



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

**DISEÑO DEL SALÓN DE USOS MÚLTIPLES PARA EL CASERÍO SANTA  
RITA RUÍZ Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA  
CABECERA MUNICIPAL DE SAN JOSÉ EL RODEO, SAN MARCOS**

**Rocael Alejandro Joachín Barrios**

Asesorado por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

Guatemala, noviembre de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SALÓN DE USOS MÚLTIPLES PARA EL CASERÍO SANTA  
RITA RUÍZ Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA  
CABECERA MUNICIPAL DE SAN JOSÉ EL RODEO, SAN MARCOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

**ROCAEL ALEJANDRO JOACHÍN BARRIOS**

ASESORADO POR EL ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2014

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. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
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 SALÓN DE USOS MÚLTIPLES PARA EL CASERÍO SANTA RITA RUÍZ Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JOSÉ EL RODEO, SAN MARCOS**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 27 de agosto de 2013.



**Rocael Alejandro Joaquín Barrios**



Guatemala, 10 de octubre de 2014  
Ref.EPS.DOC.1053.10.14

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano  
Director  
Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Rodríguez Serrano.

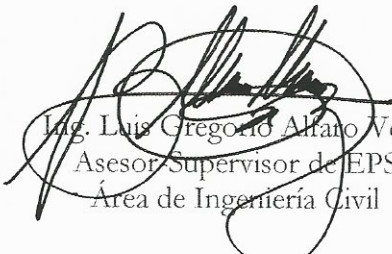
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Rocael Alejandro Joachin Barrios** con carné No. **200818932**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **DISEÑO DEL SALÓN DE USOS MÚLTIPLES PARA EL CASERÍO SANTA RITA RUÍZ Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JOSÉ EL RODEO, SAN MARCOS.**

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

  
Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz  
Asesor-Supervisor de EPS  
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo  
LGAV/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

Guatemala,  
15 de octubre de 2014

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 SALÓN DE USOS MÚLTIPLES PARA EL CASERÍO SANTA RITA RUÍZ Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JOSÉ EL RODEO, SAN MARCOS, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Rocael Alejandro Joaquín Barrios, con Carnet No. 200818932, quien contó con la asesoría del Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

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

Atentamente,

DIRIGIDO Y ENSEÑADO A TODOS

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



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
HIDRAULICA  
USAC

Más 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,  
5 de noviembre de 2014

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 SALÓN DE USOS MÚLTIPLES PARA EL CASERÍO SANTA RITA RUÍZ Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JOSÉ EL RODEO, SAN MARCOS**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Rocael Alejandro Joaquín Barrios, con Carnet No. 200818932, quien contó con la asesoría del Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

  
Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabreza  
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
ESTRUCTURAS  
USAC

/bbdeb.

Mas de **134** años de Trabajo Académico y Mejora Continua





Guatemala, 06 de noviembre de 2014  
Ref.EPS.D.658.11.14

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DEL SALÓN DE USOS MÚLTIPLES PARA EL CASERÍO SANTA RITA RUÍZ Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JOSÉ EL RODEO, SAN MARCOS**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Rocael Alejandro Joachin Barrios, carné 200818932**, quien fue debidamente asesorada y supervisada por la Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano  
Director Unidad de EPS



SJRS/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. Luis Gregorio Alfaro Véliz y del Coordinador de E.P.S. Ing. Silvio José Rodríguez Serrano, al trabajo de graduación del estudiante Rocael Alejandro Joachin Barrios, titulado **DISEÑO DEL SALÓN DE USOS MÚLTIPLES PARA EL CASERÍO SANTA RITA RUÍZ Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JOSÉ EL RODEO, SAN MARCOS**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

*Hugo Leonel Montenegro Franco*  
 Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, noviembre 2014

/bbdeb.

Mas de **134** años de Trabajo Académico y Mejora Continua





El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DEL SALÓN DE USOS MÚLTIPLES PARA EL CASERÍO SANTA RITA RUIZ Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JOSÉ EL RODEO, SAN MARCOS**, presentado por el estudiante universitario: **Rocael Alejandro Joaquín Barrios**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano



Guatemala, noviembre de 2014

/cc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por ser mi amigo fiel, mi confidente, el dador de fuerza, sabiduría, inteligencia y mantenerme con voluntad y esperanza en cada día de mi vida.
- Mis padres** Ovidio Rocael Joachín López y Clemencia Del Carmen Barrios López, por ser padres amorosos y darme el apoyo incondicional.
- Mis hermanas** Justa Alejandrina Joachín Barrios y Carmencita De Los Ángeles Joachín Barrios por su cariño y ser ejemplo de dedicación y compromiso.
- Mi hermano** Ovidio Joachín Barrios que en paz descansa, por ser el ángel que me protege y me cuida.
- Mi familia** Abuelos, tíos, primos y sobrinos por su apoyo incondicional en todo tiempo
- Mis amigos** Por la amistad sincera y los momentos especiales a lo largo de mi vida.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Dios</b>	Por ayudarme en cada paso de mi carrera y darme esperanza en todo momento.
<b>María Santísima</b>	Por protegerme con su manto y alegarme del peligro.
<b>La Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por abrirme las puertas y darme la oportunidad de educarme y triunfar.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por los conocimientos adquiridos y brindarme cobijo durante mi carrera.
<b>Ing. Luis Alfaro</b>	Por su valiosa ayuda y brindarme apoyo como asesor de este trabajo.
<b>Municipalidad de San José El Rodeo</b>	Por permitirme la oportunidad de realizar el ejercicio profesional supervisado.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XI
GLOSARIO .....	XIII
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN .....	XIX
1. FASE DE INVESTIGACIÓN .....	1
1.1. Monografía del municipio de San José El Rodeo, San Marcos .	1
1.1.1. Reseña histórica .....	1
1.1.2. Localización del municipio .....	2
1.1.3. Ubicación geográfica .....	2
1.1.4. Aspectos topográficos .....	3
1.1.5. Vías de acceso .....	3
1.1.6. Clima .....	3
1.1.7. Colindancias .....	4
1.1.8. Demografía.....	4
1.1.8.1. Población.....	5
1.1.8.2. Tipo de vivienda.....	6
1.1.9. Educación.....	7
1.1.9.1. Aspectos económicos.....	7
1.1.9.2. Servicios existentes .....	10
1.2. Investigación diagnóstica sobre necesidades del caserío Santa Rita Ruíz y de la cabecera municipal de San José El Rodeo, San Marcos.....	11



1.2.1.	Descripción de las necesidades .....	11
1.2.2.	Evaluación y priorización de las necesidades .....	13
2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL .....	15
2.1.	Diseño del salón de usos múltiples para el caserío Santa Rita Ruiz .....	15
2.1.1.	Descripción del proyecto .....	15
2.1.1.1.	Localización del terreno .....	15
2.1.1.2.	Topografía .....	15
2.1.1.3.	Estudio de suelo .....	16
2.1.2.	Diseño arquitectónico .....	16
2.1.2.1.	Ubicación del edificio en el terreno .....	16
2.1.2.2.	Distribución de ambientes .....	16
2.1.2.3.	Altura del edificio .....	17
2.1.3.	Análisis estructural .....	17
2.1.3.1.	Selección de tipología estructural .....	18
2.1.3.2.	Predimensionamiento de elementos estructurales .....	18
2.1.3.3.	Cargas de diseño para la cubierta .....	19
2.1.3.3.1.	Carga de viento .....	19
2.1.3.3.2.	Carga viva .....	20
2.1.3.3.3.	Carga muerta .....	20
2.1.3.3.4.	Fuerzas sísmicas .....	20
2.1.4.	Diseño estructural .....	21
2.1.4.1.	Diseño de cubierta .....	21
2.1.4.2.	Separación máxima entre costaneras ..	22
2.1.4.3.	Diseño de costaneras .....	26
2.1.4.4.	Verificaciones de costanera .....	30
2.1.4.4.1.	Verificación por flexión ..	30

	2.1.4.4.2.	Verificación por cortante .....	31
	2.1.4.4.3.	Verificación por deflexión .....	32
	2.1.4.5.	Diseño de tendales .....	34
	2.1.4.5.1.	Integración de cargas ...	36
2.1.5.		Diseño de muro de mampostería reforzada .....	41
	2.1.5.1.	Método simplificado para el diseño de mampostería reforzada.....	42
	2.1.5.2.	Rigidez de muro.....	43
	2.1.5.3.	Centro de corte de muros .....	45
	2.1.5.4.	Centro de masa .....	46
	2.1.5.5.	Carga lateral .....	49
	2.1.5.6.	Distribución de cargas laterales.....	52
	2.1.5.7.	Distribución del momento de volteo .....	53
	2.1.5.8.	Diseño a flexión .....	54
	2.1.5.9.	Diseño a corte.....	55
	2.1.5.10.	Refuerzos mínimos.....	56
2.1.6.		Diseño de cimentación .....	60
	2.1.6.1.	Diseño de cimiento corrido .....	61
	2.1.6.2.	Diseño de zapata.....	66
2.1.7.		Diseño de muro de contención a gravedad .....	72
	2.1.7.1.	Parámetros del muro .....	73
	2.1.7.2.	Análisis de suelo.....	73
	2.1.7.3.	Predimensionamiento .....	74
	2.1.7.4.	Verificación de seguridad contra deslizamiento.....	76
	2.1.7.5.	Distancia horizontal entre el fulcro y el punto de aplicación de empuje .....	78

2.1.7.6.	Distancia horizontal entre el fulcro y el centro de gravedad de la estructura .....	78
2.1.7.7.	Cálculo de momento resistente .....	79
2.1.7.8.	Cálculo de momento actuante .....	79
2.1.7.9.	Verificación de seguridad contra volteo .....	80
2.1.7.10.	Verificación de la tensión sobre el suelo .....	80
2.1.7.11.	Presión máxima sobre el suelo de fundición .....	80
2.1.8.	Instalaciones eléctricas .....	81
2.1.9.	Diseño de sistema pluvial .....	82
2.1.10.	Evaluación de Impacto Ambiental .....	83
2.1.11.	Elaboración de planos .....	86
2.1.12.	Presupuesto .....	87
2.1.13.	Cronograma de ejecución .....	88
2.2.	Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la cabecera municipal de San José El Rodeo San Marcos .....	89
2.2.1.	Descripción del proyecto .....	90
2.2.2.	Topografía .....	90
2.2.2.1.	Planimetría .....	90
2.2.2.2.	Altimetría .....	90
2.2.3.	Partes del alcantarillado sanitario .....	90
2.2.3.1.	Colector principal .....	91
2.2.3.2.	Pozos de visitas .....	91
2.2.3.3.	Conexiones domiciliarias .....	91
2.2.3.4.	Período de diseño .....	92
2.2.4.	Integración de caudales .....	92
2.2.4.1.	Población de diseño .....	92

2.2.4.2.	Factor de retorno .....	93
2.2.4.3.	Factor de flujo instantáneo (FH) .....	93
2.2.4.4.	Caudal sanitario .....	94
2.2.4.5.	Caudal domiciliario .....	94
2.2.4.6.	Caudal comercial .....	95
2.2.4.7.	Caudal de conexiones ilícitas .....	96
2.2.4.8.	Caudal de infiltración .....	96
2.2.4.9.	Factor de caudal medio (fqm) .....	96
2.2.4.10.	Caudal de diseño .....	97
2.2.5.	Fundamentos hidráulicas .....	97
2.2.5.1.	Ecuación de Manning para flujo de canales .....	98
2.2.5.2.	Relaciones hidráulicas .....	99
2.2.6.	Parámetros de diseño hidráulico .....	100
2.2.6.1.	Coefficiente de rugosidad .....	100
2.2.6.2.	Sección llena y parcialmente llena.....	101
2.2.6.3.	Velocidades máximas y mínimas.....	102
2.2.6.4.	Pendientes.....	102
2.2.6.5.	Diámetro de tuberías .....	102
2.2.7.	Profundidad de la tubería .....	103
2.2.7.1.	Profundidad mínima del colector .....	103
2.2.7.2.	Ancho de zanja .....	104
2.2.7.3.	Volumen de excavación.....	104
2.2.7.4.	Cotas invert.....	105
2.2.8.	Obras complementarias.....	105
2.2.8.1.	Caja o candela.....	106
2.2.8.2.	Conexiones secundarias .....	106
2.2.9.	Diseño de la red (muestra de cálculo) .....	106
2.2.9.1.	Datos generales del diseño .....	107

2.2.9.2.	Ejemplo de tramo .....	107
2.2.10.	Descarga .....	110
2.2.10.1.	Ubicación y localización .....	110
2.2.11.	Evaluación de Impacto Ambiental .....	111
2.2.12.	Presupuesto .....	114
2.2.13.	Cronograma .....	115
2.2.14.	Evaluación socioeconómica .....	116
2.2.14.1.	Valor Presente Neto .....	116
2.2.14.2.	Tasa Interna de Retorno.....	119
2.2.15.	Elaboración de planos .....	121
CONCLUSIONES.....		123
RECOMENDACIONES .....		125
BIBLIOGRAFÍA.....		127
APÉNDICES.....		129
ANEXOS .....		131



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Área tributaria para las costaneras .....	27
2.	Carga uniformemente distribuida por unidad lineal en costanera .....	29
3.	Elástica de la costanera .....	33
4.	Áreas tributarias de tendales.....	35
5.	Cargas en el tendal .....	36
6.	Diagrama de cuerpo libre de tendal .....	37
7.	Diagrama de corte de tendal .....	38
8.	Diagrama de momento de tendal .....	38
9.	Sección cerrada del tendal.....	39
10.	Muros de mampostería .....	44
11.	Planta perfil de cimiento corrido .....	63
12.	Verificación por corte de cimiento corrido .....	64
13.	Diseño de zapata .....	69
14.	Corte punzonante en zapata .....	70
15.	Predimensionamiento de muro de contención por gravedad .....	74
16.	Valor Presente Neto, alcantarillado sanitario San José El Rodeo.....	117
17.	Tasa Interna de Retorno (TIR), alcantarillado sanitario de San José El Rodeo .....	120

### TABLAS

I.	Población total de caserío Santa Rita Ruíz .....	5
II.	Población total de cabecera municipal, San José El Rodeo .....	6

III.	Necesidades encontradas en el caserío Santa Rita Ruíz .....	12
IV.	Necesidades encontradas en la cabecera de San José El Rodeo. ....	13
V.	Alturas recomendadas en techos o entrepisos (en metros).....	17
VI.	Parámetros de costaneras comerciales.....	26
VII.	Propiedades geométricas del tendal.....	40
VIII.	Rigideces en muros. ....	45
IX.	Centro de corte en muros del sentido Y.....	46
X.	Centro de corte en muros del sentido X.....	46
XI.	Centro de masa de muros. ....	47
XII.	Distribución de cargas laterales sentido Y .....	52
XIII.	Distribución de cargas laterales sentido X.....	53
XIV.	Criterios para refuerzo mínimo en muros de mampostería.....	56
XV.	Cálculo de refuerzos mínimos .....	57
XVI.	Valoración de impactos ambientales en construcción del proyecto de salón de usos múltiples.....	84
XVII.	Valoración de impactos ambientales en operación del salón de usos múltiples .....	85
XVIII.	Presupuesto de salón de usos múltiples.....	87
XIX.	Cronograma de ejecución del salón de usos múltiples del caserío Santa Rita Ruíz.....	89
XX.	Relaciones hidráulicas. ....	99
XXI.	Coeficiente de rugosidad. ....	100
XXII.	Profundidad de tubería .....	103
XXIII.	Ancho de zanja .....	104
XXIV.	Relaciones hidráulicas tramo PV24-PV25 .....	109
XXV.	Valoración de impactos ambientales en construcción del proyecto de alcantarillado sanitario .....	112
XXVI.	Valoración de impactos ambientales en operación del proyecto de alcantarillado sanitario .....	113

XXVII.	Presupuesto de alcantarillado sanitario para la cabecera de San José El Rodeo .....	114
XXVIII.	Cronograma de alcantarillado sanitario .....	115



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b><math>A_s</math></b>	Área de acero
<b><math>A_{s \text{ min}}</math></b>	Área de acero mínimo
<b><math>A_{sr}</math></b>	Área de acero requerido
<b><math>A_v</math></b>	Área de varilla
<b><math>A_z</math></b>	Área de zapata
<b><math>W'</math></b>	Carga de trabajo en cimentación
<b><math>W</math></b>	Carga distribuida en elemento estructural
<b><math>q_{\text{max}}</math> y <math>q_{\text{min}}</math></b>	Carga máxima y carga mínima
<b><math>CM</math></b>	Carga muerta
<b><math>CV</math></b>	Carga viva
<b><math>CU</math></b>	Carga última
<b><math>S''</math></b>	Distancia del fulcro hacia el centroide.
<b><math>S</math></b>	Distancia del fulcro hacia el punto de aplicación de la fuerza.
<b><math>E_a</math></b>	Empuje activo
<b><math>E</math></b>	Estación
<b><math>e_x</math> y <math>e_y</math></b>	Excentricidades en sentido "x" y "y"
<b><math>f_{qm}</math></b>	Factor de caudal medio
<b><math>K_a</math></b>	Factor de empuje activo
<b><math>FH</math></b>	Factor de Harmond
<b><math>N'</math></b>	Factor de seguridad contra deslizamiento.
<b><math>N''</math></b>	Factor de seguridad contra vuelco.
<b><math>F_{\text{act}}</math></b>	Fuerza actuante en muro por gravedad
<b><math>M_{\text{act}}</math></b>	Momento actuante



<b><math>M_x</math> y <math>M_y</math></b>	Momento en muros de mampostería sentido “x” y “y”.
<b><math>J_0</math></b>	Momento polar equivalente de frecuencia
<b><math>M_{res}</math></b>	Momento resistente.
<b><math>P_{cimiento}</math></b>	Presión de cimiento
<b><math>P_m</math></b>	Presión de muro
<b><math>P_{suelo}</math></b>	Presión de suelo
<b><math>R_o</math></b>	Presión del suelo de muro por gravedad
<b><math>P_u</math></b>	Presión última
<b>PV</b>	Pozo de visita
<b><math>f'c</math></b>	Resistencia a compresión del concreto
<b><math>f'y</math></b>	Resistencia de fluencia del refuerzo
<b>K</b>	Rigidez de elemento

## GLOSARIO

<b>ACI 318 – 2008</b>	Reglamento para Concreto Estructural revisado por el comité ACI 318.
<b>Alcantarillado sanitario</b>	Sistema de transporte de aguas servidas, por medio de un conducto artificial.
<b>Altitud</b>	Distancia vertical a partir de un origen determinado, considerado como nivel cero.
<b>ASTM</b>	American Standar for Testing of Materials.
<b>Caudal</b>	Volumen de agua que pasa por unidad de tiempo.
<b>Cimiento corrido</b>	Elemento de concreto reforzado, que sirve de base para muros y transmite las cargas a las zapatas.
<b>Concreto ciclópeo</b>	Es una combinación de concreto estructural y de piedra canto rodado o triturada. .
<b>COCODE</b>	Consejo Comunitario de Desarrollo.
<b>Cota de terreno</b>	Altura del terreno en referencia a un nivel determinado.

<b>Dotación</b>	Estimación de la cantidad de agua que se consume en promedio por habitante diariamente.
<b>Estructura</b>	Conjunto de elementos destinados a resistir los efectos de las fuerzas internas y externas.
<b>Excretas</b>	Materias fecales que el cuerpo humano expulsa como producto del metabolismo de la ingesta.
<b>INFOM</b>	Instituto de Fomento Municipal.
<b>Mampostería</b>	Obra de albañilería formada por unidades o bloques de concreto unidos con mortero que al incluirle acero de refuerzo, se le denomina mampostería reforzada.
<b>Pozo de visita</b>	Estructura subterránea que sirve para cambiar de dirección, pendiente, diámetro, y para iniciar un tramo de tubería.
<b>TIR</b>	Es la tasa de descuento que hace que el valor presente de una oportunidad de inversión sea igual a cero. Es la tasa interna de retorno.
<b>VPN</b>	Es el valor presente neto donde el valor del dinero se ve afectado por el tiempo transcurrido y por una tasa de interés establecida.

## **RESUMEN**

El Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.) es una actividad integral que maneja el sistema de la Universidad de San Carlos de Guatemala, realizada para poner en práctica los conocimientos adquiridos durante el transcurso de la carrera del futuro profesional. Con esto se pretende aportar soluciones a la problemática que sufre el país, con proyección social para el desarrollo de proyectos factibles y específicos en los sectores de mayor necesidad en diferentes áreas de trabajo. Por su parte la ingeniería civil pretende brindar soluciones reales que generen beneficios y mejoras en las condiciones infraestructurales y de servicios básicos de una comunidad.

De acuerdo con un análisis diagnóstico de investigación, se presenta este trabajo de graduación, y de esta manera se prioriza los problemas que atraviesa el caserío Santa Rita Ruíz y el área urbana del municipio de San José El Rodeo, San Marcos en cuanto a la falta infraestructura que incentive la organización, administración y reunión en las comunidades rurales, y la seria contaminación ambiental debido al deterioro en el sistema de alcantarillado del municipio, provocando a su vez malos olores y colapso en tramos específicos, entre otros; perjudicando directamente la salud de los pobladores.

Es preciso implementar infraestructuras e instalaciones que brinden comodidad y mejora en el sistema organizativo de las áreas rurales y en un mejor control de las aguas residuales.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Diseñar el salón de usos múltiples para el caserío Santa Rita Ruíz y el sistema de alcantarillado sanitario para la cabecera municipal de San José El Rodeo del departamento de San Marcos.

### **Específicos**

1. Realizar una investigación diagnóstica y monográfica, que proyecte la necesidad de servicios básicos e infraestructura del caserío Santa Rita Ruíz, y de la cabecera municipal de San José El Rodeo, San Marcos.
2. Apoyar a la Municipalidad de San José El Rodeo, San Maracos aplicando los conocimientos adquiridos en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlo de Guatemala, para beneficio de la población.
3. Capacitar a los miembros de la división encargada del ornato y mejoras del municipio San José El Rodeo, para la operación y mantenimiento del alcantarillado sanitario, además del manejo y control de las aguas residuales.



## INTRODUCCIÓN

La mayoría de las comunidades a nivel nacional carecen de infraestructura adecuada que potencialice el desarrollo de su población a nivel social, económico, político y cultural, entre varios aspectos que comprenden las actividades de un centro poblado. Tal es el caso de el caserío Santa Rita Ruíz y de la cabecera municipal de San José El Rodeo, San Marcos. Dos lugares que cuentan con infraestructura deficiente que incentive la capacidad de organización, reunión, administración y buen manejo de las aguas residuales respectivamente.

Como parte inicial se realizan estudios de investigación diagnóstica, que identifique la problemática que estos centros poblados posean, entonces de esta manera priorizar los proyectos factibles para mejorar la calidad de vida humana y desarrollo poblacional, seleccionándose los siguientes: el diseño de un salón de usos múltiples para el caserío Santa Rita Ruíz y el diseño del alcantarillado sanitario para la cabecera municipal de San José El Rodeo, San Marcos.

En el capítulo 1 se encontrarán todos los aspectos de investigación que se utilizaron para determinar una priorización de proyectos, mientras que en el capítulo 2 se incluye con los aspectos técnicos que se utilizaron para la elaboración del diseño de los dos proyectos ya mencionados. Además, se presentarán presupuestos para cada uno de los proyectos, y los cálculos hidráulicos, resultados y planos correspondientes para cada proyecto.





# **1. FASE DE INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Monografía del municipio de San José El Rodeo, San Marcos**

A continuación se presentan aspectos referentes a la historia, condiciones y características del municipio de San José El Rodeo, San Marcos, de datos que fueron recopilados por las autoridades del lugar.

### **1.1.1. Reseña histórica**

El municipio de San José El Rodeo fue fundado oficialmente el 12 de marzo de 1834.

El caserío Santa Rita Ruíz en el año de 1890. Esta era finca rústica donada por el general Justo Rufino Barrios a doña Eleuteria Ruíz, con el objeto de colonizar toda la costa sur del departamento de San Marcos y producir café, doña Eleuteria Ruíz era originaria de la hacienda San Jon El Tiesto, municipio de Ayutla; la finca Santa Rita fue habitada por doña Eleuteria Ruíz y sus dos hijas: Vitoria Barrios y Agueda de Jesús Ruíz.

Después de muchas divisiones de la finca matriz, en 1948, los propietarios repartieron las fincas a sus hijos, dividiéndola en partes iguales y estos ya siendo dueños legítimos, empezaron a vender sus partes. Personas que no eran de ahí vinieron a comprar y así se pobló el lugar. Estos terrenos antiguamente dependían de las aldeas La Industria y Cerro Redondo. Con la necesidad de ser independientes los pobladores decidieron fundar el lugar y lo bautizaron con el nombre de caserío Santa Rita Ruíz.

Se cuenta que en el centro de lo que ahora es la cabecera municipal de San José El Rodeo existía una frondosa ceiba que prodigaba sombra a muchos metros a la redonda, lo que era aprovechado por los viajeros para pastar y descansar el ganado vacuno, caballar y lanar que se comerciaba entre el altiplano y la costa marquense, ya que era el paso principal; algunos hasta pernoctaban aprovechando su clima templado por las noches, alrededor de la ceiba habría un corral muy grande donde se guardaba el ganado y todos le llamaban “El Rodeo”, por lo que desde esa época el lugar fue conocido como el Patrono del lugar según sus creencias religiosas, recayendo en el Patriarca San José, y desde 1953 la Dirección General de Estadística lo reconoce con el nombre de “San José El Rodeo”.

### **1.1.2. Localización del municipio**

El municipio de San José El Rodeo se localiza en la región de la boca costa del departamento de San Marcos. Limita al norte con San Pablo, al sur con El Tumbador y Pajapita, al este con San Rafael Pie de la Cuesta y al oeste con Catarina, todos municipios del departamento de San Marcos. Tiene una extensión territorial de 81 kilómetros cuadrados, equivalente al 2,14 % del territorio departamental. El territorio ubica en las cuencas hidrográficas de los Ríos Naranjo y Suchiate que son parte de la vertiente del Pacífico.

### **1.1.3. Ubicación geográfica**

El caserío Santa Rita Ruíz, está ubicado en las coordenadas de latitud norte 14° 53' 29,94" y longitud oeste 92° 0' 2,34", y se encuentra a una altitud promedio de 578 metros sobre el nivel del mar.

La cabecera municipal, está ubicada en las coordenadas de latitud norte 14° 54´ 50” longitud oeste 91° 58´ 33”, y se encuentra a una altitud promedio de 700 metros sobre el nivel del mar.

#### **1.1.4. Aspectos topográficos**

La topografía del municipio en general es bastante irregular, con tendencia a disminución de altura sobre el nivel del mar. La mayor parte de la población está asentada en áreas inclinadas.

#### **1.1.5. Vías de acceso**

Entre sus principales vías de acceso está la carretera CA-2, con una longitud de 298 kilómetros hacia la ciudad capital. Y la carretera RN-,1 con una longitud de 49 kilómetros a la cabecera departamental de San Marcos. Tiene acceso con carretera asfaltada a San Pablo y Malacatán, El Tumbador y a Pajapita. A Catarina por La Lima y Santa Bárbara.

La distancia de la cabecera municipal San José El Rodeo al caserío Santa Rita Ruíz, es de 8 kilómetros. Esta comunidad se encuentra a 46,5 kilómetros de distancia de la cabecera departamental de San Marcos y a 295,5 kilómetros de la ciudad capital de Guatemala por la Ruta Interamericana.

#### **1.1.6. Clima**

Los datos climatológicos fueron obtenidos de la estación meteorológica de Catarina, representativa para el municipio de San José El Rodeo.

Los siguientes datos identifican el aspecto climático del lugar;

- Lluvia en el 2 005 fue de 2 595,80 mm/año
- Velocidad de viento en 2005 fue de 6,9 Km/hora
- Temperatura promedio: 24,4°C
- Temperatura mínima: 20,8°C
- Temperatura máxima:34,7°C
- Temperatura máxima absoluta: 38,4°C
- Nubosidad 3,7-4,3 octas
- Humedad relativa: 71 % - 77 %
- Dirección del viento variable

#### **1.1.7. Colindancias**

El caserío Santa Rita Ruíz colinda al norte con las fincas La Esperanza y La Florida, al sur con la comunidad San Rafael, al este con las fincas Perú y Bolivia y al oeste con aldea La Industria.

La cabecera municipal de San José El Rodeo colinda al norte con el caserío San Vicente y finca La Gloria, al sur con las fincas Liberia y El Manantial, al este con la finca Los Cerros y al oeste con comunidad El Recreo.

#### **1.1.8. Demografía**

Con el objetivo de estudio de la población en el área de influencia de los proyectos, se presenta a continuación el estudio estadístico de poblaciones en el caserío Santa Rita Ruíz y la cabecera municipal de San José El Rodeo.

También se identificará el tipo de vivienda, caracterizándolas por los materiales y propiedad de las mismas, y de esta manera establecer un parámetro de desarrollo infraestructural en ambas comunidades.

### 1.1.8.1. Población

Los datos de población del caserío Santa Rita Ruíz fueron tomados de las cifras preliminares consignadas por las autoridades comunales del lugar.

Tabla I. **Población total de caserío Santa Rita Ruíz**

EDADES	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
0-4 años	82	100	182
5-9 años	73	88	161
10-19 años	108	132	240
20-24 años	36	45	81
25-59 años	126	154	280
60 o más	28	34	62
TOTAL	453	553	1 006

Fuente: elaboración propia.

Los datos de población de la cabecera municipal de San José El Rodeo fueron tomados de las cifras preliminares consignadas en la base de datos de población, según departamento, municipio y lugar poblado, del XI censo de población y VI de habitación del 2002, realizado por el Instituto Nacional de Estadística (INE).

Tabla II. **Población total de cabecera municipal, San José El Rodeo**

EDADES	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
0-14 años	375	333	708
15-64 años	437	516	953
65 + años	6	3	135
TOTAL	84	94	1 796

Fuente: elaboración propia, con datos de Censo de Población y Vivienda 2002; Guatemala.

#### **1.1.8.2. Tipo de vivienda**

En el Caserío Santa Rita Ruíz existen 165 viviendas, algunas desocupadas debido a que sus propietarios viven en Estados Unidos y de esa manera han logrado agenciarse de dinero para poderlas construir. El 95 % es propietario de la vivienda y el 5 % restante, las alquilan. Los materiales con los que están construidas las viviendas son los siguientes: block, adobe y madera.

En la cabecera municipal de San José El Rodeo existen más de 500 viviendas, la mayoría son habitadas por originarios del lugar, aunque existen algunas viviendas alquiladas por persona originarias de comunidades cercanas.

El uso de block y concreto armado han sido los materiales utilizados en la construcción de vivienda actual, pero también existen viviendas construidas a base de materiales como el adobe y madera; predominando los techos de lámina.

### **1.1.9. Educación**

De acuerdo con información reportada en el Índice de Avance Educativo Municipal, 2002-2006, publicado en el 2008 (proyecto diálogo USAID), el municipio de San José El Rodeo, tiene índice de avance educativo de 57.5 % y se ubica en la categoría media, con la posición 40 de 117 municipios considerados a nivel nacional como los de mayor marginación.

El caserío Santa Rita Ruíz cuenta con los niveles de preprimaria, primaria, básico y diversificados. Estos se albergan en la Escuela Oficial Rural Mixta del caserío.

Además cuenta con una academia de mecanografía donde se imparten los cursos de: mecanografía básica y mecanografía libre; esta lleva por nombre Academia Práctico Comercial de Mecanografía “Santa Rita”.

La cabecera municipal de San José El Rodeo cuenta los niveles de educación preprimaria, primaria, básico y diversificado, en el sector público; además existen establecimientos privados en crecimiento que apoyan la educación en el lugar.

#### **1.1.9.1. Aspectos económicos**

En el caserío Santa Rita Ruíz la PEA está comprendida de los 15 a los 64 años, aunque en muchos casos los niños empiezan a incorporarse a la vida laboral desde los siete años, acompañando a sus padres a los trabajos que ellos realizan. Además, se pudo determinar que la población en edad de trabajar asciende a 663 personas de las cuales el 55 % son mujeres y el 45 % son hombres.



La mayor parte de vecinos de este lugar son propietarios de pequeñas extensiones de terrenos, que utilizan para la siembra de sus productos para consumo propio o para vender en los municipios circunvecinos. Algunos son propietarios de ganado vacuno, lanar y caballar, otros son dueños de carnicerías y se dedican al destace de res, marrano y pollo; se ha podido constatar que hay una asociación de pilotos de buses, dedicados a transportar a los vecinos de ese caserío hacia la cabecera municipal y viceversa y algunos vecinos del lugar son los propietarios.

Algunas familias rentan tierras cercanas a la localidad para cultivar, a un precio de Q40.00 por cuerda. Lo cual indica que productos de subsistencia alimentaria como maíz y frijol, es obtenido en su mayoría de sus propias parcelas.

Entre los cultivos más predominantes en esta región están: café, maíz, frijol, arroz, banano de seda, nance morado, de coco (estos de mayor venta en la comunidad), plátano, naranja, mandarina, limones, zapote, aguacate, chincuya, pataste, caimito, papaya, nance, guanaba, malanga, yuca, camote dulce, pacaya, y variedad de hierbas como hierbamora, chipilín, etc.

Las principales frutas que se producen en la comunidad se comercializan en casas y mercados de la cabecera municipal. También son llevados fuera del municipio, esto ayuda al ingreso económico de las familias que realizan esta operación.

Además existen tiendas, que venden productos de consumo diario, aproximadamente unas ocho en total.

También hay comercios de productos específicos artesanales como: bisutería y manualidades con residuos sólidos, entre otros.

El desarrollo económico del municipio San José El Rodeo se ha basado en la producción de café; los cultivos se han expandido alrededor de todo el territorio del municipio. Pero también esto ha generado dependencia por el monocultivo, ya que este producto es primordialmente de mercado externo.

La población económicamente activa del municipio San José El Rodeo es de 34,77 % según el Instituto Nacional de Estadística (INE); estableciéndose en las actividades más comunes en el sector de la agricultura, pecuario y pequeños comercios.

En la cabecera municipal de San José El Rodeo se comercializa a nivel de plaza el día sábado, con productos obtenidos por cultivos en el sistema de traspatio. También se encuentran comedores, gasolinera, talleres de mecánica automotriz, vidriería, hotel, panaderías, farmacias para la atención de ventas locales. Por lo tanto se observa que en el área urbana del municipio las actividades económicas que predominan se basan en comercios habituales para una población.

En la cabecera municipal de San José El Rodeo existe también una actividad económica muy registrada, la cual es el transporte por medio de automóviles llamados tuctuc's, establecida por una asociación de transporte de mototaxis. Además existen microbuses con rutas específicas, donde algunos de los pilotos son originarios del municipio y también son dueños de los móviles de servicio.

La población que se ve afectada por no contar con un comercio propio y no trabajar en sector de la agricultura, son empleados de instituciones públicas y privadas establecidas en la cabecera municipal; mientras que otra parte de la población se ve obligada a migrar hacia otros municipios cercanos o a la cabecera departamental, en busca de mejores condiciones de trabajo.

### **1.1.9.2. Servicios existentes**

El caserío Santa Rita Ruíz cuenta con servicios de energía eléctrica, sistema de dotación de agua potable escaso, con más 40 años de funcionamiento; existe un centro educativo que alberga al nivel preprimario, primario y básico. Además; cuenta con una enfermería atendida por promotores de salud.

Con relación a las vías de acceso, cuenta con carreteras con tramos pavimentados y otros de suelo natural que lo comunican con aldeas cercanas y con la cabecera municipal; también existe un camino rural en mal estado que lo comunica con el municipio de Catarina.

La cabecera municipal de San José El Rodeo, debido a ser el área urbana, por lo tanto con mayor desarrollo en todo el municipio, también tiene deficiencia en varios servicios, a pesar de cuenta con ellos, tales como: el sistema de agua potable, sistema alcantarillado sanitario, manejo de residuos sólidos y energía eléctrica, entre otros.

La cabecera municipal cuenta también con servicio de salud como: el centro de salud, Centro Atención Permanente (CAP) y algunos sanatorios y clínicas privadas. Con relación al sector turístico, existe un hotel y pequeños lugares de alojamiento.

También se cuenta con centros educativos públicos y privados que atienden los niveles desde preprimaria a diversificado. Las vías de acceso principales a la cabecera municipal son las que conducen al municipio de El Tumbador y la cabecera departamental de San Marcos, y ambas son asfaltadas.

## **1.2. Investigación diagnóstica sobre necesidades del caserío Santa Rita Ruíz y de la cabecera municipal de San José El Rodeo, San Marcos**

Por medio de una reunión con autoridades comunitarias, vecinos y vecinas del caserío Santa Rita Ruíz, se determinaron las necesidades primordiales de las cuales carece el lugar, para el buen desarrollo de la población. En un proceso específico de selección y votación; por medio de propuestas realizadas por las personas involucradas en la reunión se llegaron a acuerdos sobre el futuro de la infraestructura y servicios básicos necesarios para una buena calidad de vida de los habitantes de este sitio.

### **1.2.1. Descripción de las necesidades**

Las necesidades expresadas en forma general, fueron descritas por los habitantes y autoridades del caserío Santa Rita Ruíz.

A continuación se presenta en orden prioritario los proyectos que de implementarlos cubrirán las necesidades establecidas con respecto condiciones actuales de la comunidad:

Tabla III. **Necesidades encontradas en el caserío Santa Rita Ruíz**

No.	Proyecto
1	Mejoramiento del sistema de dotación de agua potable
2	Introducción del sistema de alcantarillado sanitario
3	Construcción de salón de usos múltiples
4	Construcción de centros educativos para los niveles de pre-primaria y básico
5	Construcción de enfermería

Fuente: elaboración propia.

Ya que en la cabecera municipal de San José El Rodeo se encuentra el edificio de la Municipalidad y las autoridades que velan por el desarrollo del municipio, la priorización de proyectos corresponden a nivel del municipio en su totalidad, pero con el director municipal de planificación se llevó a cabo una asamblea en conjunto con alcaldes auxiliares de las colonias y cantones que se encuentran dentro del área urbana, con el objetivo de establecer una matriz de necesidades, tomando en cuenta las que se encuentran establecidas específicamente para la cabecera en las oficinas de planificación municipal.

En la asamblea realizada se señalaron algunas necesidades, que dieron paso a establecer proyectos que de implementarlos cubrirían los aspectos deficientes dentro del desarrollo infraestructural del municipio.

Es necesario que los proyectos establecidos sean ordenados de acuerdo a la prioridad de cubrir una necesidad, o mejorar aspectos dentro de la infraestructura comunitaria.

La tabla muestra los proyectos de priorización en el municipio:

Tabla IV. **Necesidades encontradas en la cabecera de San José El Rodeo**

No.	Proyecto
1	Mejoramiento de sistema de alcantarillado sanitario
2	Mejoramiento de la red de distribución de agua potable
3	Mejoramiento y ampliación de rastro municipal
4	Construcción de planta de manejo de residuos sólidos
5	Mejoramiento del parque municipal
6	Mejoramiento de calles principales para la cabecera municipal

Fuente: elaboración propia.

### **1.2.2. Evaluación y priorización de las necesidades**

El proceso de selección de las necesidades corresponde a un análisis que establece la viabilidad de recursos y soluciones respecto del entorno social, económico y político dentro de las comunidades.

Al evaluar las condiciones y recursos actuales de las comunidades se le dio prioridad a los proyectos, por carácter de desarrollo y calidad de vida humana. Por lo tanto los proyectos, seleccionados fueron los siguientes:

Salón de usos múltiples para el caserío Santa Rita Ruíz y sistema de alcantarillado sanitario para la cabecera municipal de San José El Rodeo, San Marcos.



## **2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL**

### **2.1. Diseño del salón de usos múltiples para el caserío Santa Rita Ruiz**

El proyecto a diseñar en el caserío Santa Rita Ruiz es un salón de usos múltiples en un área de 231 metros cuadrados; además se diseñará un muro de contención de 1.70 metros de altura y 23 metros de largo en la dirección norte del terreno.

#### **2.1.1. Descripción del proyecto**

El tipo de materiales a utilizar para el salón de usos múltiples son paredes de mampostería reforzada y techo de estructura metálica con lámina de zinc. Se usará piedra de bola para el muro de contención por gravedad.

##### **2.1.1.1. Localización del terreno**

El terreno está ubicado en las coordenadas de latitud norte 14° 53' 30,29" y longitud oeste 92° 0' 2,32", en el caserío Santa Rita Ruiz, ubicado a 8 kilómetros de distancia desde la cabecera municipal de San José El Rodeo.

##### **2.1.1.2. Topografía**

El terreno disponible para el diseño de la edificación es irregular, tanto en planimetría como en altimetría. El polígono que define los límites del terreno tiene un área de 480 metros cuadrados.



### **2.1.1.3. Estudio de suelo**

El ensayo de compresión triaxial y el de corte directo son los realizados para determinar parámetros y características necesarias específicas para el diseño del proyecto, utilizados en cálculos estructurales de las cimentaciones y del muro de contención, respectivamente.

## **2.1.2. Diseño arquitectónico**

Este se refiere a darle forma y distribución adecuada en conjunto a los diferentes ambientes que componen el salón, con el objetivo de tener un lugar cómodo y funcional para su uso. Para lograrlo, se deben tomar en cuenta los diferentes criterios arquitectónicos, principalmente para este caso, la sección de Diseño y Desarrollo de Edificios del INFOM y las Normas de Planificación para Viviendas del FHA.

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

Se utilizarán 231 metros cuadrados para el diseño del salón, del área total del terreno. El salón será ubicado de tal manera que se aproveche la iluminación natural y se adecue a la forma del polígono que define el terreno.

### **2.1.2.2. Distribución de ambientes**

La distribución de ambientes se realizará por medio de métodos tradicionales, de tal modo que se adapten mejor a las condiciones del terreno. También se toma en cuenta la concordancia con las entradas y salidas del salón, la iluminación natural, las instalaciones eléctricas y sanitarias.

### 2.1.2.3. Altura del edificio

El salón de usos múltiples será de un nivel, y cumple con las normas de la sección de Diseño y Desarrollo de Edificios del INFOM.

Tabla V. **Alturas recomendadas en techos o entrepisos (en metros)**

Proyecto	Clima templado o frío	Clima cálido
Edificio municipal	2,65	3,00
Mercado	4,50	4,80
Locales fijos	2,65	3,00
Rastro	4,50	4,80
Centro de uso comunal	4,50	4,80
Salón social	4,00	5,00
Salón social + deportivo	6,00	6,00

Fuente: JORDÁN Mario René. *Propuesta de normas de diseño para edificios de uso público en la República de Guatemala*. p. 49

La altura de las ventanas es de 1,00 metros y del nivel del suelo a las mismas es de 2,80 metros. Las alturas de las puertas en los ingresos es de 2,80 metros. Los muros tienen una altura de 5,00 metros.

### 2.1.3. Análisis estructural

El análisis estructural está definido por el estudio de la tipología a utilizar para, para el diseño del proyecto; esto conlleva un proceso sistemático y ordenado.

La realización del diseño comienza por la selección de estructura, predimensionamiento de elementos estructurales y el análisis de cargas que afectan a la estructura. De tal forma que con estos datos específicos definidos, es posible proceder al diseño estructural.

### **2.1.3.1. Selección de tipología estructural**

El resultado de elegir un sistema constructivo debe comprender el tipo estructura, forma, dimensiones, materiales, procesos y tiempos de ejecución. Al elegir un sistema estructural influyen varios parámetros fundamentales como la resistencia, economía, clima, recurso de la localidad y la calidad de mano de obra. De modo que para este caso, se eligió la mampostería reforzada en paredes con cubierta de lámina de zinc soportada por estructura metálica, compuesta de costanera y tendales; además, para la construcción del muro de contención de mampostería por gravedad.

### **2.1.3.2. Predimensionamiento de elementos estructurales**

La mampostería a utilizar será block de 0,19 x 0,19 x 0,39 metros; con un f'm de 35 Kg/cm<sup>2</sup>, el acero para el refuerzo tendrá un  $f_y = 40\ 000\ \text{Lb/plg}^2$ ). El valor soporte para el suelo será 30 ton/m<sup>2</sup>. La cota de cimentación será de 1.00 metro. Las dimensiones de la costanera son 4" x 2" x 1/16".

Se usará lámina galvanizada acanalada calibre 26 (peso = 0,82 Lb/ pie<sup>2</sup>) de 2,74 pies de ancho y 9 pies de largo. Los tendales serán costaneras dobles "acuachadas" de 8"x3"x0,105". Se proponen columnas 30 cm X 30 cm de sección, y soleras de 20 cm X 20 cm de sección.

### **2.1.3.3. Cargas de diseño para la cubierta**

Dentro de estas se establecen cargas específicas que afectarán o incidirán en la cubierta o techo del edificio, dentro de la cuales se encuentran cargas de viento, vivas, muertas y sísmicas.

#### **2.1.3.3.1. Carga de viento**

Generalmente las fuerzas del viento se consideran como cargas móviles que pueden actuar en cualquier dirección. De tal manera que ejercen presión sobre las áreas expuestas de la estructura. Dentro del análisis se utilizaron los datos de viento registrados en el Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH) en el período de 1990 a 2004 para todo el país.

Se toma 12,80 kilómetros por hora como la velocidad del viento, que es la mayor registrada 2001 según datos registrados por el INSIVUMEH, para la estación de Catarina que se encuentra aproximadamente a 25 Km de distancia de la ubicación del proyecto.

La presión del viento en un edificio puede estimarse con la siguiente expresión que está dada en el sistema internacional:

$$q = 0.004819 V_z^2$$

Donde:

q = carga del viento por unida de superficie, [Kg/m<sup>2</sup>]

Vz = velocidad de diseño del viento, [km/h]

La mayoría de los códigos de construcción especifican un valor básico, pero que varía en función de la altura y otras condiciones; por ejemplo: el Uniform Building Code (UBC) especifica 73 Kg/m<sup>2</sup> para edificios menores de 20 metros de altura.

#### **2.1.3.3.2. Carga viva**

Debido a la necesidad de darle mantenimiento al techo de lámina por condiciones climáticas, deterioro y montaje, es necesario considerar la carga viva de trabajador encargado de esta actividad. Se establece una carga viva de trabajador de 10Lb/pie<sup>2</sup>.

#### **2.1.3.3.3. Carga muerta**

De acuerdo con el calibre de lámina a utilizar será necesario establecer un valor de carga muerta aplicada por el peso propio de material, obtenido de datos del fabricante 4,70 Kg/m<sup>2</sup> equivalente a 0,87Lb/pulg<sup>2</sup>.

#### **2.1.3.3.4. Fuerzas sísmicas**

En Guatemala se diseñan las estructuras contra eventos sísmicos ya que es un país de alto riesgo a estos eventos, las cargas generadas también son conocidas con el nombre de cargas laterales; son puramente dinámicas. Una de las características de estas cargas es que su aplicación es en un corto período de tiempo. Las fuerzas sísmicas se determinan con la fuerza lateral ocasionada en la base del edificio, para la determinación de las fuerzas laterales SEAOC propone:

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

Donde:

Z = coeficiente de riesgo sísmico

I = coeficiente de importancia de la estructura

K = coeficiente que depende del tipo de estructura

C = coeficiente relacionado al periodo de vibración de la estructura

S = coeficiente que depende del suelo

W = peso propio de la estructura

Para estructuras de un nivel, la combinación de factores ZIKCS es igual a 0,1 por lo que el valor para el corte basal V será:  $V = 0,1 W$  donde W = peso propio de la estructura.

#### **2.1.4. Diseño estructural**

Este corresponde a todo el análisis del cálculo estructural propuesto para la construcción del proyecto, según las condiciones y restricciones que impliquen en la tipología estructural seleccionada; en este caso el análisis de estructura metálica para el techo, mampostería reforzada para los muros del salón y mampostería por gravedad para el muro de contención necesario, debido a las condiciones topográficas del terreno.

##### **2.1.4.1. Diseño de cubierta**

El techo estará compuesto por una cubierta de lámina galvanizada acanalada calibre 26 (su peso es de 0,87 Lb/pie<sup>2</sup> y su ancho de 2,74 pies).

Estará apoyada sobre una armadura de estructura metálica formada por costaneras y tendales.

En el cálculo de la carga uniformemente distribuida (W), que actúa sobre cada costanera, es necesario determinar el área tributaria y la integración de cargas por unidad de superficie del techo. Las costaneras serán de sección tipo “C”, al igual que los tendales, generando una sección cerrada al estar acuachadas.

#### **2.1.4.2. Separación máxima entre costaneras**

Debido que longitud de la láminas a utilizar es de 9 pies = 2,74 m, es necesario que existan apoyos en el traslape de las laminas; este traslape será 15 centímetros.

Al calcular la longitud efectiva de la lámina de acuerdo con la influencia del traslape es  $2,74 - 0,15 = 2,59$  metros, por lo tanto esta es la máxima separación permisible.

Integración de cargas

Carga de lámina	=	4,30 Kg/m <sup>2</sup>
Carga de costanera	=	4,00 Kg/m <sup>2</sup>
Carga de instalaciones	=	0,65 Kg/m <sup>2</sup>
Carga muerta	=	8,95 Kg/m <sup>2</sup>

Carga de costanera

Base = 2 pulg = 5,08 cm

Alto = 4 pulg = 10,16 cm

Espesor = 1/16 pulg = 0,159 cm

Peso específico del acero de costanera = 7 850 Kg/m<sup>3</sup>

Con los datos anteriores se procede a calcular la carga de costanera.

$$C_{\text{costanera}} = (0,1016 + 2(0,0508)) * 0,00159 * 7\ 850 = 2,53 \text{ Kg/m}$$

Carga de viento

Para la carga de viento se utilizarán 72 Kg/m<sup>2</sup> para edificios menores de 20 metros de altura, obtenida del Uniform Building Code (UBC); este valor se magnificará por un factor de 0,8 por el efecto de sotavento y 0,5 para el efecto de barlovento.

$$C_{\text{viento}} = 1.3 * (72 \text{ Kg/m}^2) = 93,60 \text{ Kg/m}^2$$

Al integrar las cargas en una ecuación que relacione a la separación entre costaneras se obtiene la siguiente expresión.

$$W = \text{separación} * (CM + CV) + C_{\text{costanera}}$$

$$W = \text{separación} * (8,95 + 93,60) + 2,53 \text{ [Ec. 1]}$$

Cálculo de momentos: Se determina la luz a cubrir por cada costanera en base a la separación de los tendales, los cuales estarán ubicados a la misma distancia de columnas en el muro de mampostería por cuestión modulación estructural.

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



Donde:

- M = momento actuante
- W = carga total actuante
- L = luz entre apoyos de costanera (2.85 m)

De lo anterior se obtiene la siguiente expresión.

$$M = 1,0153 * W \text{ [Ec. 2]}$$

Ahora, para calcular el momento resistente se procede a utilizar la siguiente expresión.

$$F = \frac{M * c}{I} = \frac{M}{S}$$
$$S = \frac{I}{C}$$

Donde:

- M = momento
- I = Inercia (dato de Tabla)
- S = módulo de sección
- C = distancia al eje neutro

$$S = \frac{74,50 \text{ cm}^4}{5,08 \text{ cm}} = 14,66 \text{ cm}^3$$

Despejando la ecuación anterior el momento resistente se calcula de la siguiente manera:

$$M = Fb * S$$

$$Fb = 0,6 * fy = 0,6 * 2\,531 \text{ Kg/m}^2 = 1\,518,70 \text{ Kg/cm}^2$$

$$M = 1\,518,70 \text{ Kg/cm}^2 * 14,66 \text{ cm}^3 = 22\,264,14 \text{ Kg} - \text{cm}$$

Entonces la separación se calcula igualando las ecuaciones 1 y 2 de este procedimiento.

$$S * (93,60 + 8,95) + 2,53 = \frac{M}{1,0153}$$

$$S * (102,55) + 2,53 = \frac{M}{1,0153}$$

Donde M es el momento resistente; y despejando para este caso de cálculo matemático queda:

$$S = 2,11 \text{ m}$$

De acuerdo con anterior se observa que la separación calculada se encuentra dentro del límite permisible la longitud efectiva de láminas. Pero por modulación de costaneras se propone una separación de 1,28 metros.

A través de la modulación de los elementos de apoyo es posible calcular el área tributaria de influencia de carga superficial para cada uno de estos elementos estructurales.

### 2.1.4.3. Diseño de costaneras

Para el diseño de las costaneras es necesario conocer y calcular algunos datos de preliminares, entre estos el área tributaria, carga y momento actuante. A través de los parámetros de costaneras comerciales será posible verificar el adecuado funcionamiento del elemento propuesto.

Además, en el diseño de costanera se utilizará la tabla que se presenta anteriormente en concepto de verificaciones estructurales.

Esta tabla establece dimensiones de la sección, espesor, área, inercia y módulos de sección.

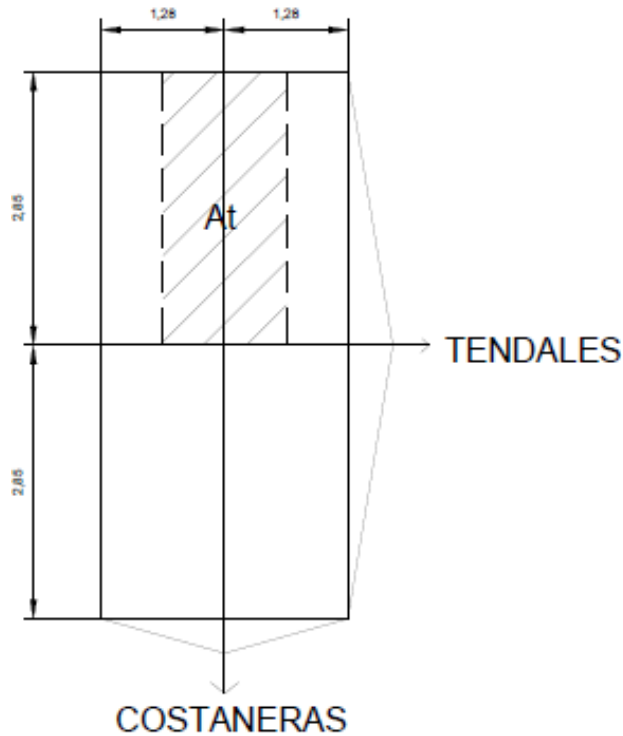
Tabla VI. **Parámetros de costaneras comerciales**

Costanera Tipo C	Altura (Plg) A+B+2C	Espesor "t"	Área Plg <sup>2</sup>	Ix Plg <sup>4</sup>	Iy Plg <sup>4</sup>	Sx Plg <sup>3</sup>	Sy Plg <sup>3</sup>
A=4" B=2" C=1/2" t=1/16	7,00	0,0625	0,44	1,79	0,0001	0,51	0,00
A=5" B=2" C=1/2" t=1/16	8,00	0,0625	0,50	2,67	0,0002	0,67	0,01
A=6" B=2" C=1/2" t=1/16	9,00	0,0625	0,56	3,80	0,0002	0,84	0,01
A=7" B=2" C=1/2" t=1/16	1,00	0,0625	0,63	5,21	0,0002	1,04	0,01
A=8" B=2" C=1/2" t=1/16	11,00	0,0625	0,69	6,93	0,0002	1,26	0,01
A=9" B=2" C=1/2" t=1/16	12,00	0,0625	0,75	9,00	0,0002	1,50	0,01
A=10" B=2" C=1/2" t=1/16	13,00	0,0625	0,81	11,44	0,0003	1,76	0,01

Fuente: elaboración propia.

Cálculo de área tributaria ( $A_t$ )

Figura 1. **Área tributaria para las costaneras**



Fuente: elaboración propia.

La separación de los ejes longitudinales de las costaneras es:  $c = 1,28 \text{ m} \approx 4,20 \text{ pies}$  y los tendales es  $t = 2,85 \text{ m} \approx 9,35 \text{ pies}$ ; por lo tanto el área que actúa sobre la costanera se calcula así:

$$A_t = \left( \left( \frac{c}{2} \right) + \left( \frac{c}{2} \right) \right) (t) = (c * t) = (1,28\text{m})(2,85 \text{ m})$$

$$A_t = 3,648 \text{ m}^2 = 39,25 \text{ pies}^2$$

## Integración de cargas

Las cargas muertas y cargas vivas a integrar para el cálculo en la verificación a flexión, deflexión y corte de costaneras; únicamente serán las proporcionadas por la lámina y por trabajador en actividades de mantenimiento, dado que las de viento fueron consideradas en el cálculo de separación de costaneras.

Carga muerta de lámina = 0,88 Lb/pie<sup>2</sup>

Carga viva de trabajador = 8,00 Lb/pie<sup>2</sup>

Carga total actuante = 8,88 Lb/pie<sup>2</sup>

Cálculo de carga uniformemente distribuida: al haber realizado la integración de cargas y determinar la distancia entre apoyos de costaneras, la cual es igual a la separación de tendales, se puede calcular la carga distribuida por unidad lineal de la siguiente manera.

$$W = \frac{C_T * A_T}{L_c}$$

Donde:

W = carga uniformemente distribuida por unidad lineal

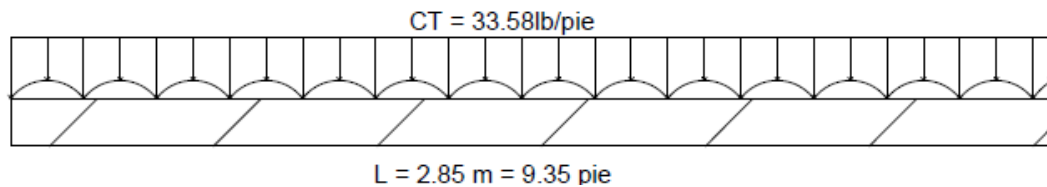
C<sub>T</sub> = carga total actuante

A<sub>T</sub> = área tributaria para costaneras

L<sub>C</sub> = longitud entre apoyo de costanera

$$W = \frac{8,88 * 39,25}{9,35} = 33,58 \text{ Lb/pie}$$

Figura 2. **Carga uniformemente distribuida por unidad lineal en costanera**



Fuente: elaboración propia.

Cálculo de momento actuante: se asume que la costanera se encuentra simplemente apoyada en sus extremos, de tal forma que se realice el cálculo así.

$$M = \frac{W * L^2}{8}$$

Donde:

W = Carga uniformemente distribuida

L = Longitud entre extremos de la costanera

$$M = \frac{33,58 * 9,35^2}{8}$$

$$M = 367 \text{ Lb} - \text{pie}$$

$$M = 4\,404,00 \text{ Lb} - \text{pulg}$$

#### 2.1.4.4. Verificaciones de costanera

Para determinar que la costanera propuesta sea la adecuada en el diseño de cubierta es necesario chequear con respecto a la flexión, corte y deflexión.

##### 2.1.4.4.1. Verificación por flexión

La flexión se refiere a la deformación que sufre el eje neutro de la costanera debido a la carga que soporta. La costanera será apropiada para soportar la flexión si el módulo de sección de la costanera ( $S_x$ ) es igual o mayor que el módulo de sección calculado ( $S$ ).

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

Donde:

$S$  = módulo de sección calculado.

$M$  = momento actuante.

$F$  = esfuerzo permisible del acero (20,000Lb/pulg<sup>2</sup>)

$$S = \frac{4\,404}{20\,000} = 0,22 \text{ plg}^3$$

Según datos comerciales de las costaneras establecidos en la tabla VI, se puede observar que el valor comercial del módulo de sección de la costanera con dimensiones  $A = 4''$ ,  $B = 2''$ ,  $C = \frac{1}{2}''$  y  $t = 1/16''$  es de 0,51pulg<sup>3</sup>.

Por lo tanto:

$$S_x > S_c$$

$$0,51 plg^3 > 0,22 plg^3$$

Entonces de acuerdo con verificación de flexión, la costanera propuesta es adecuada.

#### **2.1.4.4.2. Verificación por cortante**

El cortante es el valor de intensidad de una fuerza que actúa en las secciones paralelas a la sección transversal de un prisma mecánico, como por ejemplo una viga.

Por tanto se sabe que la fuerza cortante en una viga simplemente apoyada, en este caso es perpendicular al eje longitudinal de la costanera; esto quiere decir que las reacciones en los apoyos de las costaneras se calcularán de la siguiente manera.

$$R1, R2 = \frac{W * L}{2}$$

Donde:

R1 = reacción 1, R2= reacción 2

W = carga uniformemente distribuida

l = longitud de la costanera



$$R1, R2 = \frac{33,58 * 9,35}{2} = 156,98 \text{ Lb} \equiv 157 \text{ Lb}$$

La verificación a corte consiste en que para el acero A-36, del cual están fabricadas las costaneras. El esfuerzo promedio no debe exceder el valor de 14 500 Lb/pulg<sup>2</sup>.

La costanera propuesta debido a la condición de carga soportará un esfuerzo de:

$$E = \frac{R_1}{A_{st}} = \frac{156,98}{0,44} = 356,77 \text{ lb/pulg}^2$$

Donde:

R1 = R2 = reacción

Ast = área de sección transversal (dato de la tabla. VI)

Se observa que el esfuerzo que soporta la costanera es menor a los 14 500 Lb/pulg<sup>2</sup> permisibles para el acero A-36.

$$E_{soporta A-36} > E_{real calculado}$$
$$14\ 500 \text{ lb/pulg}^2 > 356,77 \text{ lb/pulg}^2, \text{ si chequea.}$$

#### **2.1.4.4.3. Verificación por deflexión**

Se entiende por deflexión aquella deformación que sufre un elemento por el efecto de las flexiones internas, donde su valor numérico está representado por la distancia perpendicular al eje neutro hacia el punto más lejano en la elástica.

La deflexión real se determina de la siguiente manera:

$$D_r = \frac{5 * W * L^3}{384 * E * I}$$

Donde:

W = carga uniformemente distribuida (Lb/pulg)

L = longitud de costanera

E = módulo de elasticidad

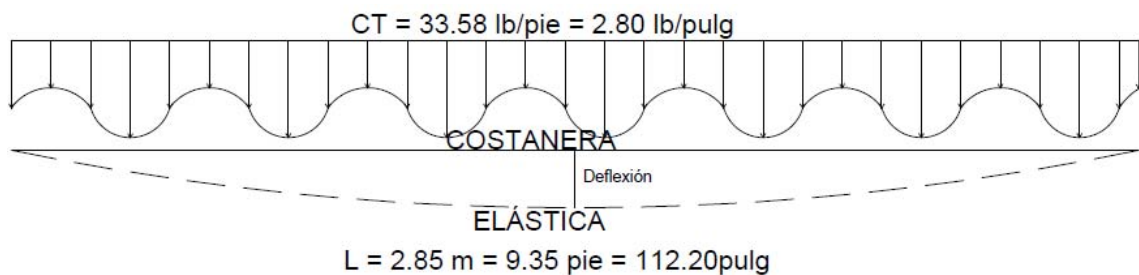
I = inercia de la costanera (dato de tabla)

Entonces, se necesita realizar una conversión para el cálculo de la ecuación.

$$W = 33,58 \text{ Lb/pie} * 1 \text{ pie} / 12 \text{ pulg} = 2,80 \text{ Lb/pulg}$$

$$D_r = \frac{5 * 2,80 * (2,85 * 3,28 * 12)^3}{384 * 29E^6 * 1,79} = 0,00099 \text{ pulg}$$

Figura 3. **Elástica de la costanera**



Fuente: elaboración propia.

La deflexión permisible se calcula de la siguiente manera:

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

Donde:

$D_p$  = deflexión permisible.

$L$  = longitud entre apoyos de costanera.

$$D_p = \frac{112.20}{360}$$

$$D_p = 0,3116 \text{ pulg}$$

$$D_p > D_r$$

$$0,3116 \text{ pulg} > 0,00099 \text{ pulg}$$

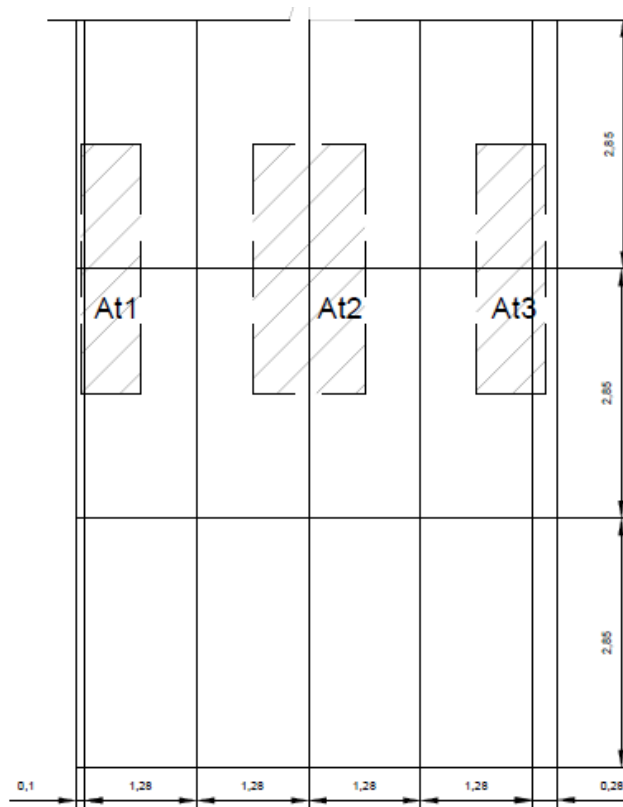
Por lo tanto se comprueba que la deflexión permisible es mayor que la deflexión real.

#### **2.1.4.5. Diseño de tendales**

Estos elementos son parte de la estructura de techo y se les conoce como cuerdas superiores, los tendales se diseñaran como una viga simplemente apoyada por medio de una sección cerrada hueca, con costanera tipo "C" dobles.

## Cálculo de áreas tributarias

Figura 4. **Áreas tributarias de tendales**



Fuente: elaboración propia.

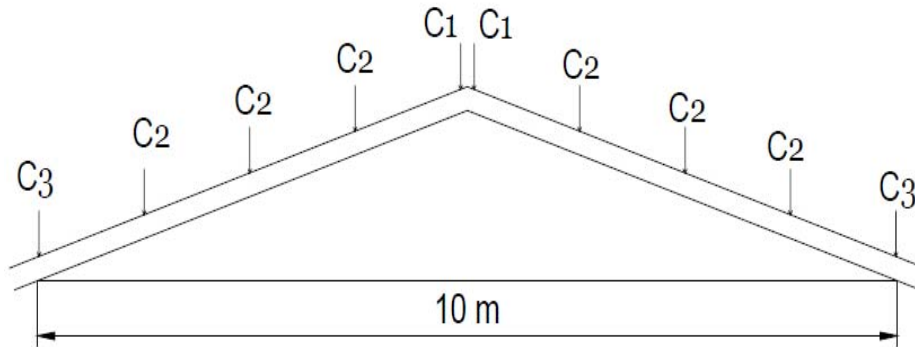
$$At1 = (0,10+0,64) * 2,85 = 2,11 \text{ m}^2 = 22,69 \text{ pie}^2$$

$$At2 = (0,64+0,64) * 2,85 = 3,65 \text{ m}^2 = 39,25 \text{ pie}^2$$

$$At3 = (0,28+0,64) * 2,85 = 2,62 \text{ m}^2 = 28,20 \text{ pie}^2$$

Cada una de las áreas tributarias calculadas se multiplicarán por la carga total actuante dada por unidad de superficie, para determinar la carga puntual en el nudo; para identificarlas a lo largo del tendal se utilizará la nomenclatura de las áreas tributarias.

Figura 5. **Cargas en el tendal**



Fuente: elaboración propia.

#### 2.1.4.5.1. Integración de cargas

En la integración de cargas para el tendal se toma en cuenta la carga de viento de 72 Kg/m<sup>2</sup> y la carga viva de trabajador, además de la carga muerta del peso propio de la estructura y de lámina de zinc.

$$\text{Carga de lámina} = 0,88 \text{ Lb/pie}^2$$

$$\text{Carga de armadura} = 2,00 \text{ Lb/pie}^2$$

$$\text{Carga de viento} = 14,96 \text{ Lb/pie}^2$$

$$\text{Carga de trabajador} = 8,00 \text{ Lb/pie}^2$$

$$\text{Carga total} = 25,84 \text{ Lb/pie}^2$$

Cálculo de cargas puntuales en el nudo:

$$C = A_t * C_t$$

$$C_1 = 22,69 \text{ pie}^2 * 25,84 \text{ Lb/pie}^2 = 586,30 \text{ Lb}$$

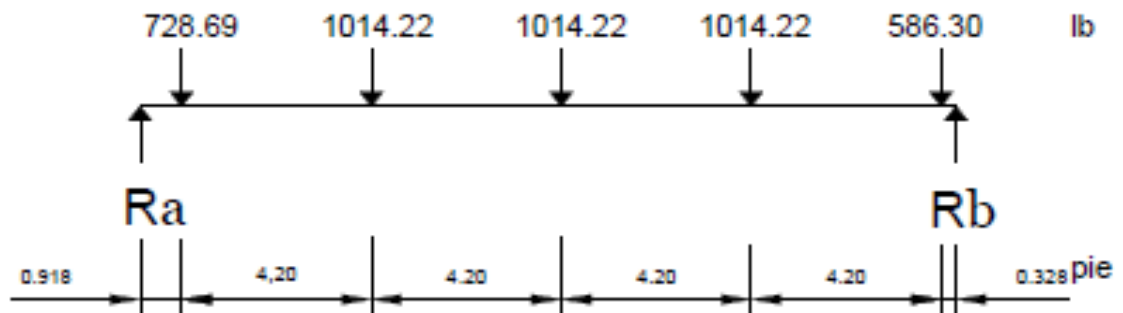
$$C_2 = 39,25 \text{ pie}^2 * 25,84 \text{ Lb/pie}^2 = 1\ 014,22 \text{ Lb}$$

$$C_3 = 28,20 \text{ pie}^2 * 25,84 \text{ Lb/pie}^2 = 728,69 \text{ Lb}$$

De modo que cada uno de los tendales del techo se analizará como una viga simplemente apoyada en sus extremos. Al determinar las cargas puntuales actuantes en cada uno de los nudos, se calcula el momento máximo.

D.C.L. de Tendal

Figura 6. Diagrama de cuerpo libre de tendal



Fuente: elaboración propia.

$$\sum M_a = 0$$

$$(728,69 * 0,918) + (5,11 + 9,31 + 13,51) (1\ 014,22) + (17,71 * 586) = R_b * 18,04\}$$

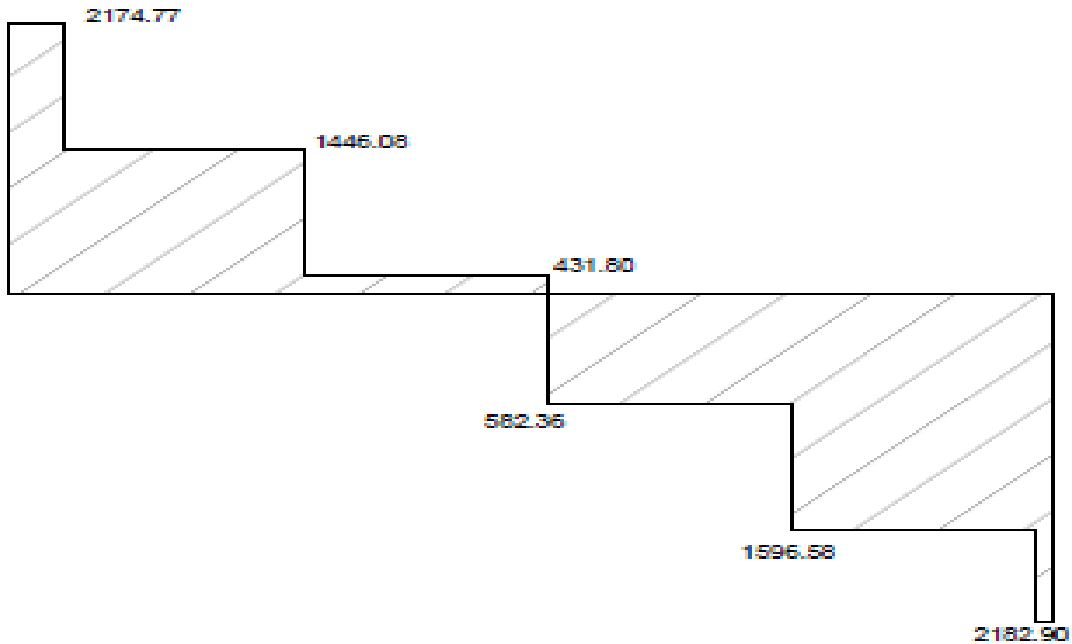
$$R_b = 2\ 182,90\ Lb$$

$$\sum F_y = 0$$

$$2\ 182,90 + R_a - 728,69 - 3 * (1\ 014,22) - 586,31 = 0$$

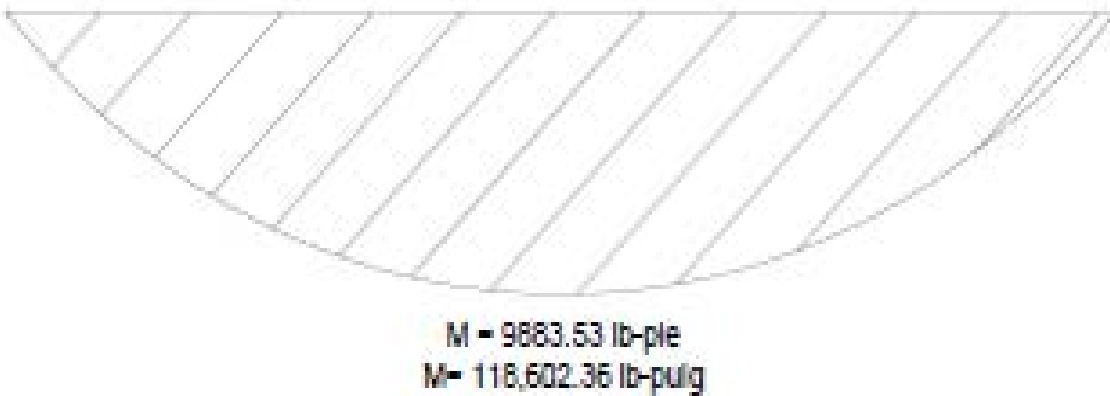
$$R_b = 2\ 174,77\ Lb$$

Figura 7. Diagrama de corte de tendal



Fuente: elaboración propia.

Figura 8. Diagrama de momento de tendal



Fuente: elaboración propia.

### Cálculo de momento máximo

$$M = (2\,174,77 * 0,918) + (1\,446,08 * 4,20) + (431,80 * 4,20)$$

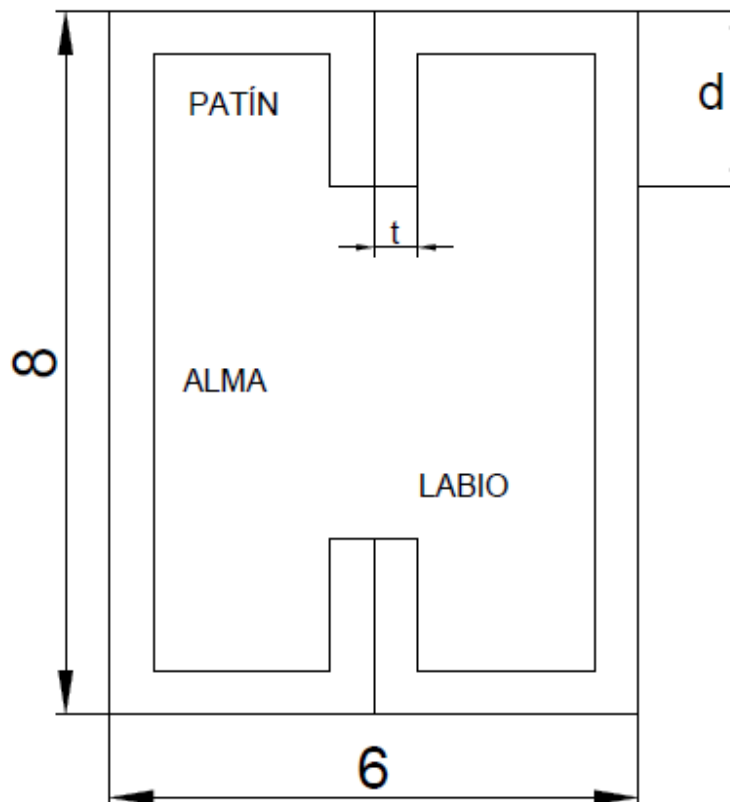
$$M = 1\,996,44 + 6\,073,536 + 1\,813,56$$

$$M = 9\,883,53 \text{ Lb-pie}$$

$$M = 118\,602,36 \text{ Lb-pulg}$$

Cálculo de momento resistente: aquí se tomarán en cuenta los parámetros importantes de las costaneras tipo "C" acuachadas o dobles, con el objetivo de verificar que el momento resistente sea mayor al actuante calculado.

Figura 9. **Sección cerrada del tendal**



Fuente: elaboración propia.



t = espesor del perfil = 0,105 pulg

R = radio de curvatura en el perfil = 3 / 16 pulg

d = labio rigidez del perfil = 0,80 pulg

R' = radio de eje perfil = 3 / 16 pulg + (0,105plg / 2) = 0,24 pulg

Lc = longitud de curva de eje perfil = (2π \* 0.24) / 4 = 0,377 pulg

Labio = d – t – R = 0,80 pulg – 0,105 – 3 / 16 = 0,5075 pulg

W = base de la sección cerrada = ancho total – 4t – 4R = 6 – (4 \* 0,105) – (4 \* 3/16) = 4,83 pulg

A = altura de alma = altura total – 2t – 2R = 8 – 2\*0,105 – 2\*3/16 = 7,415 pulg.

Tabla VII. **Propiedades geométricas del tendal**

Elemento		Cant.	Long.	Centroide (Ye)	I*Ye	Inercia centroidal ( I' * e)
Alma	7,42	2	14,83	0	0	67,811
Esquina	0,38	8	3,016	13,863	45,007	0,0019
Patines	2,42	4	9,66	3,707	132,746	
Labio	0,51	4	2,028	3,454	24,194	0,0436
Sumatoria					201,947	67,8665

Fuente: elaboración propia.

$$I_1 = 201,947 + 67,8565 = 269,8035 \text{ plg}^3$$

$$I = 269,8035 * 0,105 = 28,33 \text{ plg}^4$$

Módulo de sección cerrada:

$$S_x = \frac{I}{C} = \frac{28,33}{4} = 7,08 \text{ plg}^3$$

### Cálculo del momento resistente

Para el cálculo del momento resistente se utilizará la siguiente expresión:

$$M = S_x * F = 7,08 * 20000 = 141,646.84 \text{ Lb} - \text{pulg}$$

Donde:

M = momento resistente

$S_x$  = módulo de sección cerrada

F = esfuerzo permisible de acero A-36 según ASCI (20 000 Lb/pulg<sup>2</sup>)

$$M \text{ resistente} > M \text{ actuante}$$

$$141\ 646,84 \text{ lb} - \text{pulg} > 118\ 602,36 \text{ Lb} - \text{pulg}$$

Como se puede observar el momento resistente es mayor que el momento actuante; de esta forma verificamos que la sección utilizada es la adecuada para la estructura de techo.

#### **2.1.5. Diseño de muro de mampostería reforzada**

El muro de mampostería reforzado sigue siendo uno de los sistemas constructivos más empleados en Guatemala, principalmente en edificaciones pequeñas y sistemas de viviendas unifamiliares; regularmente este sistema constructivo es predominante en las regiones del interior de la República.

Aunque la mampostería en específico no es un buen material en zonas de alta sismicidad, es posible mejorar su desempeño al reforzarla de manera similar al concreto reforzado.

Esta consideración trae el diseño de mampostería reforzada, que da como consecuencia los supuestos; para el diseño de tensión elástica de trabajo del concreto reforzado se aplican a la mampostería reforzada, debido a que estos sistemas utilizan acero para resistir las fuerzas tensionales y concreto o mampostería para resistir las fuerzas de compresión.

#### **2.1.5.1. Método simplificado para el diseño de mampostería reforzada**

Este método se basa en conjeturar que la fuerza cortante generada por el efecto del sismo, en cada piso y dirección, se distribuirá entre los muros en la dirección específica, de forma proporcional al área de cada uno de los muros. De esta manera el esfuerzo cortante medio en cada muro será el mismo y la fuerza resistente en los pisos determinará la verificación de los diseños a flexión y corte, como el del momento de volteo para los usos específicos de los refuerzos mínimos establecidos por normas locales o internacionales.

En la consideración de refuerzos mínimos se utilizarán la del FHA y el ACI, estableciendo el diseño al más conservador debido, a ubicabilidad del proyecto.

Además, es importante mencionar que el diseño se asume que únicamente los muros paralelos a la dirección del sismo contribuyen a la resistencia, de tal manera que se desprecia la contribución de los muros transversales a la dirección de la fuerza aplicada.

El procedimiento sistemático del diseño especifica el cálculo de los siguientes parámetros:

- La rigidez de cada muro en la dirección del sismo.
- El centro de corte de muros.
- El centro de masa.
- La carga lateral y su distribución.
- La distribución del momento de volteo.

#### 2.1.5.2. Rigidez de muro

Al realizar el cálculo de las rigideces de cada muro se debe tomar en cuenta el sistema constructivo general; si son muros con una estructura de techo de losa se considerará a estos como doblemente empotrados, pero en el caso del proyecto, dado que es una estructura de techo de estructura metálica, llevará un análisis de muros en voladizo. Además se debe tomar en cuenta el diseño arquitectónico en aspectos de puertas y ventanas, si estas tienen un área igual o mayor a la del muro.

Para este caso la forma de calcular las rigideces estará dada por la siguiente expresión.

$$R = \frac{Am}{(4 * C^3 + 3 * C)} \qquad C = \frac{Hm}{Lm}$$

Donde:

R = rigidez de muro

Am = espesor de muro

C = relación de altura de muro/longitud de muro

Hm = altura de muro

Lm = longitud de muro

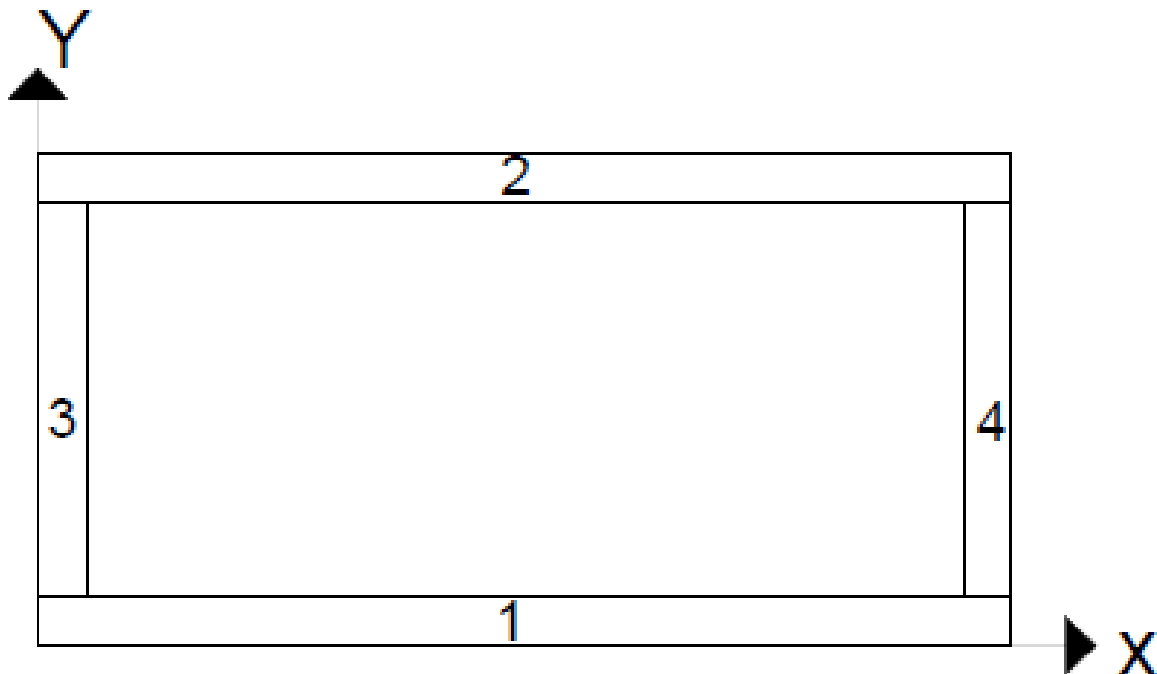
Es preciso mencionar que la rigidez equivalente se calcula como si se tratara de resistencias eléctricas, por medio de la fórmula:

$$R_{\text{serie}} = R_{\text{eq}} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

$$R_{\text{paralelo}} = R_{\text{eq}} = 1 / (1/R_1 + 1/R_2 + \dots + 1/R_n)$$

Donde: R1, R2,.....Rn tiene un valor igual a la rigidez total calculada.

Figura 10. **Muros de mampostería**



Fuente: elaboración propia.

$$R_{1,2} = \frac{0,19}{4 * 0,25^3 + 3 * 0,25} = 0,233$$

$$R_{1,2} = \frac{0,19}{4 * 0,50^3 + 3 * 0,50} = 0,095$$

Tabla VIII. **Rigideces en muros**

Muro	Lm (m)	H(m) m	C	tm (m)	R*E
1	20	5	0,25	0,19	0,233E
2	20	5	0,25	0,19	0,233E
3	10	5	0,25	0,19	0,095E
4	10	5	0,25	0,19	0,095E

Fuente: elaboración propia.

En el análisis es posible obviar la influencia del módulo de elasticidad debido que no afecta en los cálculos del diseño.

### 2.1.5.3. Centro de corte de muros

Para determinar los centros de corte en los muros es necesario tener el cálculo de las rigideces por muro; además se debe tomar un sistema de ejes coordenados, para la identificación del sentido de muros. Por lo tanto se utilizarán las siguientes ecuaciones en el análisis.

$$X_{CC} = \frac{(\sum X_i * R)}{R * E}$$

$$Y_{CC} = \frac{(\sum Y_i * R)}{R * E}$$

Tabla IX. **Centro de corte en muros del sentido Y**

<b>Muro</b>	<b>R*E</b>	<b>Y<sub>i</sub></b>	<b>Y<sub>i</sub>*R</b>
1	0,233	0	0
2	0,233	10	2,33
Sumatoria	0,466		2,33

Fuente: elaboración propia.

$$Y_{CC} = \frac{(\sum Y_i * R)}{R * E} = \frac{2,33}{0,466} = 5$$

Tabla X. **Centro de corte en muros del sentido X**

<b>Muro</b>	<b>R*E</b>	<b>X<sub>i</sub></b>	<b>X<sub>i</sub>*R</b>
1	0,095	0	0
2	0,095	20	1,90
Sumatoria	0,19		1,90

Fuente: elaboración propia.

$$X_{CC} = \frac{(\sum X_i * R)}{R * E} = \frac{1,90}{0,19} = 10$$

#### **2.1.5.4. Centro de masa**

Normalmente es el punto donde son aplicadas todas las fuerzas resultantes externas, pero debido a la configuración estructural pueden existir excentricidades entre centro de masa y de corte de muros; por lo tanto es importante el cálculo de este para su comparación y verificación.

Las ecuaciones utilizadas para el cálculo del centro de masa están definidas a continuación.

$$X_{cm} = \frac{(\sum X_i * Lm)}{Lm} \qquad Y_{cm} = \frac{(\sum Y_i * Lm)}{Lm}$$

Tabla XI. Centro de masa de muros

Muro	Lm (m)	X <sub>i</sub>	Y <sub>i</sub>	X <sub>i</sub> * Lm	Y <sub>i</sub> * Lm
1	20	10	0	200	0
2	20	10	10	200	200
3	10	0	5	0	50
4	10	20	5	200	50
	Σ = 60			Σ = 600	Σ = 300

Fuente: elaboración propia.

$$Y_{cm} = \frac{(\sum Y_i * Lm)}{Lm} = \frac{300}{60} = 5 \qquad X_{cm} = \frac{(\sum X_i * Lm)}{Lm} = \frac{600}{60} = 10$$

Centro de masa de techos: por aspectos de modulación se asume el centro geométrico igual a centro de masa del techo.

$$Y_{cct} = 5 \qquad X_{cct} = 10$$

Peso de techo (WTT).

Costaneras: PTc = peso x longitud x No. de costaneras

$$PTc = 2,70 \text{ Kg/m} \times 21 \times 10 = 567 \text{ KG}$$

Láminas: PTI = Peso x área



$$PTI = 4,70 \text{ Kg/m}^2 \times 231 \text{ m}^2 = 993,3 \text{ Kg}$$

$$\text{Sobrecarga: } 25 \text{ Kg/m}^2 \times 231 \text{ m}^2 = 5\,775 \text{ Kg}$$

$$\text{Peso total de techo} = WTT = 567 + 993,30 + 5\,775 = 7\,335,30 \text{ Kg}$$

Peso de muros de mampostería reforzada

$$Pm = (E) * Hm * Lm$$

Donde:

E = módulo de mampostería de block 300 Kg/m<sup>2</sup>

Hm = altura de muro

Lm = longitud de muro

$$Pm_{1,2} = 300 * 5 * 20 = 30\,000 \text{ Kg}$$

$$Pm_{3,4} = 300 * 5 * 10 = 15\,000 \text{ Kg}$$

$$\text{Peso de techo y muros de mampostería} = 2(30\,000) + 2(15\,000) + 7\,335,30$$

$$Wtt + Wmm = 97\,735,30 \text{ Kg.}$$

Se debe calcular un solo centro de masa tanto para la estructura de techo como para los muros de mampostería y compararlos con el centro de corte calculado anteriormente.

$$X_{CM} = \frac{X_{CC} * WTT + X_{CC} * WTM}{WT} = \frac{(10 * 7\,735,30) + (10 * 90\,000)}{97\,735,30} = 10$$

$$Y_{CM} = \frac{Y_{CC} * WTT + Y_{CC} * WTM}{WT} = \frac{(5 * 7\,735,30) + (5 * 90\,000)}{97\,735,30} = 5$$

### 2.1.5.5. Carga lateral

Como se mencionó anteriormente, dentro de las cargas aplicadas al diseño de la estructura del salón están las generadas lateralmente por corte basal, especificadas por SEAOC; para estructuras de un nivel, está definido por la siguiente expresión:

$$V_b = 0,1 * WT$$

Donde:

$V_b$  = corte basal para estructuras de un nivel

0.1 = constante de cálculo

WT = carga Total de la estructura = WTT + WTM +  $W_{sc}$  +  $W_{cc}$  +  $W_z$  + 0,25 CV

Donde:

WTT = peso total de techo

WTM = peso total de muro de mampostería

$W_{sc}$  = peso de sobre carga

$W_{cc}$  = peso de cemento corrido

$W_z$  = peso de zapata

CV = carga viva (8 Lb/pie<sup>2</sup> = 40 Kg/m<sup>2</sup>)

WTT = 7 735,30 Kg

CV = 0,25 \* (231 m<sup>2</sup>) \* (40Kg/m<sup>2</sup>) = 2 310,00 Kg

WTM = 90 000,00 Kg

WSC = 5 775,00 Kg

$W_{cc}$  = 40 \* 0,45 \* 0,20 \* 2 400 Kg/m<sup>3</sup> = 8 640,00 Kg

$$W_z = 1 * 1 * 0,30 * 2\,400 \text{ Kg/m}^3 * 22 = 15\,840,00 \text{ Kg}$$

$$WT = 130\,300,30 \text{ Kg}$$

$$V_b = 0,1 * WT = 0,1 * 130\,300,30 = 13\,030,03 \text{ Kg}$$

Periodo fundamental de la estructura: es el tiempo que está tarda en dar un ciclo completo cuando experimenta vibración no forzada. Su determinación es importante porque de él depende la magnitud de la fuerza sísmica que experimenta la estructura.

La fuerza concentrada en la cúspide, se determina como se verá a continuación y debe cumplir con las condiciones dadas en la sección I (E) del código SEAOC:

- Si  $T < 0,25$  segundos:  $F_t = 0$
- Si  $T \geq 0,25$  segundos:  $F_t = 0,07(T)(V_b)$

El proceso de cálculo que se utilizará es de acuerdo con la expresión siguiente:

$$T = \frac{0,12 H_m}{\sqrt{L_m}}$$

Donde:

$H_m$  = altura de muro.

$L_m$  = longitud de muro.

$$T_{1,2} = \frac{0,12 * 5}{\sqrt{20}} = 0,13$$

$$T_{3,4} = \frac{0,12 * 5}{\sqrt{10}} = 0,19$$

En todos los casos la fuerza en cúspide ( $F_t$ ) es igual a cero debido a las consideraciones ya mencionadas con anterioridad.

Si la estructura es de un nivel, la magnitud de la fuerza por nivel será igual a la fuerza total lateral  $V_b$ .

$$P_x = P_y = V_b = 13\,030,03$$

para  $F_t = 0$

Cálculo de momento de volteo:

$$M_v = \text{momento de volteo} = V_b \text{ (Hm)} = 13\,030,03 * 5 = 65\,150,15 \text{ Kg-m}$$

Cálculo de las excentricidades de la carga lateral:

Con sismo en X:

$$e_y = Y_{cm} - Y_{cc} = 5,00 \text{ m} - 5,00 \text{ m} = 0$$

$$e_{min} = 0,05 * 10,00 = 0,50 \text{ m}$$

$$T_{px} = 13\,030,03 \text{ Kg} * 0,50 \text{ m} = 6\,515,02 \text{ Kg-m}$$

Con sismo en Y:

$$e_x = X_{cm} - X_{cc} = 10,00 \text{ m} - 10,00 \text{ m} = 0$$

$$e_{min} = 0,05 * 20,00 = 1,00 \text{ m}$$

$$T_{py} = 13\,030,03 \text{ Kg} * 1,00 \text{ m} = 13\,030,03 \text{ Kg-m}$$

### 2.1.5.6. Distribución de cargas laterales

$$J_p = \sum R_X * Y_{cc}^2 + \sum R_Y * X_{cc}^2$$

$$F_X = \frac{P_X * R_X}{\sum R_X} + \frac{T_{Px} * R_X * Y_{cc}}{J_p} \quad F_Y = \frac{P_Y * R_Y}{\sum R_Y} + \frac{T_{PY} * R_Y * X_{cc}}{J_p}$$

$$J_p = [(0,233 * 52) + (0,233 * (-5)^2)] + [(0,095 * 102) + (0,095 * (-10)^2)]$$

$$J_p = (5,825 + 5,825) + (9,50 + 9,50)$$

$$J_p = 30,65$$

Tabla XII. Distribución de cargas laterales sentido Y

Muro	Px	Rx	Ycc	Rx * Ycc <sup>2</sup>	Tpx	(Y*Rx*T)/Jp
1	13 030,03	0,233	-5	5,825	6 515,02	-247,63
2	13 030,03	0,233	5	5,825	6 515,02	247,63
		∑ = 0,466		∑ = 11,65		

Fuente: elaboración propia.

$$F_1 = \frac{13\,030,03 * 0,233}{0,466} - 247,63 = 6\,267,39 \text{ Kg}$$

$$F_2 = \frac{13\,030,03 * 0,233}{0,466} + 247,63 = 6\,762,65 \text{ Kg}$$

Tabla XIII. **Distribución de cargas laterales sentido X**

Muro	Px	Rx	Ycc	Rx * Ycc <sup>2</sup>	Tpx	(Y*Rx*T)/Jp
3	13 030,03	0,095	-10	9,50	13 030,03	-403,88
4	13 030,03	0,095	10	9,50	13 030,03	403,88
		∑ = 0,190		∑ = 19		

Fuente: elaboración propia.

$$F_3 = \frac{13\,030,03 * 0,095}{0,190} - 403,88 = 6\,111,14 \text{ Kg}$$

$$F_4 = \frac{13\,030,03 * 0,095}{0,190} + 403,88 = 6\,918,88 \text{ Kg}$$

#### 2.1.5.7. **Distribución del momento de volteo**

Con el valor de la carga total de la estructura y su altura (o una altura promedio) se calcula el momento de volteo total (MV), luego se distribuye este momento en cada muro.

$$Mv = 65\,150,15 \text{ Kg-m}$$

$$Mvi = (Ri/\Sigma R) * Mv; \text{ para cada sentido}$$

$$\text{Sentido Y: } Mv = (0,233/0,466) * 65\,150,15 \text{ Kg-m} = 32\,575,08 \text{ Kg} - \text{m}$$

$$\text{Sentido X: } Mv = (0,095/0,190) * 65\,150,15 \text{ Kg-m} = 32\,575,08 \text{ Kg} - \text{m}$$

### 2.1.5.8. Diseño a flexión

Para el diseño de los muros de mampostería a flexión se procede de la siguiente forma:

$$Fm = 0,33 * f'm$$

$$f m = M / Sm$$

Donde:

Fm = esfuerzo permisible de la mampostería a flexión

fm = esfuerzo producido por las cargas

f'm = resistencia a la compresión de la mampostería

$$f'm = 35 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Sm = (1 / 6) * tm * lm$$

$$Sm_{1,2} = (1 / 6) * (19) * (2\ 000)^2 = 12\ 666\ 666,67$$

$$Sm_{3,4} = (1 / 6) * (19) * (1\ 000)^2 = 3\ 166\ 666,67$$

$$Fm = 0,33 * 35 = 11,55 \text{ Kg/cm}^2$$

Se utilizará refuerzo mínimo si el esfuerzo producido por las cargas es menor que el esfuerzo permisible de la mampostería a flexión.

$$fm < Fm$$

$$fm_{1,2} = \frac{3\ 257\ 508,00}{12\ 666\ 666,67} = 0,25 < 11,55$$

$$fm_{3,4} = \frac{3\ 257\ 508,00}{3\ 166\ 666,67} = 0,89 < 11,55$$

Se determina en el cálculo que todos los esfuerzos producidos son menores a los esfuerzos permisibles de la mampostería, por lo tanto se diseñarán con el refuerzo mínimo.

### 2.1.5.9. Diseño a corte

El refuerzo a corte lo constituyen las soleras o refuerzo horizontal.

Si  $f_v < F_v \rightarrow$  se utiliza refuerzo mínimo

Si  $f_v > F_v \rightarrow$  se calcula el refuerzo

A continuación se muestra el procedimiento de análisis para cada uno de los muros. Se debe calcular el esfuerzo de corte actuante  $f_v$ , en donde la fuerza de cortante debe incrementarse un 50% al corresponder al análisis de fuerza de sismo.

$$f_v = \frac{1,5 * V}{L_m * t_m}$$

Donde:

V = Distribución de corte en el muro en Kg

$$f_{v1} = \frac{1,5 * 6\ 267,39}{2\ 000 * 19} = 0.25$$

$$f_{v2} = \frac{1,5 * 6\ 762,65}{2\ 000 * 19} = 0.27$$

$$f_{v3} = \frac{1,5 * 6\ 111,14}{1\ 000 * 19} = 0.48$$

$$f_{v4} = \frac{1,5 * 6\ 918,88}{1\ 000 * 19} = 0.55$$



Ahora se calcula el esfuerzo de corte admisible ( $F_v$ ) para compáralo con los resultados obtenidos anteriormente.

$$F_v = K * \sqrt{f_m} = 0,3 * \sqrt{35} = 1,77 \text{ Kg/cm}^2$$

Donde:

$K$  = constante = 0,3

$f_m$  = resistencia a compresión de la mampostería.

Se determina que el esfuerzo admisible es mayor que los calculados para cada muro, por lo tanto se diseñará con refuerzo mínimo horizontal.

#### 2.1.5.10. Refuerzos mínimos

Se establecen los siguientes criterios para el diseño de refuerzo, dado las condiciones de diseño se tomará el más conservador.

Tabla XIV. **Criterios para refuerzo mínimo en muros de mampostería**

Según FHA	ASminv	0,0008 tm * Lm
	ASminh	0,0015 tm * Hm
Según ACI 531	ASminv	0,0007 tm * Lm
	ASminh	0,0013 tm * hm

Fuente: elaboración propia.

Se utilizará el criterio según FHA por ser estructuralmente más conservador.

Tabla XV. **Cálculo de refuerzos mínimos**

Muro	Espesor(cm) tm	Altura(cm) Hm	Longitud(cm) Lm	Refuerzo Horizontal(cm <sup>2</sup> )	Refuerzo Vertical(cm <sup>2</sup> )
1	19	500	2 000	14,25	30,4
2	19	500	2 000	14,25	30,4
3	19	500	1 000	14,25	30,4
4	19	500	1 000	14,25	30,4

Fuente: elaboración propia.

Los refuerzos mínimos calculados serán utilizados para los muros; únicamente se verificarán los muros más críticos (muro 1 y 2), de acuerdo con el momento de volteo, ya que este método permite ignorar el efecto del momento flexionante. Para cualquier otro muro no estructural interno se tomarán los refuerzos mínimos ya que su utilidad es únicamente la distribución de ambientes.

Se verificará y se enlizará el momento de volteo para los muros críticos 1 y 2 con 8 columnas establecidas a lo largo de una la longitud de 20 metros.

Mv = momento de volteo = 32 575,08 Kg – m

B = 8 columnas de 30 cm = 240 cm

f'c = 210 Kg/cm<sup>2</sup>

f'y = 2 810 Kg/cm<sup>2</sup>

d = 27 cm

$$A_{sr} = \left[ (b * d) - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M * b}{0.003825 * f'c}} \right] * \left( \frac{0,85 * f'c}{f'y} \right)$$

$$A_{sr} = \left[ (240 * 27) - \sqrt{(240 * 27)^2 - \frac{32\,575,08 * 240}{0,003825 * 210}} \right] * \left( \frac{0,85 * 210}{2810} \right)$$

$$A_{sr} = 50,84 \text{ cm}^2$$

Se propone 4 varillas No.5 para el armado por columna.

Área de varilla No.5 = 1,98 cm<sup>2</sup>

Entonces el área propuesta sería la siguiente:

$$A_{\text{propuesta}} = 4 \text{ varillas} * 1,98 \text{ cm}^2 * 8 \text{ columnas} = 63,36 \text{ cm}^2$$

Refuerzo transversal:

Las columnas también se encuentran sometidas a esfuerzos de corte, por lo que es necesario proveer refuerzo transversal en su armado. Además, Guatemala se considera como un país sísmico y es por ello que debe proveerse suficiente ductilidad mediante el confinamiento del refuerzo transversal en los extremos.

*Si  $V_r > V_{acy}$  → colocar estribos por armado a  $S_{m\acute{a}x} = d/2$*

*Si  $V_r < V_{acy}$  → calcular  $S$  y longitud de confinamiento*

$$V_r = 0,85 * 0,53 * \sqrt{280} * 30 * 27 = 6\,106,03 \text{ kg}$$

Según datos presentados en las tablas XII y XIII se tiene un corte máximo en por columna en el muro es de 779,71 kilogramos. Por lo tanto se colocan los estribos a un espaciamiento máximo de  $d/2$ .

$$S_{m\acute{a}x} = \frac{27}{2} = 13,50 \text{ cm}$$

Confinamiento: debe suministrarse de refuerzo transversal en una longitud medida desde cada cara del nudo y a ambos lados de cualquier sección, donde pueda ocurrir fluencia por flexión como resultado de desplazamientos laterales inelásticos.

Dicha longitud no debe ser menor que la mayor de:

- $h = 0,20 \text{ m}$
- $1/6 \times Ln = 1/6 \times 4.80 = 0,80 \text{ m}$
- $0,45 \text{ m}$

Separación del refuerzo transversal a lo largo del eje longitudinal del elemento no debe exceder el valor menor de:

- $1/4 \times b = 1/4 \times 30 \text{ cm} = 7,5 \text{ cm}$
- $6 \times \phi_{longitudinal} = 6 \times 1,58 = 9,53 \text{ cm}$
- $S_o = 100 + \left(\frac{350-hs}{3}\right) = 100 + \left(\frac{350-150}{3}\right) = 166,67 \text{ mm} = 16.67 \text{ cm}$

El valor  $S_o$  no debe ser mayor a 15 centímetros ni se necesita tomarlo menor de 10 centímetros. Por lo tanto la longitud de confinamiento es de 0,80 metros en ambos extremos de la columna, con estribos número 3 a cada 0,05 metros.

La distribución final del armado de columna de 4 varillas No. 5 con estribos de confinamiento en los 80 cm, en extremos de la altura libre No .3 a cada 5 cm y el resto No. 3 a cada 15 cm.

Distribución del refuerzo horizontal:

$$A_{Sminh} = 0,0015 * t_m * H_m$$

$$A_{Sminh} = 0,0015 * 19 * 5 = 14,25 \text{ cm}^2$$

Se propone cuatro varillas No. 3 por solera en el muro; en este se ubican 5 soleras, por lo tanto el área de refuerzo propuesta sería:

$$A_{propuesta} = (\text{Número de varillas/solera}) * 4 \text{ soleras} * A_s \text{ No.3}$$

$$A_{propuesta} = 5 * 4 * 0.72 = 25,40 \text{ cm}^2$$

Se observa que el refuerzo propuesto cubre el área de acero mínimo calculado.

$$14,40 > 14,25 \text{ cm}^2$$

Entonces se proponen cuatro varillas No. 3 de acero por solera con estribos de No. 2 a cada 15 cm.

### **2.1.6. Diseño de cimentación**

Los cimientos son elementos de la estructura destinados a recibir las cargas propias y las aplicadas exteriormente a la misma, la labor de los cimientos es transmitir todas estas cargas hacia el suelo distribuyéndolas de forma que no superen su presión admisible.

Estos serán determinados estructuralmente por los valores numéricos de cargas y propiedades del suelo definidas en los estudios correspondientes.

Para el proyecto del salón de usos múltiples se realizarán las verificaciones con los datos siguientes:

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

$$Fy = 2\,810 \text{ Kg/cm}^2$$

$$1 \text{ Tonelada} = 1\,000 \text{ Kg}$$

$$Vs = \text{valor soporte del suelo} = 30\,000 \text{ Kg/m}^2 = 30 \text{ Ton/m}^2$$

$$\gamma_s = \text{peso específico del suelo} = 1\,720 \text{ Kg/m}^3 = 1,72 \text{ Ton/m}^3$$

$$\gamma_c = \text{peso específico del concreto} = 2\,400 \text{ Kg/m}^3 = 2,40 \text{ Ton/m}^3$$

$$\gamma_m = \text{peso específico de la mampostería} = 1\,800 \text{ Kg/m}^3 = 1,80 \text{ Ton/m}^3$$

$$Fcu = \text{factor de carga última} = 1,5$$

#### **2.1.6.1. Diseño de cimiento corrido**

Se diseñará todo el cimiento corrido que se colocará a la estructura; también por seguridad, se diseñarán las zapatas que se colocarán en las columnas principales del salón de usos múltiples.

Integración de cargas:

$$W_{\text{muro}} = (\text{Altura} * \text{espesor}) * \gamma_m$$

$$W_{\text{muro}} = (6,00 \text{ m} * 0,19 \text{ m}) * 1\,800 \text{ Kg/m}^3 = 2\,052 \text{ Kg/m}$$

$$W_{\text{cimiento}} = (\text{espesor} * \text{ancho}) * \gamma_c$$

$$W_{\text{cimiento}} = (0,20 \text{ m} * 0,40 \text{ m}) 2\,400 \text{ Kg/m}^3 = 192 \text{ Kg/m}$$

$$W_{\text{techo}} = q_{\text{distribuida costanera}} + q_{\text{tendal}}$$

$$W_{\text{techo}} = (33,58 \text{ Lb/pie} * 3,28/2,20) + (243,40 \text{ Kg/m}) = 293,46 \text{ Kg/m}$$

$$W' = \text{Carga de trabajo} = 2223 + 192 + 293 = 2\,537,46 \text{ Kg/m}$$

Se procede a reducir la carga de trabajo con el factor de carga última.

$$W = \frac{2\,537,46}{1,5} = 1\,691,64 \text{ Kg/m}$$

Cálculo de estimación de área:

$$A_c = \frac{1,5 * W}{V_s} = \frac{1,5 * 1\,691,64}{30\,000} = 0,10$$

Por seguridad estructural para que el diseño sea viable y de dimensiones coherentes, se establece un ancho de 40 cm dado que el muro tiene 20 cm de espesor.

Presión sobre el suelo:

Para el cálculo de presiones sobre el suelo se establece un ancho unitario, ( $A_u=1$ ).

$$P_{\text{Total}} = P_{\text{muro}} + P_{\text{suelo}} + P_{\text{cimiento}} + W'$$

$$P_{\text{muro}} = (6 \text{ m} * 0,19 \text{ m} * 1 \text{ m}) * 1\,800 \text{ Kg/m}^3 = 2\,052 \text{ Kg}$$

$$P_{\text{suelo}} = (1,20 \text{ m} * 0,40 \text{ m} * 1 \text{ m}) * 1\,720 \text{ Kg/m}^3 = 825,60 \text{ Kg}$$

$$P_{\text{cimiento}} = (0,45 \text{ m} * 0,20 \text{ m} * 1 \text{ m}) * 24\,00 \text{ Kg/m}^3 = 192 \text{ Kg}$$

$$W' = 2\,537,46 \text{ Kg/m} * 1 \text{ m} = 2\,537,46 \text{ Kg}$$

$$P_{\text{Total}} = 5\,607,06 \text{ Kg} = 5,61 \text{ Ton.}$$

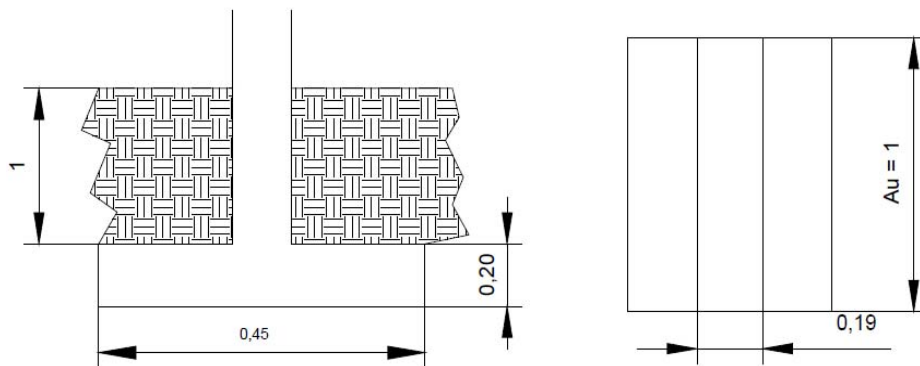
Entonces la presión del suelo se obtiene a partir de dividir la carga total dentro del área de la cimentación, que para este caso con un ancho unitario es de  $0,45 \text{ m}^2$ .

$$q_{max} = \frac{P_{Total}}{A_c} = \frac{5,61 \text{ Ton}}{0,45 \text{ m}} = 12,47 \text{ Ton/m}^2$$

$$12,47 \text{ Ton/m}^2 < 30 \text{ Ton/m}^2$$

Como la distribución de presión es uniforme, no existen presiones de tensión en el suelo. Se concluye que el diseño es el adecuado, ya que el valor soporte del suelo es mucho mayor que la presión que se le hará al mismo.

Figura 11. **Planta perfil de cimiento corrido**



Fuente: elaboración propia.

Verificación por corte:

Datos

$t = 20 \text{ cm}$

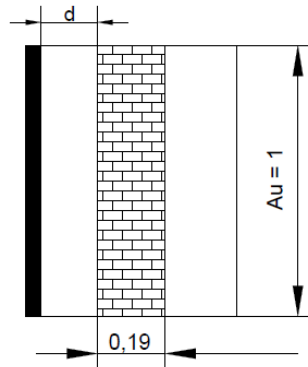
Varillas No.4



Recubrimiento mínimo = 7,5 cm según ACI 318-2008

$$d = t - \text{rec} - \phi/2 = 20 - 7,5 - 1,27/2 = 11,87 \text{ cm}$$

Figura 12. Verificación por corte de cimiento corrido



Fuente: elaboración propia

$$D = (0,45 - 19) / 2 - d = 13 - 11,87 = 1,13 \text{ cm.}$$

Corte actuante:

$$V_{actuante} = D * Au * q_{max} * F_{cu}$$

$$V_{actuante} = 0,0113 * 1 * 12,47 * 1,5 = 0,2113 \text{ Ton}$$

Corte resistente:

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

$$V_r = 0,85 * 0,53 * \sqrt{210} * 100 * 11,87 / 1000 = 7,75 \text{ Ton}$$

$$V_{actuante} < V_{resistente} \quad , \quad 0,2113 \text{ Ton} < 7,75 \text{ Ton}$$

Debido a que el corte actuante es menor que el corte resistente, se establece que el peralte  $t = 20$  cm es efectivo para el cimiento corrido.

Verificación por flexión: para determinar el refuerzo necesario para el cimiento corrido por cada metro lineal, se calculará el momento actuante, y se procederá a calcular el área de acero necesaria, si esta no sobrepasará la mínima se diseñará con acero mínimo.

Cálculo de momento actuante:

$$M = \frac{W * L^2 * Au}{2}$$

$$M = \frac{12,47 * 1,5 * 0,13^2 * 1}{2} = 0,16 \text{ Ton} - m$$

$$M = 0,16 \text{ Ton} - m$$

Con el momento se encuentra el área requerida:

$$A_{sr} = \left[ (b * d) - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M * b}{0,003825 * f'c}} \right] * \left( \frac{0,85 * f'c}{f'y} \right)$$

$$A_{sr} = 0,55 \text{ cm}^2$$

El área de acero mínima se calcula con la siguiente expresión:

$$A_{s_{min}} = \frac{14,1}{f'y} * b * d = \frac{14,1}{2810} * 45 * 11,87 = 2,68 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto se diseñará por seguridad estructural con el área de acero mínima y se procede a calcular el acero por temperatura.

$$A_{s_t} = 0.002 * b * t = 0,002 * 45 * 20 = 1,80 \text{ cm}^2$$

El armado final del cimiento corrido esta dado por 3 varilla No.4 corridas a cada 15 cm y 4 No. 3 a cada 25 cm cubriendo con la áreas de acero establecidas en el cálculo anterior.

### 2.1.6.2. Diseño de zapata

Datos:

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

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

$$1 \text{ Tonelada} = 1000 \text{ Kg}$$

$$V_s = \text{valor soporte del suelo} = 30000 \text{ Kg/m}^2 = 30 \text{ Ton/m}^2$$

$$\gamma_s = \text{peso específico del suelo} = 1720 \text{ Kg/m}^3 = 1,72 \text{ Ton/m}^3$$

$$\gamma_c = \text{peso específico del concreto} = 2400 \text{ Kg/m}^3 = 2,40 \text{ Ton/m}^3$$

$$F_{cu} = \text{factor de carga última} = 1,5$$

Columna de 25 cm X 25 cm

$$P_u = 8,50 \text{ Ton}$$

$$t = 30 \text{ cm el menor es de } 0.23 \text{ m según ACI 318-2008}$$

Reducción de la carga última:

$$P' = 8,50 \text{ Ton} / 1,5 = 5,67 \text{ Ton.}$$

Estimación del área de zapata Az:

$$Az = \frac{Fcu * P'}{Vs} = \frac{1,5 * 5,67}{30} = 0,28 \text{ m}$$

Por diseño y seguridad viable y coherente se establece un área de zapata de 1 metro cuadrado con lados iguales.

Cálculo de presión sobre el suelo:

$$P = P' + Ps + Pcol + P \text{ zapata}$$

$$Ps = \text{área} * \text{profundidad} * \gamma_s = 1 * 1,20 * 1,72 = 2,064 \text{ Ton}$$

$$Pz = \text{area} * \text{peralte} * \gamma_c = 1 * 0,30 * 2,4 = 0,72 \text{ Ton}$$

$$P' = 8,50 \text{ Ton}$$

$$P_{\text{Total}} = 12,62 \text{ Ton}$$

Se calcula la presión del suelo bajo la zapata con la siguiente expresión:

$$q = \frac{P}{Az} \pm \frac{Mx}{Sx} \pm \frac{My}{Sy}$$

Donde:

$$S_{x,y} = \frac{1}{6} * b * h^2$$

Debido que en el diseño simplificado de mampostería permite ignorar el efecto del momento flexionante, el cálculo de la presión del suelo bajo la zapata se calcula así:

$$q_{max} = \frac{P}{A_z} = \frac{12,62}{1} = 12,62 \text{ Ton/m}^2$$

$$q_{max} < V_s$$

$12,62 \text{ Ton/m}^2 < 30 \text{ Ton/m}^2$  Cumple con efectos únicamente de compresión.

El criterio a utilizar es que la presión debajo de la zapata se encuentre entre  $q_{min}$  y  $q_{max}$  por lo tanto es aceptable considerar que  $q_{dist} = q_{max}$ .

Cálculo de presión último de diseño:

$$q_{dis} = q_{max} * F_{cu}$$

$$q_{dis} = 12,62 * 1,5$$

$$q_{dis} = 18,93 \text{ Ton/m}^2$$

Verificación por corte simple:

Datos:

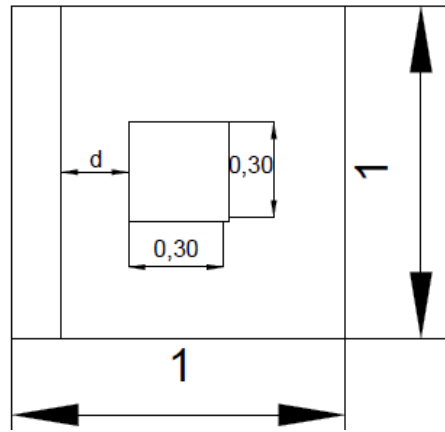
$t = 30 \text{ cm}$

Varillas No.4

Recubrimiento mínimo = 7.5 cm según ACI 318-2008

$d = t - \text{rec} - \phi/2 = 30 - 7,5 - 1,27/2 = 21,87 \text{ cm}$

Figura 13. **Diseño de zapata**



Fuente: elaboración propia.

Cálculo de corte actuante:

$$V_a = Wu * \left( \frac{b - x}{2} - d \right) * h$$

$$V_a = 18.93 \text{ Ton/m}^2 * \left( \frac{1 - 0,30}{2} - 0,2187 \right) * 1 = 2.49 \text{ Ton}$$

Cálculo de corte resistente:

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

$$V_r = 0,85 * 0,53 * \sqrt{210} * 100 * 21,87 / 1000 = 14,28 \text{ Ton}$$

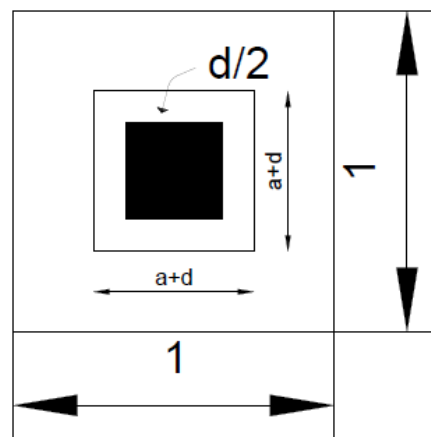
$$V_a < V_r; \quad 2,49 \text{ Ton} < 14,28 \text{ Ton}$$

Debido a que el corte resistente es mayor que le corte actuante, entonces el peralte propuesto es efectivo; si no cumpliera se tendría que volver a aumentar de manera iterativa, hasta que quede de acuerdo con lo especificado anteriormente.

Corte punzonante:

La columna tiende a punzonante la zapata debido a los esfuerzos de corte que se produce en el perímetro de la columna, el limite donde puede ocurrir la falla se encuentra a una distancia  $d/2$  del perímetro de la columna.

Figura 14. **Corte punzonante en zapata**



Fuente: elaboración propia.

Cálculo de corte punzonante:

$$x = y = a$$

$$V_p = W * [(B * H) - ((x + d)(y + d))]$$

$$V_p = 18,93[(1 * 1) - ((0,30 + 0,2187)(0,30 + 0,2187))]13,84 \text{ Ton}$$

$$V_p = 13,84 \text{ Ton}$$

Cálculo de corte resistente:

$$V_r = 0,85 * 1,06 * \sqrt{f'c} * [2(x + d) + 2(y + d)] * d$$

$$V_r = 0,85 * 1,06 * \sqrt{210} * [2(0,5187) + 2(0,5187)] * 0,5187$$

$$V_r = 59,24 \text{ Ton}$$

$$V_p < V_r$$

13,84 Ton < 59,24 Ton Sí chequea

Diseño de refuerzo a flexión:

$$M = \frac{W * L^2}{2} = \frac{18,93 * 1,5 * 0,35^2}{2} = 1,15 \text{ Ton} - m$$

Se calcula el área de acero para el momento calculado:

$$A_{sr} = \left[ (b * d) - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M * b}{0,003825 * f'c}} \right] * \left( \frac{0,85 * f'c}{f'y} \right)$$

$$A_{sr} = 2,09 \text{ cm}^2$$



El área de acero mínima se calcula con la siguiente expresión:

$$A_{s_{min}} = \frac{14,1}{f'_{y}} * b * d = \frac{14,1}{2810} * 100 * 21,87 = 10,97 \text{ cm}^2$$

Como el área de acero calculada es menor que el área de acero mínima, se utilizará la mínima para el diseño del refuerzo a flexión. Se calcula el espaciamiento de las varillas, considerando que deben de ser menor a 45 cm.

$$S = \frac{A_{varilla}}{A_{mínima}} = \frac{1,27}{10,97} = 0,11$$

Por distribución y recubrimiento de acero se utilizará una separación de 0.10 m entre cada varilla en ambos sentidos.

El armado final del la zapata 9 varilla No. 4 corridas a cada 10 cm en ambos sentidos.

### **2.1.7. Diseño de muro de contención a gravedad**

Los muros de contención son los que resisten los empujes mediante su propio peso, además son económicos para alturas menores de 4,5 m.

En cuanto a la sección transversal pueden ser de diferentes formas según se adecuen a la necesidad del suelo a retener.

En cuanto a los materiales, estos pueden ser de mampostería, de ladrillo o de concreto ciclópeo. La estabilidad para este tipo de muros se logra únicamente con su propio peso. Las dimensiones de la base regularmente oscilan alrededor de 43 % de altura.

Para el diseño del muro de contención por gravedad, necesario en el terreno donde se ubicará el salón de usos múltiples, se tomaron en cuenta las diferencias de altura entre el suelo a retener y el suelo de fundición, como parámetro principal para establecer las bases del muro.

#### **2.1.7.1. Parámetros del muro**

El muro se diseña con mampostería de piedra de bola y concreto ciclópeo, debido a que este material es local y no habrá necesidad de compra de insumos de mampostería, donde solamente se necesitará el acarreo del mismo; además, es adecuado para el diseño del muro.

El peso específico de la piedra está definido por el valor de 2,4 Ton/m<sup>3</sup>. El 67 % será de piedra de bola o quebrada y 33 % de sabieta.

#### **2.1.7.2. Análisis de suelo**

Se realizó un ensayo de corte directo; a través de esto se pueden determinar los parámetros necesarios para el diseño del muro de contención.

Los principales parámetros de estudio son el ángulo de fricción interna, la cohesión aparente, el peso específico y la descripción del suelo. El suelo ensayado está clasificado como un limo arcilloso color rojizo. La prueba fue no consolidada y no drenada en probeta remodelada.

Características del suelo a contener:

$\gamma_s$ = peso específico del suelo	=	1,75 Ton/m <sup>3</sup>
$\varphi$ = ángulo de fricción interna	=	24,49 Grados
C = cohesión aparente del suelo	=	5,38 Ton/m <sup>3</sup>

Características del suelo a fundición:

$$\varphi = \text{Ángulo de fricción interna} = 24,49 \text{ Grados}$$

$$V_s = \text{Máxima presión admisible} = 30 \text{ Ton/m}^2$$

### 2.1.7.3. Predimensionamiento

H = altura de la estructura = 2 metros

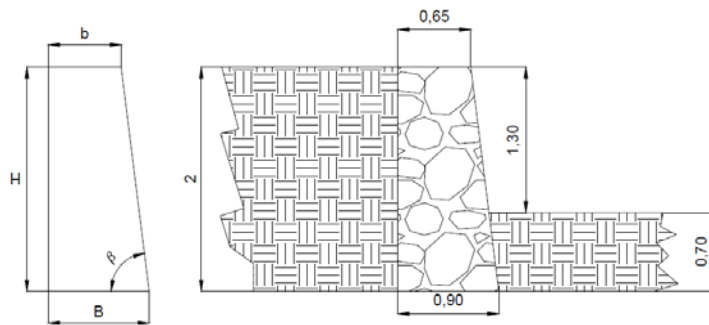
B = base mayor =  $0,43 * 2\text{m} = 0,86 \text{ metros} \approx 0,90\text{metros}$

b = base menor = 0,65 metros

$\beta$  = Angulo beta =  $81^\circ$

$\theta$  = Angulo de inclinación del rostro de retención =  $0^\circ$

Figura 15. **Predimensionamiento de muro de contención por gravedad**



Fuente: elaboración propia.

Cálculo de áreas transversales

$$A_1 = \left(\frac{B - b}{2}\right) * H = \left(\frac{0,90 - 0,65}{2}\right) * 2 = 0,25 \text{ m}^2$$

$$A_2 = b * H = 0,65 * 2 = 1,3 \text{ m}^2$$

$$A_{Total} = A_1 + A_2 = 0,25 + 1,3 = 1,55 \text{ m}^2$$

Cálculo de centro de gravedad del muro:

$$X_g = \frac{\left[\left(\frac{2}{3}\right) * (B - b) * A_1\right] + \left[\left((B - b) + \frac{b}{2}\right) * A_2\right]}{A_{Total}}$$

$$X_g = 0,51 \text{ m}$$

$$Y_g = \frac{\left[\left(\frac{H}{3}\right) * A_1\right] + \left[\left(\frac{H}{2}\right) * A_2\right]}{A_{Total}}$$

$$Y_g = 0,95 \text{ m}$$

Cálculo del factor de empuje activo ( $K_a$ ):

$$K_a = \frac{(\text{sen}(\beta + \varphi))^2}{(\text{sen} \beta)^2 * \text{sen}(\beta + \varphi)} * \left[ 1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\varphi + \varphi) * \text{sen}(\beta - \theta)}{\text{sen}(\beta - \varphi) * \text{sen}(\beta - \theta)}} \right]$$

$$K_a = 0,3782$$

Cálculo del empuje activo:

$$E_a = \frac{\gamma_{suelo}}{2} * H^2 * K_a$$

$$E_a = \frac{1,75}{2} * 2^2 * 0,3782 = 1,32 \text{ Ton/m}$$

Distancia de aplicación del empuje:

$$D = \frac{H}{3} = \frac{2}{3} = 0,67m$$

Peso específico del muro:

$$\gamma_{muro} = \gamma_{mampostería\ de\ piedra} * (1 - 0,2)$$

$$\gamma_{muro} = 2,40\ Ton/m^3 * (1 - 0.2) = 1,92\ Ton/m^3$$

#### **2.1.7.4. Verificación de seguridad contra deslizamiento**

Para realizar la verificación del muro contra el deslizamiento es necesario conocer la fuerza actuante (Fa), que para este caso tiene el mismo valor numérico que el empuje horizontal debido a la configuración en el diseño del muro; esto con el objetivo de establecer un cálculo para el factor de seguridad contra deslizamiento (N'), el cual debe estar por encima de 1.5 para que pueda ser aceptable el diseño.

Cálculo de la componente vertical y horizontal de empuje activo:

$$E_v = E_a * \text{sen}(90 + \varphi + \beta)$$

$$E_v = 1,32 * \text{sen}(90 + 24.49 + 81) = 0,73\ Ton/m$$

$$E_h = E_a * \text{cos}(90 + \varphi + \beta)$$

$$E_h = 1,32 * \text{cos}(90 + 24.49 + 81) = 1,10\ Ton/m$$

Cálculo de la fuerza normal ( $F_{rn}$ ):

La fuerza normal aplicada está definida por la sumatoria de la componente vertical de empuje activo y el peso propio de la estructura.

$$F_{rn} = E_V + P_{Propio}$$

Donde:

$$P_{Propio} = A_{Total} * \gamma_{muro}$$

$$P_{Propio} = 1,55 \text{ m}^2 * 1,92 \text{ Ton/m}^3 = 2,98 \text{ Ton/m}$$

Entonces la fuerza normal se calcula de la siguiente forma:

$$F_{rn} = 0,73 \text{ Ton/m} + 2,98 \text{ Ton/m} = 3,71 \text{ Ton/m}$$

Es necesario calcular la fuerza de estabilidad horizontal, debido a que esta es la que le proporcionará efectos contra deslizamiento, por lo tanto la verificación consiste en que tiene que ser 1.5 veces mayor que la fuerza actuante.

$$F_{rh} = F_{rn} * \tan(\varphi) = 3,71 \text{ Ton/m} * \tan(24.49) = 1,69 \text{ Ton/m}$$

Cálculo del coeficiente de seguridad contra deslizamiento:

$$N' = \frac{F_{rh}}{F_{actuante}}$$

Donde:

$N'$  = factor de seguridad

$F_{rh}$  = fuerza de estabilidad horizontal

$F_{act} = E_h$  = fuerza actuante = 1,10 Ton/m

$$N' = \frac{1,69 \text{ Ton/m}}{1,10 \text{ Ton/m}} = 1,53$$

Se observa que el factor de seguridad contra deslizamiento es 1,53, lo cual no indica que la fuerza de estabilidad horizontal es adecuada y mayor a la fuerza actuante ejercida por la componente horizontal del empuje activo.

#### **2.1.7.5. Distancia horizontal entre el fulcro y el punto de aplicación de empuje**

Esta distancia se calcula por medio de multiplicar la base mayor el coseno del ángulo de inclinación de la misma respecto de la horizontal; debido a que el ángulo es cero el valor de esta distancia será igual la longitud de la base mayor.

$$S = B * \cos(\theta) = 0,90 * \cos(0) = 0,90 \text{ m}$$

#### **2.1.7.6. Distancia horizontal entre el fulcro y el centro de gravedad de la estructura**

Esta distancia es calculada por medio la sumatoria del punto de centro de gravedad  $X_g$  y  $Y_g$ , multiplicado por el coseno del ángulo de inclinación del muro y el seno del ángulo de inclinación del muro, respectivamente.

$$S' = X_g * \cos(\theta) + Y_g * \sin(\theta) = 0,51 * \cos(0) + 0,95 * \sin(0) = 0,51 \text{ m}$$

### 2.1.7.7. Cálculo de momento resistente

Es necesario calcular el momento resistente y el actuante con el objetivo de verificar el volteo del muro por gravedad, por medio del coeficiente de seguridad contra vuelco.

El momento resistente se calcula con la siguiente expresión:

$$M_R = W_{muro} * (S') + (E_v * S)$$

Donde:

$M_r$  = momento resistente

$W_{muro}$  = peso propio de muro por unidad lineal = 2,98 Ton/m

$$M_R = 2,98 \text{ Ton/m} * (0,51 \text{ m}) + (0,73 \text{ Ton/m} * 0,90 \text{ m})$$

$$M_R = 2,59 \text{ Ton} - \text{m}$$

### 2.1.7.8. Cálculo de momento actuante

El momento actuante es generado por la componente horizontal del empuje activo, que actúa a 1/3 de la altura total del muro.

$$M_{Act} = F_{act} * D = 1,10 \text{ Ton/m} * 0,67 \text{ m} = 0,74 \text{ Ton} - \text{m}$$

$$M_{Act} = 1,10 \text{ Ton/m} * 0,67 \text{ m} = 0,74 \text{ Ton} - \text{m}$$



### 2.1.7.9. Verificación de seguridad contra volteo

El coeficiente de seguridad contra vuelco debe ser mayor a 1,5, esto indica que el momento resistente es 1,5 veces mayor que el momento actuante, lo cual comprueba el adecuado diseño geométrico del muro de contención por gravedad.

$$N'' = \frac{M_R}{M_{act}} = \frac{2,59 \text{ Ton} - m}{0,74 \text{ Ton} - m} = 3,5$$

### 2.1.7.10. Verificación de la tensión sobre el suelo

Para esta verificación es necesario el cálculo de la excentricidad entre la aplicación de momento y la fuerza normal, y esta debe quedar dentro de un intervalo establecido por el valor de la base mayor del muro.

$$e = \text{excentricidad} = \frac{B}{2} * \frac{M_R - M_{Act}}{F_{rn}} = \frac{0,90}{2} * \frac{2,59 - 0,74}{3,99} = 0,062$$

El intervalo de verificación es el siguiente:

$$-\frac{B}{6} < e < \frac{B}{6} = -0,15 < e < 0,15 ; \text{ entonces sí cumple}$$

### 2.1.7.11. Presión máxima sobre el suelo de fundición

El cálculo de esta presión establece el cumplimiento del valor soporte del suelo de fundición, puesto que este (30 Ton/m<sup>2</sup>) debe de ser mayor que la presión máxima aplicada.

$$R_{01} = \frac{N}{B} * \left(1 + \frac{6 * e}{B}\right) = \frac{3,99}{0,90} * \left(1 + \frac{6 * 0,062}{0,90}\right) = 5,83 \text{ Ton/m}^2$$

$$R_{02} = \frac{N}{B} * \left(1 - \frac{6 * e}{B}\right) = \frac{3,99}{0,90} * \left(1 - \frac{6 * 0,062}{0,90}\right) = 2,49 \text{ Ton/m}^2$$

$$5,83 \text{ Ton/m}^2 < 30 \text{ Ton/m}^2$$

### 2.1.8. Instalaciones eléctricas

Para determinar el número de circuitos mínimo necesarios para la iluminación, se realizó el siguiente procedimiento:

- Determinar la cantidad de watts necesarios, usando como base el requerimiento de 20 watts por metro cuadrado.

$$w = 10 \text{ m} \times 20 \text{ m} \times 20 \frac{\text{watts}}{\text{m}^2} = 4\,000 \text{ watts}$$

- Determinar la corriente a 110 voltios con alimentación monofásica

$$I = \frac{4\,000 \text{ watts}}{110 \text{ voltios}} = 36,36 \text{ amperios}$$

- Debido a que la corriente permisible en un conductor número 12 AWG es de 20 amperios, el número de circuitos mínimo es de:

$$\text{No. de circuitos} = \frac{36,36 \text{ amperios}}{20 \text{ amperios/circuito}} = 1,82 \approx 2 \text{ circuitos}$$

La instalación de iluminación consistirá en dos circuitos, el primero con ocho unidades de lámparas de neón y el segundo con siete lámparas de neón, una bombilla que iluminará a la taquilla y un reflector ubicado en la entrada del salón.

Existirá también un circuito de fuerza con nueve unidades que constan de tomacorrientes dobles. La cantidad de estas unidades se distribuyeron según el espacio del salón (ver planos en apéndice 4).

Cada tomacorriente se asumió con un consumo de 180 watts, ya que no se tiene la certeza de lo que será conectado exactamente en el tomacorriente. Al igual que en los circuitos de iluminación se tiene como margen de seguridad un máximo de 10 tomacorrientes por circuito de 20 amperios.

#### **2.1.9. Diseño de sistema pluvial**

Se dispondrán de seis bajadas de agua pluvial para drenar el techo del edificio y el diámetro de cada una de ellas se calcula de la siguiente manera: por ser una superficie impermeable de techos se estimará una C (relación entre la escorrentía y la cantidad de lluvia caída en el área) de 1, debido a que se quiere 0 % de infiltración.

Según estima una frecuencia de ocurrencia de 20 años y un tiempo de concentración de  $t = 5$  minutos.

Se calculó por el método racional, tomando en cuenta los datos de la estación Labor Ovalle, ubicada en el municipio de Samalá, del departamento de Quetzaltenango, por ser la estación más cercana con estos registros.

$$I = \frac{6\ 810}{(5 + 20)^{1,262}} = 117,21 \text{ mm/hora}$$

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

$$Q = \frac{1 * 117,21 * 0,003}{360} = 0,00098 \text{ m}^3/\text{seg} = 1,00 \text{ lts/seg}$$

Luego se calcula el diámetro de la tubería por medio de la fórmula de Manning de la siguiente manera:

$$D = \left( \frac{691\ 000 * Q * n}{s^{1/2}} \right)^{3/8}$$

$$D = \left( \frac{691\ 000 * 0,001 * 0,009}{0,01^{1/2}} \right)^{3/8} = 4,70$$

Para las seis bajadas de agua se utilizará PVC de 5" de diámetro y para el colector principal de 6" de diámetro.

### **2.1.10. Evaluación de Impacto Ambiental**

Se analizarán los impactos ambientales generados debido a la ejecución del proyecto, por medio de una matriz de Leopold modificada, de tal manera que se estudiarán los efectos sobre ambiente biótico (agua, atmósfera, suelo), social, económico y salud. Por medio de este sistema se presentarán identificadores de naturaleza, magnitud y reversibilidad-duración.

La metodología utilizada para la valoración de los impactos será la siguiente:

- Por su naturaleza: positivo: +, negativo: -
- Magnitud: intensidad baja: 1, intensidad media: 2, intensidad alta: 3.
- Reversibilidad-duración: reversible: 1, irreversible: 2, irrecuperable: 3.

El numeral 0 indicará efecto nulo sobre el indicador específico. Además se establecerán medidas de mitigación en las actividades que puedan generar impacto, identificadas por cada etapa del proyecto.

A continuación se presenta la matriz de Leopold modificada, que representa la valoración de impactos en la etapa de construcción del salón de usos múltiples.

**Tabla XVI. Valoración de impactos ambientales en construcción del proyecto de salón de usos múltiples**

Síntesis de las Actividades y Programas principales	Síntesis de Impactos	Atmosfera		Agua		Suelo		Social		Economico		Salud		Ponderación total por actividad					
		Magnitud	Reversibilidad-duración	Ponderación parcial	Magnitud	Reversibilidad-duración	Ponderación parcial	Magnitud	Reversibilidad-duración	Ponderación parcial	Magnitud	Reversibilidad-duración	Ponderación parcial						
1.-Trabajos preliminares: Replanteo topografico, movimiento de tierra.	Fuentes de trabajo, Generación de polvo,	-1	1	-1	0	0	-1	1	-1	1	1	1	3	3	9	-1	1	-1	7
2.- Construcción de salón; zanjeo, acarreo de materiales de construcción, fundición de cimientos, levantado de muro, colocación de estructura de techo, acabados finales.	Fuentes de trabajo, Generación de polvo y desechos sólidos, Obtaculización en el transporte.	-3	1	-3	-1	1	-1	1	-1	-2	1	-2	3	3	9	-1	1	-1	1
3.-Limpieza final, traslado de ripio y desechos sólidos.	Fuentes de trabajo, Generación de polvo y desecho sólidos, Obtaculización en el transporte.	-2	1	-2	0	0	-1	1	-1	3	3	9	2	1	2	1	1	1	9
<b>Ponderación total por Indicador</b>				<b>-6</b>		<b>-1</b>			<b>-3</b>			<b>8</b>		<b>20</b>			<b>-1</b>		<b>17</b>

Fuente: elaboración propia.

- 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.
  - Utilizar rutas alternas al centro de la población.
  - Enterrar las bolsas (envases de cemento y cal) en vez de quemarlas.
  - Fundir y trasladar materiales de construcción en días no festivos o días de plaza.
  - Después de cada jornada de trabajo, limpiar el área (recoger: estacas de madera, tablas con clavos, restos de mezcla, pedazos de hierro etc.)

A continuación se presenta la matriz de Leopold modificada, que representa la valoración de impactos en la etapa de operación del salón de usos múltiples.

**Tabla XVII. Valoración de impactos ambientales en operación del salón de usos múltiples**

Síntesis de las Actividades y Programas principales	Síntesis de Impactos	Atmosfera		Agua		Suelo		Social		Economico		Salud		Ponderación total por actividad					
		Magnitud	Reversibilidad-duración	Ponderación parcial	Magnitud	Reversibilidad-duración	Ponderación parcial	Magnitud	Reversibilidad-duración	Ponderación parcial	Magnitud	Reversibilidad-duración	Ponderación parcial						
1.- Funcionamiento de de salón de usos múltiples	Fuentes de trabajo, Mejora en el servicio actual, Disminución de enfermedades.	0	0	0	1	1	1	1	1	3	3	9	3	3	9	0	0	0	20
2. Mantenimiento de las instalaciones.	Fuentes de trabajo, Generación de polvo y desechos sólidos, Obtaculización en el transporte.	-1	1	-1	-1	0	0	0	0	0	-1	1	-1	2	1	2	-1	1	-1
<b>Ponderación total por indicador</b>				<b>-1</b>			<b>1</b>		<b>1</b>		<b>8</b>		<b>11</b>				<b>-1</b>		<b>19</b>

Fuente: elaboración propia.

- Medidas de mitigación
  - Establecer plan de monitoreo ambiental
  - Mantenimiento de instalaciones sanitarias
  - Mantenimiento de estructura de techo
  - Mantenimiento de instalaciones eléctricas

#### **2.1.11. Elaboración de planos**

Este proceso es fundamental en la planificación de un proyecto; los planos deben contener a detalle la especificaciones generales técnicas del proyecto, así como la representatividad de medidas físicas para la ejecución del mismo; deben de ser ordenados sistemáticamente al proceso de ejecución para la optimización de recurso, contener la normas específicas utilizadas para el diseño del proyecto y la elección de materiales, según su naturaleza.

Los planos presentados en el apéndice son los siguientes:

- Planta de localización de conjunto
- Planta arquitectónica
- Planta acotada
- Elevaciones
- Planta de iluminación
- Planta de fuerza
- Planta de cimentación y detalles
- Detalles de corte
- Planta de techos y detalles.

### 2.1.12. Presupuesto

Se presenta la integración de costos de materiales y mano de obra para el salón de usos múltiples de caserío Santa Rita Ruíz. Puede consultarse en el apéndice 1 los planos en los que se baso el cálculo del presupuesto integrado por materiales y mano de obra.

Tabla XVIII. Presupuesto de salón de usos múltiples

	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL
1	TRABAJOS PRELIMINARES				
	Trazo y replanteo topográfico	m <sup>2</sup>	472,15	Q 6,58	Q 3 106,75
	Cerramiento provisional	ml	90,00	Q 70,49	Q 6 344,10
2	MURO POR GRAVEDAD				
	Muro piedra de bola y concreto ciclópeo	m <sup>2</sup>	33,40	Q 522,05	Q 17 436,47
3	CIMENTOS				
	Cimiento corrido	ml	70,00	Q 262,79	Q 18 395,30
	Zapatas	Unidad	22,00	Q 663,92	Q 14 606,24
4	LEVANTADO DE MURO				
	Muros	m <sup>2</sup>	230,00	Q 237,72	Q 54 675,60
5	SOLERAS				
	Solera mojinete	ml	40,00	Q 208,64	Q 8 345,60
	Solera Intermedia	ml	240,00	Q 132,78	Q 31 867,20
	solera de humedad	ml	60,00	Q 238,41	Q 14 304,60
6	COLUMNAS				
	Columnas tipo C-1 (30X30)	ml	132,00	Q 1 160,11	Q 153 134,52
	Columnas tipo C-2 (20X15)	ml	12,90	Q 352,28	Q 4 544,41
	Columnas tipo C-3 (15X10)	ml	27,00	Q 130,84	Q 3 532,68
7	TECHO				
	Techo	m <sup>2</sup>	231,00	Q 252,07	Q 58 228,17
8	INSTALACIONES				
	Instalaciones eléctricas	Global	1,00	Q10 336,30	Q 10 336,30



Continuación de la tabla XVIII.

9	ACABADOS				
	Alisado soleras y columnas	m <sup>2</sup>	340,00	Q 18,17	Q 6 177,80
10	PISO				
	Piso fundido alisado	m <sup>2</sup>	176,00	Q 74,78	Q 13 161,28
11	EXTERIORES				
	Atrio, banquetas y caminamiento	m <sup>2</sup>	96,50	Q 97,08	Q 9 368,22
12	PUERTA Y VENTANAS				
	Puertas tipo 1	Unidad	1,00	Q 1 800,00	Q 1 800,00
	Puertas tipo 2	Unidad	2,00	Q 1 000,00	Q 2 000,00
	Puertas tipo 3	Unidad	9,00	Q 600,00	Q 5 400,00
	Ventanas tipo 1	Unidad	10,00	Q 500,00	Q 5 000,00
	Ventanas tipo 2	Unidad	2,00	Q 450,00	Q 900,00
	Ventana tipo 3	Unidad	1,00	Q 350,00	Q 350,00
13	LIMPIEZA				
	Limpieza final	Global	1,00	Q 2 600,00	Q 2 600,00
TOTAL EN QUETZALES					Q 445 615,24
Total en Letras: cuatrocientos cuarenta y cinco mil, seiscientos quince quetzales con veinticuatro centavos.					

Fuente: elaboración propia.

### 2.1.13. Cronograma de ejecución

El cronograma general de actividades de ejecución del está definido por los mismos renglones de trabajo del presupuesto, considerando tiempos estimados para la realización de cada una de las labores.

Se presenta el cronograma elaborado para el salón de usos múltiples del caserío Santa Rita Ruíz, el cual está definido por cuatro meses desde el inicio de actividades preliminares hasta la limpieza final.

Tabla XIX. **Cronograma de ejecución del salón de usos múltiples del caserío Santa Rita Ruíz**

No	CONCEPTO	1er Mes				2do Mes				3er Mes				4to Mes									
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4						
1	TRABAJOS PRELIMINARES	■	■																				
2	MURO POR GRAVEDAD			■	■																		
3	CIMENTOS				■	■																	
4	LEVANTAMIENTO DE MURO					■	■	■															
5	SOLERAS						■	■	■														
6	COLUMNAS								■	■													
7	TECHO									■	■	■											
8	INSTALACIONES											■	■	■									
9	ACABADOS													■	■								
10	PISO														■	■							
11	EXTERIORES															■	■						
12	PUERTAS Y VENTANAS																■	■					
13	LIMPIEZA																	■	■				

Fuente: elaboración propia.

## 2.2. **Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la cabecera municipal de San José El Rodeo San Marcos**

El proyecto consiste en el diseño del alcantarillado sanitario de la cabecera municipal de San José El Rodeo, San Marcos. Actualmente existe un sistema de drenaje obsoleto debido al deterioro del mismo. Se calcula para un periodo de diseño de 25 años, con una dotación de 180 lt/seg debido a encontrarse en área urbana y de clima cálido, el factor de retorno utilizado es de 80 %.

### **2.2.1. Descripción del proyecto**

El proyecto está integrado por 6618 metros lineales de colector principal, 623 conexiones domiciliarias y 134 pozos de visita.

El área de influencia será en la cabecera municipal, colonia Nuevo San José, colonia La Ilusión y colonia El Mirador.

### **2.2.2. Topografía**

El equipo que se utilizó fue un teodolito, nivel de precisión, estatal, plomada, cinta métrica de 200 metros, clavos, estacas y pintura.

#### **2.2.2.1. Planimetría**

Se utilizó el método de conservación de azimut en la medición de la planimetría, por medio de poligonales abiertas.

#### **2.2.2.2. Altimetría**

Se utilizó el método de nivelación del punto medio debido a que es el más recomendable porque es el único que elimina los errores sistemáticos del nivel, incluso los de defectuosa corrección, esfericidad y refracción.

### **2.2.3. Partes del alcantarillado sanitario**

A continuación se describen las partes de alcantarillado sanitario, su funcionamiento y efectividad.

### **2.2.3.1. Colector principal**

Es el conducto principal por donde se conducen las aguas servidas provenientes de las viviendas hasta su disposición final. Su ubicación generalmente es en el centro de las calles y sus secciones son circulares de diámetros determinados por el diseño, de PVC o concreto.

### **2.2.3.2. Pozos de visitas**

Es una de las partes principales del sistema de alcantarillado, se construyen con el fin de proporcionar acceso al sistema, para realizar trabajos de inspección y limpieza, estos deben hacerse de concreto o mampostería, según normas del INFOM, además establece localizar pozos de visita en:

- Cambios de diámetro
- Cambios de pendiente
- Cambios de dirección horizontal por diámetro menor de 24"
- Las intersecciones de tuberías colectoras
- Distancias no mayores de 100 m en línea recta en diámetros hasta de 24"
- Distancias no mayores de 300 m en diámetros superiores a 24"

### **2.2.3.3. Conexiones domiciliarias**

Su objetivo es descargar las aguas residuales provenientes de las viviendas o entes generadores y llevarlas al alcantarillado central.

#### **2.2.3.4. Período de diseño**

Tiempo durante el cual una obra va a prestar un servicio eficiente, es claro que este tiempo se empieza a contar a partir de la puesta en operación del sistema, la elección o determinación del periodo de diseño. Para el presente estudio se realizó; tomando en cuenta calidad de materiales y el crecimiento poblacional; por lo que se determinó que 25 años era el periodo óptimo de diseño.

#### **2.2.4. Integración de caudales**

La integración de caudales se consigue al establecer todas las unidades que contribuyen en la generación de aguas residuales, con respecto a su clasificación según sus características esenciales.

##### **2.2.4.1. Población de diseño**

Para la estimación de la población con la que se va a diseñar el sistema se eligió el método geométrico, ya que es el que más se adapta a la realidad del crecimiento poblacional en el medio; para esto se aplicó la tasa de crecimiento poblacional de 1,85 %, obtenida a partir de censos realizado.

$$Pf = Po \times (1 + R)^n$$

Donde:

Pf = población futura

Po = población actual

R = tasa de crecimiento poblacional

n = período de diseño

Para efecto del proyecto se cuentan con los datos siguientes:

Población inicial ( $P_0$ ) = 3 738 habitantes.

Tasa de crecimiento  $R$  = 1,85 %

Período de diseño ( $n$ ) = 25 años

$$P_f = 3\,738 \times (1 + 0,0185)^{25} = 5\,912 \text{ habitantes}$$

#### **2.2.4.2. Factor de retorno**

Para la determinar la cantidad del consumo de agua que retorna al alcantarillado se utiliza el factor de retorno. Se toma en cuenta la dotación, el clima, la zona poblacional. Por lo tanto se estima un valor del 80 %, considerando como el más óptimo de acuerdo con las condiciones del lugar.

#### **2.2.4.3. Factor de flujo instantáneo (FH)**

El factor de flujo instantáneo o factor Harmond, es un valor de seguridad que involucra al número de habitantes a servir en el área de influencia. Este factor actúa principalmente en horas en las que más se utiliza el sistema de drenaje. El cálculo debe de ser para cada tramo de la red, con la siguiente ecuación.

$$FH = \frac{18 + \sqrt{P/1\,000}}{4 + \sqrt{P/1\,000}}$$

$$FH = \frac{18 + \sqrt{5\,912/1\,000}}{4 + \sqrt{5\,912/1\,000}} = 3,17$$

#### **2.2.4.4. Caudal sanitario**

El caudal sanitario es aquel que está integrado por el caudal domiciliar, comercial, industrial, las infiltraciones y conexiones ilícitas. Para el presente proyecto solo lo constituyeron los caudales anteriormente descritos, exceptuando al industrial dado que en el municipio no existen industrias.

Para calcular el caudal sanitario se utiliza la siguiente ecuación:

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

Donde:

$Q_s$  = caudal de diseño sanitario

$Q_d$  = caudal domiciliar

$Q_{inf}$  = caudal de infiltración

$Q_{ci}$  = caudal por conexiones ilícitas

#### **2.2.4.5. Caudal domiciliar**

El caudal domiciliar es el agua que se evacua al alcantarillado central o colector principal de las viviendas o domicilios. En este proyecto este caudal queda comprendido de la siguiente forma.

$$Q_d = \frac{Dot. \times F.R. \times Hab.}{86400}$$

Donde:

$Q_d$  = caudal domiciliar.

Dot = dotación domiciliar.

F.R. = factor de retorno.

Hab. = número de habitantes futuros del tramo.

86 400 = constante (segundos en un día).

$$Q_d = \frac{150 \text{ lt/hab/dia} \times 0,80 \times 5\,912}{86\,400} = 8,21 \text{ lt/seg}$$

#### 2.2.4.6. Caudal comercial

Es la cantidad de aguas servidas generadas por actividades comerciales dentro de la cabecera municipal. La mayoría de comercios son pequeños y se encuentran en las viviendas, por lo que estos fueron integrados en el caudal domiciliar. A excepción del mercado municipal y del único hotel que existe en el sitio, se calcularon de forma independiente.

$$Q_c = Q_{\text{hotel}} + Q_{\text{mercado}}$$

$$Q_{\text{hotel}} = \frac{(200 \text{ lt/cliente/dia} * 20 \text{ clientes}) + (60 \text{ lt/emp/dia} * 5 \text{ emp})}{86400}$$

$$Q_{\text{hotel}} = 0,05 \text{ lt/seg}$$

$$Q_{\text{mercado}} = \frac{(15 \text{ lt/local/dia} * 60 \text{ locales}) + (50 \text{ lt/emp/dia} * 60 \text{ emp})}{86400}$$

$$Q_{\text{mercado}} = 0,05 \text{ lt/seg}$$

$$Q_c = 0,05 \text{ lt/seg} + 0,05 \text{ lt/se} = 0,10 \text{ lt/seg}$$



#### **2.2.4.7. Caudal de conexiones ilícitas**

Es la cantidad de agua pluvial producida por las viviendas, en donde los usuarios la descargan al alcantarillado sanitario. En este tipo de caudal se toma en cuenta el área de techos y patios, así como de la intensidad de lluvia. Una de las formas para calcularlo es por el método racional.

Según el INFOM, el valor numérico de este caudal puede determinarse por el 10 % del caudal domiciliar. Por lo que para el presente proyecto se utilizó este criterio.

$$Q_{ci} = 10 \% * 8,21 \text{ lt / seg} = 0,821 \text{ lt / seg}$$

#### **2.2.4.8. Caudal de infiltración**

Es el caudal que se infiltra en tubería de concreto a lo largo del colector principal, proveniente de humedad, nacimientos, lluvia, fuga del sistema de dotación de agua. Debido a que en el presente proyecto se diseña con tubería PVC no se toma en cuenta.

$$Q_{inf} = \frac{Factor_{inf} * \left[ \frac{Lt * No.casas * 6 m}{1 000} \right]}{86 400}$$

#### **2.2.4.9. Factor de caudal medio (fqm)**

Esto se considera como el valor o factor numérico que regula la aportación de caudal en la tubería. Se determina dividiendo el caudal sanitario dentro de la población estimada a futuro.

$$f_{qm} = \frac{Q_s}{\text{No. de habitantes}} = \frac{Q_d + Q_c + Q_{ci}}{\text{No. de habitantes}} = \frac{8,21 + 0,10 + 0,821}{5\,912} = 0,00154$$

El valor numérico factor según el INFOM debe estar entre los rangos de 0,002 a 0,005. Si da un valor menor se tomará 0,002 y si fuera mayor se utilizará 0,005; para este diseño se tomó un factor de 0,002.

#### 2.2.4.10. Caudal de diseño

Este representa la cantidad de agua servida que transportará el drenaje, en cualquier punto en toda la red, de tal forma que establecerá las condiciones hidráulicas en el diseño de cada tramo del alcantarillado sanitario.

$$Q_{\text{diseño}} = \text{No. de habitantes} \times FH \times f_{qm}$$

Donde:

$Q_{\text{diseño}}$  = caudal de diseño

FH = factor de Harmond

FQM = factor de caudal medio

$$Q_{\text{diseño}} = 5\,912 \times 3,17 \times 0,0024 = 7,13 \text{ L/s}$$

#### 2.2.5. Fundamentos hidráulicas

El principio hidráulico, para el eficiente funcionamiento de un sistema de alcantarillado sanitario es evacuar y transportar las aguas negras por tubería, como si fuesen canales abiertos funcionando por gravedad, donde el flujo está determinado por la rugosidad del material y por la pendiente del canal.

En los sistemas de alcantarillado sanitario, se emplean canales circulares cerrados, se construyen subterráneos para evitar molestias a la población beneficiada. Además, la superficie del agua es afectada únicamente por la presión atmosférica y en pocas ocasiones por presiones provocadas por los gases de la materia en descomposición que los caudales transportan.

### **2.2.5.1. Ecuación de Manning para flujo de canales**

La ecuación de Manning se ha convertido en la principal ecuación utilizada para determinar la capacidad hidráulica, requerida para una instalación de alcantarilla a gravedad. Al conocer los requerimientos de capacidad hidráulica, se puede determinar el área interna del tubo.

Por lo tanto se utiliza para determinar la velocidad de flujo a sección llena, y se encuentra en función del diámetro, la pendiente y coeficiente de rugosidad

$$V = \frac{0,03429 \times D^{2/3} \times S^{1/2}}{n}$$

Donde:

V = velocidad a sección llena (m/s)

R = radio hidráulico

S = pendiente del canal (% / 100)

n = coeficiente de rugosidad, propiedad del canal

D = diámetro del tubo (pulgadas)

### 2.2.5.2. Relaciones hidráulicas

Cuando se realiza el cálculo de las tuberías para el sistema de alcantarillado sanitario que trabajan a sección parcialmente llena, se deben obtener valores numéricos representativos de velocidad, área, caudal, perímetro mojado y radio hidráulico. Se relacionan los términos de la sección totalmente llena con los de la sección parcialmente llena.

Teniendo el valor de la relación  $q/Q$  y buscando este valor en las tablas de diseño hidráulico, se puede obtener el valor  $v/V$ ; si no se encuentra el valor exacto, entonces se busca uno aproximado. Este valor obtenido se multiplica por la velocidad a sección llena, para definir el mismo a sección parcial. De tal manera que se vuelve un cálculo iterativo para cada tramo con el objetivo de que cumpla con las relaciones hidráulicas específicas.

Tabla XX. Relaciones hidráulicas

Concepto	Especificación	Referencia
Caudal	$Q_{\text{diseño}} < Q_{\text{sección llena}}$	
Velocidad	0,6 < 3,00 (T.C.) 0,4 < 5,00 (PVC)	Según sección 2.11 de las normas generales para diseño de alcantarillados (INFOM)
Tirante	$0,1 \leq d/D \leq 0,75$	Según sección 2.9.1.1 de las normas generales para diseño de alcantarillados (INFOM)
Diámetro	8 Pulgadas (T.C.) 6 Pulgadas (PVC)	Según sección 2.10 de las normas generales para diseño de alcantarillados (INFOM)

Fuente: elaboración propia.

## 2.2.6. Parámetros de diseño hidráulico

Son establecidos debido a la naturaleza del proyecto, materiales, procesos y criterios. Además deben encontrarse los puntos bases para el diseño del alcantarillado sanitario.

### 2.2.6.1. Coeficiente de rugosidad

Representa el efecto de desgastes en una tubería. El coeficiente de rugosidad está en función del material, son los más empleados en nuestro medio, entre estos se pueden mencionar los que en la siguiente tabla se presentan:

Tabla XXI. Coeficiente de rugosidad

Descripción	Especificación
Asbesto cemento	0,011
Concreto	0,014
Fibra de vidrio	0,011
Hierro fundido	0,013
Hierro galvanizado	0,015
Mampostería	0,017
Polietileno	0,010
Polivinilio	0,010

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.6.2. Sección llena y parcialmente llena

Para tuberías circulares la forma de trabajo puede ser a sección totalmente llena o parcialmente llena. Específicamente para sistemas de alcantarillado sanitario se diseña para que la tubería trabaje a sección parcialmente llena, debido a que el flujo que transita puede ser variable y generar cambios en la altura efectiva de trabajo.

Las siguientes ecuaciones determinan las características hidráulicas de tuberías que trabajan a sección parcialmente llena:

$$A = \frac{D^2}{8} \left( \frac{\pi\theta}{360} \times \text{Sen}\theta \right)$$

$$P = \frac{\pi D\theta}{360}$$

$$R_h = \frac{D}{4} \left( 1 - \frac{360 \text{ Sen}\theta}{2\pi\theta} \right)$$

$$\frac{d}{D} = \frac{1}{2} \left( 1 - \text{Cos}\left(\frac{\theta}{2}\right) \right)$$

Donde:

D = diámetro del tubo

d = tirante de la sección

v = velocidad a sección parcial

q = caudal a sección parcial

$\theta$  = ángulo

$\pi$  = constante Pi

a = área del tubo

### **2.2.6.3. Velocidades máximas y mínimas**

La velocidad mínima tiene como objetivo principal evitar que no ocurra el efecto de sedimentación de los sólidos, pero también es de mucha importancia tomar en cuenta las velocidades altas que producen efectos dañinos, debido a que los sólidos en suspensión provocan un efecto desgastador a la tubería, por lo cual se recomienda una velocidad máxima de 5,00 m/s. (para tubería P.V.C. norma ASTM 3034) y de 0,40 m/s la mínima.

### **2.2.6.4. Pendientes**

La pendiente en las tuberías debe seguir la inclinación del terreno natural, de tal manera que el caudal sanitario pueda conducirse sin afectar las relaciones hidráulicas. Además, es necesario respetar o manipular la pendiente de forma que no afecte con el intervalo permisible de velocidades de flujo del sistema de alcantarillado sanitario.

### **2.2.6.5. Diámetro de tuberías**

Los diámetros en las diferentes tuberías deben cumplir con lo normado para evitar obstrucción en la misma, según las normas generales para diseño de alcantarillados (INFOM). El diámetro mínimo para colectores de los alcantarillados sanitarios de tubería PVC es 6" y 4" para conexiones domiciliarias.

El diámetro podrá aumentar, a criterio del diseñador. Este cambio puede ser por influencia de la pendiente, del caudal o de la velocidad.

### 2.2.7. Profundidad de la tubería

La profundidad de la tubería estará definida según parámetros de diseño establecidos por normas locales, para mejorar la funcionalidad y garantizar la vida útil de los materiales.

#### 2.2.7.1. Profundidad mínima del colector

La profundidad mínima para el colector se determina en función de la pendiente del terreno, velocidad del flujo, caudal transportado y tirante hidráulico. Además, se debe tomar en cuenta la altura mínima que permita proteger el sistema de las cargas de tránsito liviano, tránsito pesado e inclemencias del tiempo.

Según estudios realizados, para colectores de tubería PVC se presenta la siguiente tabla de profundidades mínimas desde la superficie del terreno a la parte superior extrema de la tubería, debido a las consideraciones mencionadas en el párrafo anterior:

Tabla XXII. **Profundidad de tubería**

Diámetro	6"	8"	10"	12"	15"	18"	24"
Transito Liviano (cm)	60	60	60	90	90	90	90
Transito Pesado (cm)	90	90	110	110	120	120	120

Fuente: ZAPETA REYNOSO, Edgar. *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario, para la aldea El Chipotón y sistema de abastecimiento de agua potable, para la aldea San José Yalú, municipio de Sumpango, Sacatepéquez.* p. 20.



### 2.2.7.2. Ancho de zanja

El ancho de la zanja es un factor importante de establecer, para que permita trabajar dentro de la misma y evitar el movimiento de tierra exagerado.

A continuación se presenta valores de ancho de zanja que dependen de la profundidad y diámetro de la tubería.

Tabla XXIII. Ancho de zanja

Diámetro (pulgadas)	De (m) A (m)	0 1,30	1,31 1,85	1,86 2,35	2,36 2,85	2,86 3,35
		Ancho de zanja (cm)				
6		60	60	65	65	70
8		60	60	65	65	70
10			70	70	70	70
12			75	75	75	75
15			90	90	90	90
18			110	110	110	110

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.7.3. Volumen de excavación

El volumen de excavación será determinado para establecer la cantidad de suelo a remover durante la ejecución del proyecto.

Este valor estará en función de la altura de los pozos adyacentes de un tramo establecido, la distancia entre dichos pozos y el ancho de zanja establecido.

$$V = \frac{h1 + h2}{2} \times s \times a$$

Donde:

V = volumen de excavación (m<sup>3</sup>)

h1 = profundidad del primer pozo (m)

h2 = profundidad del segundo pozo (m)

s = distancia entre pozos (m)

a = ancho de la zanja (m)

#### **2.2.7.4. Cotas invert**

Se denomina cota invert a la distancia que existe entre el nivel de la rasante del suelo y el nivel inferior de la tubería. Para calcular las cotas invert se toma como base la pendiente del terreno y la distancia entre pozos. Se debe tomar en cuenta para el diseño del colector, que la cota invert de salida de un pozo esté colocada por lo menos, 3 cms más baja que la cota invert de llegada de la tubería más baja.

#### **2.2.8. Obras complementarias**

Son los elementos necesarios para el manejo y operación del proyecto, en actividades de limpieza y mantenimiento, además de ser necesarios por ser esenciales para el uso del servicio del alcantarillado sanitario.

Las obras complementarias pueden ser: las acometidas domiciliarias y las tuberías o conexiones secundarias, a continuación se describa cada una de ellas.

### **2.2.8.1. Caja o candela**

Esta es parte de las conexiones domiciliarias. Se realiza por medio de una caja de inspección, construida de mampostería o con tubos de concreto colocados verticalmente. El lado menor de la caja será de 45 centímetros, si fuese circular tendrá un diámetro no menor de 12 pulgadas; estos deben estar impermeabilizados por dentro y tener tapadera para realizar inspecciones.

### **2.2.8.2. Conexiones secundarias**

Estas se conectan de la caja o candela al colector principal; normalmente el diámetro de la tubería secundaria debe de ser menor que el de la tubería central, como medida de protección de algún objeto que lo pueda obstruir. Se considera que para tubería PVC, el diámetro mínimo será de 4 pulgadas, con una pendiente mínima de 2 %, y una máxima de 6 %.

La unión de la tubería de las conexiones domiciliarias al colector debe formar un ángulo de 45 grados en dirección del flujo de la línea central.

### **2.2.9. Diseño de la red (muestra de cálculo)**

Para el diseño de la red del alcantarillado sanitario son necesarios los datos generales obtenidos a partir de una investigación en la cabecera municipal de San José El Rodeo.

Es necesario también considerar cada una de las especificaciones de diseño y normas para los materiales propuesto a utilizar.

### **2.2.9.1. Datos generales del diseño**

San José El Rodeo, San Marcos

Periodo de diseño: 25 años

Tasa de crecimiento poblacional: 1.85%

Tipo de tubería: P.V.C. norma ASTM 3034

Dotación: 150 lt/seg

Factor de retorno: 80 %

No. de viviendas: 623

Densidad poblacional: 6 habitantes/vivienda

V de diseño:  $0,40 < V < 3,00$  m/seg

Factor de caudal medio: 0,0021

Coefficiente de rugosidad: 0,01

Altura mínima de pozo 1,20 metros

Conexiones domiciliarias: D = 4" pendiente mínima de 2 %.

### **2.2.9.2. Ejemplo de tramo**

Para la muestra del cálculo del diseño del alcantarillado sanitario, se ha seleccionado al tramo comprendido entre el pozo de visita 24 al pozo de visita 25, (PV24 - PV25).

Datos del tramo:

Cota de terreno PV24: 983,25

Cota de terreno PV25: 973,80

Distancia horizontal: 67 m

Viviendas anteriores al tramo: 79

Viviendas locales: 2

Población actual: 486

Cota invert de entrada a PV24: 982,08

Diámetro propuesto: 6"

- Cálculo de población futura:

$$Pf = 486 \times (1 + 0,0185)^{25} = 769 \text{ habitantes}$$

- Factor de Harmond:

$$F.H._{actual} = \frac{18 + \sqrt{486/1\,000}}{4 + \sqrt{486/1\,000}} = 3,98$$

$$F.H._{futuro} = \frac{18 + \sqrt{769/1\,000}}{4 + \sqrt{769/1\,000}} = 3,87$$

- Caudal de diseño:

$$Q_{diseño-actual} = 486 \times 3,98 \times 0,0021 = 4,06 \text{ lt/s}$$

$$Q_{diseño-futuro} = 769 \times 3,87 \times 0,0021 = 6,25 \text{ lt/s}$$

- Pendiente de terreno:

$$S = \frac{CTI - CTF}{D} * 100$$

$$S = \frac{983,25 - 973,80}{67} * 100 = 14,10\%$$

- Velocidad a sección llena:

$$V = \frac{0,03429 \times 6^{2/3} \times 0,1411^{1/2}}{0,01} = 4,25 \text{ m/s}$$

- Caudal a sección llena:

$$Q = \left(\frac{\pi}{4}\right) \times (0,0254^2 \times 6^2) \times 4,25 \times 1\,000 = 77,58 \text{ l/s}$$

- Relaciones hidráulicas:

Tabla XXIV. **Relaciones hidráulicas tramo PV24-PV25**

Actual		Futuro	
q/Q =	0,0523655	q/Q =	0,080571
d/D =	0,155	d/D =	0,191
v/V =	0,527	v/V =	0,599

Fuente: elaboración propia.

- Velocidad de diseño:

$$v_{actual} = 0,527 \times 4,25 = 2,243 \text{ m/s}$$

$$v_{futuro} = 0,599 \times 4,25 = 2,547 \text{ m/s}$$

- Cotas invert:

$$CIS = 982,08 - 0,03$$

$$CIS = 982,05 \text{ m}$$

$$982,05 - \left( \frac{14,11 \times 67 - 1}{100} \right) + 0,02$$

$$CIE = 972,63 \text{ m}$$

- Altura de pozos

$$H_o = 983,25 - 982,05$$

$$H_o = 1,20 \text{ m}$$

$$H_f = 973,80 - (972,63 - 0,03)$$

$$H_f = 1,20 \text{ m}$$

### **2.2.10. Descarga**

La descarga será definida de acuerdo con la topografía del sitio, y por el diseño hidráulico del sistema de alcantarillado de manera que facilite el transporte de las aguas residuales y mantenga su eficiencia durante el periodo de diseño.

#### **2.2.10.1. Ubicación y localización**

Las descargas de las aguas residuales serán en los riachuelos el Cascajo y el Chipé, los cuales desembocan al Río Naranjo.

El Cascajo está ubicado al final de la colonia La Ilusión, mientras que el Chipé se encuentra a un kilómetro fuera del casco urbano, a un lado de la carretera ruta a El Tumbador, San Marcos.

### **2.2.11. Evaluación de Impacto Ambiental**

Se analizarán los impactos ambientales generados debido a la ejecución del proyecto, por medio de una matriz de Leopold modificada.

Entonces se estudiarán los efectos sobre el ambiente biótico (agua, atmósfera, suelo), social, económico y salud. Por medio de este sistema se presentarán identificadores de naturaleza, magnitud y reversibilidad-duración.

La metodología utilizada para la valoración de los impactos será la siguiente:

- Por su naturaleza: positivo: +, negativo: -
- Magnitud: intensidad Baja: 1, intensidad media: 2, intensidad alta: 3.
- Reversibilidad-duración: reversible: 1, irreversible: 2, irrecuperable: 3.

El numeral 0 indicará efecto nulo sobre el indicador específico.

A continuación se presenta la matriz de Leopold modificada, que representa la valoración de impactos ambientales para etapa de construcción del alcantarillado sanitario de la cabecera municipal de San José El Rodeo, San Marcos.



Tabla XXV. **Valoración de impactos ambientales en construcción del proyecto de alcantarillado sanitario**

Síntesis de las Actividades y Programas principales	Síntesis de Impactos	Atmosfera		Agua		Suelo		Social		Economico		Salud		Ponderación total por actividad						
		Magnitud	Reversibilidad-duración	Ponderación parcial	Magnitud	Reversibilidad-duración	Ponderación parcial	Magnitud	Reversibilidad-duración	Ponderación parcial	Magnitud	Reversibilidad-duración	Ponderación parcial							
1.-Trabajos preliminares: Replanteo topografico, movimiento de tierra.	Fuentes de trabajo, Generación de polvo, Obtaculización en el transporte.	-2	1	-2	0	0	0	-2	1	-2	-1	1	-1	3	3	9	-1	1	-1	3
2.- Instalación de tuberías, construcción de obras de arte (pozos, cajas, etc.) y acabados.	Fuentes de trabajo, Generación de polvo y desechos sólidos, Obtaculización en el transporte.	-3	1	-3	-1	1	-1	-1	1	-1	1	-1	3	3	9	-1	1	-1	2	
3.-Limpieza final	Fuentes de trabajo, Generación de polvo y desecho sólidos , Obtaculización en el transporte.	-2	1	-2	0	0	0	0	0	2	2	4	1	1	1	3	3	9	12	
<b>Ponderación total por Indicador</b>				-7		-1		-3			2		19				7		17	

Fuente: elaboración propia.

En la matriz anterior se puede observar la valoración de los impactos generados por actividad en la construcción del alcantarillado sanitario para la cabecera municipal de San José El Rodeo; aunque en algunos casos el impacto es negativo, generalmente en aspectos de ambiente biótico y social. Es claro que la generación de empleo para la actividad contrarresta los impactos negativos generados por actividades de la construcción.

Por lo tanto, es necesario que para cada impacto negativo generado se prevean medidas de mitigación a estos. Entonces para la generación de polvo, se implementará el riego de agua para disminuir las emisiones de partículas PM-10; en la obstaculización del transporte es necesaria la implementación de indicaciones viales para rutas alternas en locomoción, además se generarán desechos sólidos, debido a esto será necesario el servicio de extracción de desechos sólidos municipales.

A continuación se presenta la matriz de Leopold modificada que representa la valoración de impactos en la etapa de construcción del alcantarillado sanitario.

**Tabla XXVI. Valoración de impactos ambientales en operación del proyecto de alcantarillado sanitario**

Síntesis de las Actividades y Programas principales	Síntesis de Impactos	Atmosfera			Agua			Suelo			Social			Económico			Salud			Ponderación total por actividad
		Magnitud	Reversibilidad-duración	Ponderación parcial	Magnitud	Reversibilidad-duración	Ponderación parcial	Magnitud	Reversibilidad-duración	Ponderación parcial	Magnitud	Reversibilidad-duración	Ponderación parcial	Magnitud	Reversibilidad-duración	Ponderación parcial	Magnitud	Reversibilidad-duración	Ponderación parcial	
1.- Funcionamiento de servicio de alcantarillado sanitario.	Fuentes de trabajo, Mejora en el servicio actual, Disminución de enfermedades.	3	3	9	3	3	9	0	0	0	3	3	9	1	1	1	3	3	9	37
2. Mantenimiento de las instalaciones sanitarias.	Fuentes de trabajo, Generación de polvo y desechos sólidos, Obstaculización en el transporte.	-1	1	-1	0	0	0	0	0	0	-1	1	-1	1	1	1	2	2	4	3
<b>Ponderación total por Indicador</b>				8			9			0			8			2			13	40

Fuente: elaboración propia.

La matriz anterior identifica la síntesis de actividades y por consiguiente la de impactos; durante esta etapa se prevén dos actividades fundamentales, las cuales son el funcionamiento del servicio de alcantarillado sanitario y el mantenimiento de las instalaciones.

Cada una de estas actividades genera impactos y están valoradas de manera sistemática y puntual. Se observa que la actividad de mayor impacto es el funcionamiento del servicio, además es positiva; esto indica viabilidad en la ejecución del proyecto, por lo tanto beneficia a la población del lugar.

Debido a que en la etapa de operación no existe mucha incidencia o manipulación con el proyecto mismo, no crea dificultades o impactos negativos; de acuerdo con indicadores únicamente en la parte de mantenimiento y administración.

### 2.2.12. Presupuesto

Se presenta la integración de costos del sistema de alcantarillado sanitario. Puede consultarse en el apéndice 2 los planos en los que se basó el cálculo integrado de materiales y mano de obra.

Tabla XXVII. **Presupuesto de alcantarillado sanitario para la cabecera de San José El Rodeo**

REGLÓN	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL
1	TRABAJOS PRELIMINARES				
	Trazo y replanteo topográfico	ml	6 618	Q 15,57	Q 103 042,26
	Excavación	m <sup>3</sup>	5 675	Q 155,90	Q 884 732,50
	Relleno	m <sup>3</sup>	5 018	Q 40,25	Q 201 974,50
	Acarreo de material no útil	m <sup>3</sup>	657	Q 224,00	Q 147 168,00
2	TUBERIA PVC				
	Colector principal	ml	6 618	Q 162,95	Q 1 078 403,10
	Conexiones domiciliarias	Unidad	623	Q 1 343,44	Q 836 963,12
3	POZOS DE VISITA				
	Pozos de visita	Unidad	134	Q 4 817,67	Q 645 568,00
4	LIMPIEZA				
	Limpieza	Global	1	Q 28,000	Q 28 000,00
TOTAL EN QUETZALES SIN IVA					Q 3 925 851,48
Total en letras: tres millones, novecientos veinticinco mil, ochocientos cincuenta y un quetzales, con cuarenta y ocho centavos.					

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.13. Cronograma

Se presenta el cronograma general de actividades del sistema de alcantarillado sanitario, para la cabecera municipal de San José El Rodeo, estableciendo los mismos renglones de trabajo a los impuestos en el presupuesto.

Tabla XXVIII. **Cronograma de alcantarillado sanitario**

Concepto	1er mes	2do mes	3er mes	4to mes	5to mes	6to mes
Trabajos preliminares						
Trazo y replanteo topográfico	■					
Excavación		■				
Acarreo de material no útil		■				
Pozos de visita						
Pozo de visita			■	■	■	
Tubería pvc				■	■	
Colector principal				■	■	■
Conexiones domiciliarias					■	■
Limpieza						
Limpieza						■

Fuente: elaboración propia.

#### **2.2.14. Evaluación socioeconómica**

El análisis económico determinará la rentabilidad del proyecto; este estudio se realiza desde el punto de vista del inversionista o en el caso del proyecto de alcantarillado sanitario de la cabecera de San José El Rodeo; asumir que el valor del proyecto es financiado y recuperado de alguna manera; es decir, se considera cuánto cuesta hacer el proyecto y qué se obtiene con ello (ingresos).

Por lo tanto el costo del proyecto es la suma del valor de los recursos o insumos que dicha obra ocupa durante su vida útil, y cuya ejecución se justificará desde el punto de vista financiero, si a partir de la implementación genera un beneficio directo o indirecto para toda la población afectada.

Además, al ser un proyecto que no genera capital fijo, según la normas del sistema nacional de inversión pública de Guatemala (SNIP), se analiza desde el punto de vista social.

##### **2.2.14.1. Valor Presente Neto**

El valor presente neto, indica el valor real del dinero a través del tiempo; consiste en trasladar a una sola cantidad equivalente en el tiempo presente, los valores futuros y series de anualidades del flujo de efectivo de un proyecto.

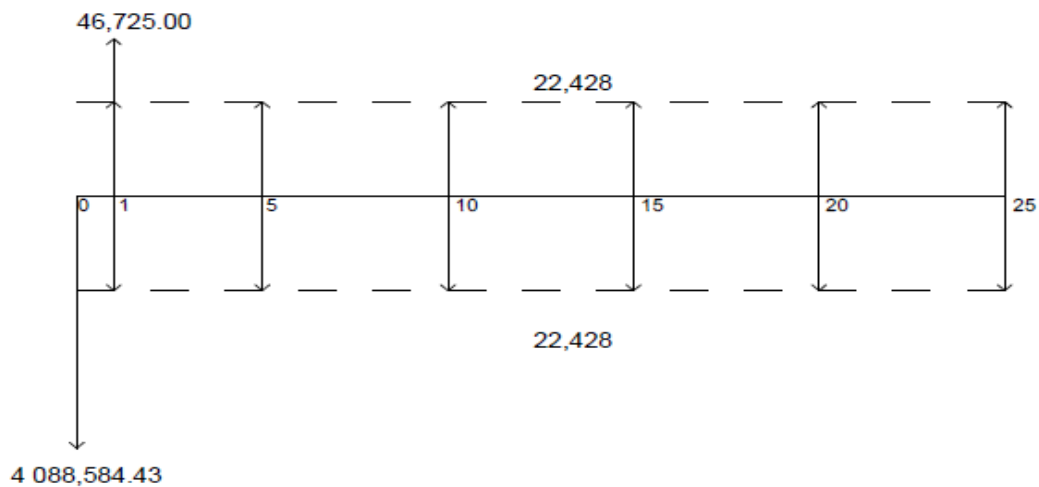
Para el análisis del proyecto de alcantarillado sanitario, se asume una tasa de interés del 6 %, debido a que no es de carácter lucrativo, sino de social, entonces la tasa debe de ser la más baja posible.

El proyecto contará con aporte comunitario de dos maneras, el primero será para instalaciones de la acometida domiciliar por una cantidad de Q 75,00 y el segundo un aporte mensual de Q 3,00 por mantenimiento, recaudando al año Q 36,00 por vivienda, tomando en cuenta que son 623 viviendas se obtiene los siguientes valores:

$$Q 75,00 \times 623 = Q 46 725,00$$

$$Q 36,00 \times 623 = Q 22 428,00$$

Figura 16. **Valor Presente Neto, alcantarillado sanitario San José El Rodeo**



Fuente: elaboración propia.

El valor presente neto es exactamente el mismo para los ingresos como para los egresos de la anualidades de Q. 22 428,00 durante los 25 años, entonces al realizar la suma algebraica se eliminan uno al otro.

Por lo tanto el aporte comunitario por la acometida domiciliar se convierte a un valor presente por medio del factor de pago único valor presente, de la siguiente manera:

$$P = F * \frac{1}{(1 + i)^n}$$

$$P = 46\,725 * \frac{1}{(1 + 0.06)^{25}} = 10\,886,86$$

$$P = 10\,886,86$$

Entonces, el valor presente neto queda de la siguiente manera:

$$VPN = 46\,725 - 4\,088\,584,43 + 22\,428 - 22\,428$$

$$VPN = 46\,725 - 4\,088\,584,43$$

$$VPN = -4\,041\,859,43$$

De acuerdo con el cálculo, la interpretación para este proyecto de valor presente neto negativo, no produce ninguna utilidad, cumpliendo su objetivo de carácter social, promoviendo desarrollo en la cabecera municipal de San José El Rodeo; de esta manera beneficiará a los habitantes de dicho lugar, mediante saneamiento un correcto manejo del transporte de la aguas residuales.

### 2.2.14.2. Tasa Interna de Retorno

La tasa interna de retorno se define como la tasa en la cual el valor presente neto se hace igual a cero; también es el punto en donde un proyecto no tiene ni pérdidas ni ganancias.

El cálculo de la tasa interna de retorno se puede realizar proponiendo dos tasas de utilidad diferentes, con las cuales se calculan las respectivas cantidades que representen el valor presente neto.

Se proponen tasas de -99 % y -98.5 % y se obtienen los siguientes valores.

$$P = \frac{46\,725}{(1 - .99)^1} = 4\,672\,500$$

$$P = \frac{46\,725}{(1 - 0,985)^1} = 3\,115\,000$$

Entonces, al realizar el cálculo del valor presente neto para los valores obtenidos según las tasas de -99 % y -98.5 % se encontrará un valor positivo y uno negativo, con lo que se podrá calcular la tasa interna de retorno a través de interpolación.

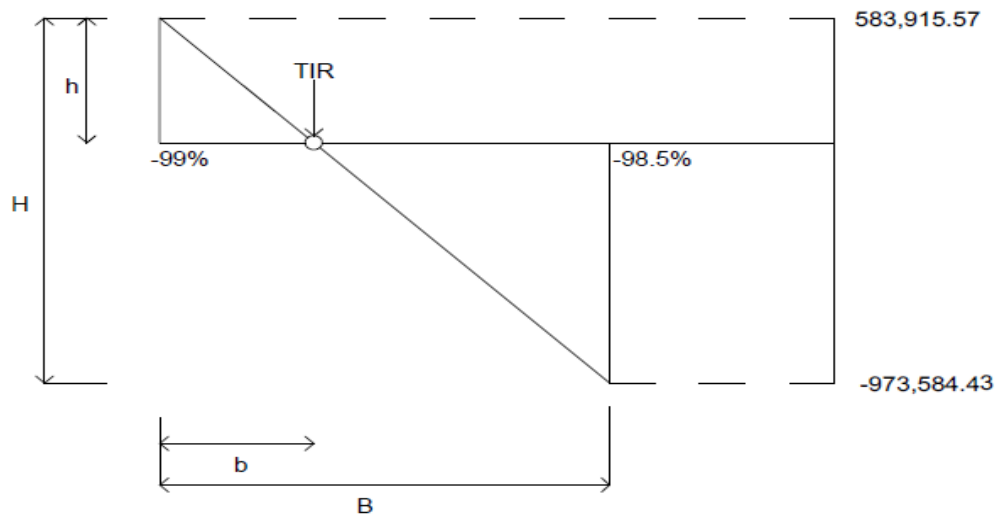
$$VPN = 4\,672\,500 - 4\,088\,584,43 + 22\,428 - 22\,428 = 583\,915,57$$

$$VPN = 3\,115\,000 - 4\,088\,584,43 + 22\,428 - 22\,428 = -973\,584,43$$

La gráfica siguiente muestra el punto de intersección, el cual representa el valor de la TIR; en el proyecto de alcantarillado sanitario.



Figura 17. Tasa Interna de Retorno (TIR), alcantarillado sanitario de San José El Rodeo



Fuente: elaboración propia.

Del diagrama anterior se realiza una relación de triángulos para obtener el valor de la TIR; en este cálculo no se toman en cuenta los signos de los valores.

$$\frac{B}{b} = \frac{H}{h}$$

$$\frac{(99 - 98,5)}{b} = \frac{583\ 915,57 + 973\ 584,43}{583\ 915,57}$$

$$\frac{(0,50)}{b} = \frac{(-389\ 668,86)}{583\ 915,57}$$

$$b = 0,19$$

Entonces el valor de la TIR sería:

$$TIR = -99 + b$$

$$TIR = -99 + 0,19 = -98,81\%$$

En este proyecto, la Tasa Interna de Retorno es negativa, por lo tanto, no existe utilidad, lo cual ratifica que es un proyecto de carácter social.

#### **2.2.15. Elaboración de planos**

Este proceso es fundamental en la planificación de un proyecto, los planos deben contener a detalle la especificaciones generales técnicas del proyecto, así como la representatividad de medidas físicas para la ejecución del mismo; los planos deben de ser ordenados sistemáticamente al proceso de ejecución para la optimización de recurso, deben contener la normas específicas utilizadas para el diseño del proyecto y la elección de materiales según su naturaleza.



## CONCLUSIONES

1. Las propuestas de diseño del salón de usos múltiples y alcantarillado sanitario en el presente trabajo de graduación pretenden suplir las necesidades de servicios básicos e infraestructura en la población del caserío Santa Rita Ruíz y la cabecera municipal de San José El Rodeo, San Marcos.
2. La investigación diagnóstica realizada para el caserío Santa Rita Ruíz y cabecera municipal de San José El Rodeo, es una herramienta indispensable para establecer las necesidades en servicios básicos de infraestructura según las condiciones de cada lugar, en aspectos de espacio, prioridad, tiempo y gestión.
3. El diseño del salón de usos múltiples incentivará a la población del caserío de Santa Rita Ruíz, a la organización y agrupación comunal en actividades de beneficio social y recreativas; de esta manera mejorará la comunicación entre los habitantes. Además, el diseño del alcantarillado sanitario proyecta el mejoramiento infraestructural para la evacuación de aguas residuales con instalaciones adecuadas a la población, y condiciones topográficas de la cabecera municipal de San José El Rodeo.
4. En el diseño de ambos proyectos es fundamental la capacitación del personal encargado de ornato y mejoras municipales, además de ser un incentivo para la población en la gestión de proyectos infraestructurales que mejoren la calidad de vida de la misma.



## RECOMENDACIONES

1. Dar prioridad a los proyectos diseñados, debido a que estos fueron establecidos por medio de un análisis de importancia en relación con su necesidad a través de una investigación diagnóstica, pues que al ser ejecutados mejorarán la calidad de vida de la poblaciones afectadas.
2. Que las autoridades municipales realicen una investigación periódica con las comunidades, para establecer proyectos de necesidad y priorización fundamental.
3. Realizar la ejecución de los proyectos de acuerdo con las especificaciones generales presentadas en los planos, estableciendo que cualquier cambio o modificación en la obra deberá ser autorizada por el ingeniero a cargo del proyecto o por el personal encargado municipal.
4. Establecer medidas de supervisión y control en la ejecución de los proyectos, para reducir los niveles de riesgo entre los trabajadores y la población de las comunidades; así como disminuir los impactos ambientales negativos durante su ejecución, mediante un proceso sistemático y continuo control en aspectos constructivos. Al ser llevados a cabo los proyectos, establecer procesos de mantenimiento preventivo y periódico en cada uno, para asegurar su buen funcionamiento y durabilidad.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica. *Normas de seguridad estructural de edificaciones y obras de infraestructura para la República de Guatemala*. Guatemala: AGIES, 2010. 75 p.
2. Comité ACI 318. *Reglamento de las construcciones de concreto reforzado y comentarios*. México: ACI, 2008. 525 p.
3. Dirección municipal de planificación, San Marcos. *Monografía de San José El Rodeo*. Guatemala. 2002. 15 p.
4. FHA. *Normas de planificación y construcción del FHA*. Guatemala, 2014. 202 p.
5. INFOM. *Normas generales para diseños de alcantarillado*. Guatemala, 2001, 30 p.
6. MELI Roberto. *Diseño sísmico en edificios de mampostería*. UNAM, Instituto de ingeniería. México D.F. 1974. 114 p.
7. METCALF, Hedí. *Ingeniería de aguas residuales redes de alcantarillado y bombeo*. México: McGraw-Hill, 1998. 461 p.



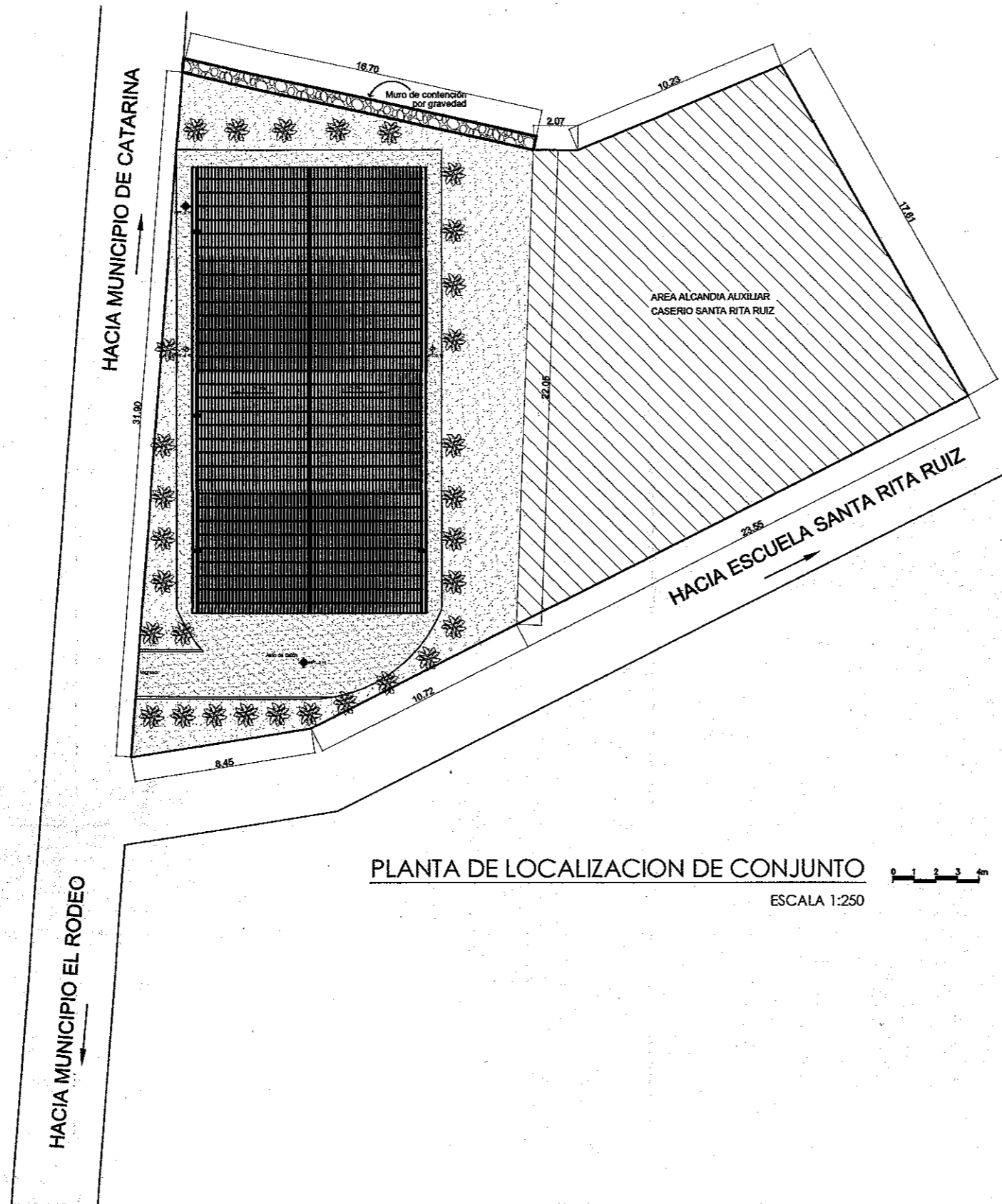
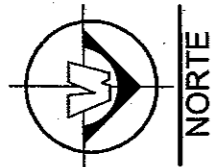
8. ORTIZ MENDOZA, Jorge Luis. *Diseño de un edificio de mampostería reforzada*. Trabajo de graduación Ing. Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1998. 162 p.
9. Sistema Nacional de Inversión Pública. *Manual de formulación de Proyectos*. Módulo II SNIP. Guatemala 2002. 44 p.
10. TUBOVINIL S.A. *Norma ASTM 3034, tubería P.V.C. Folleto de información técnica sobre tubería P.V.C.* Guatemala, 2004. 28 p.
11. VILLALAZ CRESPO Carlos. *Mecánica de suelos y cimentaciones*. 4a ed. México: Limusa, 1999. 650 p.

## **APÉNDICES**

1. Planos del salón de usos múltiples para el caserío Santa Rita Ruíz.
2. Planos del sistema de alcantarillado sanitario para la cabecera municipal de San José El Rodeo.
3. Tabla resumen de cálculo para el sistema de alcantarillado sanitario para la cabecera municipal de San José El Rodeo.



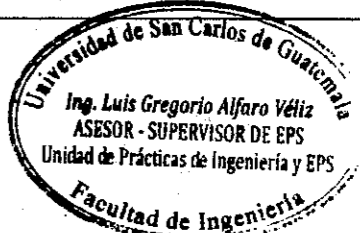
**Apéndice 1. Planos del salón de usos múltiples para el caserío Santa Rita  
Ruíz**



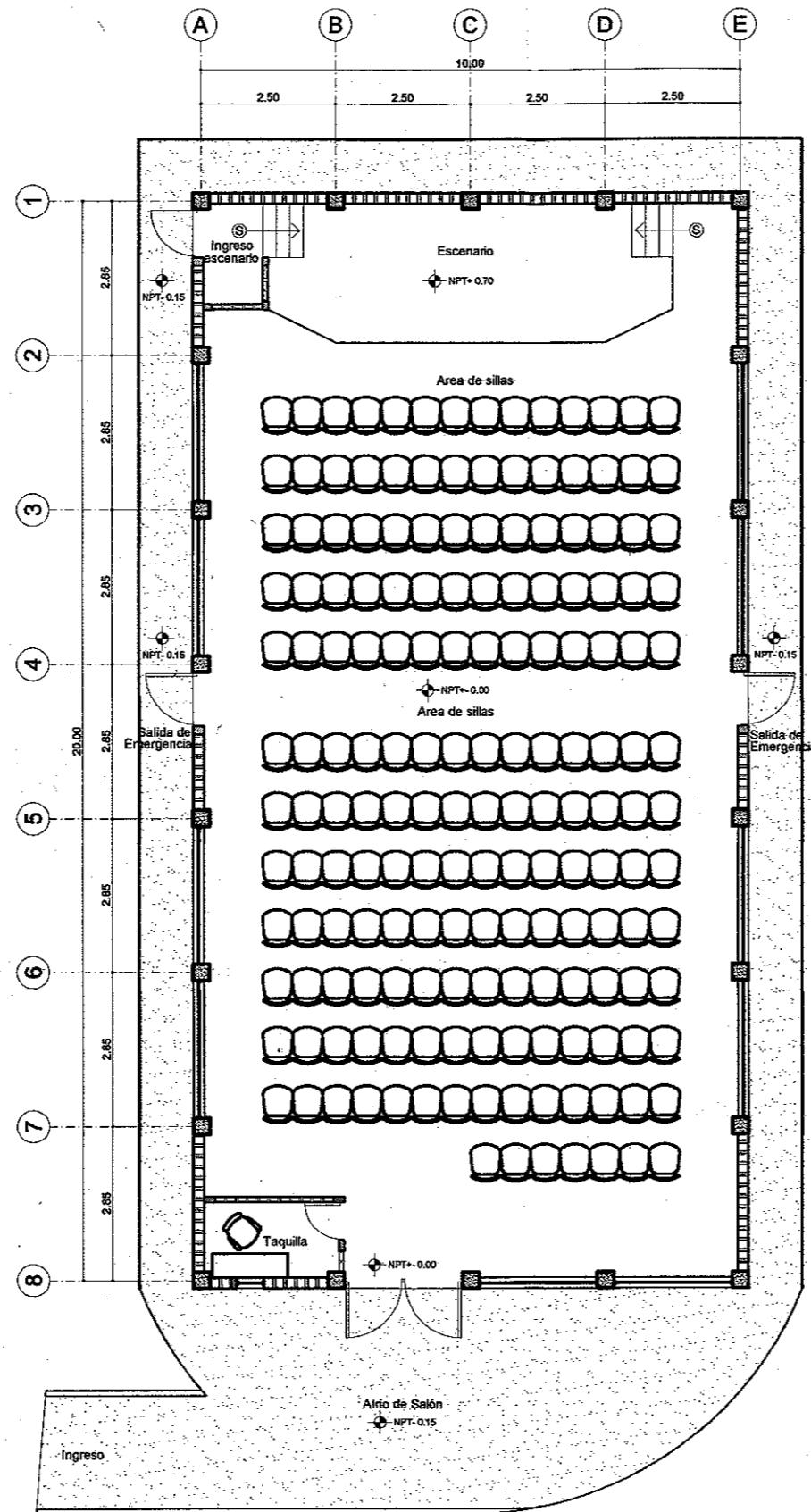
PLANTA DE LOCALIZACION DE CONJUNTO  
 ESCALA 1:250

**INDICE DE PLANOS**

1/9	INDICE DE PLANOS Y PLANTA DE LOCALIZACIÓN
2/9	PLANTA DE ARQUITECTURA
3/9	PLANTA ACOTADA
4/9	ELEVACIONES
5/9	PLANTA DE ILUMINACIÓN
6/9	PLANTA DE FUERZA
7/9	PLANTA DE CIMENTACIÓN Y DETALLES
8/9	DETALES DE CORTES DE MUROS Y COLUMNA
9/9	PLANTA DE TECHOS Y DETALLES

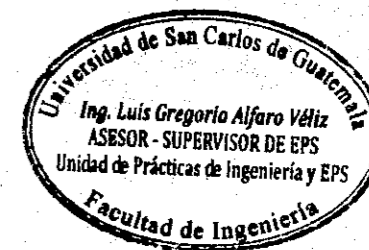
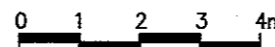



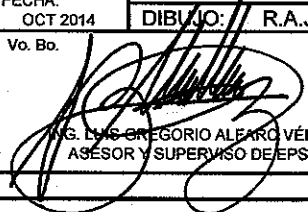
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA	PLANTA DE LOCALIZACION CONJUNTO	1 9
	CARNET: 2008-18932	ROCAEL ALEJANDRO JOACHÍN BARRIOS
PROYECTO: SALÓN DE USOS MÚLTIPLES	ESCALA: INDICADA	DISEÑO: R.A.J.B. CALCULO: R.A.J.B.
UBICACIÓN: CASERIO SANTA RITA RUIZ	FECHA: OCT 2014	DIBUJO: R.A.J.B.
Vo. Bo.		ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ ASESOR Y SUPERVISOR DE EPS

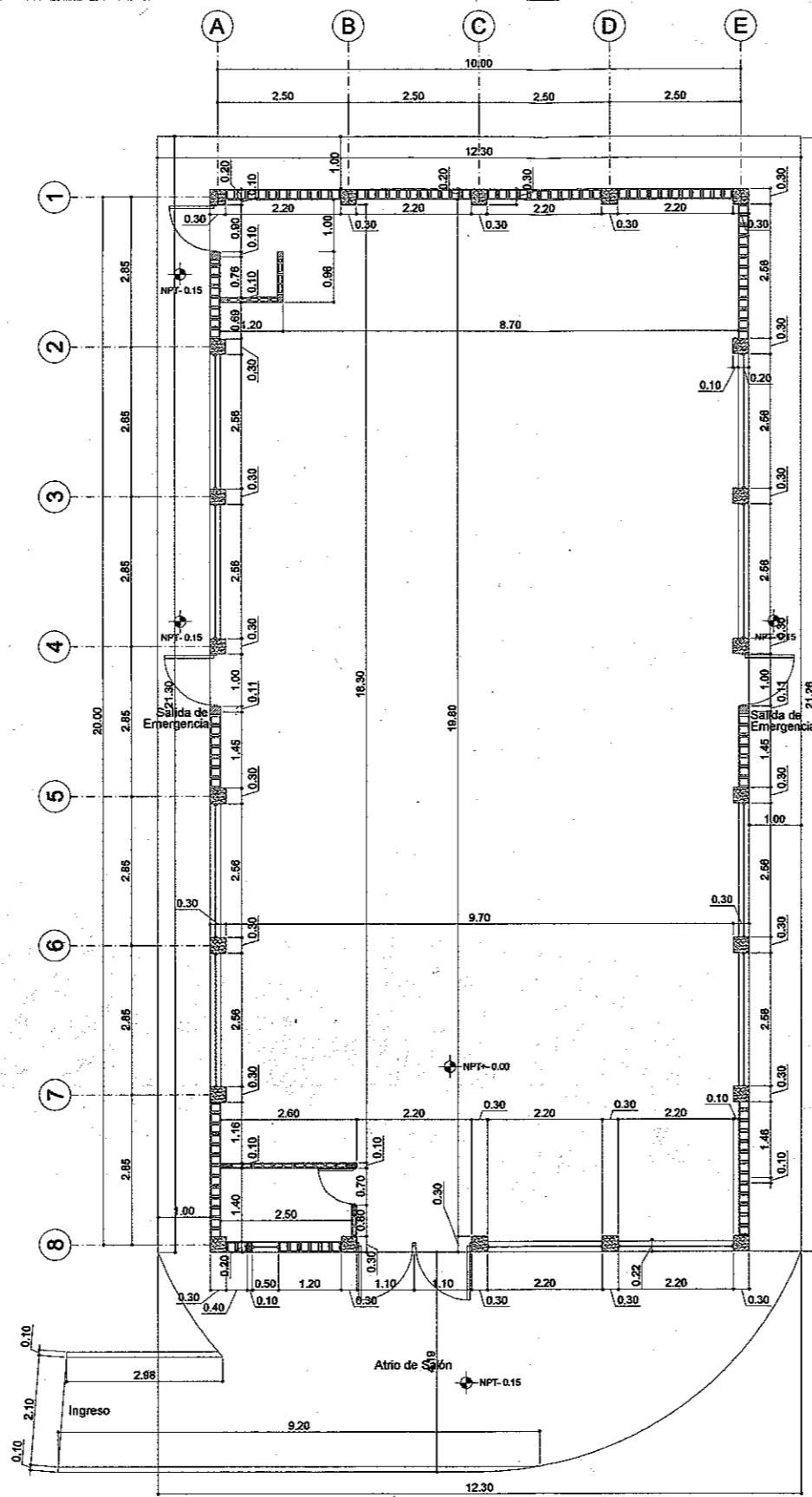
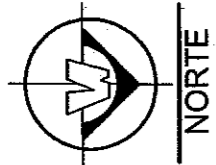


**PLANTA ARQUITECTONICA**

ESCALA 1:125

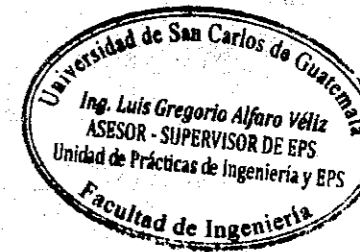
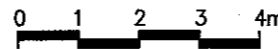



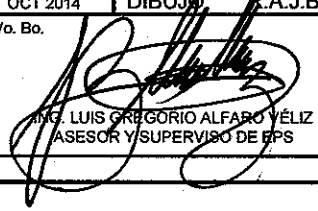
 <b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>	PLANTA ARQUITECTONICA	2	9
	CARNET: 2008-18932	ROCAEL ALEJANDRO JOACHÍN BARRIOS	
PROYECTO: <b>SALÓN DE USOS MÚLTIPLES</b>	ESCALA: INDICADA	DISEÑO: R.A.J.B.	
UBICACIÓN: <b>CASERÍO SANTA RITA RUÍZ</b>	FECHA: OCT 2014	CALCULO: R.A.J.B.	
	Vo. Bo.	 ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ ASESOR Y SUPERVISOR DE EPS	

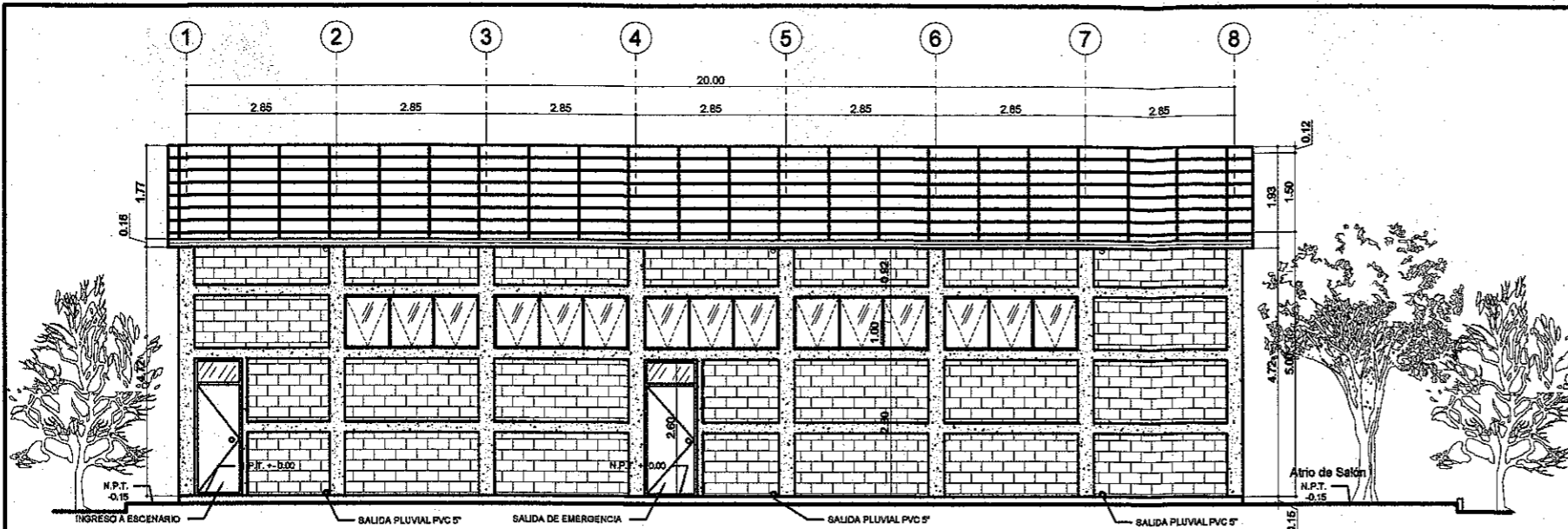


**PLANTA ACOTADA**

ESCALA 1:125

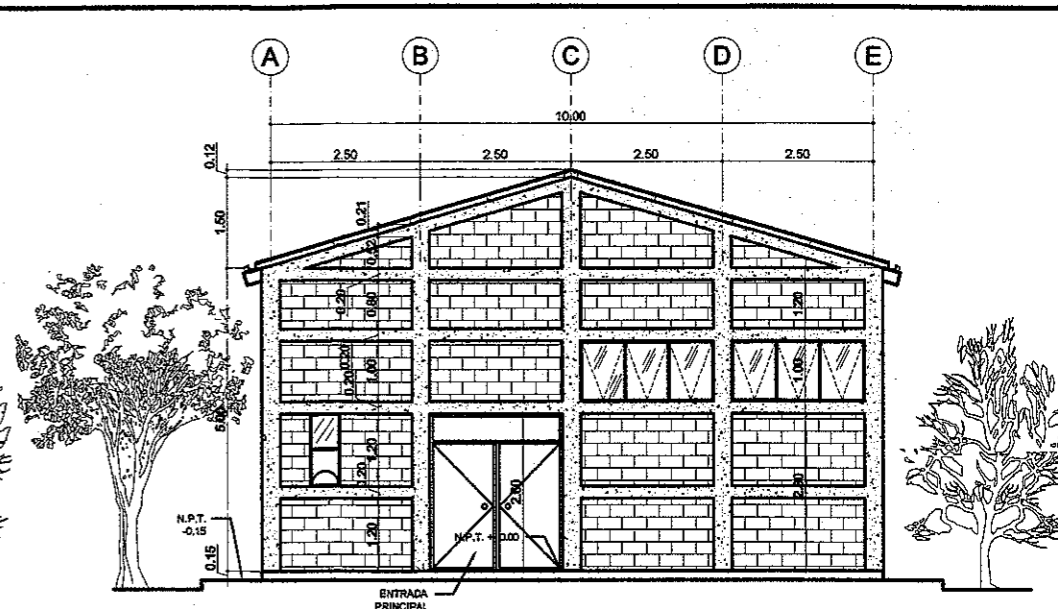


 <b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>	PLANTA ACOTADA	3	9
	CARNET: 2008-18932	ROCAEL ALEJANDRO JOACHÍN BARRIOS	
PROYECTO:  <b>SALÓN DE USOS MÚLTIPLES</b>	ESCALA: INDICADA	DISEÑO: R.A.J.B.	
	FECHA: OCT 2014	CALCULO: R.A.J.B.	
UBICACIÓN:  <b>CASERÍO SANTA RITA RUÍZ</b>	Vo. Bo.	DIBUJO: R.A.J.B.	
	 ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ ASESOR Y SUPERVISOR DE EPS		



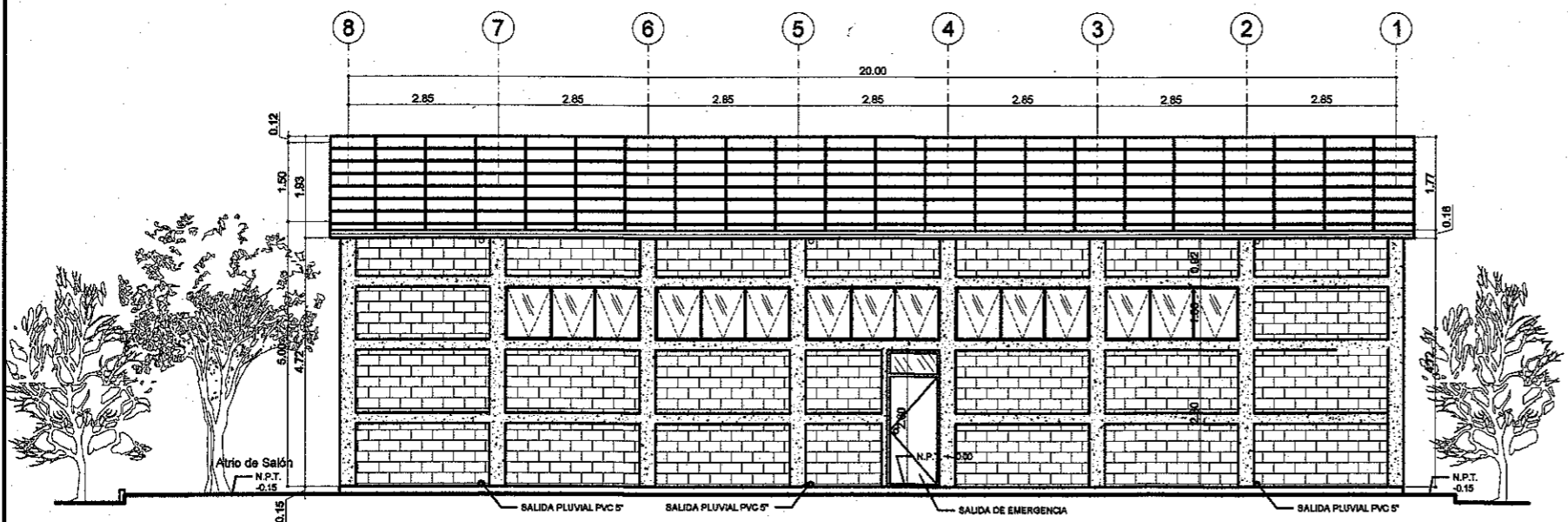
ELEVACION LATERAL IZQUIERDA 0 1 2 3 4m

ESCALA 1:125



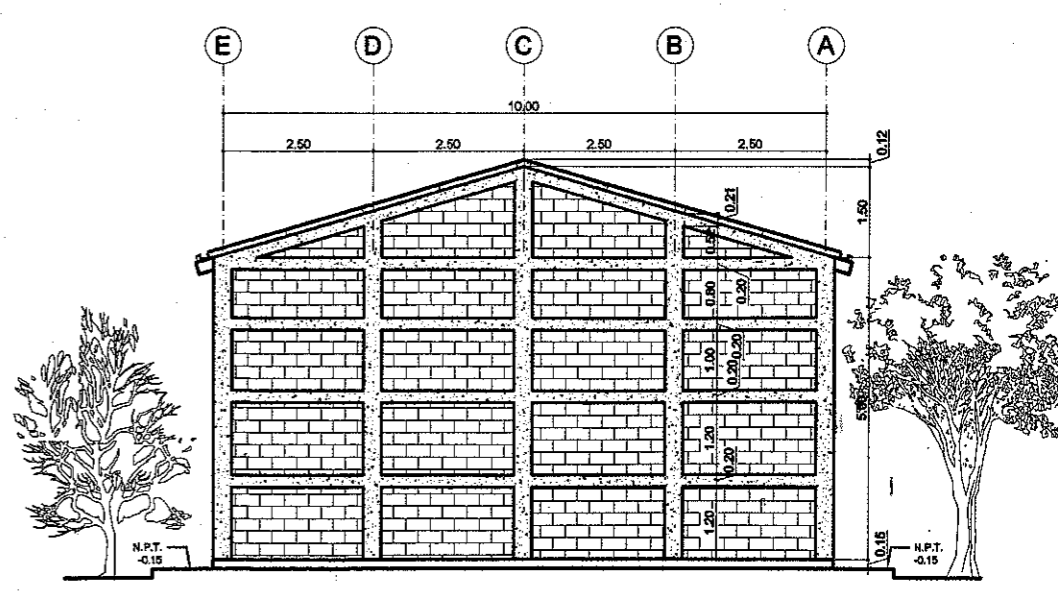
ELEVACION FRONTAL 0 1 2 3 4m

ESCALA 1:125



ELEVACION LATERAL DERECHA 0 1 2 3 4m

ESCALA 1:125

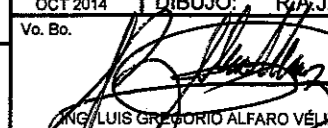


ELEVACION POSTERIOR 0 1 2 3 4m

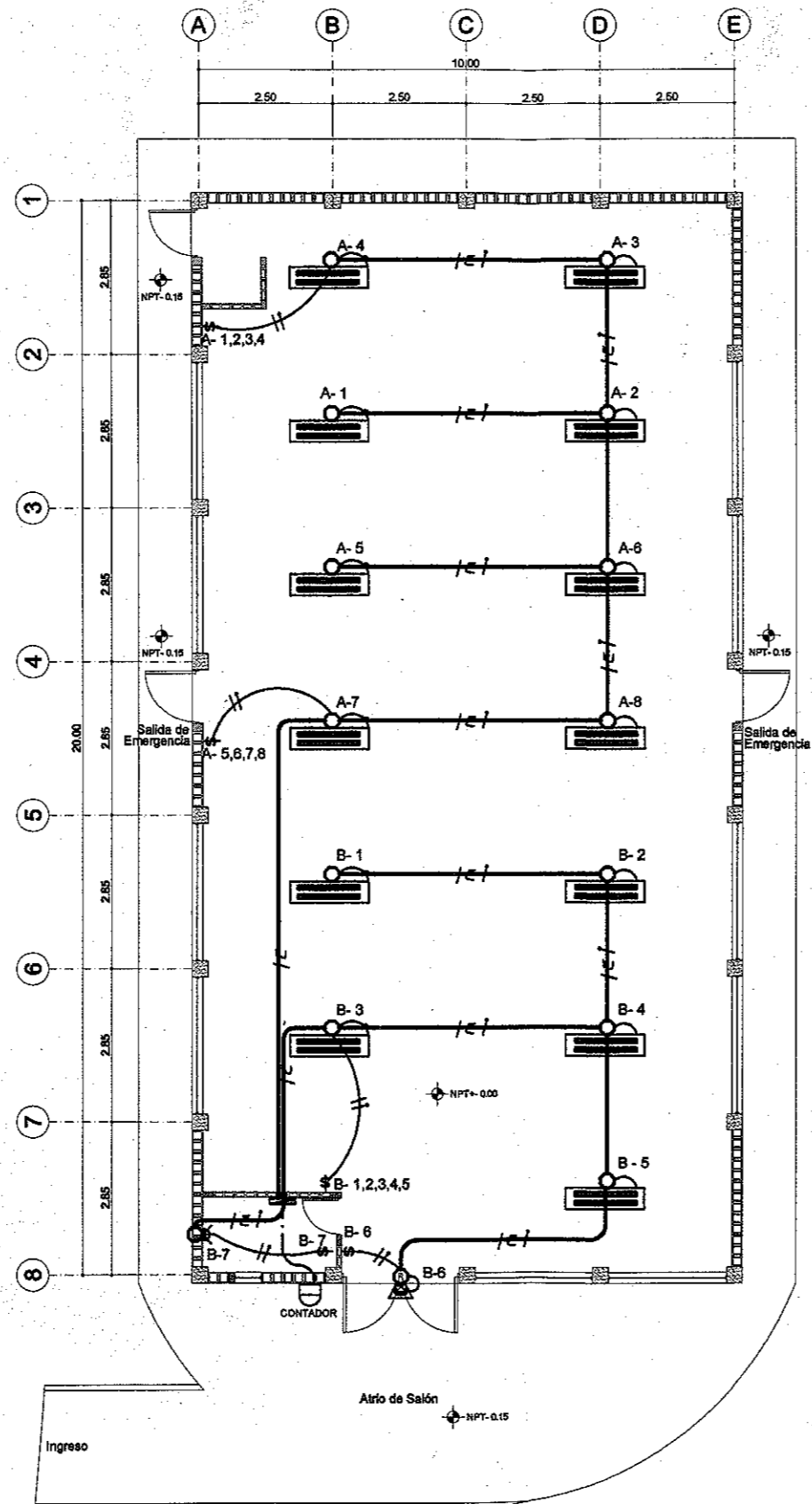
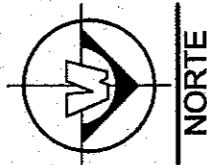
ESCALA 1:125

PLANTILLA DE PUERTAS Y VENTANAS						
TIPO	UNIDAD	SILLAR (M)	DINTEL (M)	ANCHO (M)	ALTO (M)	MATERIAL
P-1	1	---	2.80	2.50	2.80	DE METAL DE DOS HOJAS
P-2	2	---	2.80	1.00	2.80	DE METAL DE UNA HOJA
P-3	1	---	2.80	0.90	2.80	DE METAL DE UNA HOJA
V-1	10	2.80	3.80	2.56	1.00	DE METAL
V-2	2	2.80	3.80	2.20	1.00	DE METAL
V-3	1	1.40	2.60	0.50	1.20	DE METAL



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA	ELEVACIONES		4	9
	CARNET: 2008-18932	ROCAEL ALEJANDRO JOACHÍN BARRIOS		
PROYECTO:  SALÓN DE USOS MÚLTIPLES	ESCALA: INDICADA	DISEÑO: R.A.J.B.		
	FECHA: OCT 2014	CALCULO: R.A.J.B.		
UBICACIÓN:  CASERÍO SANTA RITA RUÍZ	Vo. Bo.		DIBUJO: R.A.J.B.	
	 ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ ASESOR Y SUPERVISOR DE EPS			

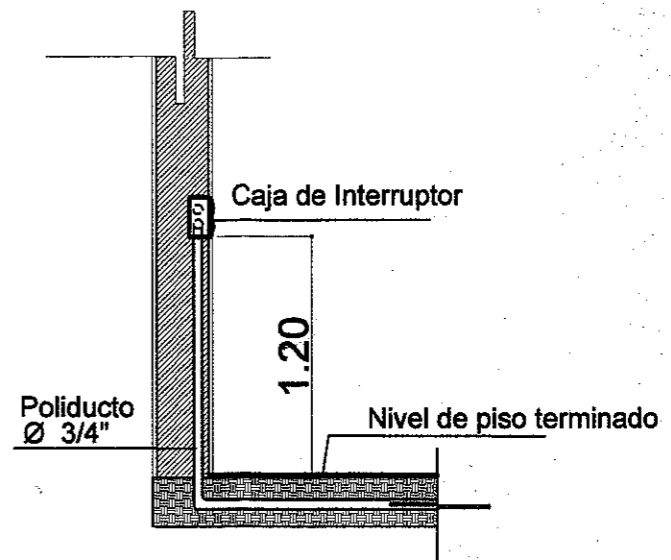




**ESPECIFICACIONES**

- PARA EL CIRCUITO DE ILUMINACIÓN SE UTILIZARÁ CABLE CALIBRE 12 AWG.
- PARA LA LÍNEA DE RETORNO SE UTILIZARÁ CABLE CALIBRE 12 AWG.
- SE UTILIZARÁN TUBERIAS INDEPENDIENTES PARA LOS CIRCUITOS.
- LA ALTURA DE LOS INTERRUPTORES SERÁ DE 1.20 METROS S.N.P.T.
- EL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN ESTARÁ UBICADO A 1.80 METROS S.N.P.T.
- TODOS LOS ACCESORIOS SERÁN DE LÍNEA "BITIGINO".

TABLERO DE DISTRIBUCIÓN DE ILUMINACIÓN		
DESCRIPCIÓN	CIRCUITOS	FLIPÓN
LAMPARAS ILUMINACIÓN	A,B	1 X 20



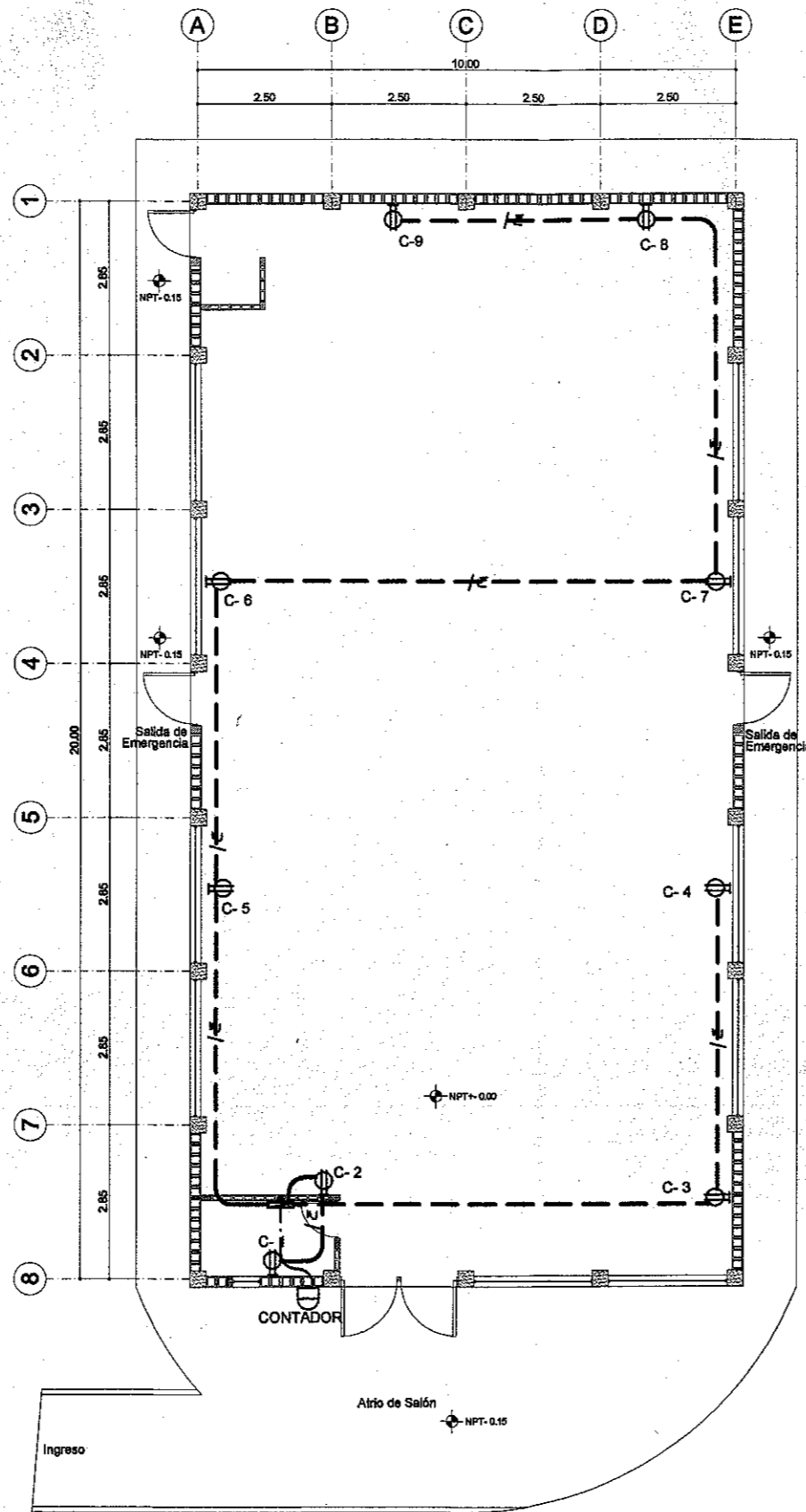
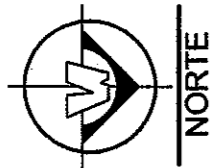
**DETALLE DE INTERRUPTOR**  
SIN ESCALA

SIMBOLOGIA ILUMINACION	
	LAMPARA DE TECHO LINEAL DE 2 TUBOS FLUORESCENTE
	TABLERO DE DISTRIBUCION
	CONTADOR
	INTERRUPTOR NORMAL A 1.20 NPT
	INTERRUPTOR THREE - WAY A 1.20 NPT
	POLIDUCTO SUSPEDIDO DIAMETRO 3/4"
	VIVO, NEUTRO, RETORNO, PUENTE
	CAJA ORTOGONAL
	BOMBILLA DE 100 WATTS EN PARED
	POLIDUCTO EN PISO A CONTADOR DIAMETRO 3/4"
	REFLECTOR PARA EXTERIOR



**PLANTA DE INSTALACION ELECTRICA - ILUMINACION** 0 1 2 3 4m  
ESCALA 1:125

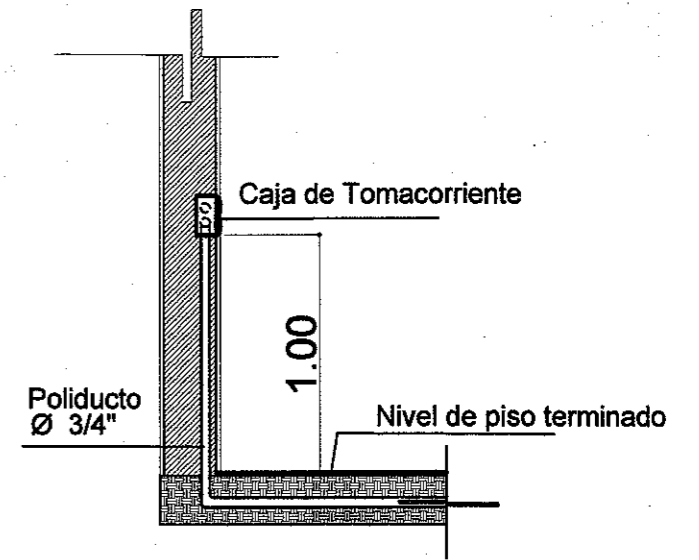
<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>	PLANTA DE ILUMINACION	5	9
	CARNET: 2008-18932 ESCALA: INDICADA FECHA: OCT 2014 Vo. Bo.	<b>ROCAEL ALEJANDRO JOAQUÍN BARRIOS</b> DISEÑO: R.A.J.B. CALCULO: R.A.J.B. DISEÑO: R.A.J.B.	
PROYECTO: <b>SALÓN DE USOS MÚLTIPLES</b>			
UBICACIÓN: <b>CASERÍO SANTA RITA RUÍZ</b>			



**ESPECIFICACIONES**

- PARA EL CIRCUITO DE FUERZA SE UTILIZARÁ CABLE CALIBRE 10 AWG.
- SE UTILIZARÁN TUBERIAS INDEPENDIENTES PARA LOS CIRCUITOS.
- LA ALTURA DE LOS TOMACORRIENTES SERÁ DE 1.00 METROS S.N.P.T.
- EL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN ESTARÁ UBICADO A 1.80 METROS S.N.P.T.
- TODOS LOS ACCESORIOS SERÁN DE LINEA "BITICINO".

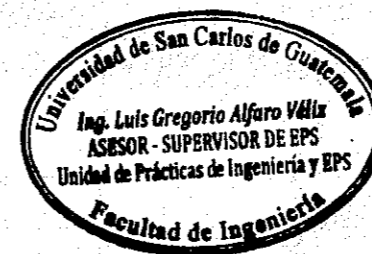
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN DE ILUMINACIÓN		
DESCRIPCIÓN	CIRCUITOS	FLIPÓN
TOMACORRIENTES	C	1 X 20



**DETALLE DE TOMACORRIENTE**

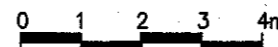
SIN ESCALA

SIMBOLOGIA ILUMINACION	
	TABLERO DE DISTRIBUCION
	CONTADOR
	TOMACORRIENTE NORMAL A 110 VOLTIOS A 1.00 NPT
	TOMACORRIENTE 220 VOLTIOS A 1.00 NPT
	POLIDUCTO EN PISO DIAMETRO 3/4"
	VIVO, NEUTRO
	POLIDUCTO EN PISO A CONTADOR DIAMETRO 3/4"

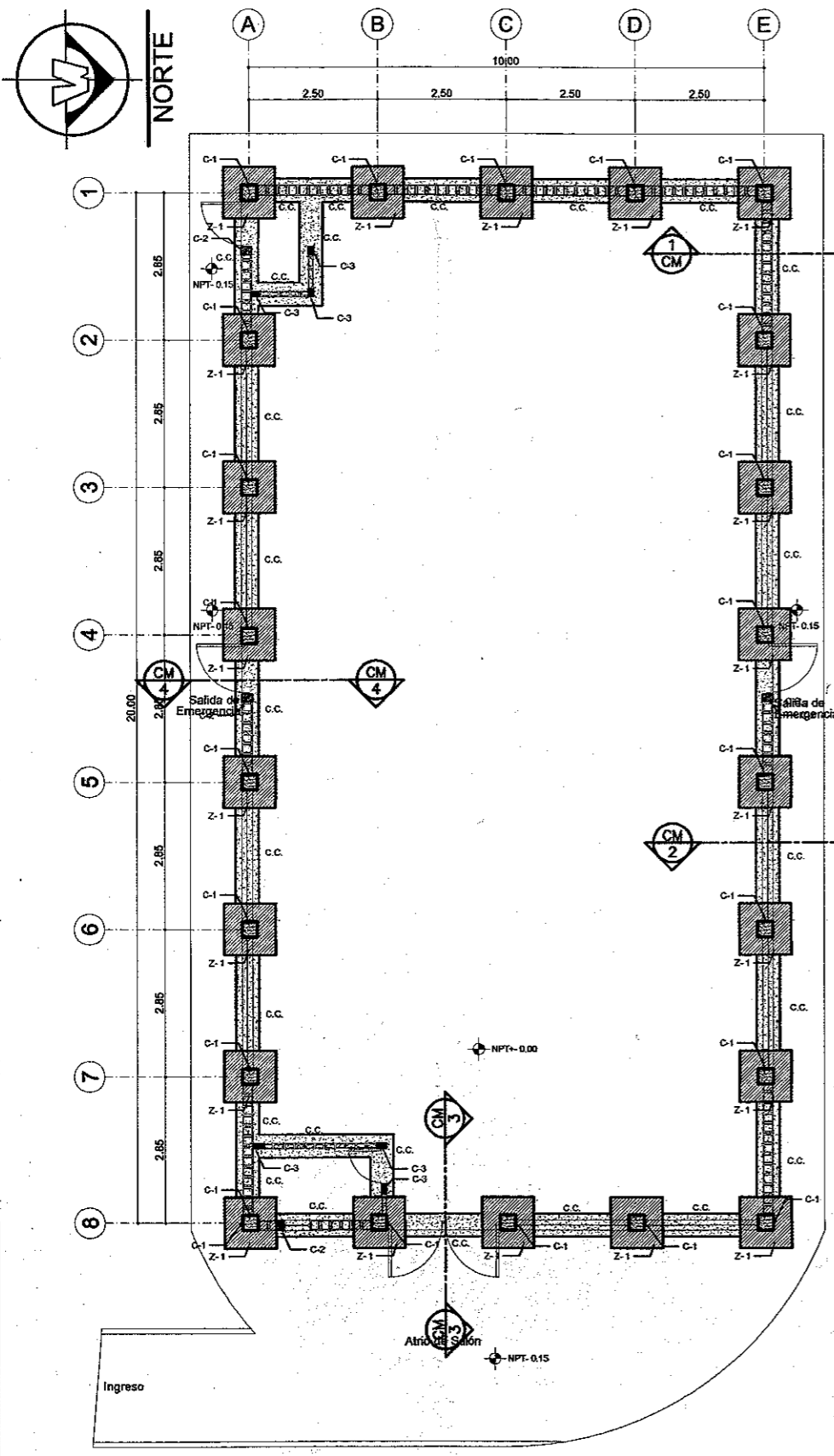


**PLANTA DE INSTALACION ELECTRICA - FUERZA**

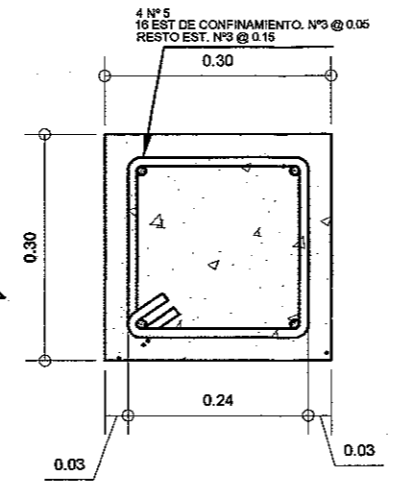
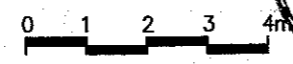
ESCALA 1:125



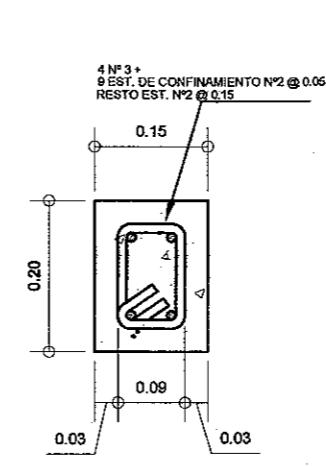
<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> FACULTAD DE INGENIERÍA	PLANTA DE FUERZA	6	9
	CARNET: 2008-18932	ROCAEL ALEJANDRO JOACHÍN BARRIOS	
PROYECTO: SALÓN DE USOS MÚLTIPLES	ESCALA: INDICADA	DISEÑO: R.A.J.B. CALCULO: R.A.J.B.	
UBICACIÓN: CASERÍO SANTA RITA RUÍZ	FECHA: OCT 2014	DIBUJO: R.A.J.B.	
		Vo. Bo.	
		ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ ASESOR Y SUPERVISOR DE EPS	



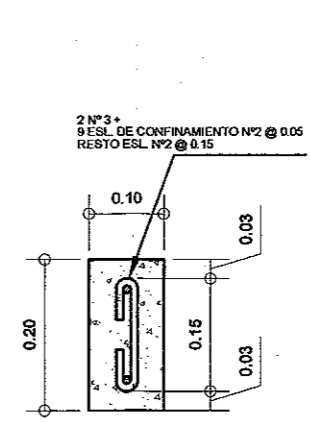
**PLANTA DE CIMENTACION**  
ESCALA 1:125



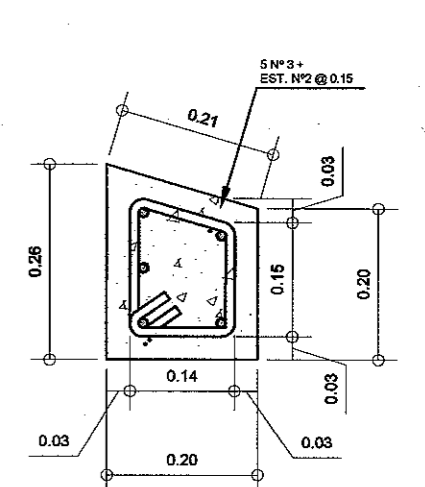
**DETALLE DE COLUMNA Co-1**  
ESCALA 1:10



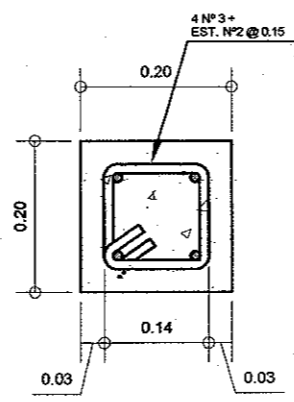
**DETALLE DE COLUMNA Co-2**  
ESCALA 1:10



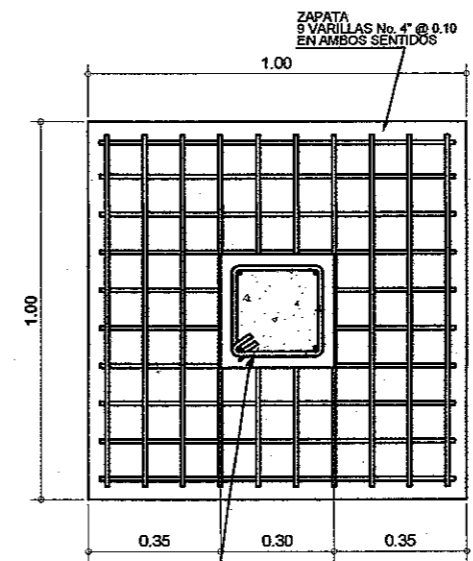
**DETALLE DE COLUMNA Co-3**  
ESCALA 1:10



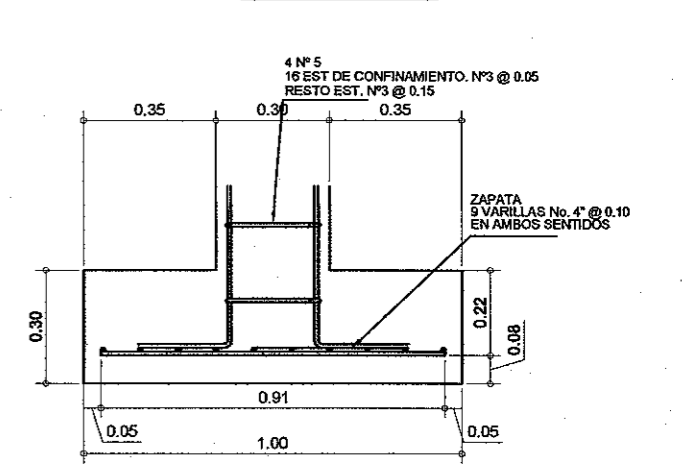
**DETALLE DE SOLERA CORONA LONGITUDINAL**  
ESCALA 1:10



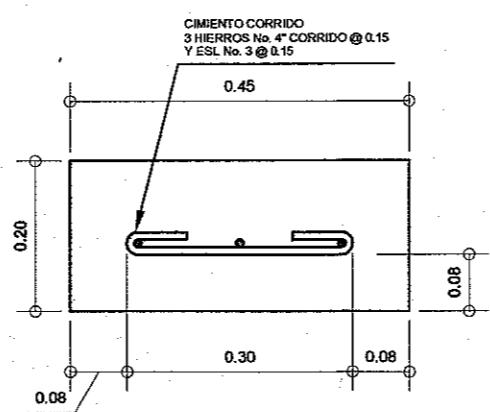
**DETALLE SECCION DE SOLERA HUMEDAD E INTERMEDIA**  
ESCALA 1:10



**PLANTA**

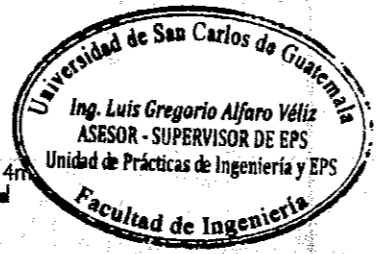


**DETALLE DE ZAPATA Z-1**  
ESCALA 1:20



**DETALLE DE CIMENTO CORRIDO**  
ESCALA 1:10

ESPECIFICACIONES	
<b>CONCRETO</b>	<b>MUROS</b>
-EL CONCRETO DEBERÁ TENER UN $f_c = 210 \text{ KG/CM}^2$ .	-LOS MUROS SE LEVANTARÁN CON BLOCK DE $0.19 \times 0.19 \times 0.09$ , DE $35 \text{ KG/CM}^2$ CIZADO EN AMBOS LADOS.
-LA RELACIÓN AGUA CEMENTO DEBE SER COMO MÁXIMA $25.71 \text{ LT} / 1 \text{ SACO DE CEMENTO}$ .	-LA SABIETA DE UNION DE BLOCK SERA CON PROPORCIÓN VOLUMÉTRICA DE 1:3 (CEMENTO+ AREANA DE RÍO).
-EL AGREGADO GRUESO (PIEDRÍN) DEBE TENER UN DIÁMETRO MÍNIMO DE $1/2"$ Y MÁXIMO DE $1 1/2"$ .	-EL PESO DE MUROS ES DE $1800 \text{ KG/M}^3$
-EL CONCRETO DEBE TENER UNA RESISTENCIA DE $217 \text{ KG/CM}^2$	<b>COLUMNAS SOLERAS Y SILLAR</b>
RECUBRIMIENTOS MÍNIMOS: COLUMNAS Y SOLERAS = $2.5 \text{ CM}$ , CIMIENTOS = $5 \text{ CM}$ .	SERAN TALLADAS Y ALISADAS EN LA PARTE DE AFUERA QUEDARÁN CON TONALIDAD COLOR CEMENTO.
<b>ACERO</b>	
-EL ACERO DEBERÁ TENER UN $f_y = 2810 \text{ KG/CM}^2$ Y DE CALIDAD LEGÍTIMA.	

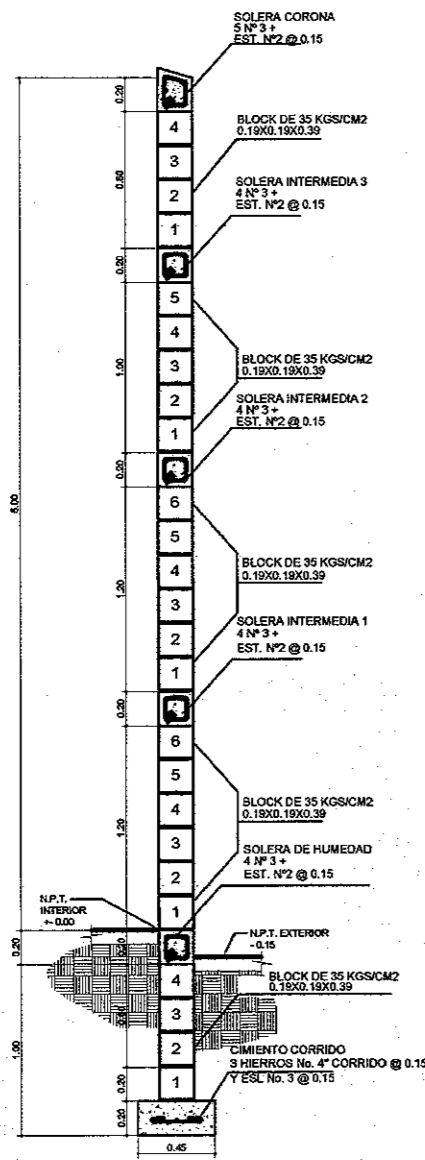


SIMBOLOGIA DE PLANTA DE CIMENTACION	
	CIMENTO CORRIDO DE $0.45 \times 0.20 \text{ MTS}$
	ZAPATA CENTRAL DE $1.00 \times 1.00 \times 0.30 \text{ MTS}$
	COLUMNA TIPO C-1 DE $0.30 \times 0.30 \text{ MTS}$
	COLUMNA TIPO C-2 DE $0.10 \times 0.20 \text{ MTS}$
	COLUMNA TIPO C-3 DE $0.10 \times 0.10 \text{ MTS}$

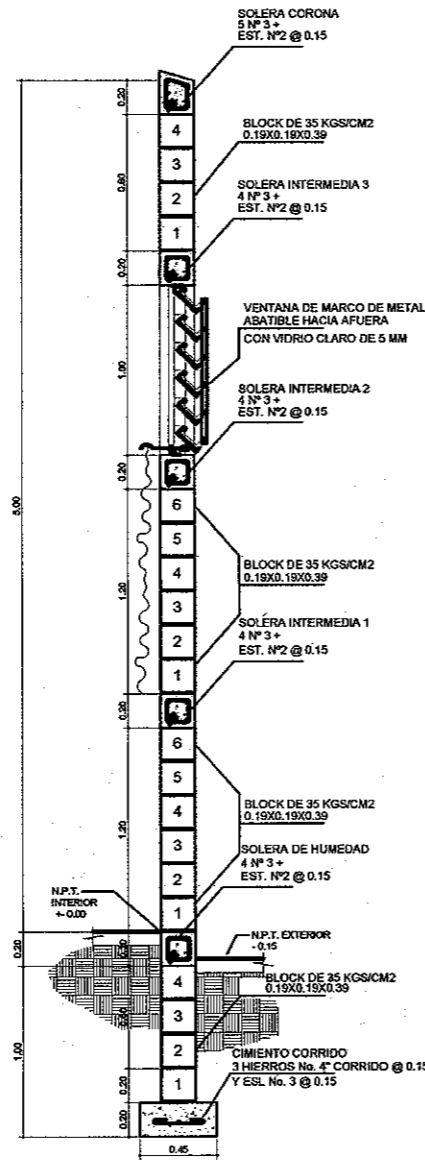
<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>	<b>PLANTA DE CIMENTACION Y DETALLES</b> <b>7 9</b>
	<b>CARNET:</b> ROCAEL ALEJANDRO JOACHÍN BARRIOS <b>2008-18932</b>
<b>PROYECTO:</b> SALÓN DE USOS MÚLTIPLES	<b>ESCALA:</b> INDICADA <b>DISEÑO:</b> R.A.J.B.
<b>UBICACIÓN:</b> CASERÍO SANTA RITA RUÍZ	<b>FECHA:</b> OCT 2014 <b>CALCULO:</b> R.A.J.B.
	<b>DIBUJO:</b> R.A.J.B.

Vo. Bo.

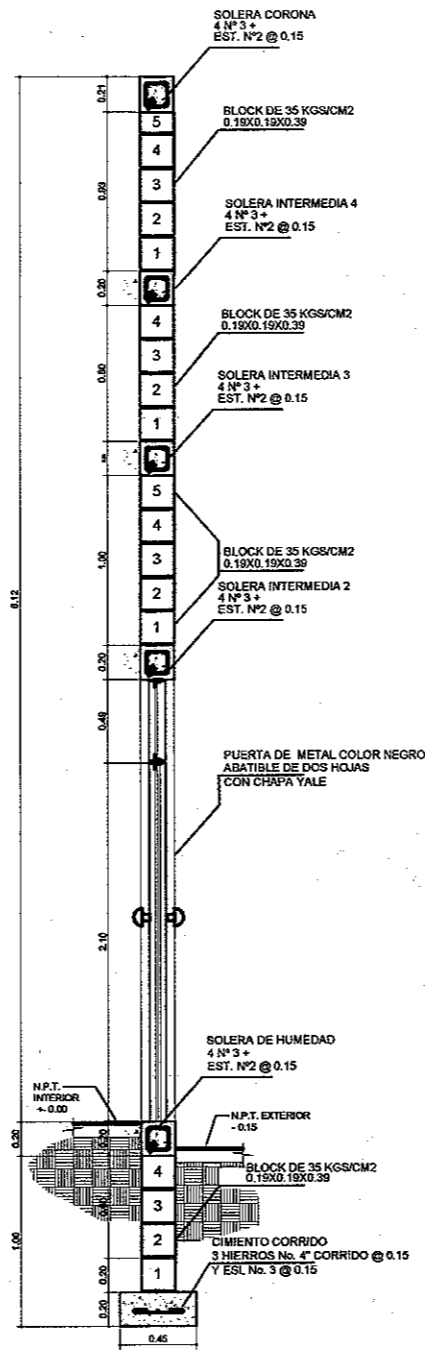
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ  
ASESOR Y SUPERVISOR DE EPS



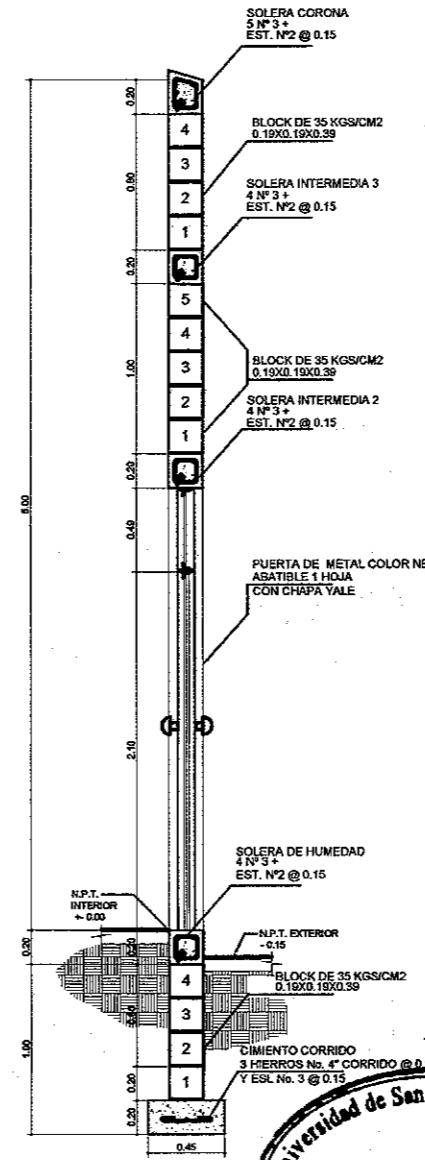
CORTE DE MURO 1 - 1  
ESCALA 1:20



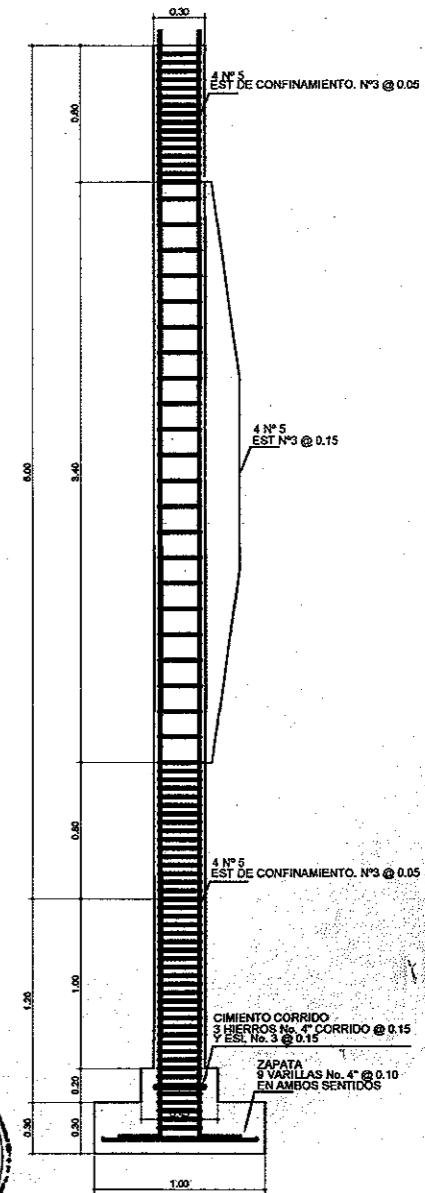
CORTE DE MURO 2 - 2  
ESCALA 1:20



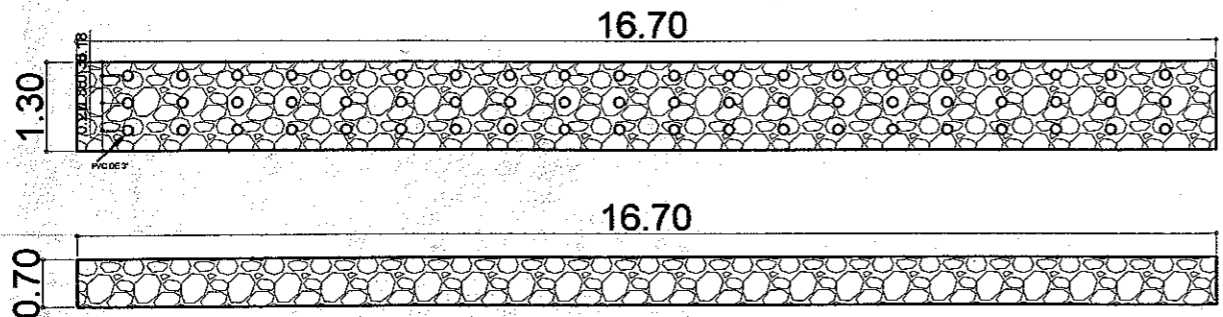
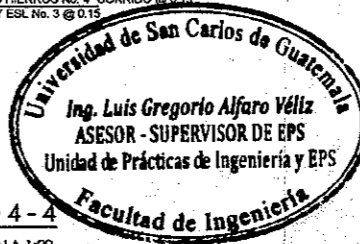
CORTE DE MURO 3 - 3  
ESCALA 1:20



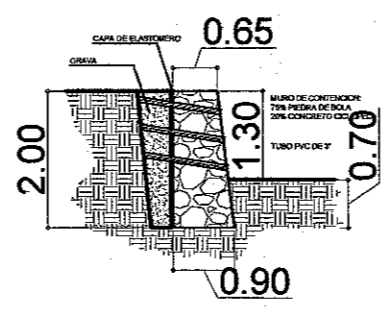
CORTE DE MURO 4 - 4  
ESCALA 1:20



CORTE DE COLUMNA C - 1  
ESCALA 1:20

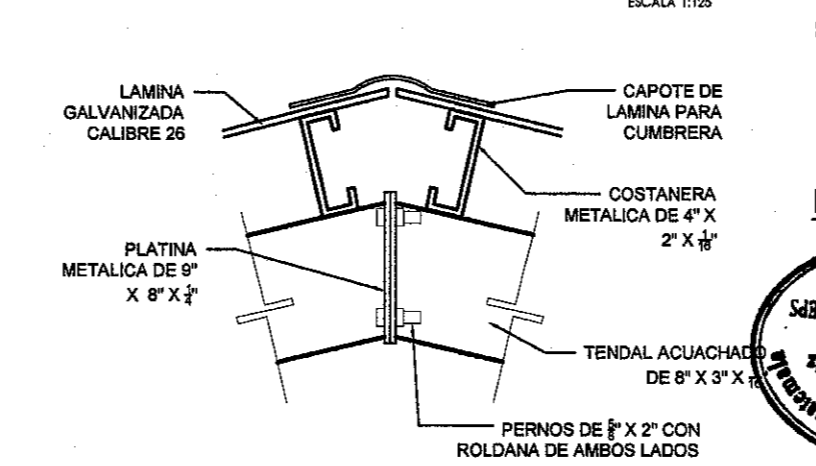
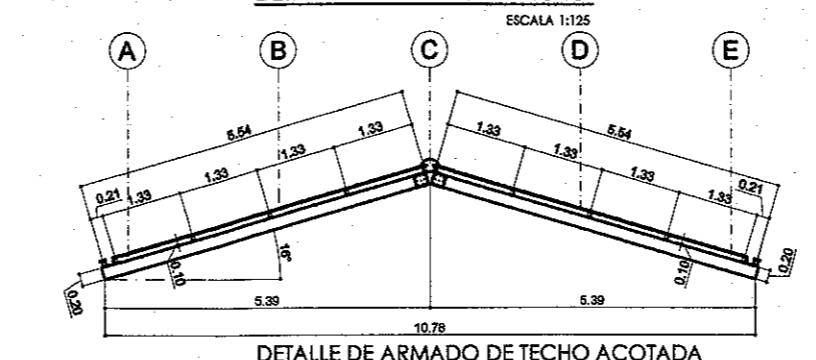
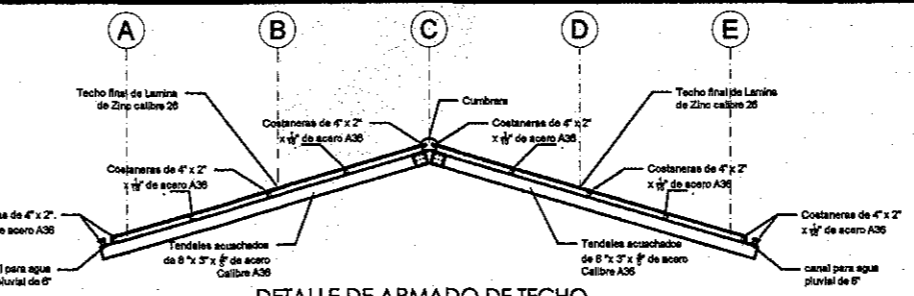
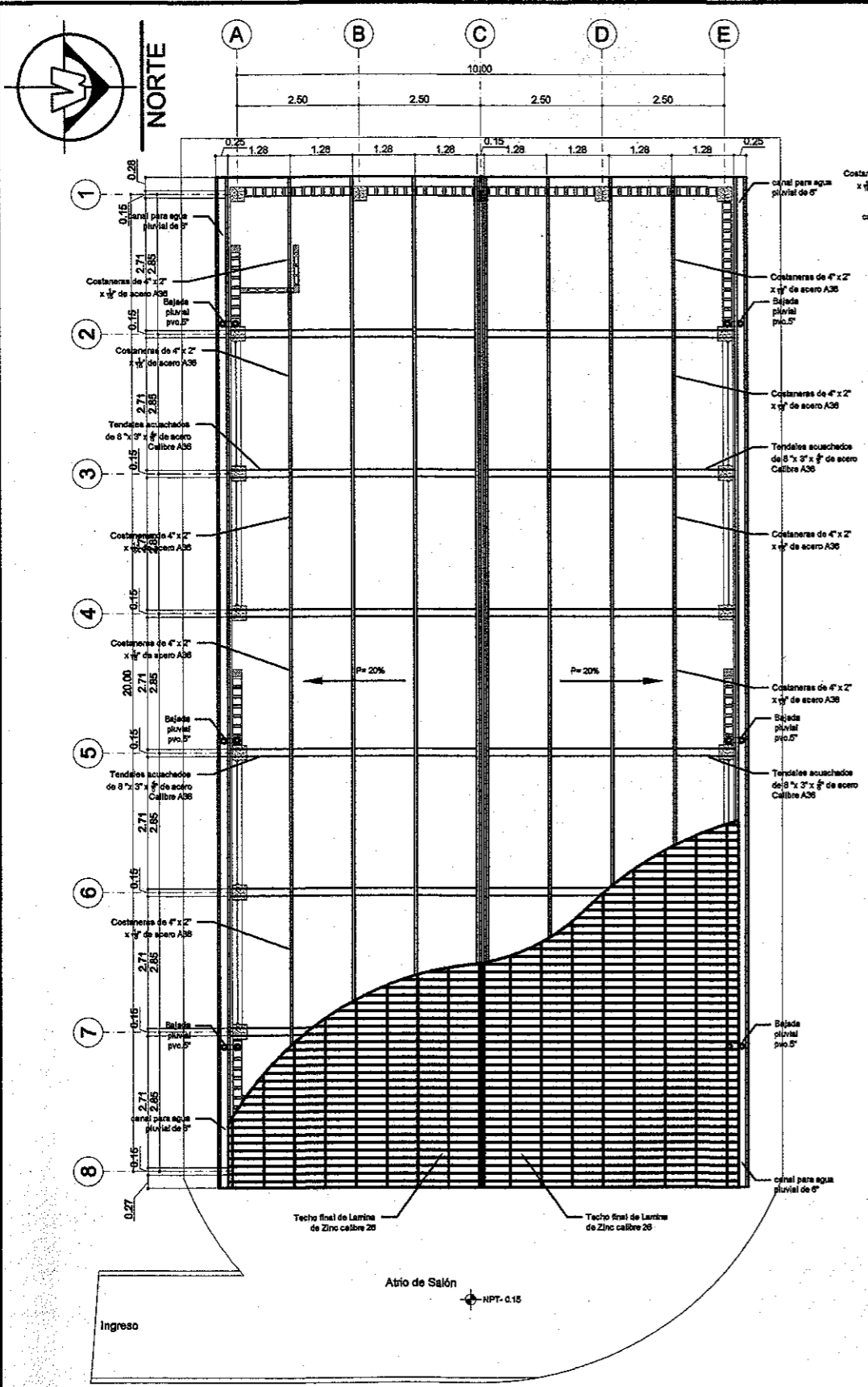


ELEVACION MURO POR GRAVEDAD  
ESCALA 1:50



SECCION DE MURO POR GRAVEDAD  
ESCALA 1:50

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA	DETALLES DE CORTES 8 9		
	CARNET: 2008-18932	ROCAEL ALEJANDRO JOACHÍN BARRIOS	
PROYECTO: SALÓN DE USOS MÚLTIPLES	ESCALA: INDICADA	DISEÑO: R.A.J.B.	
	FECHA: OCT 2014	CALCULO: R.A.J.B.	
UBICACIÓN: CASERÍO SANTA RITA RUÍZ	Vo. Bo.	DIBUJO: R.A.J.B.	
	LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ ASESOR Y SUPERVISOR DE EPS		



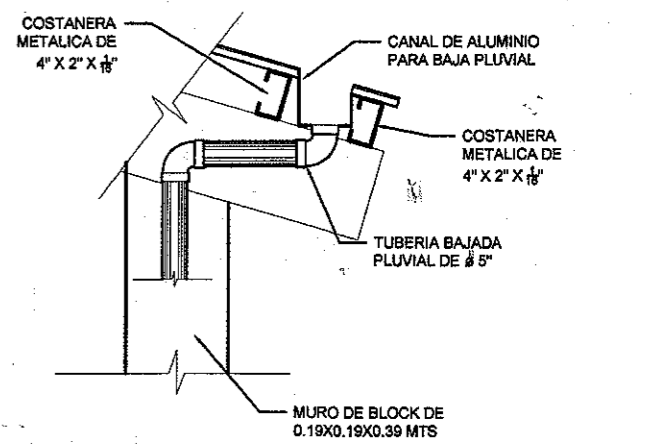
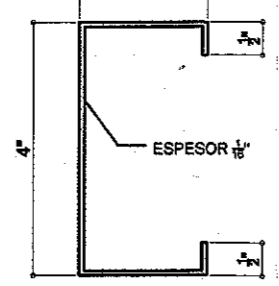
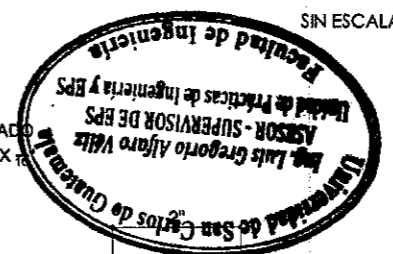
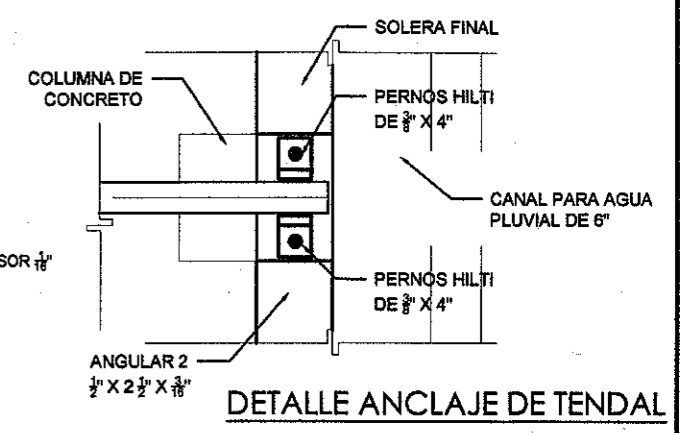
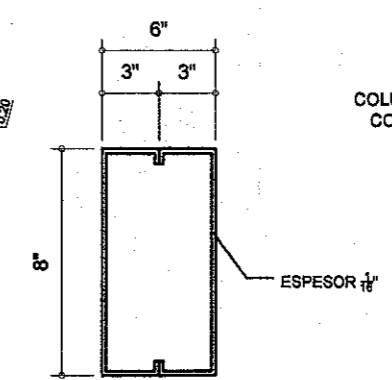
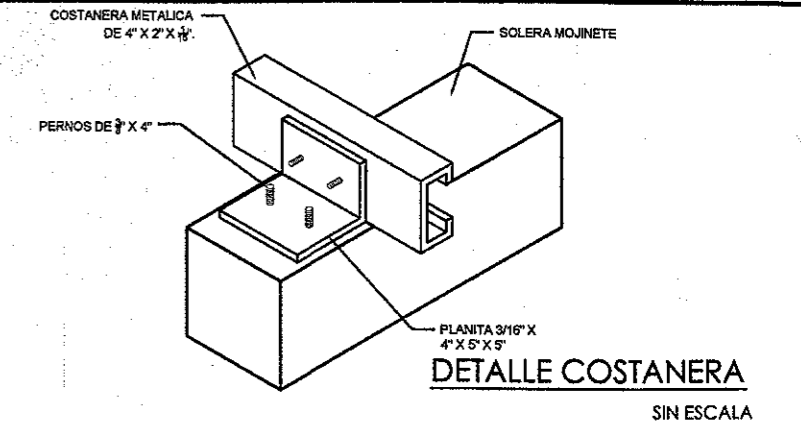
**ESPECIFICACIONES**

**MATERIALES**

- LAS COSTANERAS DE APOYO SERÁ DE PERFIL TIPO C LÉGITIMO, CON LAMINA ROLADA EN CALIENTE CON ESPESOR DE 1/16" DE SEIS METROS DE LONGITUD, DE DIMENSIONES 4", 2", 1/2".
- LAS VIGAS O TENDALES ESTARÁN COMPUESTAS POR DOS COSTANERAS ACUACHADAS Y SERÁN DE LAS DIMENSIONES 8", 3", 1/8", SOLDADAS UNA CON OTRA, (Fy = 2810 KG/CM2) LIMPIAS DE OXIDO, GRASAS, POLVO, ETC.
- EL ACERO DEBERA TENER UN fy = 2810 KG/CM2 Y SERÁ TIPO A-36.
- LA LÁMINA SERÁ CALIBRE 26 LEGITIMA DE 9 PIES.
- LAS PLATINAS SERÁN DE TIPO A-36, DEL MISMO TAMAÑO DE LA COSTANERA A UTILIZAR.
- SE UTILIZARÁN PERNOS FUNDIDOS EN SOLERAS Y COLUMNAS PRINCIPALES ADEMÁS SE SOLDARÁN AL ACERO LONGITUDINAL.
- LOS CORTES SE DEBERÁN HACER CON CIZALLA O CIERRA, NO SE PERMITIRÁ CORTES CON SOPLATE A ELEMENTO QUE TRANSMITAN CARGAS.

**SOLDADURA**

- LA UNIÓN ENTRE COSTANERAS SE REALIZARÁ CON SOLDADURA DE CORDÓN.
- LA SOLDADURA SE HARÁ CON ARCO ELÉCTRICO METÁLICO, LOS ELECTRODOS Y METAL DE APORTE A USAR SERÁN E80XX Y E70XX, (SWAM).
- LA SOLDADURA DEBE SER COMPACATA Y LOS AGUJEROS U OTROS DEFECTOS DEBERÁN SER LLENADOS, SE PERMITE SEPARACION DE 2MM ENTRE PIEZAS.
- EL ELECTRODO SERÁ REVESTIDO PARA ACERO INOXIDABLE E308-16 APLICANDO UNA ENERGIACIÓN POR CORRIENTE DIRECTA Y CON INTENSIDAD DE CORRIENTE ENTRE 60-75 AMPERIOS.
- NO SE PERMITIRÁ TRABAJO DE SOLDADURA SI EL METAL SE ECUENTA A MENOS DE 18°C.



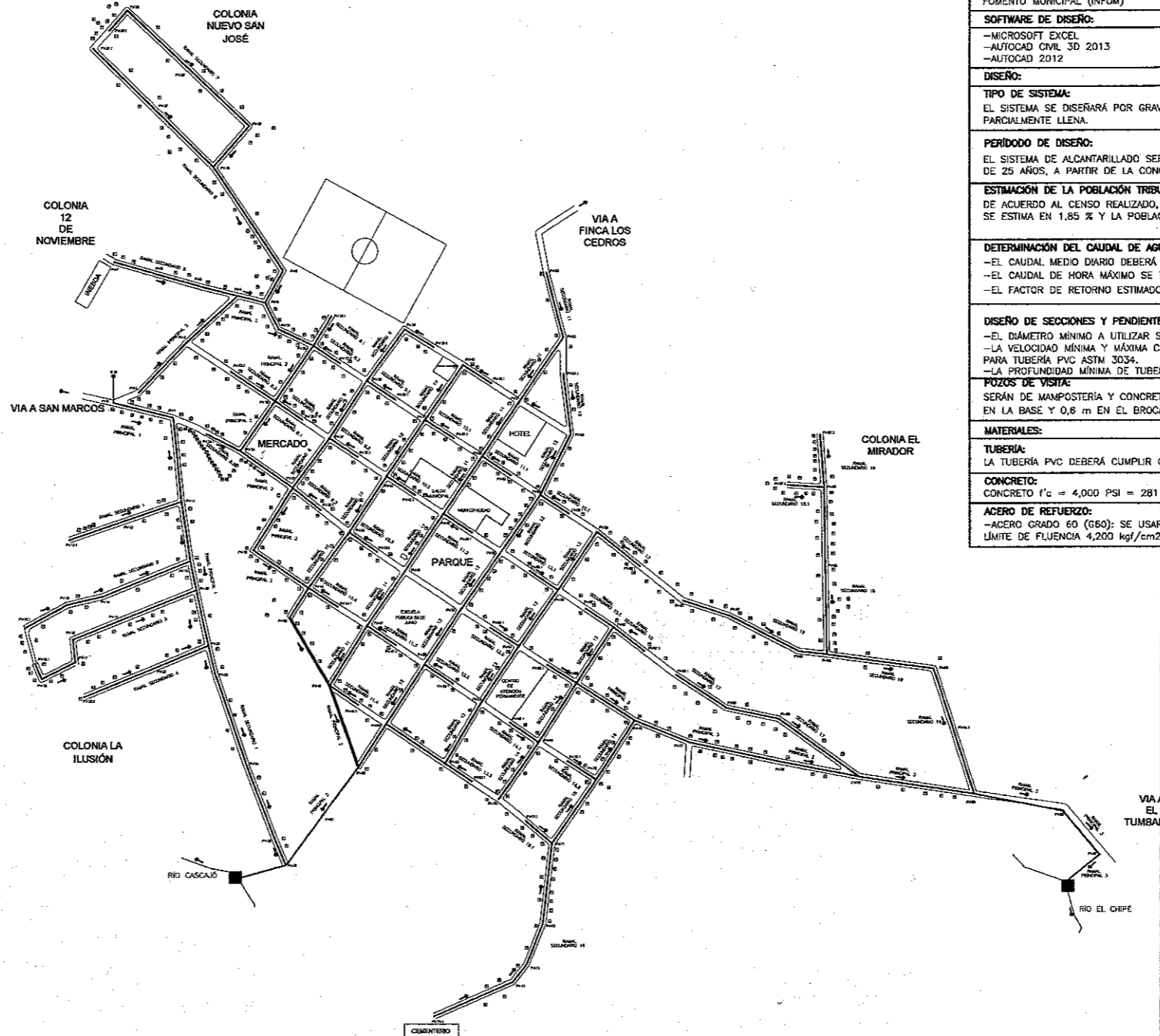
**PLANTA DE TECHOS**  
 ESCALA 1:125

Scale bar: 0 1 2 3 4m

<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> FACULTAD DE INGENIERÍA	<b>PLANTA DE TECHOS Y DETALLES</b>	<b>9 9</b>
	CARNET: 2008-18932	ROCAEL ALEJANDRO JOACHÍN BARRIOS
PROYECTO: SALÓN DE USOS MÚLTIPLES	ESCALA: INDICADA FECHA: OCT 2014	DISEÑO: R.A.J.B. CALCULO: R.A.J.B. DIBUJO: R.A.J.B.
UBICACIÓN: CASERÍO SANTA RITA RUÍZ	Vo. Bo. ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ ASesor Y SUPERVISOR DE EPS	

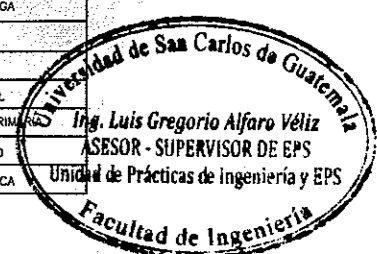
**Apéndice 2. Planos del sistema de alcantarillado sanitario para la cabecera municipal de San José El Rodeo**

ESTACIÓN	P.O.	AZIMUTH			Y	X	Z
		GRADOS	MIN	SEG			
BM	E-0	0.0000	0.0000	0.0000	0.00	1000.00	1000.00
BM	E-0	150.0000	0.0000	0.0000	2.00	998.00	1000.00
E-0	E-2	67.0000	41.0000	0.0000	23.20	1008.81	1021.46
E-2	E-3	43.0000	36.0000	9.0700	59.45	1049.66	1062.45
E-3	E-4	47.0000	33.0000	29.7300	59.53	1060.04	1106.40
E-4	E-1	294.0000	31.0000	30.0000	35.00	1098.82	1072.52
E-1	E-2	285.0000	49.0000	30.0000	37.50	1109.04	1036.44
E-2	E-3	285.0000	1.0000	20.0000	37.40	1119.37	1000.49
E-3	E-4	104.0000	4.0000	4.3500	24.37	1084.11	1130.54
E-4	E-5	26.0000	58.0000	46.1000	31.59	1111.74	1146.39
E-5	E-6	326.0000	8.0000	7.5800	107.29	1200.83	1085.57
E-6	E-7	314.0000	34.0000	37.0000	144.52	1302.27	962.83
E-7	E-8	41.0000	22.0000	50.0000	44.00	1335.28	1011.71
E-8	E-9	133.0000	35.0000	11.0000	144.40	1235.72	1118.31
E-9	E-10	104.0000	6.0000	19.2400	62.49	985.21	1050.91
E-10	E-11	174.0000	27.0000	53.4500	72.50	913.05	1057.90
E-11	E-11.1	291.0000	9.0000	35.0000	101.50	680.27	961.84
E-11	E-12	171.0000	35.0000	10.0000	61.50	682.10	1065.44
E-12	E-13	247.0000	51.0000	44.5400	81.50	631.39	969.95
E-13	E-14	256.0000	34.0000	30.0000	30.50	624.31	960.28
E-14	E-15	241.0000	14.0000	50.0000	41.00	604.69	924.33
E-15	E-16	165.0000	47.0000	30.0000	32.00	773.57	922.19
E-16	E-17	156.0000	33.0000	50.0000	14.40	760.35	937.92
E-17	E-18	62.0000	58.0000	10.0000	32.40	775.08	966.76
E-18	E-19	353.0000	57.0000	10.0000	19.60	784.57	964.71
E-19	E-20	88.0000	6.0000	45.4400	38.30	808.85	1000.25
E-20	E-21	89.0000	6.0000	27.8300	75.70	837.07	1070.49
E-21	E-22	167.0000	44.0000	11.0000	49.00	789.19	1060.90
E-22	E-22.1	247.0000	15.0000	53.5300	48.82	770.32	1035.67
E-22.1	E-22.2	247.0000	40.0000	56.4600	68.84	744.94	974.04
E-22	E-23	166.0000	27.0000	9.2700	27.50	762.16	1067.41
E-23	E-24	161.0000	10.0000	0.0000	81.00	685.50	1113.56
E-24	E-25	158.0000	0.0000	0.0000	67.00	622.95	1137.57
E-25	E-26	157.0000	0.0000	0.0000	25.00	596.94	1147.34
E-26	E-27	254.0000	48.0000	53.0000	40.00	586.46	1108.73
E-27	E-28	152.0000	58.0000	39.8700	25.54	1051.01	1141.83
E-28	E-29	116.0000	23.0000	30.0000	33.00	1048.68	1171.64
E-29	E-30	31.0000	43.0000	37.1600	30.00	1072.37	1167.41
E-30	E-31	214.0000	48.0000	38.2900	58.00	999.24	1138.53
E-31	E-31.1	212.0000	9.0000	10.0000	63.30	871.04	1119.70
E-31	E-32	36.0000	48.0000	15.0000	63.20	967.23	1185.26
E-32	E-33	33.0000	12.0000	0.0000	56.00	1016.00	1217.57
E-33	E-34	36.0000	22.0000	28.5600	55.00	1060.95	1250.24
E-34	E-35	121.0000	20.0000	0.0000	59.00	1030.27	1300.63
E-35	E-36	214.0000	48.0000	50.0000	57.60	982.98	1267.75
E-36	E-37	214.0000	27.0000	57.7200	58.81	934.50	1234.47
E-37	E-38	214.0000	0.0000	36.6200	58.00	888.42	1202.02
E-38	E-39	216.0000	9.0000	50.0000	59.30	838.54	1167.03
E-39	E-40	212.0000	16.0000	10.0000	30.00	813.18	1151.01
E-40	E-41	122.0000	39.0000	1.3200	60.05	808.14	1217.59
E-41	E-42	211.0000	53.0000	50.0000	61.00	754.36	1185.36
E-42	E-43	35.0000	4.0000	10.0000	57.00	652.80	1250.34
E-43	E-44	33.0000	33.0000	50.0000	59.60	902.46	1283.29
E-44	E-45	34.0000	17.0000	45.9800	59.44	951.57	1316.79
E-45	E-46	33.0000	59.0000	20.0000	56.89	998.82	1349.64
E-46	E-47	180.0000	2.0000	10.0000	31.30	1022.47	1368.66
E-47	E-48	173.0000	11.0000	57.0000	52.20	970.83	1363.14
E-48	E-49	206.0000	39.0000	35.3500	58.54	918.32	1366.67
E-49	E-50	214.0000	47.0000	48.3300	58.30	889.62	1333.03
E-50	E-51	214.0000	43.0000	34.7800	59.96	830.35	1298.86
E-51	E-52	213.0000	32.0000	30.0000	57.40	772.50	1267.16
E-52	E-53	213.0000	9.0000	50.0000	61.00	721.44	1233.79
E-53	E-54	213.0000	9.0000	50.0000	44.10	684.52	1209.67
E-54	E-55	124.0000	0.0000	50.0000	61.00	687.32	1284.36
E-55	E-56	30.0000	48.0000	58.2700	60.73	730.47	1315.46
E-56	E-57	39.0000	11.0000	3.9400	58.00	768.51	1347.54
E-57	E-58	35.0000	11.0000	3.9400	58.25	836.95	1381.65
E-58	E-59	33.0000	49.0000	30.0000	60.10	886.87	1415.14
E-59	E-60	124.0000	9.0000	10.0000	57.30	894.78	1429.10
E-60	E-61	127.0000	49.0000	15.0000	67.50	763.39	1482.42
E-61	E-62	213.0000	32.0000	30.0000	57.90	756.52	1397.11
E-62	E-63	212.0000	35.0000	10.0000	60.50	705.54	1364.53
E-63	E-64	215.0000	18.0000	50.1800	59.43	657.03	1330.20
E-64	E-64.1	129.0000	40.0000	27.0500	58.92	618.78	1376.32
E-64.1	E-64.2	186.0000	40.0000	10.0000	70.10	548.15	1368.16
E-64.2	E-64.3	202.0000	23.0000	30.0000	37.40	514.57	1353.93
E-64.3	E-64.4	218.0000	21.0000	15.0000	19.50	489.28	1341.83
E-64.4	E-65	246.0000	24.0000	7.2500	73.68	469.78	1274.32
E-65	E-66	34.0000	35.0000	53.5200	66.36	673.40	1414.00
E-66	E-67	33.0000	3.0000	33.3200	60.67	724.25	1447.10
E-67	E-68	112.0000	0.0000	51.4400	50.58	705.29	1494.00
E-68	E-69	101.0000	50.0000	20.0000	82.00	668.46	1574.25
E-69	E-70	100.0000	28.0000	8.0000	67.37	678.26	1640.51
E-70	E-71	305.0000	32.0000	7.6800	84.92	725.62	1571.40
E-71	E-72	281.0000	34.0000	55.0000	46.40	734.93	1525.95
E-72	E-73	128.0000	49.0000	30.0000	94.80	627.44	1468.99
E-73	E-74	107.0000	49.0000	50.0000	41.90	614.61	1528.88
E-74	E-75	117.0000	6.0000	24.2200	68.90	784.17	1588.35
E-75	E-76	96.0000	21.0000	40.0000	24.90	751.41	1613.09
E-76	E-77	359.0000	0.0000	20.0000	75.20	857.20	1611.78
E-77	E-78	359.0000	0.0000	20.0000	68.00	925.19	1610.80
E-78	E-79	273.0000	23.0000	0.0000	31.50	827.05	1579.15
E-79	E-80	355.0000	55.0000	20.0000	45.20	970.28	1607.38
E-80	E-81	67.0000	20.0000	52.3100	82.45	768.46	1704.77
E-81	E-82	182.0000	11.0000	9.1800	113.45	651.46	1739.47
E-82	E-83	98.0000	30.0000	25.0000	90.00	949.83	1818.59
E-83	E-84	139.0000	54.0000	31.0000	50.80	810.89	1857.57
E-84	E-85	251.0000	6.0000	53.0000	38.00	988.72	1824.13



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
<b>ESPECIFICACIONES GENERALES:</b>	
1. DISEÑO: NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS, DEL INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL (INFOM).	
2. CONSTRUCCIÓN: ESPECIFICACIONES GENERALES Y TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN, DEL INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL (INFOM)	
<b>SOFTWARE DE DISEÑO:</b>	
-MICROSOFT EXCEL	
-AUTOCAD CIVIL 3D 2013	
-AUTOCAD 2012	
<b>DISEÑO:</b>	
<b>TIPO DE SISTEMA:</b>	
EL SISTEMA SE DISEÑARÁ POR GRAVEDAD, CON CONDUCTOS FUNCIONANDO COMO CANALES A SECCIÓN PARCIALMENTE LLENA.	
<b>PERÍODO DE DISEÑO:</b>	
EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SERÁ PROYECTADO PARA QUE FUNCIONE ADECUADAMENTE EN UN PERÍODO DE 25 AÑOS, A PARTIR DE LA CONCEPCIÓN DEL DISEÑO.	
<b>ESTIMACIÓN DE LA POBLACIÓN TRIBUTARIA:</b>	
DE ACUERDO AL CENSO REALIZADO, LA POBLACIÓN ACTUAL ES DE 3738 HABITANTES, LA TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL SE ESTIMA EN 1.85 % Y LA POBLACIÓN TRIBUTARIA AL FINAL DEL PERÍODO DE DISEÑO SE APROXIMADAMENTE DE 5,912 HABITANTES.	
<b>DETERMINACIÓN DEL CAUDAL DE AGUAS SERVIDAS:</b>	
-EL CAUDAL MEDIO DIARIO DEBERÁ SER COMO MÍNIMO 190 LITROS DIARIOS POR HABITANTE, CONSIDERANDO EL CLIMA CÁLIDO DEL SITIO.	
-EL CAUDAL DE HORA MÁXIMO SE TOMARÁ COMO 2,5 VECES EL CAUDAL MEDIO DIARIO.	
-EL FACTOR DE RETORNO ESTIMADO PARA EL SISTEMA SERÁ DEL 90 %.	
<b>DISEÑO DE SECCIONES Y PENDIENTES:</b>	
-EL DIÁMETRO MÍNIMO A UTILIZAR SERÁ DE 6" PARA TUBERÍA PVC, LA TUBERÍA DEBERÁ CUMPLIR CON LA NORMA ASTM 3034.	
-LA VELOCIDAD MÍNIMA Y MÁXIMA CON EL CUADRO DE DISEÑO SERÁ DE 0,40-5 m/s RESPECTIVAMENTE BASADA EN LA NORMA PARA TUBERÍA PVC ASTM 3034.	
-LA PROFUNDIDAD MÍNIMA DE TUBERÍA SERÁ DE 1 m RESPECTO DE LA RASANTE.	
<b>POZOS DE VISITA:</b>	
SERÁN DE MAMPOSTERÍA Y CONCRETO REFORZADO, DEL TIPO CONO CONCÉNTRICO, EL DIÁMETRO MÍNIMO SERÁ DE 1 m EN LA BASE Y 0,8 m EN EL BROCAL.	
<b>MATERIALES:</b>	
<b>TUBERÍA:</b>	
LA TUBERÍA PVC DEBERÁ CUMPLIR CON LA NORMA ASTM 3034.	
<b>CONCRETO:</b>	
CONCRETO f'c = 4,000 PSI = 281 kgf/cm <sup>2</sup> A LOS 28 DÍAS.	
<b>ACERO DE REFUERZO:</b>	
-ACERO GRADO 60 (G60): SE USARÁ ACERO DE REFUERZO DE GRADO ESTRUCTURAL 60, EN FORMA DE BARRAS CORRUGADAS LÍMITE DE FLUENCIA 4,200 kgf/cm <sup>2</sup> .	

NOMENCLATURA	
CT	COTA DE TERRENO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
DIST	DISTANCIA DE RECORRIDO
H.P	ALTURA DE POZO
POZO	POZO DE VISITA PERFIL
POZO PLANTA	POZO DE VISITA PLANTA
FLUJO	DIRECCIÓN DEL FLUJO
DESCARGA	SITIO DE DESCARGA
VIVIENDA	VIVIENDA
IGLESIA	IGLESIA
LOCAL COMERCIAL	LOCAL COMERCIAL
ESCUELA PRE-PRIMARIA	ESCUELA PRE-PRIMARIA
COLEGIO PRIVADO	COLEGIO PRIVADO
BANCO DE MARACA	BANCO DE MARACA

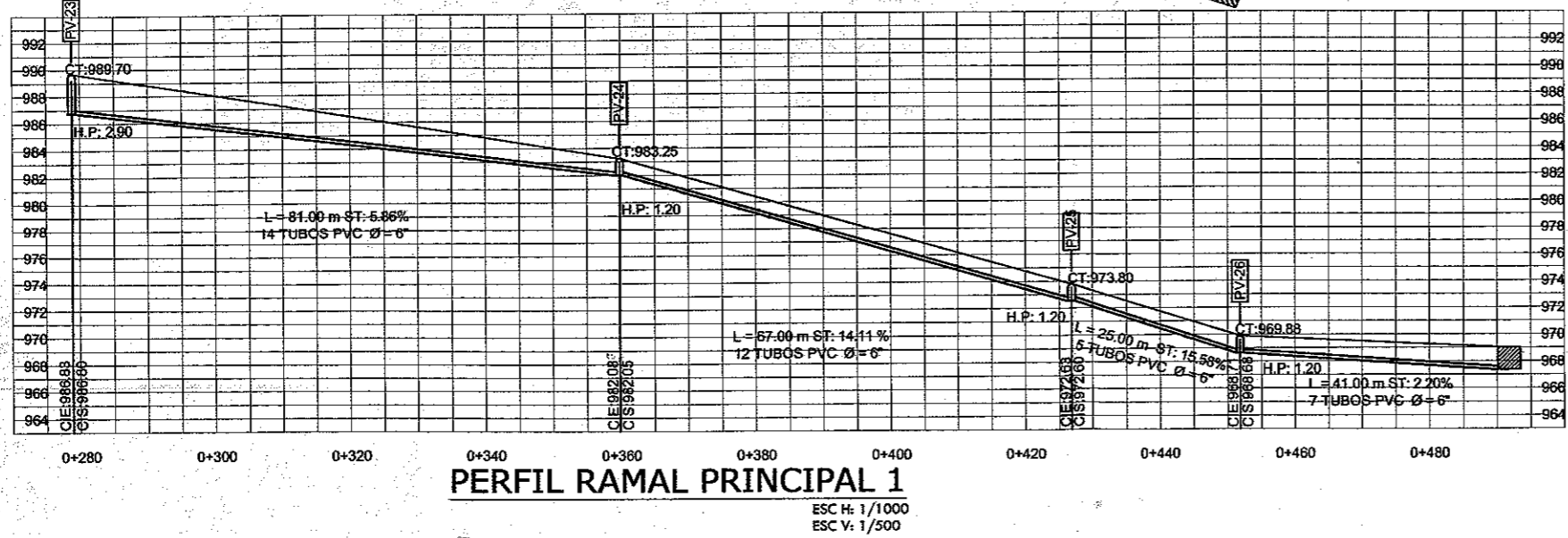
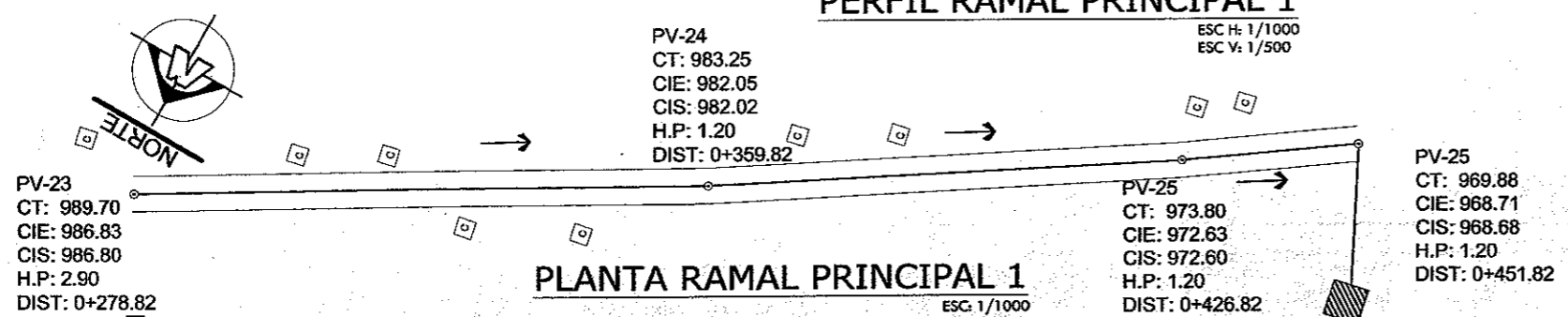
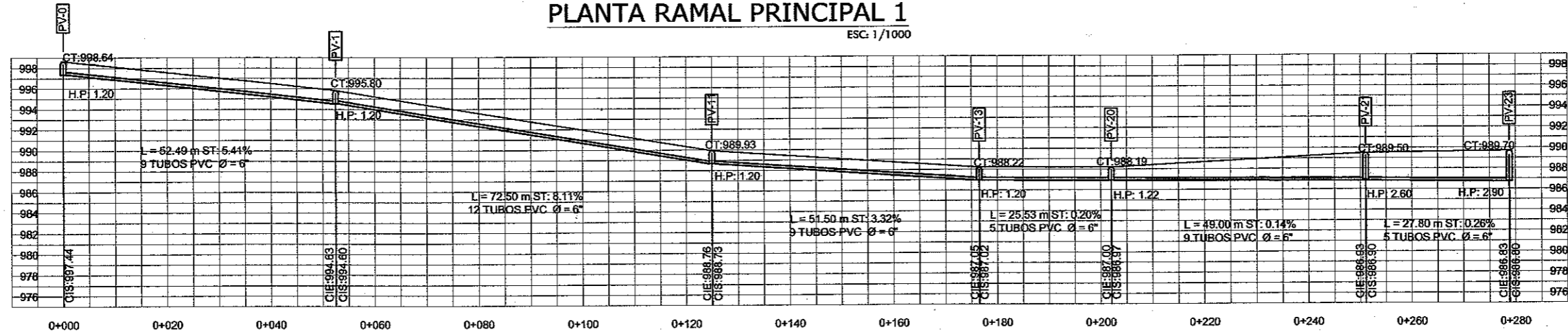
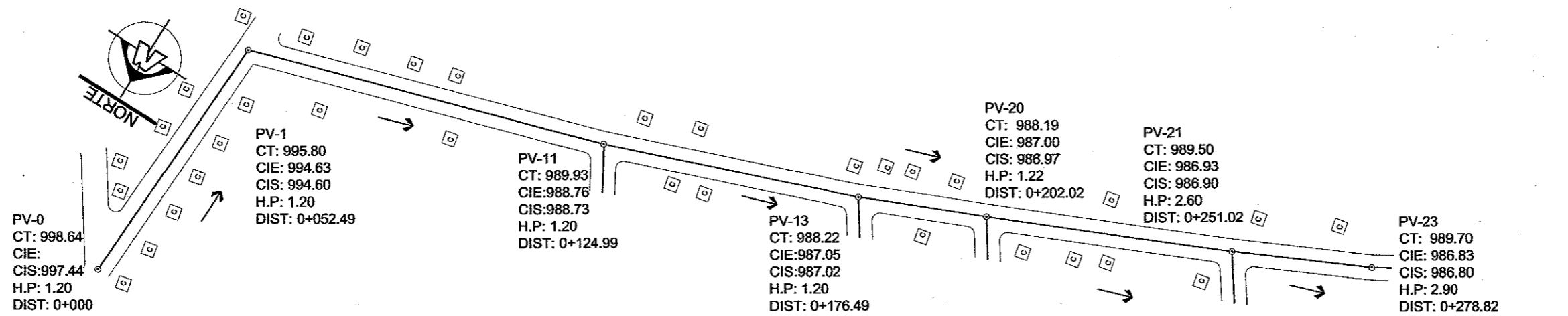


## PLANTA DE CONJUNTO, SAN JOSÉ EL RODEO

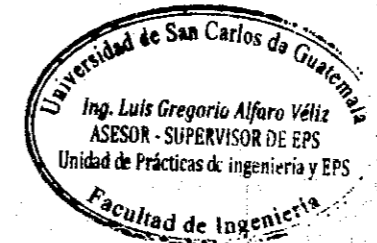
ESC. 1/5000

<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>	PLANTA DE CONJUNTO	1	20
	CARNET: 2008-18932 ESCALA: INDICADA FECHA: OCT 2014 Vo. Bo.	<b>ROCAEL ALEJANDRO JOACHÍN BARRIOS</b> <b>DISEÑO: R.A.J.B.</b> <b>CALCULO: R.A.J.B.</b> <b>DIBUJO: R.A.J.B.</b>	
PROYECTO: <b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>			
UBICACIÓN: CABECERA MUNICIPAL <b>SAN JOSÉ EL RODEO</b>			
		 <b>ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ</b> ASESOR Y SUPERVISOR DE EPS	



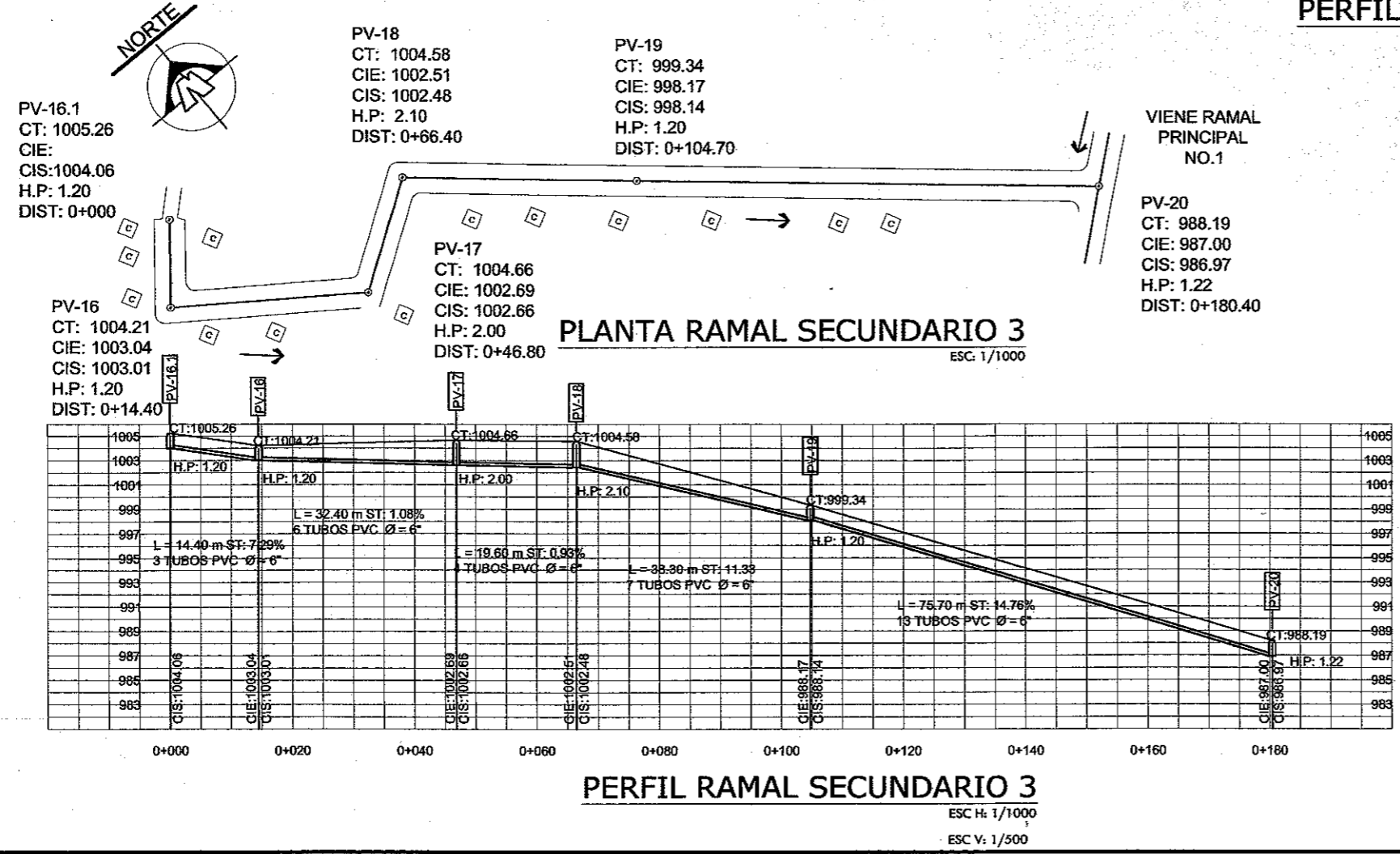
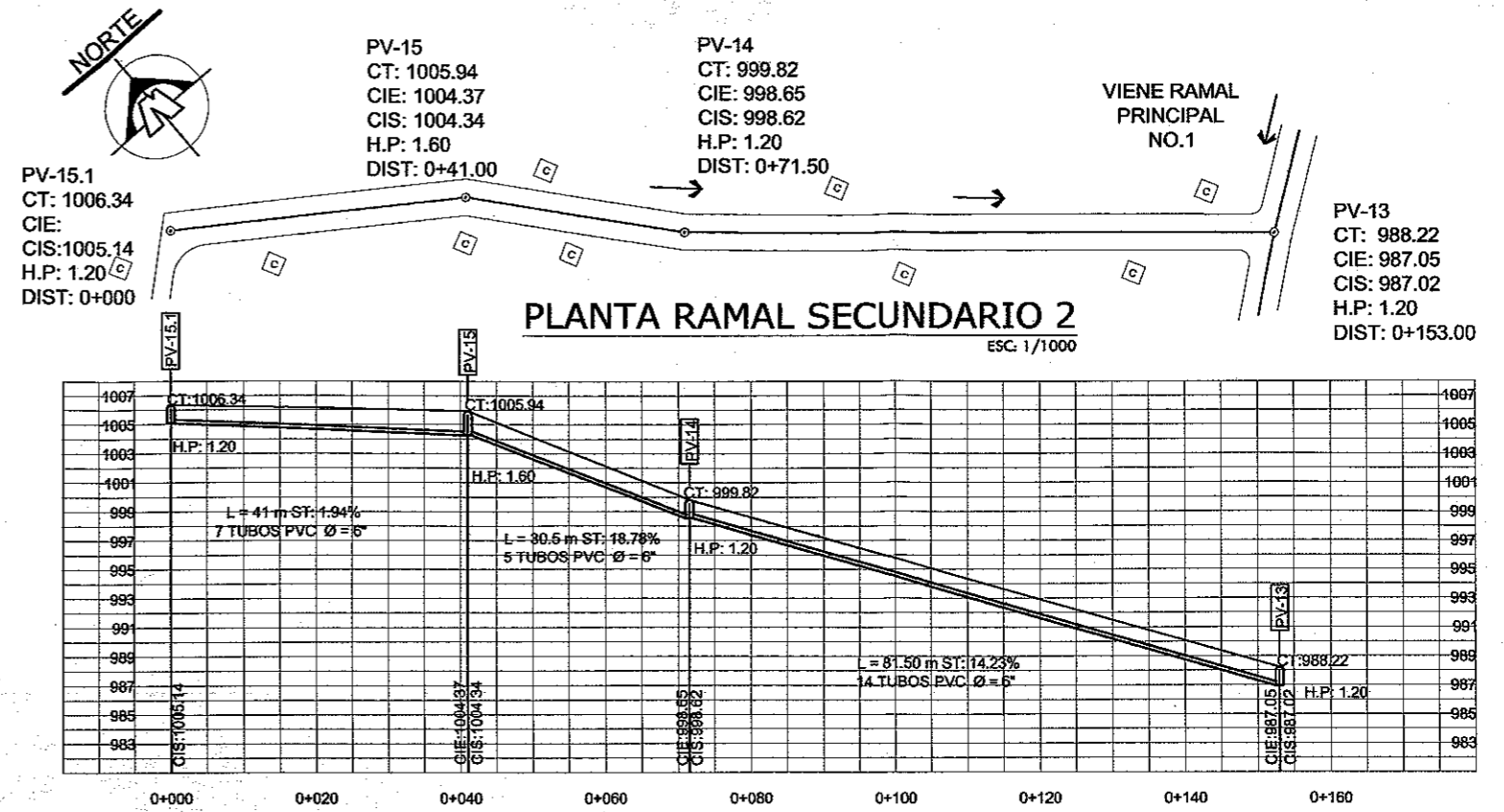
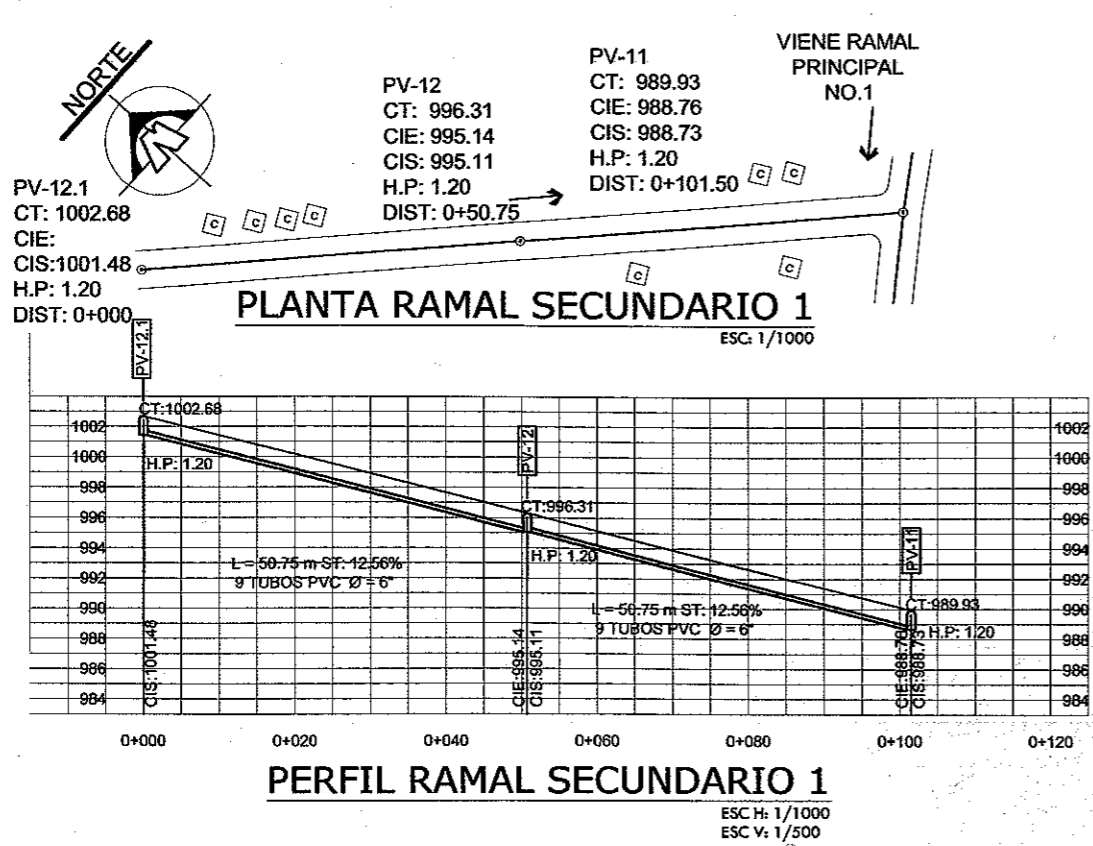


NOMENCLATURA	
CT	COTA DE TERRENO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
DIST	DISTANCIA DE RECORRIDO
H.P	ALTURA DE POZO
⊕	POZO DE VISITA PERFIL
⊙	POZO DE VISITA PLANTA
→	DIRECCIÓN DEL FLUJO
⊓	SITIO DE DESCARGA
□	VIVIENDA
⊕	IGLESIA
⊕	LOCAL COMERCIAL
⊕	ESCUELA PRE-PRIMARIA
⊕	COLEGIO PRIVADO
⊕	BANCO DE MÁRCA

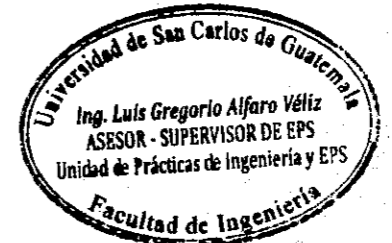


<p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA</p>	<p>PLANTA-PERFIL 2 20</p>
	<p>CARNET: 2008-18932 ROCAEL ALEJANDRO JOACHÍN BARRIOS</p>
<p>PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO</p>	<p>ESCALA: INDICADA DISEÑO: R.A.J.B. CALCULO: R.A.J.B.</p>
<p>UBICACIÓN: CABECERA MUNICIPAL SAN JOSÉ EL RODEO</p>	<p>FECHA: OCT 2014 DIBUJO: R.A.J.B.</p>
<p>Vo. Bo. </p> <p>ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ ASESOR - SUPERVISOR DE EPS</p>	



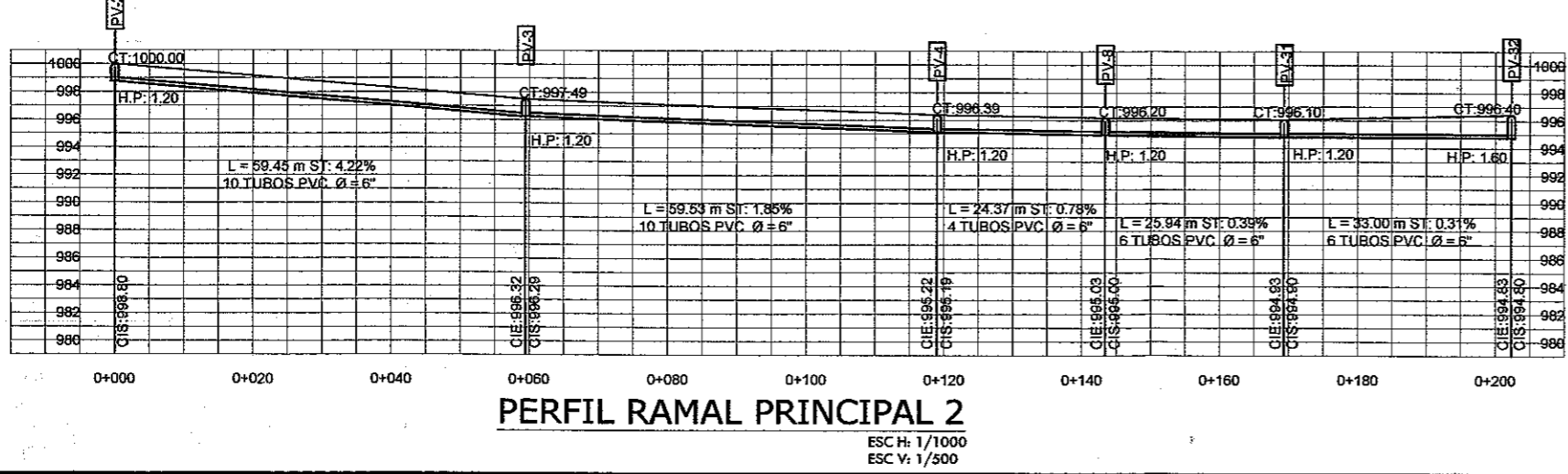
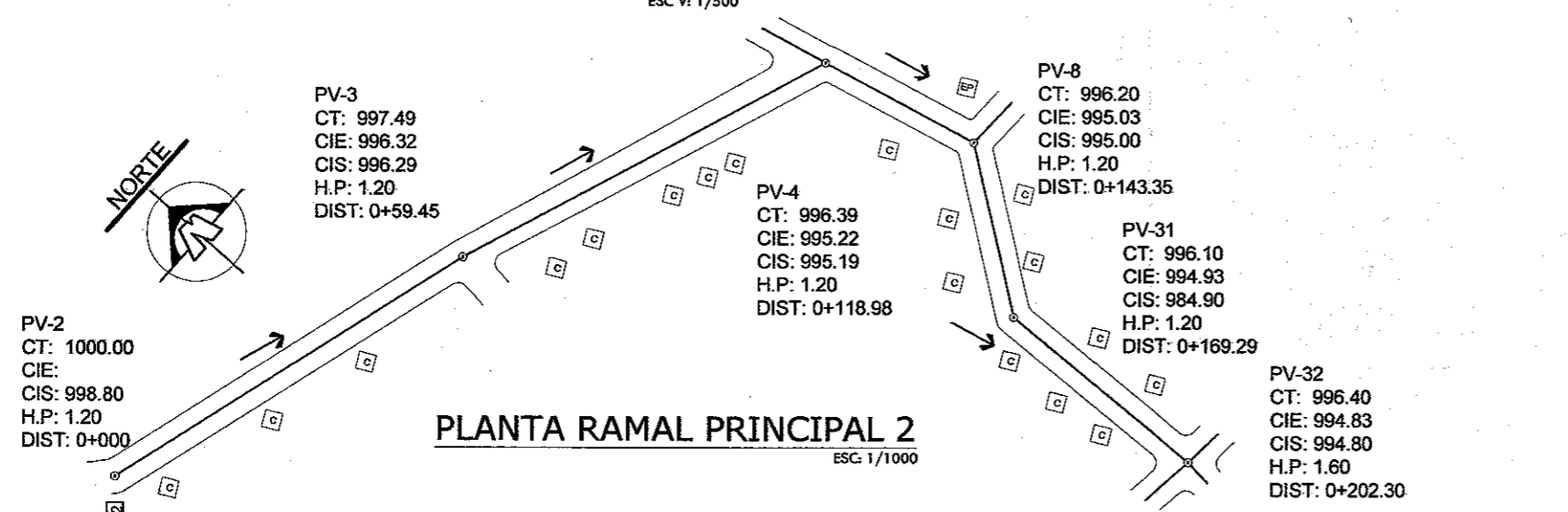
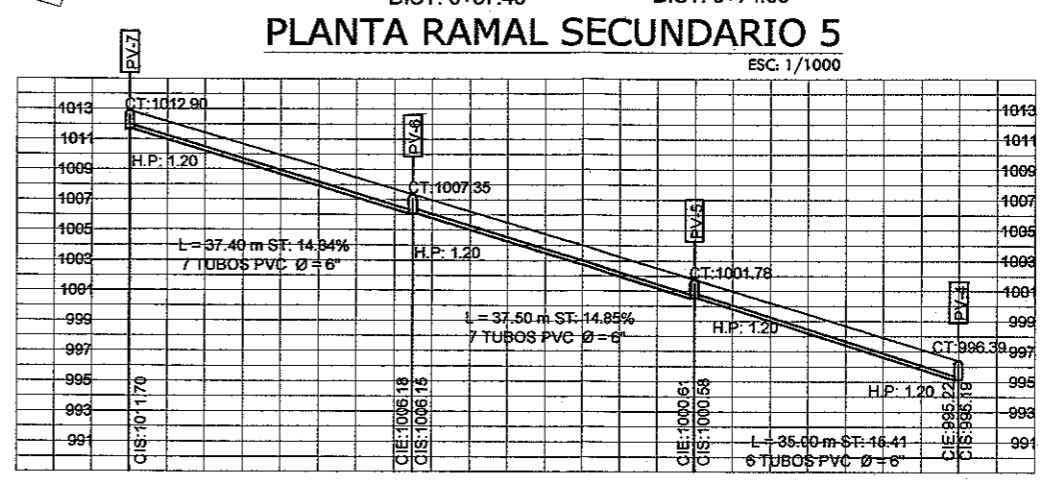
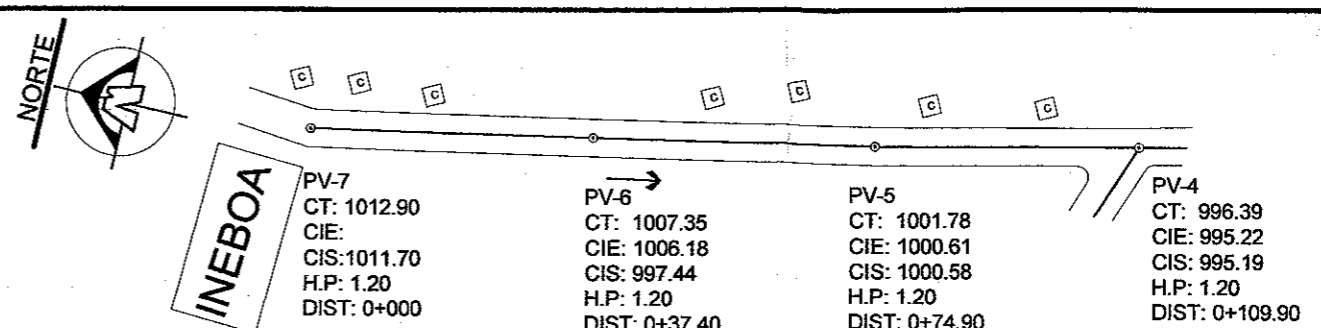
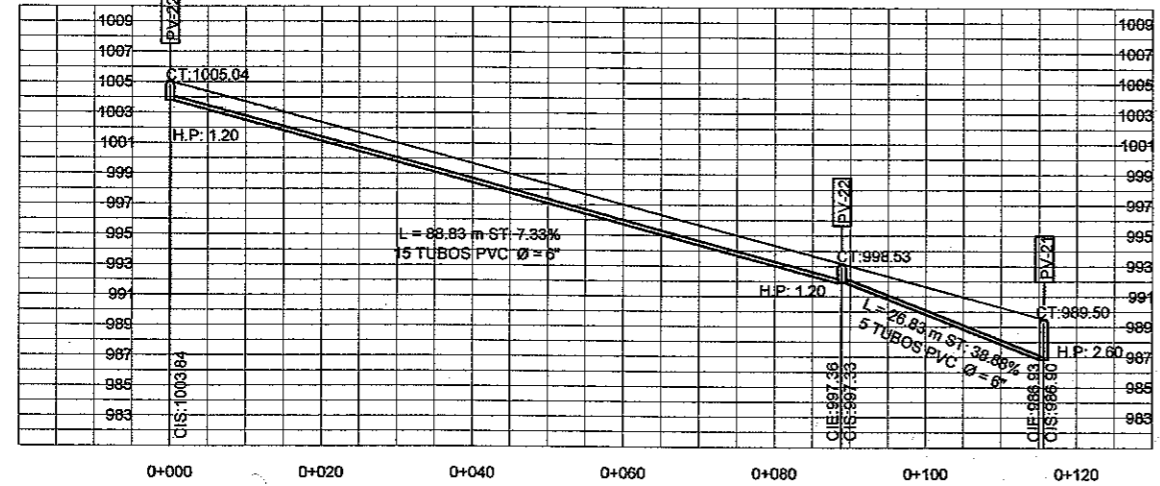
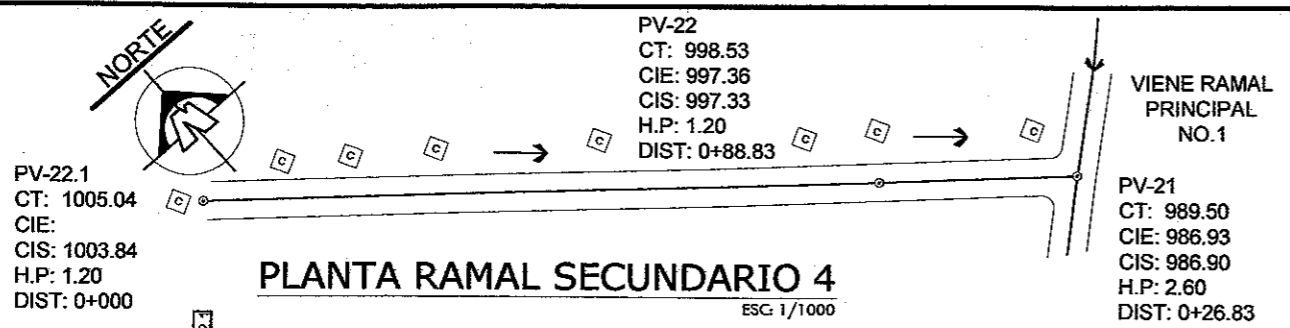


NOMENCLATURA	
CT	COTA DE TERRENO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
DIST	DISTANCIA DE RECORRIDO
H.P	ALTURA DE POZO
	POZO DE VISITA PERFIL
	POZO DE VISITA PLANTA
	DIRECCIÓN DEL FLUJO
	SITIO DE DESCARGA
	VIVIENDA
	IGLESIA
	LOCAL COMERCIAL
	ESCUELA PRE-PRIMARIA
	COLEGIO PRIVADO
	BANCO DE MARCA

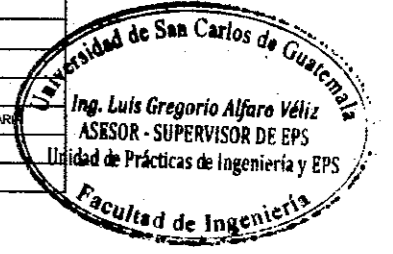


<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>	<b>PLANTA-PERFIL</b> 3 20
	CARNET: 2008-18932 ESCALA: INDICADA FECHA: OCT 2014 Vo. Bo.
<b>PROYECTO:</b> ALCANTARILLADO SANITARIO	
<b>UBICACIÓN:</b> CABECERA MUNICIPAL SAN JOSÉ EL RODEO	

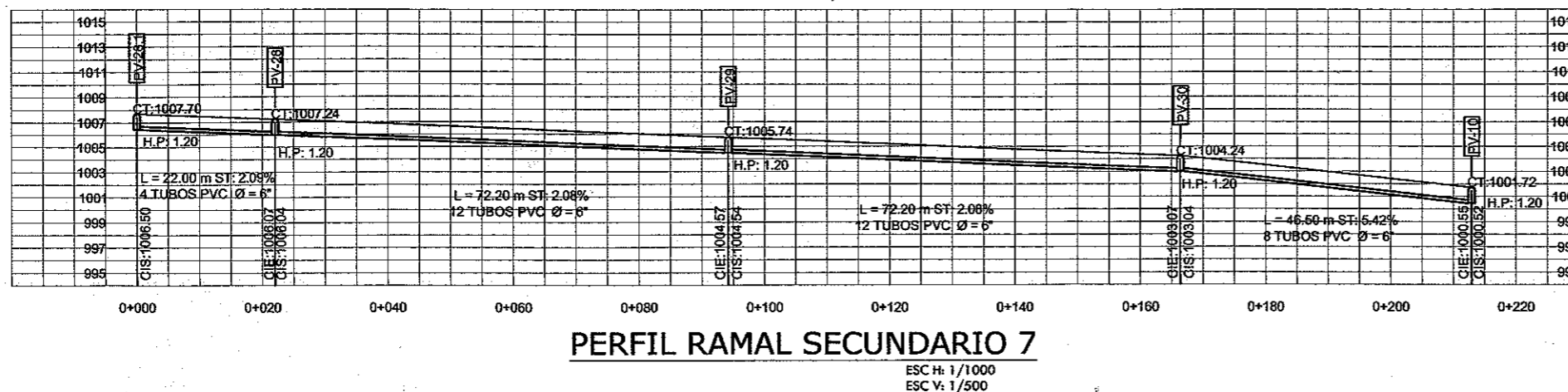
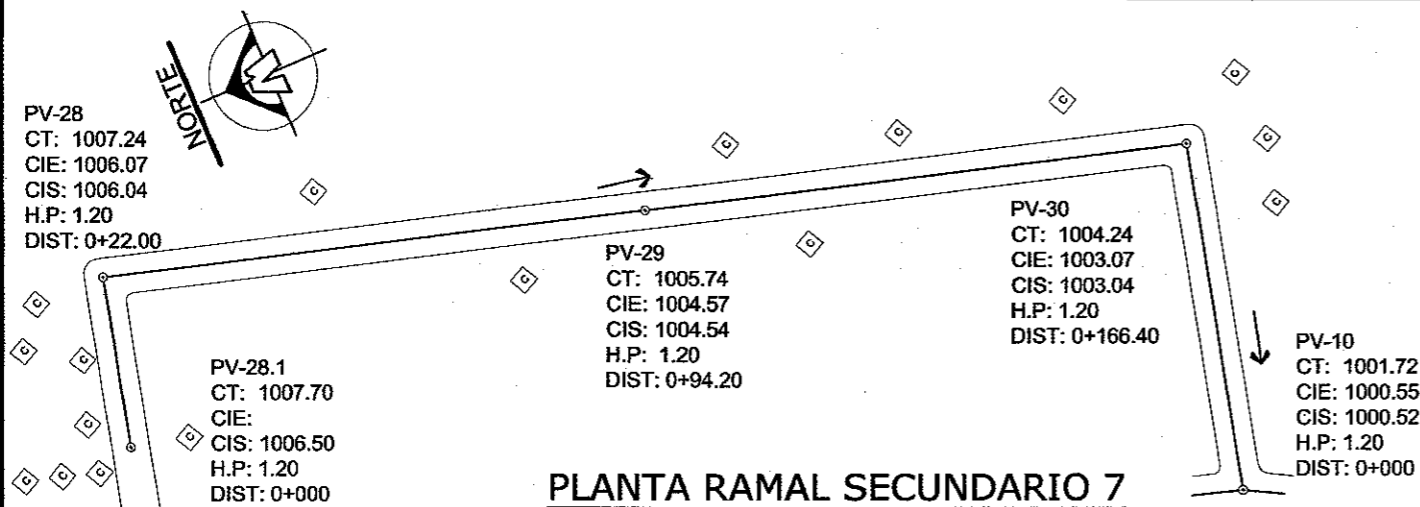
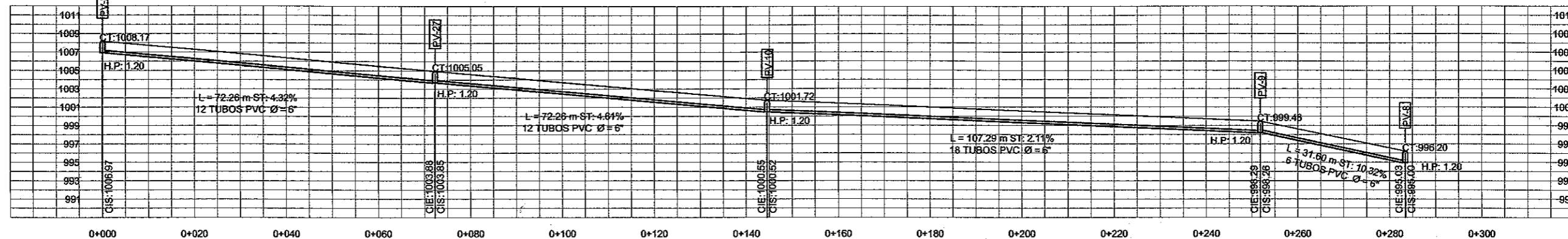
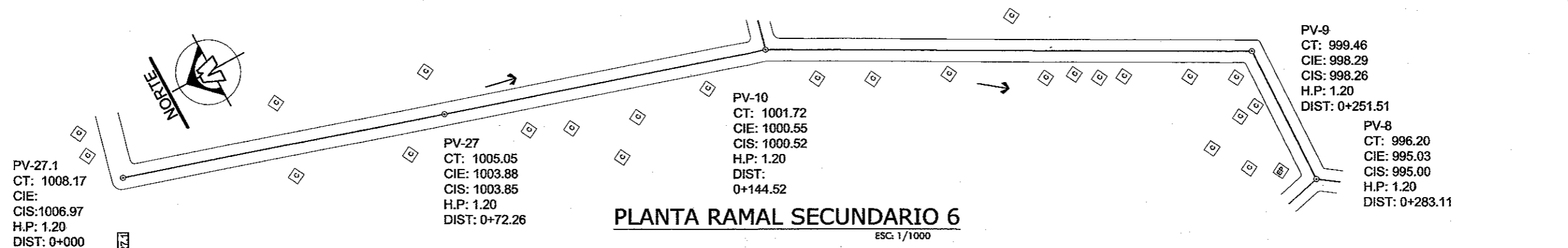
*(Signature)*  
 ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ  
 ASESOR Y SUPERVISOR DE EPS



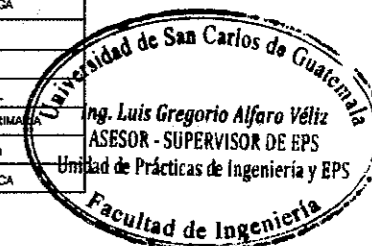
NOMENCLATURA	
CT	COTA DE TERRENO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
DIST	DISTANCIA DE RECORRIDO
H.P	ALTURA DE POZO
⊕	POZO DE VISITA PERFIL
⊙	POZO DE VISITA PLANTA
→	DIRECCIÓN DEL FLUJO
■	SITIO DE DESCARGA
□	VIVIENDA
⊠	IGLESIA
⊡	LOCAL COMERCIAL
⊢	ESCUELA PRE-PRIMARIA
⊣	COLEGIO PRIVADO
⊤	BANCO DE MARACA



<p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA</p>	PLANTA - PERFIL	4	20
	CARNET: 2008-18932	ROCAEL ALEJANDRO JOACHÍN BARRIOS	
PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO	ESCALA: INDICADA	DISEÑO: R.A.J.B.	
UBICACIÓN: CABECERA MUNICIPAL SAN JOSÉ EL RODEO	FECHA: OCT 2014	CALCULO: R.A.J.B.	
	Vo. Bo.	<p>ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ ASESOR Y SUPERVISOR DE EPS</p>	



NOMENCLATURA	
CT	COTA DE TERRENO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
DIST	DISTANCIA DE RECORRIDO
H.P	ALTURA DE POZO
⊕	POZO DE VISITA PERFIL
⊕	POZO DE VISITA PLANTA
→	DIRECCIÓN DEL FLUJO
■	SITIO DE DESCARGA
□	VIVIENDA
⊕	IGLESIA
⊕	LOCAL COMERCIAL
⊕	ESCUELA PRE-PRIMARIA
⊕	COLEGIO PRIVADO
⊕	BANCO DE MARACA



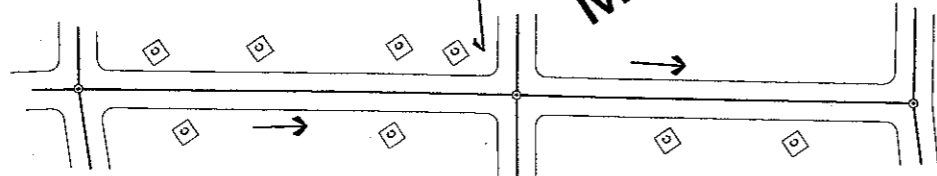
<p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA</p> <p>PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO</p> <p>UBICACIÓN: CABECERA MUNICIPAL SAN JOSÉ EL RODEO</p>	<p>PLANTA-PERFIL 5 20</p> <p>CARNET: 2008-18932 ROCAEL ALEJANDRO JOACHÍN BARRIOS</p> <p>ESCALA: INDICADA DISEÑO: R.A.J.B.</p> <p>FECHA: OCT 2014 CALCULO: R.A.J.B.</p> <p>DIBUJO: R.A.J.B.</p> <p>Vo. Bo. </p> <p>ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ ASESOR Y SUPERVISOR DE EPS</p>
---	--



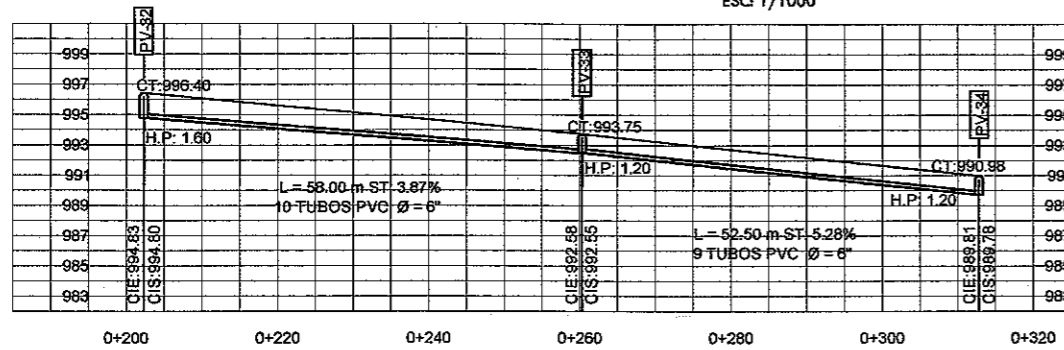
PV-32  
CT: 996.40  
CIE: 994.83  
CIS: 994.80  
H.P: 1.60  
DIST: 0+202.30

PV-33  
CT: 993.75  
CIE: 992.58  
CIS: 992.55  
H.P: 1.20  
DIST: 0+260.30

MERCADO  
PV-34  
CT: 990.98  
CIE: 989.81  
CIS: 989.78  
H.P: 1.20  
DIST: 0+312.80



PLANTA RAMAL PRINCIPAL 2  
ESC: 1/1000

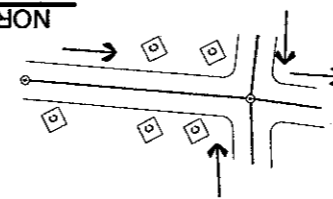


PERFIL RAMAL PRINCIPAL 2  
ESC H: 1/1000  
ESC V: 1/500

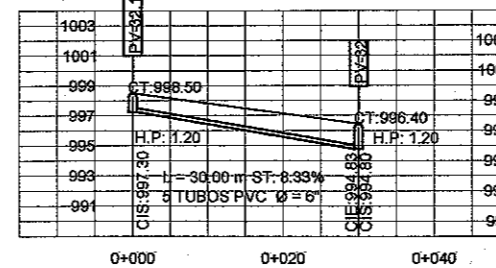


PV-32.1  
CT: 998.50  
CIE: 997.30  
H.P: 1.20  
DIST: 0+000

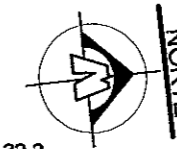
PV-32  
CT: 996.40  
CIE: 994.83  
CIS: 994.80  
H.P: 1.20  
DIST: 0+30.00



PLANTA RAMAL SECUNDARIO 8.1  
ESC: 1/1000

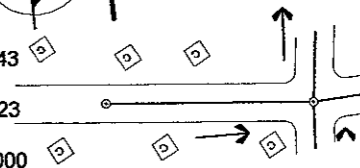


PERFIL RAMAL SECUNDARIO 8.1  
ESC H: 1/1000  
ESC V: 1/500

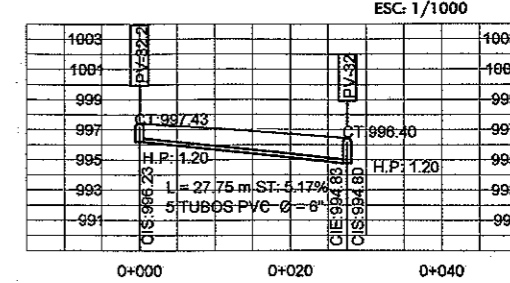


PV-32.2  
CT: 997.43  
CIE: 996.23  
H.P: 1.20  
DIST: 0+000

PV-32  
CT: 996.40  
CIE: 994.83  
CIS: 994.80  
H.P: 1.20  
DIST: 0+27.75



PLANTA RAMAL SECUNDARIO 8.2  
ESC: 1/1000



PERFIL RAMAL SECUNDARIO 8.2  
ESC H: 1/1000  
ESC V: 1/500

MERCADO



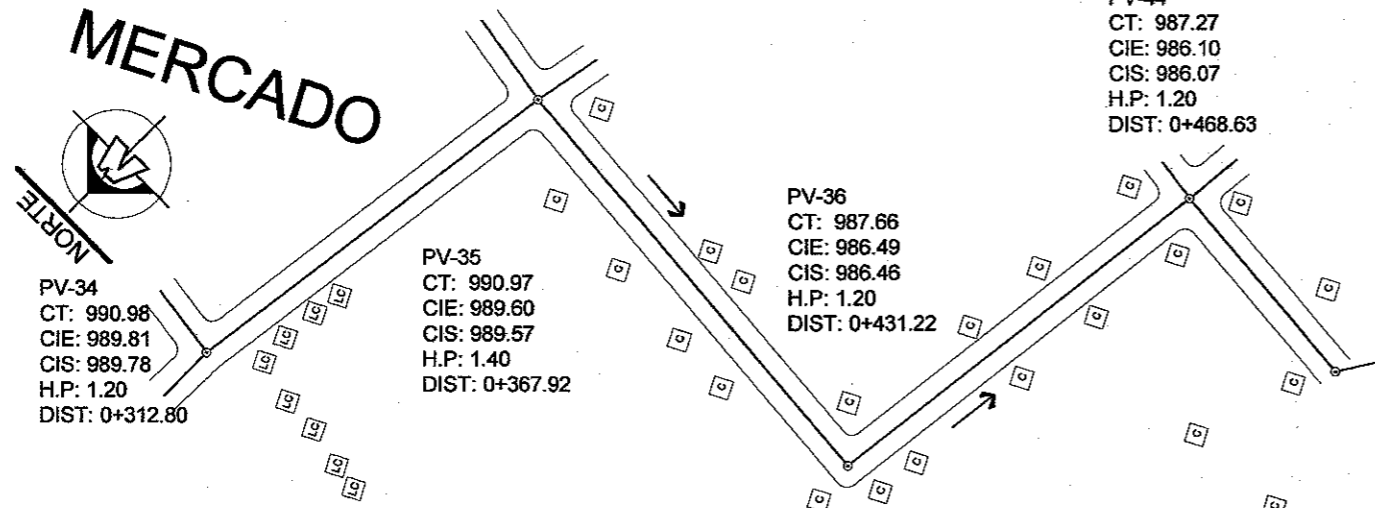
PV-34  
CT: 990.98  
CIE: 989.81  
CIS: 989.78  
H.P: 1.20  
DIST: 0+312.80

PV-35  
CT: 990.97  
CIE: 989.60  
CIS: 989.57  
H.P: 1.40  
DIST: 0+367.92

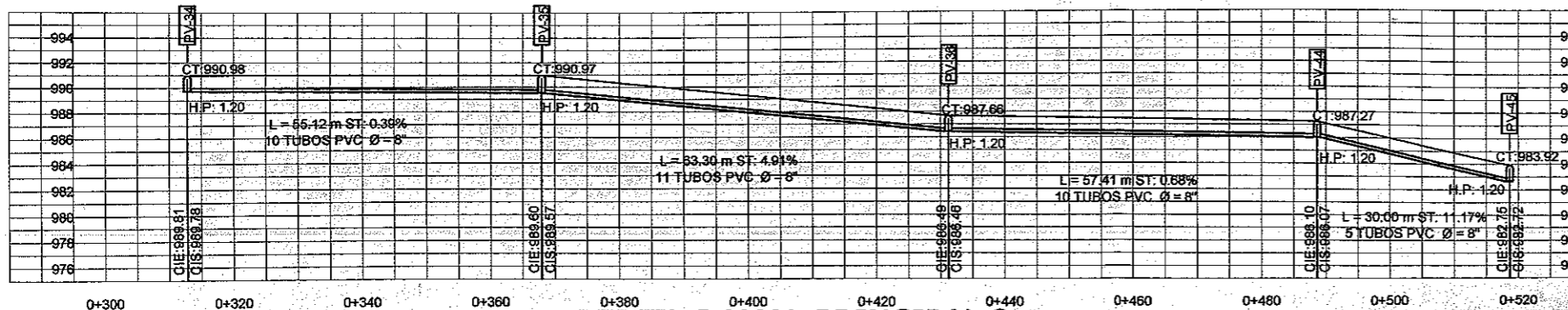
PV-36  
CT: 987.66  
CIE: 986.49  
CIS: 986.46  
H.P: 1.20  
DIST: 0+431.22

PV-44  
CT: 987.27  
CIE: 986.10  
CIS: 986.07  
H.P: 1.20  
DIST: 0+468.63

PV-45  
CT: 983.92  
CIE: 982.75  
CIS: 982.72  
H.P: 1.20  
DIST: 0+518.63

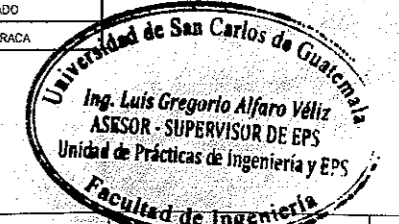


PLANTA RAMAL PRINCIPAL 2  
ESC: 1/1000



PERFIL RAMAL PRINCIPAL 2  
ESC H: 1/1000  
ESC V: 1/500

NOMENCLATURA	
CT	COTA DE TERRENO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
DIST	DISTANCIA DE RECORRIDO
H.P	ALTURA DE POZO
POZO DE VISITA PERFIL	
POZO DE VISITA PLANTA	
DIRECCIÓN DEL FLUJO	
SITIO DE DESCARGA	
VIVIENDA	
IGLESIA	
LOCAL COMERCIAL	
ESCUELA PRE-PRIMARIA	
COLEGIO PRIVADO	
BANCO DE MARACA	



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

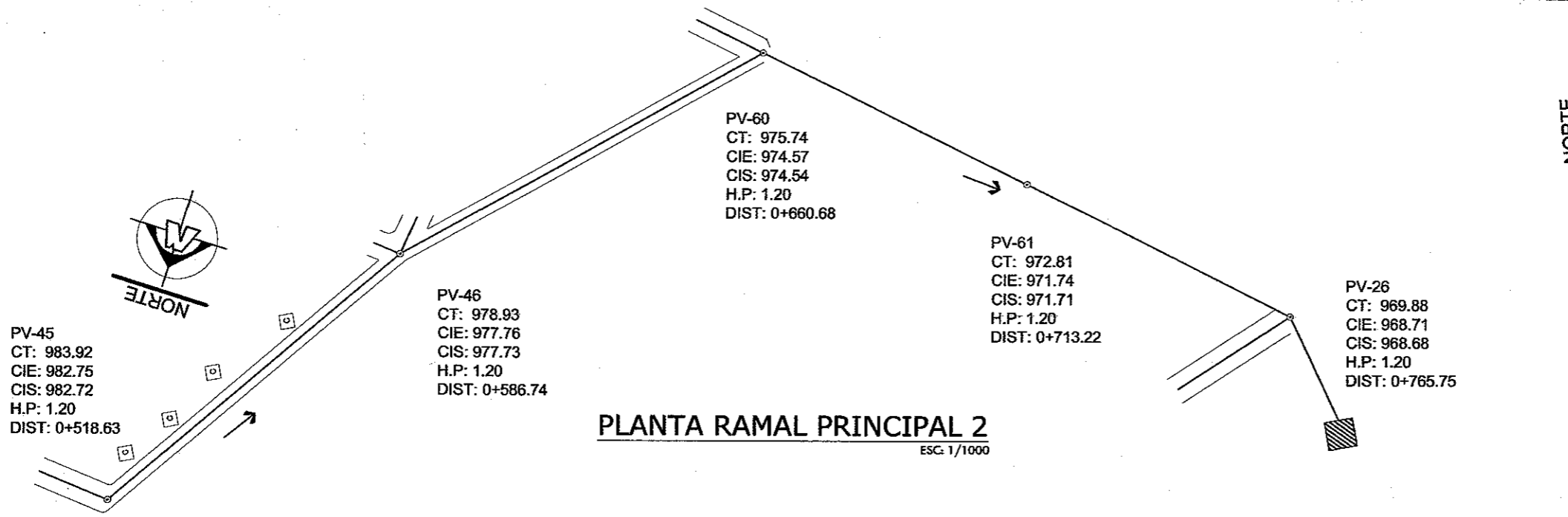
PROYECTO:  
ALCANTARILLADO SANITARIO

UBICACIÓN: CABECERA MUNICIPAL  
SAN JOSÉ EL RODEO

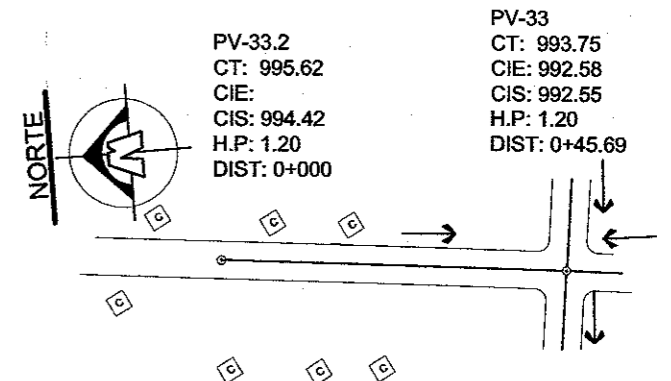
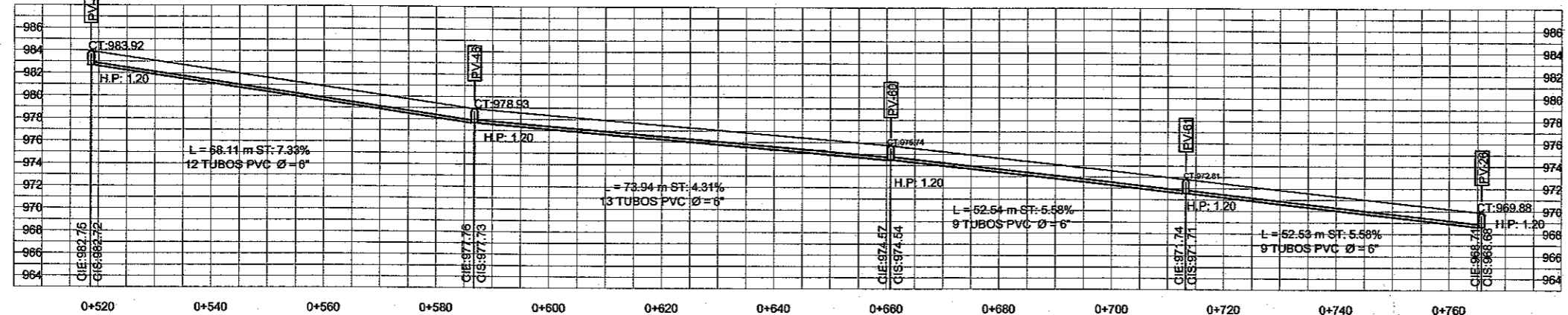
PLANTA - PERFIL 6 20

CARNET: 2008-18932  
ROCAEL ALEJANDRO JOACHÍN BARRIOS  
DISEÑO: R.A.J.B.  
CALCULO: R.A.J.B.  
DIBUJO: R.A.J.B.

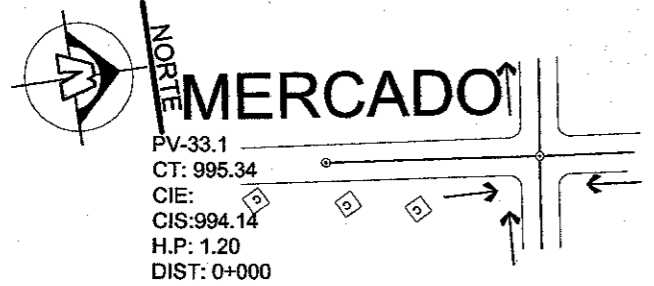
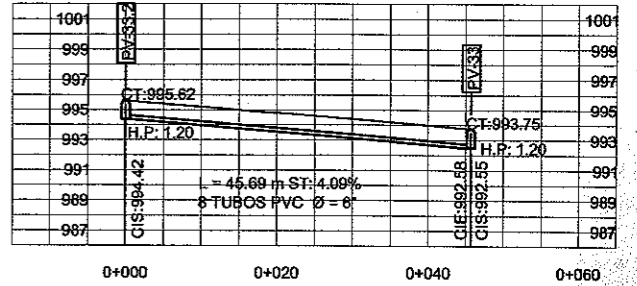
FECHA: OCT 2014  
Vo. Bo. [Signature]  
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ  
ASESOR Y SUPERVISOR DE EPS



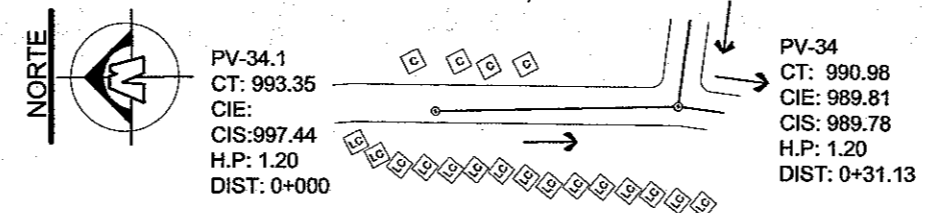
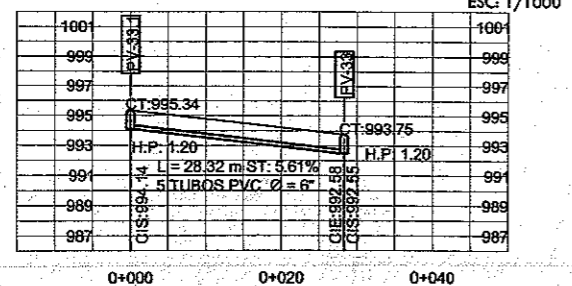
**PLANTA RAMAL PRINCIPAL 2**  
ESC: 1/1000



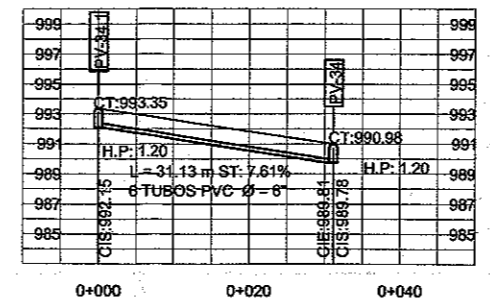
**PLANTA RAMAL SECUNDARIO 8.3**  
ESC: 1/1000



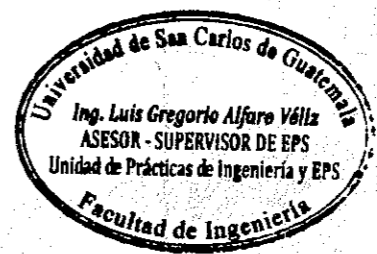
**PLANTA RAMAL SECUNDARIO 8.4**  
ESC: 1/1000



**PLANTA RAMAL SECUNDARIO 8.5**  
ESC: 1/1000



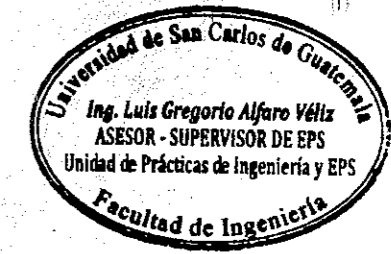
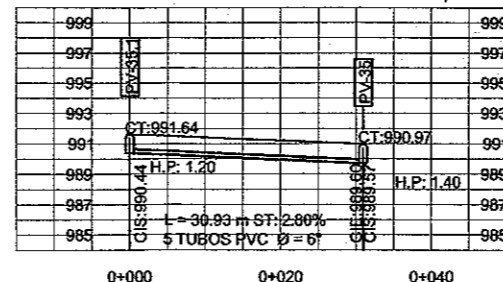
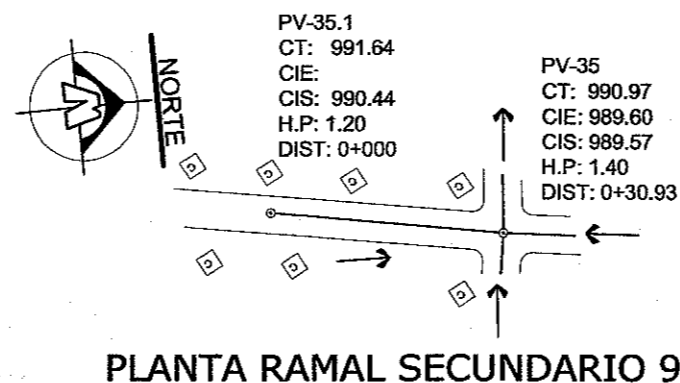
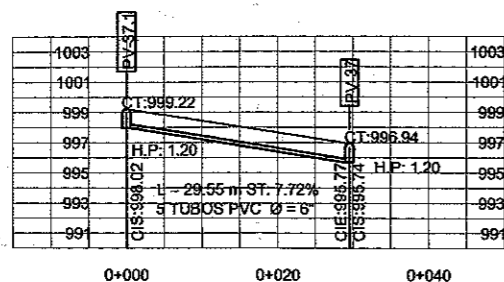
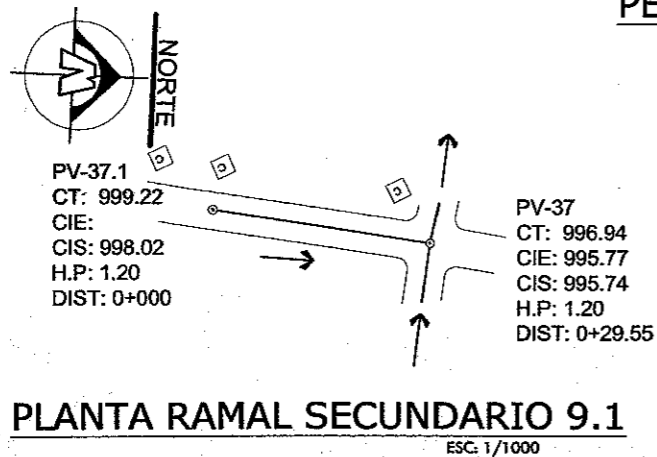
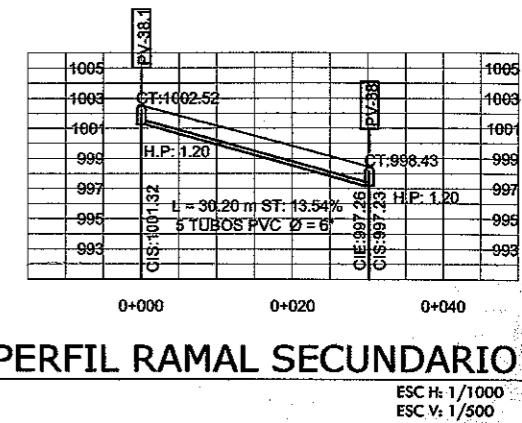
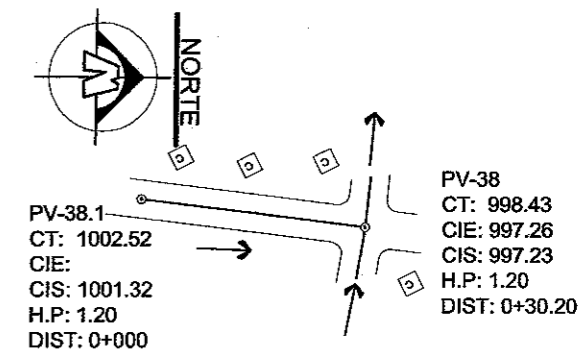
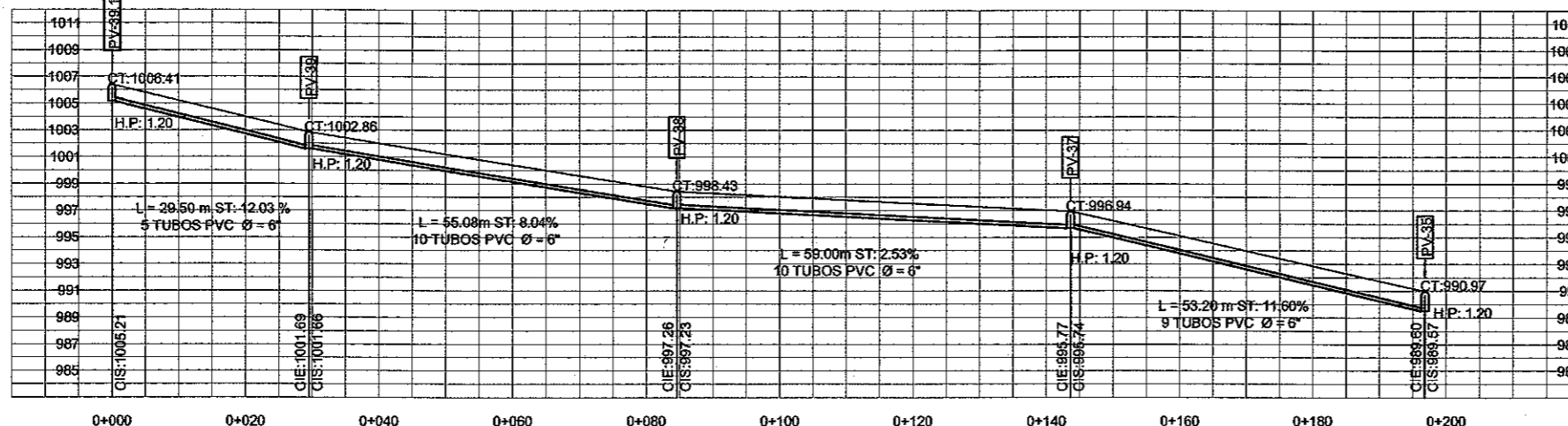
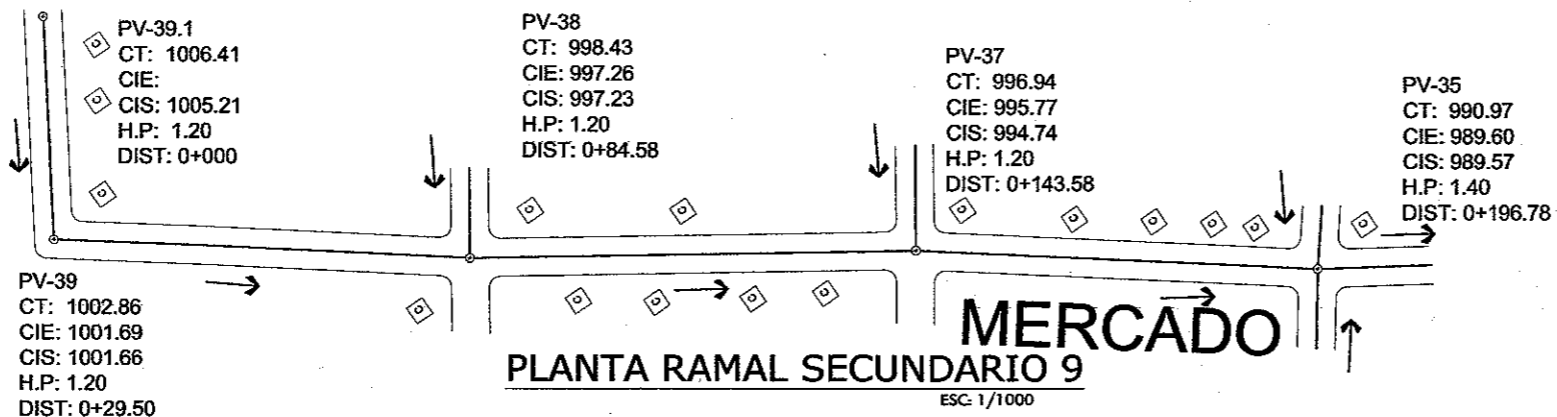
NOMENCLATURA	
CT	COTA DE TERRENO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
DIST	DISTANCIA DE RECORRIDO
H.P	ALTURA DE POZO
	POZO DE VISITA PERFIL
	POZO DE VISITA PLANTA
	DIRECCIÓN DEL FLUJO
	SITIO DE DESCARGA
	VIVIENDA
	IGLESIA
	LOCAL COMERCIAL
	ESCUELA PRE-PRIMARIA
	COLEGIO PRIVADO
	BANCO DE MARACA



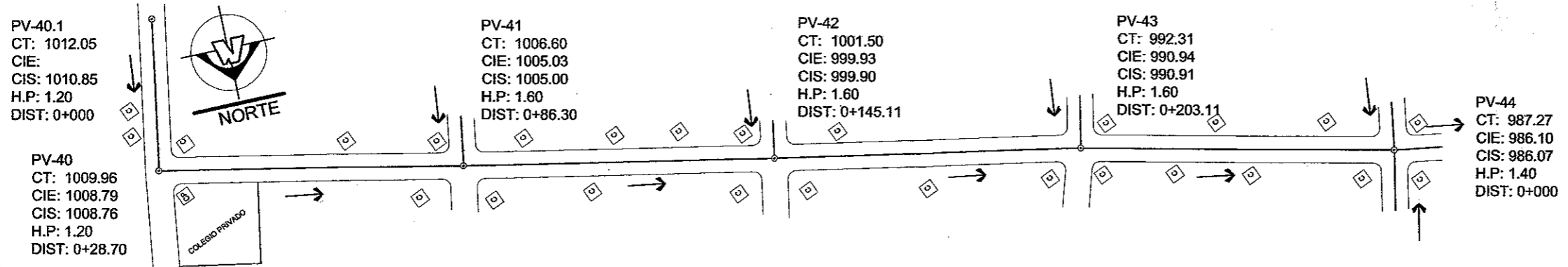
<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> FACULTAD DE INGENIERÍA	<b>PLANTA-PERFIL</b> 7 20
	<b>CARNET:</b> 2008-18932 <b>ESCALA:</b> INDICADA <b>FECHA:</b> OCT 2014 Vo. Bo.
<b>PROYECTO:</b> ALCANTARILLADO SANITARIO	
<b>UBICACIÓN:</b> CABECERA MUNICIPAL SAN JOSÉ EL RODEO	

*(Signature)*  
 ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ  
 ASESOR Y SUPERVISOR DE EPS

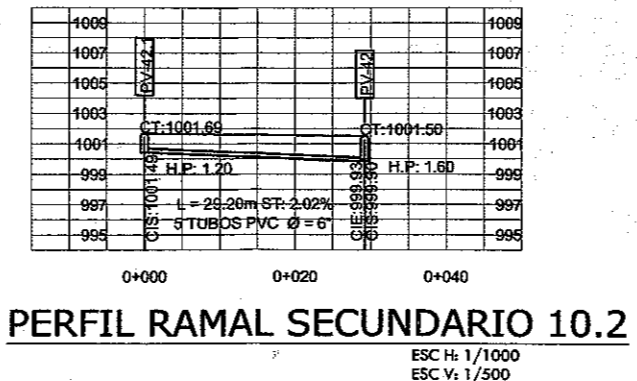
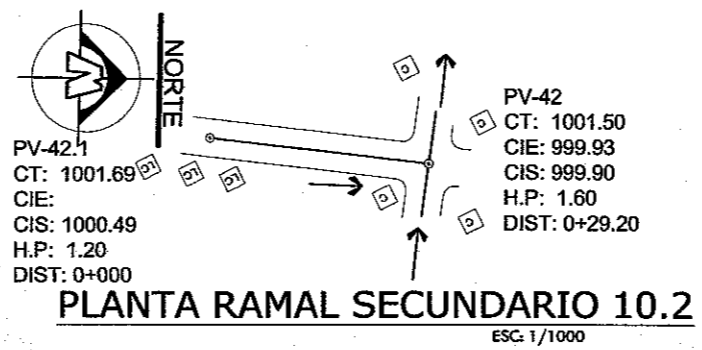
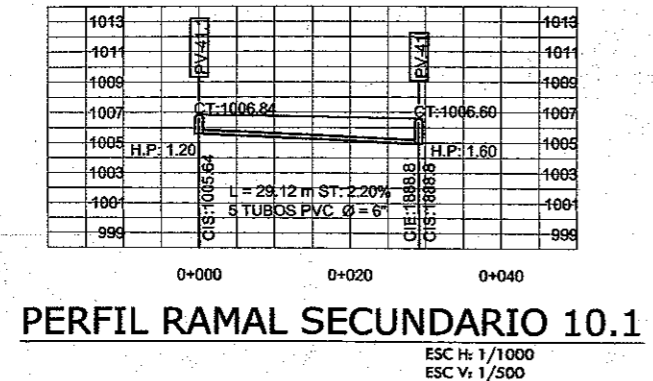
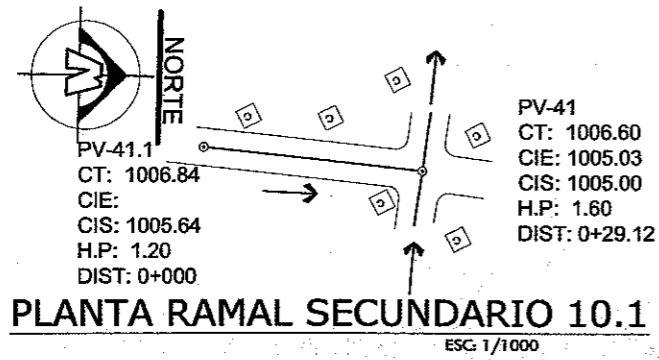
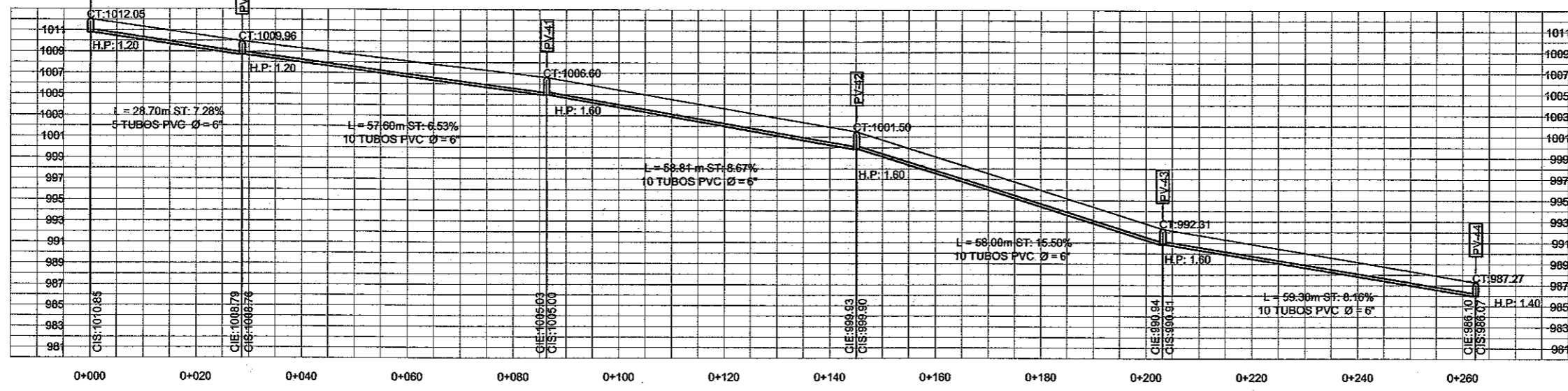




UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA	PLANTA-PERFIL 8 20
	CARNET: 2008-18932 ESCALA: INDICADA FECHA: OCT 2014 Vo. Bo.
PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO	
UBICACIÓN: CABECERA MUNICIPAL SAN JOSÉ EL RODEO	



**PLANTA RAMAL SECUNDARIO 10**  
ESC: 1/1000



NOMENCLATURA	
CT	COTA DE TERRENO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
DIST	DISTANCIA DE RECORRIDO
H.P	ALTURA DE POZO
⊕	POZO DE VISITA PERFIL
⊕	POZO DE VISITA PLANTA
↔	DIRECCIÓN DEL FLUJO
■	SITIO DE DESCARGA
□	VIVIENDA
⊕	IGLESIA
⊕	LOCAL COMERCIAL
⊕	ESCUELA PRE-PRIMARIA
⊕	COLEGIO PRIVADO
⊕	BANCO DE MARACA



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA**

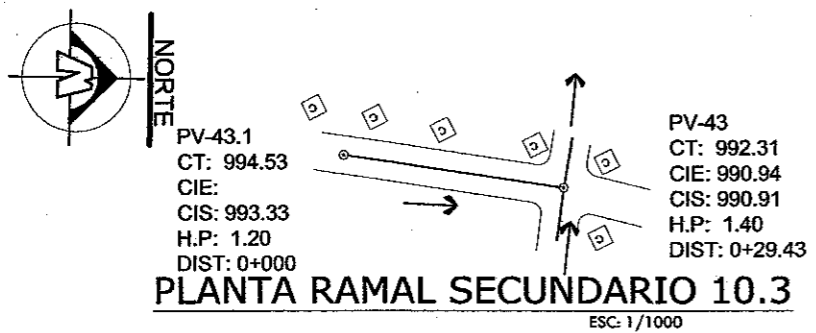
PROYECTO: **ALCANTARILLADO SANITARIO**

UBICACIÓN: **CABECERA MUNICIPAL SAN JOSÉ EL RODEO**

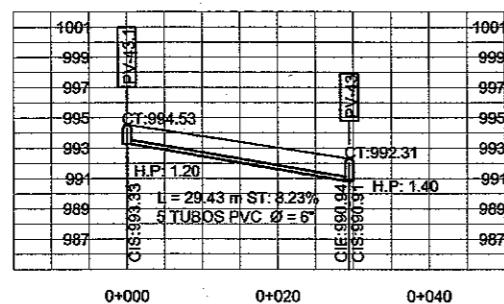
CARNET: 2008-18932	ROCAEL ALEJANDRO JOACHÍN BARRIOS
ESCALA: INDICADA	DISEÑO: R.A.J.B.
FECHA: OCT 2014	CALCULO: R.A.J.B.
Vo. Bo.	DIBUJO: R.A.J.B.

PLANTA-PERFIL 9 20

Ing. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ  
ASESOR Y SUPERVISOR DE EPS

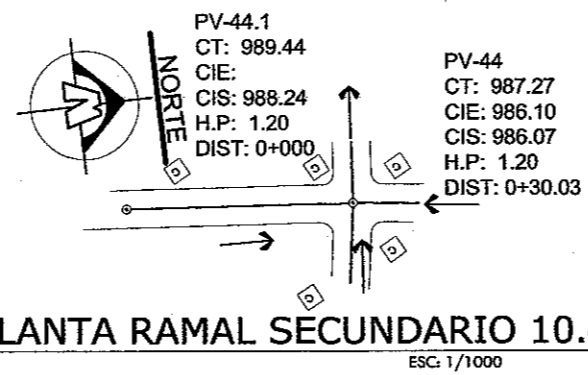


PLANTA RAMAL SECUNDARIO 10.3

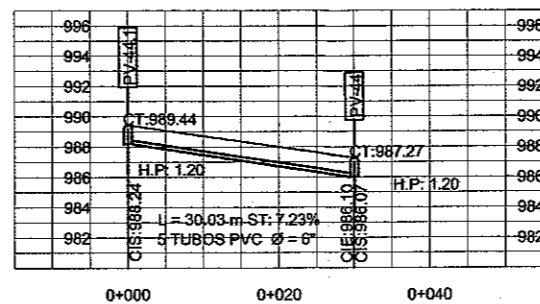


PERFIL RAMAL SECUNDARIO 10.3

ESC H: 1/1000  
ESC V: 1/500

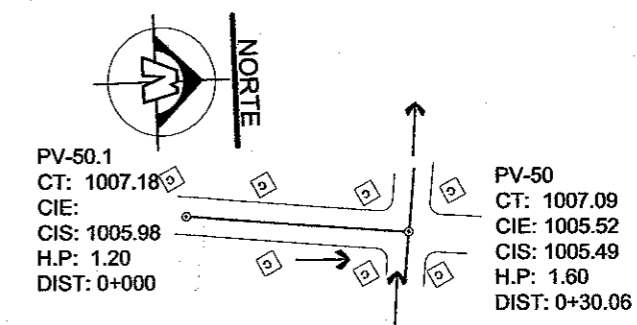


PLANTA RAMAL SECUNDARIO 10.4

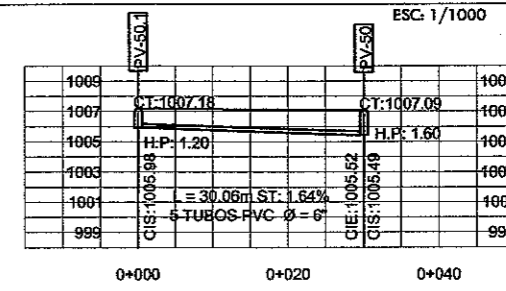


PERFIL RAMAL SECUNDARIO 10.4

ESC H: 1/1000  
ESC V: 1/500

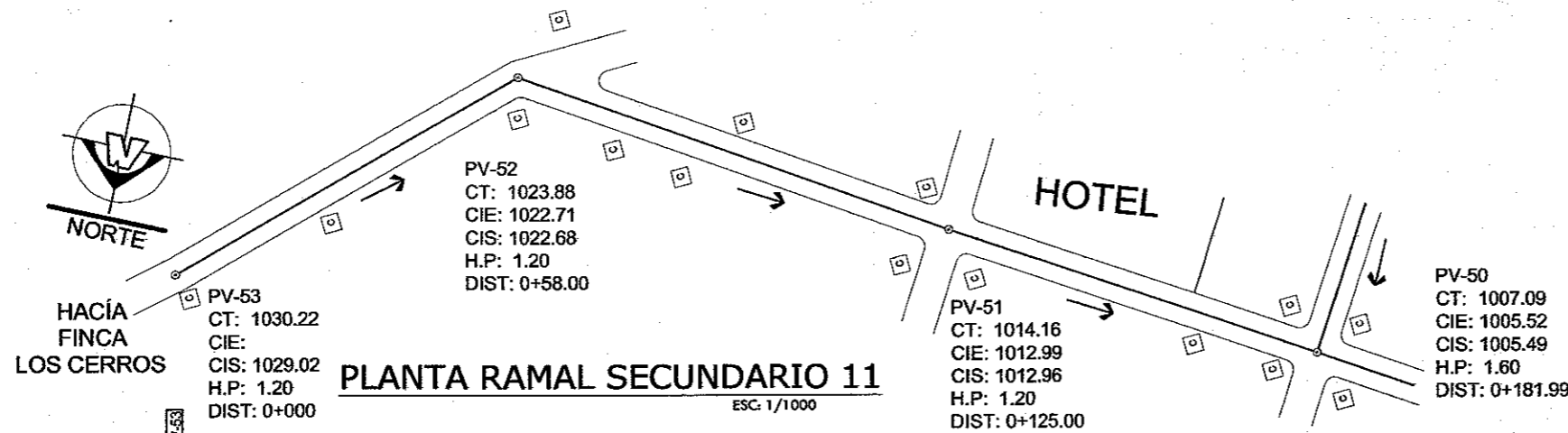


PLANTA RAMAL SECUNDARIO 11.1

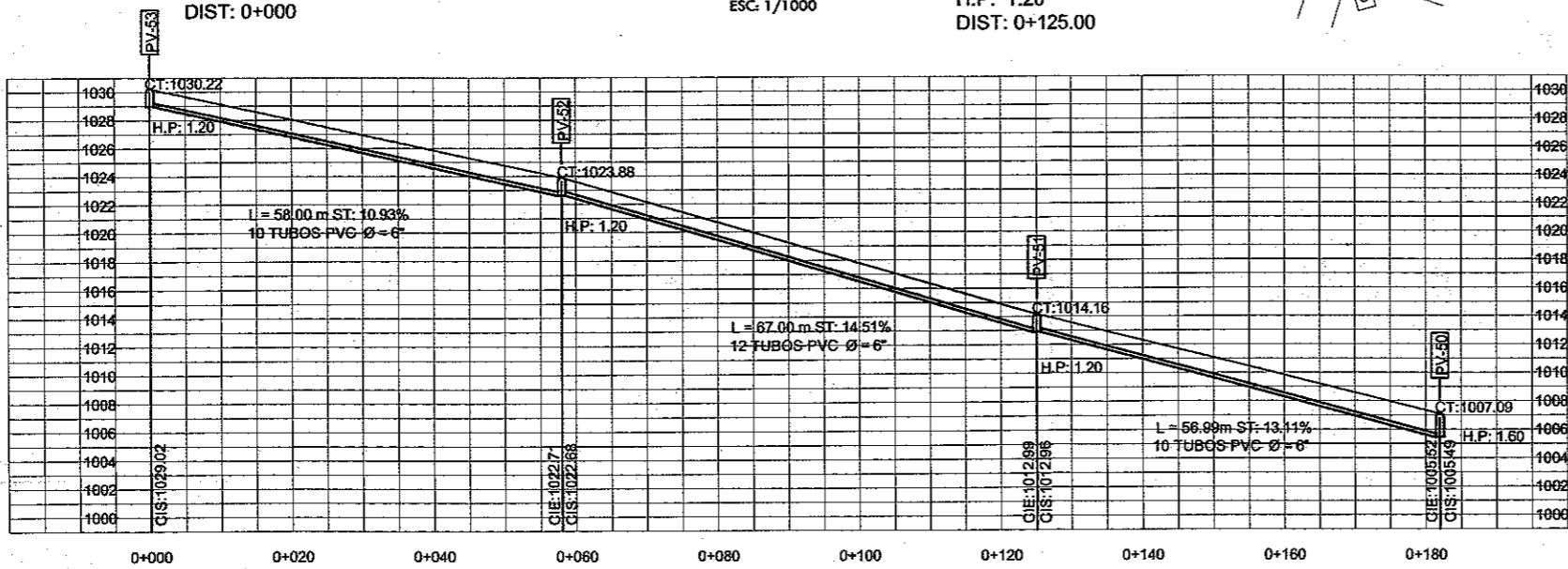


PERFIL RAMAL SECUNDARIO 11.1

ESC H: 1/1000  
ESC V: 1/500



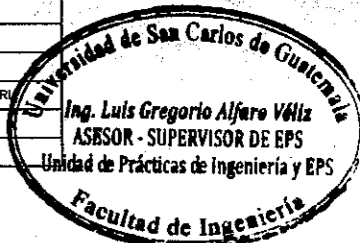
PLANTA RAMAL SECUNDARIO 11



PERFIL RAMAL SECUNDARIO 11

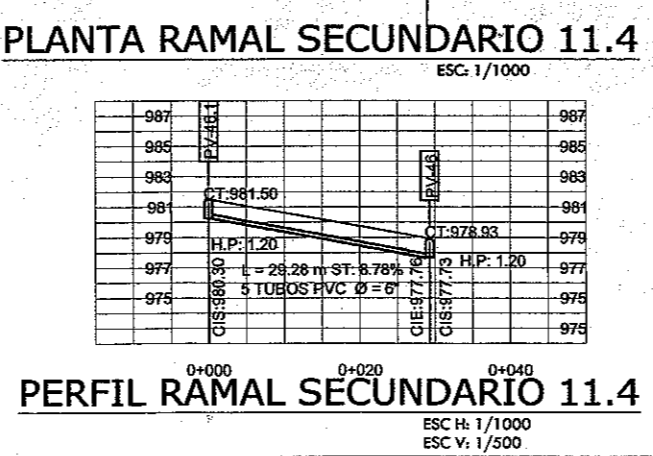
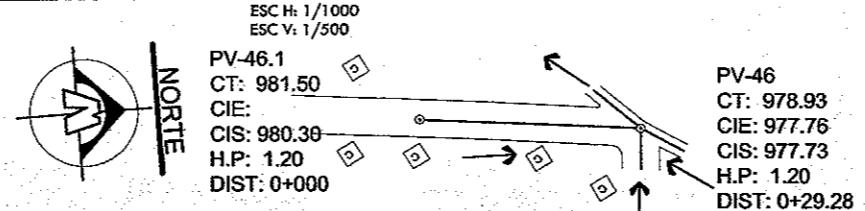
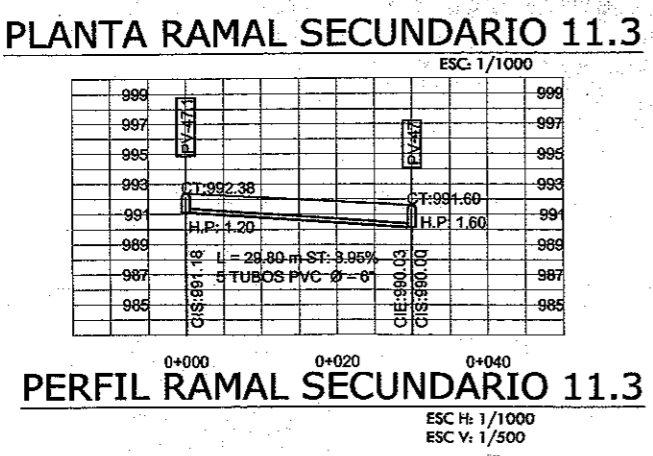
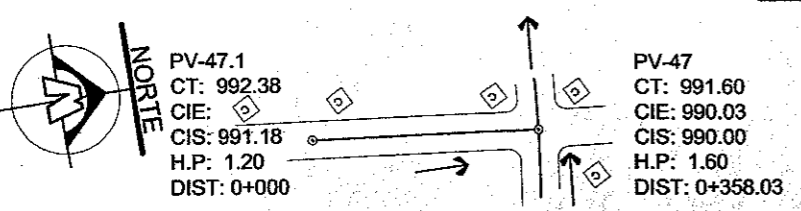
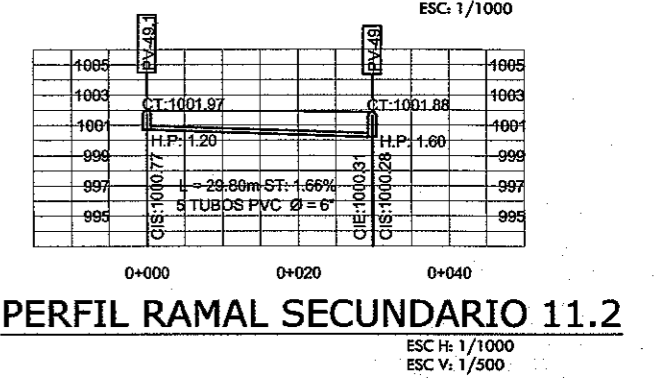
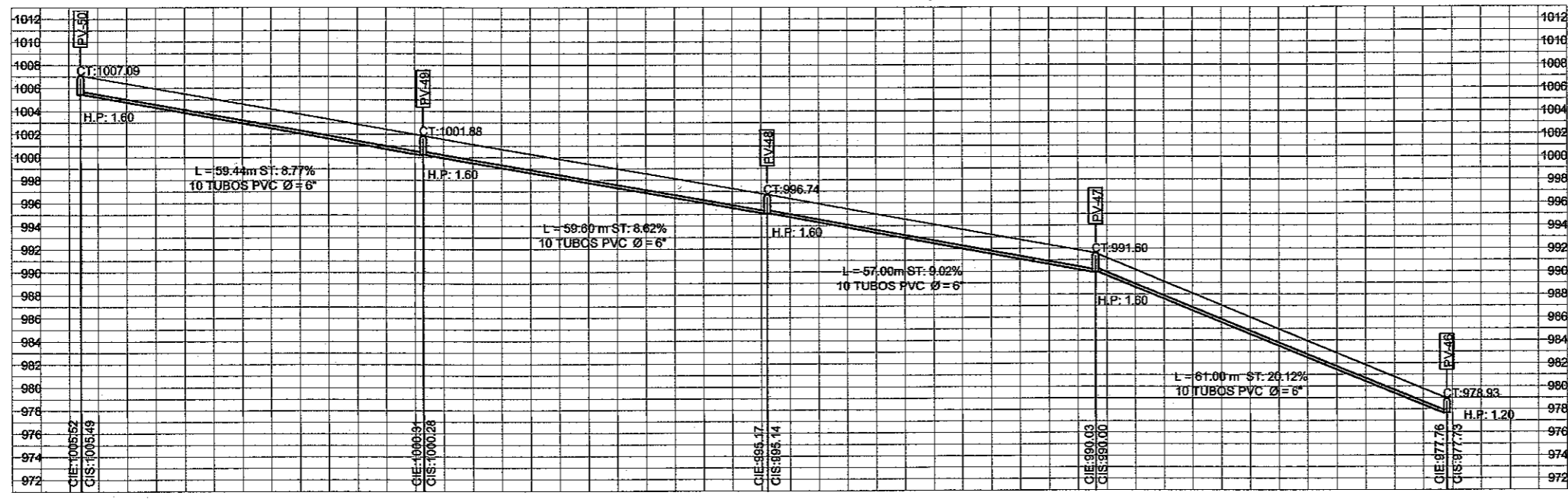
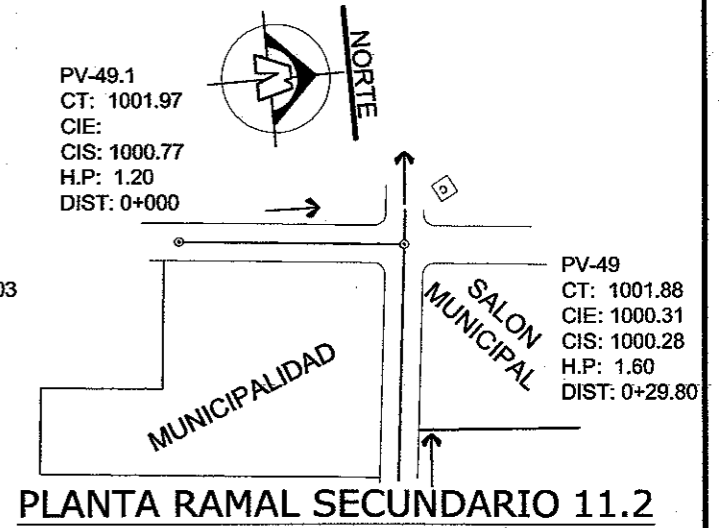
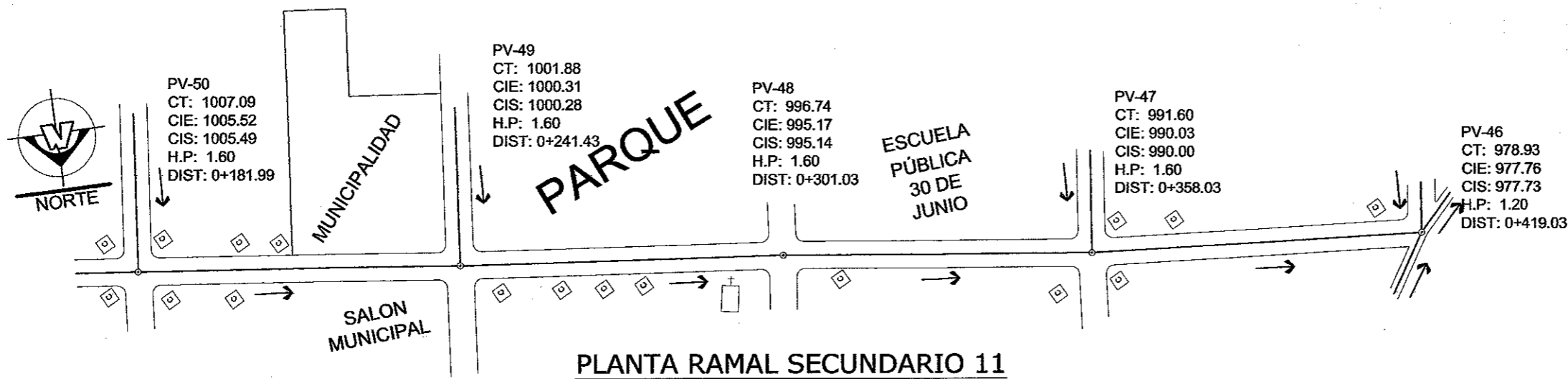
ESC H: 1/1000  
ESC V: 1/500

NOMENCLATURA	
CT	COTA DE TERRENO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
DIST	DISTANCIA DE RECORRIDO
H.P.	ALTURA DE POZO
	POZO DE VISITA PERFIL
	POZO DE VISITA PLANTA
	DIRECCION DEL FLUJO
	SIFIO DE DESCARGA
	VIVIENDA
	IGLESIA
	LOCAL COMERCIAL
	ESCUELA PRE-PRIMARIA
	COLEGIO PRIVADO
	BANCO DE MARACA

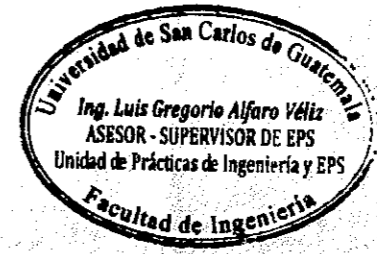


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA	PLANTA-PERFIL	10	20
	CARNET: 2008-18932	ROCAEL ALEJANDRO JOACHÍN BARRIOS	
PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO	ESCALA: INDICADA	DISEÑO: R.A.J.B.	
	FECHA: OCT 2014	CALCULO: R.A.J.B.	
	Vo. Bo.	DIBUJO: R.A.J.B.	
UBICACIÓN: CABECERA MUNICIPAL			
SAN JOSÉ EL RODEO			





NOMENCLATURA	
CT	COTA DE TERRENO
CIE	COTA INVERT. DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT. DE SALIDA
DIST	DISTANCIA DE RECORRIDO
H.P	ALTURA DE POZO
⊕	POZO DE VISITA PERFIL
⊕	POZO DE VISITA PLANTA
→	DIRECCIÓN DEL FLUJO
■	SITIO DE DESCARGA
□	VIVIENDA
⊕	LOCAL COMERCIAL
⊕	ESCUELA PRE-PRIMARIA
⊕	COLEJO PRIVADO
⊕	BANCO DE MARACA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO

UBICACIÓN: CABECERA MUNICIPAL  
SAN JOSÉ EL RODEO

PLANTA-PERFIL 11 20

CARNET: 2008-18932  
ROCAEL ALEJANDRO JOACHÍN BARRIOS

ESCALA: INDICADA  
DISEÑO: R.A.J.B.

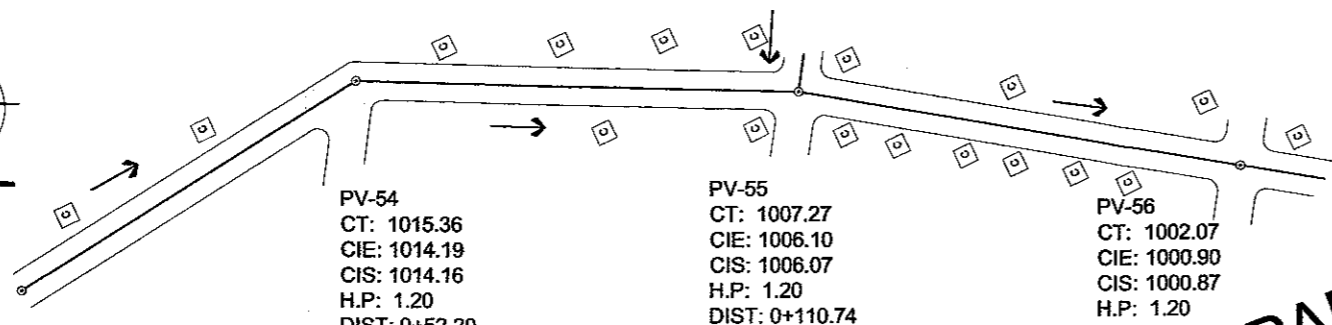
FECHA: OCT 2014  
CALCULO: R.A.J.B.

DIBUJO: R.A.J.B.

Va. Bo. *[Signature]*  
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ  
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS



PV-54.1  
CT: 1022.20  
CIE:  
CIS: 1021.00  
H.P: 1.20  
DIST: 0+000



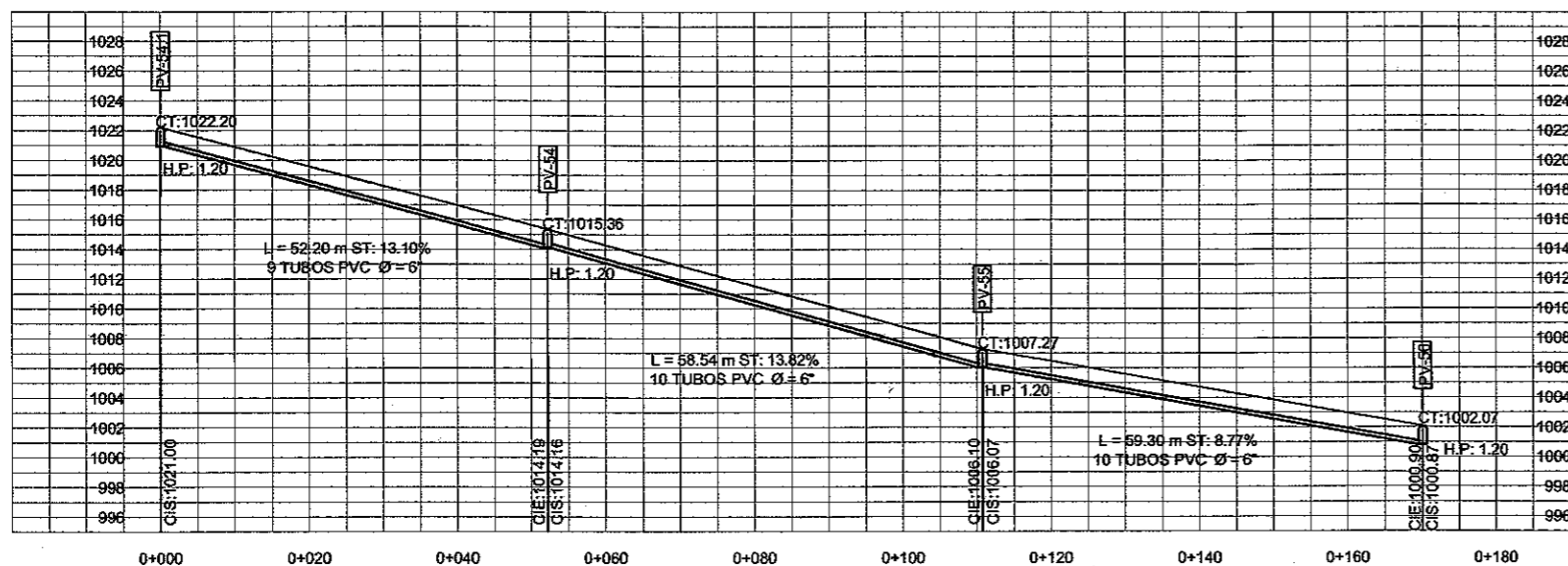
PV-54  
CT: 1015.36  
CIE: 1014.19  
CIS: 1014.16  
H.P: 1.20  
DIST: 0+52.20

PV-55  
CT: 1007.27  
CIE: 1006.10  
CIS: 1006.07  
H.P: 1.20  
DIST: 0+110.74

PV-56  
CT: 1002.07  
CIE: 1000.90  
CIS: 1000.87  
H.P: 1.20  
DIST: 0+170.04

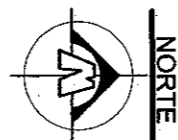
**PLANTA RAMAL SECUNDARIO 12**

ESC: 1/1000

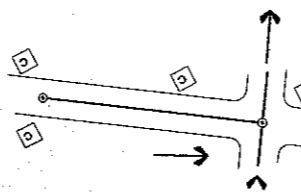


**PERFIL RAMAL SECUNDARIO 12**

ESC H: 1/1000  
ESC V: 1/500



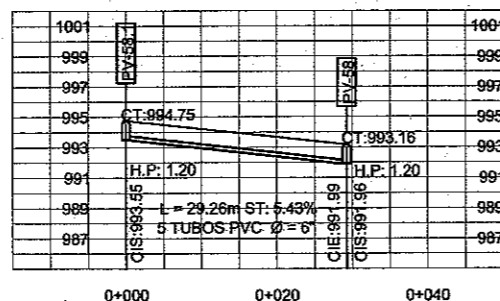
PV-58.1  
CT: 994.75  
CIE:  
CIS: 993.55  
H.P: 1.20  
DIST: 0+000



PV-58  
CT: 993.16  
CIE: 991.99  
CIS: 991.96  
H.P: 1.20  
DIST: 0+29.26

**PLANTA RAMAL SECUNDARIO 12.2**

ESC: 1/1000

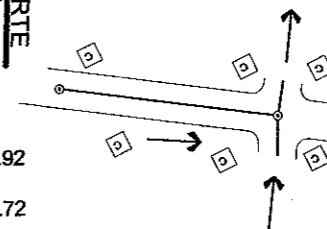


**PERFIL RAMAL SECUNDARIO 12.2**

ESC H: 1/1000  
ESC V: 1/500



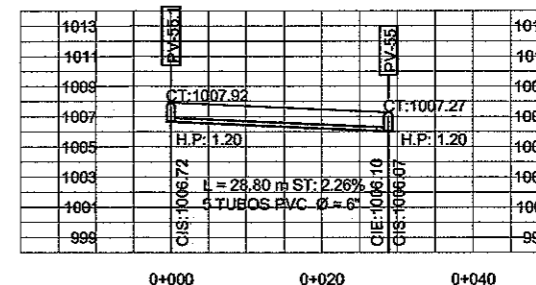
PV-55.1  
CT: 1007.92  
CIE:  
CIS: 1006.72  
H.P: 1.20  
DIST: 0+000



PV-55  
CT: 1007.27  
CIE: 1006.10  
CIS: 1006.07  
H.P: 1.20  
DIST: 0+28.80

**PLANTA RAMAL SECUNDARIO 12.1**

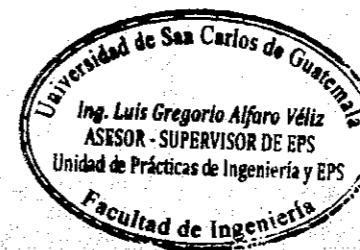
ESC: 1/1000



**PERFIL RAMAL SECUNDARIO 12.1**

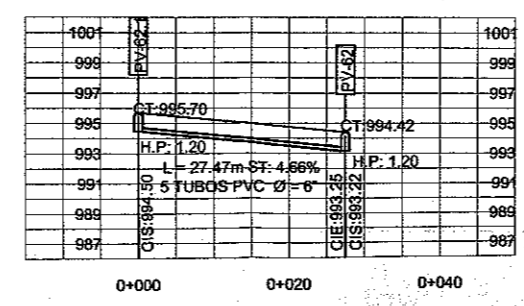
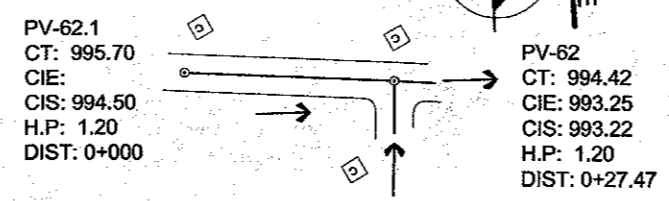
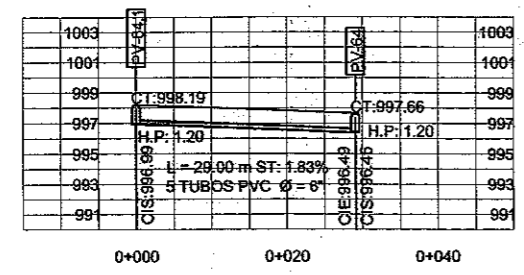
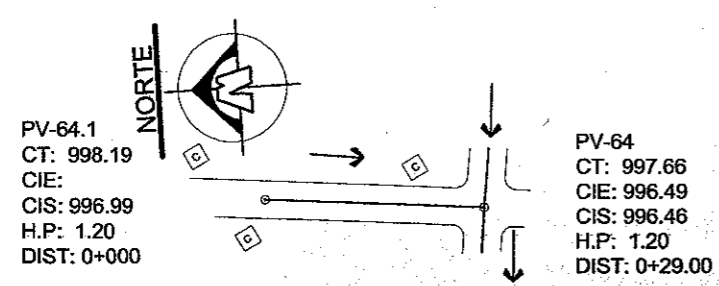
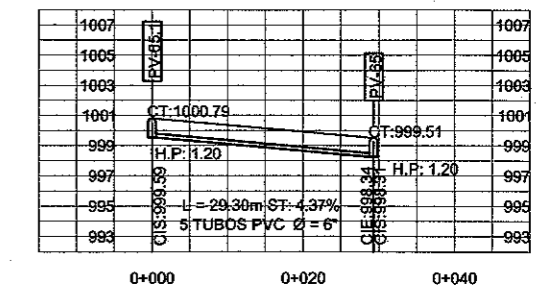
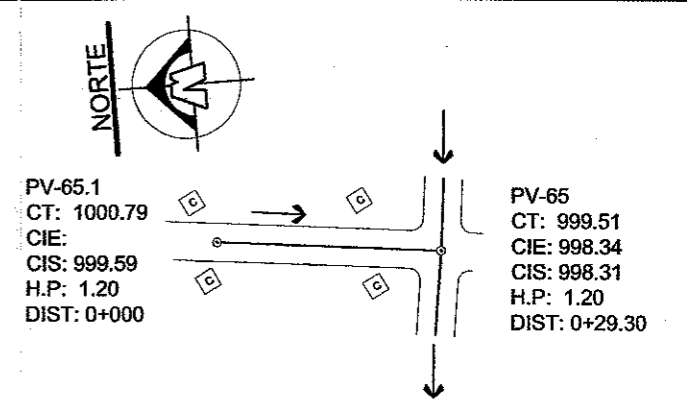
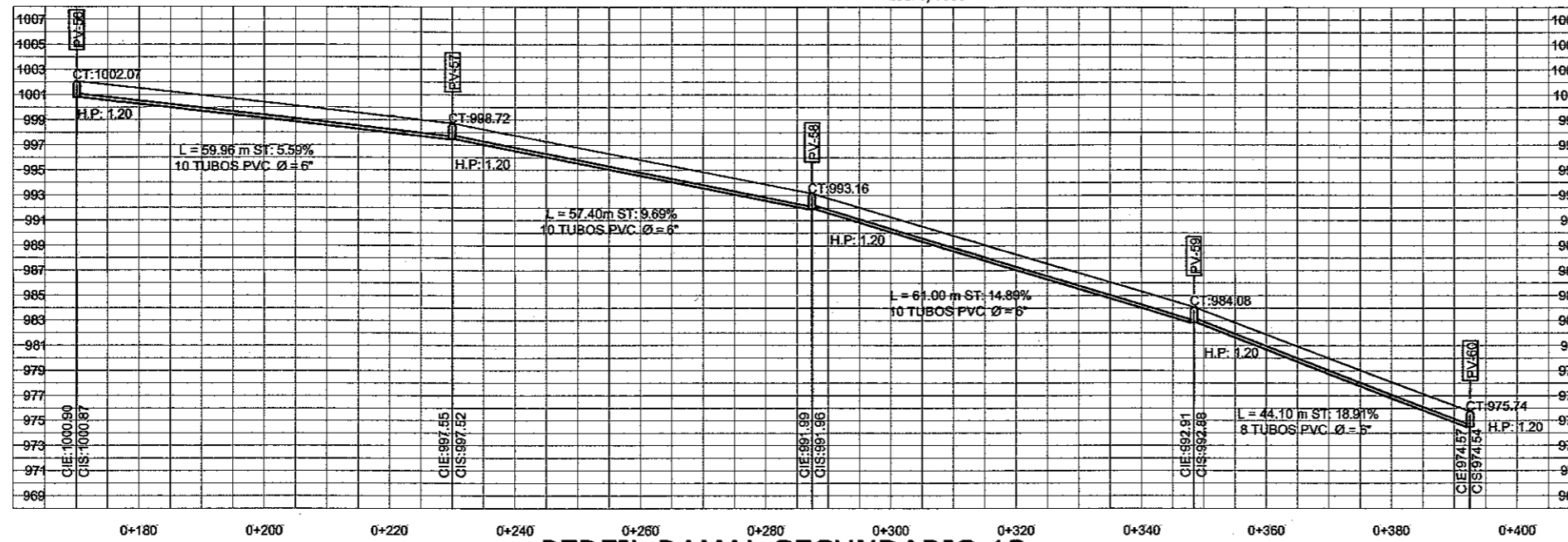
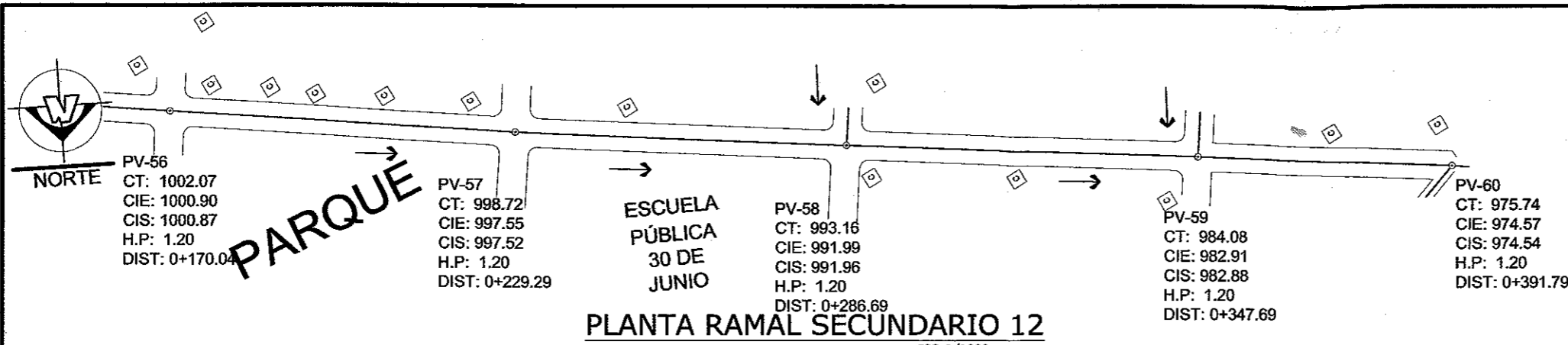
ESC H: 1/1000  
ESC V: 1/500

NOMENCLATURA	
CT	COTA DE TERRENO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
DIST	DISTANCIA DE RECORRIDO
H.P	ALTURA DE POZO
	POZO DE VISITA PERFIL
	POZO DE VISITA PLANTA
	DIRECCIÓN DEL FLUJO
	SITIO DE DESCARGA
	VIVIENDA
	IGLESIA
	LOCAL COMERCIAL
	ESCUELA PRE-PRIMARIA
	COLEGIO PRIVADO
	BANCO DE MARACA



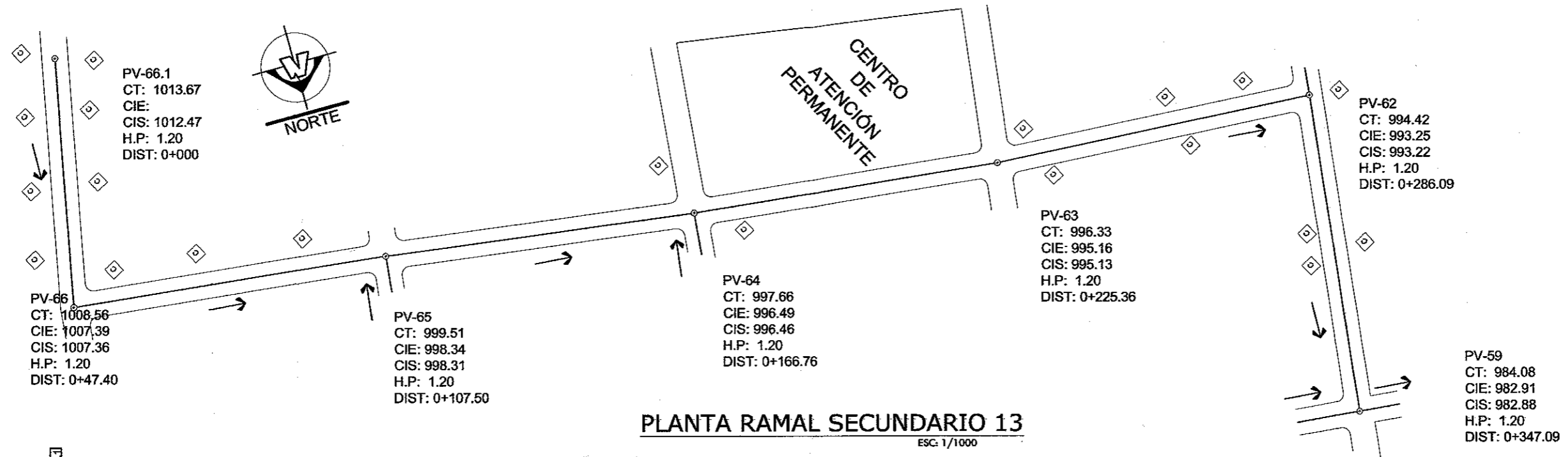
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA	PLANTA-PERFIL	12	20
	CARNET: 2008-18932 ESCALA: INDICADA FECHA: OCT 2014 Vo. Bo.	ROCAEL ALEJANDRO JOACHÍN BARRIOS DISEÑO: R.A.J.B. CALCULO: R.A.J.B. DIBUJO: R.A.J.B.	
PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO		UBICACIÓN: CABECERA MUNICIPAL SAN JOSÉ EL RODEO	

*[Signature]*  
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ  
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS

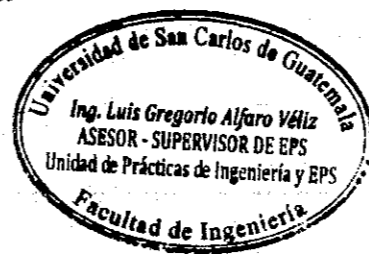
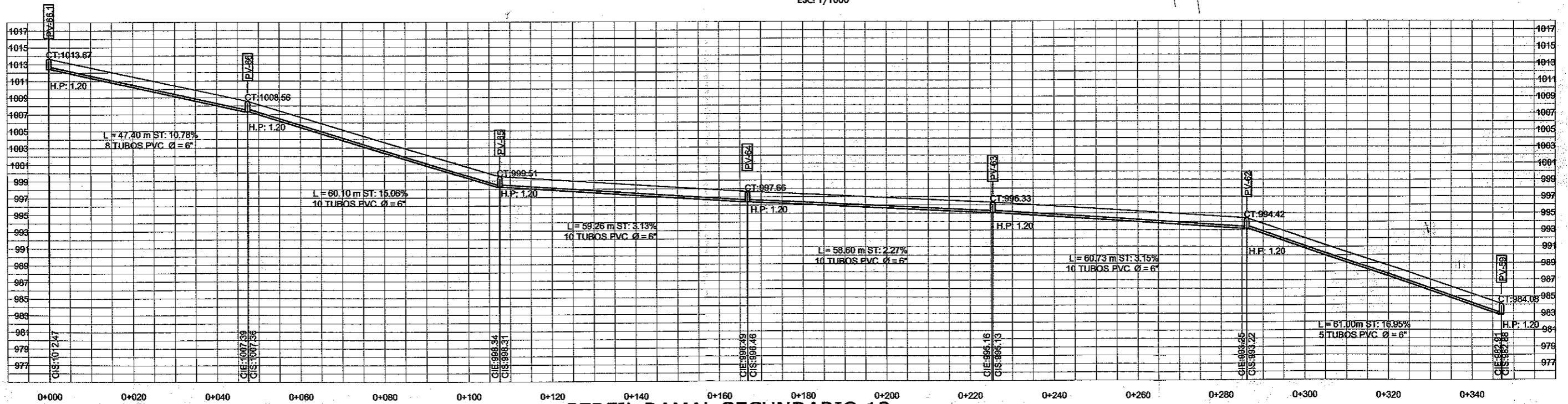


NOMENCLATURA	
CT	COTA DE TERRENO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
DIST	DISTANCIA DE RECORRIDO
H.P.	ALTURA DE POZO
⊕	POZO DE VISITA PERFIL
⊙	POZO DE VISITA PLANTA
→	DIRECCIÓN DEL FLUJO
■	SITO DE DESCARGA
□	VIVIENDA
◇	IGLESIA
▤	LOCAL COMERCIAL
▥	ESCUELA PRE-PRIMARIA
▦	COLEGIO PRIVADO
⊕	BANCO DE MARACA

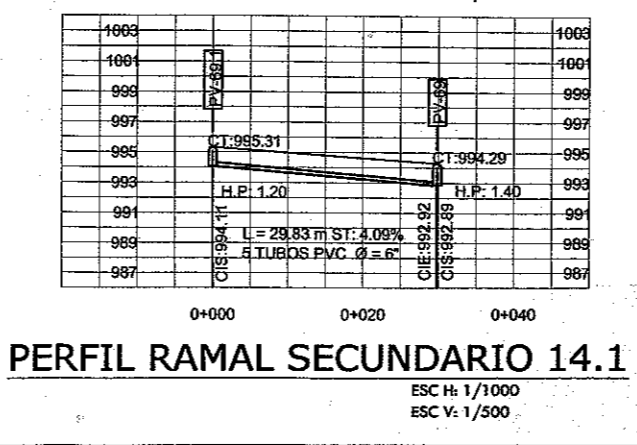
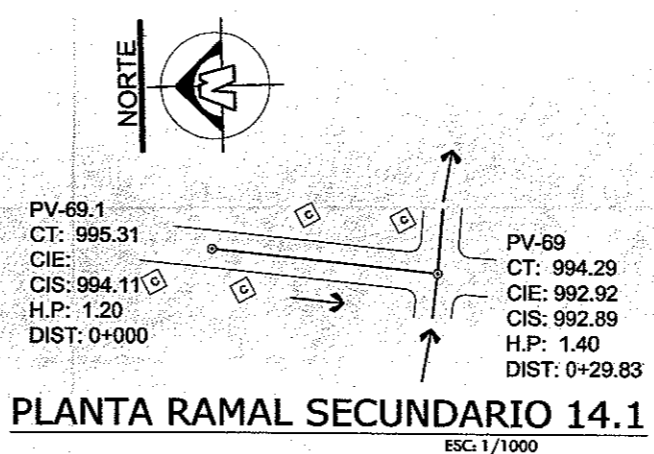
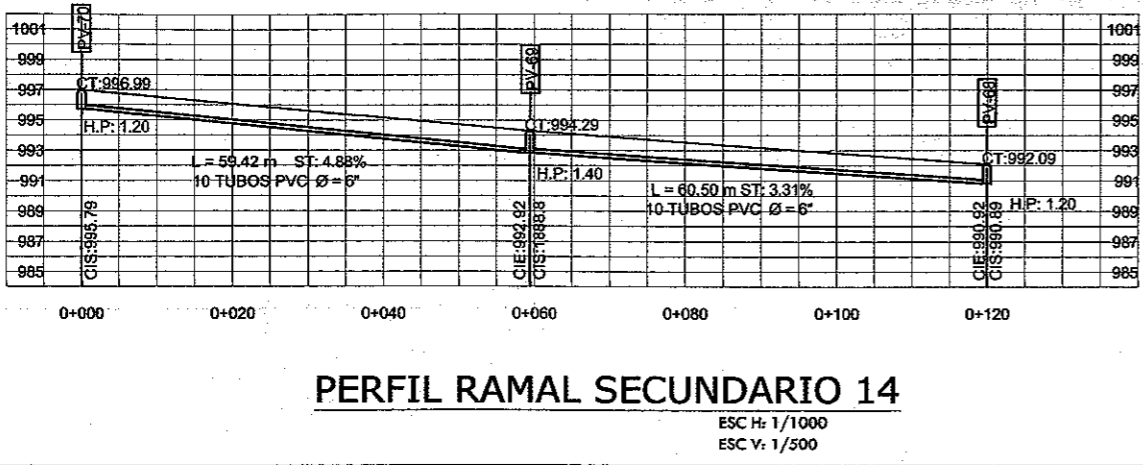
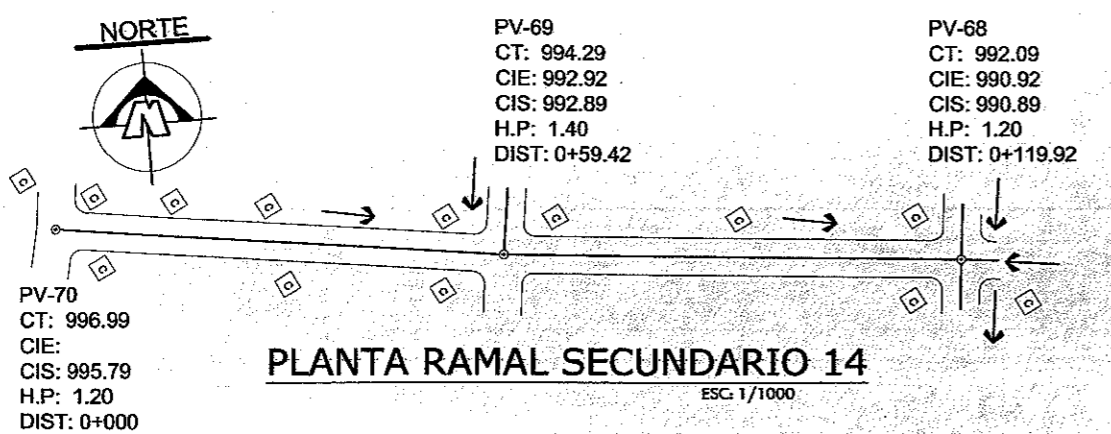
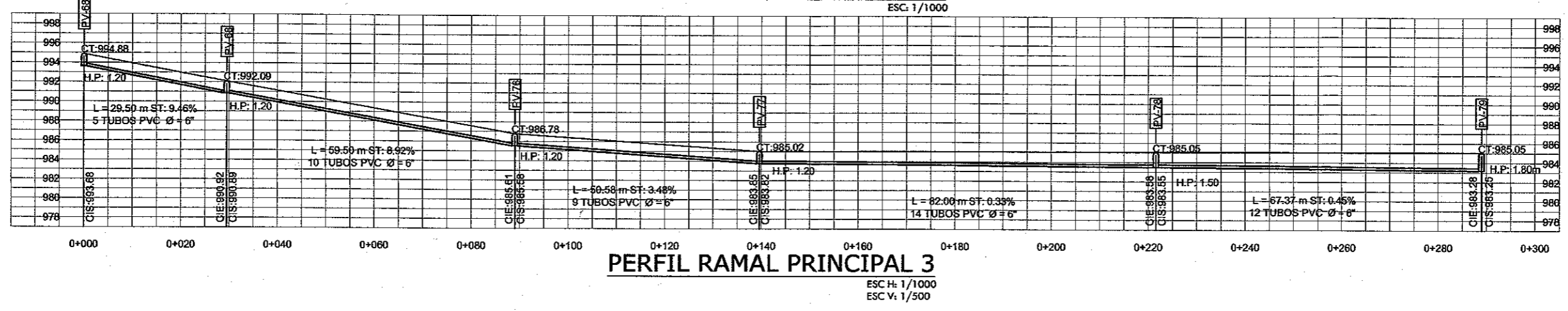
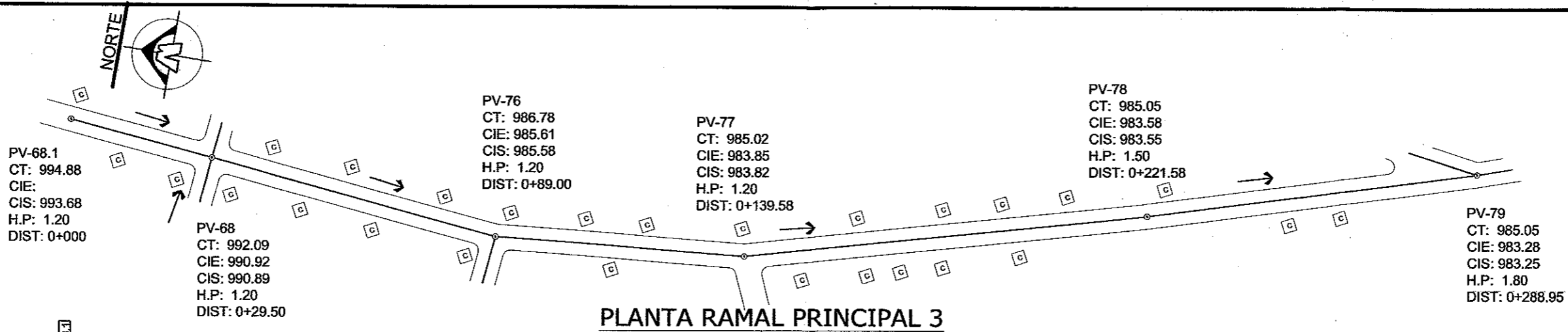
<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>	<b>PLANTA-PERFIL</b> 13 20
	<b>CARNET:</b> 2008-18932 <b>ESCALA:</b> INDICADA <b>FECHA:</b> OCT 2014 Vo. Bo.
<b>PROYECTO:</b> ALCANTARILLADO SANITARIO	
<b>UBICACIÓN:</b> CABECERA MUNICIPAL SAN JOSÉ EL RODEO	



**PLANTA RAMAL SECUNDARIO 13**  
ESC: 1/1000



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA	PLANTA-PERFIL 14 20
	CARNET: 2008-18932 ROCAEL ALEJANDRO JOACHÍN BARRIOS
PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO	ESCALA: INDICADA DISEÑO: R.A.J.B. FECHA: OCT 2014 CALCULO: R.A.J.B. DIBUJO: R.A.J.B.
UBICACIÓN: CABECERA MUNICIPAL SAN JOSÉ EL RODEO	Vo. Bo. ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ ASESOR Y SUPERVISOR DE EPS

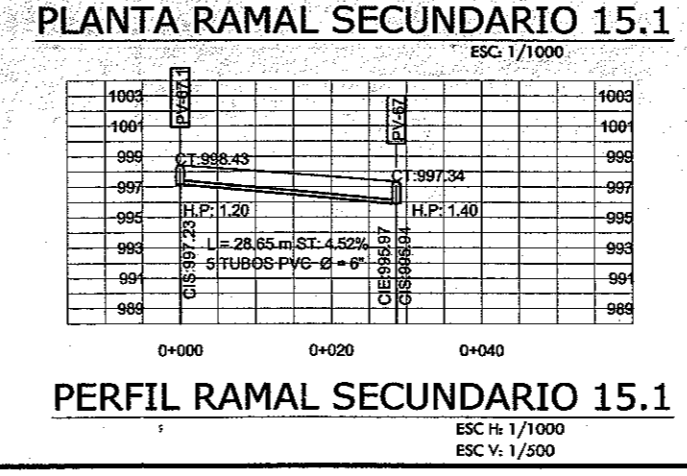
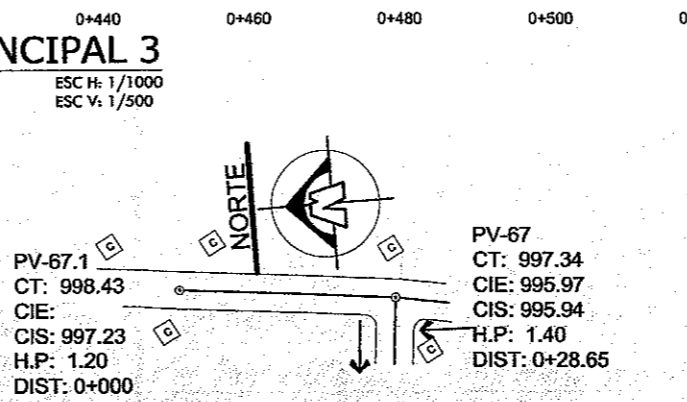
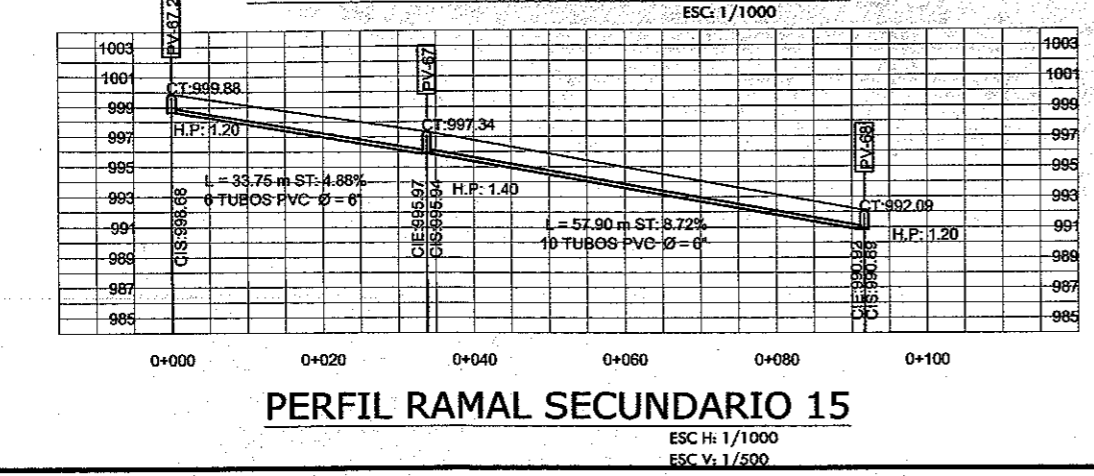
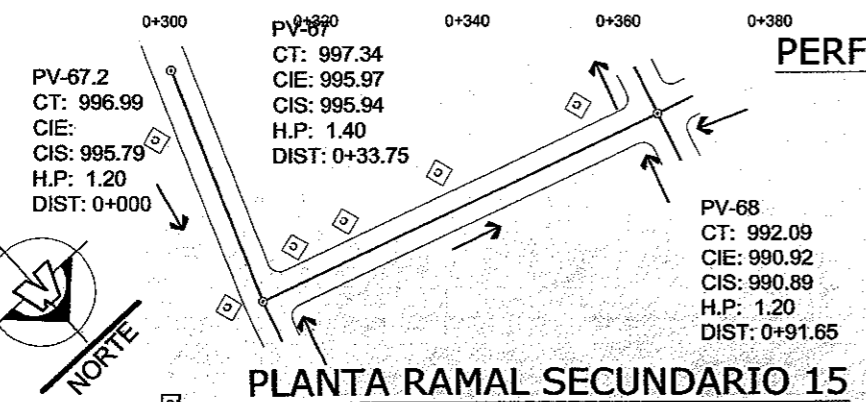
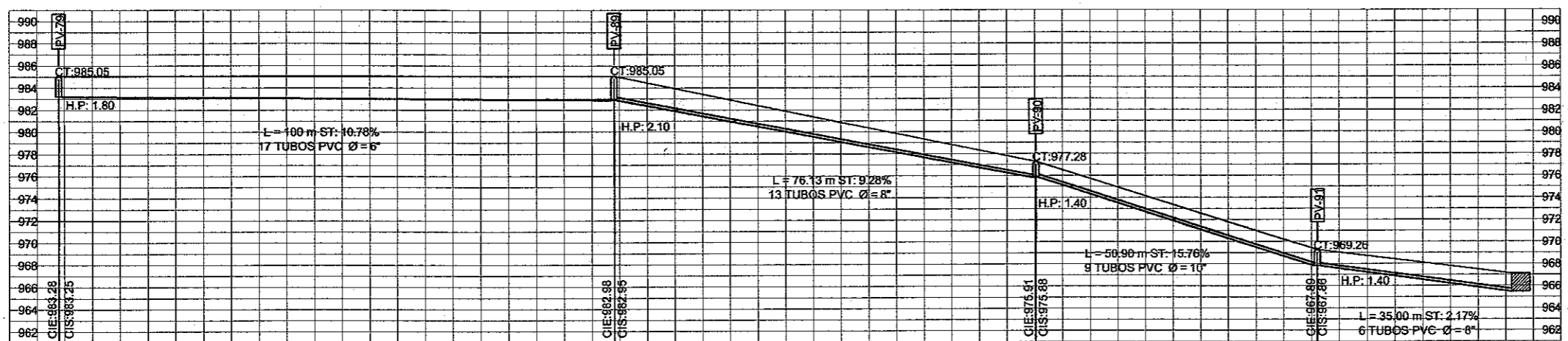
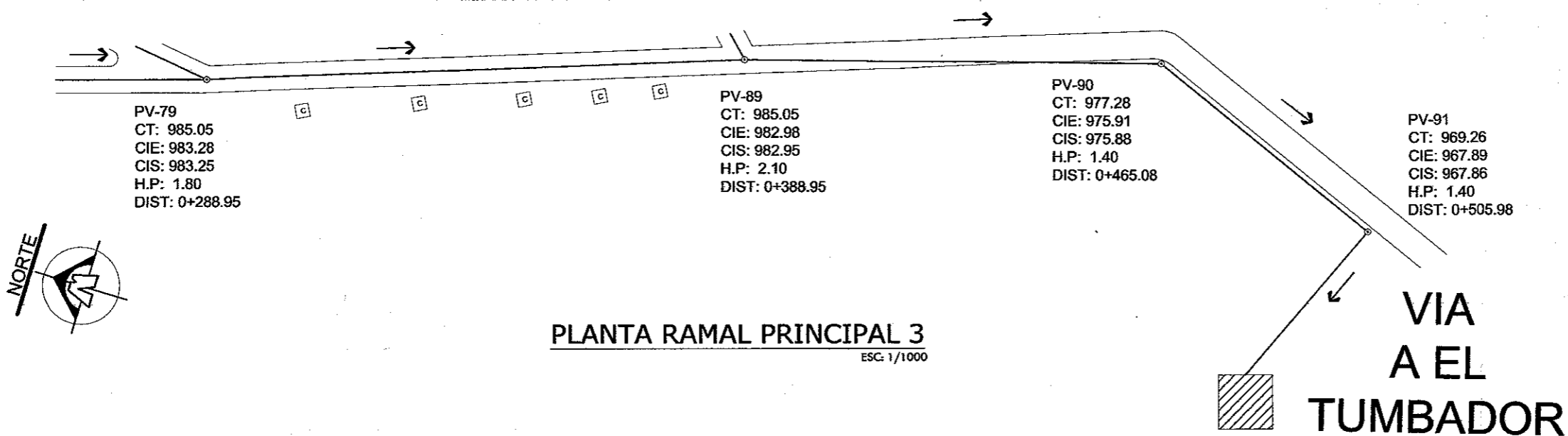


NOMENCLATURA	
CT	COTA DE TERRENO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
DIST	DISTANCIA DE RECORRIDO
H.P.	ALTURA DE POZO
	POZO DE VISITA PERFIL
	POZO DE VISITA PLANTA
	DIRECCIÓN DEL FLUJO
	SITIO DE DESCARGA
	VIVIENDA
	IGLESIA
	LOCAL COMERCIAL
	ESCUELA PRE-PRIMARIA
	COLEGIO PRIVADO
	BANCO DE MARACA



<p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA</p>	<p>PROYECTO: <b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b></p>	<p>PLANTA-PERFIL 15 20</p>	
	<p>UBICACIÓN: CABECERA MUNICIPAL <b>SAN JOSÉ EL RODEO</b></p>	<p>CARNET: 2008-18932</p>	<p>ROCAEL ALEJANDRO JOACHÍN BARRIOS</p>
	<p>ESCALA: INDICADA</p>	<p>FECHA: OCT 2014</p>	<p>DESIGNO: R.A.J.B. CALCULO: R.A.J.B. DIBUJO: R.A.J.B.</p>
	<p>Ing. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ ASESOR Y SUPERVISOR DE EPS</p>	<p>Vo. Bo.</p>	



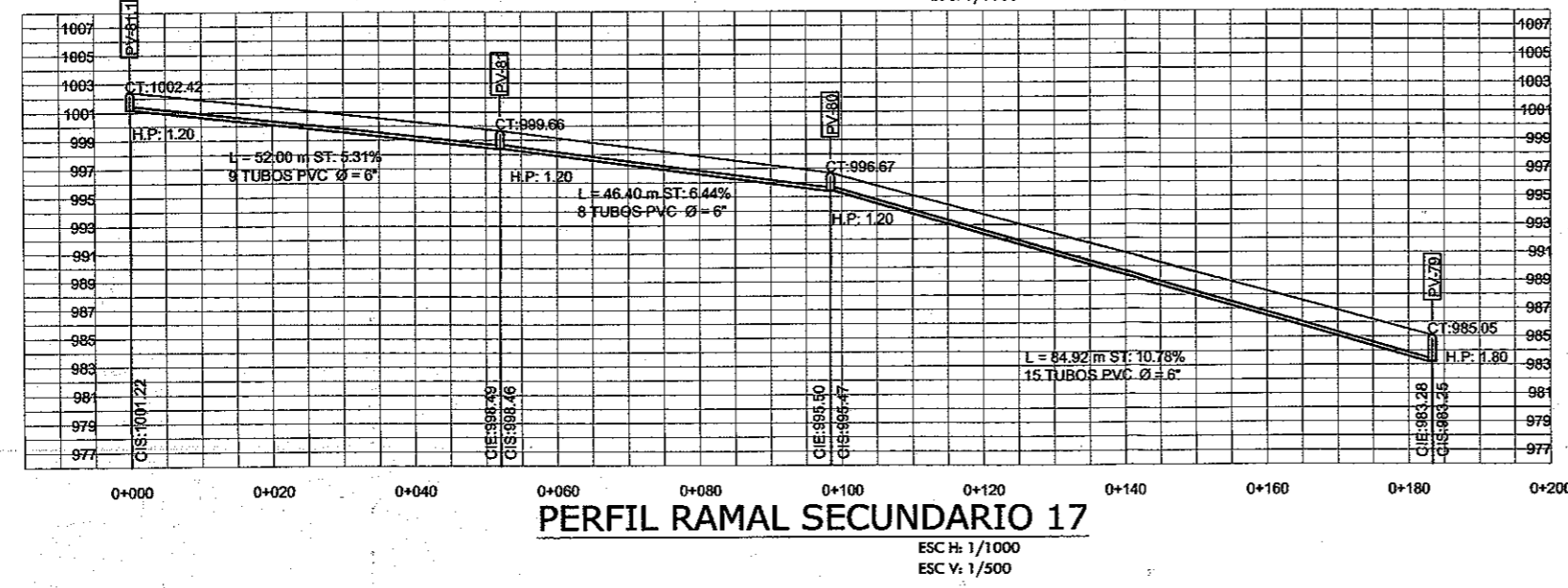
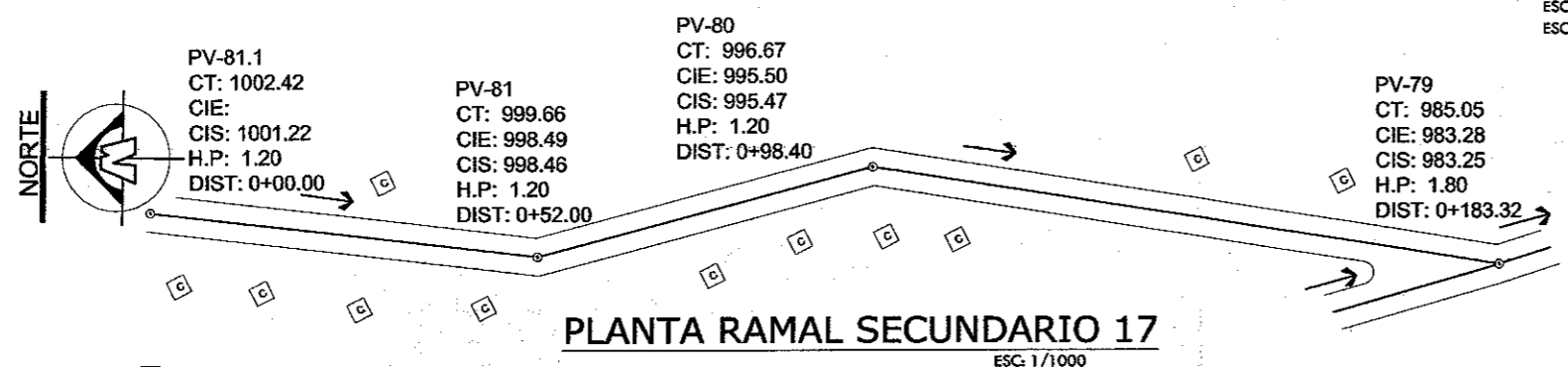
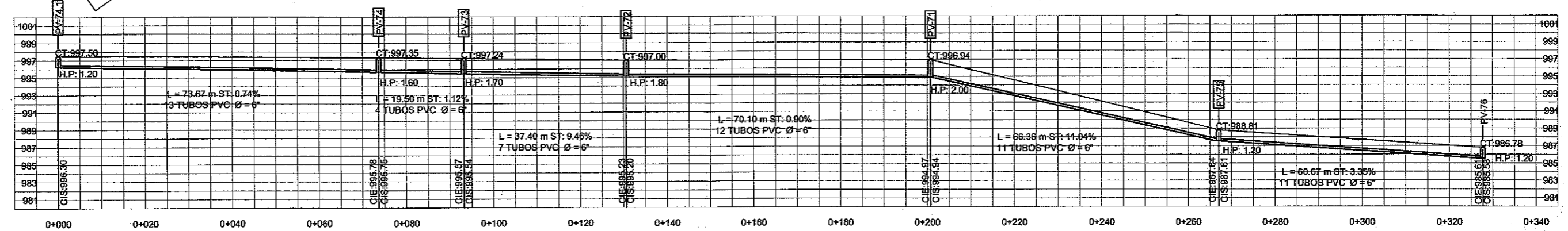
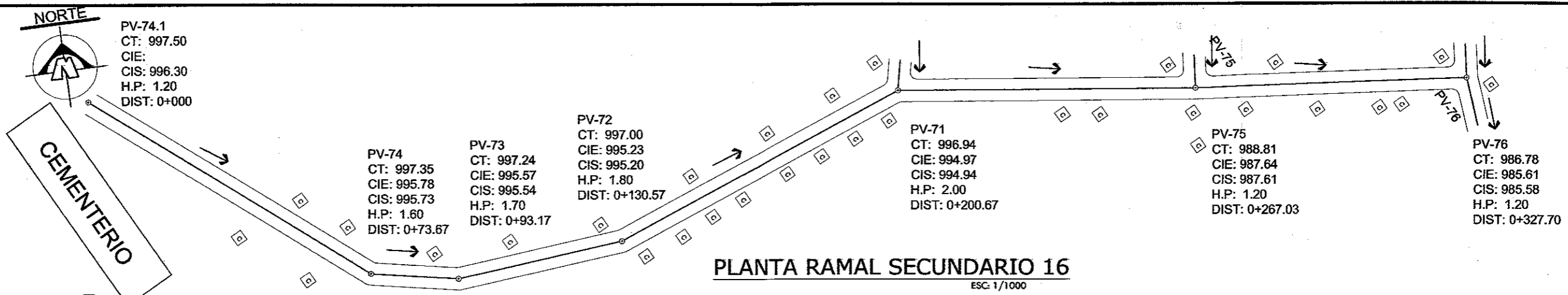


NOMENCLATURA	
CT	COTA DE TERRENO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
DIST	DISTANCIA DE RECORRIDO
H.P	ALTURA DE POZO
⊕	POZO DE VISITA PERFIL
⊕	POZO DE VISITA PLANTA
→	DIRECCIÓN DEL FLUJO
■	SITIO DE DESCARGA
□	VIVIENDA
⊕	IGLESIA
⊕	LOCAL COMERCIAL
⊕	ESCUELA PRE-PRIMARIA
⊕	COLEGIO PRIVADO
⊕	BANCO DE MARACA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA	PLANTA-PERFIL 16 20	
	CARNET: 2008-18932 ESCALA: INDICADA FECHA: OCT 2014 Vo. Bo.	ROCAEL ALEJANDRO JOAQUÍN BARRIOS DISEÑO: R.A.J.B. CALCULO: R.A.J.B. DIBUJO: R.A.J.B.
	PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO	
	UBICACIÓN: CABECERA MUNICIPAL SAN JOSÉ EL RODEO	

*[Handwritten Signature]*  
 ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ  
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS



NOMENCLATURA	
CT	COTA DE TIERRENO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
DIST	DISTANCIA DE RECORRIDO
H.P	ALTURA DE POZO
⊥	POZO DE VISITA PERFIL
⊙	POZO DE VISITA PLANTA
→	DIRECCIÓN DEL FLUJO
■	SITO DE DESCARGA
□	VIVIENDA
⬠	IGLESIA
⬡	LOCAL COMERCIAL
⬢	ESCUELA PRE-PRIMARIA
⬣	COLEGIO PRIVADO
⬤	BANCO DE MARACA



<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> FACULTAD DE INGENIERÍA	PLANTA-PERFIL <b>17 20</b>
	CARNET: 2008-18932 ESCALA: INDICADA FECHA: OCT 2014 Vo. Bo.
PROYECTO: <b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>	
UBICACIÓN: <b>CABECERA MUNICIPAL SAN JOSÉ EL RODEO</b>	

Ing. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ  
 ASESOR Y SUPERVISOR DE EPS



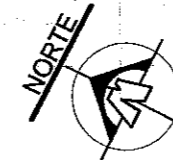
PV-87.2  
CT: 1041.86  
CIE:  
CIS: 1040.66  
H.P: 1.20  
DIST: 0+00.00

PV-87  
CT: 1030.12  
CIE: 1028.95  
CIS: 1028.92  
H.P: 1.20  
DIST: 0+45.20

### COLONIA EL MIRADOR

PV-86  
CT: 1019.46  
CIE: 1018.29  
CIS: 1018.26  
H.P: 1.20  
DIST: 0+113.20

PV-85  
CT: 1009.78  
CIE: 1008.61  
CIS: 1008.58  
H.P: 1.20  
DIST: 0+189.00

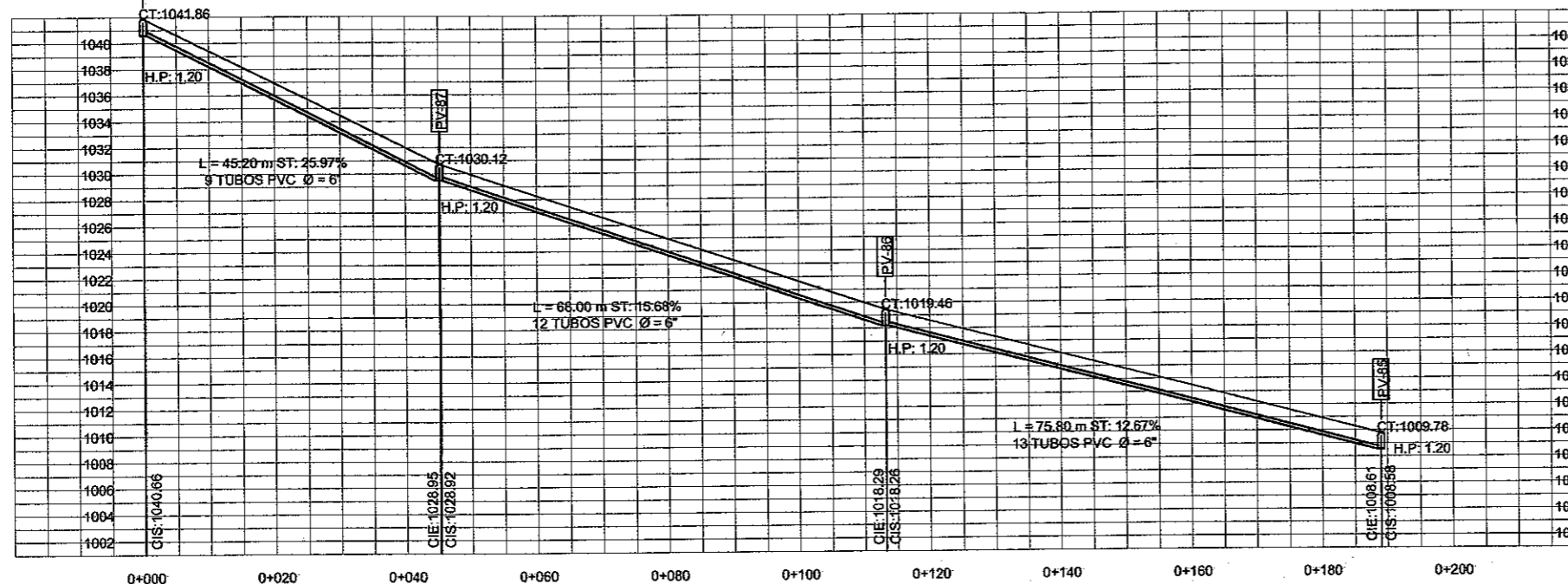


PV-87.1  
CT: 1034.72  
CIE:  
CIS: 1003.52  
H.P: 1.20  
DIST: 0+00.00

PV-87  
CT: 1030.12  
CIE: 1028.95  
CIS: 1028.92  
H.P: 1.20  
DIST: 0+31.50

### PLANTA RAMAL SECUNDARIO 18

ESC: 1/1000



### PERFIL RAMAL SECUNDARIO 18

ESC H: 1/1000  
ESC V: 1/500



PV-71.1  
CT: 996.97  
CIE:  
CIS: 995.77  
H.P: 1.20  
DIST: 0+000

PV-71  
CT: 996.94  
CIE: 994.97  
CIS: 994.94  
H.P: 2.00  
DIST: 0+29.96

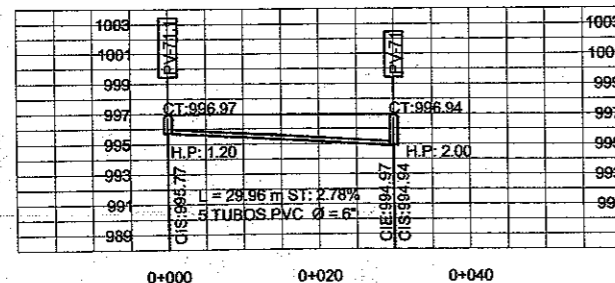


PV-75.1  
CT: 991.55  
CIE:  
CIS: 990.35  
H.P: 1.20  
DIST: 0+000

PV-75  
CT: 988.81  
CIE: 987.64  
CIS: 987.61  
H.P: 1.20  
DIST: 0+29.50

### PLANTA RAMAL SECUNDARIO 16.1

ESC: 1/1000

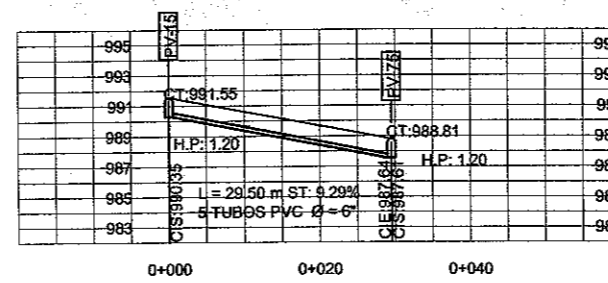


### PERFIL RAMAL SECUNDARIO 16.1

ESC H: 1/1000  
ESC V: 1/500

### PLANTA RAMAL SECUNDARIO 16.2

ESC: 1/1000

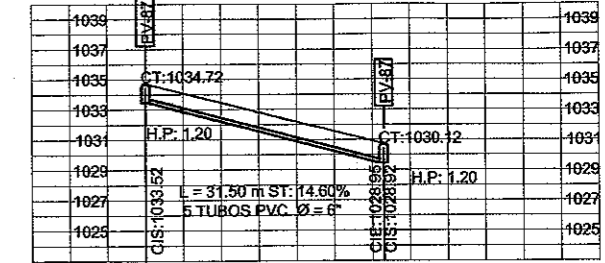


### PERFIL RAMAL SECUNDARIO 16.2

ESC H: 1/1000  
ESC V: 1/500

### PLANTA RAMAL SECUNDARIO 18.1

ESC: 1/1000

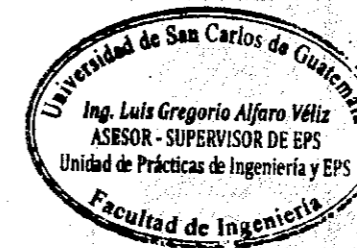


### PERFIL RAMAL SECUNDARIO 18.1

ESC H: 1/1000  
ESC V: 1/500

#### NOMENCLATURA

CT	COTA DE TERRENO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
DIST	DISTANCIA DE RECORRIDO
H.P	ALTURA DE POZO
	POZO DE VISITA PERFIL
	POZO DE VISITA PLANTA
	DIRECCION DEL FLUJO
	SITIO DE DESCARGA
	VIVIENDA
	IGLESIA
	LOCAL COMERCIAL
	ESCUELA PRE-PRIMARIA
	COLEGIO PRIVADO
	BANCO DE MARACA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO:

ALCANTARILLADO SANITARIO

UBICACIÓN: CABECERA MUNICIPAL

SAN JOSÉ EL RODEO

PLANTA-PERFIL 18 20

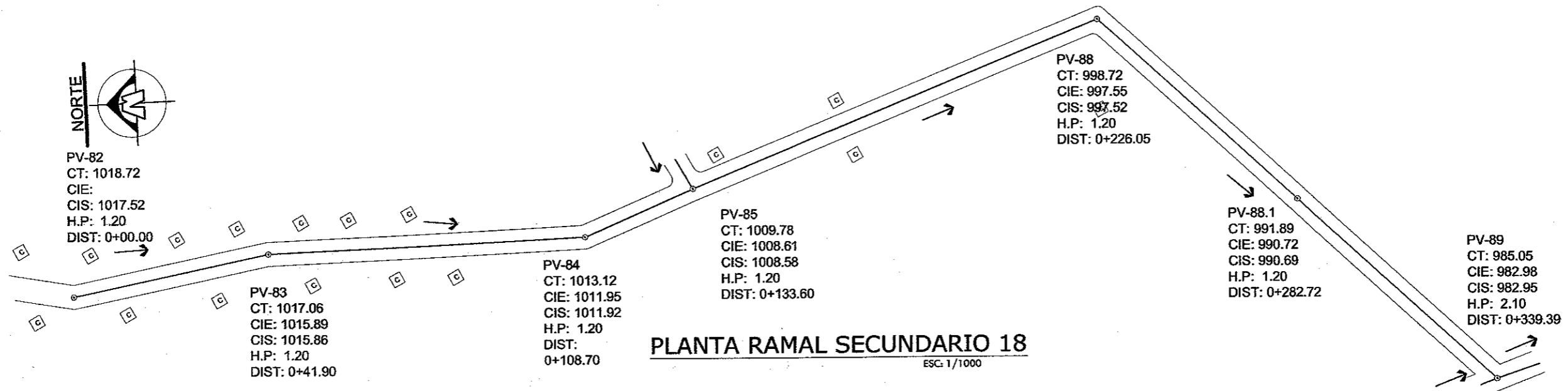
CARNET: 2008-18932  
ROCAEL ALEJANDRO JOAQUÍN BARRIOS

ESCALA: INDICADA  
DISEÑO: R.A.J.B.  
FECHA: OCT 2014  
CALCULO: R.A.J.B.  
DIBUJO: R.A.J.B.

Vo. Bo.

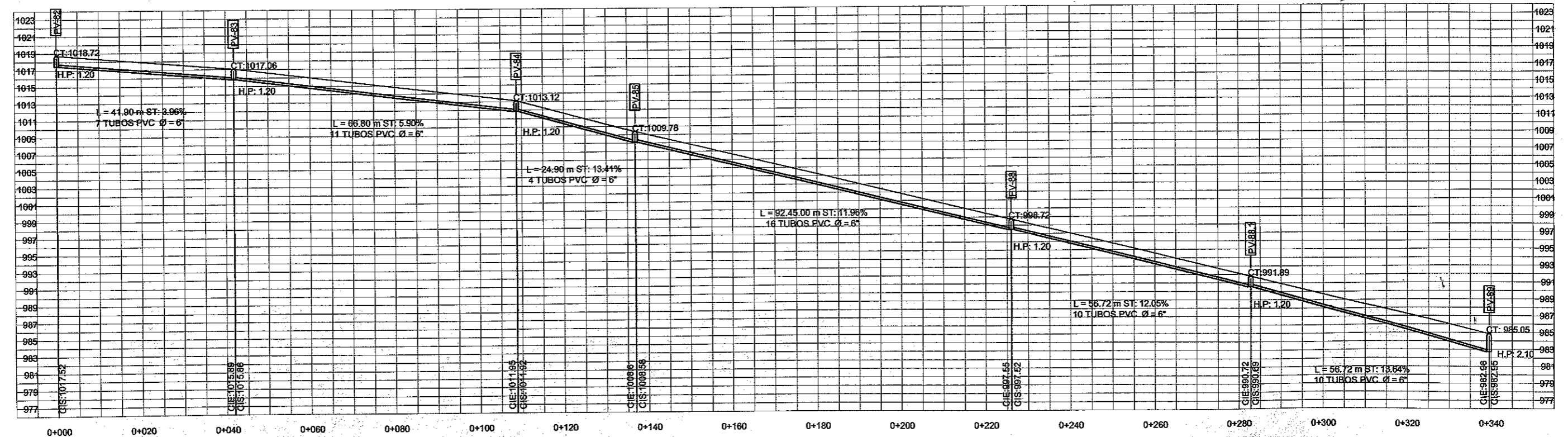
Ing. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ  
ASESOR Y SUPERVISOR DE EPS





NOMENCLATURA	
CT	COTA DE TERRENO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
DIST	DISTANCIA DE RECORRIDO
H.P.	ALTURA DE POZO
	POZO DE VISITA PERFIL
	POZO DE VISITA PLANTA
	DIRECCION DEL FLUJO
	SITIO DE DESCARGA
	VIVIENDA
	IGLESIA
	LOCAL COMERCIAL
	ESCUELA PRE-PRIMARIA
	COLEGIO PRIVADO
	BANCO DE MARACA

**PLANTA RAMAL SECUNDARIO 18**  
ESC: 1/1000

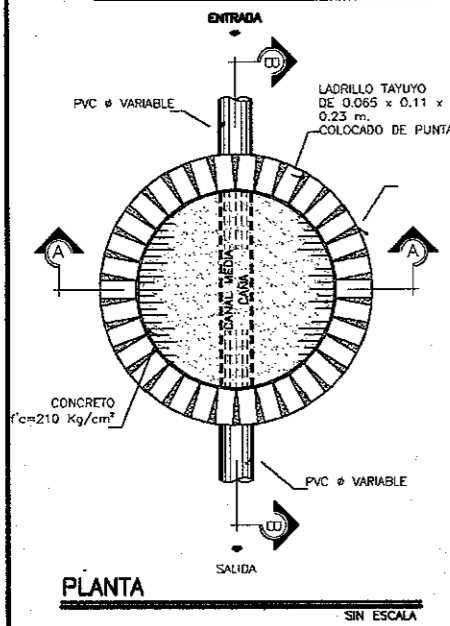


**PERFIL RAMAL SECUNDARIO 18**  
ESC H: 1/1000  
ESC V: 1/500

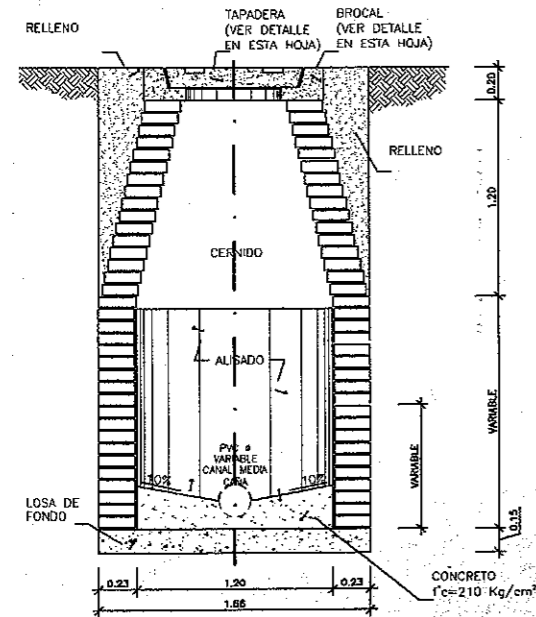


<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>	<b>PLANTA-PERFIL</b>	<b>19</b>	<b>20</b>
	<b>CARNET:</b> 2008-18932	<b>ROCAEL ALEJANDRO JOACHÍN BARRIOS</b>	
<b>PROYECTO:</b> ALCANTARILLADO SANITARIO	<b>ESCALA:</b> INDICADA	<b>DISEÑO:</b> R.A.J.B. <b>CALCULO:</b> R.A.J.B.	
<b>UBICACIÓN:</b> CABECERA MUNICIPAL SAN JOSÉ EL RODEO	<b>FECHA:</b> OCT 2014	<b>DIBUJO:</b> R.A.J.B.	
Vo. Bo.		<b>LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ</b> ASESOR Y SUPERVISOR DE EPS	

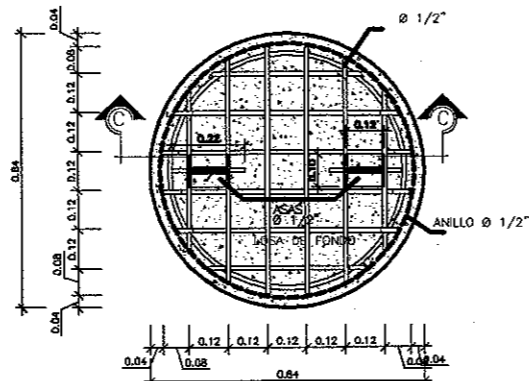
**POZO DE VISITA TÍPICO**



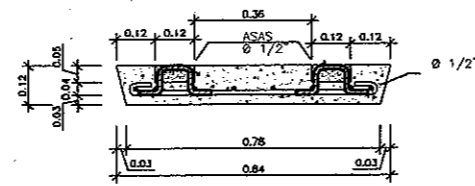
**PLANTA**  
SIN ESCALA



**SECCIÓN POZO DE VISITA A-A'**  
SIN ESCALA

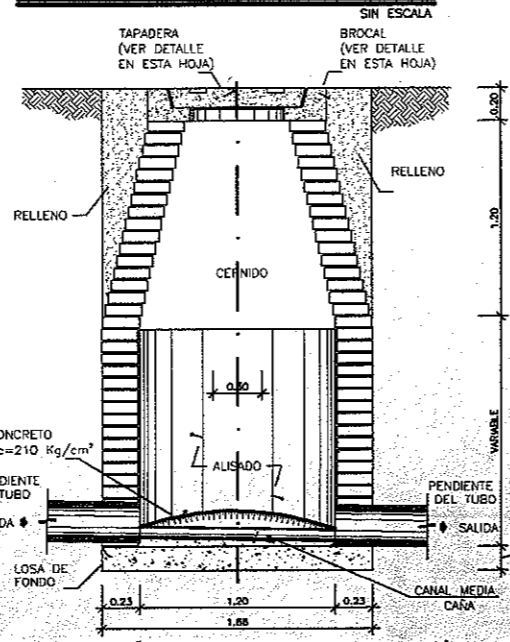


**PLANTA TAPADERA DE POZO**



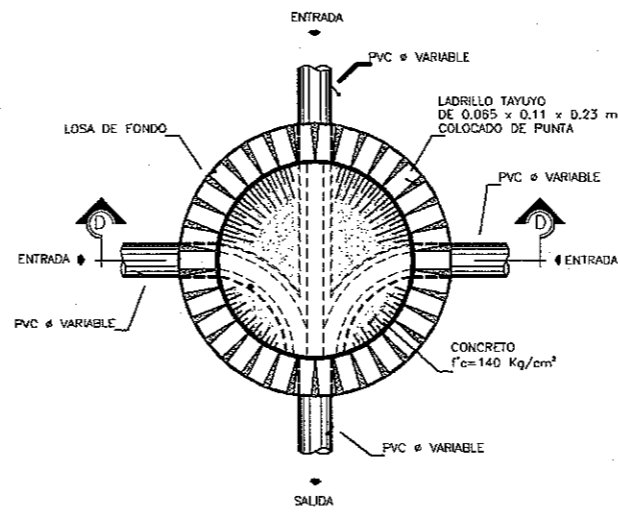
**SECCIÓN C-C'**

**DETALLE DE TAPADERA**

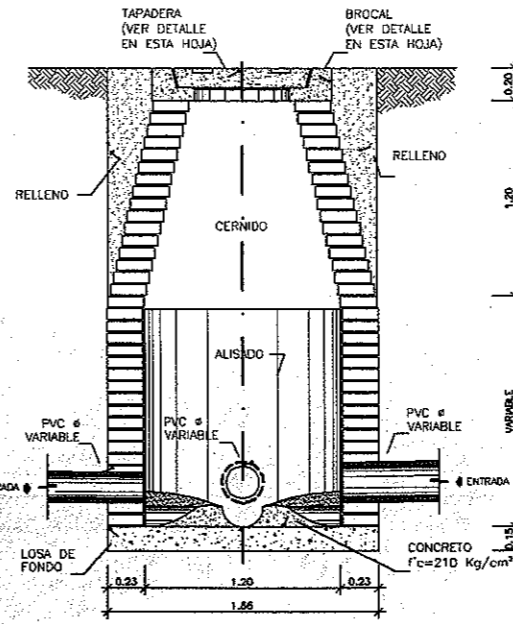


**SECCIÓN POZO DE VISITA B-B'**  
SIN ESCALA

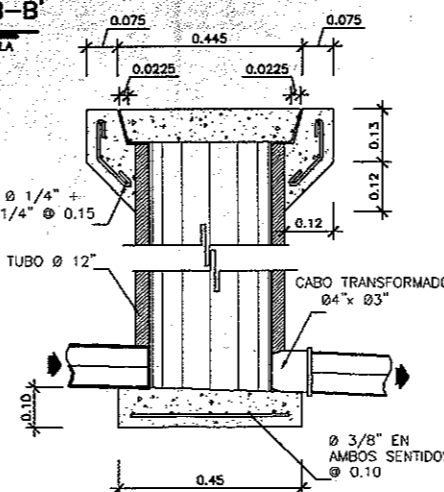
**POZO CON 3 ENTRADAS**



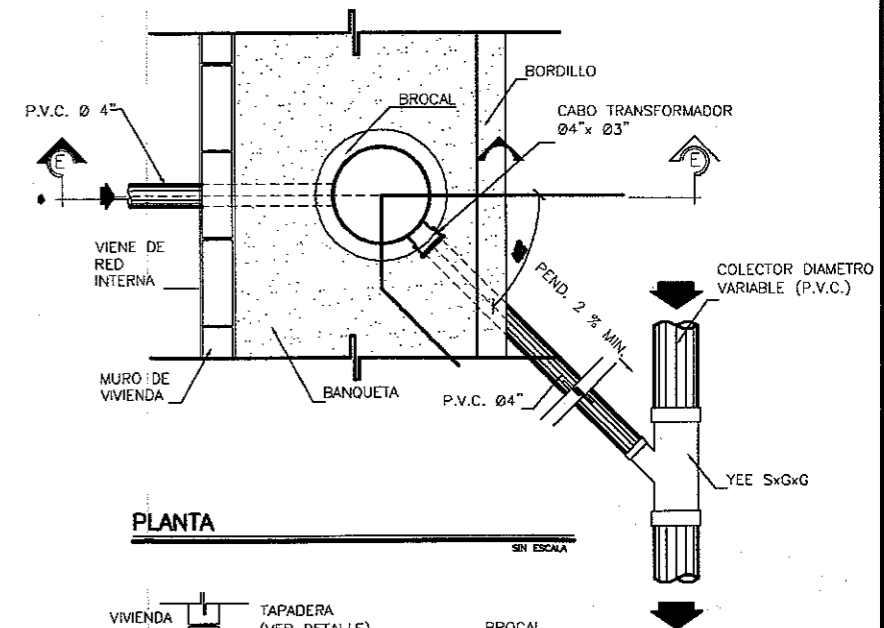
**PLANTA**  
SIN ESCALA



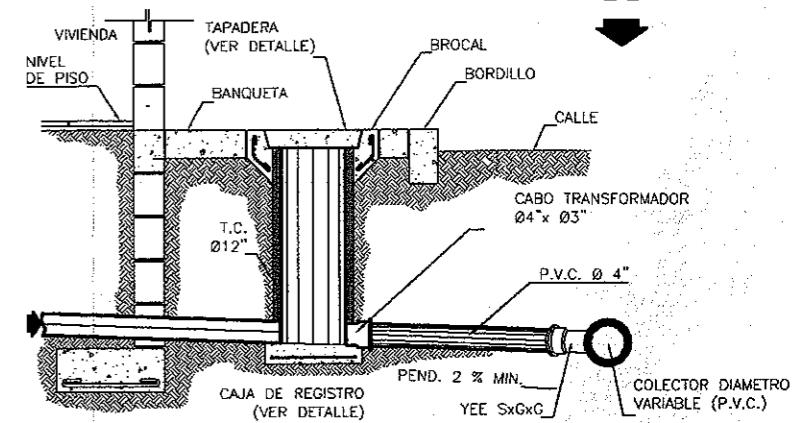
**SECCIÓN D-D'**  
SIN ESCALA



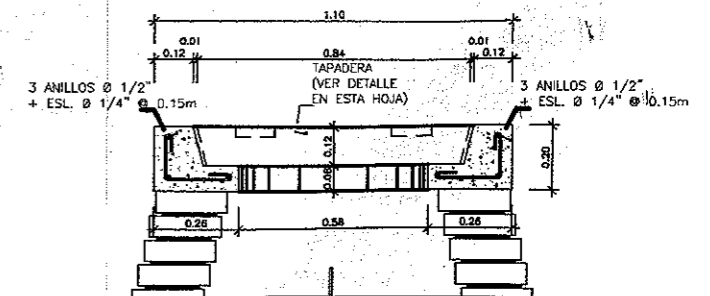
**DETALLE CAJA DE REGISTRO**  
SIN ESCALA



**PLANTA**  
SIN ESCALA



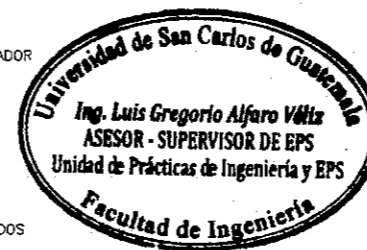
**SECCIÓN E-E'**  
SIN ESCALA



**DETALLE DE BROCAL**  
SIN ESCALA

**ESPECIFICACIONES**

- 1.- EL f'c = 210 Kg/cm<sup>2</sup> Y f'y = 2810 kg/cm<sup>2</sup>
- 2.- EL MORTERO PARA LEVANTADO DE LADRILLO SERA DE PROPORCIÓN 1:3 (CEMENTO GRIS Y ARENA DE RIO).
- 3.- EL INTERIOR DE LOS POZOS SERA ALISADO DE 1CM DE ESPESOR HASTA 30 CM ARRIBA DE LA COTA CORONA.
- 4.- LA PROPORCIÓN DE ALISADO PARA EL POZO SERA DE 1:1 (CEMENTO GRIS, ARENA DE RIO CERNIDA).
- 5.- LA PARTE QUE NO SEA ALISADA SERA APLICARÁ CERNIDO DE 1 CENTIMERO DE ESPESOR.
- 6.- LA PROPORCIÓN DE CERNIDO SERÁ DE 1:2 (CEMENTO GRIS, ARENA DE RIO).
- 6.- TODOS LOS POZOS SERAN DEL MISMO DIAMETRO.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA		PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO	UBICACIÓN: CABECERA MUNICIPAL SAN JOSÉ EL RODEO
CARNET: 2008-18932		ESCALA: INDICADA	FECHA: OCT 2014
ROCAEL ALEJANDRO JOACHÍN BARRIOS		DISEÑO: R.A.J.B.	CALCULO: R.A.J.B.
Vo. Bo.		DIBUJO: R.A.J.B.	

*[Handwritten signature]*  
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ  
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS

**Apéndice 3. Tabla resumen de cálculo para el sistema de alcantarillado sanitario para la cabecera municipal de San José El Rodeo**

RAMAL PRINCIPAL 1

Ejeción	De	A	Cotas terreno		DRI	S	Vitrificadas		Habitantes		P. Flujos		Fpn	a. Diseño (lt/s)		D	V	Sección Línea		Q/D		Q/D		V/V		diseño		Cotas invert		Altura Pozos	
			Inicio	Final			Local	Suma	Actual	Futuro	Actual	Futuro		Actual	Futuro			Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro
PV0	PV1	998.64	995.80	52.49	5.41	9	9	54	86	4.308	4.261	0.0021	0.48851	0.76952	6	5.41	2.63361	48.04024	0.010169	0.016018	0.07086	0.0879	0.32192	0.36969	0.84781	0.97362	997.44	994.63	1.20	1.17	
PV1	PV11	995.80	989.93	72.50	8.10	6	15	90	143	4.256	4.198	0.0021	0.80435	1.26057	6	8.11	3.22437	58.81645	0.013676	0.021432	0.08126	0.1007	0.351506	0.402888	1.13339	1.29906	994.60	988.75	1.20	1.18	
PV11	PV13	989.93	988.22	51.50	3.32	6	29	174	276	4.169	4.094	0.0021	1.52353	2.3727	6	3.32	2.06314	37.63421	0.040482	0.063046	0.13656	0.1695	0.487704	0.556864	1.0062	1.148891	988.72	987.04	1.21	1.18	
PV13	PV20	988.22	988.19	25.53	0.12	5	46	276	437	4.094	4.004	0.0021	2.3727	3.67411	6	0.20	0.50635	9.236414	0.256885	0.397786	0.34549	0.438	0.837274	0.942437	0.42395	0.477202	987.02	987.00	1.20	1.19	
PV20	PV21	988.19	989.50	49.00	-2.67	4	64	384	608	4.031	3.929	0.0021	3.25021	5.01658	6	0.14	0.42364	7.727738	0.42059	0.649166	0.45208	0.5857	0.956395	1.063617	0.40517	0.450593	986.97	986.93	1.22	2.57	
PV21	PV23	989.50	989.70	27.80	-0.72	2	73	438	693	4.003	3.897	0.0021	3.68207	5.67141	6	0.36	0.67934	12.39195	0.297134	0.457669	0.3727	0.4738	0.870751	0.97692	0.59153	0.663659	986.90	986.83	2.60	2.87	
PV23	PV24	989.70	983.25	81.00	7.96	6	79	474	750	3.986	3.877	0.0021	3.96771	6.10642	6	5.86	2.74084	49.99622	0.07936	0.122138	0.19045	0.236	0.597377	0.67775	1.63731	1.857604	986.80	982.08	2.90	1.17	
PV24	PV25	983.25	973.80	67.00	14.10	2	81	486	769	3.981	3.871	0.0021	4.06254	6.25073	6	14.11	4.25303	77.58038	0.052366	0.080571	0.15503	0.1913	0.527361	0.598984	2.24288	2.547496	982.05	972.63	1.20	1.17	
PV25	PV26	973.80	969.88	25.00	15.68	2	83	498	788	3.975	3.864	0.0021	4.15718	6.3947	6	15.68	4.48341	81.7827	0.050832	0.078191	0.15267	0.1887	0.522421	0.594159	2.34223	2.663854	972.60	968.71	1.20	1.17	
PV26	F.S	969.88	969.00	40.00	2.20	0	453	2718	4299	3.478	3.305	0.0021	19.8544	29.8384	8	2.20	2.03441	65.97353	0.300946	0.452279	0.37587	0.4706	0.874506	0.973915	1.7791	1.981344	968.68	967.83	1.20	1.17	

RAMAL SECUNDARIO NO.1

Ejeción	De	A	Cotas terreno		DRI	S	Vitrificadas		Habitantes		P. Flujos		Fpn	a. Diseño (lt/s)		D	V	Sección Línea		Q/D		Q/D		V/V		diseño		Cotas invert		Altura Pozos	
			Inicio	Final			Local	Suma	Actual	Futuro	Actual	Futuro		Actual	Futuro			Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro
PV12.1	PV12	1002.68	996.31	50.75	12.56	4	4	24	38	4.369	4.337	0.0021	0.22022	0.34612	6	12.56	4.01289	73.1999	0.003009	0.004728	0.04017	0.0492	0.22273	0.254137	0.89379	1.019822	1001.48	995.14	1.20	1.17	
PV12	PV11	996.31	989.93	50.75	12.56	4	8	48	76	4.318	4.274	0.0021	0.43528	0.68218	6	12.56	4.01289	73.1999	0.005946	0.009319	0.05499	0.0681	0.273281	0.313748	1.09665	1.259036	995.11	988.76	1.20	1.17	

RAMAL SECUNDARIO NO.2

Ejeción	De	A	Cotas terreno		DRI	S	Vitrificadas		Habitantes		P. Flujos		Fpn	a. Diseño (lt/s)		D	V	Sección Línea		Q/D		Q/D		V/V		diseño		Cotas invert		Altura Pozos	
			Inicio	Final			Local	Suma	Actual	Futuro	Actual	Futuro		Actual	Futuro			Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro
PV15.1	PV15	1006.34	1005.94	41.00	0.98	5	5	30	48	4.355	4.318	0.0021	0.27435	0.43528	6	1.94	1.57702	28.76665	0.009537	0.015131	0.06863	0.0855	0.315381	0.36307	0.49736	0.572567	1005.14	1004.37	1.20	1.57	
PV15	PV14	1005.94	999.82	30.50	20.07	3	8	48	76	4.318	4.274	0.0021	0.43528	0.68218	8	18.78	5.94395	192.7552	0.002258	0.003539	0.03479	0.0432	0.202707	0.233644	1.20488	1.388771	1004.34	998.65	1.60	1.17	
PV14	PV13	999.82	988.22	81.50	14.23	4	12	72	114	4.28	4.228	0.0021	0.64713	1.01208	8	14.23	5.17461	167.8064	0.003856	0.006031	0.04502	0.0555	0.23992	0.274886	1.24149	1.422427	998.62	987.05	1.20	1.17	

RAMAL SECUNDARIO NO.3

Ejeción	De	A	Cotas terreno		DRI	S	Vitrificadas		Habitantes		P. Flujos		Fpn	a. Diseño (lt/s)		D	V	Sección Línea		Q/D		Q/D		V/V		diseño		Cotas invert		Altura Pozos	
			Inicio	Final			Local	Suma	Actual	Futuro	Actual	Futuro		Actual	Futuro			Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro
PV16.1	PV16	1005.26	1004.21	14.40	7.29	4	4	24	38	4.369	4.337	0.0021	0.22022	0.34612	6	7.29	3.05737	55.77015	0.003949	0.006206	0.04547	0.056	0.241493	0.276492	0.73834	0.845338	1004.06	1003.04	1.20	1.17	
PV16	PV17	1004.21	1004.66	32.40	-1.39	2	6	36	57	4.341	4.303	0.0021	0.32822	0.51505	6	1.08	1.17665	21.46349	0.015292	0.023997	0.08609	0.1067	0.364724	0.417861	0.42915	0.491675	1003.01	1002.69	1.20	1.97	
PV17	PV18	1004.66	1004.58	19.60	0.41	1	7	42	67	4.329	4.287	0.0021	0.38185	0.60322	6	0.93	1.09188	19.91727	0.019172	0.030286	0.09549	0.1191	0.389592	0.447823	0.42539	0.488971	1002.66	1002.51	2.00	2.07	
PV18	PV19	1004.58	999.34	38.30	13.68	3	10	60	95	4.298	4.25	0.0021	0.54155	0.8478	6	11.33	3.8111	69.51897	0.00779	0.012195	0.06269	0.0771	0.297477	0.339972	1.13372	1.295664	1002.48	998.17	2.10	1.17	
PV19	PV20	999.34	988.19	75.70	14.73	4	14	84	133	4.264	4.208	0.0021	0.75209	1.17517	6	14.76	4.34989	79.34719	0.009478	0.01481	0.06863	0.0849	0.315381	0.361416	1.37187	1.57212	998.14	987.00	1.20	1.19	

RAMAL SECUNDARIO NO.4

Ejeción	De	A	Cotas terreno		DRI	S	Vitrificadas		Habitantes		P. Flujos		Fpn	a. Diseño (lt/s)		D	V	Sección Línea		Q/D		Q/D		V/V		diseño		Cotas invert		Altura Pozos	
			Inicio	Final			Local	Suma	Actual	Futuro	Actual	Futuro		Actual	Futuro			Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro
PV22.1	PV22	1005.04	998.53	88.83	7.33	5	5	30	48	4.355	4.318	0.0021	0.27435	0.43528	6	7.33	3.06487	55.90694	0.004907	0.007786	0.05013	0.0627	0.257313	0.297477	0.78863	0.91173	1003.84	997.36	1.20	1.17	
PV22	PV21	998.53	989.50	26.83	33.66	2	7	42	67	4.329	4.287	0.0021	0.38185	0.60322	6	38.88	7.05989	128.7809	0.002965	0.004684	0.03975	0.0492	0.221178	0.254137	1.56149	1.794178	997.33	986.93	1.20	2.57	

RAMAL PRINCIPAL 2

Ejeción	De	A	Cotas terreno		DRI	S	Vitrificadas		Habitantes		P. Flujos		Fpn	a. Diseño (lt/s)		D	V	Sección Línea		Q/D		Q/D		V/V		diseño		Cotas invert		Altura Pozos	
			Inicio	Final			Local	Suma	Actual	Futuro	Actual	Futuro		Actual	Futuro			Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro
PV2	PV3	1000.00	997.49	59.45	4.22	3	3	18	29	4.386	4.357	0.0021	0.16581	0.26535	6	4.22	2.32641	42.43649	0.003907	0.006253	0.04502	0.0565	0.23992	0.278098	0.55815	0.646971	998.80	996.32	1.20	1.17	
PV3	PV4	997.49	996.39	59.53	1.85	6	9	54	86	4.308	4.261	0.0021	0.48851	0.76952	6	1.85	1.53903	28.07375	0.017401	0.027411	0.09168	0.1135	0.379634	0.434507	0.58427	0.668719	996.29	995.22	1.20	1.17	
PV4	PV8	996.39	996.20	24.37	0.78	1	27	162	257	4.18	4.106	0.0021	1.42204	2.21618	6	0.78	0.99963	18.23453	0.077986	0.121537	0.18874	0.235	0.594159	0.676209	0.59394	0.675962	995.19	995.03	1.20	1.17	
PV8	PV31	996.20	996.10	25.94	0.39	4	75	450	712	3.997	3.89	0.0021	3.77748	5.81676	6	0.39	0.70299	12.82341	0.294577	0.453605	0.37164	0.4717	0.869494	0.97492	0.61125	0.68536	995.00	994.93	1.20	1.17	
PV31	PV32	996.10	996.40	33.00	-0.91	4	79	474	750	3.986	3.877	0.0021	3.96771	6.10642	6	0.31	0.6304	11.49924	0.345041	0.531028	0.4046	0.5174	0.907252	1.014429	0.57193	0.639496	994.90	994.83	1.20	1.57	
PV32	PV33	996.40	993.75	58.00	4.57	5	95	570	902	3.944	3.828	0.0021	4.7213	7.25182	6	3.87	2.22736	40.62972	0.116203	0.178486	0.22951	0.2857	0.666932	0.75553	1.4855	1.682838	994.80	992.58	1.60	1.17	
PV33	PV34	993.75	9																												



RAMAL SECUNDARIO NO.5

Código	Código	Cotas terreno		DH	S	Vivienda		Habitantes		Flujo		Ppm	a Dicho (m/s)		n	Sección Línea		Q/D		Q/D		Vano		Cotas invert		Ancho				
		Inicio	Final			Local	Global	Actual	Futuro	Actual	Futuro		Actual	Futuro		Velocidad	Caudal	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual
PV7	PV6	1012.90	1007.35	37.40	14.84	13	13	78	124	4.272	4.217	0.0021	0.69968	1.09806	6	14.84	4.3616	79.56079	0.008794	0.013801	0.0659	0.0819	0.307228	0.353156	1.34	1.540324	1011.70	1006.18	1.20	1.17
PV6	PV5	1007.35	1001.78	37.50	14.85	2	15	90	143	4.256	4.198	0.0021	0.80435	1.26057	6	14.85	4.36362	79.59767	0.010105	0.015837	0.07086	0.0873	0.32192	0.368034	1.40474	1.605962	1006.15	1000.61	1.20	1.17
PV5	PV4	1001.78	996.39	35.00	15.40	2	17	102	162	4.241	4.18	0.0021	0.90847	1.42204	6	15.41	4.44464	81.07551	0.011205	0.01754	0.07425	0.0917	0.331754	0.379634	1.47453	1.687336	1000.58	995.22	1.20	1.17

RAMAL SECUNDARIO NO.6

Código	Código	Cotas terreno		DH	S	Vivienda		Habitantes		Flujo		Ppm	a Dicho (m/s)		n	Sección Línea		Q/D		Q/D		Vano		Cotas invert		Ancho				
		Inicio	Final			Local	Global	Actual	Futuro	Actual	Futuro		Actual	Futuro		Velocidad	Caudal	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual
PV27.1	PV27	1008.17	1005.05	72.26	4.32	6	6	36	57	4.341	4.303	0.0021	0.32822	0.51505	6	4.32	2.35268	42.91575	0.007648	0.012001	0.06216	0.0766	0.295856	0.338327	0.69606	0.795975	1006.97	1003.88	1.20	1.17
PV27	PV10	1005.05	1001.72	72.26	4.61	5	11	66	105	4.289	4.238	0.0021	0.59442	0.93442	6	4.61	2.43057	44.33651	0.013407	0.021076	0.08066	0.1	0.349856	0.401225	0.85035	0.975205	1003.85	1000.55	1.20	1.17
PV10	PV9	1001.72	999.46	107.29	2.11	9	37	222	352	4.131	4.048	0.0021	1.92595	2.99222	6	2.11	1.64466	30.00058	0.064197	0.099739	0.00566	0	0.560127	0.638784	0.92122	1.050583	1000.52	998.29	1.20	1.17
PV9	PV8	999.46	996.20	31.60	10.32	7	44	264	418	4.102	4.013	0.0021	2.27392	3.52261	6	10.32	3.63664	66.33667	0.034279	0.053102	0.12625	0.1558	0.464457	0.529006	1.68906	1.923803	998.26	995.03	1.20	1.17

RAMAL SECUNDARIO NO.7

Código	Código	Cotas terreno		DH	S	Vivienda		Habitantes		Flujo		Ppm	a Dicho (m/s)		n	Sección Línea		Q/D		Q/D		Vano		Cotas invert		Ancho				
		Inicio	Final			Local	Global	Actual	Futuro	Actual	Futuro		Actual	Futuro		Velocidad	Caudal	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual
PV28.1	PV28	1007.70	1007.24	22.00	2.09	8	8	48	76	4.318	4.274	0.0021	0.43528	0.68218	6	2.09	1.6372	29.86455	0.014575	0.022843	0.08427	0.104	0.359763	0.411204	0.58901	0.673225	1006.50	1006.07	1.20	1.17
PV28	PV29	1007.24	1005.74	72.20	2.08	3	11	66	105	4.289	4.238	0.0021	0.59442	0.93442	6	2.08	1.63197	29.76908	0.019968	0.031389	0.09742	0.1212	0.394576	0.452815	0.64394	0.738981	1006.04	1004.57	1.20	1.17
PV29	PV30	1005.74	1004.24	72.20	2.08	3	14	84	133	4.264	4.208	0.0021	0.75209	1.17517	6	2.08	1.63197	29.76908	0.025264	0.039476	0.10938	0.1351	0.424519	0.484387	0.6928	0.790505	1004.54	1003.07	1.20	1.17
PV30	PV10	1004.24	1001.72	46.50	5.42	3	17	102	162	4.241	4.18	0.0021	0.90847	1.42204	6	5.42	2.63578	48.07975	0.018895	0.029577	0.09485	0.1177	0.387932	0.444495	1.0225	1.171589	1003.04	1000.55	1.20	1.17

RAMAL SECUNDARIO NO.8

Código	Código	Cotas terreno		DH	S	Vivienda		Habitantes		Flujo		Ppm	a Dicho (m/s)		n	Sección Línea		Q/D		Q/D		Vano		Cotas invert		Ancho				
		Inicio	Final			Local	Global	Actual	Futuro	Actual	Futuro		Actual	Futuro		Velocidad	Caudal	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual
PV32.1	PV32	998.50	996.40	30.00	7.00	6	6	36	57	4.341	4.303	0.0021	0.32822	0.51505	6	8.33	3.26782	59.60887	0.005506	0.008641	0.05302	0.0654	0.266877	0.3056	0.87211	0.998644	997.30	994.83	1.20	1.57
PV32.2	PV32	997.43	996.40	27.75	3.71	5	5	30	48	4.355	4.318	0.0021	0.27435	0.43528	6	5.17	2.57443	46.9606	0.005842	0.009269	0.0545	0.0681	0.271678	0.313748	0.69942	0.807721	996.23	994.83	1.20	1.57
PV32	PV33	996.40	993.75	58.00	4.57	5	95	570	902	3.944	3.828	0.0021	4.7213	7.25182	6	3.87	2.22736	40.62972	0.116203	0.178486	0.22951	0.2857	0.666932	0.75553	1.4855	1.682838	994.80	992.58	1.60	1.17
PV33.1	PV33	995.34	993.75	28.32	5.61	4	4	24	38	4.369	4.337	0.0021	0.22022	0.34612	6	5.61	2.68274	48.93647	0.0045	0.007073	0.04824	0.0596	0.250966	0.287767	0.67328	0.772004	994.14	992.58	1.20	1.17
PV33.2	PV33	995.62	993.75	45.69	4.09	8	8	48	76	4.318	4.274	0.0021	0.43528	0.68218	6	4.09	2.29069	41.78492	0.010417	0.016326	0.07142	0.0886	0.323557	0.371346	0.74117	0.850639	994.42	992.58	1.20	1.17
PV33	PV34	993.75	990.98	52.50	5.28	3	110	660	1044	3.909	3.788	0.0021	5.41808	8.30452	6	5.28	2.60167	47.45755	0.114167	0.174988	0.22768	0.2828	0.663827	0.751178	1.72706	1.954315	992.55	989.81	1.20	1.17
PV34.1	PV34	993.35	990.98	31.13	7.61	8	8	48	76	4.318	4.274	0.0021	0.43528	0.68218	6	7.61	3.12406	56.98663	0.007638	0.011971	0.06216	0.0766	0.295856	0.338327	0.92427	1.056953	992.15	989.81	1.20	1.17

RAMAL SECUNDARIO NO.9

Código	Código	Cotas terreno		DH	S	Vivienda		Habitantes		Flujo		Ppm	a Dicho (m/s)		n	Sección Línea		Q/D		Q/D		Vano		Cotas invert		Ancho				
		Inicio	Final			Local	Global	Actual	Futuro	Actual	Futuro		Actual	Futuro		Velocidad	Caudal	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual
PV39.1	PV39	1006.41	1002.86	29.50	12.03	2	2	12	19	4.407	4.383	0.0021	0.11105	0.1749	6	12.03	3.9277	71.64594	0.00155	0.002441	0.02941	0.0364	0.181544	0.208831	0.71305	0.820227	1005.21	1001.69	1.20	1.17
PV39	PV38	1002.86	998.43	55.08	8.04	2	4	24	38	4.369	4.337	0.0021	0.22022	0.34612	6	8.04	3.211	58.57244	0.00376	0.005909	0.04457	0.055	0.238349	0.273281	0.76534	0.877506	1001.66	997.26	1.20	1.17
PV38.1	PV38	1002.52	998.43	30.20	13.54	2	2	12	19	4.407	4.383	0.0021	0.11105	0.1749	6	13.54	4.16671	76.00577	0.001461	0.002301	0.02868	0.0352	0.178557	0.204235	0.744	0.850986	1001.32	997.26	1.20	1.17
PV38	PV37	998.43	996.94	59.00	2.53	6	12	72	114	4.28	4.228	0.0021	0.64713	1.01208	6	2.53	1.79929	32.82128	0.019717	0.030836	0.09678	0.1198	0.392915	0.449487	0.70697	0.80876	997.23	995.77	1.20	1.17
PV37.1	PV37	999.22	996.94	29.55	7.72	3	3	18	29	4.386	4.357	0.0021	0.16581	0.26535	6	7.72	3.14502	57.36897	0.00289	0.004625	0.03932	0.0487	0.219628	0.252551	0.69073	0.794278	998.02	995.77	1.20	1.17
PV37	PV35	996.94	990.97	53.20	11.22	4	19	114	181	4.228	4.164	0.0021	1.01208	1.58256	6	11.60	3.85624	70.34243	0.014388	0.022498	0.08366	0.1033	0.35811	0.409541	1.38096	1.579287	995.74	989.60	1.20	1.37
PV35.1	PV35	991.64	990.97	30.93	2.17	6	6	36	57	4.341	4.303	0.0021	0.32822	0.51505	6	2.80	1.89458	34.5595	0.009497	0.014903	0.06863	0.0849	0.315381	0.361416	0.59752	0.684733	990.44	989.60	1.20	1.37

RAMAL SECUNDARIO NO.10

Código	Código	Cotas terreno		DH	S	Vivienda		Habitantes		Flujo		Ppm	a Dicho (m/s)		n	Sección Línea		Q/D		Q/D		Vano		Cotas invert		Ancho				
		Inicio	Final			Local	Global	Actual	Futuro	Actual	Futuro		Actual	Futuro		Velocidad	Caudal	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual
PV40.1	PV40	1012.05	1009.96	28.70	7.28	2	2	12	19	4.407	4.383	0.0021	0.11105	0.1749	6	7.28	3.05539	55.73405	0.001992	0.003138	0.03282	0.0406	0.195098	0.224283	0.5961	0.685274	1010.85	1008.79	1.20	1.17
PV40	PV41	1009.96	10																											

RAMAL SECUNDARIO NO.11

Parcela		Cotas Terreno				Altimetria				Planimetria				Cotas Nivel				Altimetria												
P.A.	P.B.	PKA	PKB	DM	PKA	PKB	PKC	PKD	PKA	PKB	PKC	PKD	PKA	PKB	PKC	PKD	PKA	PKB	PKC	PKD	PKA	PKB	PKC	PKD						
PV53	PV52	1030.22	1023.88	58.00	10.93	3	3	18	29	4.386	4.357	0.0021	0.16581	0.26535	6	10.93	3.74339	68.28401	0.002428	0.003886	0.036	0.045	0.207297	0.23992	0.776	0.898116	1029.02	1022.71	1.20	1.17
PV52	PV51	1023.88	1014.16	67.00	14.51	5	8	48	76	4.318	4.274	0.0021	0.43528	0.68218	6	14.51	4.31252	78.66547	0.005533	0.008672	0.05302	0.0659	0.266877	0.307228	1.15091	1.324924	1022.68	1012.99	1.20	1.17
PV51	PV50	1014.16	1007.09	56.99	12.41	17	25	150	238	4.191	4.12	0.0021	1.32017	2.05894	6	13.11	4.09955	74.78074	0.017654	0.027533	0.09231	0.1135	0.381293	0.434507	1.56313	1.781283	1012.96	1005.52	1.20	1.57
PV50.1	PV50	1007.18	1007.09	30.06	0.30	5	5	30	48	4.355	4.318	0.0021	0.27435	0.43528	6	1.64	1.44996	26.44906	0.010373	0.016457	0.07142	0.0892	0.323557	0.373003	0.46915	0.54084	1005.98	1005.52	1.20	1.57
PV50	PV49	1007.09	1001.88	59.44	8.77	11	41	246	390	4.114	4.027	0.0021	2.12524	3.2984	6	8.77	3.35207	61.14571	0.034757	0.053943	0.12697	0.1574	0.46612	0.532294	1.56246	1.784286	1005.49	1000.31	1.60	1.57
PV49.1	PV49	1001.97	1001.88	29.80	0.30	3	3	18	29	4.386	4.357	0.0021	0.16581	0.26535	6	1.66	1.45878	26.60985	0.006231	0.009972	0.05649	0.0703	0.278098	0.320284	0.40568	0.467222	1000.77	1000.31	1.20	1.57
PV49	PV48	1001.88	996.74	59.60	8.62	5	49	294	465	4.082	3.99	0.0021	2.52035	3.89646	6	8.62	3.32501	60.65224	0.041554	0.064243	0.13882	0.1711	0.492677	0.560127	1.63816	1.862429	1000.28	995.17	1.60	1.57
PV48	PV47	996.74	991.60	57.00	9.02	5	54	324	513	4.064	3.968	0.0021	2.76514	4.27523	6	9.02	3.4	62.02011	0.044585	0.068933	0.14337	0.1778	0.50261	0.573141	1.70887	1.948681	995.14	990.03	1.60	1.57
PV47.1	PV47	992.38	991.60	29.95	2.60	4	4	24	38	4.369	4.337	0.0021	0.22022	0.34612	6	3.95	2.25026	41.04752	0.005365	0.008432	0.05253	0.0648	0.26528	0.303973	0.59695	0.684021	991.18	990.03	1.20	1.57
PV47	PV46	991.60	978.93	61.00	20.77	4	62	372	589	4.037	3.937	0.0021	3.15365	4.86915	6	20.12	5.07866	92.64082	0.034042	0.052559	0.12625	0.155	0.464457	0.527361	2.35882	2.678284	990.00	977.76	1.60	1.17
PV46.1	PV46	981.50	978.93	29.28	8.78	4	4	24	38	4.369	4.337	0.0021	0.22022	0.34612	6	8.78	3.35445	61.18918	0.003599	0.005657	0.04367	0.0535	0.235211	0.268476	0.789	0.90059	980.30	977.76	1.20	1.17

RAMAL SECUNDARIO NO.12

Parcela		Cotas Terreno				Altimetria				Planimetria				Cotas Nivel				Altimetria												
P.A.	P.B.	PKA	PKB	DM	PKA	PKB	PKC	PKD	PKA	PKB	PKC	PKD	PKA	PKB	PKC	PKD	PKA	PKB	PKC	PKD	PKA	PKB	PKC	PKD						
PV54.1	PV54	1022.20	1015.36	52.20	13.10	3	3	18	29	4.386	4.357	0.0021	0.16581	0.26535	6	13.10	4.09858	74.76305	0.002218	0.003549	0.03479	0.0432	0.202707	0.233644	0.83081	0.957611	1021.00	1014.19	1.20	1.17
PV54	PV55	1015.36	1007.27	58.54	13.82	6	9	54	86	4.308	4.261	0.0021	0.48851	0.76952	6	13.82	4.20918	76.7804	0.006362	0.010022	0.057	0.0703	0.279707	0.320284	1.17733	1.348129	1014.16	1006.10	1.20	1.17
PV55.1	PV55	1007.92	1007.27	28.80	2.26	3	3	18	29	4.386	4.357	0.0021	0.16581	0.26535	6	2.26	1.70097	31.02765	0.005344	0.008552	0.05253	0.0654	0.26528	0.3056	0.45123	0.519815	1006.72	1006.10	1.20	1.17
PV55	PV56	1007.27	1002.07	59.30	8.77	9	21	126	200	4.215	4.148	0.0021	1.11522	1.74218	6	8.77	3.35274	61.15804	0.018235	0.028486	0.09358	0.1156	0.384612	0.439501	1.2895	1.473533	1006.07	1000.90	1.20	1.17
PV56	PV57	1002.07	998.72	59.96	5.59	5	26	156	247	4.185	4.113	0.0021	1.37116	2.13351	6	5.59	2.67634	48.81967	0.028086	0.043702	0.11488	0.1418	0.437836	0.499301	1.1718	1.336299	1000.87	997.55	1.20	1.17
PV57	PV58	998.72	993.16	57.40	9.69	4	30	180	285	4.164	4.088	0.0021	1.57413	2.4466	6	9.69	3.52384	64.27911	0.024489	0.038062	0.10734	0.1328	0.419525	0.479409	1.47834	1.689361	997.52	991.99	1.20	1.17
PV58.1	PV58	994.75	993.16	29.26	5.43	3	3	18	29	4.386	4.357	0.0021	0.16581	0.26535	6	5.43	2.63939	48.14567	0.003444	0.005511	0.04278	0.053	0.23208	0.266877	0.61255	0.704394	993.55	991.99	1.20	1.17
PV58	PV59	993.16	984.08	61.00	14.89	4	37	222	352	4.131	4.048	0.0021	1.92595	2.99222	6	14.89	4.36831	79.68313	0.02417	0.037552	0.10667	0.1321	0.417861	0.477749	1.82534	2.086953	991.96	982.91	1.20	1.17
PV59	PV60	984.08	975.74	44.10	18.91	2	81	486	769	3.981	3.871	0.0021	4.06254	6.25073	6	18.91	4.92378	89.81567	0.045232	0.069595	0.14414	0.1786	0.504264	0.574764	2.48288	2.830011	982.88	974.57	1.20	1.17

RAMAL SECUNDARIO NO.13

Parcela		Cotas Terreno				Altimetria				Planimetria				Cotas Nivel				Altimetria												
P.A.	P.B.	PKA	PKB	DM	PKA	PKB	PKC	PKD	PKA	PKB	PKC	PKD	PKA	PKB	PKC	PKD	PKA	PKB	PKC	PKD	PKA	PKB	PKC	PKD						
PV66.1	PV66	1013.67	1008.56	47.40	10.78	10	10	60	95	4.298	4.25	0.0021	0.54155	0.8478	6	10.78	3.71755	67.81249	0.007986	0.012502	0.06322	0.0783	0.2991	0.343264	1.11192	1.276098	1012.47	1007.39	1.20	1.17
PV66	PV65	1008.56	999.51	60.10	15.06	3	13	78	124	4.272	4.217	0.0021	0.69968	1.09806	6	15.06	4.39362	80.14482	0.00873	0.013701	0.0659	0.0819	0.307228	0.353156	1.34984	1.551631	1007.36	998.34	1.20	1.17
PV65.1	PV65	1000.79	999.51	29.30	4.37	5	5	30	48	4.355	4.318	0.0021	0.27435	0.43528	6	4.37	2.3665	43.16777	0.006355	0.010083	0.057	0.0703	0.279707	0.320284	0.66193	0.75795	999.59	998.34	1.20	1.17
PV65	PV64	999.51	997.66	59.26	3.12	1	19	114	181	4.228	4.164	0.0021	1.01208	1.58256	6	3.13	2.00312	36.53933	0.027698	0.043311	0.11419	0.1418	0.436172	0.499301	0.8737	1.00016	998.31	996.49	1.20	1.17
PV64.1	PV64	998.19	997.66	29.00	1.83	4	4	24	38	4.369	4.337	0.0021	0.22022	0.34612	6	1.83	1.53064	27.92077	0.007887	0.012397	0.06269	0.0777	0.297477	0.341617	0.45533	0.522894	996.99	996.49	1.20	1.17
PV64	PV63	997.66	996.33	58.60	2.27	9	32	192	304	4.154	4.076	0.0021	1.67507	2.60212	6	2.27	1.70574	31.11468	0.053835	0.08363	0.15741	0.1948	0.532294	0.605402	0.90795	1.032656	996.46	995.16	1.20	1.17
PV63	PV62	996.33	994.42	60.73	3.15	5	37	222	352	4.131	4.048	0.0021	1.92595	2.99222	6	3.15	2.00801	36.62844	0.052581	0.081691	0.15503	0.193	0.527361	0.602195	1.05894	1.209212	995.13	993.25	1.20	1.17
PV62.1	PV62	995.70	994.42	27.47	4.66	2	2	12	19	4.407	4.383	0.0021	0.11105	0.1749	6	4.66	2.44405	44.58246	0.002491	0.003923	0.03641	0.0455	0.208831	0.241493	0.5104	0.590223	994.50	993.25	1.20	1.17
PV62	PV59	994.42	984.08	61.00	16.95	3	42	252	399	4.11	4.023	0.0021	2.17487	3.3706	6	16.95	4.66155	85.03226	0.025577	0.039639	0.11006	0.1358	0.426183	0.486046	1.98667	2.265727	993.22	982.91	1.20	1.17

RAMAL PRINCIPAL 3

Parcela		Cotas Terreno				Altimetria				Planimetria				Cotas Nivel				Altimetria												
P.A.	P.B.	PKA	PKB	DM	PKA	PKB	PKC	PKD	PKA	PKB	PKC	PKD	PKA	PKB	PKC	PKD	PKA	PKB	PKC	PKD	PKA	PKB	PKC	PKD						
PV68.1	PV68	994.88	992.09	29.50	9.46	2	2	12	19	4.407	4.383	0.0021	0.11105	0.1749	6	9.46	3.48198	63.51547	0.001748	0.002754	0.0309	0.0385	0.187545	0.216533	0.65303	0.753964	993.68	990.92	1.20	1.17
PV68	PV76	992.09	986.78	59.50	8.92																									

RAMAL SECUNDARIO No.14

Ejeción	Cotas terreno	DH	S	Viviendas		Habitantes		F. Piso		P		Q		R		S		T		U		V		W		X		Y		Z	
				Inch	Dist	Act	Fin	Act	Fin	Act	Fin	Act	Fin	Act	Fin	Act	Fin	Act	Fin	Act	Fin	Act	Fin	Act	Fin	Act	Fin	Act	Fin	Act	Fin
PV70	PV69	996.99	994.29	59.43	4.54	8	8	48	76	4.318	4.274	0.0021	0.43528	0.68218	6	4.88	2.50118	45.62452	0.00954	0.014952	0.06863	0.0849	0.315381	0.361416	0.78882	0.903967	995.79	992.92	1.20	1.37	
PV69.1	PV69	995.31	994.29	29.83	3.42	3	3	18	29	4.386	4.357	0.0021	0.16581	0.26535	6	4.09	2.2898	41.76861	0.00397	0.006353	0.04547	0.057	0.241493	0.279707	0.55297	0.640471	994.11	992.92	1.20	1.37	
PV69	PV68	994.29	992.09	60.50	3.64	3	14	84	133	4.264	4.208	0.0021	0.75209	1.17517	6	3.31	2.05991	37.57529	0.020015	0.031275	0.09742	0.1212	0.394576	0.452815	0.81279	0.93276	992.89	990.92	1.40	1.17	

RAMAL SECUNDARIO No.15

Ejeción	Cotas terreno	DH	S	Viviendas		Habitantes		F. Piso		P		Q		R		S		T		U		V		W		X		Y		Z	
				Inch	Dist	Act	Fin	Act	Fin	Act	Fin	Act	Fin	Act	Fin	Act	Fin	Act	Fin	Act	Fin	Act	Fin	Act	Fin	Act	Fin	Act	Fin	Act	Fin
PV67.1	PV67	998.43	997.34	28.65	3.80	3	3	18	29	4.386	4.357	0.0021	0.16581	0.26535	6	4.52	2.40716	43.90941	0.003776	0.006043	0.04457	0.0555	0.238349	0.274886	0.57374	0.661693	997.23	995.97	1.20	1.37	
PV67.2	PV67	999.88	997.34	33.75	7.53	2	2	12	19	4.407	4.383	0.0021	0.11105	0.1749	6	8.13	3.22835	58.88893	0.001886	0.00297	0.03205	0.0397	0.19207	0.221178	0.62007	0.714038	998.68	995.97	1.20	1.37	
PV67	PV68	997.34	992.09	57.90	9.07	4	9	54	86	4.308	4.261	0.0021	0.48851	0.76952	6	8.72	3.34344	60.98831	0.00801	0.012618	0.06322	0.0783	0.2991	0.343264	1.00002	1.14768	995.94	990.92	1.40	1.17	

RAMAL SECUNDARIO No.16

Ejeción	Cotas terreno	DH	S	Viviendas		Habitantes		F. Piso		P		Q		R		S		T		U		V		W		X		Y		Z	
				Inch	Dist	Act	Fin	Act	Fin	Act	Fin	Act	Fin	Act	Fin	Act	Fin	Act	Fin	Act	Fin	Act	Fin	Act	Fin	Act	Fin	Act	Fin	Act	Fin
PV74.1	PV74	997.50	997.35	73.67	0.20	8	8	48	76	4.318	4.274	0.0021	0.43528	0.68218	6	0.74	0.97398	17.7666	0.0245	0.038397	0.10734	0.1336	0.419525	0.481069	0.40861	0.468552	996.30	995.78	1.20	1.57	
PV74	PV73	997.35	997.24	19.50	0.56	1	9	54	86	4.308	4.261	0.0021	0.48851	0.76952	6	1.12	1.19824	21.85734	0.02235	0.035207	0.10266	0.1277	0.407877	0.467782	0.48873	0.560515	995.75	995.57	1.60	1.67	
PV73	PV72	997.24	997.00	37.40	0.64	2	11	66	105	4.289	4.238	0.0021	0.59442	0.93442	6	0.90	1.07413	19.59339	0.030338	0.04769	0.11909	0.148	0.447823	0.512526	0.48102	0.550518	995.54	995.23	1.70	1.77	
PV72	PV71	997.00	996.94	70.10	0.09	11	22	132	209	4.209	4.141	0.0021	1.16661	1.81749	6	0.37	0.68871	12.56288	0.092862	0.144671	0.20523	0.2566	0.624545	0.711238	0.43013	0.489836	995.20	994.97	1.80	1.97	
PV71.1	PV71	996.97	996.94	29.96	0.10	3	3	18	29	4.386	4.357	0.0021	0.16581	0.26535	6	2.78	1.88781	34.43585	0.004815	0.007706	0.04965	0.0622	0.255724	0.295856	0.48276	0.558519	995.77	994.97	1.20	1.97	
PV71	PV75	996.94	988.81	66.36	12.25	3	28	168	266	4.175	4.1	0.0021	1.47283	2.2904	6	11.04	3.76201	68.62351	0.021462	0.033376	0.10068	0.1248	0.402888	0.461132	1.51567	1.734782	994.94	987.64	2.00	1.17	
PV75.1	PV75	991.55	988.81	29.50	9.29	3	3	18	29	4.386	4.357	0.0021	0.16581	0.26535	6	9.29	3.45064	62.94376	0.002634	0.004216	0.03764	0.0468	0.213447	0.246223	0.73653	0.849625	990.35	987.64	1.20	1.17	
PV75	PV76	988.81	986.78	60.67	3.35	9	40	240	380	4.118	4.033	0.0021	2.07553	3.21805	6	3.35	2.071	37.77757	0.054941	0.085184	0.159	0.1965	0.53558	0.608604	1.10919	1.260421	987.61	985.61	1.20	1.17	

RAMAL SECUNDARIO No.17

Ejeción	Cotas terreno	DH	S	Viviendas		Habitantes		F. Piso		P		Q		R		S		T		U		V		W		X		Y		Z	
				Inch	Dist	Act	Fin	Act	Fin	Act	Fin	Act	Fin	Act	Fin	Act	Fin	Act	Fin	Act	Fin	Act	Fin	Act	Fin	Act	Fin	Act	Fin	Act	Fin
PV81.1	PV81	1002.42	999.66	52.00	5.31	6	6	36	57	4.341	4.303	0.0021	0.32822	0.51505	6	5.31	2.60848	47.58184	0.006898	0.010825	0.05904	0.0731	0.286152	0.328473	0.74642	0.856815	1001.22	998.49	1.20	1.17	
PV81	PV80	999.66	996.67	46.40	6.44	4	10	60	95	4.298	4.25	0.0021	0.54155	0.8478	6	6.44	2.87416	52.42821	0.010329	0.016171	0.07142	0.0886	0.323557	0.371346	0.92996	1.06731	998.46	995.50	1.20	1.17	
PV80	PV79	996.67	985.05	84.92	13.68	4	14	84	133	4.264	4.208	0.0021	0.75209	1.17517	6	14.39	4.29502	78.34635	0.0096	0.015	0.06919	0.0849	0.317014	0.361416	1.36158	1.55229	995.47	983.28	1.20	1.77	

RAMAL SECUNDARIO No.18

Ejeción	Cotas terreno	DH	S	Viviendas		Habitantes		F. Piso		P		Q		R		S		T		U		V		W		X		Y		Z	
				Inch	Dist	Act	Fin	Act	Fin	Act	Fin	Act	Fin	Act	Fin	Act	Fin	Act	Fin	Act	Fin	Act	Fin	Act	Fin	Act	Fin	Act	Fin	Act	Fin
PV87.2	PV87	1041.86	1030.12	45.20	25.97	8	8	48	76	4.318	4.274	0.0021	0.43528	0.68218	6	25.97	5.77032	105.2575	0.004135	0.006481	0.04639	0.0575	0.244645	0.281316	1.41168	1.623285	1040.66	1028.95	1.20	1.17	
PV87.1	PV87	1034.72	1030.12	31.50	14.60	9	9	54	86	4.308	4.261	0.0021	0.48851	0.76952	6	14.60	4.32672	78.92453	0.00619	0.00975	0.05599	0.0692	0.276492	0.317014	1.1963	1.37163	1033.52	1028.95	1.20	1.17	
PV87	PV86	1030.12	1019.46	68.00	15.68	11	28	168	266	4.175	4.1	0.0021	1.47283	2.2904	6	15.68	4.4829	81.77349	0.018011	0.028009	0.09294	0.1149	0.382952	0.437836	1.71674	1.962777	1028.92	1018.29	1.20	1.17	
PV86	PV85	1019.46	1009.78	75.80	12.77	15	43	258	408	4.106	4.018	0.0021	2.22443	3.44267	6	12.77	4.04611	73.80597	0.030139	0.046645	0.11909	0.1464	0.447823	0.509222	1.81194	2.060372	1018.26	1008.61	1.20	1.17	

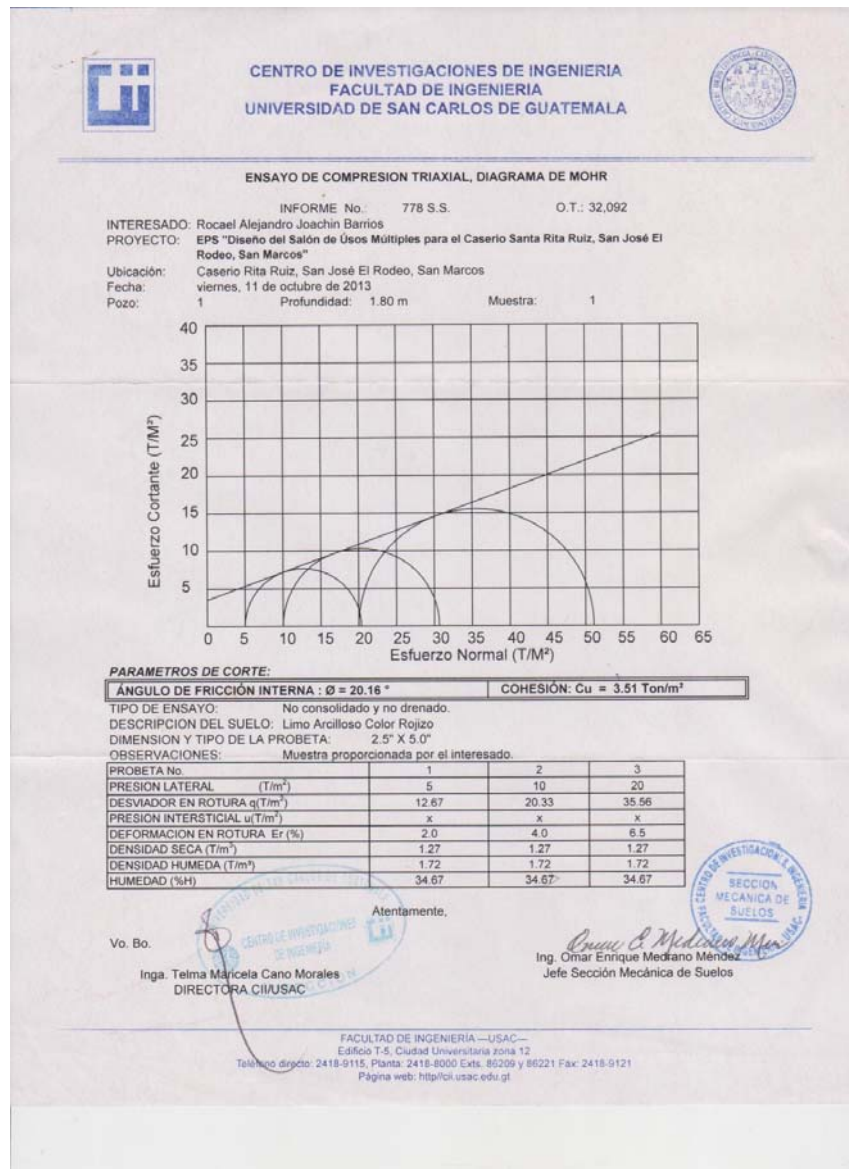
RAMAL SECUNDARIO No.19

Ejeción	Cotas terreno	DH	S	Viviendas		Habitantes		F. Piso		P		Q		R		S		T		U		V		W		X		Y		Z	
				Inch	Dist	Act	Fin	Act	Fin	Act	Fin	Act	Fin	Act	Fin	Act	Fin	Act	Fin	Act	Fin	Act	Fin	Act	Fin	Act	Fin	Act	Fin	Act	Fin
PV82	PV83	1018.72	1017.06	41.90	3.96	9	9	54	86	4.308	4.261	0.0021	0.48851	0.76952	6	3.96	2.25363	41.10886	0.011883	0.018719	0.07656	0.0949	0.338327	0.387932	0.76246	0.874254	1017.52	1015.89	1.20	1.17	
PV83	PV84	1017.06	1013.12	66.80	5.90	7	16	96	152	4.248	4.189	0.0021	0.85647	1.33718	6	5.90	2.74976	50.15893	0.017075	0.026659	0.09042	0.1121	0.376318	0.431177	1.03478	1.185635	1015.86	1011.95	1.20	1.17	
PV84	PV85	1013.12	1009.78	24.90	13.41	0	16	96	152	4.248	4.189	0.0021	0.85647	1.33718	6	13.41	4.14676	75.64182	0.011323	0.017678	0.07482	0.0923	0.333396	0.381293	1.38251	1.581129	1011.92	1008.61	1.20	1.17	
PV85	PV88	1009.78	998.72	92.45	11.96	3	62	372	589	4.037	3.937	0.0021	3.15365	4.86915	6	11.96	3.9161	71.43431	0.044148	0.068163	0.14261	0.1761	0.500956	0.569893	1.96179	2.231756	1008.58	997.55	1.20	1.17	
PV88	PV88.1	998.72	991.89	56.72	12.05	0	62	372	589	4.037	3.937	0.0021	3.15365	4.86915	6	12.05	3.93049	71.69694	0.043986	0.067913	0.14261	0.1761	0.500956	0.569893	1.969	2.239961	997.52	990.72			



# ANEXOS

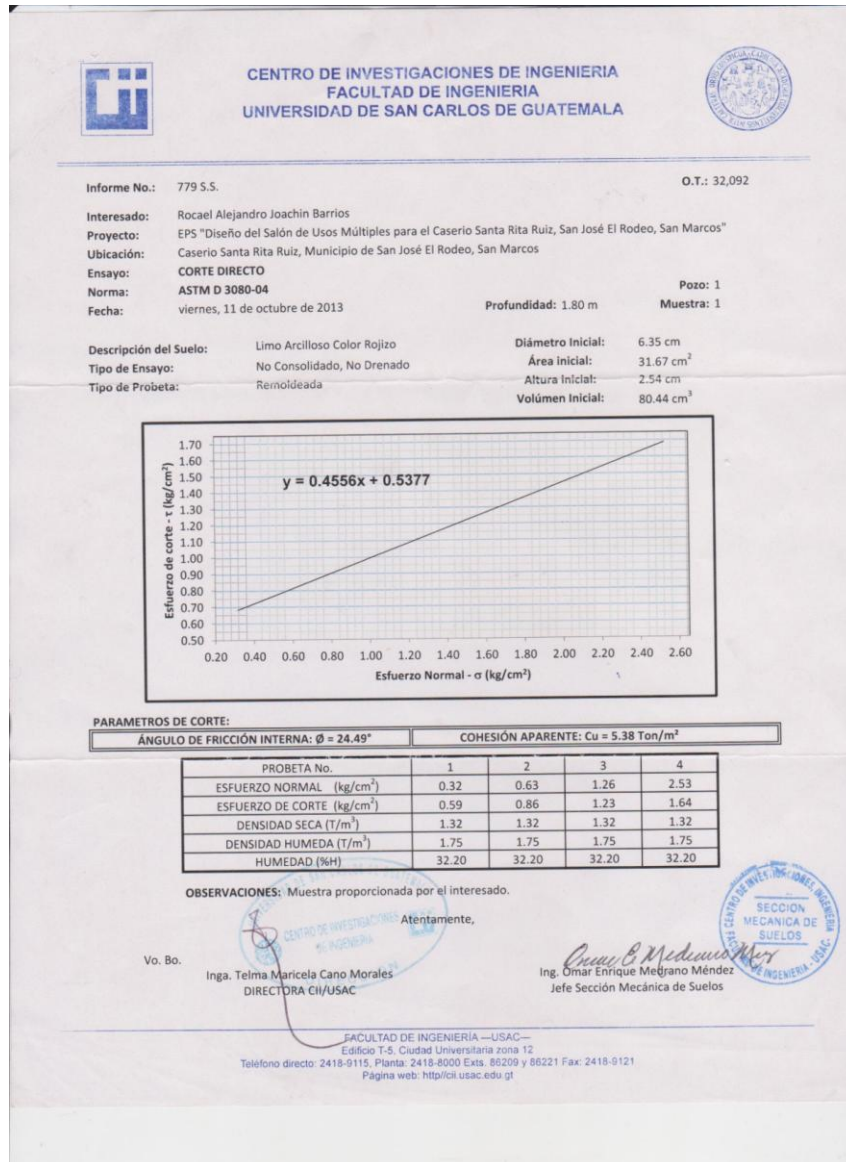
## Anexo 1: Ensayo de compresión triaxial y diagrama de Mohr



Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería.



## Anexo 2: Ensayo de corte directo



Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería.