplante de 1,40 metros.

Según FHA, el refuerzo mínimo para cimientos corridos es:

- Viviendas de un nivel: 2 No. 3 + eslabones No. 3 @ 0,3 m
- Viviendas de dos niveles: 3 No. 3 + eslabones No. 3 @ 0,3 m
- Viviendas de tres niveles: 3 No. 3 + eslabones No. 3 @ 0,15 m

Para este proyecto, se propone utilizar un cimiento corrido de 30 x 40 centímetros con refuerzo 3 No. 4 con eslabones No. 3 @ 15 centímetros, a una profundidad de 1,40 metros según el tipo de suelo.

### **3.4. Instalaciones**

Las instalaciones que regularmente se colocan en un edificio son: eléctricas, hidráulicas y sanitarias. Los aspectos de diseño que se consideraron para el diseño son:

- Seguridad de operación
- Capacidad adecuada para prestar el servicio
- Duración razonable y economía de mantenimiento
- Servicio constante
- Protección contra agentes nocivos, principalmente ambientales

Se diseñaron instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias para el edificio de oficinas para la Alcaldía Auxiliar del caserío Cruz Verde.

#### **3.4.1. Instalaciones eléctricas**

Estas instalaciones están divididas en dos secciones, la instalación de fuerza e iluminación. Se necesita detallar la distribución del sistema eléctrico, desde la comedita, contador eléctrico, tablero de distribución y las unidades de lámparas, tomacorrientes e interruptores.

El procedimiento de cálculo para la instalación eléctrica considera un estudio inicial de requerimientos de carga para alumbrado y contactos de salida, como segunda etapa se debe indicar la capacidad en *watts* de cada uno de los circuitos basado en disposiciones reglamentarias, aspectos de estética y características de operación de las unidades receptoras.

Según el informe No.29 de la Comisión Internacional de Iluminación, hace referencia al nivel de iluminación (luxes) requeridos para un edificio de oficinas son:

Tabla XI. **Nivel de iluminación**

Edificios de Oficinas	Nivel de iluminación (Luxes)
Oficinas normales	500
Oficinas generales extensas	300
Salas de conferencias	500

Fuente: informe No.29 de la Comisión Internacional de Iluminación.

Para el diseño de las instalaciones eléctricas se utilizó un nivel de iluminación de 500 luxes utilizando el criterio de luz de día, y una carga por unidad de fuerza de 300 *watts*.

Cálculo de iluminación por oficina:

Datos:

Longitud (L) = 2,30 m

Ancho (A) = 3,00 m

Altura (H) = 2,90 m

Altura de techo (H.T.) = 0,25 m

Altura de suelo (H.S.) = 0,75 m

Tipo de lámpara a utilizar T-2 doble de 40 *watts*. 2500 luxes.

Relación de cavidad del local:

$H = \text{Altura total} - \text{HS} - \text{HT}$

$H = 2,90 - 0,25 - 0,75 = 1,90 \text{ m}$

$$RCL = \frac{5H(l + a)}{L * a}$$

$$RCL = \frac{5 * 1,90 * (2,90 + 3,00)}{2,90 * 3,00} = 6,44$$

Índice del local (K)

$$K = \frac{5}{RCL}$$

$$K = \frac{5}{6,44} = 0,77$$

Factor de pérdidas totales (F.P.T.) = 0,7

Coeficiente de uso (C.U.) = 0,6

Número de lámparas:

$$N = \frac{\text{luxes * area}}{\text{luxes lampara * \# lamparas * C. U.* F. P. T.}}$$

$$N = \frac{500 * (3,00 * 2,30)}{4 450 * 2 * 0,70 * 0,60} = 0,92$$

N = 1 lámpara.

Iluminación resultante:

$$Ee = \frac{\text{lampara * \# lamparas * luxes * F. P. T.* C. U.}}{\text{area}}$$

$$Ee = \frac{1 * 2 * 4 450 * 0,6 * 0,7}{6,9} = 534 \text{ luxes}$$

El circuito 1 de iluminación están formados por 5 unidades T-2 de dos lámparas cada uno de 40 *watts* y 3 unidades de 25 *watts* cada uno, siendo la carga total conectada de 475 *watts*. La alimentación de carga eléctrica al edificio será de 120 volts, la corriente a través del circuito se calcula con la siguiente expresión:

$$I = \frac{P}{E}$$

Donde:

I = corriente

P = potencia

E= voltaje

$$I = \frac{475}{120} = 3,95 \text{ Amperios}$$

De acuerdo al resultado, el conductor ideal a utilizar en los circuitos de iluminación es el No. 12 THHN que tiene una capacidad de conducción máxima de 20 amperios. `

Para la instalación de fuerza se utilizó el criterio de asignar una carga de 300 *watts* de salida a cada tomacorriente, el circuito 1 de fuerza posee 8 unidades y la corriente se calcula con la expresión anterior:

$$I = \frac{2\ 400}{120} = 20 \text{ A.}$$

Los detalles específicos de cada uno de los niveles del edificio se encuentran en los planos respectivos.

Tabla XII. **Tabla de corriente y potencia soportada según calibre AWG**

Calibre AWG	Corriente soportada	Watts soportados 127V
18	10 Amperes	1270
16	13 Amperes	1651
14	18 Amperes	2286
12	25 Amperes	3175
10	30 Amperes	3810
8	40 Amperes	5080

Fuente: Norma de instalaciones eléctricas NOM-001 SEDE 2005

#### **3.4.2. Instalaciones hidráulicas**

Lo importante en la instalación general de agua son los detalles necesarios para apreciar el recorrido de la misma desde el punto de toma, hasta los depósitos y artefactos sanitarios.

Como en el caso de cualquier sistema de abastecimiento de agua, la dotación de agua para edificios es muy variable y depende de una serie de factores entre los cuales se pueden citar: uso del edificio, área, costumbres y hábitos de las ocupantes, uso de medidores, así como del sistema de distribución que sea adoptado.

El diseño hidráulico de éste edificio en particular se hará con el Método de Hunter, consiste en asignar a cada aparato sanitario o grupo de aparatos sanitarios, un número de unidades de gasto (UH) determinado experimentalmente, la unidad de gasto es la que corresponde a la descarga de un lavatorio común equivalente a 0,47 l/s.

Tabla XIII. Unidades de gasto

Artefactos	Cantidad	No. Hunter	UH
Inodoro con tanque	3	3	9
Lavamanos	3	2	6
Pila	1	3	3
		TOTAL	18

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo al método para un UH de 18 corresponde un caudal de 1,19 l/s, el cálculo de diámetro de la tubería es por medio de la siguiente ecuación:

$$\emptyset = \sqrt[4,87]{\frac{1743,811 * L * Q^{1,85}}{C^{1,85} * hf}}$$

Donde:

$\emptyset$  = diámetro (plg)

L = longitud (m)

Q = caudal (lps)

C = coeficiente de material

hf = pérdida de carga (m)

$$\emptyset = \sqrt[4,87]{\frac{1743,811 * 30 * 1,19^{1,85}}{140^{1,85} * 9}} = 0,9 \text{ plg}$$

Este método considera aparatos sanitarios de uso intermitente y tiene en cuenta el hecho de que cuanto mayor es el número, la proporción del uso

simultáneo de los aparatos disminuye. Es obvio indicar que el gasto obtenido por este método es tal que hay cierta probabilidad que no sea sobrepasado, por razones de seguridad se utilizará un diámetro de 3/4 plg para este edificio.

### 3.4.3. Instalaciones sanitarias

El agua potable que alimenta al edificio sufre contaminación en los artefactos sanitarios, convirtiéndose en agua residual la cual debe evacuarse. Para el cálculo o dimensionamiento de las instalaciones de drenajes, es necesario definir un concepto que se conoce como unidad de descarga.

La unidad de descarga se define en forma convencional como la correspondiente a la descarga del agua residual de un lavabo común en uso doméstico y que corresponde a un caudal de 20 litros por minuto. Esta unidad de descarga constituye la referencia para estimar las descargas de todos los demás accesorios o aparatos sanitarios. El mayor caudal a evacuar es generado en el módulo de servicio sanitario.

Tabla XIV. **Unidades de descarga**

<b>Artefactos</b>	<b>Cantidad</b>	<b>No. Hunter</b>	<b>UH</b>
Inodoro con tanque	3	6	18
Lavamanos	3	2	6
Pilas	1	3	3
<b>TOTAL</b>			<b>27</b>

Fuente: elaboración propia.

El método considera un diámetro de tubería para cierta cantidad de unidades de descarga el cual se presenta en la tabla siguiente:

Tabla XV. **Diámetro de colector**

TUBO PVC Ø EN (ppl)	Unidades máximas de descarga (UD)		
	Pendiente		
	1%	2%	3%
2	5	6	8
4	84	96	114
6	330	440	580
8	870	1150	1680

Fuente: elaboración propia.

Interpolando el resultado de la primera tabla con los valores de segunda, se obtuvo un diámetro de 4 pulgadas para la evacuación de aguas residuales. La tubería de los módulos de servicio sanitario se unifica en una caja de registro, utilizando una pendiente del 3 % se obtiene un diámetro de 4 pulgadas para la evacuación final.

#### **3.4.4. Instalaciones pluviales**

En el edificio de oficinas para la Alcaldía Auxiliar se diseñó la evacuación de precipitación pluvial que cae sobre techos, patios, zonas pavimentadas, etc. La solución comprende la instalación de tubería, accesorios y cajas de registro.

Previo al diseño y cálculo del sistema de evacuación de agua de lluvia, es importante tener en cuenta algunos factores:

- Intensidad de la precipitación pluvial
- Frecuencia de lluvias
- Área de la edificación expuesta a lluvia

El diámetro de la tubería a utilizar será calculada según el caudal a evacuar, para ello se utilizó siguiente expresión:

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

Donde:

Q = caudal en m<sup>3</sup>/s

C = coeficiente de escorrentía

I = intensidad de lluvia mm/hr

A = área a considerar en hectáreas

$$I = \frac{4604}{t + 24}$$

Donde:

t = tiempo de concentración (20 años)

$$I = \frac{4604}{20 + 24} = 104,63 \text{ mm/hr}$$

Según datos estadísticos de la Estación Suiza Contenta del INSIVUMEH el proyecto presenta una intensidad de lluvia de 104,63 mm/h, el coeficiente de escorrentía a utilizar es de 0,95 el cual corresponde a superficies impermeables de techos.

$$Q = \frac{0,95 * 104,63 * 0,01515}{360}$$

$$Q = 0,004141 \text{ m}^3/\text{s}$$

El diámetro de la tubería se calcula con la siguiente expresión:

$$\emptyset = \left( \frac{691\ 000 * Q * n}{S^{\frac{1}{2}}} \right)^{\frac{3}{8}}$$

Donde:

Q = caudal en m<sup>3</sup>/s

n = coeficiente de rugosidad

S = pendiente de la tubería

$$\emptyset = \left( \frac{691\ 000 * 0,004141 * 0,009}{0,02^{\frac{1}{2}}} \right)^{\frac{3}{8}}$$

$$\emptyset = 7,04 \text{ cm}$$

Con el cálculo teórico se obtuvo un diámetro de 7,04 cm por lo que en el diseño final se utilizará tubería PVC de 3 pulgadas.

### 3.5. Evaluación de Impacto Ambiental

Es el procedimiento técnico-administrativo que sirve para identificar, prevenir e interpretar los impactos ambientales que producirá un proyecto en el

entorno en caso de ser ejecutado, todo ello con el fin de que la administración competente pueda aceptarlo, rechazarlo o modificarlo.

#### Impactos ambientales de la construcción de edificaciones.

Dentro de las actividades industriales, la construcción es la mayor consumidora, junto con la industria asociada, de recursos naturales y una de las principales causantes de la contaminación atmosférica. Por lo tanto, la aplicación de criterios de construcción sostenible de las edificaciones se hace imprescindible para el respeto del medio ambiente y el desarrollo de las sociedades actuales y futuras.

En el consumo eléctrico, hay que señalar que la actividad de construcción como tal no consume mucha energía en comparación con otras actividades humanas. Sin embargo, la consecución y procesamiento de los materiales de construcción y la utilización diaria de edificios e infraestructuras constituye de manera indirecta una de las actividades humanas más intensivas en consumo energético.

La energía directa e indirecta usada en las viviendas y edificios proviene principalmente de la generación por medio de hidroeléctricas y de la combustión de combustibles fósiles, que contribuyen de manera muy importante a la contaminación atmosférica, principalmente anhídrido carbónico, óxidos de azufre y de nitrógeno, Compuestos Orgánicos Volátiles (COV), monóxido de carbono, óxido nitroso y partículas en suspensión.

Las emisiones directas de las edificaciones se centran sobre todo en la actividad de iluminación y operación, mientras que la producción de electricidad en las edificaciones es una de las grandes fuentes de contaminación indirecta.

Asimismo, las obras públicas y la construcción de edificaciones se encuentran entre las causas de mayor contaminación acústica en las ciudades, junto con el transporte.

Además, el impacto de las actuales edificaciones, que ocupan cada vez más una mayor parte del territorio, crea un ambiente físico hostil para el desarrollo cotidiano de las actividades de los ciudadanos.

En cuanto a los residuos sólidos urbanos, el mayor volumen no se genera en el período de construcción de las edificaciones, sino en la utilización diaria durante la vida útil.

#### Medidas de mitigación

- Diseñar tratando de adecuarse al entorno existente
- En el momento de iniciar la construcción, señalar el área
- Repoblar con árboles nativos de la región, las áreas libres
- Restringir uso de maquinaria pesada a horas diurnas
- Utilizar rutas alternas al centro de la población
- Enterrar las bolsas (de cemento y cal) en vez de quemarlas

### **3.6. Presupuesto del edificio de tres niveles para de la Alcaldía Auxiliar para el caserío Cruz Verde**

Se refiere a los trabajos necesarios para la ejecución del proyecto, tomando en cuenta la cantidad de trabajo a realizar y el costo.

**Tabla XVI. Presupuesto del edificio de tres niveles de la Alcaldía  
Auxiliar para el caserío Cruz Verde, San Juan Sacatepéquez**

<b>RENGLONES DE TRABAJO</b>					
<b>No.</b>	<b>REGLON</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P.U.</b>	<b>TOTAL</b>
1	LIMPIEZA Y CHAPEO	m2	125,36	Q1,88	Q235,18
2	TRAZO Y ESTAQUEADO	ml	70,36	Q8,45	Q594,77
3	EXCAVACIÓN	m3	96,97	Q54,50	Q5 285,06
4	ZAPATAS (Z-1)	unidad	8,00	Q889,75	Q7 118,02
5	CIMIENTO CORRIDO (CC-1)	ml	45,23	Q124,84	Q5 646,72
6	COMPACTACIÓN Y NIVELACIÓN	ml	73,50	Q10,00	Q735,00
7	COLUMNA (C-1)	unidad	8,00	Q3 801,78	Q30 414,23
8	COLUMNA (C-2)	unidad	6,00	Q2 436,83	Q14 621,00
9	COLUMNA (C-3)	unidad	15,00	Q1 317,56	Q19 763,40
10	COLUMNA (C-5)	ML	3,40	Q1 640,77	Q5 578,62
11	MOCHETA	unidad	250,00	Q112,05	Q28 013,34
12	VIGA (V-1)	unidad	6,00	Q2 056,75	Q12 340,48
13	VIGA (V-2)	unidad	4,00	Q1 330,56	Q5 322,23
14	VIGA (V-3)	unidad	5,00	Q922,26	Q4 611,30
15	LOSA	m2	150,00	Q345,12	Q51 767,63
16	MODULO DE GRADAS	global	1,00	Q11 380,41	Q11 380,41
17	CISTERNA	global	1,00	Q9 613,58	Q9 613,58
18	INSTALACIONES SANITARIAS Y PLUVIALES	global	1,00	Q14 243,84	Q14 243,84
19	INSTALACIONES HIDRÁULICAS	global	1,00	Q4 185,93	Q4 185,93
20	INSTALACIONES ELÉCTRICAS	global	1,00	Q52 549,07	Q52 549,07
21	MUROS (0.15 m)	m2	367,74	Q89,85	Q33 040,94
22	MURO TABIQUE	m2	104,31	Q75,65	Q7 890,95
23	MURO PERIMETRAL	m2	103,73	Q395,30	Q41 009,73
24	SOLERA INTERMEDIA (S.I.-1)	ml	414,94	Q205,00	Q85 061,14
25	SOLERA INTERMEDIA (S.I.-2)	ml	367,74	Q149,84	Q55 102,99
26	ACABADOS	m2	575,78	Q87,03	Q50 112,64
27	PISOS	m2	177,15	Q161,45	Q28 600,39
28	PUERTAS	global	1,00	Q15 960,00	Q15 960,00
29	VENTANAS	global	1,00	Q34 230,00	Q34 230,00
30	PINTURA	m2	1047,83	Q29,48	Q30 887,44
31	LIMPIEZA FINAL	m2	125,36	Q7,00	Q877,52
				<b>TOTAL</b>	<b>Q666 793,54</b>

Fuente: elaboración propia.

### 3.7. Estudio socioeconómico

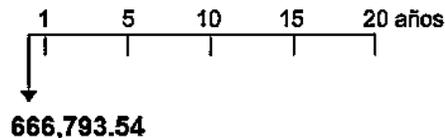
Procedimiento necesario para generar una referencia del lugar y ambiente en el cual se desarrollará un proyecto.

#### 3.7.1. Valor Presente Neto (VPN)

El método del Valor Presente Neto es muy utilizado por dos razones: la primera porque es de muy fácil aplicación y la segunda porque todos los ingresos y egresos futuros se transforman al presente y así puede verse fácilmente, si los ingresos son mayores que los egresos. Cuando el VPN es menor que cero implica que hay una pérdida a una cierta tasa de interés o por el contrario si el VPN es mayor que cero se presenta una ganancia

Proyecto: edificio de tres niveles de la Alcaldía Auxiliar para el caserío Cruz Verde.

Figura 35. Esquema de ingresos y egresos económicos para el proyecto



Fuente: elaboración propia, con programa de AUTOCAD 2013.

$$\text{VPN} = \text{ingresos} - \text{egresos}$$

$$\text{VPN} = 0 - 464\,455,94$$

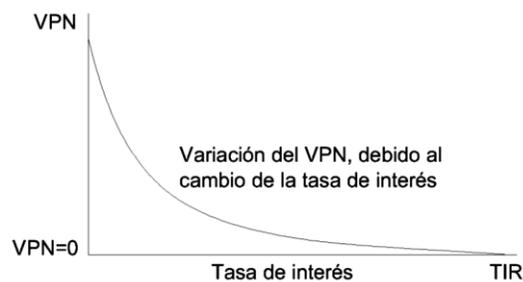
$$\text{VPN} = -464\,455,94$$

Como el VPN es menor que cero, indica que el proyecto no es rentable. Esto es debido a que, por ser un proyecto de carácter social, no se estipulan ingresos.

### 3.7.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)

La Tasa Interna de Retorno, como el nombre lo indica es el interés que hace que los ingresos y los egresos tengan el mismo valor, cuando se analiza una alternativa de inversión.

Figura 36. Variación del VPN debido a TIR



Fuente: elaboración propia, con programa de AUTOCAD 2013.

La tasa interna de retorno puede calcularse mediante las ecuaciones siguientes:

$$(P-L) * (R/P, i \%, n) + L*i + D = I$$

Donde:

P = inversión inicial

L = valor de rescate

D = serie uniforme de todos los costos

I = ingresos anuales

Valor Presente de Costos = Valor Presente de Ingresos

Costo anual = Ingreso anual

En las tres formas, el objetivo es satisfacer la ecuación, a través de la variación de la tasa de interés. La tasa de interés que cumpla con la igualdad, es la tasa interna de retorno del proyecto que se está analizando.

Como puede observarse en las tres fórmulas mencionadas anteriormente, todas requieren de un valor de ingreso, y para este proyecto, por ser de carácter social, no se prevé ningún tipo de ingreso, por lo que no se puede hacer el cálculo de la TIR mediante el uso de estas fórmulas. Lo que procede para este caso, es tomar el valor de la TIR igual a 4.5 %, la cual representa el costo que el Estado debe desembolsar para la ejecución de dicho proyecto.

Esta tasa fue calculada tomando en cuenta la tasa libre de riesgo de Guatemala que corresponde a la inversión en títulos públicos que actualmente pagan esa cantidad y es lo que le cuesta al Estado captar esos fondos para invertirlos en obra pública.

### **3.8. Cronograma de actividades**

El presente cronograma de actividades detalla la manera en la cual se llevara a cabo la ejecución del proyecto.

Tabla XVII. Cronograma de actividades del edificio de tres niveles de la Alcaldía Auxiliar para el caserío Cruz Verde, San Juan Sacatepéquez

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES																																					
PROYECTO: DISEÑO DE EDIFICIO DE TRES NIVELES PARA LA ALCALDIA AUXILIAR DEL CASERIO CRUZ VERDE																																					
UBICACION: CASERIO CRUZ VERDE, SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA																																					
FECHA: ABRIL DEL 2013																																					
N o .	ACTIVIDAD	DURACION (EN SEMANAS)																																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33			
1	LIMPIEZA Y CHAPEO	■																																			
2	TRAZO Y ESTAQUEADO	■	■																																		
3	EXCAVACION		■	■																																	
4	ZAPATAS (Z-1)			■	■																																
5	CIMIENTO CORRIDO (CC-1)				■	■																															
6	NIVELACION Y RELLENO				■	■	■																														
8	COLUMNA (C-1)				■	■	■																														
9	COLUMNA (C-2)							■	■																												
10	COLUMNA (C-3)									■	■	■																									
11	COLUMNA (C-5)										■	■																									
12	MOCHETA																																				
13	VIGA (V-1)																																				
14	VIGA (V-2)																																				
15	VIGA (V-3)																																				
16	LOSA																																				
17	MODULO DE GRADAS																																				
18	CISTERNA																																				
19	INSTALACIONES SANITARIAS Y PLUVIALES																																				



## CONCLUSIONES

1. El sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Suacité, San Juan Sacatepéquez, Guatemala, proporcionará a los habitantes de la aldea una manera adecuada para desechar los desechos sanitarios, ya que en la actualidad no se realiza de manera adecuada, lo cual ayudará de manera directa al saneamiento y disminuirá de manera directa la proliferación de enfermedades por la contaminación de desechos sanitarios. El proyecto beneficiará a 1 400 personas actualmente y 2 931 personas a futuro, con un costo final de Q. 2 983 203,09
2. El diseño estructural de la Alcaldía Auxiliar para el caserío Cruz Verde, se realizó de acuerdo a las normas y condiciones de uso y carga que soportará la estructura, tomando en cuenta condiciones sísmicas y características de carga del suelo. El proyecto beneficiará a los pobladores del caserío Cruz Verde con un costo de Q. 677 379,66
3. Los proyectos que contiene este trabajo de graduación fueron realizados en mutua colaboración con los pobladores de los sectores beneficiados y la Unidad de EPS de la Universidad San Carlos de Guatemala, tomándose en consideración la realización en el menor plazo posible y darle el mantenimiento y uso adecuado para asegurar un servicio eficiente durante la vida útil.



## RECOMENDACIONES

A la Municipalidad de San Juan Sacatepéquez, Guatemala:

1. Capacitar a los pobladores de aldea Suacité, sobre el mantenimiento y operación del sistema de alcantarillado sanitario, para garantizar la funcionamiento adecuado y durabilidad.
2. Garantizar la supervisión técnica de los proyectos durante el período de construcción, para cumplir con las especificaciones de cada proyecto y así garantizar la funcionabilidad y durabilidad.
3. Verificar que los precios contenidos en los unitarios estén actualizados previo a la contratación de servicios profesionales, ya que están sujetos a fluctuaciones debido a factores económicos y de inflación de precios para materiales y mano de obra.



## BIBLIOGRAFÍA

1. American Concrete Institute. *Building Code Requirements for Structural Concrete*: ACI 318-2008. California: ACI, 2008. 518 p.
2. NILSON, Arthur H. *Diseño de estructuras de concreto*. 12a ed. Colombia: McGraw-Hill, 2001. 722 p.
3. MORALES SOTO, Jorge Enrique. *Estudio y diseño de la red de alcantarillado sanitario del cantón el copado, municipio de Santo Domingo, departamento de Suchitepéquez*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2004. 69 p.
4. RAMÍREZ CASTELLÓN, Adolfo Rubén. *Diseño de alcantarillado sanitario para las colonias El Choropín y La Colina de la ciudad de Chiquimula*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2002. 101 p.
5. RODRÍGUEZ SOZA, Luis Carlos. *Guía para las instalaciones sanitarias en edificios*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2011. 178 p.

6. ROMÁN CUTZÁN, Mónica Alejandra. *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Brito y las colonias Santa Fe, El Tamarindo y Las Flores y puente vehicular en la cabecera municipal de Guanagazapa, departamento de Escuintla*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2010. 149 p.
7. UNDA OPAZO, Francisco. *Ingeniería sanitaria aplicada a saneamiento y salud pública*. Chile: Limusa, 1969. 352 p.
8. URIZAR MONZÓN, Ronald Enrique. *Diseño de la edificación de dos niveles para guardería, colonia Santa Anita, aldea Boca del Monte, municipio de Villa Canales, Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2011. 155 p.

## ANEXOS

### Anexo 1. Cálculos para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario aldea Suacité

DEL CENTRO DE SUACITE HACIA LOS GUATES DEL 0 AL 11

posición		cotas del terreno		longitud	S del terreno	No. Casas	No. Casas Acumuladas	No. de habitantes		FH actual	FH futuro	Diseño actual	Diseño futuro	q acumulado actual	q acumulado futuro	Ø
De pozo	A pozo	Inicio	Final					Actual	futuro							
0	1	500.00	495.46	91.81	4.95	9	9	63	141	4.29	4.20	0.54	1.19	0.54	1.19	4
1	2	495.46	492.03	99.92	3.43	6	15	42	94	4.33	4.25	0.36	0.80	0.90	1.99	4
2	6	492.03	490.99	91.98	1.13	2	17	14	31	4.40	4.35	0.12	0.27	1.64	3.61	4
6	7	490.99	491.27	70.00	0.39	1	18	7	16	4.43	4.39	0.06	0.14	1.70	3.74	6
7	8	491.27	491.04	25.96	0.88	1	19	7	16	4.43	4.39	0.06	0.14	1.76	3.88	6
8	9	491.04	489.70	73.97	1.81	1	20	7	16	4.43	4.39	0.06	0.14	1.82	4.02	6
9	10	489.70	489.82	56.00	0.21	1	21	7	16	4.43	4.39	0.06	0.14	1.89	4.16	6
10	11	489.82	487.87	75.94	2.56	1	22	7	16	4.43	4.39	0.06	0.14	1.95	4.30	6

DEL CENTRO DE SUACITE HACIA LOS GUATES DEL 11 AL 18

posición		cotas del terreno		longitud	S del terreno	No. Casas	No. Casas Acumuladas	No. de habitantes		FH actual	FH futuro	Diseño actual	Diseño futuro	q acumulado actual	q acumulado futuro	Ø
De pozo	A pozo	Inicio	Final					Actual	futuro							
18	17	499.88	499.88	43.97	0.01	1	1	7	16	4.43	4.39	0.06	0.14	0.06	0.14	4
17	14	499.88	498.06	49.41	3.68	1	2	7	16	4.43	4.39	0.06	0.14	0.12	0.28	4
14	13	498.06	497.77	39.99	0.72	1	3	7	16	4.43	4.39	0.06	0.14	0.49	1.90	4
13	12-A	497.77	496.80	52.97	1.84	1	4	7	16	4.43	4.39	0.06	0.14	0.55	2.04	4
12-A	12	496.80	495.82	52.98	1.85	1	5	7	16	4.43	4.39	0.06	0.14	0.62	2.17	4
12	11-A	495.82	491.85	67.80	5.86	5	10	35	78	4.34	4.27	0.30	0.67	0.92	2.84	4
11-A	11	491.85	487.87	67.79	5.86	4	14	28	63	4.36	4.29	0.24	0.54	1.16	3.38	4

DEL CENTRO DE SUACITE HACIA LOS GUATES DEL 18 AL 21

posición		cotas del terreno		longitud	S del terreno	No. Casas	No. Casas Acumuladas	No. de habitantes		FH actual	FH futuro	Qdiseño actual	Qdiseño futuro	q acumulado actual	q acumulado futuro	Ø
De pozo	A pozo	Inicio	Final					Actual	futuro							
18	19	499.88	496.36	33.76	10.44	1	1	7	16	4.43	4.39	0.06	0.14	0.06	0.14	4
19	20	496.36	485.14	84.62	13.25	2	3	14	31	4.40	4.35	0.12	0.27	0.19	0.41	4
20	21	485.14	482.31	73.95	3.83	2	5	14	31	4.40	4.35	0.12	0.27	0.31	0.68	4

Continuación del anexo 1.

DEL CENTRO DE SUACITE HACIA LOS GUATES DEL 21 AL 26

posición		cotas del terreno		longitud	S del terreno	No. Casas	No. Casas Acumuladas	No. de habitantes		FH actual	FH futuro	Qdiseño actual	Qdiseño futuro	q acumulado actual	q acumulado futuro	Θ
De pozo	A pozo	Inicio	Final					Actual	futuro							
26	23	499.21	497.61	99.99	1.60	6	6	42	94	4.33	4.25	0.36	0.80	0.36	0.80	4
23	22	497.61	497.02	33.99	1.72	1	7	7	16	4.43	4.39	0.06	0.14	0.43	0.94	4
22	21-A	497.02	489.67	65.17	11.29	1	8	7	16	4.43	4.39	0.06	0.14	0.49	1.08	4
21-A	21	489.67	482.31	65.18	11.29	1	9	7	16	4.43	4.39	0.06	0.14	0.55	1.21	4

DEL CENTRO DE SUACITE HACIA LOS GUATES DEL 26 AL 28

posición		cotas del terreno		longitud	S del terreno	No. Casas	No. Casas Acumuladas	No. de habitantes		FH actual	FH futuro	Qdiseño actual	Qdiseño futuro	q acumulado actual	q acumulado futuro	Θ
De pozo	A pozo	Inicio	Final					Actual	futuro							
26	27	499.21	497.44	57.98	3.05	1	1	7	16	4.43	4.39	0.06	0.14	0.06	0.14	4
27	28	497.44	489.16	93.28	8.88	3	4	21	47	4.38	4.32	0.18	0.41	0.25	0.54	4

DEL CENTRO DE SUACITE HACIA LOS GUATES DEL 28 AL 30

posición		cotas del terreno		longitud	S del terreno	No. Casas	No. Casas Acumuladas	No. de habitantes		FH actual	FH futuro	Qdiseño actual	Qdiseño futuro	q acumulado actual	q acumulado futuro	Θ
De pozo	A pozo	Inicio	Final					Actual	futuro							
30	29	491.43	490.34	25.99	4.19	1	1	7	16	4.43	4.39	0.06	0.14	0.06	0.14	4
29	28	490.34	489.16	22.00	5.36	1	2	7	16	4.43	4.39	0.06	0.14	0.12	0.28	4

DEL CENTRO DE SUACITE HACIA LOS GUATES DEL 30 AL 32

posición		cotas del terreno		longitud	S del terreno	No. Casas	No. Casas Acumuladas	No. de habitantes		FH actual	FH futuro	Qdiseño actual	Qdiseño futuro	q acumulado actual	q acumulado futuro	Θ
De pozo	A pozo	Inicio	Final					Actual	futuro							
30	31	491.43	488.14	39.77	8.27	2	2	14	31	4.40	4.35	0.12	0.27	0.12	0.27	4
31	32	488.14	486.25	83.95	2.25	4	6	28	63	4.36	4.29	0.24	0.54	0.37	0.81	4

Continuación del anexo 1.

DEL CENTRO DE SUACITE HACIA LOS GUATES DEL 32 AL 35

posición		cotas del terreno		longitud	S del terreno	No. Casas	No. Casas Acumuladas	No. de habitantes		FH actual	FH futuro	Qdiseño actual	Qdiseño futuro	q acumulado actual	q acumulado futuro	Θ
De pozo	A pozo	Inicio	Final					Actual	futuro							
						0	0									
35	34	499.17	498.37	29.99	2.67	1	1	7	16	4.43	4.39	0.06	0.14	0.06	0.14	4
34	33	498.37	490.28	99.23	8.15	3	4	21	47	4.38	4.32	0.18	0.41	0.25	0.54	4
33	32	490.28	486.25	95.81	4.21	4	8	28	63	4.36	4.29	0.24	0.54	0.49	1.08	4

CALLEJON 1 DEL CENTRO DE SUACITE HACIA LOS GUATES

posición		cotas del terreno		longitud	S del terreno	No. Casas	No. Casas Acumuladas	No. de habitantes		FH actual	FH futuro	Qdiseño actual	Qdiseño futuro	q acumulado actual	q acumulado futuro	Θ
De pozo	A pozo	Inicio	Final					Actual	futuro							
						0	0									
3	2	493.75	492.03	99.91	1.72	4	4	28	63	4.36	4.29	0.61	1.35	0.61	1.35	4

CALLEJON 2 DEL CENTRO DE SUACITE HACIA LOS GUATES

posición		cotas del terreno		longitud	S del terreno	No. Casas	No. Casas Acumuladas	No. de habitantes		FH actual	FH futuro	Qdiseño actual	Qdiseño futuro	q acumulado actual	q acumulado futuro	Θ
De pozo	A pozo	Inicio	Final					Actual	futuro							
						0	0									
16	15	503.35	500.14	87.76	3.65	4	4	28	63	4.36	4.29	0.24	1.35	0.24	1.35	4
15	14	500.14	498.06	25.82	8.07	1	5	7	16	4.43	4.39	0.06	0.14	0.31	1.48	4

CALLEJON 3 DEL CENTRO DE SUACITE HACIA LOS GUATES

posición		cotas del terreno		longitud	S del terreno	No. Casas	No. Casas Acumuladas	No. de habitantes		FH actual	FH futuro	Qdiseño actual	Qdiseño futuro	q acumulado actual	q acumulado futuro	Θ
De pozo	A pozo	Inicio	Final					Actual	futuro							
						0	0									
38	37	497.13	496.53	83.98	0.71	3	3	21	47	4.38	4.32	0.18	0.41	0.18	0.41	4
37	36	496.53	496.38	26.00	0.60	1	4	7	16	4.43	4.39	0.06	0.14	0.25	0.54	4
36	35	496.38	499.17	41.81	6.68	1	5	7	16	4.43	4.39	0.06	0.14	0.31	0.68	4

Fuente: elaboración propia.

**ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR**

INFORME No.: 0029 S.S.

O.T.: 30,333

INTERESADO: Douglas Antonio Montenegro Galvez

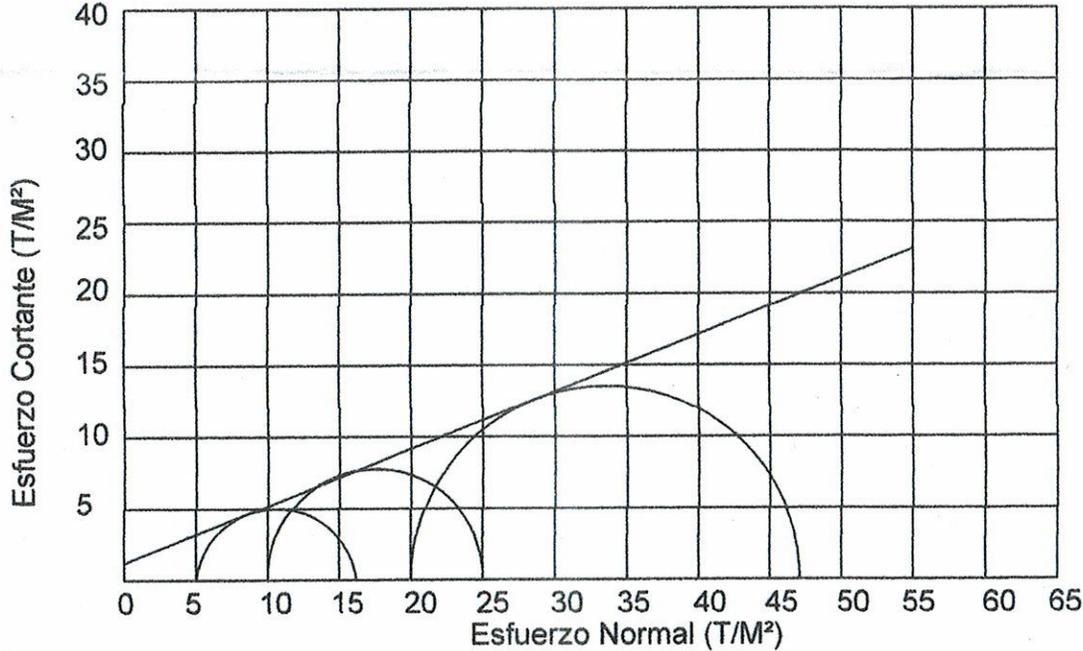
PROYECTO: EPS- Diseño de Edificio de tres niveles de la Alcaldia Axuiliar para el Caserio Cruz Verde, San Juan Sacatepéquez, Guatemala

Ubicación: Aldea Cruz Verde, San Juan Sacatepéquez

Fecha: jueves, 24 de enero del 2013

pozo: 1 Profundidad: 2.5 m

Muestra: 1



**PARAMETROS DE CORTE:**

<b>ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA : <math>\phi = 20.18^\circ</math></b>	<b>COHESIÓN: <math>C_u = 1.93 \text{ T/m}^2</math></b>
---	--

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.

DESCRIPCION DEL SUELO: Fragmentos de roca y arena limosa color café

DIMENSION Y TIPO DE LA PROBETA: 2.5" X 5.0"

OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el interasado.

PROBETA No.	1	2	3
PRESION LATERAL (T/m <sup>2</sup> )	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA q(T/m <sup>2</sup> )	10.82	17.59	26.63
PRESION INTERSTICIAL u(T/m <sup>2</sup> )	x	x	x
DEFORMACION EN ROTURA Er (%)	3.5	5.5	8.0
DENSIDAD SECA (T/m <sup>3</sup> )	1.38	1.38	1.38
DENSIDAD HUMEDA (T/m <sup>3</sup> )	1.75	1.75	1.75
HUMEDAD (%H)	24.3	24.3	24.3



Atentamente,

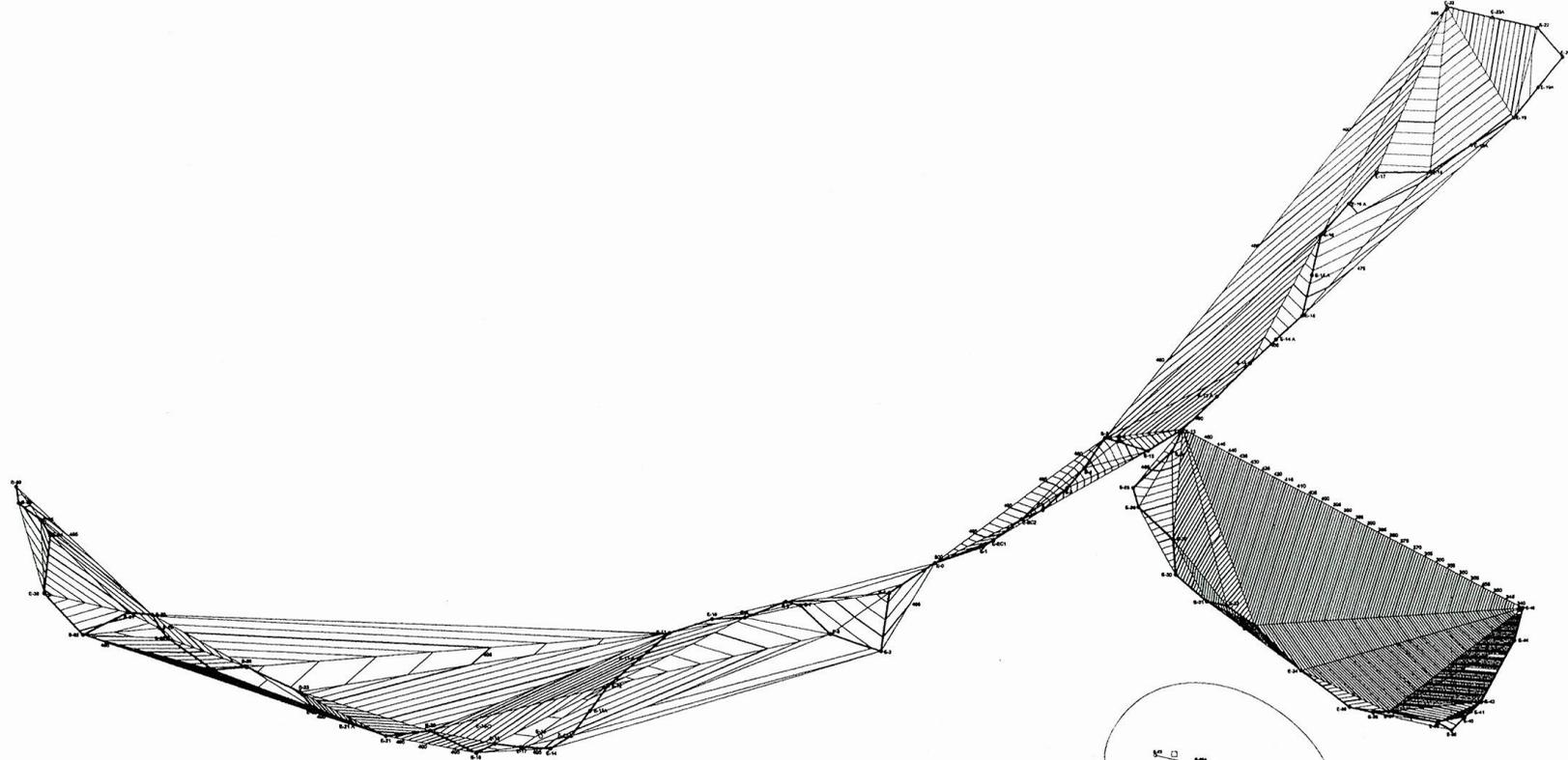
Vo. Bo.

Inga. Telma Marcela Cano Morales  
DIRECTORA CII/USAC

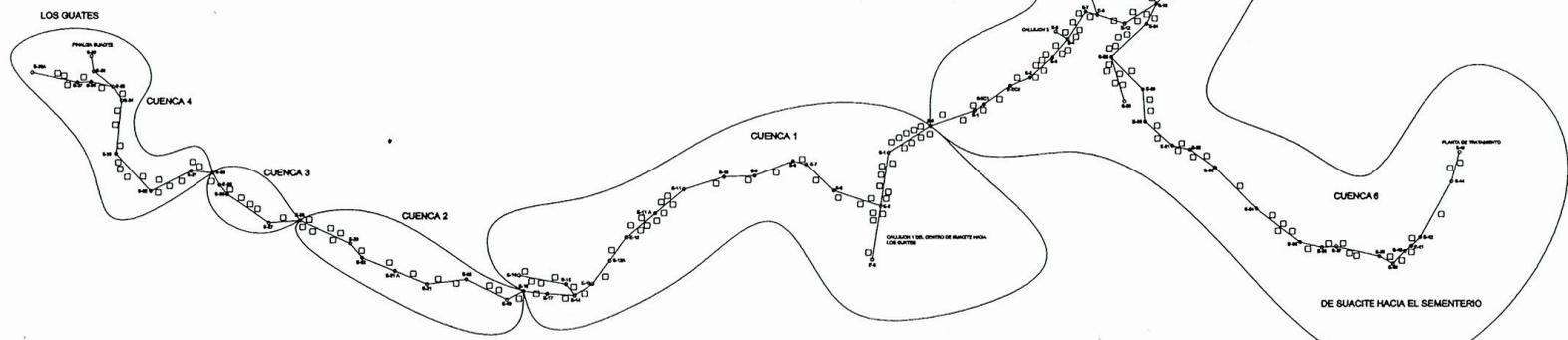


*Omar E. Medrano Méndez*  
Ing. Omar Enrique Medrano Méndez  
Jefe Sección Mecánica de Suelos





PLANTA DE CURVAS DE NIVEL  
ESCALA 1:7000



 <b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> FACULTAD DE INGENIERIA DEPARTAMENTO DE E.P.S.	
PROYECTO: ALCANTARILLADO DE SAN CARLOS DE GUATEMALA PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA PLANO DE: PLANTA DE CURVAS DE NIVEL Y MICROCUENCAS VOB No.:	CALDAS DOUGLAS MONTENEGRO GÁLVEZ DIBUJO: DOUGLAS MONTENEGRO GÁLVEZ REVISÓ: ING. OSCAR ANQUETA HERNÁNDEZ ESCALA: INDICADA FECHA: MAYO 2013 HOJA No.: 2/14

CUENCA 1							
EST	PO	ANG. HORIZONTAL			ANGULO VERTICAL		
		GRADO	MINUTO	SEGUNDO	GRADO	MINUTO	SEGUNDO
0	R 01	251	40	0	269	23	44
0	R 02	247	30	45	269	24	11
0	R 03	245	24	35	269	23	40
0	R 04	243	36	36	269	12	29
0	R 05	242	26	36	269	18	21
0	R 06	237	37	12	269	18	34
0	R 07	232	38	14	269	19	31
0	R 08	235	37	19	269	12	12
0	R 09	230	21	15	269	11	56
0	R 10	236	63	07	269	07	07
0	R 11	237	13	39	268	32	46
1	R 1.1	195	30	0	92	17	30
1	R 1.2	197	44	30	93	59	00
1	R 1.3	189	41	00	92	46	30
1	R 1.4	189	40	00	92	44	30
1	R 1.5	184	00	00	92	37	00
1	R 2	188	05	00	91	42	00
2	R 2.1	229	36	09	269	29	15
2	R 2.2	186	00	00	92	39	38
2	R 2.3	189	04	25	272	32	17
2	R 2.4	187	44	48	267	24	50
2	R 2.5	140	40	44	272	28	22
2	R 3	188	36	25	272	18	58
3	R 4	200	20	00	92	40	00
4	R 4.1	217	21	15	268	03	38
4	R 4.2	215	23	58	268	26	58
4	R 5	215	23	58	268	26	58
2	R 2.6	206	21	53	270	81	03
2	R 6	208	26	25	270	44	48
7	R 7	213	18	00	96	51	00
7	R 8	284	51	41	268	16	01
8	R 9	242	00	00	91	10	20
9	R 6.1	247	52	33	268	12	27
9	R 10	207	37	11	270	11	20
10	R 10.1	247	01	00	96	51	00
10	R 11	251	50	00	91	37	00
11	R 11.1	54	47	00	90	05	00
11	R 11.3	51	03	30	90	23	00
11	R 11.3	51	18	00	86	43	30
11	R 11.4	51	19	00	87	20	30

CUENCA 2							
EST	PO	ANG. HORIZONTAL			ANGULO VERTICAL		
		GRADO	MINUTO	SEGUNDO	GRADO	MINUTO	SEGUNDO
13	R 13.1	150	00	00	90	00	00
13	R 13.2	171	18	00	90	32	30
18	R 18	118	03	00	88	38	00
20	R 20.1	82	37	49	264	14	46
20	R 20.2	88	10	28	267	31	38
20	R 21	83	00	00	81	23	00
21	R 21.1	113	42	00	58	43	30
21	R 22	111	41	00	58	34	00
22	R 23	140	18	41	91	51	56
23	R 24	153	18	00	93	17	30
24	R 24.1	185	47	35	273	08	30
24	R 25	183	21	38	273	05	24
23	R 23.1	122	19	00	91	02	30
23	R 23.2	115	28	00	88	08	00
23	R 23.3	112	42	30	88	59	00
23	R 23.4	119	38	30	87	44	00
23	R 23.5	113	11	00	89	39	00
23	R 23.6	113	30	00	89	21	00
23	R 26	114	46	00	88	22	30
28	R 28.1	80	10	38	260	28	00
28	R 27	85	30	08	268	01	00

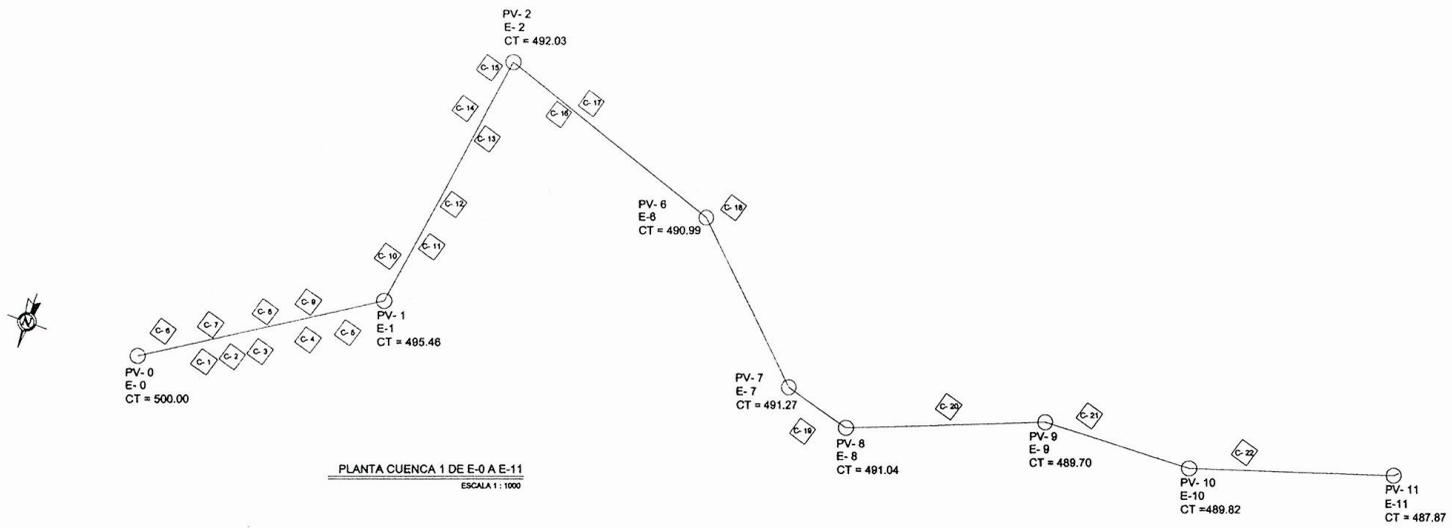
CUENCA 3							
EST	PO	ANG. HORIZONTAL			ANGULO VERTICAL		
		GRADO	MINUTO	SEGUNDO	GRADO	MINUTO	SEGUNDO
27	R 27.1	126	44	00	97	16	30
27	R 27.2	126	51	00	96	54	00
27	R 27.3	126	50	00	95	40	30
27	R 28	125	01	00	95	01	30
28	R 28	14	13	18	97	40	02
29	R 30	151	02	00	88	48	00
30	R 30.1	115	04	00	94	29	00
30	R 30.2	102	44	00	94	15	00
30	R 31	85	23	00	94	18	00

CUENCA 4							
EST	PO	ANG. HORIZONTAL			ANGULO VERTICAL		
		GRADO	MINUTO	SEGUNDO	GRADO	MINUTO	SEGUNDO
31	R 31.1	56	54	40	268	00	44
31	R 31.2	56	46	50	268	53	47
31	R 31.3	59	11	27	268	37	38
31	R 32	52	58	58	268	22	41
32	R 32.1	222	20	38	268	53	47
32	R 32.2	137	30	17	268	37	38
32	R 32.3	138	19	37	268	22	41
32	R 32.4	131	13	02	268	43	28
32	R 32.5	135	26	22	272	20	33
32	R 33	137	42	38	270	03	07
33	R 33.1	186	50	00	275	01	46
33	R 33.2	183	42	00	273	36	06
33	R 33.3	185	54	30	273	26	00
33	R 34	185	50	00	82	20	00
34	R 35	147	51	32	83	47	00
34	R 36	149	53	00	86	52	00
35	R 38	137	46	00	84	58	00
36	R 37	168	36	32	272	48	50
36	R 39	111	18	00	81	21	00

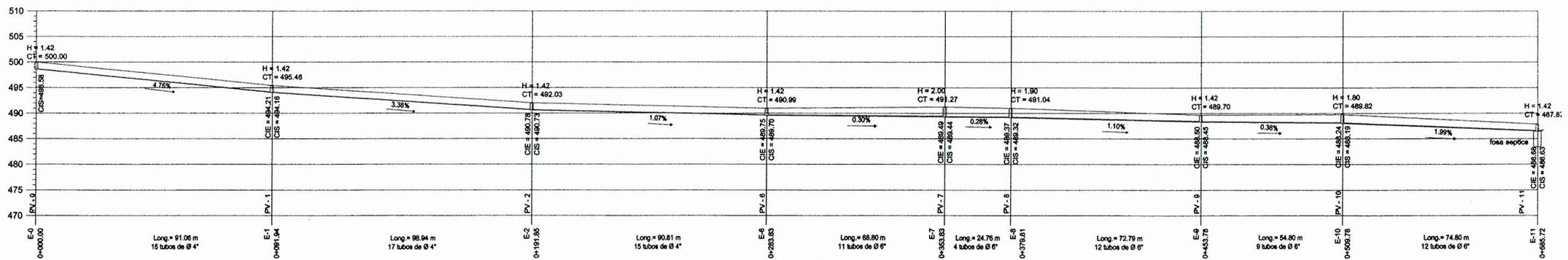
CUENCA 5							
EST	PO	ANG. HORIZONTAL			ANGULO VERTICAL		
		GRADO	MINUTO	SEGUNDO	GRADO	MINUTO	SEGUNDO
18	R 18.1	24	52	00	88	08	00
18	R 18.2	51	23	00	88	08	00
18	R 18.3	63	08	00	88	38	00
18	R 18.4	52	50	00	88	38	00
18	R 18.5	56	54	00	88	42	00
18	R 18.6	56	08	00	88	13	30
18	R 18.7	56	40	00	90	14	00
18	R 18	57	29	30	90	07	00
18	R 18.1	26	31	00	92	43	00
18	R 18.2	47	37	00	92	52	00
18	R 18.3	56	50	30	92	58	00
18	R 18.4	36	21	30	92	51	30
18	R 18.5	39	40	00	92	56	00
18	R 18.6	40	30	00	92	27	00
18	R 20	30	30	30	81	58	30
20	R 20.1	78	08	00	85	36	00
20	R 20.2	86	10	30	85	34	00
20	R 20.3	44	38	00	83	11	30
20	R 21	83	58	30	87	52	30
20	R 22	218	56	30	87	28	30
22	R 23	282	30	30	83	20	30

CUENCA 6							
EST	PO	ANG. HORIZONTAL			ANGULO VERTICAL		
		GRADO	MINUTO	SEGUNDO	GRADO	MINUTO	SEGUNDO
0	R 0.1	92	47	00	90	31	00
0	R 0.2	76	57	00	90	37	00
0	R 0.3	89	25	00	91	56	00
0	R 1	71	25	00	91	55	00
1	R 1.1	46	04	30	94	41	00
1	R 1.2	54	18	30	94	44	00
1	R 1.3	57	02	30	94	46	00
1	R 1.4	61	47	00	94	46	00
1	R 1.5	55	56	30	94	44	30
1	R 1.6	59	46	00	94	46	00
1	EC 1	57	29	00	94	46	00
EC 1	EC 1-A	334	30	30	100	51	30
EC 1	EC 1-B	596	01	30	86	28	00
EC 1	EC 2	53	47	30	95	38	00
EC 2	EC 2-A	222	48	00	108	07	00
EC 2-A	EC 2-B	291	49	00	97	38	00
EC 2-B	EC 2-C	332	10	00	77	55	30
EC 2	RC 2.1	98	22	00	94	54	30
EC 2	RC 2.2	87	29	00	94	52	30
EC 2	RC 2.3	84	47	30	90	15	00
EC 2	R 2	67	29	00	94	38	00
2	R 2.1	48	00	30	96	08	00
2	R 2.2	43	41	00	96	13	30
2	R 2.3	47	40	00	90	15	30
2	R 2.4	44	17	00	90	14	30
2	R 2.5	30	22	30	80	17	00
2	R 3	48	02	30	96	17	30
3	R 3.1	82	01	00	96	44	00
3	R 3.2	35	37	00	96	44	00
3	R 3.3	60	13	30	94	46	00
3	R 4	40	45	00	94	03	30
4	R 4.1	52	31	00	94	03	00
4	R 4.2	40	05	00	94	30	00
4	R 4.3	28	36	00	94	36	00
4	R 4.4(B)	32	01	00	94	36	00
4	R 7	34	03	00	93	52	00
7	R 8	108	08	30	91	14	00
8	R 8.1	342	23	40	81	49	30
8	R 8.2	342	18	30	78	27	30

8	R 9.1	330	47	00	78	30	00
9	R 9.2	330	28	30	78	41	30
9	R 9.3	337	46	00	80	46	00
9	R 10	337	50	00	80	46	30
10	R 10.1	334	36	30	80	46	30
10	R 10.2	334	31	30	80	46	00
10	R 11	334	42	30	80	22	00
8	R 8.3	150	31	00	91	41	00
8	R 8.4	129	27	00	92	18	00
8	R 8.5	115	08	30	92	15	00
8	R 8.6	110	25	30	92	15	00
8	R 8.7	137	11	30	92	14	30
12	R 12.1	76	43	00	95	10	00
12	R 12.2	56	38	00	95	12	00
12	R 12.3	145	56	30	95	16	30
12	R 13	57	34	00	96	48	00
13	R 13.1	200	58	17	95	12	00
13	R 13.1	30	15	00	88	12	00
13	R 13.2	37	57	00	88	17	00
13	R 13.3	30	37	00	88	17	00
13	R 13.4	40	30	00	89	08	00
13	R 13.5	40	37	00	89	00	00
13	R 13.6	44	40	00	88	49	00
13	R 13.7	47	27	00	88	30	00
13	R 13.8	49	10	30	88	32	00
13	R 13.9	51	54	00	88	37	00
13	R 14	45	40	00	88	56	00
14	R 14.1	66	51	00	88	54	30



PLANTA CUENTA 1 DE E-0 A E-11  
ESCALA 1:1000



PERFIL CUENTA 1 DE E-0 A E-11

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE E.P.S.

PROYECTO: ALCANTARILLADO SAN CARLOS DE GUATEMALA

PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

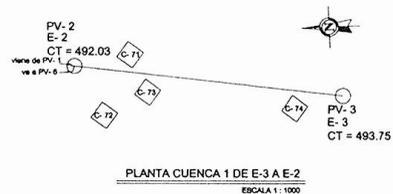
PLANO DE: CUENTA 1 DE E-0 A E-11

ESCALA: INDICADA

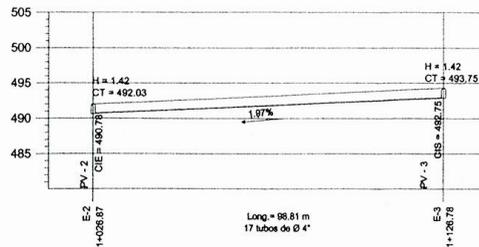
FECHA: MAYO 2013

HOJA No: 14

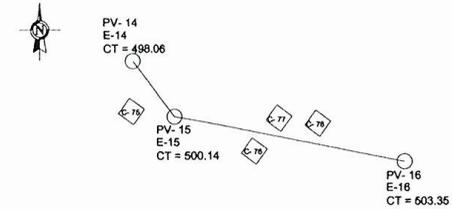
INGENIERO: FERRANDO BRACHO MONTE MARQUEZ  
DISEÑO: DOUGLAS MONTENEGRO GALVEZ  
REVISOR: DOUGLAS MONTENEGRO GALVEZ



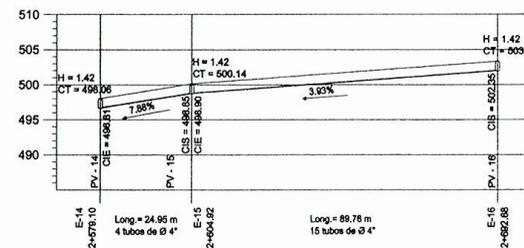
PLANTA CUENCA 1 DE E-3 A E-2  
ESCALA 1:1000



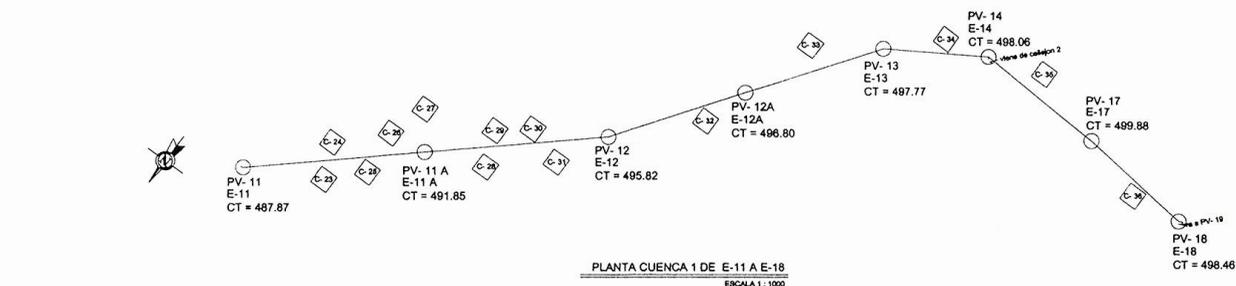
PERFIL CUENCA 1 DE E-3 A E-2  
ESCALA HORIZONTAL 1:1000  
ESCALA VERTICAL 1:500



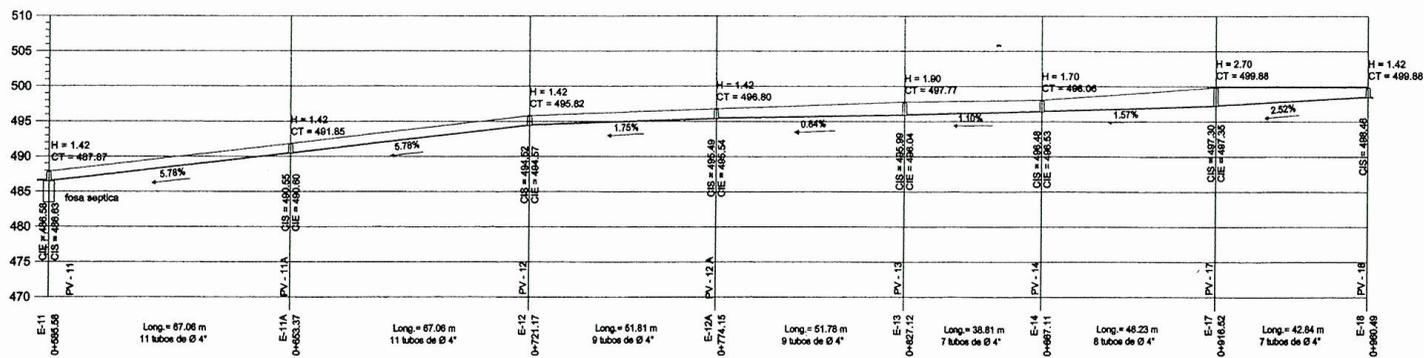
PLANTA CUENCA 1 DE E-16 A E-14  
ESCALA 1:1000



PERFIL CUENCA 1 DE E-16 A E-14  
ESCALA HORIZONTAL 1:1000  
ESCALA VERTICAL 1:500

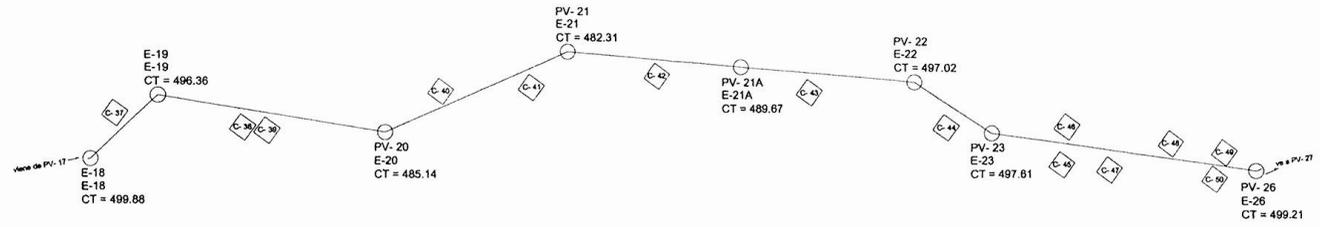


PLANTA CUENCA 1 DE E-11 A E-18  
ESCALA 1:1000

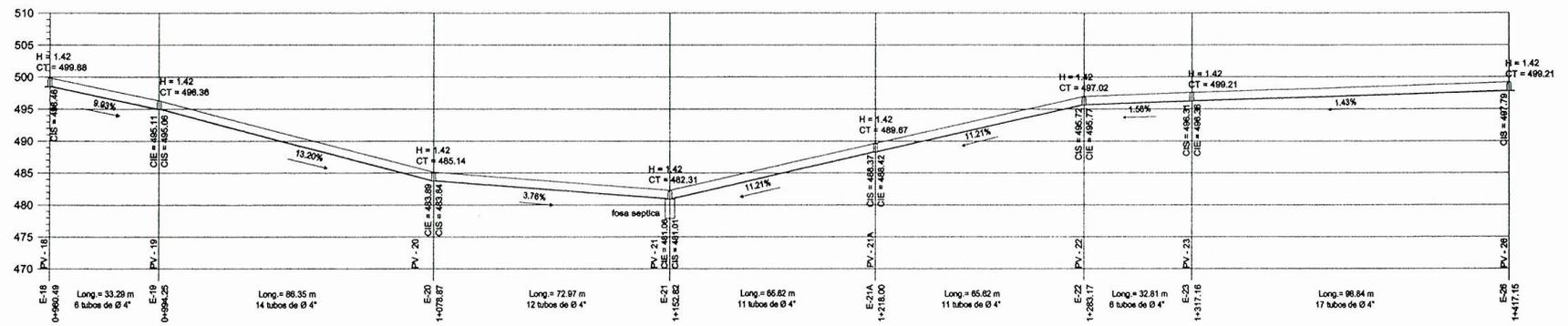


PERFIL CUENCA 1 DE E-11 A E-18  
ESCALA HORIZONTAL 1:1000  
ESCALA VERTICAL 1:500

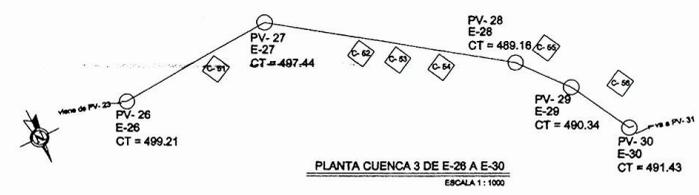
 <b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> FACULTAD DE INGENIERIA DEPARTAMENTO DE E.P.S.	
PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA CHACITE	
PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	
PLANO DE: PLAN DE MANIFIESTO DE LAS OBRAS DE INGENIERIA Y EPS PARA LA CUENCA 1 DE E-3 A E-2	
ESCALA:	
INDICADA	
FECHA: MAYO 2013	
HOJA No. 5/14	



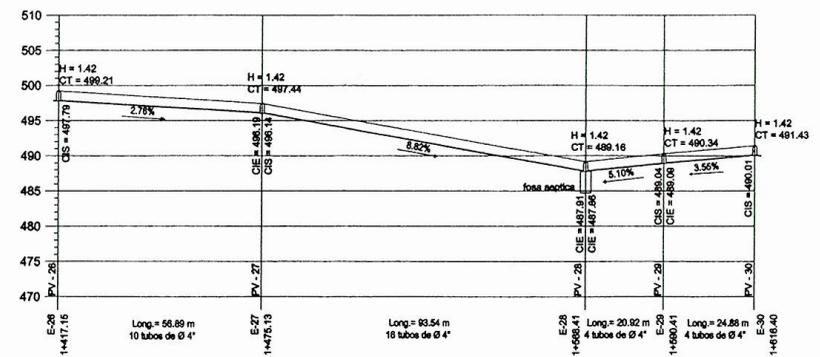
PLANTA CUENCA 2 DE E-18 A E-26  
ESCALA 1:1000



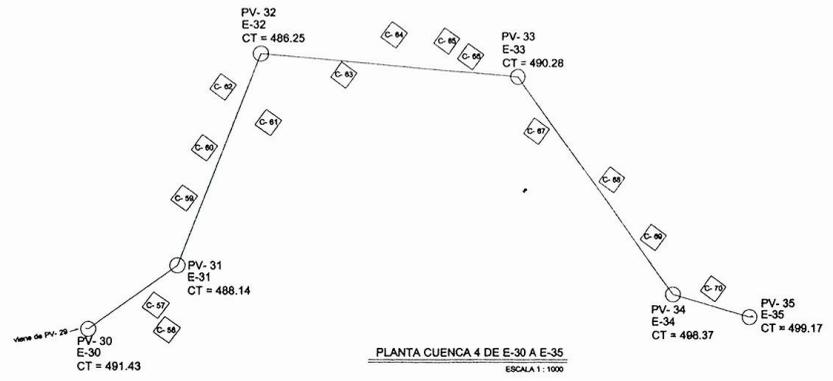
PERFIL CUENCA 2 DE E-18 A E-26  
ESCALA HORIZONTAL 1:1000  
ESCALA VERTICAL 1:500



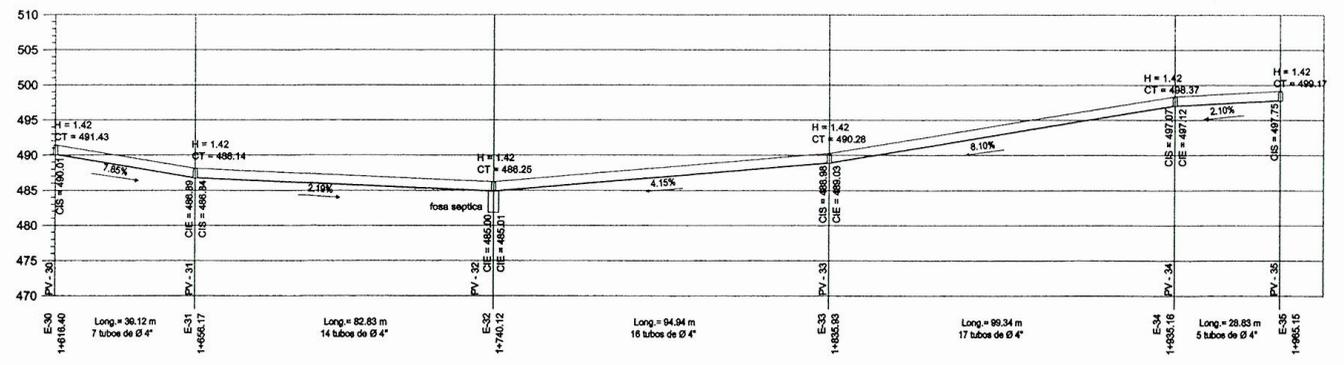
PLANTA CUENCA 3 DE E-26 A E-30  
ESCALA 1:1000



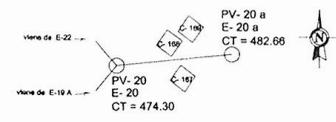
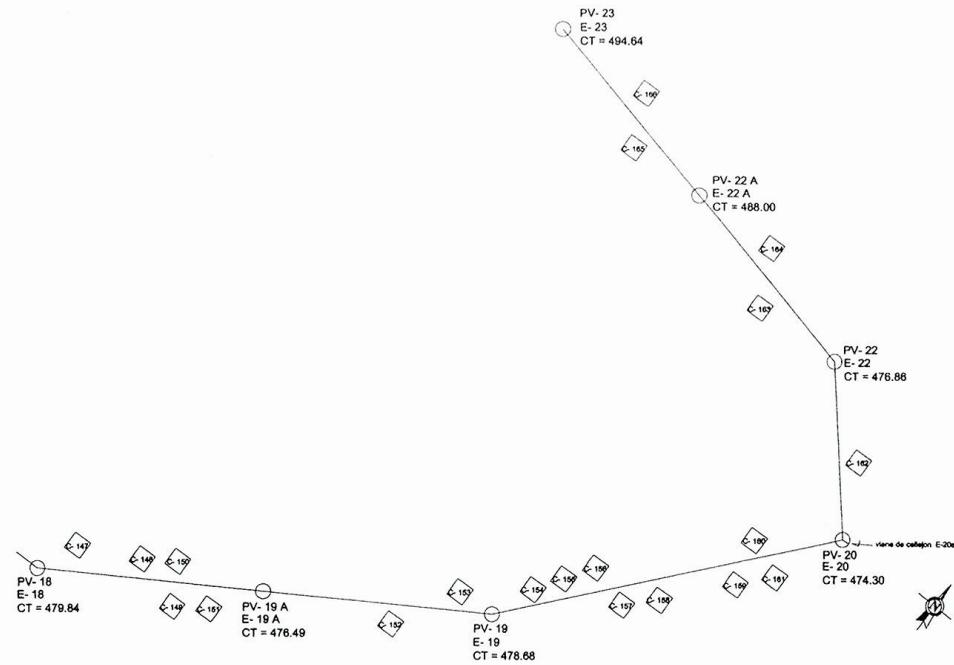
 <b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> FACULTAD DE INGENIERIA DEPARTAMENTO DE E.P.S.	
PROYECTO:	ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAN JUAN
PROPIETARIO:	MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ
PLANO DE:	PLANTA PERIL CUENCA 2 DE E-18 A E-26 Y CUENCA 3 DE E-26 A E-30
VO. PO.	 Oscar Argueta Hernandez ASesor(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
INDICADA:	INDICADA
FECHA:	MAYO 2013
HOJA No.:	6/14



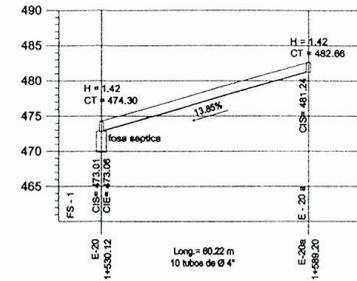
PLANTA CUENCA 4 DE E-30 A E-35  
ESCALA 1:1000



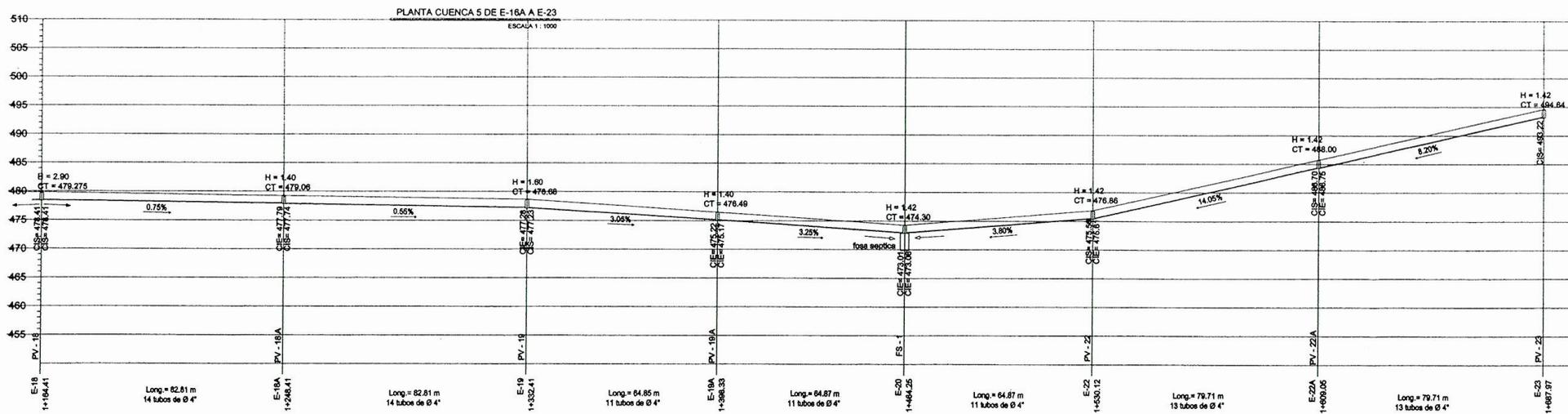
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA DEPARTAMENTO DE E.P.S.	
PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SUACHITE	PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ
PLANO DE: ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS	DISEÑO: DOUGLAS MONTENEGRO GÁLVEZ REVISÓ: ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ
V.O.B.: 	ESCALA: INDICADA
FECHA: MAYO 2013	HOJA N.º: 1/14



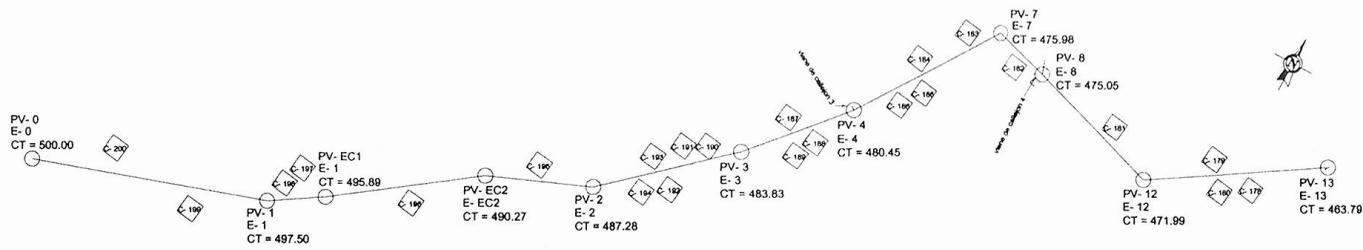
PLANTA CUENCA 5 DE E-20a A E-20  
ESCALA 1:1000



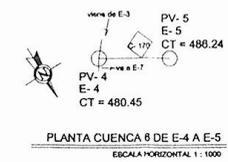
PERFIL CUENCA 5 DE E-20a A E-20  
ESCALA HORIZONTAL 1:1000  
ESCALA VERTICAL 1:500



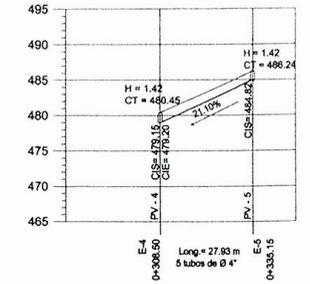
 <b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> FACULTAD DE INGENIERIA DEPARTAMENTO DE E.P.S.	
PROYECTO:	ALCANTARILLADO DE LA COMUNIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ
PROPIETARIO:	MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ
PLANO DE:	PLANO DE PROYECTO (COMUNIDAD) DE EPS Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Autores:	ING. DOUGLAS MONTENEGRO GÁLVEZ ING. OSCAR ARGÜETA HERNÁNDEZ
ESCALA:	INDICADA
FECHA:	MAYO 2013
Hoja No:	8 / 14



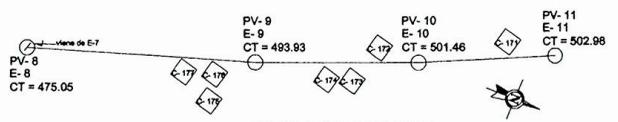
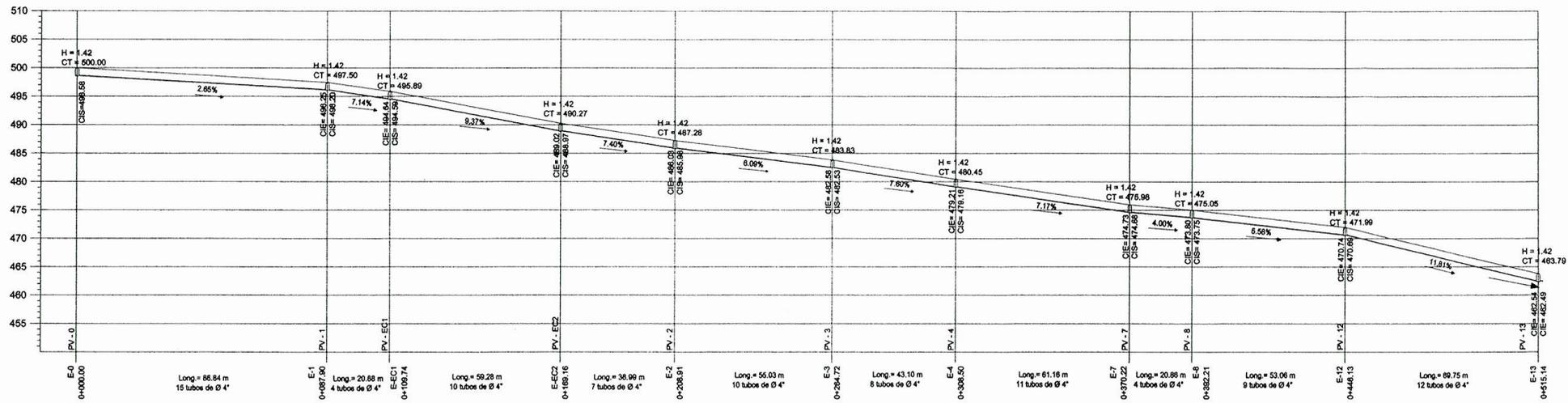
PLANTA CUENCA 6 DE E-0 A E-13  
ESCALA 1:1000



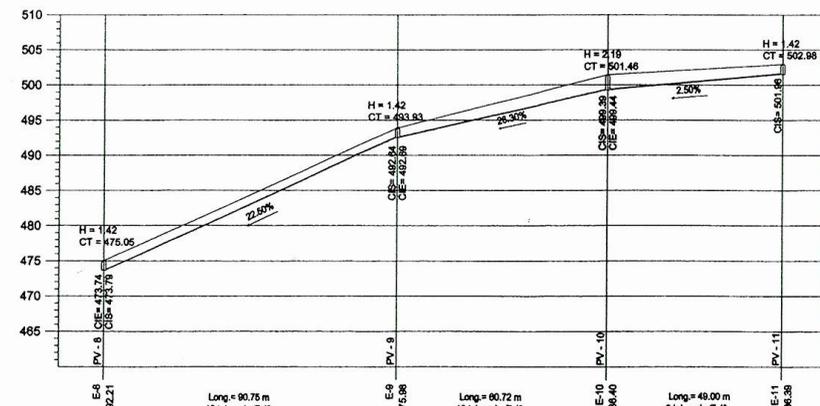
PLANTA CUENCA 6 DE E-4 A E-5  
ESCALA HORIZONTAL 1:1000



PERFIL CUENCA 6 DE E-4 A E-5  
ESCALA HORIZONTAL 1:1000  
ESCALA VERTICAL 1:500



PLANTA CUENCA 6 DE E-8 A E-11  
ESCALA HORIZONTAL 1:1000



PERFIL CUENCA 6 DE E-8 A E-11  
ESCALA HORIZONTAL 1:1000  
ESCALA VERTICAL 1:500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE E.P.S.

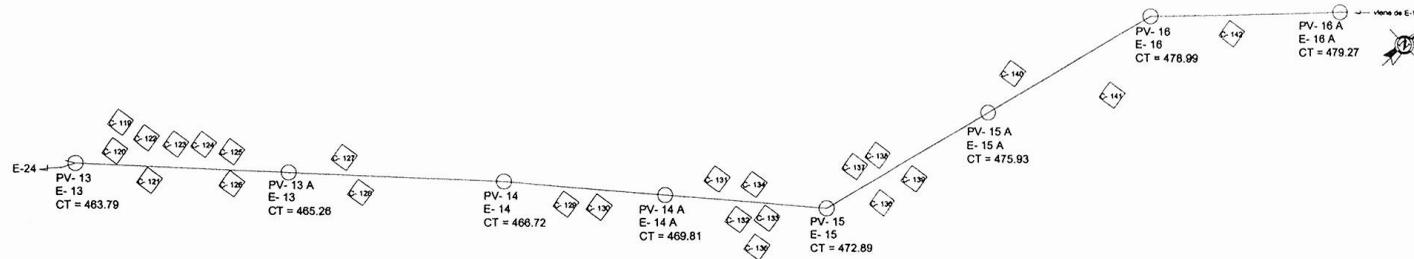
PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO DEL ALDEA SAN ANTONIO  
PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ  
PLANO DE: ASBOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS  
PLANTA DE INGENIERIA Y EPS

Vo Bo: [Signature]

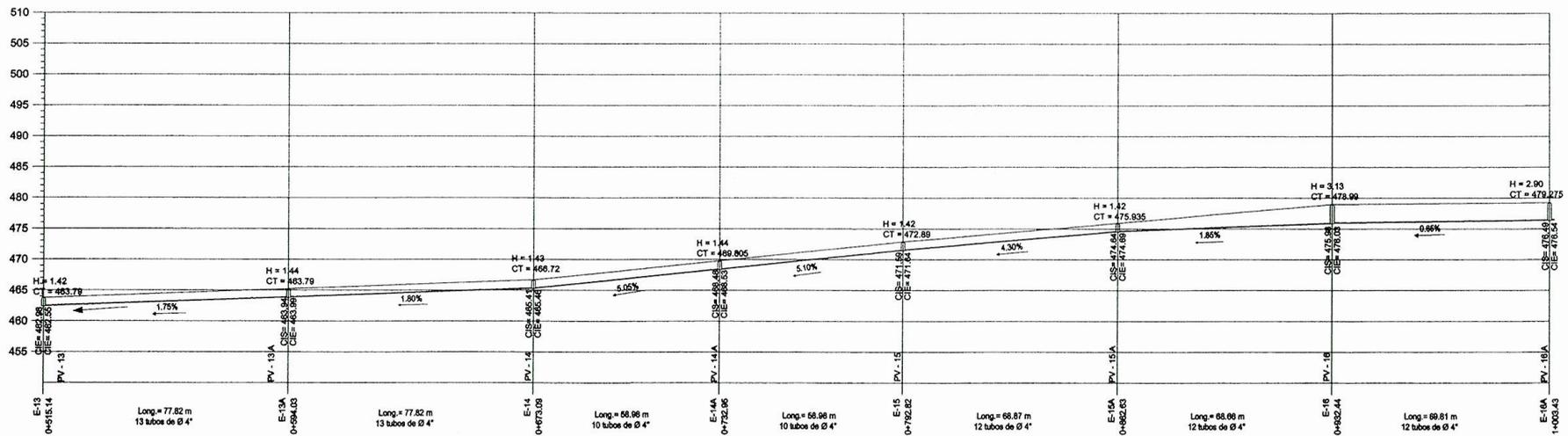
INDICADA: [Signature]

FECHA: MAYO 2013

Hoja No: 9 / 14

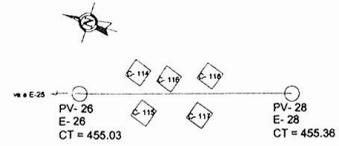
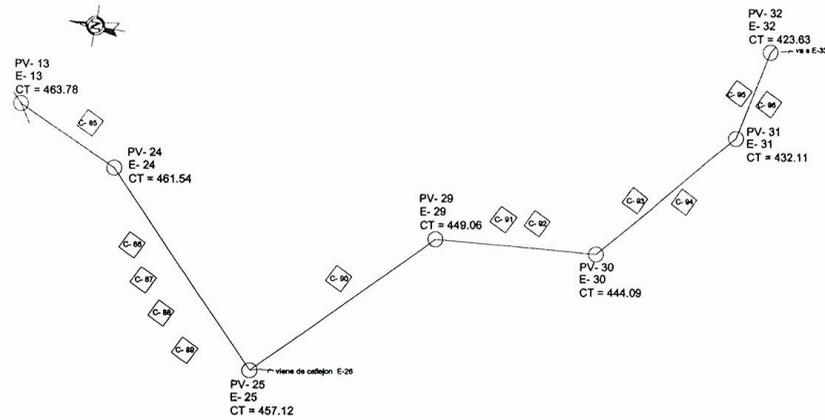


PLANTA CUENCA 6 DE E-13 A E-16A  
 ESCALA 1:1000

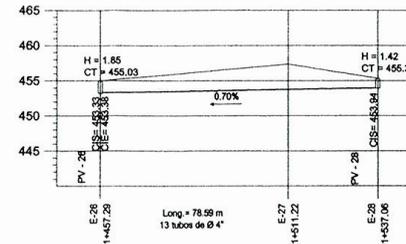


PERFIL CUENCA 6 DE E-13 A E-16A  
 ESCALA HORIZONTAL 1:1000  
 ESCALA VERTICAL 1:500

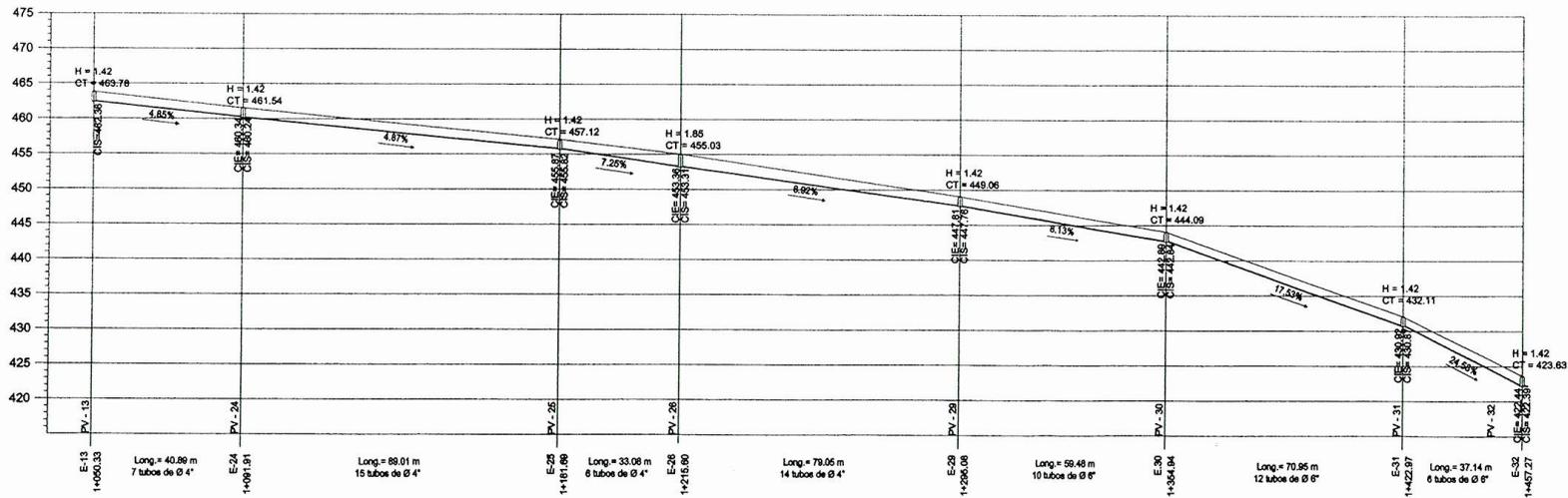
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA DEPARTAMENTO DE E.P.S.	
PROYECTO: ALCANTARILLADO DE SAN CARLOS DE GUATEMALA PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA PLANO DE: Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS	CALCULO: DOUGLAS MONTENEGRO GÁLVEZ DISEÑO: DOUGLAS MONTENEGRO GÁLVEZ REVISÓ: ING. OSCAR ARQUETA HERRANDEZ
ESCALA: INDICADA FECHA: MAYO 2013 HOJA No. 10/14	TRO. OSWALDO CHAN AHERRANDEZ ALCAIDE FERNANDO BRACALONTE MARGUIEZ ALCAIDE DOUGLAS MONTENEGRO GÁLVEZ EPS-16A



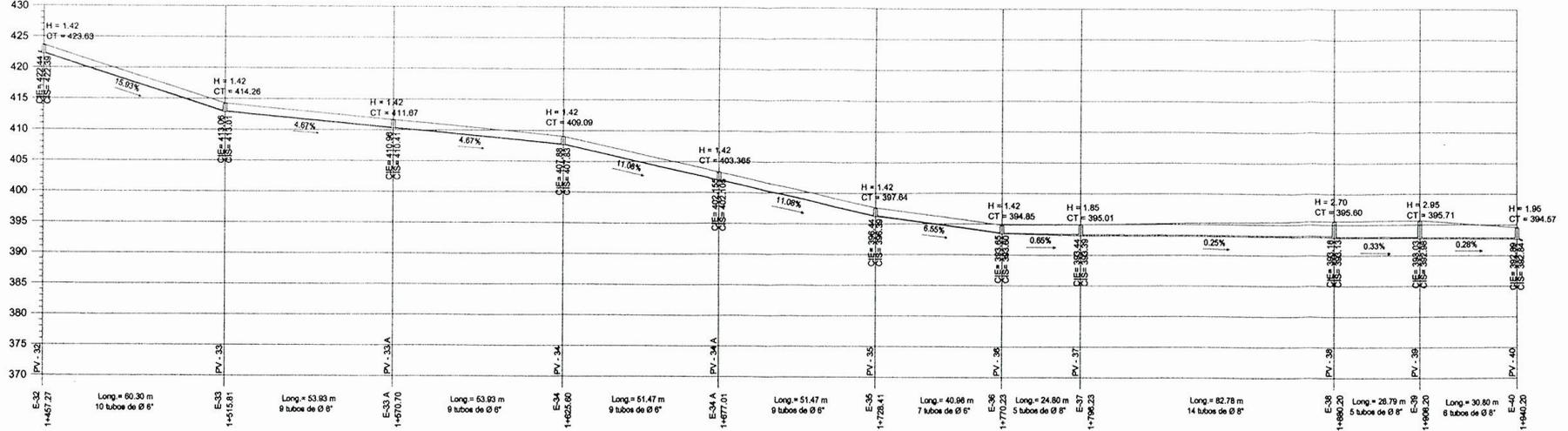
PLANTA CUENCA 6 DE E-28 A E-26  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000  
ESCALA VERTICAL 1 : 600



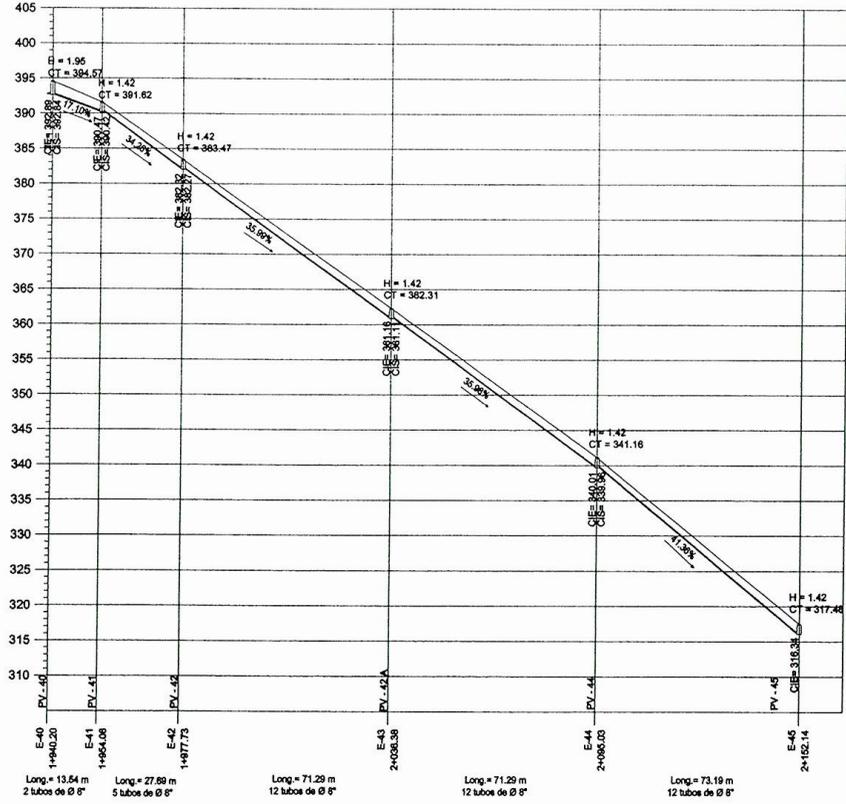
PERFIL CUENCA 6 DE E-28 A E-26  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000  
ESCALA VERTICAL 1 : 500



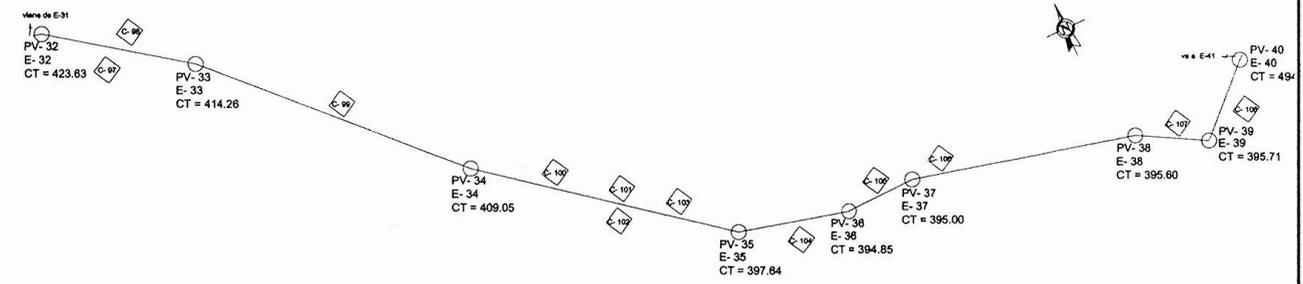
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA DEPARTAMENTO DE E.P.S.		
PROYECTO:	Alcantarillado Sanitario para la Aldea Santa Fe Municipio de San Juan Sacatepequez	
PROPIETARIO:	ASesor(A), SUPERVISOR(A) DE EPS MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ Y EPS Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS	
PLANO DE:	PLANTA - PERFIL CUENCA 6 DE E-13 A E-32	
Vo.Bo.	ESCALA: INDICADA	
INGENIERO SUPERVISOR FERRNANDO BRACAMORTE MARQUEZ ALCALDE	INGENIERO DOUGLAS MONTENEGRO GALVEZ EPS-114	FECHA: MAYO 2013 HOJA No. 11 / 14



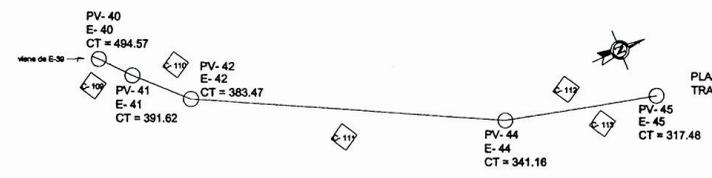
PERFIL CUENCA 6 DE E-32 A E-40  
 ESCALA HORIZONTAL 1: 1000  
 ESCALA VERTICAL 1: 500



PERFIL CUENCA 6 DE E-40 A E-45  
 ESCALA HORIZONTAL 1: 1000  
 ESCALA VERTICAL 1: 500



PLANTA CUENCA 6 DE E-32 A E-40  
 ESCALA HORIZONTAL 1: 1000  
 ESCALA VERTICAL 1: 300



PLANTA CUENCA 6 DE E-40 A E-45  
 ESCALA HORIZONTAL 1: 1000  
 ESCALA VERTICAL 1: 300

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 DEPARTAMENTO DE E.P.S.

PROYECTO: ALCANTARILLADO SAN BERNARDINO ALDEA SAN ANTONIO  
 PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ  
 PLANO DE: PLAN DE DISEÑO DE LA CUENCA 6 DE INGENIERIA Y EPS

ING. OSCAR ARGUETA HERNANDEZ  
 ASesor(a) SUPERVISOR

ING. DOUGLAS MONTERO GALVEZ  
 ASesor(a) SUPERVISOR

ING. DOUGLAS MONTERO GALVEZ  
 REVISOR

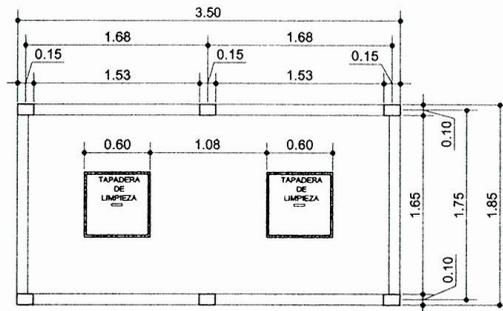
ING. OSCAR ARGUETA HERNANDEZ  
 REVISOR

ESCALA: INDICADA

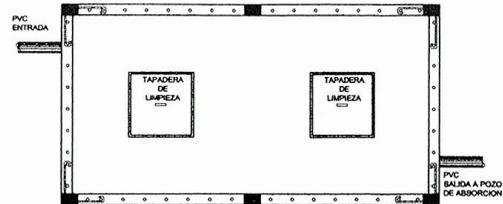
FECHA: MAYO 2013

Hoja No. 13 / 14

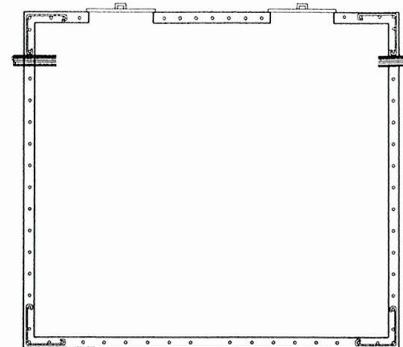




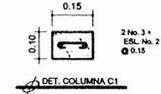
PLANTA  
DETALLE DE ARMADO FOSA SEPTICA  
ESCALA HORIZONTAL 1:25



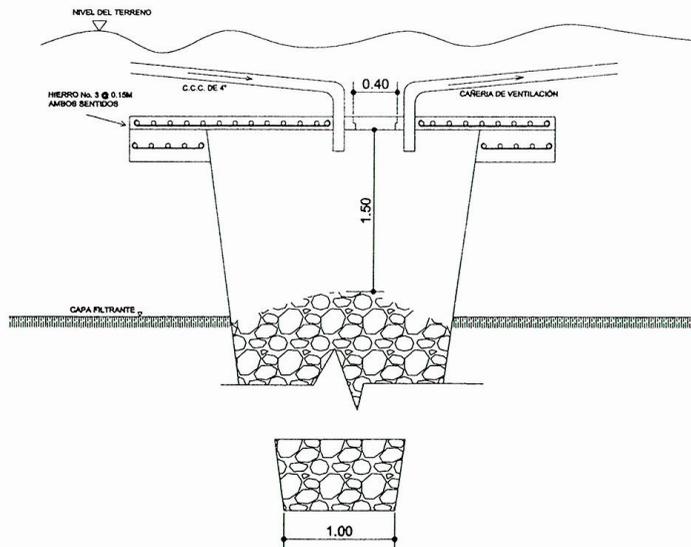
PLANTA FOSA SEPTICA  
ESCALA HORIZONTAL 1:25



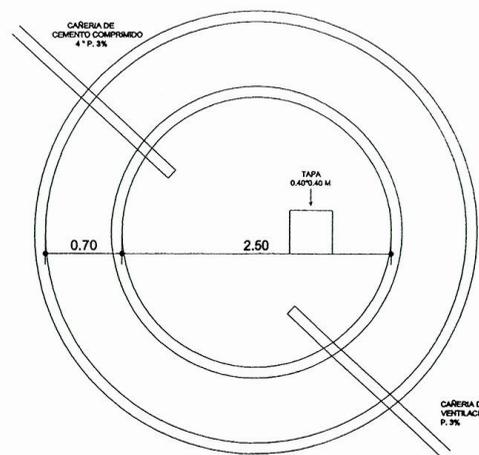
ELEVACION  
DETALLE DE ARMADO FOSA SEPTICA  
ESCALA HORIZONTAL 1:25



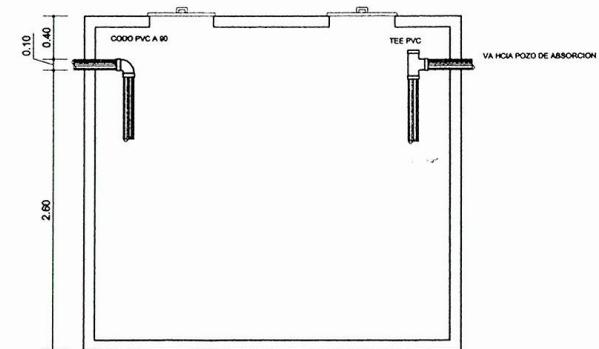
Nota:  
Armado de muro, base y losa con hierro No. 3 @ 0.3 m en ambos sentidos.  
muro, base y losa (Piel sacra de concreto).  
Se colocaran soleras intermedias a 1.5 m de altura.  
Se colocaran columnas a cada 2.5 m.  
La losa será con armado tradicional, con hierro No. 3 y se colocaran trancos y bezones @ 0.3 m en ambos sentidos.



ELEVACION  
DETALLE DE POZO DE ABSORCION  
ESCALA HORIZONTAL 1:25

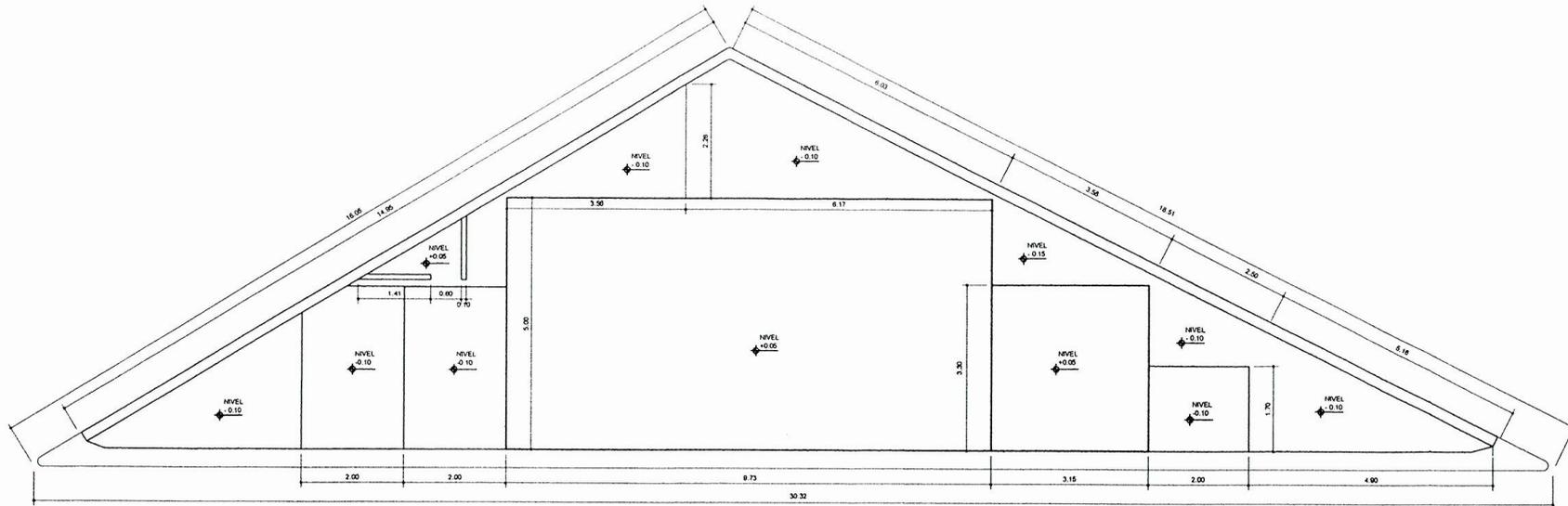


PLANTA  
DETALLE DE POZO DE ABSORCION  
ESCALA HORIZONTAL 1:25

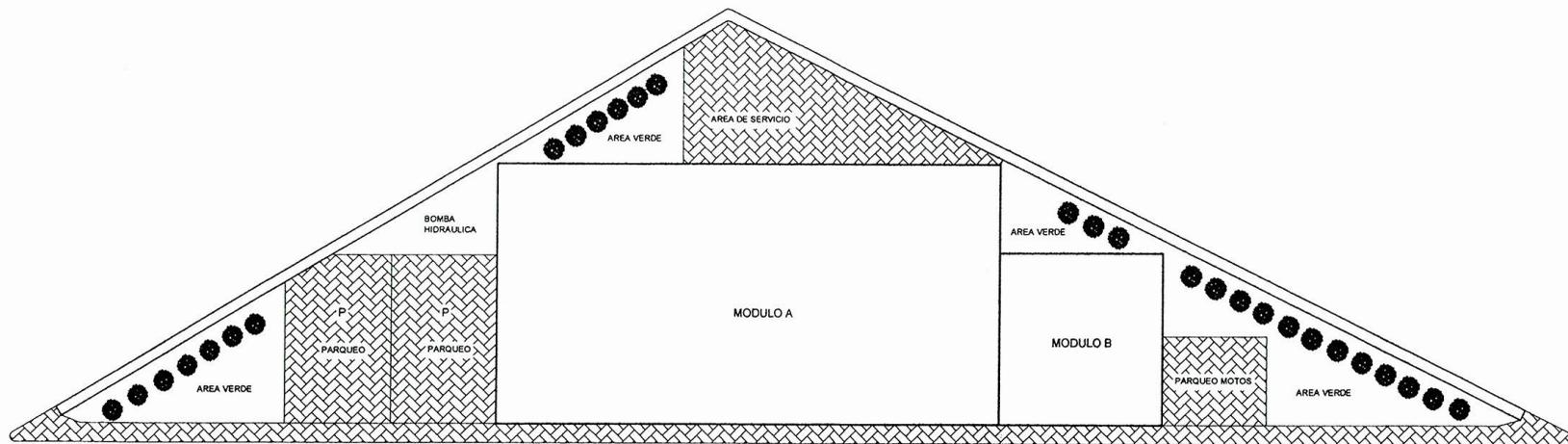


ELEVACION FOSA SEPTICA  
ESCALA HORIZONTAL 1:25

<p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA DEPARTAMENTO DE E.P.S.</p>			
PROYECTO:	ALCANTARILLADO PARA LA ALDEA SANTA CRISTINA		
PROPIETARIO:	MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ		
PLANO DE:	DETALLE DE FOSA SEPTICA		
ASESOR(A):	<p>ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS</p>		
FECHA:	MAYO 2015	HOJA No.:	14/14



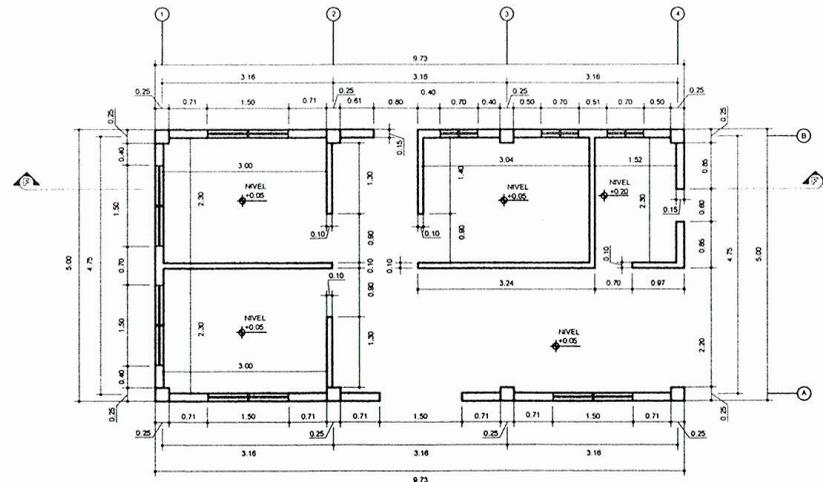
PLANTA DE CONJUNTO  
ACOTADA ESC. 1:50



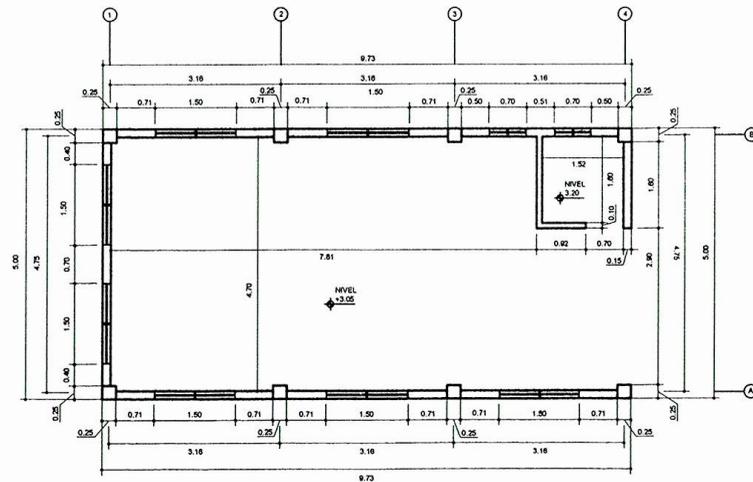
PLANTA DE CONJUNTO  
ESC. 1:50

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE E.P.S.	
PROYECTO: Edificio de tres niveles de la Alcaldía Municipal para el Caserío Cruz Verde	
PROPIETARIO:	ASesoría SUPERVISORIAL DE EPS MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
PLANO DE:	PLANTA DE CONJUNTO
P.S. No.:	ESCALA: INDICADA
ING. OSCAR ARGUETA HERNANDEZ ASesor Supervisor	FERNANDO BRACCIANTE MARQUEZ ALCALDE
DOUGLAS MONTENEGRO GALVEZ EPENITA	DOUGLAS MONTENEGRO GALVEZ EPENITA
FECHA:	HOJA No.
MAYO 2013	1/17

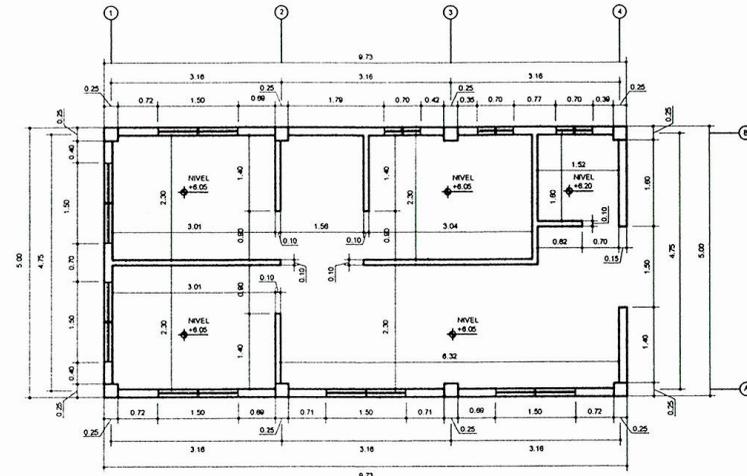




PLANTA ACOTADA  
PRIMER NIVEL  
ESC. 1:50

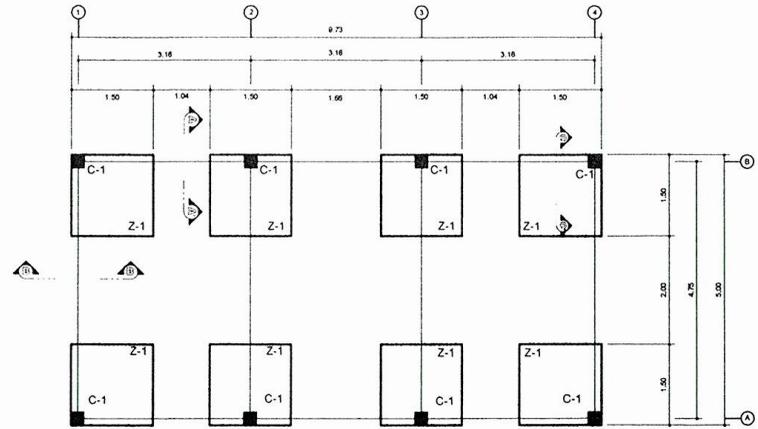


PLANTA ACOTADA  
SEGUNDO NIVEL  
ESC. 1:50

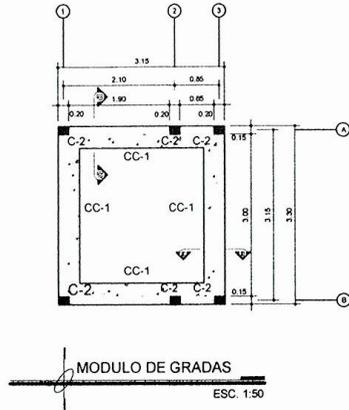


PLANTA ACOTADA  
TERCER NIVEL  
ESC. 1:50

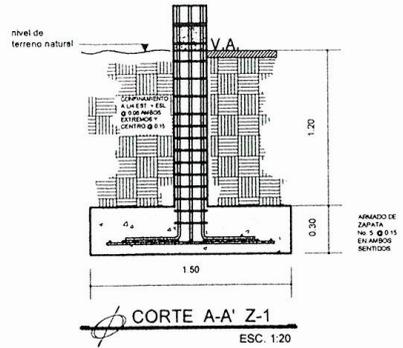
 <b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>UNIDAD DE E.P.S.</b>	
PROYECTO: EDIFICIO DE TRES NIVELES DE LA ALCALDIA PARA EL CASERIO CRUZ VERDE	
PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
PLANO: PLANTA ACOTADA	
V. B.  INGENIERO EN INGENIERIA	INDIICADA
R. C.  ARQUITECTO	FECHA: MAYO 2013 HOJA No: 3/17



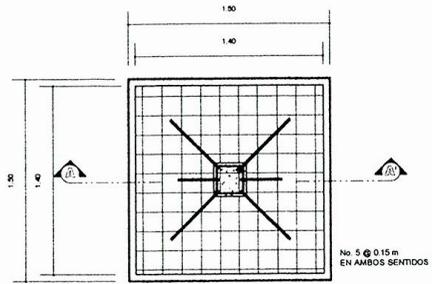
PLANTA DE ZAPATAS CIMENTOS  
Y COLUMNAS  
ESC. 1:50



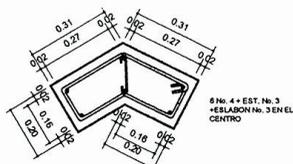
MODULO DE GRADAS  
ESC. 1:50



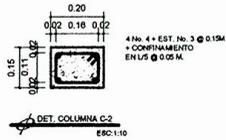
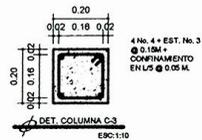
ESC. 1:20



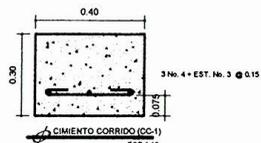
DET. ZAPATA Z-1  
ESC. 1:20



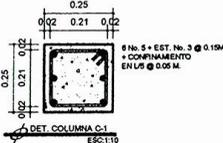
DET. COLUMNA C-6  
ESC. 1:10



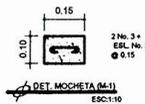
DET. COLUMNA C-2  
ESC. 1:10



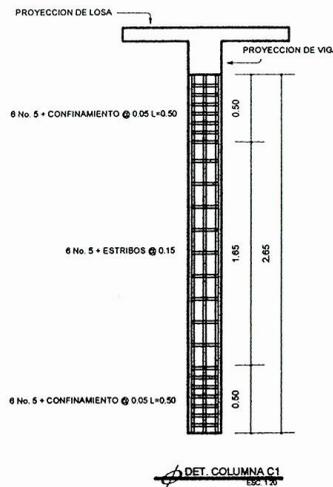
DET. CIMENTO CORRIDO (CC-1)  
ESC. 1:10



DET. COLUMNA C-1  
ESC. 1:10



DET. MOCHETA (M-1)  
ESC. 1:10



DET. COLUMNA C-1  
ESC. 1:20

SIMBOLOGÍA DE CIMENTOS	
C-1	COLUMNA TIPO 1
Z-1	ZAPATA TIPO 1
C-2	COLUMNA TIPO 2
CC-1	CIMENTO CORRIDO TIPO 1

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIDAD DE E.P.S.

PROYECTO: Edificio de 7 niveles de la Alcaldía Municipal para el Caserío Cruz Verde

PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

PLANO DE: PLANTA DE ZAPATAS Y CIMENTOS

Vo.Bo.:

INDICADA

FECHA: MAYO 2013

Hoja No. 4/17

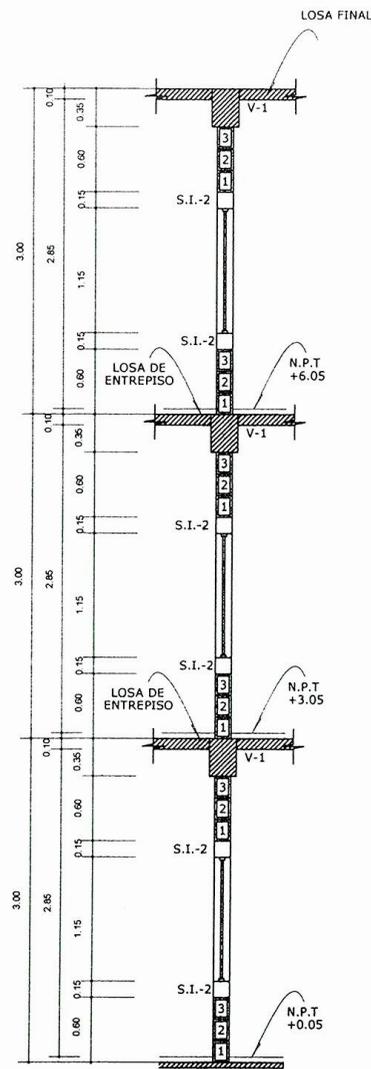
ING. OSCAR ARGUETA HERNANDEZ  
ABSOB. SUPERVISOR

ING. FERNANDO BRIZAMONTE VARGAS  
ALCALDE

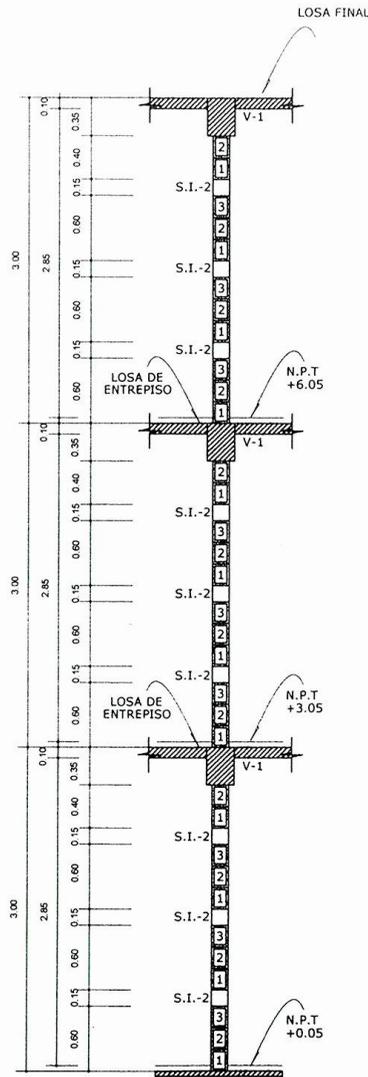
ING. DOUGLAS MONTENEGRO GÁLVEZ  
EPS-BA

ING. DOUGLAS MONTENEGRO GÁLVEZ  
EPS-BA

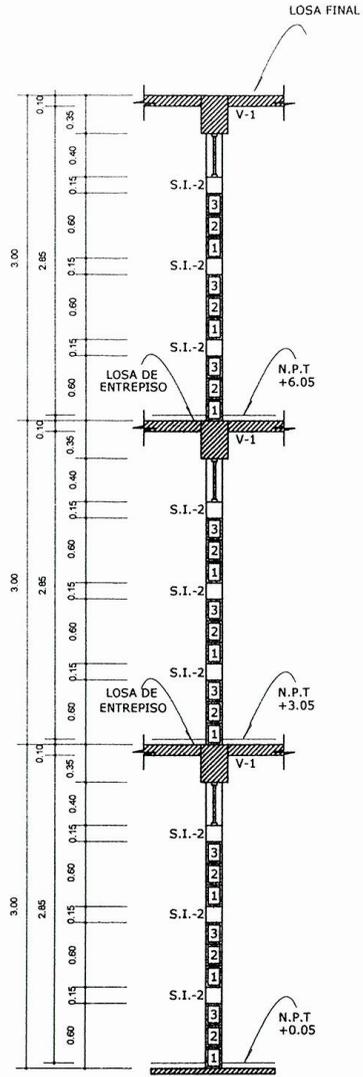
ING. OSCAR ARGUETA HERNANDEZ  
EPS-BA



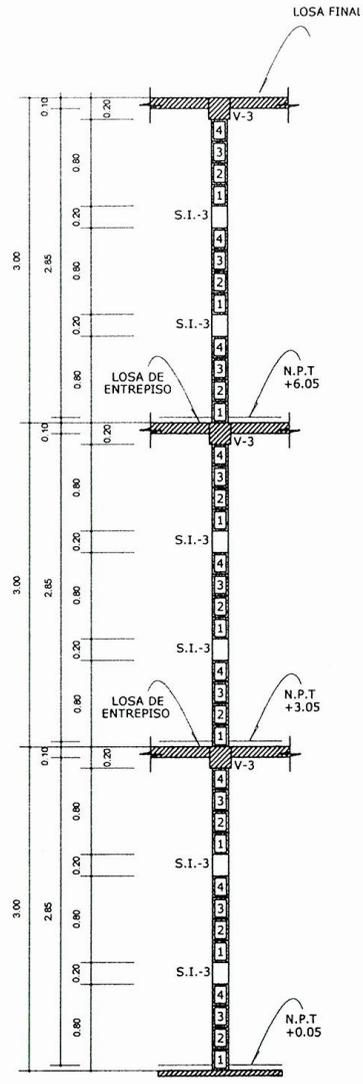
CORTE DE MURO A-A' ESC. 1:50



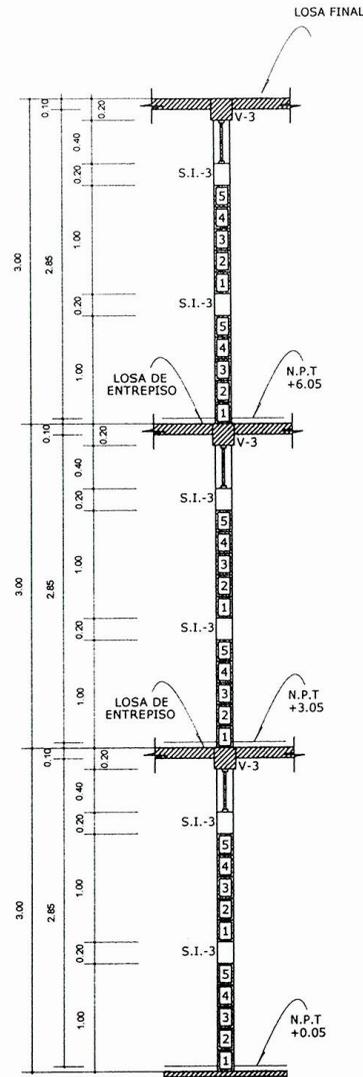
CORTE DE MURO B-B' ESC. 1:50



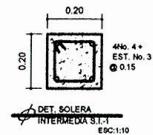
CORTE DE MURO C-C' ESC. 1:50



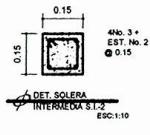
CORTE DE MURO D-D' ESC. 1:25



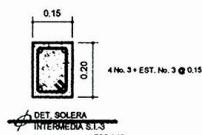
CORTE DE MURO E-E' ESC. 1:25



DET. SOLERA INTERMEDIA S.I.1 ESC. 1:10

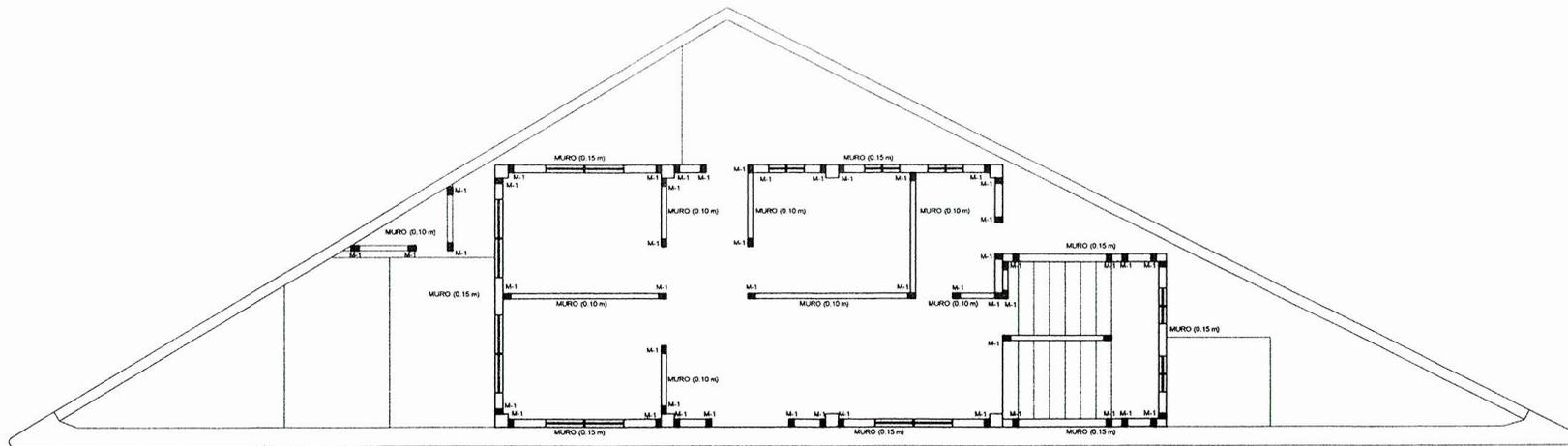


DET. SOLERA INTERMEDIA S.I.2 ESC. 1:10

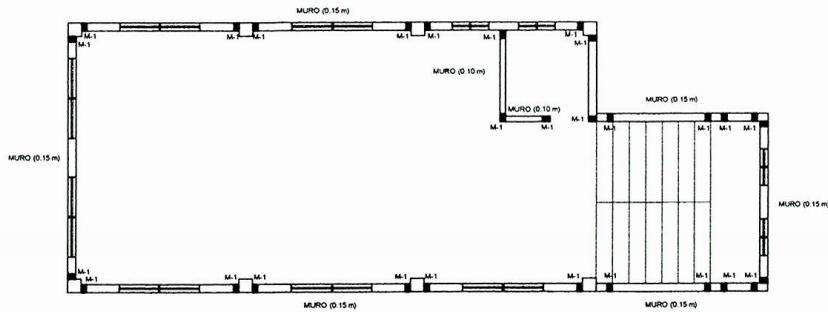


DET. SOLERA INTERMEDIA S.I.3 ESC. 1:10

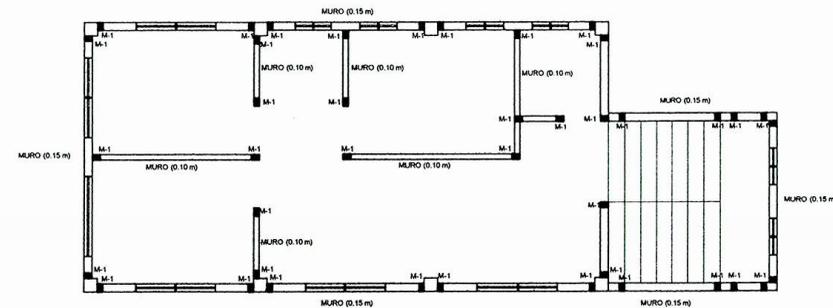
 <b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>UNIDAD DE E.P.S.</b>	
PROYECTO: EDIFICIO DE TREN DE CARRILES PARA EL CASERIO CRUZ VERDE	
PROPIETARIO: UNIDAD DE PRACTICAS DE INGENIERIA Y EPS	
PLANO DE: DISEÑOS DE ARMADO DE MUROS	
ESCALA:	HOJADA:
FECHA: MAYO 2013	HOJA No: 17
ING. OSCAR ARGUETA HERNANDEZ <small>AREA: SUPERVISOR</small>	ING. OSCAR ARGUETA HERNANDEZ <small>AREA: SUPERVISOR</small>



PLANTA ARMADO DE MUROS  
PRIMER NIVEL  
ESC. 1:25



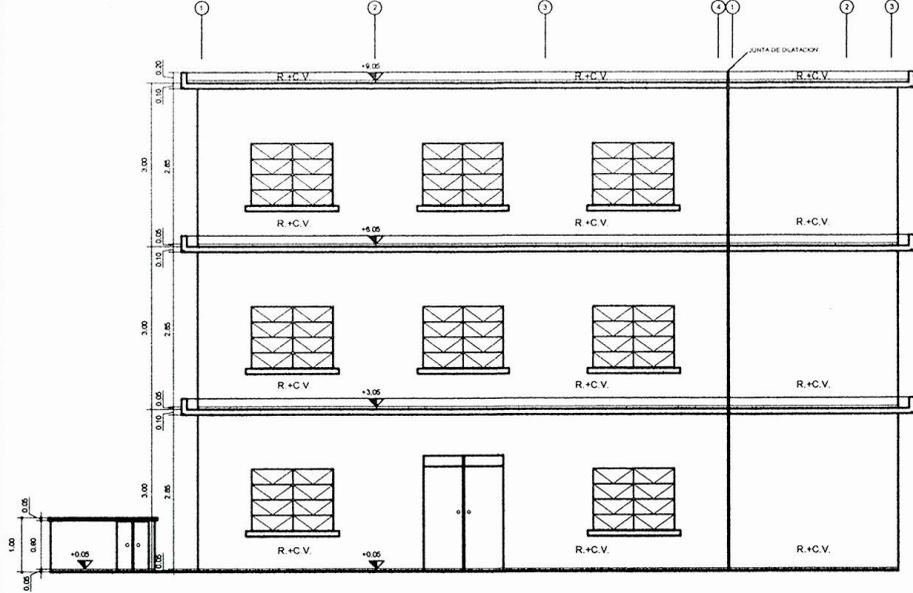
PLANTA ARMADO DE MUROS  
SEGUNDO NIVEL  
ESC. 1:25



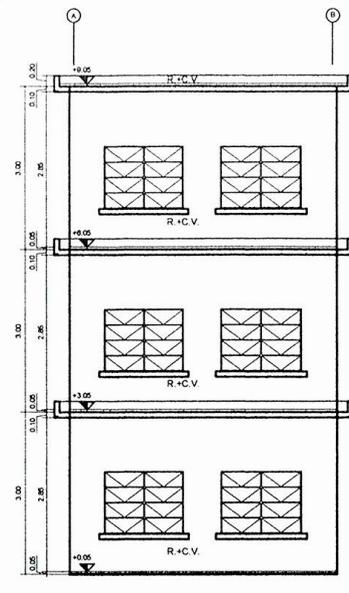
PLANTA ARMADO DE MUROS  
TERCER NIVEL  
ESC. 1:25

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE E.P.S.	
PROYECTO: EDIFICIO DE TRES NIVELES DE LA ALCALDIA MUNICIPAL PARA EL CASERIO CRUZ VERDE	
PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	
PLANTAS: PLANTA DE ARMADO DE MUROS	
Vols:	INDICADA
INGENIERO: DOUGLAS MONTENERO GÁLVEZ	FECHA: MAYO 2013
INGENIERO: DOUGLAS MONTENERO GÁLVEZ	HOJA No: 5/17
INGENIERO: DOUGLAS MONTENERO GÁLVEZ	INGENIERO: DOUGLAS MONTENERO GÁLVEZ

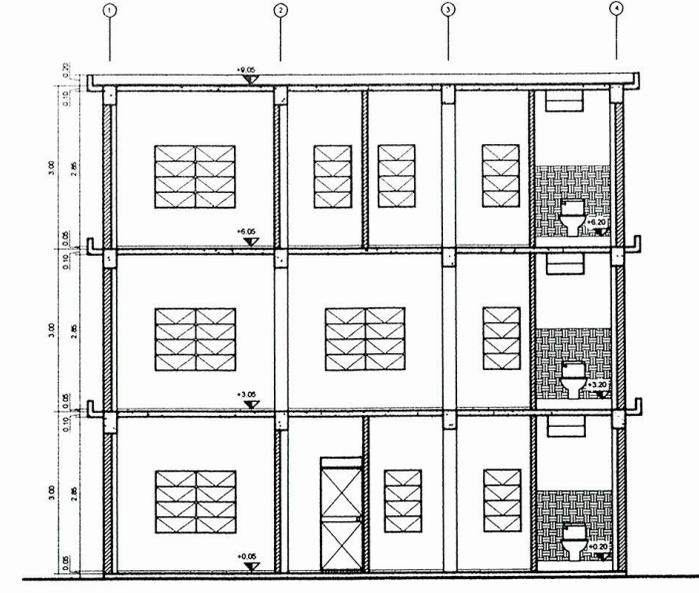




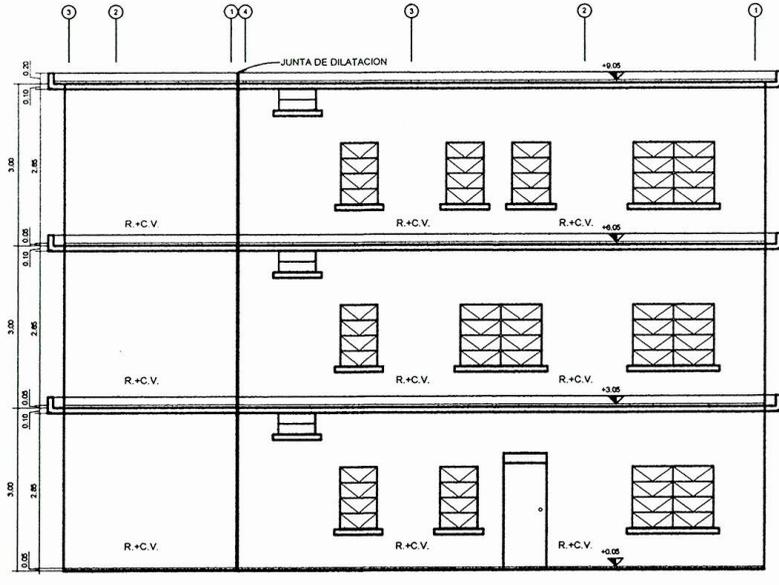
ELEVACIÓN  
ESTE  
ESC. 1:50



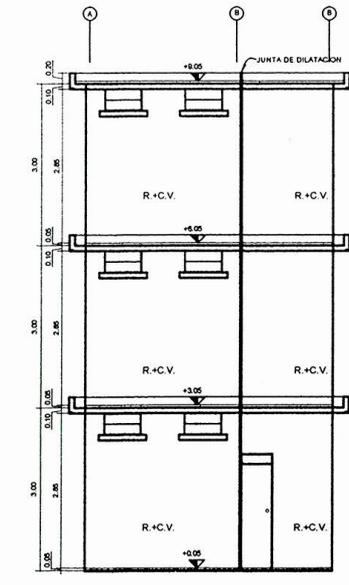
ELEVACIÓN  
NORTE  
ESC. 1:50



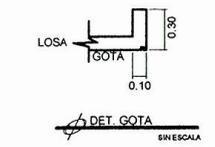
DETALLE DE CORTE  
SECCION F-F  
ESC. 1:50



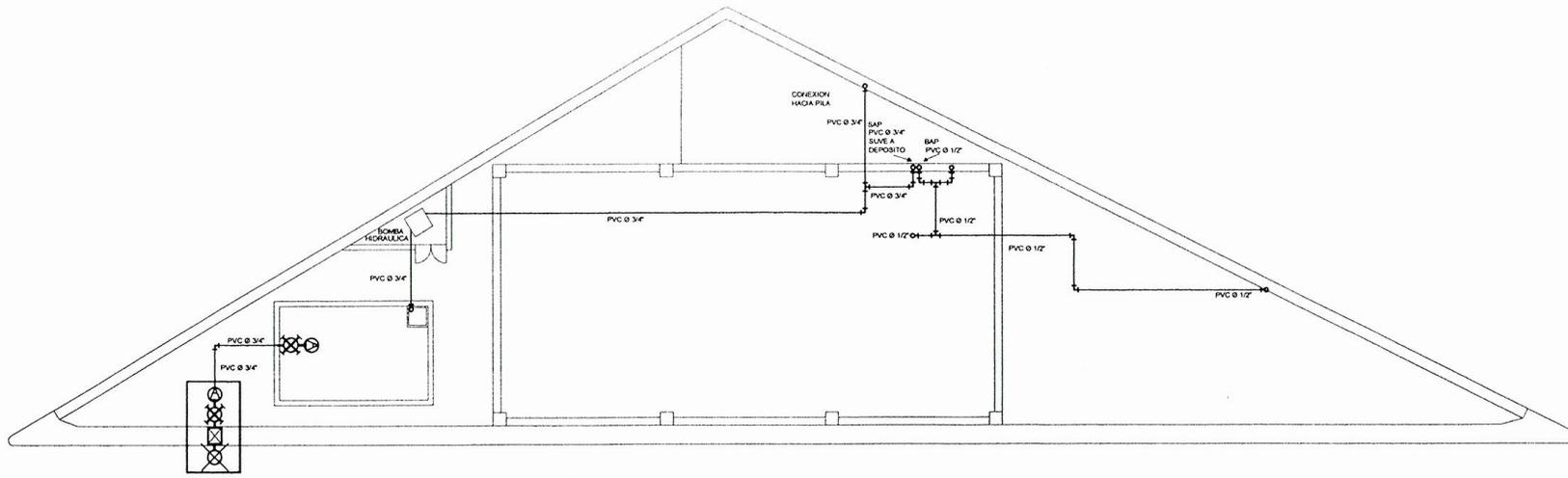
ELEVACIÓN  
OESTE  
ESC. 1:50



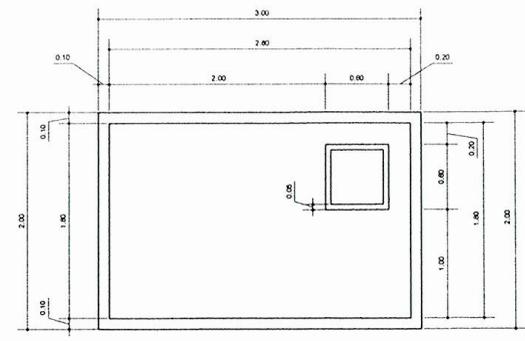
ELEVACIÓN  
SUR  
ESC. 1:50



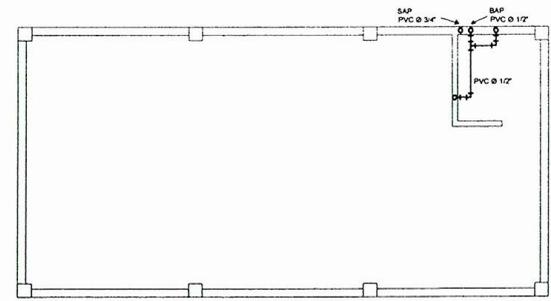
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE E.P.S.	
PROYECTO: EDIFICIO DE TRES NIVELES DE LA CALLE ALCALA PARA EL CASERIO CRUZ VERDE	
PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ ASOCIACION SUPERVISORIAL DE EPS	CALCALA: DOUGLAS MONTENEGRO GÁLVEZ DISEÑO: DOUGLAS MONTENEGRO GÁLVEZ REVISÓ: ING. OSCAR FLORES HERNÁNDEZ
PLANO DE ELEVACIONES	ESCALA: INICIADA
INGENIERO: OSCAR FLORES HERNÁNDEZ ASISTENTE: FERRANDO BARRERA MARGOZ AGUIAR	DOUGLAS MONTENEGRO GÁLVEZ ESCUELA
FECHA: MAYO 2013	HOJA No. 8/17



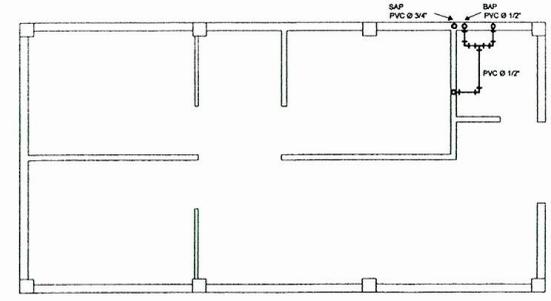
PLANTA DE INSTALACIONES HIDRAULICAS  
PRIMER NIVEL  
ESC. 1:50



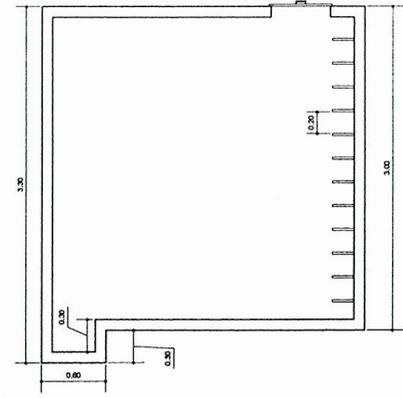
PLANTA DE CISTERNA  
ACOTADA  
ESC. 1:25



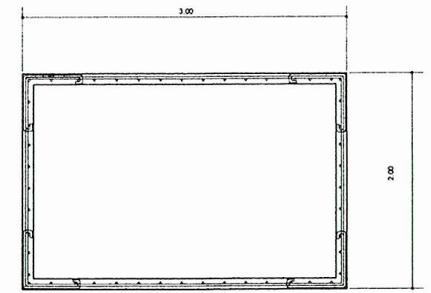
PLANTA DE INSTALACIONES HIDRAULICAS  
SEGUNDO NIVEL  
ESC. 1:50



PLANTA DE INSTALACIONES HIDRAULICAS  
TERCER NIVEL  
ESC. 1:50



ELEVACION DE CISTERNA  
ESC. 1:25



DETALLES DE CISTERNA  
ESC. 1:25

SIMBOLOGIA DE INSTALACIONES HIDRAULICAS	
Ø	DIAMETRO DE LA TUBERIA
—	TUBERIA
○	CHEQUE
□	COMPUERTA
⊕	CORTADOR
—	PISO
SAP	SUBIDA DE AGUA POTABLE
BAP	BALDA DE AGUA POTABLE
∟	CODO A 90° VERTICAL
∟	CODO A 90° HORIZONTAL
—	TIE A 90° HORIZONTAL
—	REDUCCION DE P.A.P

CISTERNA: ARMADURA EN MUROS, BASE Y LOSA, HIERRO No. 3 EN AMBOS SENTIDOS @ 0.15 M, CON SUNCHOS DE REFUERZO EN LAS ESQUINAS CON HIERRO No. 3 @ 0.15 M.

EN LOS MUROS SE ANCLARAN ESCALERAS CON HIERRO No. 5 @ 0.20 M.

EL ACABADO INTERIOR EN MUROS PISO Y LOSA SERÁ ENSABETADO + ALISADO DE CEMENTO.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**UNIDAD DE E.P.S.**

PROYECTO: EDIFICIO DE TRES NIVELES DE LA ALCALDIA PARA EL CASERIO CRUZ VERDE

PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

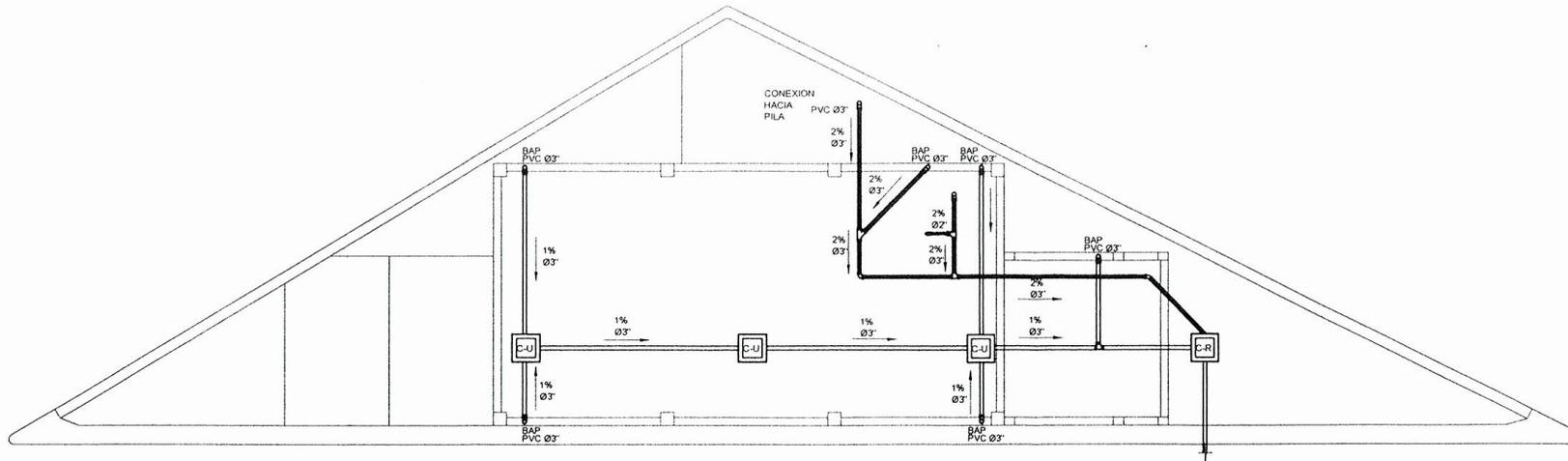
PLANO: PLANTA DE INSTALACIONES HIDRAULICAS

USO: [Signature]

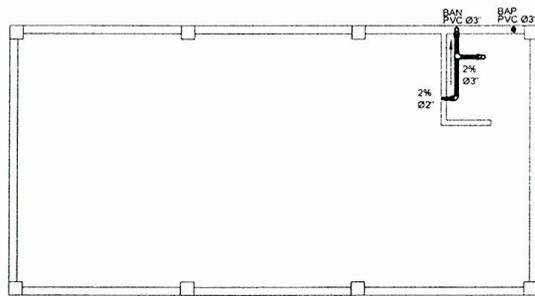
DISEÑO: DOUGLAS MONTENEGRO GÁLVEZ  
DIBUJO: DOUGLAS MONTENEGRO GÁLVEZ  
REVISÓ: ING. OSCAR FARIQUETA HERNÁNDEZ

ESCALA: INDICADA

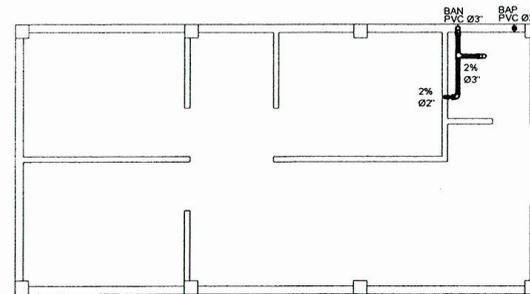
FECHA: MAYO 2013  
HOGAR No. 9/17



PLANTA DE DRENAJES  
PRIMER NIVEL  
ESC. 1:50



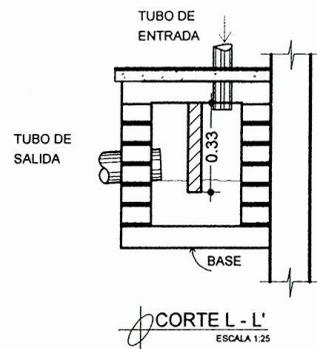
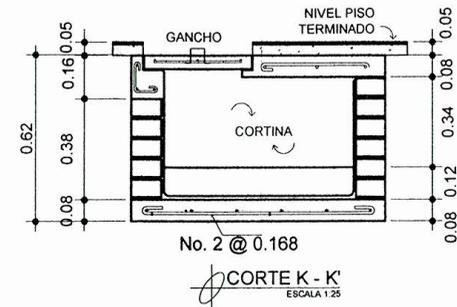
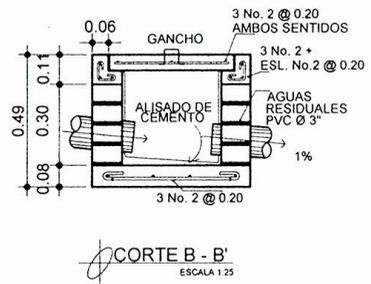
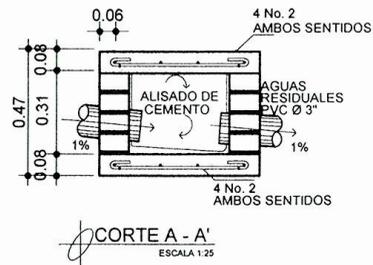
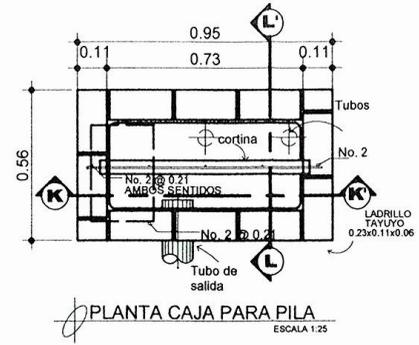
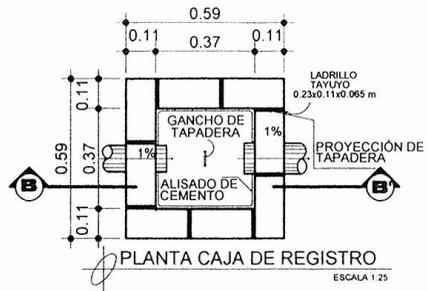
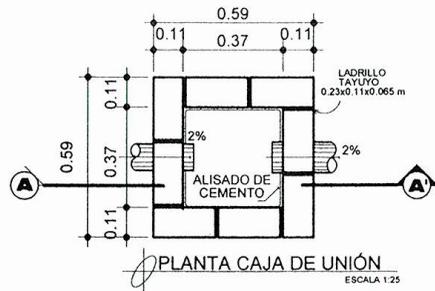
PLANTA DE DRENAJES  
SEGUNDO NIVEL  
ESC. 1:50



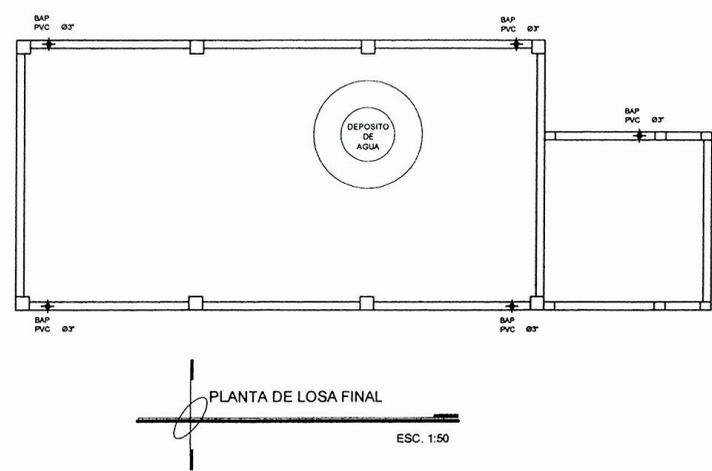
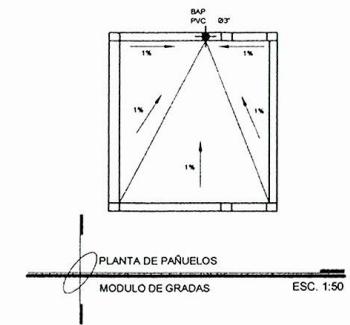
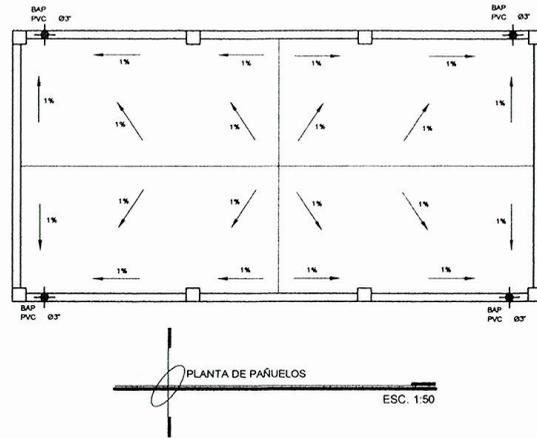
PLANTA DE DRENAJES  
TERCER NIVEL  
ESC. 1:50

SIMBOLOGÍA INSTALACIONES SANITARIAS Y PLUBIALES	
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	CODO 90° VERTICAL
	CODO 90° HORIZONTAL
	TEE SANITARIA HORIZONTAL
	TEE SANITARIA VERTICAL
	CODO 45° HORIZONTAL
	YEE 45° HORIZONTAL
	CAJA DE REGISTRO
	CAJA DE UNIÓN
	TUBO DE DRAHAJE AGUAS NEGRAS
	INDICA SENTIDO DE PENDIENTE 1%
	TUBO DE DRENAJES AGUAS FLUVIALES
	BAP Ø3"
	BAN Ø3"

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE E.P.S.	
PROYECTO: EDIFICIO DE TRES NIVELES DE LA ALCALDIA AUXILIAR PARA EL CASERIO CRUZ VERDE	
PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	CALIDAD: DOUGLAS MONTENEGRO GÁLVEZ DISEÑO: DOUGLAS MONTENEGRO GÁLVEZ RENDIDO: ING. OSCAR ROSSETA HERNÁNDEZ
PLANO DE: PLANTA DE DRENAJES	ESCALA: INDICADA
V.S.M.: [Signature] ING. OSCAR ROSSETA HERNÁNDEZ	FECHA: MAYO 2013 HOJA No. 10 / 17

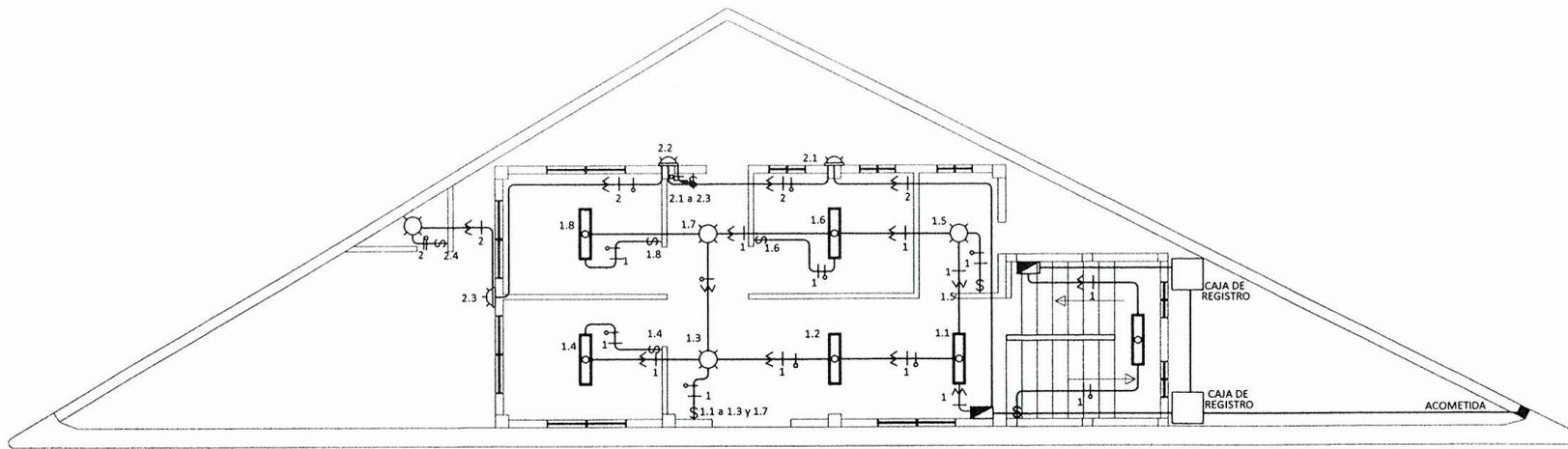


 <b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>UNIDAD DE E.P.S.</b>			
PROYECTO: EDIFICIO DE TRES NIVELES DE LA ALCALDIA ALDILA PARA EL CASERIO CRUZ VERDE			
PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA			
PLANO DE: DETALLES DE CAJAS			
Vº Bº: <i>[Signature]</i> FERRANDO BRACAMONTE MARGUEZ ALUMNO		DOUGLAS MONTENEGRO GALVEZ PROFESOR	
ESCALA: INDICADA		FECHA: MAYO 2013	
HOJA No. 13 / 17			

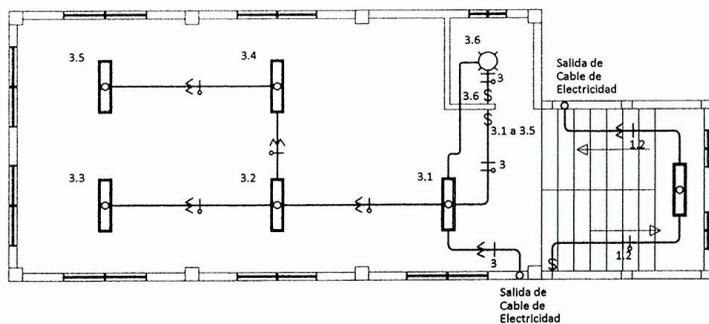


SIMBOLOGÍA	
	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
	DEPOSITO DE AGUA
	PENDIENTE
	BAP BALAJA DE AGUA PLUVIAL

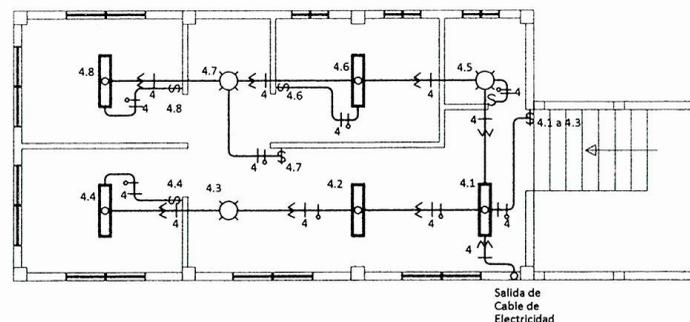
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE E.P.S.	
PROYECTO: Edificio de tres niveles de la Alcaldía Municipal para el Caserío Cruz Verde	
PROPIETARIO: Municipalidad de San Carlos de Guatemala	
PLANO DE: Planta de Pañuelos	
Vó. Bó.: FERNANDO BRACAMONTE MARGUZZI	DOUGLAS MONTEGRO GÁLVEZ
FECHA: MAYO 2013	HOJA N°: 17



PLANTA ILUMINACION  
PRIMER NIVEL  
ESC. 1:50

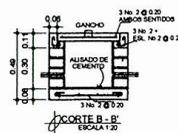


PLANTA ILUMINACION  
SEGUNDO NIVEL  
ESC. 1:50

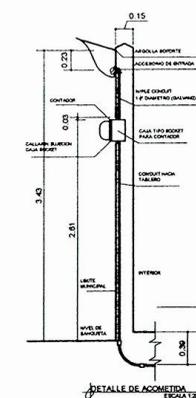
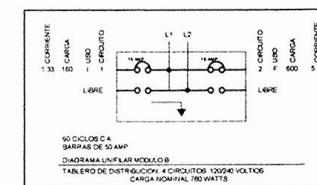
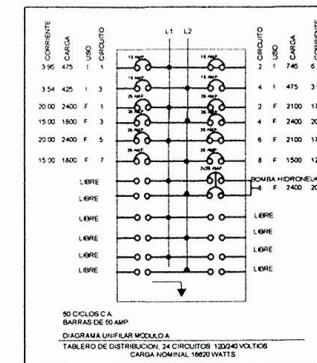


PLANTA ILUMINACION  
TERCER NIVEL  
ESC. 1:50

- NOTAS:
- LAS LAMPARAS EN LOSA DE ENTREPISO SERAN TIPO LISTON.
  - EL POLIDUCTO A USAR PARA EL ALAMBRADO ELECTRICO SERA DE Ø 3/4"



SIMBOLO	DESCRIPCION
[Symbol]	TABLERO DE DISTRIBUCION
[Symbol]	LAMPARAS PUNTOCENTRADO DE 7 TUBOS DE Ø 1/4"
[Symbol]	REFLECTOR TIPO SPOT LIGHT 2 x 75W CADA UNO A UNA ALTURA DE 2.00 M. SOBRE EL PAVIMENTO
[Symbol]	INTERRUPTOR SIMPLE A 1.00 M. SOBRE NIVEL DE PISO
[Symbol]	TUBERIA EN CIELO
[Symbol]	CONEXION NEUTRO
[Symbol]	CONEXION ACTIVO, CIRCUITO "C"
[Symbol]	RETORNO
[Symbol]	CAJA DE UNION DE 4" x 4"
[Symbol]	TUBERIA EN SUELO DE 3/4"



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIDAD DE E. P. S.

PROYECTO: EDIFICIO DE TRES NIVELES EN CALLE ALCALDIA MUNICIPAL PARA EL CASERIO CRUZ VERDE

PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ (ASOCIACION SUPERVISORIAL) DE EPS

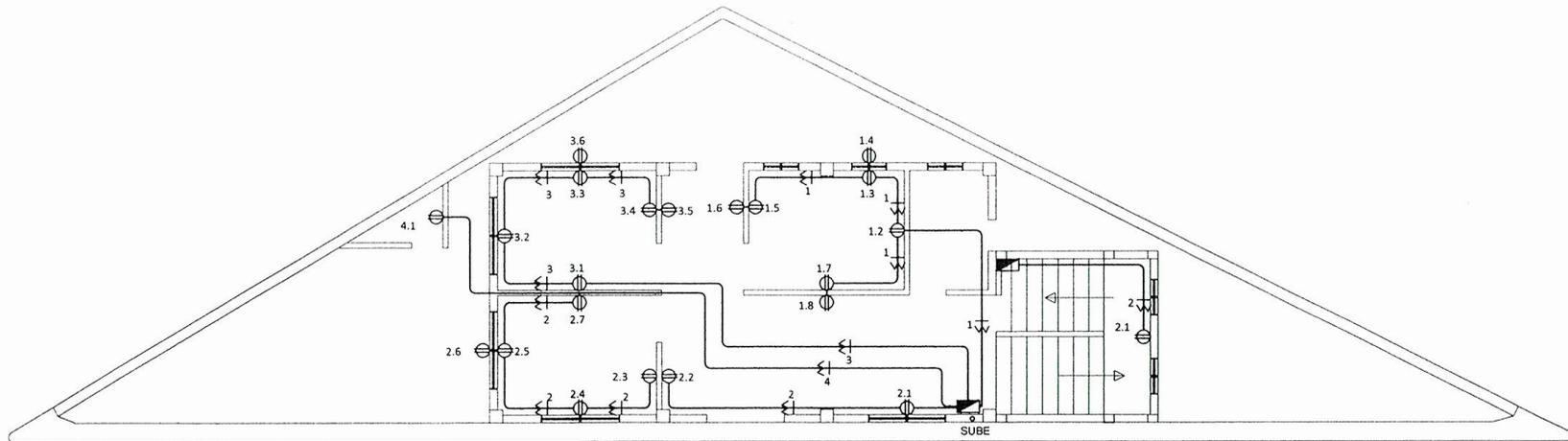
PLANO DE: PLANO DE INSTALACIONES DE INGENIERIA Y EPS

VoBo: [Signature]

ESCALA: INDICADA

FECHA: MAYO 2013

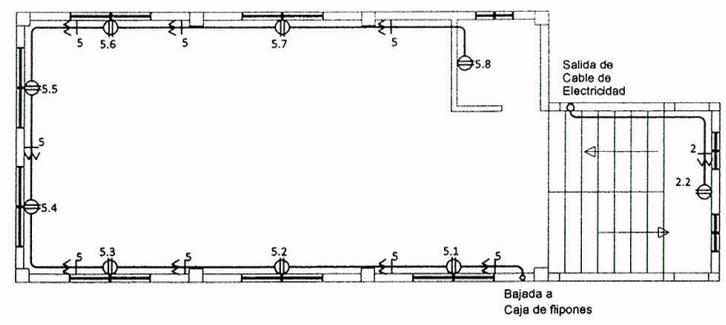
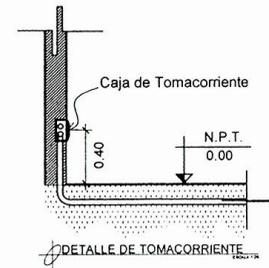
Hoja No. 13 / 17



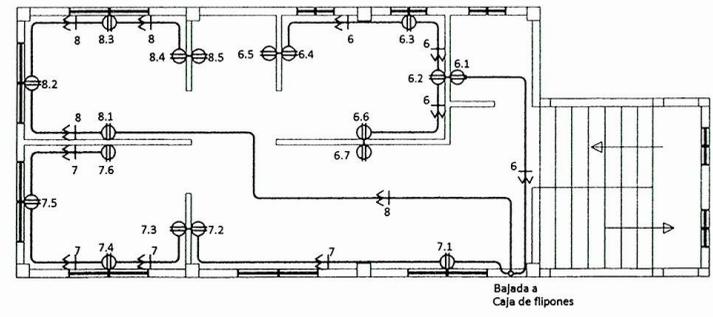
SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TABLERO DE DISTRIBUCION
	TUBERIA SUBTERRANEA, POLIDUCTO Ø 1/2"
	CONDUCTOR NEUTRO
	CONDUCTOR ACTIVO, CIRCUITO "X"

NOTAS:  
 TODA LA TUBERIA EN LOSA Y MUROS SERA POLIDUCTO  
 TODO EL ALAMBRE SERA No. 12 THW-AWG

PLANTA FUERZA  
 PRIMER NIVEL  
 ESC. 1:50

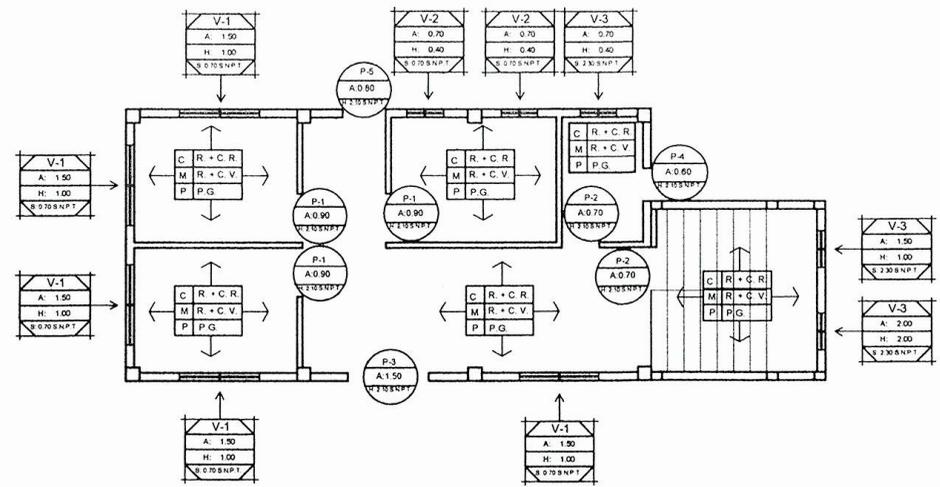


PLANTA FUERZA  
 SEGUNDO NIVEL  
 ESC. 1:50

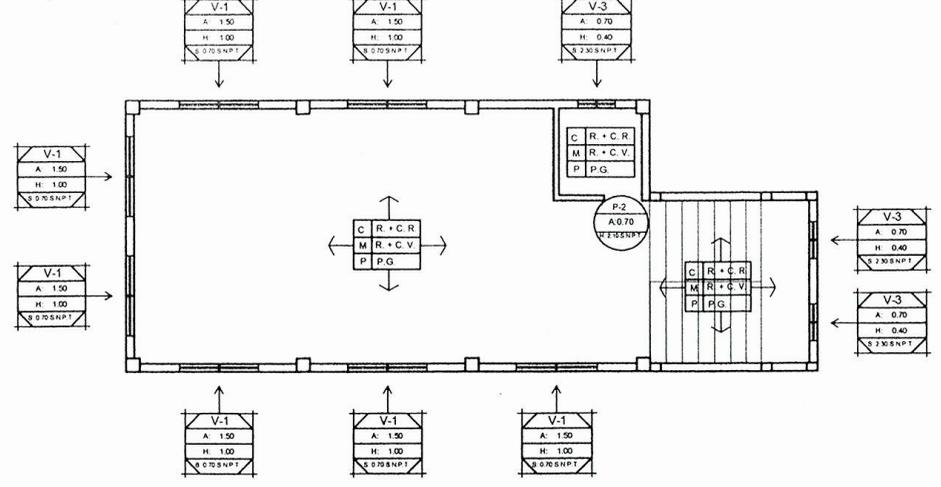


PLANTA FUERZA  
 TERCER NIVEL  
 ESC. 1:50

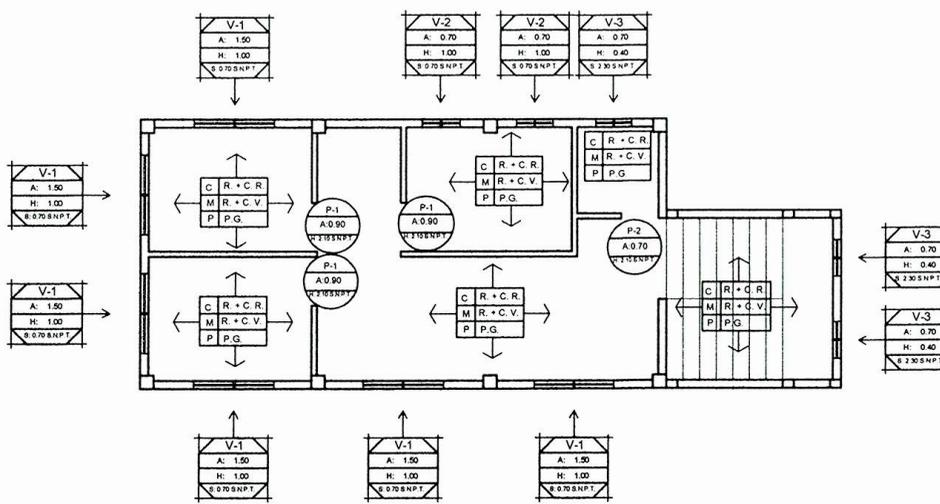
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE E.P.S.	
PROYECTO: EDIFICIO DE TRES NIVELES DE LA ALCALDIA MUNICIPAL PARA EL CASERIO CRUZ VERDE	
PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	CALCALO: DOUGLAS MONTENEGRO GÁLVEZ DISEÑO: DOUGLAS MONTENEGRO GÁLVEZ REVISÓ: IANIS OSCAR ARQUETA HERNÁNDEZ
PLANO DE: PLANTA DE FUERZA	ESCALA: INDICADA
Visto: FERNANDO BRACAMONTE MARGOLLES INGENIERO EN ELECTRICIDAD	FECHA: MAYO 2015 HOJA No. 14 / 17



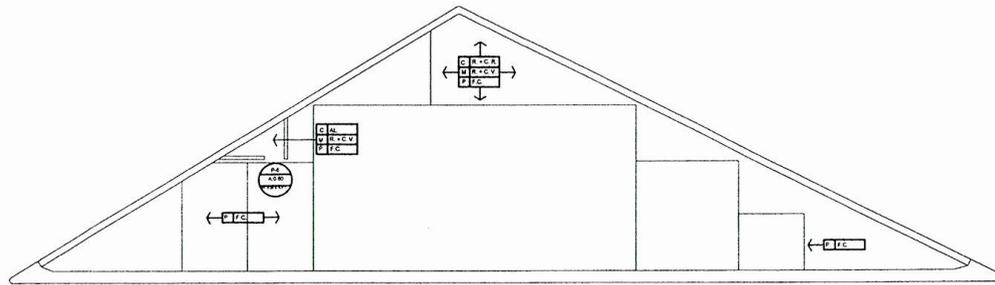
PLANTA DE ACABADOS  
PRIMER NIVEL  
ESC. 1:50



PLANTA DE ACABADOS  
SEGUNDO NIVEL  
ESC. 1:50

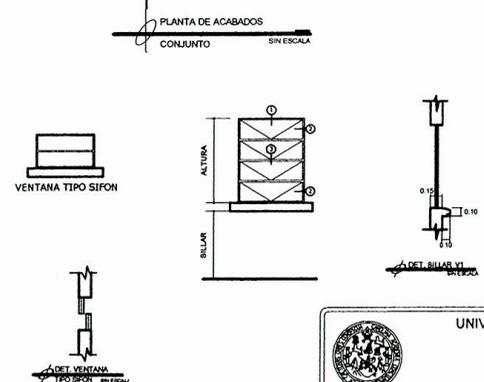


PLANTA DE ACABADOS  
TERCER NIVEL  
ESC. 1:50



**SIMBOLOGIA**

C	TIPO DE CIELO
M	TIPO DE MURO
P	TIPO DE PISO
R + C R	REPELLO + CERRADO REMOUEADO
R + C V	REPELLO + CERRADO VERTICAL
F.C.	FUNDICION DE CONCRETO
P.G.	PISO GRANITO
AL	AUSADO DE CEMENTO: A: 1.80 m EN DUCHAS A: 1.10 m EN BAÑOS Y PILA
V-1	TIPO DE VENTANA
P-1	TIPO DE PUERTA
A	ANCHO
H	ALTURA
V-1 A: 1.50 H: 1.00	TIPO DE VENTANA A= ANCHO M= ALTURA S= SILLAR
P-1 A: 0.90 H: 2.10	P= TIPO DE PUERTA A= ANCHO DE PUERTA H= ALTURA DE PUERTA



**PLANILLA DE VENTANAS**

TIPO	ANCHO	ALTO	SILLAR S.M.P.T.	DINTEL S.M.P.T.	UNIDADES	MATERIAL	OBSERVACIONES
V-1	1.50	1.15	0.70	1.85	18	METAL + VIDRIO CLARO DE 5mm	DE DOBLE BALANCON BASCULANTE HORIZONTAL CON TRES BISAGRAS
V-2	0.70	1.15	0.70	1.85	4	METAL + VIDRIO CLARO DE 5mm	DE DOBLE BALANCON BASCULANTE HORIZONTAL CON TRES BISAGRAS
V-3	0.70	0.40	2.30	2.70	9	METAL + VIDRIO CLARO DE 5mm	DE DOBLE BALANCON BASCULANTE HORIZONTAL CON TRES BISAGRAS

**PLANILLA DE PUERTAS**

TIPO	ANCHO	ALTO	ALTURA DINTEL	UNIDADES	MATERIAL	TIPO DE ABATIMIENTO
P-1	0.90	2.10	2.10	8	METAL	ABATIMIENTO 90
P-2	0.70	2.10	2.10	4	METAL	ABATIMIENTO 90
P-3	1.50	2.10	2.10	1	METAL	ABATIMIENTO 90
P-4	0.60	2.10	2.10	1	METAL	ABATIMIENTO 90
P-5	0.80	2.10	2.10	1	METAL	ABATIMIENTO 90
P-6	0.60	0.90	0.90	1	METAL	ABATIMIENTO 90

**CUADRO DE MATERIALES PARA PUERTAS Y VENTANAS**

SECCION	ANCHAL	TEJ	LAMINA
○	1" x 1/8"	1" x 1" x 1/8"	
○	3/4" x 1/8"		1/2"

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIDAD DE E.P.S.

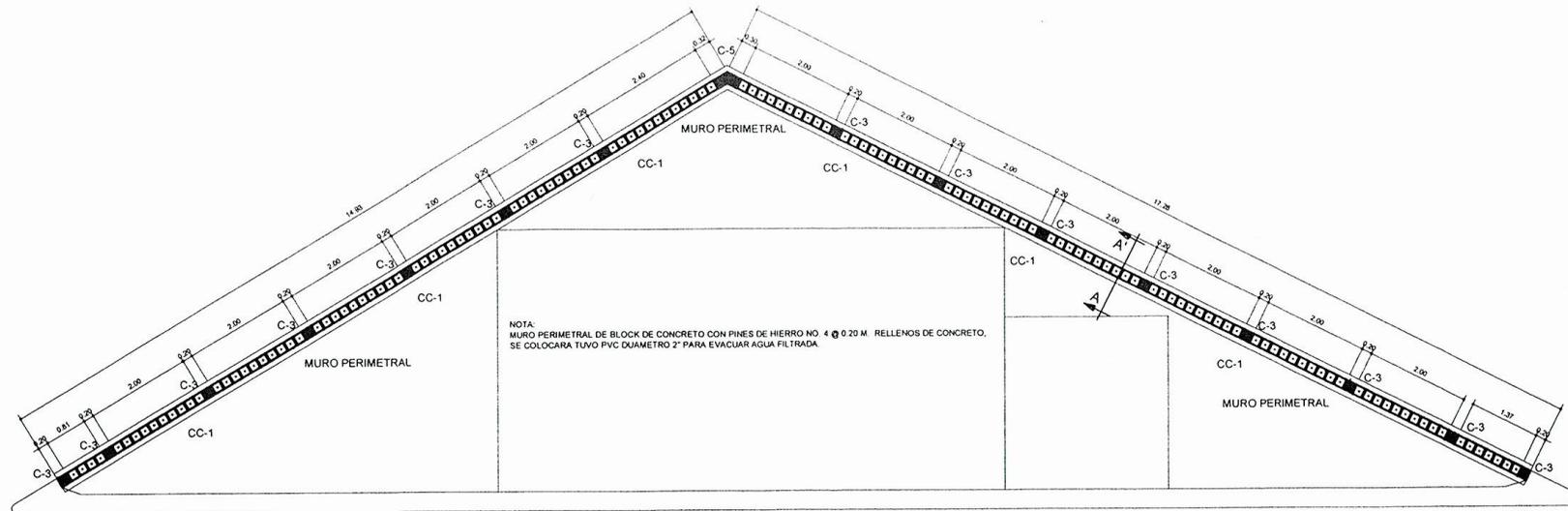
PROYECTO: EDIFICIO DE TRES NIVELES DE LA ALCALDIA AUXILIAR PARA EL CASERIO CRUZ VERDE

PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

PLANO DE: PLANTA DE ACABADOS

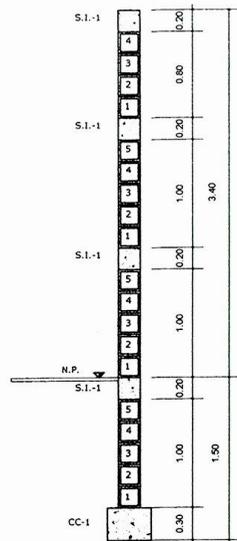
FECHA: MAYO 2013

HUJAR 15/17

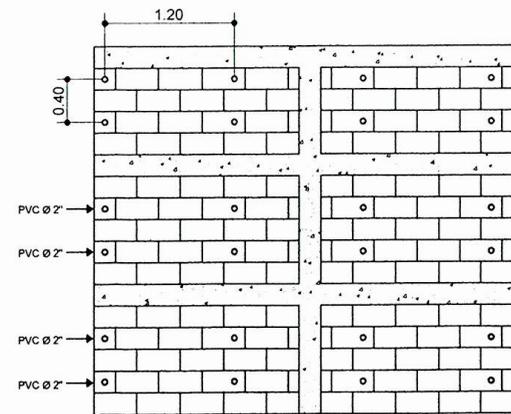


NOTA:  
 MURO PERIMETRAL DE BLOQUE DE CONCRETO CON PINES DE HIERRO NO. 4 @ 0.20 M. RELLENOS DE CONCRETO.  
 SE COLOCARA TUVO PVC DIAMETRO 2" PARA EVACUAR AGUA FILTRADA.

PLANTA DE DETALLES  
 DE MURO PERIMETRAL ESC. 1:50

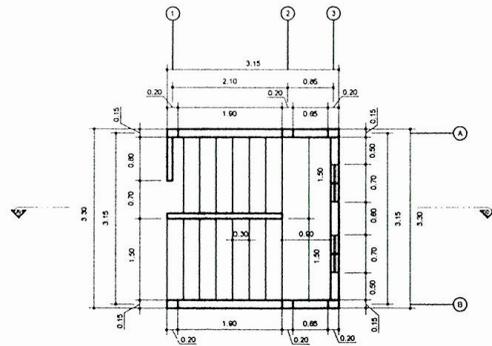


CORTE DE MURO  
 PERIMETRAL A-A ESC. 1:25

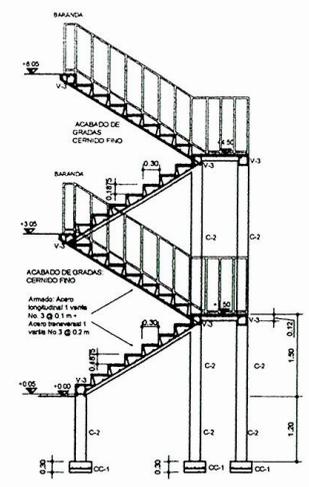
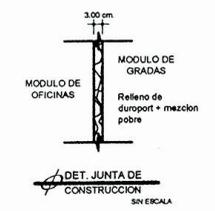
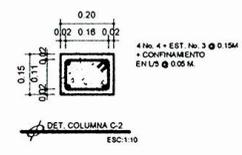
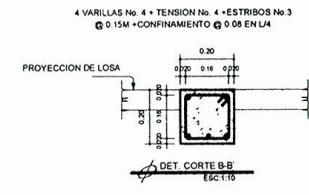
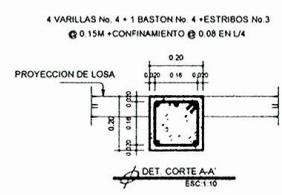
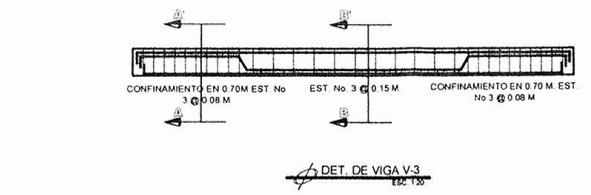


DETALLE DE MURO  
 PERIMETRAL ESC. 1:25

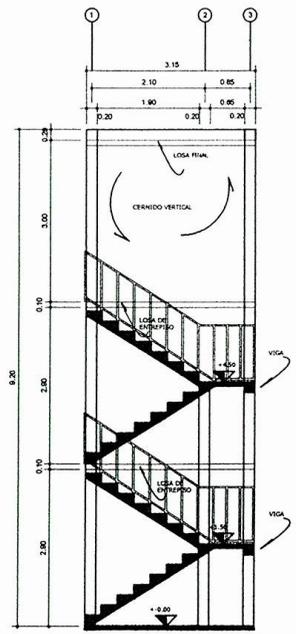
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE E.P.S.	
PROYECTO: EDIFICIO DE TRES NIVELES DE LA CALCADA AUXILIAR PARA EL CASERIO CRUZ VERDE	
PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ ASISTENTE SUPERVISOR DE EPS	CALCULO: DOUGLAS MONTENEGRO GALVEZ DIBUJO: DOUGLAS MONTENEGRO GALVEZ REVISOR: ING. OSCAR ANGUELA HERNANDEZ
PLANO D: PLANTA DE MURO PERIMETRAL + DETALLES	ESCALA: INDICADA
Ing. Oscar Anguela Hernandez Ing. Douglas Montenegro Galvez	Ing. Douglas Montenegro Galvez Ing. Oscar Anguela Hernandez
MAYO 2013	HOJA No. 16 / 17



PLANTA ACOTADA  
MODULO DE GRADAS ESC. 1:50



ARMADO DE GRADAS ESC. 1:30



SECCION G-G ESC. 1:30

 <b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>UNIDAD DE E.P.S.</b>	
PROYECTO: EDIFICIO DE TRES ETAPAS PARA EL CASERIO CRUZ VERDE	
PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN CAYETANO DE EPS ASOCIACION SUPERVISORA DE EPS	DISEÑO: DOUGLAS MONTENEGRO GALVEZ DISEÑO: DOUGLAS MONTENEGRO GALVEZ REVISO: ING. OSCAR ARQUETA HERNANDEZ
PLANO DE: Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS MODULO DE GRADAS + DETALLES	ESCALA: INDICADA
V.O.B.:	FECHA: MAYO 2013
ING. OSCAR ARQUETA HERNANDEZ ASesor - SUPERVISOR	TERNANDO BRACAJONTE MARQUEZ ALCALDE
DOUGLAS MONTENEGRO GALVEZ INGENIERO	HOJA No. 17 / 17