

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO CRUZ VERDE, ALDEA SAJCAVILLA Y PARA EL CASERÍO AJVIX, ALDEA CERRO ALTO Y DISEÑO DEL COMPLEJO PARA EDUCACIÓN PRIMARIA Y BÁSICA CASERÍO PACAJAY, ALDEA CRUZ BLANCA, MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

GUSTAVO ADOLFO CAMPOS SÁNCHEZ
LUIS FERNANDO ALVARADO ELÍAS
ASESORADOS POR EL ING. ÁNGEL ROBERTO SIC GARCÍA

AL CONFERÍRSELES EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, JULIO DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NOMINA 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	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Ángel Roberto Sic García
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, presentamos a su consideración el trabajo de graduación titulado:

DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO CRUZ VERDE, ALDEA SAJCAVILLA Y PARA EL CASERÍO AJVIX, ALDEA CERRO ALTO Y DISEÑO DEL COMPLEJO PARA EDUCACIÓN PRIMARIA Y BÁSICA CASERÍO PACAJAY, ALDEA CRUZ BLANCA, MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA

Tema que nos fue asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha marzo de 2011.



Gustavo Adolfo Campos Sánchez



Luis Fernando Alvarado Elías



FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 23 de abril de 2012
Ref.EPS.DOC.628.04.12

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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), de los estudiantes universitarios **Gustavo Adolfo Campos Sánchez carné No. 200516346** y **Luis Fernando Alvarado Elías con carné No. 200517753**, de la Carrera de Ingeniería Civil procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO CRUZ VERDE, ALDEA SAJCAVILLA Y PARA EL CASERÍO AJVIX, ALDEA CERRO ALTO Y DISEÑO DEL COMPLEJO PARA EDUCACIÓN PRIMARIA Y BÁSICA, CASERÍO PACAJAY, ALDEA CRUZ BLANCA, MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA”**.

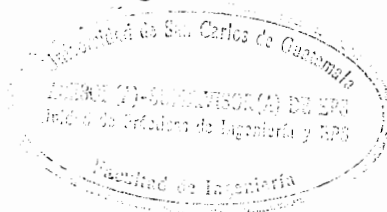
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

Ing. Ángel Roberto Sic García
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
ARSG/ra



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



Guatemala,
2 de mayo de 2012

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

Estimado Ing. Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO CRUZ VERDE, ALDEA SAJCAVILLA Y PARA EL CASERÍO AJVIX, ALDEA CERRO ALTO Y DISEÑO DEL COMPLEJO PARA EDUCACIÓN PRIMARIA Y BÁSICA CASERÍO PACAJAY, ALDEA CRUZ BLANCA, MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA, desarrollado por los estudiantes de Ingeniería Civil Gustavo Adolfo Campos Sánchez y Luis Fernando Alvarado Elías, quienes contaron con la asesoría del Ing. Ángel Roberto Sic García.

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,

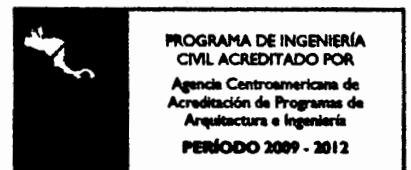
YO Y ENSEÑAD A TODOS

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



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

Más de 130^{Años} de Trabajo Académico y Mejora Continua





Guatemala,
18 de mayo de 2012

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

Estimado Ing. Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO CRUZ VERDE, ALDEA SAJCAVILLA Y PARA EL CASERÍO AJVIX, ALDEA CERRO ALTO Y DISEÑO DEL COMPLEJO PARA EDUCACIÓN PRIMARIA Y BÁSICA CASERÍO PACAJAY, ALDEA CRUZ BLANCA, MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA, desarrollado por los estudiantes de Ingeniería Civil Gustavo Adolfo Campos Sánchez y Luis Fernando Alvarado Elías, quienes contaron con la asesoría del Ingeniero Ángel Roberto Sic García.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC



FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 29 de mayo de 2012
Ref.EPS.D.552.05.12

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

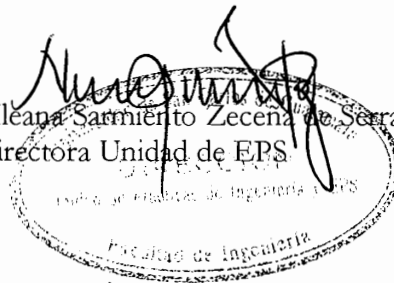
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO CRUZ VERDE, ALDEA SAJCAVILLA Y PARA EL CASERÍO AJVIX, ALDEA CERRO ALTO Y DISEÑO DEL COMPLEJO PARA EDUCACIÓN PRIMARIA Y BÁSICA, CASERÍO PACAJAY, ALDEA CRUZ BLANCA, MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA"** que fue desarrollado por los estudiantes universitarios **Gustavo Adolfo Campos Sánchez** carné No. 200516346 y **Luis Fernando Alvarado Elías**, carné No. 200517753, quienes fueron debidamente asesorados y supervisados por el Ing. Ángel Roberto Sic García.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

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



NISZ/ra



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Ángel Roberto Sic García y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmientos Zeceña, al trabajo de graduación de los estudiantes Gustavo Adolfo Campos Sánchez y Luis Fernando Alvarado Elías, titulado DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO CRUZ VERDE, ALDEA SAJCAVILLA Y PARA EL CASERÍO AJVIX, ALDEA CERRO ALTO Y DISEÑO DEL COMPLEJO PARA EDUCACIÓN PRIMARIA Y BÁSICA, CASERÍO PACAJAY, ALDEA CRUZ BLANCA, MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



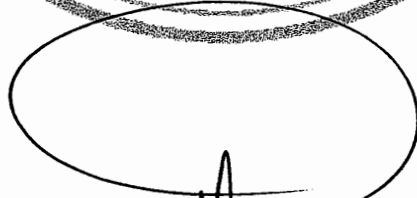
Guatemala, julio 2012

/bbdeb.



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO CRUZ VERDE, ALDEA SAJGAVILLA Y PARA EL CASERÍO AJVIX, ALDEA CERRO ALTO Y DISEÑO DEL COMPLEJO PARA EDUCACIÓN PRIMARIA Y BÁSICA CASERÍO PACAJAY, ALDEA CRUZ BLANCA, MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA,** presentado por los estudiantes universitarios **Gustavo Adolfo Campos Sánchez y Luis Fernando Alvarado Elías,** autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 3 de julio de 2012

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por ser mi fortaleza y fuente de inspiración en los momentos de angustia, dedicación, aciertos y desaciertos, alegrías y tristezas que caracterización el transitar por este camino de preparación que hoy culmina.
- Mis padres** Gustavo Campos y Silvia Sánchez, quienes me han heredado el tesoro más valioso que puede dársele a un hijo: la educación. A quienes sin estimar esfuerzo alguno, han sacrificado gran parte de su vida para formarme y educarme. A quienes la ilusión de su vida ha sido convertirme en una persona de bien. A quienes nunca podré pagar todos sus desvelos ni aún con las riquezas más grandes del mundo. Por eso y más... Gracias.
- Mis hermanos** Alejandro y Javier Campos, por ser mis mejores amigos, con los cuales he compartido tantas experiencias de la vida.
- Mi familia en general** Por el apoyo y cariño recibido a lo largo de mi vida.
- Mis amigos** Por haber compartido su amistad y apoyo a lo largo de mi carrera.

Gustavo Adolfo Campos Sánchez

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mí camino a aquellos catedráticos que han transmitido sus conocimientos durante este período de formación profesional.
Mis padres	Gustavo Campos y Silvia Sánchez, porque gracias a su cariño, guía y apoyo he llegado a realizar uno de mis anhelos más grandes de mi vida, fruto del inmenso apoyo, amor y confianza que en mí se depositó y con los cuales he logrado terminar mis estudios profesionales que constituyen el legado más grande que pudiera recibir y por lo cual les viviré eternamente agradecido.
Mis hermanos	Por su apoyo incondicional a lo largo de mi vida.
Mi familia en general	Por sus palabras de aliento y sus buenos deseos, que de una u otra manera estuvieron pendientes a lo largo de este proceso, brindando su apoyo incondicional.
Mis amigos	Por todos los momentos de alegría que compartimos a lo largo de la carrera, que todavía tratamos de conservar.

Mi asesor de tesis Ing. Ángel Sic, por brindarme su apoyo y conocimientos durante el desarrollo de este trabajo de graduación.

La Facultad de Ingeniería Por permitir mi formación como profesional y darme el orgullo de ser Sancarlista.

La Municipalidad de San Juan Sacatepéquez Por el apoyo brindado durante el desarrollo del ejercicio profesional supervisado.

Gustavo Adolfo Campos Sánchez

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por darme la vida y bendición de alcanzar este momento tan importante en mi vida.
- Mis padres** Margarito Alvarado y Rebeca Elías.
- Mis hermanas** Maritza, Glenda y Mariela.
- Mis abuelos** Escolástico Alvarado (q.e.p.d.), Natalia Valdéz (q.e.p.d.), Filadelfo Elías (q.e.p.d.), Cleotilde Román.
- Mis tíos y tías** En especial a mi tío German y familia por su apoyo durante todo este tiempo de mi carrera.
- Mi familia en general** Por el apoyo y cariño recibido a lo largo de mi vida.
- Mis amigos** Por su apoyo y amistad demostrada a lo largo de mi carrera.

Luis Fernando Alvarado Elías

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por darme la sabiduría y el entendimiento necesario para poder salir adelante y así poder culminar esta meta tan importante en mi vida.
Mis padres	Margarito Alvarado y Rebeca Elías, por su apoyo incondicional en todo momento y demostrarme que con esfuerzo y lucha se puede alcanzar todo que se proponga uno en la vida.
Mis hermanas	Por su cariño y apoyo incondicional durante todos estos años de estudio.
Mis abuelos y tíos	Por brindarme su apoyo y consejos de superación a lo largo de mi vida.
Ing. Ángel Roberto Sic	Por brindarme sus conocimientos para la asesoría, revisión y corrección del presente trabajo.
Ing. Eduardo Asturias	Por sus consejos, conocimientos y experiencias compartidas con mi persona.
La Municipalidad de San Juan Sacatepéquez	Por el apoyo brindado durante el desarrollo del ejercicio profesional supervisado.

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por ser mi casa de estudios y brindarme los conocimientos necesarios para convertirme en profesional.

Luis Fernando Alvarado Elías

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	IX
LISTA DE SÍMBOLOS	XVII
GLOSARIO	XXV
RESUMEN	XXXI
OBJETIVOS	XXXIII
INTRODUCCIÓN	XXXV
1. MONOGRAFÍA DEL LUGAR	1
1.1. Características físicas	1
1.1.1. Ubicación geográfica	2
1.1.2. Topografía	2
1.1.3. Clima	2
1.1.4. Tipo de vivienda	3
1.1.5. Situación demográfica	3
1.2. Características de infraestructura	7
1.2.1. Servicios públicos	7
1.3. Características socioeconómicas	7
1.3.1. Actividad económica	8
1.3.2. Idioma y religión	10
1.3.3. Educación	10
1.3.4. Organización de la comunidad	10
1.3.5. Condiciones sanitarias	11
1.4. Identificación de necesidades	11
1.4.1. Priorización de necesidades	12

1.4.1.1.	Necesidad de sistemas para la evacuación de aguas residuales para el caserío Cruz Verde, aldea Sajcavilla y para el caserío Ajvix, aldea Cerro Alto	12
1.4.1.2.	Necesidad de un establecimiento educativo para el caserío Pacajay, aldea Cruz Blanca.....	13
2.	DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO CRUZ VERDE, ALDEA SAJCAVILLA Y PARA EL CASERÍO AJVIX, ALDEA CERRO ALTO.....	15
2.1.	Descripción del proyecto	15
2.1.1.	Caserío Cruz Verde, aldea Sajcavilla	15
2.1.2.	Caserío Ajvix, aldea Cerro Alto.....	17
2.2.	Estudios de topografía.....	19
2.2.1.	Planimetría.....	19
2.2.2.	Altimetría.....	19
2.3.	Parámetros de diseño.....	20
2.3.1.	Sistema a utilizar	21
2.3.2.	Selección de ruta	21
2.3.3.	Desfogue o punto de descarga.....	22
2.3.4.	Período de diseño.....	22
2.3.5.	Dotación.....	23
2.3.6.	Población futura.....	23
2.3.6.1.	Tasa de crecimiento.....	24
2.3.7.	Factor de retorno	26
2.3.8.	Factor de flujo instantáneo o de Harmond	27
2.3.9.	Caudal sanitario.....	27

	2.3.9.1.	Caudal domiciliar	28
	2.3.9.2.	Caudal de infiltración	28
	2.3.9.3.	Caudal por conexiones ilícitas	29
	2.3.9.4.	Caudal comercial o industrial.....	30
	2.3.9.5.	Caudal medio.....	31
	2.3.9.6.	Factor de caudal medio	31
	2.3.10.	Caudal de diseño.....	32
2.4.		Criterios de diseño	33
	2.4.1.	Velocidades máximas y mínimas	33
	2.4.2.	Pendientes.....	33
	2.4.3.	Cotas invert	34
	2.4.4.	Diámetro de tuberías	36
	2.4.5.	Profundidades de las tuberías.....	36
	2.4.6.	Coefficientes de rugosidad	36
	2.4.7.	Tirante de flujo.....	37
	2.4.8.	Relaciones hidráulicas.....	37
2.5.		Obras complementarias	39
	2.5.1.	Conexiones domiciliarias.....	39
	2.5.2.	Cajas de registro o candela domiciliar.....	39
	2.5.3.	Tuberías secundarias.....	40
	2.5.4.	Pozos de visita	40
2.6.		Ejemplo del proceso de diseño hidráulico del alcantarillado sanitario.....	41
2.7.		Propuesta tratamiento de aguas residuales	52
	2.7.1.	Fosas sépticas.....	53
	2.7.2.	Pozos de absorción.....	53
2.8.		Presupuesto	54
2.9.		Cronograma de ejecución	59
2.10.		Estudio financiero.....	63

2.10.1.	Valor Presente Neto (VPN)	63
2.10.2.	Tasa Interna de Retorno (TIR)	65
2.11.	Operaciones y mantenimiento de la red.....	65
2.11.1.	Línea central	66
2.11.2.	Pozos de visita	67
2.11.3.	Conexión domiciliar	68
2.12.	Estudio de Impacto Ambiental (EIA)	69
2.12.1.	Identificación de impactos ambientales.....	70
2.12.2.	Análisis de riesgo y planes de contingencia.....	72
2.12.2.1.	Análisis de riesgo	73
2.12.2.2.	Plan de contingencia.....	73
2.12.3.	Plan de contingencia para los sistemas de alcantarillado sanitario.....	73
3.	DISEÑO DEL COMPLEJO PARA EDUCACIÓN PRIMARIA Y BÁSICA CASERÍO PACAJAY, ALDEA CRUZ BLANCA.....	75
3.1.	Investigación preliminar	75
3.1.1.	Localización del terreno	76
3.1.2.	Topografía del terreno.....	76
3.1.3.	Estudio de suelos.....	76
3.1.3.1.	Capacidad de carga última.....	77
3.1.3.2.	Resultados de la prueba de compresión triaxial	78
3.2.	Diseño arquitectónico.....	80
3.2.1.	Criterios generales.....	80
3.2.2.	Criterios de conjunto arquitectónico	81
3.2.3.	Criterios para los sectores que integran los centros educativos	82
3.2.3.1.	Sector educativo.....	82

	3.2.3.2.	Sector administrativo	83
	3.2.3.3.	Sector de servicio	84
	3.2.3.4.	Sector de circulación	85
	3.2.3.5.	Sector al aire libre	87
3.3.		Parámetros de diseño sismo resistente	87
	3.3.1.	Origen y características de los sismos	87
	3.3.2.	Efectos sísmicos	89
	3.3.3.	Criterios de diseño sísmico	91
	3.3.4.	Configuración arquitectónica - estructural	92
		3.3.4.1. Configuración estructural	93
		3.3.4.2. Configuración arquitectónica	95
3.4.		Selección del sistema estructural a utilizar e idealización a un modelo matemático	102
3.5.		Predimensionamiento de elementos estructurales	104
	3.5.1.	Predimensión de losas	104
	3.5.2.	Predimensión de vigas	108
	3.5.3.	Predimensión de columnas	110
	3.5.4.	Criterios en nudos	115
3.6.		Integración de cargas	116
	3.6.1.	Integración de cargas gravitacionales	118
	3.6.2.	Integración de cargas laterales	123
		3.6.2.1. Procedimiento del corte basal	124
		3.6.2.2. Distribución de fuerzas por nivel	128
		3.6.2.3. Dirección de las fuerzas estáticas equivalentes	130
		3.6.2.4. Distribución de fuerzas por marco	132
		3.6.2.5. Determinación de la fuerza total para cada marco	137
	3.6.3.	Desplazamientos laterales	141

	3.6.3.1.	Junta sísmica	144
3.7.		Análisis estructural.....	146
	3.7.1.	Resultados del análisis estructural por el método de Kani, para el marco sobre eje "C" ...	146
	3.7.2.	Resultados del análisis estructural en CSI ETABS V9.5®, para el análisis sobre el eje "C"	155
	3.7.3.	Comparación de resultados, método de Kani vrs. CSI ETABS V9.5®	160
3.8.		Diseño estructural.....	163
	3.8.1.	Diseño de losas	165
	3.8.1.1.	Análisis para losa que trabaja en una dirección.....	169
	3.8.1.2.	Balanceo de momentos	170
	3.8.1.3.	Diseño de armado para losa	173
	3.8.2.	Diseño de vigas	179
	3.8.2.1.	Diseño a flexión	180
	3.8.2.2.	Diseño a corte.....	185
	3.8.2.3.	Corte de bastones.....	193
	3.8.3.	Diseño de columna	197
	3.8.3.1.	Diseño a flexión biaxial	206
	3.8.3.2.	Diseño a corte.....	211
	3.8.4.	Control del mecanismo de falla "viga débil-columna fuerte"	219
	3.8.5.	Revisión de resistencia al cortante en el nudo.....	224
	3.8.6.	Diseño de cimentación, zapata aislada	227
	3.8.6.1.	Análisis de cargas, presión de contacto y dimensión de la zapata.....	228
	3.8.6.2.	Chequeo por flexión.....	236
	3.8.6.3.	Chequeo por punzonamiento.....	238

3.8.6.4.	Diseño a flexión de la zapata	240
3.8.7.	Diseño de cimentación, zapata combinada.....	245
3.8.7.1.	Análisis de cargas, presión de contacto y dimensión de la zapata	247
3.8.7.2.	Chequeo por flexión	253
3.8.7.3.	Chequeo por punzonamiento	254
3.8.7.4.	Diseño de zapata combinada	256
3.8.8.	Diseño de gradas	264
3.8.8.1.	Análisis de cargas para las gradas....	265
3.8.8.2.	Diseño de armado de las gradas.....	267
3.9.	Presupuesto.....	270
3.10.	Cronogramas de ejecución	277
3.11.	Estudio de Impacto Ambiental (EIA)	280
3.11.1.	Identificación de impactos ambientales.....	281
3.11.1.1.	Impactos ambientales	281
3.11.2.	Análisis de riesgo y planes de contingencia.....	283
3.11.2.1.	Análisis de riesgo	283
3.11.2.2.	Plan de contingencia	283
3.11.3.	Plan de contingencia para el complejo educativo .	284
CONCLUSIONES		287
RECOMENDACIONES.....		289
BIBLIOGRAFÍA.....		291
APÉNDICES		295

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Localización del municipio de San Juan Sacatepéquez.....	1
2.	Distribución de sectores, alcantarillado sanitario caserío Cruz Verde.....	17
3.	Distribución de sectores, alcantarillado sanitario caserío Ajvix	18
4.	VPN alcantarillado sanitario, caserío Cruz Verde	64
5.	Planta-elevación, complejo para educación primaria y básica	75
6.	Origen de los sismos.....	88
7.	Efectos sísmicos sobre las estructuras	89
8.	Distribución inadecuada de las masas	93
9.	Distribución de elementos rígidos en planta.....	94
10.	Distribución de elementos rígidos en elevación	94
11.	Variación de alturas en columnas	95
12.	Problemas de configuración asimétrica en planta.....	96
13.	Problemas de configuración en planta, por alas muy alargadas	97
14.	Problemas de configuración en planta, con formas muy alargadas	97
15.	Problemas de configuración asimétrica en elevación	98
16.	Problemas de esbeltez en elevación.....	99
17.	Junta sísmica en edificios	99
18.	Configuración en planta	103
19.	Configuración en elevación	103
20.	Franja unitaria de losa.....	107
21.	Esquema para obtener el área tributaria en columnas.....	111
22.	Área tributaria en columna crítica.....	112

23.	Área tributaria en viga.....	119
24.	Esquema de pesos y alturas por nivel	129
25.	Sistemas con ejes perpendiculares entre sí	131
26.	Sistemas con ejes no paralelos ni perpendiculares entre sí	131
27.	Centro geométrico de losas	133
28.	Distribución de Fm por marco en cada nivel.....	140
29.	Fuerza aplicada a la columna	142
30.	Cargas gravitacionales en dirección “Y” para marco sobre eje “C”....	147
31.	Diagrama de momentos para carga viva en dirección “Y” por el método de Kani, marco sobre eje “C” [kg-m]	154
32.	Diagrama de momentos para carga muerta en dirección “Y” por el método de Kani, marco sobre eje “C” [kg-m]	154
33.	Diagrama de momentos para carga viva en dirección “Y” por CSI ETABS V9.5®. marco sobre eje “C” [kg-m].....	155
34.	Diagrama de momentos para carga muerta en dirección “Y” por CSI ETABS V9.5®. marco sobre eje “C” [kg-m].....	156
35.	Diagrama de momentos para sismo en dirección “Y” por CSI ETABS V9.5®. marco sobre eje “C” [kg-m].....	156
36.	Diagrama de corte para carga viva en dirección “Y” por CSI ETABS V9.5®. marco sobre eje “C” [kg-m].....	157
37.	Diagrama de corte para carga muerta en dirección “Y” por CSI ETABS V9.5®. marco sobre eje “C” [kg-m].....	157
38.	Diagrama de corte para sismo en dirección “Y” por CSI ETABS V9.5®. marco sobre eje “C” [kg-m]	158
39.	Envolvente de momentos en dirección “Y” por CSI ETABS V9.5®. marco sobre eje “C” [kg-m]	158
40.	Envolvente de corte en dirección “Y” por CSI ETABS V9.5®. marco sobre eje “C” [kg-m]	159

41.	Envolvente de momentos en dirección "X" por CSI ETABS V9.5®. marco sobre eje "2" [kg-m].....	159
42.	Envolvente de momentos en dirección "X" por CSI ETABS V9.5®. marco sobre eje "C" [kg-m]	160
43.	Planta de paneles de losa entrepiso	167
44.	Momentos para losa en una dirección	169
45.	Momentos últimos losa entrepiso	170
46.	Momentos balanceados losa entrepiso.....	172
47.	Modelo reticular de franjas de losa armada en dos direcciones	176
48.	Detalle de armado de losa entrepiso	178
49.	Gráfica de envolvente de momentos	180
50.	Fuerzas cortantes de diseño en vigas principales y columnas	186
51.	Esquemas de momentos máximos probables considerando reversión del sismo	187
52.	Envolvente de cortante de diseño.....	190
53.	Envolvente de momentos para corte de bastones	195
54.	Detalle de armado de viga, sobre "eje C", en el sentido "Y"	196
55.	Gráfica de envolvente de momentos, sentido "Y"	197
56.	Gráfica de envolvente de momentos, sentido "X"	198
57.	Gráfica de envolvente de carga axial.....	199
58.	Esquema de curvatura en columna crítica	202
59.	Diagrama de interacción específico del armado de la columna propuesta.....	210
60.	Esquema de momentos máximos probables en columnas.....	212
61.	Momentos máximos probables en nudo entre ejes "2 y C" de primer nivel	213
62.	Detalle de armado de columna de primer nivel, entre ejes "2 y C"	219
63.	Diagrama de interacción, P_u vs. M_{nc}	220

64.	Momentos nominales de flexión de las columnas que llegan al nudo	221
65.	Momentos resistentes nominales que llegan al nudo entre ejes "2 y C" de primer nivel	223
66.	Esquema de fuerzas resultantes en el nudo	226
67.	Distribución de presión en zapatas cargadas excéntricamente.....	233
68.	Zapata sometida a cortante por flexión	237
69.	Zapata sometida a corte por punzonamiento	238
70.	Área de apoyo de la pirámide truncada.....	243
71.	Detalle armado de zapata aislada	245
72.	Zapatas combinadas para dos columnas	246
73.	Cimentación reticular para más de dos columnas	247
74.	Esquema de carga axial resultante	250
75.	Diagrama de corte-momento, zapata combinada.....	252
76.	Zapata combinada sometida a corte por flexión.....	253
77.	Zapata combinada sometida a corte por punzonamiento.....	254
78.	Detalle de armado en planta, zapata combinada	262
79.	Sección del armado, zapata combinada.....	263
80.	Módulo de gradas.....	264
81.	Integración de cargas en escalón.....	265
82.	Detalle de armado de gradas	270

TABLAS

I.	Población total del municipio de San Juan Sacatepéquez	3
II.	Censos de población del (INE).....	25
III.	Promedio de tasas de crecimiento	26
IV.	Factores de rugosidad para diferentes materiales	37
V.	Criterios de colocación de pozos.....	41

VI.	Parámetros de diseño	42
VII.	Datos de entrada para tramo inicial de PV-0 a PV-1	42
VIII.	Datos de entrada para tramo intermedio de PV-1 a PV-2	47
IX.	Presupuesto, sector 1, fase 1, caserío Cruz Verde	55
X.	Presupuesto, sector 1, fase 2, caserío Cruz Verde	55
XI.	Presupuesto, sector 2, caserío Cruz Verde	56
XII.	Presupuesto, sector 3, caserío Cruz Verde	56
XIII.	Resumen general, caserío Cruz Verde	57
XIV.	Presupuesto, sector 2, caserío Ajvix	57
XV.	Presupuesto, sector 3, caserío Ajvix	58
XVI.	Presupuesto, sector 4, caserío Ajvix	58
XVII.	Resumen general, caserío Ajvix	59
XVIII.	Cronograma, sector 1, fase 1, caserío Cruz Verde	60
XIX.	Cronograma, sector 1, fase 2, caserío Cruz Verde	60
XX.	Cronograma, sector 2, caserío Cruz Verde	61
XXI.	Cronograma, sector 3, caserío Cruz Verde	61
XXII.	Cronograma, sector 2, caserío Ajvix.....	62
XXIII.	Cronograma, sector 3, caserío Ajvix.....	62
XXIV.	Cronograma, sector 4, caserío Ajvix.....	63
XXV.	Parámetros del esfuerzo de corte.....	78
XXVI.	Factores de capacidad de carga de Terzaghi	79
XXVII.	Número de artefactos sanitarios, según población.....	84
XXVIII.	Dimensiones máximas de huellas y contrahuellas	86
XXIX.	Clasificación de losas	105
XXX.	Espesor mínimo para losas en un sentido.....	106
XXXI.	Factor que depende de la posición de la columna	111
XXXII.	Integración de carga, en columna crítica	113
XXXIII.	Dimensiones de elementos estructurales.....	116
XXXIV.	Cargas y pesos específicos de diseño	117

XXXV.	Integración de cargas gravitacionales para entepiso	121
XXXVI.	Integración de cargas gravitacionales para azotea	122
XXXVII.	Integración del peso muerto de la estructura	126
XXXVIII.	Distribución de fuerzas por nivel	130
XXXIX.	Centro de masa para entepiso y azotea	134
XL.	Centro de rigidez para entepiso y azotea	136
XLI.	Excentricidades de diseño	137
XLII.	Distribución de F_m por marco	139
XLIII.	Deriva elástica e inelástica.....	144
XLIV.	Desplazamientos de respuesta inelástica máxima en marcos número en cada módulo	145
XLV.	Rigideces relativas (K) [m ³]	148
XLVI.	Factores de giro [μ]	148
XLVII.	Momentos fijos (M_{fik}) [kg-m]	149
XLVIII.	Factor de corrimiento [ρ_{ik}]	150
XLIX.	Momentos finales carga viva, en dirección "Y" sobre eje "C" [kg-m]	152
L.	Momentos finales carga muerta, en dirección "Y" sobre eje "C" [kg-m]	153
LI.	Comparación de momentos para carga viva, marco sobre eje "C"	161
LII.	Comparación de momentos para carga muerta, marco sobre eje "C"	162
LIII.	Diámetros y áreas de varillas de refuerzo	165
LIV.	Resumen de armado de losa	175
LV.	Combinaciones de resistencia última, viga de primer nivel, sobre eje "C", en el sentido "Y"	179
LVI.	Acero de refuerzo requerido para cada momento de la viga	183
LVII.	Revisión de áreas de acero	184

LVIII.	Combinaciones de resistencia última, sentido "Y"	197
LIX.	Combinaciones de resistencia última, sentido "X"	198
LX.	Combinaciones de resistencia última, carga axial.....	198
LXI.	Deriva Δ_0 , marcos críticos sobre ejes "C y 2"	200
LXII.	Índice de estabilidad, marcos críticos sobre ejes "C y 2"	201
LXIII.	Carga axial y Momentos flectores de diseño.....	209
LXIV.	Capacidad de carga permisible, según tipo de suelo	229
LXV.	Carga axial y momentos últimos en columna.....	230
LXVI.	Carga axial y momentos últimos en columnas sobre eje "C"	248
LXVII.	Cargas y momentos de diseño.....	249
LXVIII.	Cargas de diseño en gradas	267
LXIX.	Presupuesto, complejo para educación primaria y básica, _____ edificios "A" y "B"	271
LXX.	Presupuesto, complejo para educación primaria y básica, _____ edificio "C"	274
LXXI.	Cronograma de ejecución, complejo para educación primaria y básica, edificios "A" y "B"	278
LXXII.	Cronograma de ejecución, complejo para educación primaria y básica, edificio "C"	279

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
H_{pozo}	Altura de pozo
a	Altura del bloque rectangular equivalente de esfuerzos del concreto
H_{final}	Altura final de pozos de visita
H_{inicial}	Altura inicial de pozos de visita
H_z	Ancho de zapata
A_s	Área de acero de fuerza a tracción o compresión
$A_{\text{smáx}}$	Área de acero máximo
$A_{\text{smín}}$	Área de acero mínimo
A_c	Área de corte
A_g	Área de sección transversal gruesa
A_z	Área de zapata

A	Área factible para conectar ilícitamente
b_c	Base de columna
b_v	Base de viga
q_u	Capacidad de carga ultima
P_u	Carga axial mayorada
CM	Carga muerta
CV	Carga viva
Q	Caudal a sección llena
q	Caudal a sección parcialmente llena
Q_{com}	Caudal comercial
q_d	Caudal de diseño
Q_{inf}	Caudal de infiltración
Q_{dom}	Caudal domiciliar
Q_{med}	Caudal medio

cm	Centímetro
C	Coeficiente de escorrentía
n	Coeficientes de rugosidad de Manning
Ch	Contrahuella de gradas
V_g	Cortante gravitacional
V_p	Cortante por capacidad
Cf	Cota final de terreno
Co	Cota inicial del terreno
CIE	Cota invert de entrada
CIS	Cota invert de salida
ρ_b	Cuantía balanceada
ρ	Cuantía de acero de refuerzo
ρ_{máx}	Cuantía máxima
ρ_{mín}	Cuantía mínima

ϵ_s	Deformación unitaria a compresión del concreto
Δ_o	Desplazamiento lateral relativo (deriva)
d	Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal a tracción
dH	Distancia horizontal a ejes de pozos de visita
X_{CM}	Distancia sobre el eje "X" del centro de masa
X_{CR}	Distancia sobre el eje "X" del centro de rigidez
Y_{CM}	Distancia sobre el eje "Y" del centro de masa
Y_{CR}	Distancia sobre el eje "Y" del centro de rigidez
S_o	Espaciamiento de confinamiento
S	Espaciamiento del acero de refuerzo
S_{máx}	Espaciamiento máximo
S_{mín}	Espaciamiento mínimo
Est	Estación

ed_x	Excentricidad de diseño sobre el eje "X"
ed_y	Excentricidad de diseño sobre el eje "Y"
e_x	Excentricidad directo sobre el eje "X"
e_y	Excentricidad directo sobre el eje "Y"
f_{qm}	Factor de caudal medio
f_{flujo}	Factor de flujo
F_i	Factor de infiltración
ø	Factor de reducción de resistencia
FR	Factor de retorno
β₁	Fracción de la distancia desde la fibra de deformación unitaria máxima al eje neutro "C"
V_e	Fuerza cortante de diseño correspondiente al desarrollo de la resistencia probable
F_m	Fuerza sísmica de cada marco
Hab	Habitantes

h/m	Hombres/mujeres
Hu	Huella de gradas
I	Intensidad de lluvia
kg	Kilogramo
km	Kilometro
l	Litro
L_b	Longitud de bastones
L_T	Longitud de tubería
L_v	Longitud en voladizo
L_t	Longitud total
m	Metro
E_s	Módulo de elasticidad del acero
E_c	Módulo de elasticidad del concreto
M_{pr}	Momento de resistencia probable

$M_{m\acute{a}x}$	Momento máximo
M_{ux}	Momento mayorado sobre el eje "X"
M_{uy}	Momento mayorado sobre el eje "Y"
No. Var	Número de varillas de recuezo
S_{tub}	Pendiente de tubería
S%	Pendiente del terreno
d_z	Peralte de zapata
%	Porcentaje
q_a	Presión de contacto admisible
$q_{m\acute{a}x}$	Presión de diseño máxima
$q_{mn}$	Presión de diseño mínima
plg	Pulgada
Rh	Radio hidráulico
f'_c	Resistencia a compresión del concreto

V_s	Resistencia a cortante proporcionada por el refuerzo a corte
f_y	Resistencia a fluencia del acero
f_s	Resistencia a tracción del acero por la resistencia probable
V_c	Resistencia la cortante proporcionada por el concreto
k	Rigidez
s	Segundos
r	Tasa de crecimiento
ton	Tonelada
V	Velocidad a sección llena
v	Velocidad a sección parcialmente llena
Viv	Viviendas
Vol	Volumen

GLOSARIO

ACI 318	Instituto Americano del Concreto (por sus siglas en inglés). Comité 318: Reglamento Estructural para Edificaciones.
AGIES	Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica.
Alcantarillado sanitario	Sistema de recolección diseñado para llevar exclusivamente aguas residuales.
ASTM	Asociación Americana para pruebas y materiales (por sus siglas en inglés).
Bajada de cargas	Procedimiento que consiste en cuantificar y acumular las cargas desde el nivel más alto hasta el primero para transmitirlo a la cimentación.
Caudal	Volumen de agua que pasa en una sección de flujo por unidad de tiempo.
Capacidad de carga	Esfuerzo máximo por unidad de área que el suelo puede soportar antes que ocurra la falla por cortante.

Cargas de servicio	También llamadas cargas de trabajo, son todo tipo de carga que se espera que actúe sobre una estructura, sin factores de carga.
Cargas mayoradas	También llamadas cargas de diseño, son todas las cargas de servicio multiplicadas por su respectivo factor de carga.
Composición estratigráfica	Se refiere a las diferentes capas o estratos sucesivos que constituyen un suelo.
Concéntrico	Que tiene el mismo centro de un objeto o figura.
Cono de sombra	Es la línea límite que separa la luz de la sombra, proyectada por el cono cuyo vértice se ubica en el foco de luz.
Cota invert	Distancia que existe entre el nivel de la rasante del suelo y el nivel inferior de la tubería.
Cuantía	Porcentaje de acero relativo al área de la sección transversal efectiva del concreto.
Diagrama de interacción	Representación gráfica de valores internos máximos que la columna es capaz de soportar.
Dotación	Volumen de agua consumida por un habitante durante un día.

Elemento estructural	Es cada una de las partes en que puede dividirse una estructura a efectos de su diseño.
Emplazamiento	Relación entre el área una edificación bajo techo y el área destinada a espacios abiertos.
Envolvente	Es la superposición de las gráficas que representa los esfuerzos máximos y mínimos.
Esbeltez	Relación que existe entre la sección transversal de un elemento y su longitud.
Espaciamiento	Separación del refuerzo transversal de un elemento.
Estrado de suelo	Capa de suelo aproximadamente paralela a la superficie del mismo, con propiedades especiales producidas durante su formación, que la distingue de otras capas adyacentes.
Estructura	Es la unidad resistente constituida por una diversidad de materiales que tiene como objetivo soportar una variedad de cargas.
Excentricidad	Parámetro que determina el grado de desviación entre dos puntos de referencia.

Falla súbita	Falla de tipo frágil, acompañada de deformaciones de pequeña magnitud antes del colapso total o parcial.
Fluencia	Deformación brusca que se produce cuando un material está sometido a un esfuerzo constante.
INE	Instituto Nacional de Estadística.
INFOM	Instituto de Fomento Municipal.
Manto freático	Manto de agua subterránea que se localiza entre dos capas de suelos relativamente permeables.
Pendiente	Inclinación respecto de una línea horizontal.
Pilotes	Elemento constructivo utilizado para cimentar una estructura a un estrato más profunda de mayor resistencia.
Plataforma	Modificación por corte y relleno del terreno natural para tener una superficie plana.
Profundidad de desplante	Profundidad a la cual se cimentará la base de una zapata.
Pozo de visita	Obra que facilita el acceso para la inspección y limpieza de las tuberías.

Retracción	Disminución del volumen del concreto durante el proceso de fraguado del mismo.
Tratamiento	Conjunto de operaciones y procesos unitarios que se realizan sobre el agua cruda, con el fin de modificar sus características físicas, químicas o bacteriológicas, para poder reutilizarla.
UBC	Código Uniforme de la Edificación (por sus siglas en inglés).
Vida útil de la estructura	Período durante el cual una estructura es capaz de mantener el nivel requerido de resistencia y de serviciabilidad.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación reúne el resultado obtenido del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) realizado en el municipio de San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala, el cual tuvo como objetivo proporcionar una solución técnica -profesional a la problemática de servicios básicos y de infraestructura de los tres caseríos que se priorizaron. Como lo define el plan de trabajo del EPS el trabajo de graduación se dividió en tres fases o etapas: de investigación, de servicio técnico profesional y de docencia.

El capítulo uno contiene la fase de investigación, donde se desarrolló una investigación monográfica y un diagnóstico acerca de las necesidades del municipio de San Juan Sacatepéquez; lo que permitió una priorización objetiva en la elección de los proyectos que se planificaron. El capítulo dos es parte de la fase de servicio técnico profesional, contiene los criterios y procedimientos de cálculo para el diseño y planificación de los proyectos de alcantarillado sanitario para el caserío Cruz Verde de la aldea Sajcavilla y el caserío Ajvix de la aldea Cerro Alto.

El capítulo tres también forma parte de la fase de servicio técnico profesional, ya que de igual forma contiene todos los criterios y procedimientos para el diseño del complejo para educación primaria y básica del caserío Pacajay de la aldea Cruz Blanca.

Por último la fase de docencia comprendió la capacitación de los empleados e integrantes de los COCODES de cada comunidad, sobre el mantenimiento preventivo y operación que se debe llevar a cabo, a los distintos

proyectos desarrollados en el trabajo del EPS con el fin de garantizar un correcto funcionamiento a la largo de la vida útil con que fueron diseñados.

OBJETIVOS

General

Contribuir al desarrollo del municipio de San Juan Sacatepéquez, aportando proyectos y soluciones viables a los problemas y necesidades que el municipio presenta, beneficiando a la población y mejorando su calidad de vida.

Específico

1. Realizar una investigación monográfica y un diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos y de infraestructura del municipio de San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala.
2. Identificar la opción que mejor se adecue a las características particulares tanto para el diseño del alcantarillado sanitario como para el complejo para educación primaria y básica.
3. Mejorar las condiciones de saneamiento de los habitantes de los caseríos Cruz Verde y Ajvix, disminuyendo la contaminación que es el foco de muchas enfermedades.
4. Contribuir con el crecimiento y avance en la educación de la niñez del caserío Pacajay, ya que la educación es la base del desarrollo económico, social y cultural de cualquier comunidad.

INTRODUCCIÓN

El Ejercicio Profesional Supervisado, desarrollado por estudiantes de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de San Carlos de Guatemala, pretende aportar un apoyo profesional al desarrollo de las comunidades guatemaltecas, en cuanto a proyectos de infraestructura y de servicios básicos se refiere. Mediante los conocimientos adquiridos durante la formación académica de los estudiantes a lo largo de su carrera, en conjunto con la asesoría de ingenieros civiles con varios años de experiencia que coordinan la Unidad del EPS.

Luego del diagnóstico realizado, con base en los aspectos sociales, económicos, técnicos y culturales, de las necesidades del municipio de San Juan Sacatepéquez, sobresalen la priorización de contar con sistemas adecuados para la evacuación de aguas residuales, ya que en la actualidad la mayoría de aldeas y caseríos no cuentan con ningún tipo de sistema de evacuación por lo que existe un alto porcentaje de enfermedades causadas por la contaminación. También impacta conocer el alto porcentaje de analfabetismo que afecta con mayor intensidad al sexo femenino, a causa de que el municipio cuenta con pocas escuelas y las únicas que tiene están muy dispersas, contribuyendo a que los niños y jóvenes que desean seguir estudiando tengan que viajar largas distancias a los lugares de estudio.

Con estos antecedentes se planificó el diseño de dos sistemas de alcantarillado sanitario, el primero ubicado en el caserío Cruz Verde de la aldea Sajcavilla, que cuenta con 8,95 kilómetros de tubería y está dividido por tres sectores planificando su construcción en varias etapas.

El segundo está ubicado en el caserío Ajvix de la aldea Cerro Alto, cuenta con 5 kilómetros de tubería que también se divide en tres sectores.

El tercer proyecto se trabajó en conjunto, por ser un proyecto de gran magnitud contando con área de 3 636,26 m² de terreno. Cuenta con dos edificios destinados a la formación educativa a un nivel primario y básico, y un tercer edificio de carácter social-administrativo, que incluye oficinas administrativas, un salón social o comunal y locales comerciales. Además se estableció la distribución arquitectónica de los ambientes exteriores como son: áreas verdes, de parqueos, de recreación y una cancha polideportiva para fomentar la recreación sana de los estudiantes.

Durante el desarrollo del trabajo de graduación se expondrán los criterios, procedimientos de cálculo, presupuestos, cronogramas de ejecución y los respectivos juegos de planos de cada proyecto. Que en resumen es el apoyo profesional que se le brindó a la Municipalidad de San Juan Sacatepéquez, específicamente a los caseríos beneficiados con el estudio.

1. MONOGRAFÍA DEL LUGAR

1.1. Características físicas

El municipio de San Juan Sacatepéquez es parte del departamento de Guatemala, cuenta con municipalidad de segunda categoría y con un área aproximada de 287 kilómetros cuadrados, situado a 32 kilómetros de la capital, se llega por la ruta nacional 5, colinda al norte con Granados (Baja Verapaz), al este con San Raymundo y San Pedro Sacatepéquez (Guatemala), al sur con San Pedro Sacatepéquez, al oeste con San Martín Jilotepeque y Tejar (Chimaltenango), y Santo Domingo Xenacoj (Sacatepéquez).

Figura 1. Localización del municipio de San Juan Sacatepéquez



Fuente: <http://www.miblogchopin.com>. Consulta: noviembre 2011.

1.1.1. Ubicación geográfica

El municipio de San Juan Sacatepéquez está ubicado a 1 845,10 metros sobre el nivel del mar, según el Instituto de Geografía Nacional (IGN). Con una latitud de 14°43'02", y una longitud de 90°38'34".

1.1.2. Topografía

La topografía del municipio de San Juan Sacatepéquez es bastante irregular. Cuenta con numerosas montañas, pendientes y hondonadas y escasas planicies. Las montañas del municipio se encuentran cubiertas de vegetación verde y exuberante.

1.1.3. Clima

La estación meteorológica más cercana al municipio de San Juan Sacatepéquez es la estación Suiza Contenta que se encuentra ubicada en la finca del mismo nombre, localizada en el municipio de San Lucas Sacatepéquez, con una latitud de 14°37'01", longitud de 90°39'30" y a una altura de 2 105 metros sobre el nivel del mar. De esta estación, según datos del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH) para el último año reportado se tiene que: la precipitación promedio anual es de 1 406,5 milímetros (para el 2010), la evaporación promedio anual es de 3,5 milímetros (para el 2005), la temperatura media promedio anual es de 16,1 grados centígrados (para el 2006), la temperatura máxima promedio anual es de 22,90 grados centígrados (para el 2010), la temperatura mínima promedio anual es de 9,4 grados centígrados (para el 2010), la temperatura máxima absoluta promedio anual es de 29,0 grados centígrados (para el 2010), y a la temperatura mínima absoluta promedio anual es de 0,0 grados centígrados (para el 2010).

1.1.4. Tipo de vivienda

Las viviendas del área urbana son de construcción tradicional con mampostería simple y en su mayoría poseen las siguientes características: muros de block, techo de lámina y/o de terraza, piso de concreto y piso de granito; una minoría tiene muros de adobe o bajareque y techo de teja. En el área rural, aproximadamente la mitad de las viviendas es de mampostería simple con block, losa de concreto, piso concreto; la otra mitad está construida con adobe, bajareque, lámina galvanizada y madera.

Las viviendas en el área urbana tienen de 3 a 5 ambientes destinados para dormitorios, un comedor, una sala y una cocina. En el área rural se constituyen de 2 a 3 ambientes, uno para dormitorio, una cocina y todas tienen un corredor.

1.1.5. Situación demográfica

La población actual en el municipio de San Juan Sacatepéquez es de 152 583 habitantes. El 49 por ciento de la población es de género masculino, mientras que el 51 por ciento representa el femenino.

Tabla I. Población total del municipio de San Juan Sacatepéquez

Lugar Poblado	Categoría	Población total	Porcentaje
San Juan Sacatepéquez	Pueblo	10 420	6,83%
Comunidad de Ruiz	Aldea	8 248	5,41%
Estancia Grande	Aldea	1 983	1,30%
Comunidad de Zet	Aldea	1 986	1,30%

Continuación de la tabla I.

Lugar Poblado	Categoría	Población total	Porcentaje
Montúfar	Aldea	1 150	0,75%
Mejía	Aldea	2 349	1,54%
Montúfar	Aldea	2 077	1,36%
Suacite	Aldea	2 376	1,56%
Sacsuy	Aldea	2 437	1,60%
Cerro Alto	Aldea	533	0,35%
La Ladrillera	Asent.	679	0,45%
Concues	Caserío	49	0,03%
Cruz de Apan	Caserío	922	0,60%
Chuaxan	Caserío	993	0,65%
Las Arcadias	Caserío	244	0,16%
Villas de Carranza	Caserío	370	0,24%
Los Turuy	Caserío	117	0,08%
San Francisco Las Lomas	Caserío	679	0,45%
Los Caneles	Caserío	554	0,36%
Patzanes	Caserío	2 241	1,47%
Los Encuentros	Caserío	225	0,15%
Los Guates	Caserío	1 364	0,89%
Los Cos	Caserío	527	0,35%
Los Sequenes	Caserío	471	0,31%
Los Chajopnes	Caserío	472	0,31%
Los Quelex	Caserío	1 251	0,82%
Los Ajvix	Caserío	1 814	1,19%
Los Sabanes	Caserío	649	0,43%
Lo de Carranza	Caserío	1 690	1,11%
Los Siney	Caserío	1 792	1,17%
Los Sajquil	Caserío	1 032	0,68%
Los Cux	Caserío	819	0,54%
Los Pajoc	Caserío	3 258	2,14%
Patanil	Caserío	186	0,12%
Pasajoc	Caserío	1 667	1,09%
Pachum	Caserío	488	0,32%
Pachalí	Caserío	2 227	1,46%
Ruyalbeit	Caserío	2 266	1,49%
Sajcavilla	Caserío	6 923	4,54%

Continuación de la tabla I.

Lugar Poblado	Categoría	Población total	Porcentaje
San Antonio Las Trojas 2	Caserío	440	0,29%
Santa Rosa	Caserío	599	0,39%
San Matías	Caserío	599	0,39%
Asunción Chivoc	Caserío	2 071	1,36%
Concepción	Caserío	220	0,14%
Cerro Candelaria	Caserío	627	0,41%
Los Curupos	Caserío	384	0,25%
San Antonio Las Trojas	Caserío	2 854	1,87%
Royalhuit Cerro Alto	Caserío	1 757	1,15%
Los Pirires	Caserío	734	0,48%
Pasuj	Caserío	90	0,06%
Los Saquies	Caserío	241	0,16%
Los Robles III y IV	Colonia	707	0,46%
San Juan Panorama	Colonia	377	0,25%
San Juaneros I yII	Colonia	1 342	0,88%
Villa Hermosa I	Colonia	344	0,23%
Villa Hermosa	Colonia	272	0,18%
Condado Sacatepéquez	Colonia	215	0,14%
Linda Vista I y II	Colonia	3 040	1,99%
Las Margaritas	Colonia	231	0,15%
La Trinidad camino de San Pedro	Colonia	2 791	1,83%
Villas del Quetzal	Colonia	472	0,31%
Colinas I,II y III	Colonia	2 665	1,75%
Ciudad Quetzal	Colonia	2 840	1,86%
Villa Juárez II	Colonia	505	0,33%
San Francisco del Bosque	Colonia	491	0,32%
Bella Vista	Colonia	161	0,11%
Las Fuentes	Colonia	2 179	1,43%
Las Vistas	Colonia	1 397	0,92%
Linda Vista III y IV	Colonia	1 227	0,80%
Ciudad Gótica	Colonia	2 014	1,32%
Bosques de San Juan	Colonia	97	0,06%
La Económica	Colonia	4 378	2,87%
Santa Ana Los Pinos	Colonia	90	0,06%
Lomas de San Pedro	Colonia	172	0,11%

Continuación de la tabla I.

Lugar Poblado	Categoría	Población total	Porcentaje
Villa Verde	Colonia	1 935	1,27%
Bendición de Dios	Colonia	2 879	1,89%
San Jorge Suacite	Colonia	130	0,09%
El Carmen	Colonia	170	0,11%
Colonia Alemana San Juan Sac.	Colonia	412	0,27%
Colonia Las Maravillas	Colonia	56	0,04%
Bosques del Ensueño	Colonia	96	0,06%
Cañadas de San Juan	Colonia	1 128	0,74%
Lantana	Colonia	104	0,07%
Monte Carmelo	Colonia	1 592	1,04%
Anexo Villa Juárez	Colonia	302	0,20%
Residenciales Quetzal	Colonia	435	0,29%
Jardines de San Gabriel	Colonia	215	0,14%
San Juanero IV	Colonia	236	0,15%
Villa de Los Cencerros	Colonia	325	0,21%
Chiseg	Finca	5 495	3,60%
Concepción El Pilar I	Finca	3 039	1,99%
Concepción El Pilar II	Finca	1 889	1,24%
Los Quequexques	Finca	71	0,05%
Lo de Gómez	Finca	210	0,14%
Las Palmas	Finca	821	0,54%
Pasajab	Finca	128	0,08%
Buena Vista San José	Finca	151	0,10%
Santa Fe	Finca	2 076	1,36%
San Francisco Lo de Molina	Finca	165	0,11%
Lo de Lodon	Finca	168	0,11%
El Edén	Finca	1 140	0,75%
Estancia de la Virgen del Rosario	Finca	316	0,21%
San Miguel	Finca	26	0,02%
San José Lo de Ortega	Finca	617	0,40%
Población Total		152 583	100,00%

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, XI censo de población.

1.2. Características de infraestructura

La carretera que conduce de la capital de Guatemala hacia el municipio de San Juan Sacatepéquez, atravesando primero por el municipio de San Pedro ambos del departamento de Guatemala, es la ruta nacional 5 con una distancia aproximada de 32 kilómetros totalmente asfaltada. Las carreteras hacia las aldeas y caseríos son en su mayoría de terracería.

1.2.1. Servicios públicos

La cabecera del municipio de San Juan Sacatepéquez cuenta con todos los servicios básicos de agua potable, alumbrado público, drenajes, rastros, extracción de basura. Además cuenta varias escuelas, institutos, colegios, academias, puesto de salud, unidad asistencial, un templo católico, un templo en el calvario, servicios de bancos privados, cooperativa de ahorros y créditos, bomberos, un mercado, municipalidad, farmacias, gasolineras, transporte público, cementerio general, clínicas médicas, sanatorios, policía nacional civil y en el centro de la población un hermoso parque colonial con título de plaza Cataluña.

1.3. Características socioeconómicas

San Juan Sacatepéquez fue asentado en la región de Yampuc, en una hondonada conocida como Pajul. Fue fundado el 02 de julio de 1568 por el Fraile Dominic Fray Benito de Villacañas, quien fue el pionero en la evangelización de estos pueblos, siendo el primer cura doctrinero en radicarse en este lugar y empezar a construir el templo y ordenar el pueblo.

Después del tercer traslado de la capital a la nueva Guatemala de la Asunción, en 1821, para la elección de diputados constituyentes de las Provincias Unidas de Guatemala, el municipio de San Juan pertenecía al departamento de Sacatepéquez, hasta 1878, posteriormente paso a pertenecer, junto con San Raymundo, y San Pedro Sacatepéquez al departamento de Guatemala por su cercanía a la capital, pero el apellido podríamos decir de Sacatepéquez ya no se lo quitaron, por ello se explica que teniendo el nombre de Sacatepéquez no pertenecen al departamento de Sacatepéquez.

1.3.1. Actividad económica

Entre las industrias principales, la escala relativamente significativa es la producción de telas típicas y en algunos momentos el ladrillo, y últimamente la industrial de la tapicería y de la carpintería que se ha desarrollado grandemente, sobre todo en los últimos años.

Agricultura: a San Juan Sacatepéquez se le denomina “La tierra de las flores” por su alta producción de flores, fincas agrícolas, viveros de floricultura, producción de arveja china, tomate, ejote, chile pimiento, manzana California, membrillo, pera, durazno, jocote amarillo, legumbres, entre otros. Las cuales son vendidas en la cabecera municipal, ciudad capital, interior de la república, Centro América, Estados Unidos y Europa.

Tejidos: los tejidos son elaborados en su mayoría por la mujer adulta, elaborados en casa y por lo general se distribuyen en el mismo pueblo. Existen varios telares de estilo antiguo y telares pequeños manuales, los que utilizan en su mayoría las mujeres para elaborar las telas de sus trajes típicos, como güipiles, fajas, tapados, cargadores, gorros de niños y otros.

Transporte: actualmente se cuenta con aproximadamente 100 buses extra-urbanos, quienes prestan su servicio todos los días a partir de las 4:00 a.m. culminando la jornada con el ingreso de buses a las 10:00 p.m. Las aldeas cuentan con su propio transporte y horario, adecuado a las necesidades de cada comunidad.

Industria del mueble: es floreciente la industria del mueble en San Juan Sacatepéquez, en donde hay artesanos de muebles finos en madera y excelentes tapiceros que con su experiencia y trabajo cubren toda la ciudad capital, e incluso fabrican muebles para exportación.

Floricultura: es otra de las industrias más importantes en San Juan Sacatepéquez, porque se exportan flores hacia mercados de Estados Unidos, México, Europa y Asia.

Minería: minas de mármol, arena, piedra para la industria de la construcción.

Artesanías típicas: se fabrican utensilios de arcilla, pitas y lazos de maguey, la industria del maguey y del canasto es floreciente porque además se fabrican objetos de mimbre, caña, bambú y caña de castilla.

Turismo: para atender el turismo local así como a los visitantes nacionales y extranjeros, San Juan Sacatepéquez cuenta con paseos, balnearios, piscinas, entre otros. Las Ruinas de Mixco Viejo están en jurisdicción de San Martín Jilotepeque, pero el acceso más cercano es por San Juan Sacatepéquez. El nacimiento del río Motagua en la cuenca del límite entre San Juan Sacatepéquez, Baja Verapaz y El Quiché.

La economía de San Juan Sacatepéquez, además de su producción agrícola, floricultura, la industria del mueble, artesanía, producción de leche y crema, están basada en las remesas de dólares que reciben de familiares residentes en los Estados Unidos.

1.3.2. Idioma y religión

El idioma predominante es el castellano aunque la lengua materna es el kaqchiquel que cada día reduce su cantidad de hablantes. La mayoría de la población profesa la religión católica y evangélica.

1.3.3. Educación

En la mayor parte de las aldeas y caseríos, se cuenta con escuelas nacionales de educación primaria; la única aldea que tiene educación básica pública es la aldea Montúfar. En la cabecera municipal se encuentran concentradas las mayores oportunidades de educación con colegios de educación preprimaria, primaria, básico, diversificado, academias de mecanografía, academias de computación. Las escuelas nacionales trabajan en primaria masculina y femenina; secundaria mixta, diversificado solamente la escuela de ciencias comerciales, una biblioteca que administra la municipalidad y una escuela de música.

1.3.4. Organización de la comunidad

La organización política del municipio está dividida en aldeas, caseríos, fincas y algunos asentamientos. La administración de este municipio está a cargo de la municipalidad. La corporación municipal está integrada por un alcalde municipal, síndicos, empleados municipales y alcaldes auxiliares nombrados por el alcalde municipal.

Cada comunidad cuenta con un Comité Comunitario de Desarrollo (COCODE), que es el encargado de representarla ante la municipalidad.

1.3.5. Condiciones sanitarias

En el área urbana, todas las viviendas cuentan con servicio de agua potable, y de drenaje sanitario; en su mayoría, poseen servicios sanitarios lavables. En el área rural, algunas viviendas cuentan con servicio de agua potable domiciliar, mientras que otras tienen servicio de llena cántaros. Una minoría recolecta agua de nacimientos y quebradas; no todas las viviendas poseen servicios sanitarios lavables. Muchas tienen letrinas (pozos ciegos) y en muchos de los casos no se cuenta con ninguno de estos servicios y se producen las descargas a cielo abierto. Finalmente el agua sucia no tratada llega a los ríos en donde entra en contacto directo con niños y adultos que se surten de ella para bañarse, lavar, regar plantas comestibles y su consumo personal.

1.4. Identificación de necesidades

En general el municipio de San Juan Sacatepéquez tiene una gran necesidad, en cuanto a proyectos de infraestructura y de servicios básicos se refiere. Ya que la mayoría de sus aldeas y principalmente los caseríos tienen un nivel de vida precario, debido a que no cuentan con todos los servicios básicos necesarios, entre los más importantes podemos mencionar: agua potable, electricidad, drenajes, transporte, etc. Tampoco cuentan con edificios adecuados para que puedan servir como centros de salud o escuelas.

1.4.1. Priorización de necesidades

Con base en la investigación monográfica y al diagnóstico sobre las necesidades del municipio de San Juan Sacatepéquez; permitió priorizar dos aspectos sobresalientes, los cuales se describen a continuación:

1.4.1.1. Necesidad de sistemas para la evacuación de aguas residuales para el caserío Cruz Verde, aldea Sajcavilla y para el caserío Ajvix, aldea Cerro Alto

Por la falta de un plan de educación sanitaria, se presenta en estas comunidades, problemas causados por los desechos humanos que sin un tratamiento apropiado, representan un peligro de infección parasítica (mediante el contacto directo con la materia fecal), hepatitis y varias enfermedades gastrointestinales, incluyendo el cólera y tifoidea (mediante la contaminación de la fuente de agua y la comida).

Es por esta razón que se debe analizar los beneficios para la salud humana y la disminución en el porcentaje de contaminación de las potenciales fuentes públicas de agua potable. Con la implementación de un adecuado sistema de recolección y transporte de las aguas residuales.

Aún cuando las aguas servidas son recolectadas pero no tratadas correctamente antes de su eliminación o reutilización, existen los mismos peligros para la salud pública en el punto de descarga para otras comunidades aguas abajo. Por esta razón un buen sistema de recolección de aguas residuales es obsoleto si no se plantea la necesidad de tratarla antes de descargarla al cuerpo receptor.

1.4.1.2. Necesidad de un establecimiento educativo para el caserío Pacajay, aldea Cruz Blanca

La base del desarrollo económico, social y cultural de cualquier comunidad, es la educación. Las personas que no tienen acceso a educación tienen limitadas las posibilidades de desarrollarse y mejorar su calidad de vida.

Es por esta razón que es necesario proporcionar los conocimientos básicos y mejor aún, una preparación profesional para que la juventud tenga mejores oportunidades de vida. Lo que conlleva a tener infraestructura adecuada para desempeñar el proceso de enseñanza – aprendizaje y de ambientes de recreación para que los estudiantes tengan una armonía y el deseo de estudiar.

2. DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO CRUZ VERDE, ALDEA SAJCAVILLA Y PARA EL CASERÍO AJVIX, ALDEA CERRO ALTO

2.1. Descripción del proyecto

Se diseñó y planificó los sistemas de alcantarillado sanitario con base en las normas generales del (INFOM) para los caseríos Cruz Verde y Ajvix del municipio de San Juan Sacatepéquez. La descripción general de cada uno se desarrollará a continuación.

2.1.1. Caserío Cruz Verde, aldea Sajcavilla

El proyecto consiste en el diseño y la planificación del sistema de alcantarillado sanitario (red principal de colectores, pozos de visita y conexiones domiciliarias) para el caserío Cruz Verde. Este es un proyecto de mucha importancia para la comunidad ya que no se cuenta con este servicio.

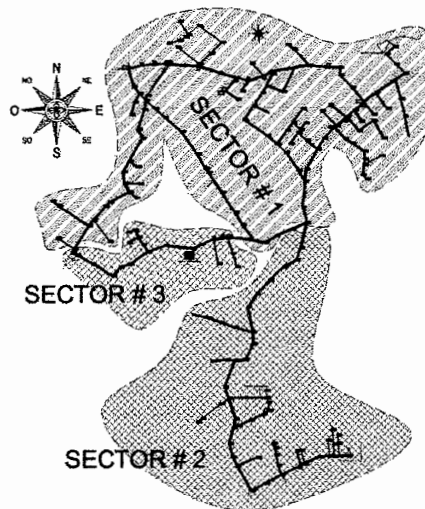
El sistema de alcantarillado sanitario es un sistema de recolección diseñado para llevar exclusivamente aguas de origen doméstica, comercial e industrial. Pero además se contemplan aportes mínimos de tipo pluvial debido a las conexiones ilícitas hechas al sistema, y aportes de infiltración a través de la longitud de la tubería por la presencia de infiltración del suelo a la tubería especialmente en las juntas de éstas.

El proyecto actualmente beneficiará a 653 familias. Tiene una longitud topográfica de 8,95 kilómetros, que se dividirán en tres sectores, cada uno de los sectores contará con su propia planta de tratamiento.

Los sectores se dividen de la siguiente manera:

- Sector 1, fase 1: este sector se considera el principal debido a que en este se ubican la escuela primaria y las iglesias de la comunidad. La longitud es de 2,83 kilómetros, y se beneficiaran 227 familias.
- Sector 1, fase 2: en este sector es el que se concentra la mayor cantidad de beneficiarios. La longitud es de 3,19 kilómetros, y se beneficiaran 294 familias.
- Sector 2: este sector tiene una longitud de 2,2 kilómetros, y se beneficiaran 85 familias.
- Sector 3: este sector es el más pequeño debido a que por la topografía del terreno no fue posible conectarlo a un sector más grande. La longitud es de 0,73 kilómetros, y se beneficiaran 47 familias.

Figura 2. **Distribución de sectores, alcantarillado sanitario caserío Cruz Verde**



Fuente: elaboración propia.

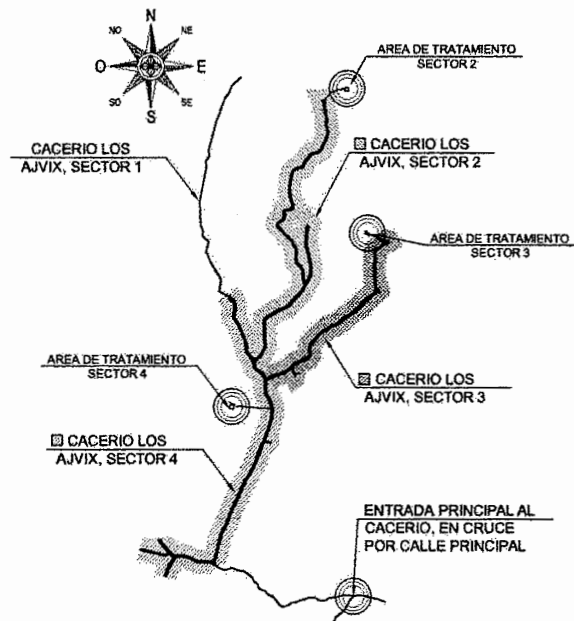
2.1.2. **Caserío Ajvix, aldea Cerro Alto**

Este proyecto involucra un total de 5 kilómetros de diseño de tubería para la recolección y evacuación de las aguas servidas. El caserío por el momento cuenta con los servicios básicos de agua potable y luz eléctrica, sus calles son todavía de terracería. El proyecto esta dividido en cuatro sectores de los cuales únicamente los sectores 2, 3 y 4 se beneficiaron.

Debido a que la topografía es pronunciada, se decidió dividir el sistema en tres ramales principales, que casualmente concuerdan con la misma distribución de los sectores. Por lo que se obtuvo un ramal principal para cada sector, así mismo un área para el tratamiento de las aguas servidas que luego se verterán al cuerpo receptor del proyecto.

La tubería utilizada es de PVC y tendrá un diámetro mínimo de 6 pulgadas, la cual debe cumplir con las normas ASTM D3034. Debido a que siempre se conducía el caudal a favor de la pendiente, nunca hubo necesidad de utilizar tubería con diámetro superior al de 6 pulgadas, lo que benefició al proyecto con una considerable disminución de costos por concepto de tubería y excavación.

Figura 3. **Distribución de sectores, alcantarillado sanitario caserío Ajvix**



Fuente: elaboración propia.

2.2. Estudios de topografía

Todo levantamiento topográfico debe tomar en cuenta el área edificada y la de desarrollo futuro, incluyendo la localización exacta de calles y todas aquellas estructuras naturales y artificiales que guarden relación con el problema a resolver e influyan en el diseño. Tanto el levantamiento topográfico de la comunidad como en los correspondientes a las líneas de descarga, se tendrán en cuenta las quebradas, zanjas, cursos de agua, elevaciones y depresiones. Para cumplir con lo anterior se realizó un levantamiento topográfico de primer orden que conlleva dos actividades de campo: planimetría y altimetría.

2.2.1. Planimetría

La planimetría es la parte de la topografía que estudia el conjunto de métodos y procedimientos que tienden a conseguir la representación a escala de todos los detalles del terreno sobre una superficie plana, prescindiendo de su relieve y se representa en una proyección horizontal. El método que se utilizó en los proyectos es el de conservación de azimut y radiaciones por medio de un teodolito digital, para generar una poligonal abierta y detallar la forma de las calles.

2.2.2. Altimetría

La altimetría es la parte de la topografía que estudia el conjunto de métodos y procedimientos para determinar y representar la altura o cota de cada punto respecto a un plano de referencia. Por medio de la altimetría se logra representar el relieve del terreno o eje de la poligonal abierta. El método que se utilizó para representar las cotas de los proyectos es la nivelación geométrica o diferencial por medio de nivel de precisión.

Es muy importante tomar elevaciones:

- En todos los cruces de calles.
- A distancia no mayor de 20,00 metros.
- De todos los puntos en que haya cambio de pendiente del terreno.
- De todos los lechos de quebradas, puntos salientes del terreno y depresiones.
- De las alturas máximas y mínimas del agua en el caudal o cuerpo de agua en el que se proyecte efectuar la descarga.

2.3. Parámetros de diseño

Los sistemas de alcantarillado consisten en una serie de tuberías y estructuras complementarias, necesarias para recibir y evacuar las aguas residuales y la escorrentía superficial producida por la lluvia. Los sistemas de alcantarillado se clasifican según el tipo de agua que conduzcan:

- Alcantarillado sanitario: es el sistema de recolección diseñado para llevar exclusivamente aguas residuales domésticas, comerciales e industriales.
- Alcantarillado pluvial: es el sistema de evacuación de la escorrentía superficial producida por la lluvia.
- Alcantarillado combinado: es un alcantarillado que conduce simultáneamente las aguas residuales y las aguas de lluvia.

2.3.1. Sistema a utilizar

El tipo de alcantarillado que se ha de usar depende de las características de tamaño, topografía y condiciones económicas del proyecto. En general en poblaciones que no cuenten con ningún sistema de alcantarillado, se proyectarán sistemas de alcantarillado del cual están excluidos los caudales de agua de lluvia provenientes de calles, techos y otras superficies. Es por ello que se opta por utilizar un sistema solo para aguas residuales.

2.3.2. Selección de ruta

El trazo de la red del alcantarillado sanitario consiste en determinar la ruta que seguirán las aguas residuales, de tal manera que el conjunto de colectores logren trabajar como un sistema de flujo libre (sección parcialmente llena) por gravedad. A continuación se consideran algunos aspectos de importancia en el trazo de la red:

- Iniciar el recorrido de los puntos que tengan las cotas más altas y dirigir el flujo hacia las cotas más bajas.
- Para el diseño, se debe seguir la pendiente del terreno, con esto se evitará una excavación profunda y disminuir así costos de excavación.
- Evitar dirigir el agua en contra de la pendiente del terreno.
- Acumular los caudales mayores en tramos en los cuales la pendiente del terreno es pequeña y evitar de esta manera que a la tubería se le dé otra pendiente ya que se tendría que colocar la tubería más profunda.

El trazo de la ruta de cada proyecto se hizo en el centro de todas las calles y con estaciones no mayores a 100 metros.

2.3.3. Desfogue o punto de descarga

Se define el concepto descarga (o cuerpo receptor), a cualquier masa de agua natural o de suelo que recibe la descarga del afluente final. La ubicación del lugar destinado a la descarga del sistema de alcantarillado sanitario será en un terreno de gran extensión, sin ningún uso actual ubicado en la zona baja de la comunidad, de tal manera que no dañe ningún tipo de abastecimiento de agua utilizado por los habitantes, por medio de las redes de flujo subterránea (pozos artesanales).

2.3.4. Período de diseño

El período de diseño de un sistema de alcantarillado, es el tiempo durante el cual el sistema dará un servicio con una eficiencia aceptable, se puede proyectar un período de 30 a 40 años (INFOM), a partir de la fecha de su construcción. En general el período de diseño es un criterio que adopta el diseñador según sea la conveniencia del proyecto y se debe dejar un margen de 2 años adicionales por motivos de gestión para obtener el financiamiento y el tiempo que lleve su construcción.

Los sistemas de alcantarillado sanitario se proyectaran a 30 años más los 2 años de gestión y construcción, con lo que se obtiene un período de diseño de 32 años.

2.3.5. Dotación

La dotación está relacionada íntimamente con la demanda que necesita una población específica, para satisfacer sus necesidades primarias. Esto significa que dotación, es la cantidad de agua que necesita un habitante en un día, para satisfacer sus demandas biológicas. Es por esta razón que la dimensional de la dotación viene dada en litros por habitante por día.

La dotación está en función de la categoría de la población que será servida, y varía de 50 a 300 litros por habitante por día. Para las comunidades en estudio se estimó una dotación de 120 litros por habitante por día para el área rural.

2.3.6. Población futura

El diseño de una red de alcantarillado sanitario, se debe adecuar a un funcionamiento eficaz, durante un período de diseño, realizando una proyección de la población futura que determina el aporte de caudales al sistema al final del período de diseño. Para estimar la población futura se puede hacer uso de alguno de los siguientes métodos:

- Incremento aritmético: este método asume que la tasa de crecimiento es constante, o sea que la población varía linealmente con el tiempo, definiéndose este método a través de una línea recta.
- Incremento geométrico: este método se representa gráficamente por una curva de interés compuesto, se asume que la población crece a una misma tasa promedio en cada unidad de tiempo; es aplicable a períodos largos lo que desde el punto de vista demográfico se identifica más con el comportamiento real de la población.

- Incremento exponencial: este método aplica una curva de tipo exponencial, donde se asume una tasa de crecimiento que se aplica a la población en cada infinitésimo de tiempo.

Para calcular la cantidad de habitantes que se beneficiarán al final del periodo de diseño, se aplicó el método del incremento geométrico, por ser el método que más se adapta al crecimiento real de la población en el medio, que hace uso de la siguiente fórmula:

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

Donde:

P_f = Población futura

P_o = Población inicial

r = Tasa de crecimiento

n = Período de diseño

2.3.6.1. Tasa de crecimiento

Debido a la falta de información oficial, se tomará el siguiente criterio para calcular un valor pertinente para la tasa de crecimiento poblacional a utilizar en ambos proyectos:

Se utilizarán los datos de los censos de población proporcionados por el INE, para el municipio de San Juan Sacatepéquez. Despejando la fórmula para el incremento geométrico de la población se podrá obtener la tasa de crecimiento como sigue:

$$P_f = P_o * (1 + r)^n \leftrightarrow r = \sqrt[n]{\frac{P_f}{P_o}} - 1$$

Los datos de población del INE desde 1950 al 2002, se muestran en la siguiente tabla:

Tabla II. Censos de población del (INE)

Año	Población
1950	28 380
1964	35 594
1973	43 116
1981	49 848
1994	88 766
2002	152 583

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Censos de Población.

Recordando que se proyectó un período de diseño de 32 años, se necesita saber la tasa de crecimiento con un intervalo de tiempo similar. Tomando los años de 1950 a 1981 se obtiene un intervalo de tiempo de 31 años, y de 1973 a 2002 se obtiene 29 años. Con el promedio de las tasas de crecimiento de ambos grupos, se pudo obtener una tasa de crecimiento específica bastante acertada para el municipio de San Juan Sacatepéquez. Los valores obtenidos se presentan en la siguiente tabla.

Tabla III. Promedio de tasas de crecimiento

Intervalo de tiempo (años)	Tasa de crecimiento (%)	Promedio de tasas de crecimiento (%)
1 950 a 1 981	1,83	3,14
1 973 a 2 002	4,45	

Fuente: elaboración propia.

Por lo anterior, se decide que la tasa de crecimiento poblacional a usar será: $r = 3,14$ por ciento.

2.3.7. Factor de retorno

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

Con base en lo anterior, se estima que del total de agua que se consume dentro de las viviendas, aproximadamente un 70 al 90 por ciento se descarga al drenaje, lo cual constituye el caudal domiciliar.

Debido a las actividades de los habitantes y al uso del que le dan al agua, se utilizó un factor de retorno del 85 por ciento.

2.3.8. Factor de flujo instantáneo o de Harmond

El factor de flujo instantáneo o factor de Harmond, es un factor de seguridad que depende del número de habitantes a servir. El valor del factor de flujo instantáneo no es constante en todo el alcantarillado sanitario ya que este depende de la población acumulada de cada tramo del sistema.

Este factor actúa principalmente en las horas de máximo aporte al sistema de alcantarillado sanitario. La expresión matemática para calcularlo es la siguiente:

$$F_{\text{flujo}} = \frac{18 + \sqrt{P}}{4 + \sqrt{P}} \leftrightarrow F_{\text{flujo}} = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}}$$

Donde:

F_{flujo} = Factor de flujo instantáneo o factor de Harmond

P = Población en miles de habitantes

Según el CIG, sección 2.6.3, el factor de flujo debe mantenerse dentro del siguiente rango:

$$1,5 \leq F_{\text{flujo}} \leq 5$$

2.3.9. Caudal sanitario

Previo al diseño hidráulico del sistema de alcantarillado sanitario, es necesario determinar los distintos caudales que circularan a través de los colectores. A partir de este punto se enfocarán los cálculos por motivos de ilustrar el procedimiento de cálculo de un sistema de alcantarillado sanitario, en el sector 3 de caserío Cruz Verde. La memoria de cálculo completa de este sector y del sector 2 del caserío Pacajay se ilustran en el apéndice A.

2.3.9.1. Caudal domiciliar

Es la cantidad de agua que se desecha de las viviendas por consumo interno hacia el colector principal, estando relacionada directamente con el suministro de agua potable en cada hogar. Se calcula utilizando el factor de retorno que ya se mencionó, como sigue:

$$Q_{\text{dom}} = \frac{N_{\text{Hab}} * \text{Dot} * \text{FR}}{86\ 400}$$

Donde:

Q_{dom} = Caudal domiciliar

N_{Hab} = Número de habitantes

Dot = Dotación [litros por habitante por día]

FR = Factor de retorno

Basándose en una encuesta realizada para el caserío Cruz Verde, la población actual es de 5 432 habitantes. Recordando que se asumió una dotación para el área rural de 120 litros por habitante por día y un factor de retorno del 85 por ciento, se procede a determinar el caudal domiciliar como sigue:

$$Q_{\text{dom}} = \frac{5\ 432 * 120 * 0,85}{86\ 400} = 6,41 \text{ l/s}$$

2.3.9.2. Caudal de infiltración

Es el caudal que se infiltra en el drenaje, el cual depende de las profundidades del nivel freático del agua, del tipo de tubería utilizada, de la permeabilidad del terreno, el tipo de junta, de la calidad de mano de obra utilizada y de la supervisión técnica de la construcción.

El cálculo del caudal de infiltración se mide de la siguiente forma: litros diarios por hectáreas o litros diarios por kilómetros de tubería instalada, incluso la longitud de las conexiones domiciliarias.

$$Q_{inf} = \frac{F_i * L_T}{86\ 400}$$

Donde:

Q_{inf} = Caudal de infiltración

F_i = Factor de infiltración (15 000 – 18 000) [l/km/día]

L_T = Longitud de la tubería [km]

Tomando en cuenta que el diseño se utilizará tubería de PVC norma ASTM D-3034, que por ser un material impermeable no tendría que presentarse infiltración de agua, se considerara un pequeño porcentaje del caudal de infiltración a causa de la unión entre tuberías, tomando un 5 por ciento del caudal domiciliar.

2.3.9.3. Caudal por conexiones ilícitas

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

$$Q_{ci} = \frac{C * I * A}{360}$$

Donde:

Q_{ci} = Caudal por conexiones ilícitas [m^3/s]

C = Coeficiente de escorrentía

I = Intensidad de lluvia [mm/hora]

A = Área que es factible conectar ilícitamente [1 Ha = 10 000 m^2]

Claro está que para un área con una variedad extensa de coeficientes de escorrentía, debido a que las calles no están pavimentadas y que la mayoría de casas tiene poca área techada con patios de tierra, será muy difícil determinar que coeficiente se utilizará en cada tramo. Es por eso que existe el método dado por el INFOM, el cual especifica que se tomará el 10 por ciento del caudal domiciliar por concepto de aguas de lluvia que se conecten por error al sistema, sin embargo en áreas donde no hay drenaje pluvial se podrá utilizar un valor más alto que podría ser hasta un 30 por ciento.

2.3.9.4. Caudal comercial o industrial

Como su nombre indica, es el agua de los desechos de las edificaciones comerciales e industriales. La dotación comercial varía entre 600 y 3000 litros por comercio por día, dependiendo el tipo de comercio o industria.

$$Q_{com} = \frac{Dot * No_{com}}{86\ 400}$$

Donde:

Q_{com} = Caudal comercial

Dot = Dotación comercial [l/com/día]

No_{com} = Número de comercios

Debido a que en las comunidades no existe actualmente ningún tipo de comercio o industria, ni se tiene pensado que en el futuro se pudieran presentar por ser un área rural, no se tomará en cuenta.

2.3.9.5. Caudal medio

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

$$Q_{med} = Q_{dom} + Q_{com} + Q_{inf} + Q_{ci}$$

Con los cálculos anteriores se obtiene el caudal medio como sigue:

$$Q_{med} = 6,413 + (0,05 * 6,413) + (0,30 * 6,413) = 8,978 \text{ l/s}$$

2.3.9.6. Factor de caudal medio

Es el factor relacionado con la aportación media de agua (caudal medio) por persona, se debe mantener en un rango mínimo de 0,002 y un máximo de 0,005. Se puede determinar con la siguiente relación del Q_{med} y el número de habitantes de la comunidad.

$$fqm = \frac{Q_{med}}{No_{Hab}} \leftrightarrow 0,002 \leq fqm \leq 0,005$$

Donde:

Q_{med} = Caudal medio

f_{qm} = Factor de caudal medio

No_{Hab} = Número de habitantes

Teniendo un factor de caudal medio para el caserío Cruz Verde de:

$$f_{qm} = \frac{Q_{med}}{No_{Hab}} = \frac{8,978}{5\,432} = 0,00165 \leftrightarrow \text{usar mín} = 0,002$$

2.3.10. Caudal de diseño

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

Debe calcularse para cada tramo del sistema, de acuerdo a la siguiente fórmula y no debe tomarse menor que 0,40 litros por segundo.

$$q_d = f_{qm} * F_{fluj} * No_{Hab}$$

Donde:

q_d = Caudal de diseño [l/s]

f_{qm} = Factor de caudal medio

F_{fluj} = Factor de flujo

No_{Hab} = Número de habitantes

2.4. Criterios de diseño

Para el diseño de la red de alcantarillado sanitario, se utilizarán fórmulas que son utilizadas generalmente en el campo de la ingeniería, utilizando también los factores necesarios para garantizar un perfecto funcionamiento.

2.4.1. Velocidades máximas y mínimas

La velocidad de flujo está determinada por la pendiente, tipo y diámetro de la tubería que se utilice, y tiene que estar comprendida dentro del siguiente rango para evitar problemas de sedimentación y desgaste por abrasión.

$$0,60 \text{ m/s} \leq v_{\text{diseño}} \leq 3,00 \text{ m/s}$$

2.4.2. Pendientes

Se recomienda que la pendiente utilizada en el diseño sea la pendiente que tenga el terreno natural, de esta forma se evitará el sobre costo por excesiva excavación, siempre y cuando cumpla con las relaciones hidráulicas y las velocidades permisibles. La forma de determinar la pendiente natural del terreno es la siguiente:

$$S_t = \left(\frac{C_o - C_f}{dH} \right) * 100$$

Donde:

S_t = Pendiente del terreno

C_o = Cota inicial del terreno

C_f = Cota final del terreno

dH = Distancia horizontal entre la cota inicial y la cota final.

2.4.3. Cotas invert

Se denomina cota invert, a la distancia existente entre el nivel de la rasante del suelo y el nivel inferior interno de la tubería, debe verificarse que la cota invert sea al menos igual a la que asegure el recubrimiento mínimo necesario de la tubería. Para calcularlas, se toma como base la pendiente del terreno y la distancia entre pozos, como criterio deben seguirse las siguientes reglas para el cálculo de las cota invert de salida en tramos continuos:

- Caso 1: cuando llega una tubería y sale otra de igual diámetro, la cota invert de salida (CIS) será como mínimo 0,03 metros por debajo de la cota invert de entrada (CIE).
- Caso 2: cuando llega una tubería y sale otra de distinto diámetro, la diferencia entre cotas invert será, como mínimo, a la diferencia de los diámetros por debajo de la CIE.
- Caso 3: cuando llega más de una tubería y sale solo una, y todas son de igual diámetro, la diferencia entre cotas invert será, como mínimo, 0,03 metros por debajo de la CIE más baja.
- Caso 4: cuando llega más de una tubería, y sale una sola, y son de distintos diámetros, la diferencia entre cotas invert será, como mínimo, a la diferencia de los diámetros por debajo de CIE más baja, para la situación más crítica que resulte de haber comparado cada diámetro de tubería de entrada con el de salida.

Las cotas invert de los puntos de entrada y salida de la tubería del alcantarillado, deben calcularse de la siguiente manera:

Cota invert de salida

Para los tramos iniciales en la red, se obtiene restando la cota del terreno menos la altura del pozo.

$$CIS = C_t - H_{\min}$$

Para los tramos continuos se obtiene al restarle a la cota invert de entrada del tramo anterior, la condición específica que se presente, de acuerdo a los cuatro casos anteriores.

$$CIS = CIE_{\text{ant}} - \text{condición}$$

Cota invert de entrada

Es la cota final del tramo en diseño, se obtiene con la siguiente expresión:

$$CIE = CIS - \left(\frac{S_{\text{tub}} * dH_p}{100} \right)$$

Donde:

CIS = Cota invert de salida

CIE = Cota invert de entrada

C_t = Cota del terreno

H_{\min} = Altura mínima de pozo

S_{tub} = Pendiente de la tubería

dH_p = Distancia horizontal entre pozos

2.4.4. Diámetro de tuberías

Según el Instituto de Fomento Municipal (INFOM), el diámetro mínimo a utilizar en los alcantarillados sanitarios será de 8 pulgadas para tubos de concreto o de 6 pulgadas para tubería de PVC. Aun cuando el cálculo hidráulico dé como resultado un diámetro menor a éstos.

2.4.5. Profundidades de las tuberías

La profundidad mínima del coronamiento de la tubería con respecto a la superficie del terreno será de 1,20 metros.

Cuando la altura del coronamiento de la tubería principal resulte a una profundidad mayor de 3,00 metros bajo la superficie del terreno, se diseñará una tubería auxiliar sobre la principal para recibir las conexiones domiciliarias del tramo correspondiente.

2.4.6. Coeficientes de rugosidad

La rugosidad es un valor que se determina en forma experimental, además es adimensional, expresa que tan lisa es la superficie de la tubería interna. Manejando parámetros de rugosidad para diferentes materiales y diámetros, ya estipulados por instituciones que regula la construcción de alcantarillados sanitarios y entre ellos podemos mencionar:

2.5. Obras complementarias

Por obras complementarias se describen los elementos básicos que constituyen la red de alcantarillado para que el proyecto funcione adecuadamente, los cuales se describen a continuación:

2.5.1. Conexiones domiciliarias

Éstas tienen la finalidad de descargar las aguas provenientes de las casas o edificios y llevarlas al colector principal. Ordinariamente al construir un sistema de alcantarillado es costumbre establecer y dejar previsto una conexión en Y o en T en cada lote edificado, o en cada lugar donde haya que conectar un drenaje doméstico.

2.5.2. Cajas de registro o candela domiciliar

La conexión 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; éstos deben estar impermeabilizados por dentro y tener una tapadera para realizar inspecciones. El fondo tiene que ser fundido de concreto, dejando la respectiva pendiente para que las aguas fluyan por la tubería secundaria y pueda llevarla al sistema de alcantarillado central. La altura mínima de la candela será de un metro.

2.5.3. Tuberías secundarias

La conexión de la candela domiciliar con la tubería central se hará por medio de la tubería secundaria, la cual tiene un diámetro mínimo de 6 pulgadas en tubería de concreto y de 4 pulgadas en tubería de PVC, debe tener una pendiente mínima de 2 por ciento, a efecto de evacuar adecuadamente los desechos.

La conexión con el colector principal se hará en el medio diámetro superior y a un ángulo de 45 grados aguas abajo. Al realizar el diseño del alcantarillado deben considerarse las alturas en las cuales se encuentran las casas con relación a la tubería principal y con esto no profundizar demasiado la conexión domiciliar, aunque en algunos casos esto resulta imposible por la topografía del terreno, debiendo considerar otras formas de realizar dicha conexión.

2.5.4. Pozos de visita

Los pozos de visita o cámaras de inspección son estructuras cilíndricas cuya unión a la superficie se hace en forma tronco-cónica.

El diámetro del cilindro es generalmente de 1,20 metros y en la superficie tiene una tapadera de diámetro igual a 0,60 metros. Adicionalmente en la base del cilindro se localiza la cañuela, la cual es la encargada de hacer la transición entre un colector y otro, la cual será construida de concreto de 210 kilogramos sobre centímetros cuadrado. La tapadera tiene como fin permitir la realización de las labores de limpieza y mantenimiento general de las tuberías, así como proveer al sistema de una adecuada ventilación, para lo cual tiene varios orificios.

Tabla IV. Factores de rugosidad para diferentes materiales

Material	Factor de rugosidad
Superficie de mortero de cemento	0,011 - 0,030
Mampostería	0,017 - 0,030
Tubo de concreto Diámetro menor de 24"	0,011 - 0,016
Tubo de concreto Diámetro mayor de 24"	0,013 - 0,018
Tubo de asbesto cemento	0,009 - 0,011
Tubería de PVC	0,006 - 0,011

Fuente: elaboración propia.

2.4.7. Tirante de flujo

La altura del tirante del flujo, deberá ser mayor que el 10 por ciento del diámetro de la tubería y menor que el 75 por ciento; estos parámetros aseguran el funcionamiento del sistema como un canal abierto y la funcionalidad en el arrastre de los sedimentos. El tirante máximo del flujo a transportar, lo da la relación de tirantes d/D , en donde "d" es la altura del flujo y "D" es el diámetro interior de la tubería.

2.4.8. Relaciones hidráulicas

Los colectores de cualquier tipo de alcantarillado se diseñan para trabajar a flujo libre por gravedad. Tradicionalmente se diseña bajo condiciones de flujo uniforme, tomando como base de cálculo la ecuación de Manning para canales abiertos y cerrados a sección llena, sin importar cuál sea su geometría:

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

Para conductos circulares la ecuación de Manning para obtener la velocidad a sección llena se transforma de la siguiente manera:

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

Donde:

V = Velocidad a sección llena [m/s]

n = Coeficiente de rugosidad de Manning

D = Diámetro [plg]

S = Pendiente de la tubería [%]

Por lo tanto según la ecuación de continuidad el caudal a sección llena dentro del colector quedará determinado de la siguiente manera:

$$Q = V * A$$

Donde:

Q = Caudal a sección llena del colector [m³/s]

A = Área de la sección transversal del colector [m²]

V = Velocidad a sección llena [m/s]

Para realizar el cálculo de los colectores de manera que trabajen a sección parcialmente llena y poder agilizar de alguna manera los resultados de velocidad y caudal se relacionan los términos de la sección totalmente llena con los de la sección parcialmente llena. Por medio de las tablas de relaciones hidráulicas que se presentan en la siguiente tabla.

Tabla V. **Criterios de colocación de pozos**

Condición	Criterio
Toda intercepción de colectores	
Comienzo de cada tramo	
Todo cambio de sección o diámetro de los colectores	
Todo cambio de dirección o de pendiente	
Distancias no mayores de 100 metros	Al usar diámetros hasta de 24 pulgadas
Distancias no mayores de 300 metros	Al usar diámetros mayores de 24 pulgadas

Fuente: elaboración propia.

El cilindro y la reducción tronco-cónica serán construidos en mampostería con ladrillos tayuyos de 6,50 * 11,00 * 23,00 centímetros y su colocación será en posición de punta. En el fondo se hará una losa de concreto.

Las caídas en los pozos de visita (disipadores de energía) son necesarias cuando la diferencia entre cotas invert de entrada y salida sea superior a 0,75 metros.

2.6. Ejemplo del proceso de diseño hidráulico del alcantarillado sanitario

Actualmente existen 776 viviendas y se consideró que el promedio de habitantes por vivienda es de 7. El diseño hidráulico para el sistema de alcantarillado sanitario estará regido por los siguientes parámetros:

Tabla VI. **Parámetros de diseño**

Parámetros	Valor	Unidades
Densidad de población	7	[Hab/Viv]
Tasa de crecimiento poblacional	3,14	[%]
Período de diseño	32	[años]
Diámetro mínimo	6	[plg]
Factor de flujo	$1,5 \leq F_{\text{flujo}} \leq 5$	-
Caudal de diseño mínimo	0,40	[l/s]
Relación de tirantes hidráulicos	$0,10 \leq d/D \leq 0,75$	-
Rugosidad de Manning	0,010	-
Velocidad de diseño mínima	0,60	[m/s]
Velocidad de diseño máxima	3,00	[m/s]
Profundidad mínima de pozo	1,40	[m]
Diámetro mínimo de pozo	1,20	[m]

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. **Datos de entrada para tramo inicial de PV-0 a PV-1**

De PV-0	$C_o = 1\ 000,00\ \text{m}$
A PV-1	$C_r = 1\ 000,09\ \text{m}$
Dist. a ejes de PV	$dH = 17,89\ \text{m}$
Viviendas locales	1 Viv
Viviendas acumuladas	0 Viv

Fuente: elaboración propia.

- Pendiente del terreno:

$$S_t = \left(\frac{C_o - C_f}{dH} \right) * 100 \therefore \begin{array}{l} C_o = 1\,000,00 \text{ m (cota inicial del terreno)} \\ C_f = 1\,000,09 \text{ m (cota final del terreno)} \\ dH = 17,89 \text{ m (distancia horizontal entre } C_o \text{ y } C_f) \end{array}$$

$$S_t = \left(\frac{1\,000,00 - 1\,000,09}{17,89} \right) * 100 = -0,53\%$$

- Viviendas actuales

Locales = 1 Viv

Acumuladas = anteriores + locales = 0 + 1 = 1 Viv

- Habitantes

Actuales \leftrightarrow P_o = densidad de población * viviendas actuales

$$P_o = 7 * 1 = 7 \text{ Hab}$$

Futuros \leftrightarrow $P_f = P_o * (1 + r)^n \therefore \begin{array}{l} r = 3,14 \text{ (tasa de crecimiento)} \\ n = 32 \text{ (periodo de dise\~{n}o)} \end{array}$

$$P_f = 7 * (1 + 0,0314)^{32} = 19 \text{ Hab}$$

- Factor de flujo instantáneo o de Harmond

$$F_{\text{flujo Actual}} = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\frac{P_o}{1000}}} = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\frac{7}{1000}}} = 4,43$$

$$F_{\text{flujo Futuro}} = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\frac{P_f}{1000}}} = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\frac{19}{1000}}} = 4,38$$

si cumple $1,5 \leq f_{\text{flujo}} \leq 5 \leftrightarrow \text{ok}$

- Caudal de diseño

$$q_d \text{ Actual} = f_{qm} * F_{\text{flujo}} * P_o \therefore \begin{array}{l} f_{qm} = 0,002 \text{ (factor de caudal medio)} \\ F_{\text{flujo}} = 4,43 \text{ (factor de flujo actual)} \\ P_o = 7 \text{ Hab (población actual)} \end{array}$$

$$q_d \text{ Actual} = 0,002 * 4,43 * 7 = 0,062 \leftrightarrow \text{usar mín} = 0,40 \text{ l/s}$$

$$q_d \text{ Futuro} = f_{qm} * F_{\text{flujo}} * P_f \therefore \begin{array}{l} f_{qm} = 0,002 \text{ (factor de caudal medio)} \\ F_{\text{flujo}} = 4,38 \text{ (factor de flujo futuro)} \\ P_f = 19 \text{ Hab (población futura)} \end{array}$$

$$q_d \text{ Futuro} = 0,002 * 4,38 * 19 = 0,167 \leftrightarrow \text{usar mín} = 0,40 \text{ l/s}$$

- Valores hidráulicos a sección llena

Mediante la realización de un método de tanteos se propone una pendiente de 2,20 por ciento y un diámetro mínimo de 6 pulgadas, que posteriormente deben ser chequeados para que cumplan los rangos de velocidad y tirantes de diseño.

- Velocidad

$$V = \frac{0,03429}{n} * D^{2/3} * S^{1/2} \therefore D = 6 \text{ plg (diámetro de tubería propuesto)}$$

n = 0,010 (coeficiente de rugosidad, tubería PVC)
S = 2,20% (pendiente de tubería propuesto)

$$V = \frac{0,03429}{0,010} * 6^{2/3} * 0,022^{1/2} = 1,68 \text{ m/s}$$

- Caudal

V = 1,68 m/s (velocidad a sección llena)

$$Q = V * A = V * 5,067 \times 10^{-4} * D^2 \therefore 5,067 \times 10^{-4} = \text{factor que convierte D de plg a m}$$

D = 6 plg (diámetro de tubería propuesto)

$$Q = 1,68 * 5,067 \times 10^{-4} * 6^2 = 0,0306 \text{ m}^3/\text{s} = 30,63 \text{ l/s}$$

- Relaciones hidráulicas

$$\text{Actual} = \frac{q_{d, \text{Actual}}}{Q} = \frac{0,40}{30,63} = 0,013$$

$$\text{Futuro} = \frac{q_{d, \text{Futuro}}}{Q} = \frac{0,40}{30,63} = 0,013$$

Interpolando los datos anteriores en los valores de la tabla V, de relaciones hidráulicas, se obtiene que:

$$\begin{array}{l}
 \text{Actual} \\
 \text{Futuro}
 \end{array}
 \left\{ \begin{array}{l}
 v/V = 0,3550 \\
 d/D = 0,0825
 \end{array} \right.
 \begin{array}{l}
 v/V = \text{relaci3n de velocidades} \\
 v = \text{velocidad a secci3n parcialmente llena} \\
 V = \text{velocidad a secci3n llena} \\
 \therefore d/D = \text{relaci3n de tirantes} \\
 d = \text{tirante a seccion parcialmente llena} \\
 D = \text{tirante a seccion llena}
 \end{array}$$

En ambos casos, la relaci3n de tirantes es menor a 0,75.

- Velocidades de dise1o

Despejando de las relaciones de velocidad se tiene que:

$$\begin{array}{l}
 \text{Actual} \\
 \text{Futuro}
 \end{array}
 \left\{ \begin{array}{l}
 v = 0,3550 * V = 0,3550 * 1,68 = 0,60 \text{ m/s} \\
 \text{si cumple } [0,60 \text{ m/s} \leq v \leq 3,0 \text{ m/s}]
 \end{array} \right.$$

- Cota invert de salida

Por ser tramo inicial se utiliza la siguiente f3rmula:

$$\text{CIS} = C_t - H_{\min} \quad \therefore \quad \begin{array}{l}
 C_t = 1\,000,00 \text{ (cota del terreno)} \\
 H_{\min} = 1,40 \text{ (altura m3nima de pozo)}
 \end{array}$$

$$\text{CIS} = C_t - H_{\min} = 1\,000,00 - 1,40 = 998,60 \text{ m}$$

- Cota invert de entrada

$$CIE = CIS - \left(\frac{S_{tub} * dH_p}{100} \right) \therefore \begin{array}{l} CIS = 998,60 \text{ m (cota invert de salida)} \\ S_{tub} = 2,20 \% \text{ (pendiente de tubería)} \\ dH_p = 16,69 \text{ m (distancia horizontal entre pozos)} \end{array}$$

$$CIE = 998,60 - \left[\frac{2,20 * (17,89 - 1,20)}{100} \right] = 998,23 \text{ m}$$

- Altura de pozos

$$H_{inicial} = C_o - CIS = 1\,000,00 - 988,60 = 1,40 \text{ m}$$

$$H_{final} = C_f - CIE = 1\,000,95 - 998,23 = 1,86 \text{ m}$$

Ambas alturas están dentro de los límites de 1,40 metros y un máximo de 8,00 metros.

Tabla VIII. **Datos de entrada para tramo intermedio de PV-1 a PV-2**

De PV-1	$C_o = 1\,000,09 \text{ m}$
A PV-2	$C_f = 986,87 \text{ m}$
Dist. a ejes de PV	$dH = 92,47 \text{ m}$
Viviendas locales	5 Viv
Viviendas acumuladas	1 Viv

Fuente: elaboración propia.

- Pendiente del terreno

$$S_t = \left(\frac{C_o - C_f}{dH} \right) * 100 \therefore \begin{array}{l} C_o = 1\,000,09 \text{ m (cota inicial del terreno)} \\ C_f = 986,87 \text{ m (cota final del terreno)} \\ dH = 92,47 \text{ m (distancia horizontal entre } C_o \text{ y } C_f) \end{array}$$

$$S_t = \left(\frac{1\,000,09 - 986,87}{92,47} \right) * 100 = 14,30\%$$

- Viviendas actuales

$$\text{Locales} = 5 \text{ Viv}$$

$$\text{Acumuladas} = \text{anteriores} + \text{locales} = 1 + 5 = 6 \text{ Viv}$$

- Habitantes

$$\text{Actuales} \leftrightarrow P_o = \text{densidad de población} * \text{viviendas actuales}$$

$$P_o = 7 * 6 = 42 \text{ Hab}$$

$$\text{Futuros} \leftrightarrow P_f = P_o * (1 + r)^n \therefore \begin{array}{l} r = 3,14 \text{ (tasa de crecimiento)} \\ n = 32 \text{ (periodo de dise\~{n}o)} \end{array}$$

$$P_f = 42 * (1 + 0,0314)^{32} = 114 \text{ Hab}$$

- Factor de flujo o de Harmond

$$F_{\text{flujo Actual}} = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\frac{P_o}{1000}}} = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\frac{42}{1000}}} = 4,33$$

$$F_{\text{flujo Futuro}} = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\frac{P_f}{1000}}} = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\frac{114}{1000}}} = 4,23$$

si cumple $1,5 \leq f_{\text{flujo}} \leq 5 \leftrightarrow \text{ok}$

- Caudal de diseño

$$q_d \text{ Actual} = f_{qm} * F_{\text{flujo}} * P_o \quad \therefore \quad \begin{array}{l} f_{qm} = 0,002 \text{ (factor de caudal medio)} \\ F_{\text{flujo}} = 4,33 \text{ (factor de flujo actual)} \\ P_o = 42 \text{ Hab (población actual)} \end{array}$$

$$q_d \text{ Actual} = 0,002 * 4,33 * 42 = 0,364 \leftrightarrow \text{usar m\u00edn} = 0,40 \text{ l/s}$$

$$q_d \text{ Futuro} = f_{qm} * F_{\text{flujo}} * P_f \quad \therefore \quad \begin{array}{l} f_{qm} = 0,002 \text{ (factor de caudal medio)} \\ F_{\text{flujo}} = 4,23 \text{ (factor de flujo futuro)} \\ P_f = 114 \text{ Hab (poblaci\u00f3n futura)} \end{array}$$

$$q_d \text{ Futuro} = 0,002 * 4,23 * 114 = 0,96 \text{ l/s}$$

- Valores hidr\u00e1ulicos a secci\u00f3n llena

Mediante la realizaci\u00f3n de un m\u00e9todo de tanteos se propone una pendiente de 13,95 por ciento y un di\u00e1metro m\u00ednimo de 6 pulgadas, que posteriormente deben ser chequeados para que cumplan los rangos de velocidad y tirantes de dise\u00f1o.

- Velocidad

$$V = \frac{0,03429}{n} * D^{2/3} * S^{1/2} \therefore D = 6 \text{ plg (diámetro de tubería propuesto)}$$

n = 0,010 (coeficiente de rugosidad, tubería PVC)
S = 13,95% (pendiente de tubería propuesto)

$$V = \frac{0,03429}{0,010} * 6^{2/3} * 0,1395^{1/2} = 4,23 \text{ m/s}$$

- Caudal

V = 4,23 m/s (velocidad a sección llena)

$$Q = V * A = V * 5,067 \times 10^{-4} * D^2 \therefore 5,067 \times 10^{-4} = \text{factor que convierte D de plg a m}$$

D = 6 plg (diámetro de tubería propuesto)

$$Q = V * A = 4,23 * 5,067 \times 10^{-4} * 6^2 = 0,0771 \text{ m}^3/\text{s} = 77,14 \text{ l/s}$$

- Relaciones hidráulicas

$$\text{Actual} = \frac{q_{d,\text{actual}}}{Q} = \frac{0,40}{77,14} = 0,0052$$

$$\text{Futuro} = \frac{q_{d,\text{futuro}}}{Q} = \frac{0,9639}{77,14} = 0,0125$$

Interpolando los datos anteriores en los valores de la tabla V, de relaciones hidráulicas, se obtiene que:

$$\begin{array}{l}
 \text{Actual} \left\{ \begin{array}{l} v/V = 0,2640 \\ d/D = 0,0525 \end{array} \right. \\
 \text{Futuro} \left\{ \begin{array}{l} v/V = 0,3480 \\ d/D = 0,0800 \end{array} \right.
 \end{array}
 \begin{array}{l}
 v/V = \text{relaci3n de velocidades} \\
 v = \text{velocidad a secci3n parcialmente llena} \\
 V = \text{velocidad a secci3n llena} \\
 \therefore d/D = \text{relaci3n de tirantes} \\
 d = \text{tirante a secci3n parcialmente llena} \\
 D = \text{tirante a secci3n llena}
 \end{array}$$

En ambos casos, la relaci3n de tirantes es menor a 0,75.

- Velocidades de dise1o

Despejando de las relaciones de velocidad tenemos que:

$$\begin{array}{l}
 \text{Actual} \left\{ \begin{array}{l} v = 0,2640 * V = 0,2640 * 4,23 = 1,12 \text{ m/s} \\ \text{si cumple } [0,60 \text{ m/s} \leq v \leq 3,0 \text{ m/s}] \end{array} \right. \\
 \text{Futuro} \left\{ \begin{array}{l} v = 0,3480 * V = 0,3480 * 4,23 = 1,47 \text{ m/s} \\ \text{si cumple } [0,60 \text{ m/s} \leq v \leq 3,0 \text{ m/s}] \end{array} \right.
 \end{array}$$

- Cota invert de salida

Por ser un tramo de continuidad donde el di1metro de la tuber1a de entrada es igual al de la tuber1a de salida (caso 1) se utiliza la siguiente f3rmula:

$$\text{CIS} = \text{CIE}_{\text{ant}} - \text{condici3n} \therefore \text{CIE}_{\text{ant}} = 998,23 \text{ m (cota invert de entrada anterior)} \\
 \text{condici3n} = -0,03 \text{ (para di1metros iguales)}$$

$$\text{CIS} = 998,23 - 0,03 = 998,20 \text{ m}$$

- Cota invert de entrada

$$CIE = CIS - \left(\frac{S_{tub} * dH_p}{100} \right) \therefore \begin{array}{l} CIS = 998,20 \text{ m (cota invert de salida)} \\ S_{tub} = 13,95 \% \text{ (pendiente de tubería)} \\ dH_p = 91,27 \text{ m (distancia horizontal entre pozos)} \end{array}$$

$$CIE = 998,20 - \left[\frac{13,95 * (92,47 - 1,20)}{100} \right] = 985,47 \text{ m}$$

- Altura de pozos

$$H_{inicial} = C_o - CIS = 1\,000,09 - 998,20 = 1,89 \text{ m}$$

$$H_{final} = C_f - CIE = 986,87 - 985,47 = 1,40 \text{ m}$$

Ambas alturas están dentro de los límites de 1,40 metros y un máximo de 8,00 metros.

2.7. Propuesta tratamiento de aguas residuales

Los dispositivos que se usan en el tratamiento primario están diseñados para retirar de las aguas residuales los sólidos orgánicos e inorgánicos sedimentables que se encuentran suspendidos, mediante el proceso físico de sedimentación. La actividad biológica en esta etapa tiene poca importancia.

El propósito fundamental de los dispositivos para el tratamiento primario, consiste en disminuir lo suficiente la velocidad de las aguas, para que puedan sedimentarse los sólidos que representan la materia tanto orgánica como inorgánica susceptible de degradación. Debido a las condiciones del lugar, el tipo de tratamiento primario que mejor se adapta es la fosa séptica y el pozo de absorción.

2.7.1. Fosas sépticas

Una fosa séptica es un contenedor hermético cerrado en donde se acumulan las aguas negras y donde se les da un tratamiento primario, separando los sólidos de las aguas negras. Elimina los sólidos al acumular las aguas negras en el tanque y al permitir que parte de los sólidos, se asienten en el fondo del tanque mientras que los sólidos que flotan (aceites y grasas) suben a la parte superior. Para darles tiempo a los sólidos a asentarse, el tanque debe retener las aguas negras por lo menos 24 horas. Algunos de los sólidos se eliminan del agua, algunos se digieren y otros se quedan en el tanque. Hasta un 50 por ciento de los sólidos que se acumulan en el tanque se descomponen; el resto se acumula como lodo en el fondo y debe bombearse periódicamente del tanque.

2.7.2. Pozos de absorción

Pueden sustituir o ser complementarios al campo de oxidación. Consiste en excavaciones de pozos con diámetro y profundidad variable, en estos el agua se infiltra por paredes y piso que deberán ser tomados permeables. Se recomienda llenar de grava a una altura aproximada de un metro para lograr una buena distribución de agua al fondo.

El campo de absorción permite el tratamiento final y la distribución de las aguas negras. Un sistema convencional consiste en tuberías perforadas rodeadas de materiales, tales como grava y pedazos de llanta cubiertos de tela geotextil y suelo arcilloso. Para tratar las aguas negras, este sistema depende mucho del suelo donde los microorganismos ayudan a eliminar la materia orgánica, los sólidos y los nutrientes que permanecen en el agua. Mientras que el efluente fluye continuamente hacia el suelo, los microbios que digieren los componentes de las aguas negras forman una capa biológica.

La capa reduce el movimiento del agua por el suelo y ayuda a evitar que el área debajo de la capa se sature. El agua debe correr por el suelo el cual no deberá estar saturado para que los microbios que se encuentran allí y en la capa puedan ingerir los desperdicios y los nutrientes del efluente. El césped que cubre el sistema de campo de absorción también usa los nutrientes y el agua para crecer.

2.8. Presupuesto

El presupuesto de la red de alcantarillado sanitario de ambos caseríos, está subdividido de acuerdo a los diferentes sectores o ramales principales que se obtuvieron en el diseño. Al final aparece un resumen general de todos los sectores donde se puede observar el precio total de cada proyecto.

Para la elaboración de cada presupuesto, se implementó el uso de costos unitarios que al multiplicarlos por las cantidades de trabajo obtenidas de la cuantificación, dan como resultado el costo real de cada renglón. Este costo también se verá afectado por el factor de indirectos para luego obtener el precio total de cada renglón. Los costos de la mano de obra y de los precios de los materiales fueron obtenidos de la base de datos de la Oficina Municipal de Planificación (OMP).

Tabla IX. Presupuesto, sector 1, fase 1, caserío Cruz Verde

RESUMEN DE RENGLONES DE TRABAJO							
PROYECTO: Red de Alcantarillado Sanitario, Caserío Cruz Verde, Sector 1, Fase1.						FECHA:	
UBICACIÓN: Caserío Cruz Verde, Aldea Sajcavilla, Municipio de San Juan Sac. Guatemala.						Nov. 2011	
No.	Descripción de Renglon	Cantidad	Unidad	Costo / Unitario	Total Renglon	Porcentaje de Incidencia	
1	REPLANTEO	2,83	km	Q 1 995,00	Q 5 651,74	0,25%	
2	COLECTOR DE Ø 6"	2458,00	ml	Q 329,44	Q 809 763,52	36,23%	
3	COLECTOR DE Ø 8"	518,00	ml	Q 515,80	Q 267 183,93	11,95%	
4	POZOS DE VISITA 1.40 A 2.00	16,00	POZO	Q 5 448,79	Q 87 180,65	3,90%	
5	POZOS DE VISITA 2.01 A 4.00	19,00	POZO	Q 10 392,04	Q 197 448,72	8,83%	
6	POZOS DE VISITA 4.01 A 6.00	16,00	POZO	Q 16 162,87	Q 258 605,96	11,57%	
7	POZOS DE VISITA 6.01 A 7.50	6,00	POZO	Q 21 367,19	Q 106 785,94	4,78%	
8	CONEXIONES DOMICILIARES	227,00	unidad	Q 2 213,77	Q 502 624,85	22,48%	
					TOTAL DEL PROYECTO	Q 2 135 701,07	100,00%

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. Presupuesto, sector 1, fase 2, caserío Cruz Verde

RESUMEN DE RENGLONES DE TRABAJO							
PROYECTO: Red de Alcantarillado Sanitario, Caserío Cruz Verde, Sector 1, Fase 2.						FECHA:	
UBICACIÓN: Caserío Cruz Verde, Aldea Sajcavilla, Municipio de San Juan Sac. Guatemala.						Nov. 2011	
No.	Descripción de Renglon	Cantidad	Unidad	Costo / Unitario	Total Renglon	Porcentaje de Incidencia	
1	REPLANTEO	3,19	km	Q 1 995,00	Q 6 373,32	0,30%	
2	COLECTOR DE Ø 6"	2951,00	ml	Q 261,91	Q 772 896,41	36,19%	
3	COLECTOR DE Ø 8"	404,00	ml	Q 392,93	Q 158 742,42	7,43%	
4	POZOS DE VISITA 1.40 A 2.00	37,00	POZO	Q 5 448,79	Q 201 605,25	9,44%	
5	POZOS DE VISITA 2.01 A 4.00	27,00	POZO	Q 10 392,04	Q 280 585,02	13,14%	
6	POZOS DE VISITA 4.01 A 6.00	4,00	POZO	Q 16 162,87	Q 64 651,49	3,03%	
7	POZOS DE VISITA 6.01 A 7.50	0,00	POZO	Q 21 367,19	Q -	0,00%	
8	CONEXIONES DOMICILIARES	294,00	unidad	Q 2 213,77	Q 650 847,16	30,47%	
					TOTAL DEL PROYECTO	Q 2 135 701,07	100,00%

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. Presupuesto, sector 2, caserío Cruz Verde

RESUMEN DE RENGLONES DE TRABAJO							
PROYECTO: Red de Alcantarillado Sanitario, Caserío Cruz Verde, Sector 2.						FECHA:	
UBICACIÓN: Caserío Cruz Verde, Aldea Sajcavilla, Municipio de San Juan Sac. Guatemala.						Nov. 2011	
No.	Descripción de Renglon	Cantidad	Unidad	Costo / Unitario	Total Renglon	Porcentaje de Incidencia	
1	REPLANTEO	2,20	km	Q 1 980,00	Q 4 351,98	0,33%	
2	COLECTOR DE Ø 6"	2308,00	ml	Q 301,97	Q 696 946,76	53,63%	
3	COLECTOR DE Ø 8"	0,00	ml	Q -	Q -	0,00%	
4	POZOS DE VISITA 1.40 A 2.00	21,00	POZO	Q 5 407,82	Q 113 564,27	8,74%	
5	POZOS DE VISITA 2.01 A 4.00	17,00	POZO	Q 10 313,90	Q 175 336,34	13,49%	
6	POZOS DE VISITA 4.01 A 6.00	5,00	POZO	Q 16 041,35	Q 80 206,73	6,17%	
7	POZOS DE VISITA 6.01 A 7.50	2,00	POZO	Q 21 196,61	Q 42 393,21	3,26%	
8	CONEXIONES DOMICILIARES	85,00	unidad	Q 2 197,12	Q 186 755,28	14,37%	
					PRECIO TOTAL PROYECTO	Q 1 885 157,35	100,00%

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. Presupuesto, sector 3, caserío Cruz Verde

RESUMEN DE RENGLONES DE TRABAJO							
PROYECTO: Red de Alcantarillado Sanitario, Caserío Cruz Verde, Sector 3.						FECHA:	
UBICACIÓN: Caserío Cruz Verde, Aldea Sajcavilla, Municipio de San Juan Sac. Guatemala.						Nov. 2011	
No.	Descripción de Renglon	Cantidad	Unidad	Costo / Unitario	Total Renglon	Porcentaje de Incidencia	
1	REPLANTEO	0,73	km	Q 1 995,00	Q 1 447,19	0,37%	
2	COLECTOR DE Ø 6"	762,00	ml	Q 244,22	Q 186 095,64	47,94%	
3	COLECTOR DE Ø 8"	0,00	ml	Q -	Q -	0,00%	
4	POZOS DE VISITA 1.40 A 2.00	12,00	POZO	Q 5 448,79	Q 65 385,49	16,85%	
5	POZOS DE VISITA 2.01 A 4.00	3,00	POZO	Q 10 392,04	Q 31 176,11	8,03%	
6	POZOS DE VISITA 4.01 A 6.00	0,00	POZO	Q 16 162,87	Q -	0,00%	
7	POZOS DE VISITA 6.01 A 7.50	0,00	POZO	Q 21 357,19	Q -	0,00%	
8	CONEXIONES DOMICILIARES	47,00	unidad	Q 2 213,77	Q 104 046,99	26,81%	
					PRECIO TOTAL PROYECTO	Q 386 157,35	100,00%

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. Resumen general, caserío Cruz Verde

RESUMEN DE PRESUPUESTO					
PROYECTO: Red de Alcantarillado Sanitario, Caserío Cruz Verde.					FECHA:
UBICACIÓN: Caserío Cruz Verde, Aldea Sajcavilla, Municipio de San Juan Sac. Guatemala.					Nov. 2011
No.	Nombre de la Red de Alcantarillado Sanitario	Kilometraje de la Red Sanitario	Viviendas Beneficiadas	Precio del Proyecto	Porcentaje de Incidencia
1	SECTOR 1, FASE 1	2,83	227,00	Q 2 235 145,30	36,89%
2	SECTOR 1, FASE 2	3,19	294,00	Q 2 135 701,07	35,25%
3	SECTOR 2	2,20	85,00	Q 1 299 554,58	21,45%
	SECTOR 3	0,73	47,00	Q 388 151,43	6,41%
KILOMETRAJE TOTAL		8,95	PRECIO TOTAL	Q 6 058 552,37	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. Presupuesto, sector 2, caserío Ajvix

RESUMEN DE RENGLONES DE TRABAJO						
PROYECTO: Red de Alcantarillado Sanitario, Caserío Los Ajvix, Sector 2						FECHA:
UBICACIÓN: Caserío Los Ajvix, Aldea Cerro Alto, Municipio de San Juan Sac. Guatemala.						Nov. 2011
No.	Descripción de Renglon	Cantidad	Unidad	Costo / Unitario	Total Renglon	Porcentaje de Incidencia
1	REPLANTEO	1,63	km	Q 1 995,00	Q 3 255,37	0,27%
2	COLECTOR DE Ø 6"	1714,00	ml	Q 281,90	Q 483 176,60	40,55%
3	COLECTOR DE Ø 8"	0,00	ml	Q -	Q -	0,00%
4	POZOS DE VISITA 1.40 A 2.00	27,00	POZO	Q 5 448,79	Q 147 117,34	12,35%
5	POZOS DE VISITA 2.01 A 4.00	24,00	POZO	Q 10 392,04	Q 249 408,91	20,93%
6	POZOS DE VISITA 4.01 A 6.00	7,00	POZO	Q 16 162,87	Q 113 140,11	9,50%
7	POZOS DE VISITA 6.01 A 7.50	2,00	POZO	Q 21 357,19	Q 42 714,37	3,58%
8	CONEXIONES DOMICILIARES	69,00	unidad	Q 2 213,77	Q 152 749,84	12,82%
PRECIO DEL PROYECTO					Q 1 176 615,55	10,20%

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. Presupuesto, sector 3, caserío Ajvix

RESUMEN DE RENGLONES DE TRABAJO						
PROYECTO: Red de Alcantarillado Sanitario, Caserío Los Ajvix, Sector 3						FECHA:
UBICACIÓN: Caserío Los Ajvix, Aldea Cerro Alto, Municipio de San Juan Sac. Guatemala.						Nov. 2011
No.	Descripción de Renglon	Cantidad	Unidad	Costo / Unitario	Total Renglon	Porcentaje de Incidencia
1	REPLANTEO	1,12	km	Q 1 995,00	Q 2 228,04	0,26%
2	COLECTOR DE Ø 6"	1173,00	ml	Q 293,25	Q 343 982,25	39,96%
3	COLECTOR DE Ø 8"	0,00	ml	Q -	Q -	0,00%
4	POZOS DE VISITA 1.40 A 2.00	21,00	POZO	Q 5 448,79	Q 114 424,60	13,29%
5	POZOS DE VISITA 2.01 A 4.00	10,00	POZO	Q 10 392,04	Q 103 920,38	12,07%
6	POZOS DE VISITA 4.01 A 6.00	3,00	POZO	Q 16 162,87	Q 48 488,62	5,63%
7	POZOS DE VISITA 6.01 A 7.50	6,00	POZO	Q 21 357,19	Q 128 143,12	14,89%
8	CONEXIONES DOMICILIARES	54,00	unidad	Q 2 213,77	Q 119 543,36	13,89%
				PRECIO DEL PROYECTO		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. Presupuesto, sector 4, caserío Ajvix

RESUMEN DE RENGLONES DE TRABAJO						
PROYECTO: Red de Alcantarillado Sanitario, Caserío Los Ajvix, Sector 4						FECHA:
UBICACIÓN: Caserío Los Ajvix, Aldea Cerro Alto, Municipio de San Juan Sac. Guatemala.						Nov. 2011
No.	Descripción de Renglon	Cantidad	Unidad	Costo / Unitario	Total Renglon	Porcentaje de Incidencia
1	REPLANTEO	2,26	km	Q 1 995,00	Q 4 511,07	0,32%
2	COLECTOR DE Ø 6"	2375,00	ml	Q 254,59	Q 604 651,25	43,26%
3	COLECTOR DE Ø 8"	0,00	ml	Q -	Q -	0,00%
4	POZOS DE VISITA 1.40 A 2.00	40,00	POZO	Q 5 448,79	Q 217 951,62	15,59%
5	POZOS DE VISITA 2.01 A 4.00	17,00	POZO	Q 10 392,04	Q 176 664,64	12,64%
6	POZOS DE VISITA 4.01 A 6.00	3,00	POZO	Q 16 162,87	Q 48 488,62	3,47%
7	POZOS DE VISITA 6.01 A 7.50	0,00	POZO	Q 21 357,19	Q -	0,00%
8	CONEXIONES DOMICILIARES	156,00	unidad	Q 2 213,77	Q 345 347,47	24,71%
				PRECIO DEL PROYECTO	Q 1 397 610,67	100,00%

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. **Resumen general, caserío Ajvix**

RESUMEN DE PRESUPUESTO					
PROYECTO: Red de Alcantarillado Sanitario, Caserío Los Ajvix, Sectores 2, 3 y 4					FECHA:
UBICACIÓN: Caserío Los Ajvix, Aldea Cerro Alto, Municipio de San Juan Sac. Guatemala.					Nov. 2011
No.	Nombre de la Red de Alcantarillado Sanitario	Kilometraje de la Red Sanitario	Viviendas Beneficiadas	Precio del Proyecto	Porcentaje de Incidencia
1	SECTOR 2	1,63	69	Q 1 191 562,55	34,54%
2	SECTOR 3	1,12	54,00	Q 860 730,37	24,95%
3	SECTOR 4	2,26	156,00	Q 1 397 614,67	40,51%

Fuente: elaboración propia.

2.9. Cronograma de ejecución

El cronograma de ejecución indica el avance físico de cada renglón en tiempos ligados a rendimientos de trabajo. El rendimiento de trabajo es el tiempo medio que demora un grupo de obreros asignados para la construcción de algún renglón específico.

Estos rendimientos de trabajo que fueron adquiridos con el tiempo, por supervisores de obras que han tomado tiempos medios de avance de cada actividad existente en el ámbito de la construcción, fueron obtenidos de la base de datos de la Oficina Municipal de Planificación (OMP).

Tabla XVIII. Cronograma, sector 1, fase 1, caserío Cruz Verde

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN																											
PROYECTO: Red de Alcantarillado Sanitario, Caserío Cruz Verde, Sector 1, Fase 1.																		FECHA:									
UBICACIÓN: Caserío Cruz Verde, Aldea Sajcavilla, Municipio de San Juan Sac. Guatemala.																		Nov. 2011									
No.	ACTIVIDAD	COSTO (Q)	MES SEMANA	AVANCE DE TRABAJO (SEMANAS)																							
				MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6			
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	REPLANTEO	Q 5 651,74	Programado																								
			Ejecutado																								
2	COLECTOR DE Ø 6"	Q 809 763,52	Programado																								
			Ejecutado																								
3	COLECTOR DE Ø 8"	Q 267 183,93	Programado																								
			Ejecutado																								
4	POZOS DE VISITA 1.40 A 2.00	Q 87 180,65	Programado																								
			Ejecutado																								
5	POZOS DE VISITA 2.01 A 4.00	Q 197 448,72	Programado																								
			Ejecutado																								
6	POZOS DE VISITA 4.01 A 6.00	Q 258 605,96	Programado																								
			Ejecutado																								
7	POZOS DE VISITA 6.01 A 7.60	Q 106 785,94	Programado																								
			Ejecutado																								
8	CONEXIONES DOMICILIARES	Q 502 524,85	Programado																								
			Ejecutado																								
Costo Total del Proyecto		Q 2 235 146,30																									

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. Cronograma, sector 1, fase 2, caserío Cruz Verde

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN																											
PROYECTO: Red de Alcantarillado Sanitario, Caserío Cruz Verde, Sector 1, Fase 2.																		FECHA:									
UBICACIÓN: Caserío Cruz Verde, Aldea Sajcavilla, Municipio de San Juan Sac. Guatemala.																		Nov. 2011									
No.	ACTIVIDAD	COSTO (Q)	MES SEMANA	AVANCE DE TRABAJO (SEMANAS)																							
				MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6			
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	REPLANTEO	Q 6 373,32	Programado																								
			Ejecutado																								
2	COLECTOR DE Ø 6"	Q 772 896,41	Programado																								
			Ejecutado																								
3	COLECTOR DE Ø 8"	Q 158 742,42	Programado																								
			Ejecutado																								
4	POZOS DE VISITA 1.40 A 2.00	Q 201 605,25	Programado																								
			Ejecutado																								
5	POZOS DE VISITA 2.01 A 4.00	Q 280 585,02	Programado																								
			Ejecutado																								
6	POZOS DE VISITA 4.01 A 6.00	Q 64 651,49	Programado																								
			Ejecutado																								
7	POZOS DE VISITA 6.01 A 7.60	Q	Programado																								
			Ejecutado																								
8	CONEXIONES DOMICILIARES	Q 650 847,16	Programado																								
			Ejecutado																								
Costo Total del Proyecto		Q 2 135 701,07																									

Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. Cronograma, sector 2, caserío Cruz Verde

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN																							
PROYECTO: Red de Alcantarillado Sanitario, Caserío Cruz Verde, Sector 2.																			FECHA:				
UBICACIÓN: Caserío Cruz Verde, Aldea Sajcavilla, Municipio de San Juan Sac. Guatemala.																			ov. 201				
No.	ACTIVIDAD	COSTO (Q)	AVANCE DE TRABAJO (SEMANAS)																				
			MES	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5			
			SEMANA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	REPLANTEO	Q 4 351,98	Programado																				
			Ejecutado																				
2	COLECTOR DE Ø 6"	Q 696 946,76	Programado																				
			Ejecutado																				
3	COLECTOR DE Ø 8"	Q -	Programado																				
			Ejecutado																				
4	POZOS DE VISITA 1.40 A 2.00	Q 113 564,27	Programado																				
			Ejecutado																				
5	POZOS DE VISITA 2.01 A 4.00	Q 175 336,34	Programado																				
			Ejecutado																				
6	POZOS DE VISITA 4.01 A 6.00	Q 80 206,73	Programado																				
			Ejecutado																				
7	POZOS DE VISITA 6.01 A 7.50	Q 42 393,21	Programado																				
			Ejecutado																				
8	CONEXIONES DOMICILIARES	Q 186 755,28	Programado																				
			Ejecutado																				
Costo Total del Proyecto		Q 1 299 564,68																					

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. Cronograma, sector 3, caserío Cruz Verde

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN														
PROYECTO: Red de Alcantarillado Sanitario, Caserío Cruz Verde, Sector 3.												FECHA:		
UBICACIÓN: Caserío Cruz Verde, Aldea Sajcavilla, Municipio de San Juan Sac. Guatemala.												ov. 201		
No.	ACTIVIDAD	COSTO (Q)	AVANCE DE TRABAJO (SEMANAS)											
			MES	MES 1			MES 2				MES 3			
			SEMANA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	REPLANTEO	Q 1 447,19	Programado											
			Ejecutado											
2	COLECTOR DE Ø 6"	Q 186 095,64	Programado											
			Ejecutado											
3	COLECTOR DE Ø 8"	Q -	Programado											
			Ejecutado											
4	POZOS DE VISITA 1.40 A 2.00	Q 65 385,49	Programado											
			Ejecutado											
5	POZOS DE VISITA 2.01 A 4.00	Q 31 176,11	Programado											
			Ejecutado											
6	POZOS DE VISITA 4.01 A 6.00	Q -	Programado											
			Ejecutado											
7	POZOS DE VISITA 6.01 A 7.50	Q -	Programado											
			Ejecutado											
8	CONEXIONES DOMICILIARES	Q 104 046,99	Programado											
			Ejecutado											
Costo Total del Proyecto		Q 388 151,43												

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII. Cronograma, sector 2, caserío Ajvix

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN																											
PROYECTO: Red de Alcantarillado Sanitario, Caserío Los Ajvix, Sector 2																		FECHA:									
UBICACIÓN: Caserío Los Ajvix, Aldea Cerro Alto, Municipio de San Juan Sac. Guatemala.																		Nov. 2011									
No.	ACTIVIDAD	COSTO (Q)	MES SEMANA	AVANCE DE TRABAJO (SEMANAS)																							
				MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6			
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	REPLANTEO	Q 3 255,37	Programado																								
			Ejecutado																								
2	COLECTOR DE Ø 6"	Q 483 176,60	Programado																								
			Ejecutado																								
3	COLECTOR DE Ø 8"	Q -	Programado																								
			Ejecutado																								
4	POZOS DE VISITA 1.40 A 2.00	Q 147 117,34	Programado																								
			Ejecutado																								
5	POZOS DE VISITA 2.01 A 4.00	Q 249 408,91	Programado																								
			Ejecutado																								
6	POZOS DE VISITA 4.01 A 6.00	Q 113 140,11	Programado																								
			Ejecutado																								
7	POZOS DE VISITA 6.01 A 7.60	Q 42 714,37	Programado																								
			Ejecutado																								
8	CONEXIONES DOMICILIARES	Q 152 749,84	Programado																								
			Ejecutado																								
Costo Total del Proyecto		Q 1 191 562,66																									

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIII. Cronograma, sector 3, caserío Ajvix

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN																											
PROYECTO: Red de Alcantarillado Sanitario, Caserío Los Ajvix, Sector 3																		FECHA:									
UBICACIÓN: Caserío Los Ajvix, Aldea Cerro Alto, Municipio de San Juan Sac. Guatemala.																		Nov. 2011									
No.	ACTIVIDAD	COSTO (Q)	MES SEMANA	AVANCE DE TRABAJO (SEMANAS)																							
				MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6			
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	REPLANTEO	Q 2 228,04	Programado																								
			Ejecutado																								
2	COLECTOR DE Ø 6"	Q 343 982,25	Programado																								
			Ejecutado																								
3	COLECTOR DE Ø 8"	Q -	Programado																								
			Ejecutado																								
4	POZOS DE VISITA 1.40 A 2.00	Q 114 424,60	Programado																								
			Ejecutado																								
5	POZOS DE VISITA 2.01 A 4.00	Q 103 920,38	Programado																								
			Ejecutado																								
6	POZOS DE VISITA 4.01 A 6.00	Q 48 488,62	Programado																								
			Ejecutado																								
7	POZOS DE VISITA 6.01 A 7.50	Q 128 143,12	Programado																								
			Ejecutado																								
8	CONEXIONES DOMICILIARES	Q 119 543,36	Programado																								
			Ejecutado																								
Costo Total del Proyecto		Q 860 730,37																									

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV. Cronograma, sector 4, caserío Ajvix

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN																													
PROYECTO: Red de Alcantarillado Sanitario, Caserío Los Ajvix, Sector 4																			FECHA:										
UBICACIÓN: Caserío Los Ajvix, Aldea Cerro Alto, Municipio de San Juan Sac. Guatemala.																			Nov. 2011										
No.	ACTIVIDAD	COSTO (Q)	MES	AVANCE DE TRABAJO (SEMANAS)																									
				SEMANA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1	REPLANTEO	Q 4 511,07	Programado																										
			Ejecutado																										
2	COLECTOR DE Ø 6"	Q 604 851,25	Programado																										
			Ejecutado																										
3	COLECTOR DE Ø 8"	Q -	Programado																										
			Ejecutado																										
4	POZOS DE VISITA 1.40 A 2.00	Q 217 951,62	Programado																										
			Ejecutado																										
5	POZOS DE VISITA 2.01 A 4.00	Q 176 664,64	Programado																										
			Ejecutado																										
6	POZOS DE VISITA 4.01 A 6.00	Q 48 488,82	Programado																										
			Ejecutado																										
7	POZOS DE VISITA 6.01 A 7.50	Q -	Programado																										
			Ejecutado																										
8	CONEXIONES DOMICILIARES	Q 345 347,47	Programado																										
			Ejecutado																										
Costo Total del Proyecto		Q 1 397 514,67																											

Fuente: elaboración propia.

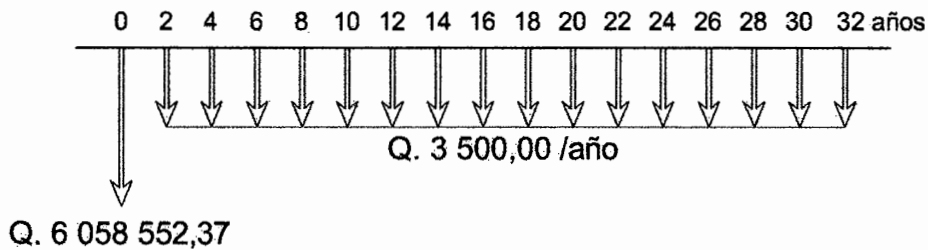
2.10. Estudio financiero

Es una alternativa para la toma de decisiones de inversión, lo cual permite determinar de antemano si una inversión vale o no vale la pena realizarla, para no hacer así malas inversiones que provoquen una pérdida futura.

2.10.1. Valor Presente Neto (VPN)

Este tipo de proyecto no genera ningún tipo de ingresos ni rentabilidad debido a que es un proyecto de beneficio social y no existe ninguna tasa de interés que de un VPN positivo. Para efectos de cálculo se supone un gasto por concepto de operación y mantenimiento del sistema de Q. 3 500,00 al año y una tasa de interés del 12 por ciento. Con ayuda de la siguiente gráfica y la inversión inicial total del proyecto para el caserío Cruz Verde se procede a realizar los cálculos.

Figura 4. **VPN alcantarillado sanitario, caserío Cruz Verde**



Fuente: elaboración propia.

El VPN se define como:

$$\text{VPN} = \text{VPB} - \text{VPC}$$

Donde:

VPN = Valor presente neto

VPB = Valor presente de beneficio

VPC = Valor presente de costo

$$\text{VPN} = 0 - 6\,058\,552,37 - 3\,500,00 * \left[\frac{(1+0,12)^{32}-1}{0,12*(1+0,12)^{32}} \right]$$

$$\text{VPN} = - 6\,086\,942,95$$

Como el VPN es negativo, en proyectos de inversión indicaría que no existe ganancia alguna al final del periodo de vida, y debería rechazarse. Pero como es un proyecto de beneficio social se busca apoyo económico sin interés de retribución alguna.

Solución: al no lograrse despejar el taponamiento por medio de la presión de agua, se introduce una guía para localizarlo y se procede a excavar para descubrir la tubería y sacar la basura o tierra que provoca el taponamiento y luego reparar la tubería.

En países con más recursos económicos y tecnológicos, las alcantarillas también son inspeccionadas, a veces, pasando pequeñas cámaras de televisión a través de ellas, lo cual permite un examen en primer plano de las uniones y la detección de cualquier rompimiento u otro daño, así como la localización de bloqueos.

2.11.2. Pozos de visita

Posibles problemas

- Acumulación de residuos y lodos.
- Deterioro del pozo.
- Tapadera del pozo en mal estado.

Soluciones y reparaciones

Al inspeccionar los pozos de visita se puede constatar que no existan lodos ni desechos acumulados en el pozo que puedan obstruir el paso de las aguas negras. Se procede a quitar los lodos y residuos para dar paso libre a las aguas. Verificar que el pozo de visita se encuentre en buen estado, revisar el brocal de arriba, los escalones que estén en buen estado para que el inspector pueda bajar sin problema al pozo; si está en mal estado, repararlos o en su caso cambiarlos por unos nuevos.

Las tapaderas de los pozos de visita deben de estar en su lugar y sin grietas por el paso de vehículos, cambiarlas por nuevas para garantizar la protección al sistema.

2.11.3. Conexión domiciliar

Posibles problemas:

- Tapadera de la candela está en mal estado.
- Tubería parcialmente tapada.
- Tubería totalmente tapada.
- Conexiones de agua de lluvia en la tubería.

Soluciones y reparaciones

Reparar la tapadera de la candela o en su defecto cambiarla por una nueva, ya que de no hacerlo corre peligro de que se introduzca tierra y basura a la tubería y provocar taponamientos en la misma. La tubería parcialmente tapada puede ser provocada por la introducción de basura o tierra en ésta, se verifica en la candela que cuando se vierte agua, no corra libremente. Se vierte una cantidad suficiente de agua de forma brusca para que el taponamiento se despeje y corra el agua sin mayor problema.

Si la tubería está totalmente tapada, no corre nada de agua en la tubería y se estanca en la candela, se vierte una cantidad de agua de forma brusca para que el taponamiento sea despejado. Si el taponamiento persiste, introducir una guía metálica para tratar de quitar el taponamiento y luego introducir nuevamente una cantidad de agua para que el taponamiento desaparezca.

2.10.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)

La tasa interna de retorno se define como la tasa de interés a la cual se recupera la inversión inicial de un proyecto, sin pérdidas ni ganancias. Para el caso de un proyecto de beneficio social no se puede calcular debido a que no existe ningún cobro por el servicio prestado a los beneficiarios a lo largo del periodo de vida del proyecto, con el cual se pueda recuperar la inversión inicial.

En conclusión ninguno de los dos proyectos de drenaje sanitario son rentables desde el punto de vista económico, pero si son indispensables para la población, ya que con la construcción de los mismos se contrarrestarán las enfermedades de tipo gastrointestinal y de otros tipos en estas comunidades.

2.11. Operaciones y mantenimiento de la red

A medida que el tiempo transcurre se produce el envejecimiento de los sistemas de alcantarillado; el riesgo de deterioro, obstrucciones y derrumbes se convierten en una consideración muy importante. Por esta razón las municipalidades en todo el país están haciendo esfuerzos para mejorar de antemano el nivel de desempeño de sus sistemas de alcantarillado. La limpieza y la inspección de los colectores de agua residual son fundamentales para el mantenimiento y funcionamiento correcto del sistema.

La responsabilidad de operación y mantenimiento del sistema será responsabilidad de los vecinos de la comunidad, proponiendo un tiempo no mayor a los tres meses para realizar las labores de inspección del sistema. A continuación se describen las principales actividades de operación y mantenimiento de cada uno de los componentes del sistema de alcantarillado sanitario.

2.11.1. Línea central

Las inspecciones de rutina de los colectores son beneficiosas para evitar bloqueos severos.

Posibles problemas

- Tubería parcialmente tapada.
- Tubería totalmente tapada.

Soluciones y reparaciones

Para descubrir los taponamientos se pueden hacer dos pruebas para identificarlos.

Prueba de reflejo: consiste en colocar una linterna en un pozo de visita y chequear el reflejo de la misma en el siguiente pozo de visita, si no es percibido claramente existe un taponamiento parcial, y si no se percibe en lo absoluto significa que existe un taponamiento total.

Solución: se vierte agua en el pozo de visita a presión, luego se hace de nuevo la prueba de reflejo y se verifica si el taponamiento se despejó y deja ver claramente el reflejo.

Prueba de corrimiento de flujo: se vierte una cantidad determinada de agua en un pozo de visita y se verifica el corrimiento del agua en el siguiente pozo y que la corriente sea normal. Si es un corrimiento muy lento existe un taponamiento parcial y si no sale nada de agua en el pozo es que existe un taponamiento total.

Si persiste el problema se introduce nuevamente la guía, se verifica la distancia en donde se encuentra el taponamiento, se marca sobre la calle en donde se ubica el taponamiento; luego se excava en el lugar marcado, se descubre el tubo para poder destaparlo y repararlo para que las aguas corran libremente.

Las conexiones de agua de lluvia provocan que se saturen las tuberías, ya que no fueron diseñadas para llevar esta agua. Se procede a cancelar la conexión de agua de lluvia a la conexión domiciliar.

2.12. Estudio de Impacto Ambiental (EIA)

La evaluación o estudio de impacto ambiental, es un mecanismo científico-técnico que se utiliza para analizar aspectos físico-biológicos o culturales del ambiente en el que se desarrolle una acción o un proyecto.

El impacto ambiental producido por la ejecución, operación o cese de un proyecto de desarrollo determinado, debe ser evaluado a priori, con el fin de establecer medidas correctivas necesarias para eliminar o mitigar los efectos (impactos) adversos, proponer opciones, acciones, un programa de control y fiscalización (seguimiento) y un programa de recuperación ambiental.

El EIA debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Garantizar que todos los factores ambientales relacionados con el proyecto o acción hayan sido considerados.

- Determinar impactos ambientales adversos significativos, de tal manera que se propongan las medidas correctivas o de mitigación que eliminen estos impactos y los reduzcan a un nivel, ambientalmente aceptable.
- Establecer un programa de control y seguimiento que permita medir las posibles desviaciones entre la situación real al poner en marcha el proyecto, de tal forma que se puedan incorporar nuevas medidas correctivas o de mitigación.
- Facilitar la elección de la mejor opción ambiental de la acción propuesta.

2.12.1. Identificación de impactos ambientales

Para iniciar una evaluación de impacto ambiental, se debe identificar todos los posibles impactos que se puedan dar sobre el medio ambiente circundante al proyecto que se esté evaluando. La metodología más utilizada es por medio de matrices de identificación y evaluación.

Alteración de la calidad del aire por emisión de partículas y gases

Las actividades de construcción del proyecto afectarán el aire en forma negativa de bajo impacto y de corta duración, debido a la generación de basura y polvo provenientes del zanjeo y de la preparación de mezclas de concreto y otras. Los olores no tendrán alteraciones significativas durante la construcción del proyecto, sin embargo, en la fase de operación del sistema de tratamiento si se alterarán los olores en el área de la descarga. Los niveles sonoros serán impactados en forma temporal por la actividad de la construcción y del transitar de los vehículos pesados.

Actividades de procesos erosivos y de sedimentación

Los impactos principales identificados sobre el recurso suelo serán temporales y de baja magnitud, se darán principalmente en la etapa de construcción. Las áreas más afectadas serán las calles en donde se hará el zanjeo para la colocación de la tubería. Los efectos serán por la erosión del suelo, cambios en su estructura y textura. La tubería central de conducción de drenajes no permitirá fugas provocadas por mala instalación, las cuales puedan contaminar el suelo adyacente.

Afectación de la calidad de cuerpos de aguas superficiales y subterráneas

Las aguas subterráneas en el área del proyecto podrán sufrir alteraciones si existen fugas en el sistema y el nivel freático está ubicado a una pequeña profundidad. Si el punto de descarga es hacia un río, las aguas residuales de no ser tratadas con anterioridad afectarán a otras comunidades aguas abajo.

Afectación del paisaje

El paisaje recibirá un impacto significativo y beneficioso, ya que tendrá un cambio completo en cuanto el proyecto inicie su operación, especialmente por la eliminación de aguas estancadas de uso domiciliar, que se observan en las calles, ríos y otras. Este impacto por ser positivo no será evaluado.

Pérdida de cobertura vegetal y hábitat de fauna

Habrán un impacto poco significativo sobre la flora y fauna en general del área del proyecto, ya que se realizarán los trabajos de zanjeo, instalación de tubería y construcción de los pozos de visita sobre el eje de las calles y callejones que en la actualidad son todos de terracería.

Afectación del medio cultural y socioeconómico

El componente ambiental más beneficiado se prevé que sea el aspecto socioeconómico, muy significativo y de larga duración, en las fases de construcción y especialmente en la operación del proyecto. Estos impactos influirán directamente en la calidad de vida de la población beneficiada, mejorando el entorno de la comunidad y el efecto de la relación hombre – naturaleza, al contar con un sistema adecuado para la disposición de las aguas residuales. Además, se puede destacar que dicho proyecto podrá generar fuentes de empleo temporal. Este impacto por ser positivo no será evaluado.

2.12.2. Análisis de riesgo y planes de contingencia

El objetivo y la necesidad de evaluar el riesgo ambiental, surge de la importancia de proteger y mejorar el entorno ambiental humano. Los estudios de riesgo no tan solo deben comprender la evaluación de la probabilidad de que ocurran accidentes que involucren a los materiales peligrosos, sino también la determinación de las medidas para prevenirlos, así como un plan de emergencia interno.

2.12.2.1. Análisis de riesgo

Los riesgos que puede generar el funcionamiento del proyecto, no se prevé que sean de gran magnitud, debido al tipo de proyecto, al volumen y su ubicación. Sin embargo, la ocurrencia de fenómenos naturales puede afectar el buen funcionamiento del mismo.

2.12.2.2. Plan de contingencia

Es el plan descriptivo de las medidas a tomar como respuesta a situaciones de emergencia derivadas del desarrollo de un proyecto o actividad. Este plan en términos generales debe contener:

- Proporcionar los mecanismos necesarios para la toma de decisiones en caso de ocurrencia de eventos imprevistos.
- Disponer de una rápida y efectiva respuesta en el caso de que signifiquen un riesgo para la salud y el ambiente.
- Definir los recursos humanos, equipos y materiales necesarios para el control, recolección y disposición de las posibles sustancias o desechos provocados por el evento.

2.12.3. Plan de contingencia para los sistemas de alcantarillado sanitario

Para reducir los impactos negativos que el proyecto pueda provocar al ambiente circundante, se deberán tomar las siguientes consideraciones:

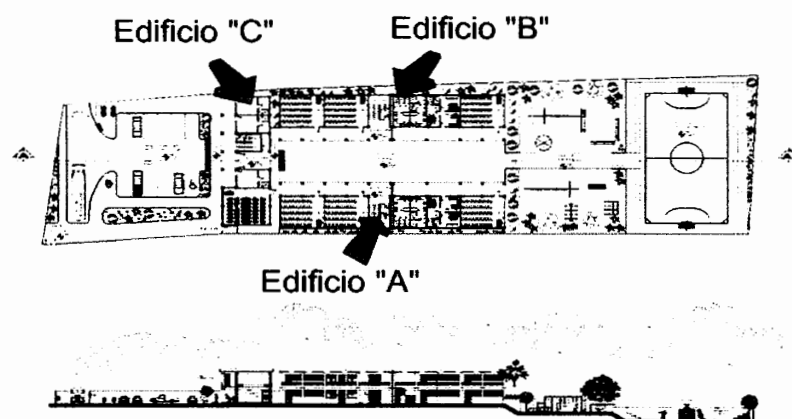
- Trabajar de forma ordenada y por fases todos los tramos de la red de alcantarillado sanitario, para ir dejando conforme al avance terminado y limpio el entorno en que se trabajó.
- Disponer de un área adecuada para almacenar los desechos sólidos generado por las actividades de la construcción, para posteriormente trasladarlos a un deposito sanitario municipal.
- Señalizar adecuadamente el área en que se esté trabajando y de influencia del proyecto, desde el inicio de su construcción hasta su finalización para evitar posibles accidentes.
- Capacitar al personal sobre el tema de seguridad industrial, haciendo énfasis en el uso de equipo de protección y el respeto a las normas de seguridad internas del proyecto.
- Rociar con agua los sectores de excavación, así como las vías no asfaltadas a ser transitadas por vehículos pesados, para minimizar el volumen de partículas suspendidas.
- Tener la supervisión adecuada y pruebas de funcionamiento para evitar las posibles fugas de agua en las juntas de las tuberías y en los pozos de visita.
- Disponer de un adecuado tratamiento a las aguas servidas recolectadas a lo largo del sistema antes de verterlo al cuerpo receptor estipulado.

3. DISEÑO DEL COMPLEJO PARA EDUCACIÓN PRIMARIA Y BÁSICA CASERÍO PACAJAY, ALDEA CRUZ BLANCA

3.1. Investigación preliminar

Dando una breve descripción del proyecto, éste cuenta con dos edificios destinados para la educación a un nivel primario y básico (edificios "A y B"); y un tercer edificio (edificio "C") con carácter social-administrativo, que involucra oficinas para el COCODE, un salón social para actividades tanto de la escuela como de la comunidad y un área de locales para incrementar el comercio. También cuenta con un área para parqueos, áreas verdes para recreación y una cancha polideportiva. En el apéndice B, se ilustra el complejo educativo mediante una presentación tridimensional de las instalaciones en su totalidad.

Figura 5. Planta-elevación, complejo para educación primaria y básica



Fuente: elaboración propia.

3.1.1. Localización del terreno

El terreno destinado para la realización del proyecto, se encuentra ubicado dentro del caserío Pacajay, que es parte de la aldea Cruz Blanca, la cual está aproximadamente a unos 4 kilómetros de la cabecera de San Juan Sacatepéquez. Cuenta con todos los servicios básicos de agua, luz, drenaje sanitario y un fácil acceso por medio de una calle que conecta a la calle principal del caserío.

3.1.2. Topografía del terreno

Del levantamiento topográfico se obtuvo el polígono del terreno, el cual es irregular, pero en general mantiene una forma rectangular alargada, que conforma un área de 3 636,26 metros cuadrados. En cuanto a la nivelación del terreno, en general mantiene una superficie plana en un 70 por ciento y en el 30 por ciento restante sufre una ligera inclinación con una diferencia de aproximadamente 5 metros por lo que se implementará el uso de varias plataformas para aprovechar en su totalidad el terreno.

3.1.3. Estudio de suelos

Para cualquier obra de Ingeniería Civil es necesaria la realización de un estudio de suelos, ya que este permite conocer sus propiedades físicas, mecánicas, composición estratigráfica o sus diferentes estratos y la profundidad donde se ubican los mantos freáticos si los hubiera.

Específicamente para diseño estructural de edificios, con el estudio de suelos se determinará la capacidad máxima de carga que acepta el suelo y si esta es suficiente para soportar tanto las condiciones de cargas verticales de la estructura, como las cargas laterales impuestas por un evento sísmico. Con los

resultados obtenidos se tomarán decisiones importantes como el tipo de cimentación a utilizar y la profundidad necesaria para cimentar, con el objetivo de lograr una cimentación que tenga la capacidad de soportar adecuadamente la estructura de una manera óptima y económica.

Se debe tener en cuenta que no basta con verificar la existencia de un tipo de suelo aceptable al nivel donde se pretende cimentar la estructura, debido a que es posible que en un nivel inferior no muy profundo, exista un estrato muy compresible, dadas las características variables de los suelos. Ello podría provocar a futuro problemas de asentamientos en la estructura.

3.1.3.1. Capacidad de carga última

Para poder calcular la capacidad de carga máxima que puede soportar el suelo, se debe determinar primero por medio de un ensayo o prueba de laboratorio el esfuerzo de corte del suelo, que es el encargado de contrarrestar los movimientos dentro de la masa de suelo provocados bajo la acción de las cargas. La cohesión de un suelo y su ángulo de fricción interna son componentes del esfuerzo de corte, que pueden obtenerse de diferentes maneras, entre ellas está la prueba de compresión triaxial, que es la que se utilizó en este proyecto.

Para calcular la capacidad de carga de las cimentaciones en diferentes suelos, la teoría propuesta por el Dr. Karl Terzaghi ha demostrado ser lo suficientemente aproximada para todos los casos en el campo de su aplicación práctica. Debido a que el Dr. Terzaghi desarrolló su teoría únicamente para el caso de cimentaciones continuas, se debe utilizar la ecuación modificada para el caso de cimentaciones cuadradas que exhiben falla general por corte, que se describe a continuación:

$$q_u = [(1,3 * C * N_c) + (\gamma * D_f * N_q) + (0,4 * \gamma * B * N_\gamma)]$$

Donde:

q_u = Capacidad de carga última [ton/m²]

C = Cohesión del suelo [ton/m²]

γ = Peso específico del suelo [ton/m³]

D_f = Profundidad de desplante de la cimentación [m]

B = Dimensión de la zapata [m]

N_c, N_q, N_γ = Factores de capacidad de carga, que están en función del ángulo ϕ de fricción interna del suelo

3.1.3.2. Resultados de la prueba de compresión triaxial

Para el ensayo de compresión triaxial, que es del tipo no consolidado y no drenado, se analizó una muestra inalterada de suelo de 1 pie cúbico de volumen, a una profundidad de 2 metros. Según la caracterización de la muestra, el suelo es limo-arenoso color café, que posee los siguientes parámetros del esfuerzo de corte (ver apéndice C).

Tabla XXV. Parámetros del esfuerzo de corte

Parámetros del esfuerzo de corte	
Angulo de fricción interna	$\phi = 32,03^\circ$
Cohesión	C = 1,60 ton/m ²
Peso específico del suelo	$\gamma = 1,17 \text{ ton/m}^3$

Fuente: elaboración propia.

Para determinar los factores de carga que se utilizará en la ecuación modificada del Dr. Terzaghi, se hará uso del ángulo de fricción interna del suelo y de la Tabla XXVI, que proporcionan los siguientes valores: $N_c=44,04, N_q=28,52$ y $N_\gamma=26,87$. Se propone usar una profundidad de desplante de 1,50 metros y una sección en planta de la zapata de 2,00 x 2,00 metros.

Cálculo de la capacidad de carga máxima del suelo:

$$q_u = 1,3 * 1,60 * 44,04 + 1,17 * 1,50 * 28,52 + 0,4 * 1,17 * 2,00 * 26,87$$

$$q_u = 166,806 \text{ ton/m}^2$$

- Nota: el factor de seguridad que afecta la carga última del suelo se define en la p. 231.

Tabla XXVI. Factores de capacidad de carga de Terzaghi

ϕ	N_c	N_q	N_γ	ϕ	N_c	N_q	N_γ
0	5.70	1.00	0.00	26	27.09	14.21	9.84
1	6.00	1.1	0.01	27	29.24	15.90	11.60
2	6.30	1.22	0.04	28	31.61	17.81	13.70
3	6.62	1.35	0.06	29	34.24	19.98	16.18
4	6.97	1.49	0.10	30	37.16	22.46	19.13
5	7.34	1.64	0.14	31	40.41	25.28	22.65
6	7.73	1.81	0.20	32	44.04	28.52	26.87
7	8.15	2.00	0.27	33	48.09	32.23	31.94
8	8.60	2.21	0.35	34	52.64	36.50	38.04
9	9.09	2.44	0.44	35	57.75	41.44	45.41
10	9.61	2.69	0.56	36	63.53	47.16	54.36
11	10.15	2.98	0.69	37	70.01	53.80	65.27
12	10.76	3.29	0.85	38	77.50	61.55	78.61
13	11.41	3.63	1.04	39	85.97	70.61	95.03
14	12.11	4.02	1.26	40	95.66	81.27	115.31
15	12.86	4.45	1.52	41	106.61	93.85	140.51
16	13.68	4.92	1.82	42	119.67	108.75	171.99
17	14.60	5.45	2.18	43	134.58	126.50	211.56
18	15.12	6.04	2.59	44	151.95	147.74	261.60
19	16.56	6.70	3.07	45	172.28	173.28	325.34
20	17.69	7.44	3.64	46	196.23	204.19	407.11
21	18.92	8.26	4.31	47	224.55	241.80	512.84
22	20.27	9.19	5.09	48	258.28	287.85	650.67
23	21.75	10.23	6.00	49	298.71	344.63	831.99
24	23.36	11.40	7.08	50	347.50	415.14	1072.80
25	25.13	12.72	8.34				

Según Kumbhajakar (1993)

Fuente: DAS, Draja M. Principios de ingeniería de cimentaciones. p. 158.

3.2. Diseño arquitectónico

Para el diseño arquitectónico de cada edificio se utilizó la normativa: Criterios normativos para el diseño arquitectónico de centros educativos, Ministerio de Educación, Guatemala, 2007. de la cual se mencionan los aspectos más importantes a continuación.

3.2.1. Criterios generales

Confort visual: debido a las distintas actividades que se desempeñan en el proceso de enseñanza-aprendizaje se requiere de un determinado nivel de iluminación. La iluminación dependiendo de la fuente que la produce se puede dividir en dos tipos; natural y la artificial, la cual se debe distribuir sobre todos los puntos del ambiente.

- Iluminación natural: para su mejor aprovechamiento las ventanas deben ser orientadas hacia el norte franco. Para mejorar las condiciones de iluminación la ubicación de ventanas debe ser en muros opuestos, ó sea iluminación bilateral. La sumatoria de los vanos de las ventanas no debe ser menor de $1/3$ del área de piso del ambiente.
- Iluminación artificial: para los centros educativos se debe proyectar como obligatoria en la jornada nocturna; en un día lluvioso es la única fuente de iluminación. Debe de ser distribuida uniformemente, ser difusa y evitar conos de sombra.

Confort térmico: pretende lograr una ventilación natural adecuada con el objetivo de renovar continua o periódicamente el aire de un ambiente cerrado.

Esto se logra diseñando cada ventana con un porcentaje adecuado del vano destinado para la ventilación. El área mínima de ventana utilizada para ventilar debe ser de 1/5 del área de piso.

Confort acústico: busca lograr las condiciones óptimas para reducir las interferencias del ruido entre los distintos ambiente, por medio de materiales de construcción que aíslen los ruidos.

3.2.2. Criterios de conjunto arquitectónico

Accesibilidad: un centro educativo debe tener accesos preferentemente en calles de poco tránsito, con facilidad de afluencia de personas y vehículos. Los accesos al centro educativo deben ser en un número reducido para mayor control del ingreso y egreso.

Servicios: el terreno debe contar con los servicios públicos primordiales entre ellos: agua potable, electricidad, drenajes, transportes, teléfono, entre otros.

Sectorización de edificios y espacios dentro del terreno: el diseño debe contemplar distinción entre los sectores educativo, administrativo, servicios y circulación, de manera que las actividades de un sector no interfieran con las de los otros, pero al mismo tiempo debe existir una adecuada vinculación entre ellos.

Emplazamiento: el 40 por ciento de la superficie del terreno debe ser ocupada por edificios techados y el 60 por ciento restante por espacios libres, destinados a áreas verdes, recreación, estacionamientos, entre otros.

3.2.3. Criterios para los sectores que integran los centros educativos

Dentro de los sectores que integran los centros educativos se encuentran el sector educativo; administrativo, de servicio, de circulación y al aire libre, estos criterios se deben tomar en cuenta en el diseño para un mejor funcionamiento.

3.2.3.1. Sector educativo

Se integra por los espacios utilizados para el ejercicio del proceso enseñanza-aprendizaje. Entre los espacios que integran este sector tenemos el aula teórica y aula de computación.

Capacidad: en cada uno de los niveles de educación no debe exceder de un número máximo de 40 educandos por aula.

Área por educando: debe ser igual o mayor a 1,25 metros cuadrados para el nivel primario y de 1,30 metros cuadrados para el nivel básico. En el caso del aula de computación el área mínima aumenta a 2,40 metros cuadrados.

Relación modular: se busca tener una forma cuadrada o rectangular cuya relación ancho-largo no exceda 1:1,5.

Altura: la altura mínima debe ser de 2,80 metros en clima frío y 3,20 metros en climas cálido. Para un clima templado puede usarse una altura promedio de 3,00 metros.

Seguridad: las puertas de ingreso deben tener un ancho mínimo de 1,10 metros en aula teórica y de 1,20 metros para aula de computación; la altura mínima será 2,10 metros y siempre debe abatir hacia el exterior 180 grados en sentido del flujo de la circulación. En el diseño de las ventanas debe evitarse el acceso a través de ellas por niños y adultos. En gradas se debe colocar un pasamanos a una altura mínima de 0,90 metros. El ancho útil de las escaleras depende del número de estudiantes; varía entre 1,20 y 1,80 metros.

3.2.3.2. Sector administrativo

Se integra por los espacios en los que se desarrollan funciones de dirección, coordinación y control de la comunidad educativa. Entre los espacios que integran este sector se mencionan los siguientes: Dirección y/o subdirección, sala de maestros, contabilidad, archivo y bodega.

Capacidad: en el caso de la dirección y/o subdirección se tiene una cantidad máxima de 6 usuarios; para la sala de maestros depende del número de aulas que tenga el edificio y para contabilidad una cantidad mínima de 4 usuarios.

Área por usuario: debe ser igual o mayor a 2,00 metros cuadrados para la dirección; de 2,50 metros cuadrados para la sala de maestros y 2,50 metros cuadrados en el caso de la contabilidad.

Relación modular: se busca tener una forma cuadrada o rectangular cuya relación ancho-largo no exceda de una relación 1:1.5.

Seguridad: las puertas de ingreso deben tener un ancho mínimo de 1,00 metros y una altura mínima de 2,10 metros, la puerta debe abatir hacia el interior 90 grados hacia la pared.

En el diseño de las ventanas debe evitarse el acceso a través de ellas por niños y adultos. Se deben colocar rotulaciones que indiquen las salidas de emergencia, también es necesario contar con extinguidores en cada aula y corredores de las instalaciones en caso de incendios dentro de las mismas. Este sector puede utilizar el mismo módulo de gradas del sector educativo, únicamente se debe tener cuidado de tomar en cuenta el número del personal para establecer el ancho útil de gradas.

3.2.3.3. Sector de servicio

Está integrado por el espacio que permite satisfacer las necesidades fisiológicas.

Capacidad: debe diseñarse con forme a la máxima población a atender en el centro educativo. El número necesario de artefactos sanitarios se puede estimar de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla XXVII. **Número de artefactos sanitarios, según población**

Artefacto sanitario	No. Base de artefactos para un máx de 60 h/m	Incremento de artefactos, cuando superamos el No. base	
Lavamanos	2	1 cada 20 h/m	
Inodoros	2	1 cada 20 m	1 cada 40 h
Mingitorios	2	1 cada 20 h	

Fuente: elaboración propia.

Área total: el espacio mínimo para los módulos de los inodoros debe ser de 0,90 metros de ancho por 1,20 metros de largo, más el área de abatimiento hacia fuera de las puertas. Para los lavamanos y mingitorios se debe considerar el área de cada uno, más la separación entre ellos y para el cálculo del área total de los servicios sanitarios se debe considerar el espacio para uso de artefactos y la circulación simultáneamente.

Relación modular: se busca tener una forma rectangular para facilitar el abatimiento de puertas, separación de artefactos y fluidez en la circulación interior.

Seguridad: las puertas de ingreso deben tener un ancho mínimo de 1,10 metros y una altura mínima de 2,10 metros la puerta debe abatir hacia el interior 90 grados hacia la pared; las puertas de los módulos de inodoros deben tener un ancho mínimo de 0,60 metros y abatir hacia el exterior. En el diseño de las ventanas debe evitarse el acceso a través de ellas por niños y adultos.

3.2.3.4. Sector de circulación

Se integra por los espacios que facilitan el acceso directo de peatones y vehículos a todos los sectores que integran los centros educativos.

Circulación peatonal: provee a los peatones de un espacio seguro y libre de obstáculos para circular, debe comunicarlos a las plantas bajas de los edificios y a todos los espacios que conforman el centro educativo. Se puede dividir en:

- Circulación horizontal (corredores): debe manejarse un ancho mínimo de 1,20 metros para un máximo de 40 educandos que lo circulen, y de 1,80 metros para un máximo de 160 educandos.

- Circulación vertical (gradas): debe manejarse un ancho igual o mayor a los pasillos de las plantas que comunica. La distancia máxima entre el escritorio del educando más alejado del módulo de escaleras no debe superar los 30 metros y debe construirse un módulo de escaleras por cada 160 educandos por planta. Se debe considerar un descanso del mismo ancho útil de la escalera a medio desarrollo de la misma. Con respecto a las dimensiones de la huella y contrahuella de las gradas puede auxiliarse de la siguiente tabla.

Tabla XXVIII. Dimensiones máximas de huellas y contrahuellas

Nivel de educación	Huella máxima	Contrahuella máxima
Primario	0,25	0,15
Básico	0,30	0,20
Diversificado		

Fuente: elaboración propia.

Circulación vehicular: provee a los vehículos un espacio definido y seguro para su circulación, también incluye los espacios definidos para estacionamiento. Se necesita un ancho mínimo de 3,50 metros para la circulación. El espacio mínimo para cada parqueo de vehículos es de 2,50 x 5,00 metros y para buses es de 3,50 x 8,00 metros. El área total de circulación y estacionamiento no debe exceder del 10 por ciento de la superficie del terreno.

3.2.3.5. Sector al aire libre

Se integra por los espacios exteriores a los edificios, destinados a las actividades de recreativas como: patios, canchas, áreas verdes, entre otras. Esta se considera el 60 por ciento como ya se indicó anteriormente.

3.3. Parámetros de diseño sismo resistente

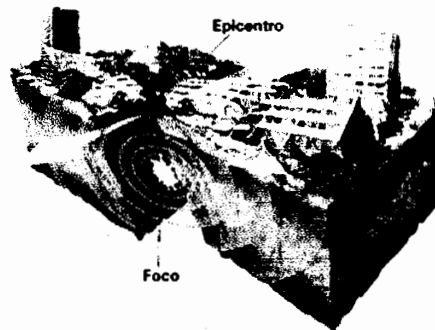
Los sismos son vibraciones de la corteza terrestre generadas por fenómenos naturales (actividades volcánica, hundimiento de cavidades subterráneas y desplazamientos tectónicos) o artificiales (provocadas por el uso de explosivos).

3.3.1. Origen y características de los sismos

Desde el punto de vista de la ingeniería sísmica, los sismos más severos son los de origen tectónico, que son provocados por los desplazamientos bruscos entre las placas en que se subdivide la corteza terrestre, provocando la liberación de enormes cantidades de energía en forma de ondas vibratorias que se propagan a grandes distancias a través de la corteza. Son estas vibraciones de la corteza terrestre que ponen en peligro las edificaciones, ya que genera fuerzas de inercia que inducen esfuerzos importantes en los elementos estructurales que pueden conducir a la falla.

El punto subterráneo donde se considera que se inició el movimiento sísmico (punto de ruptura de la roca) se denomina foco o hipocentro, y a su proyección sobre la superficie terrestre se le llama epicentro.

Figura 6. Origen de los sismos



Fuente: <http://aprenderandando.blogspot.com>. Consulta: noviembre 2011.

La energía liberada por un sismo se propaga desde la zona de ruptura, mediante diversos tipos de ondas que hacen vibrar la corteza terrestre. Se identifican ondas de cuerpo que viajan a grandes distancias a través de roca y ondas superficiales provocadas por el cambio de velocidad de propagación cuando llega a la superficie. Las ondas de cuerpo se dividen en ondas P (principales) que provocan un movimiento paralelo a la dirección de la propagación y ondas S (secundarias) que provocan un movimiento transversal a la dirección de propagación.

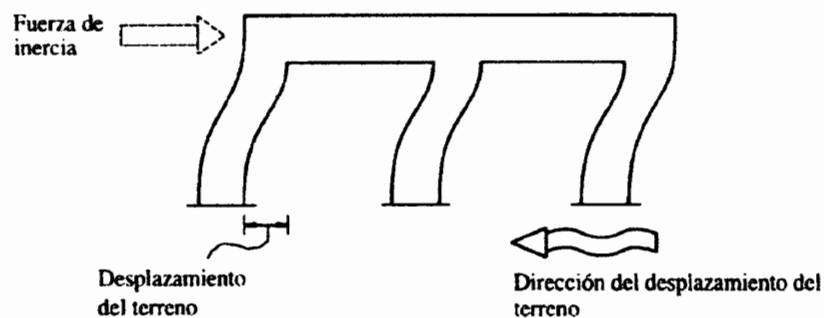
Las velocidad de propagación de las ondas P es mayor que la de las ondas S, por lo que a medida que nos alejamos del epicentro crece la diferencia de tiempo de llegada. Las ondas S producen un movimiento del terreno más intenso que las ondas P, por lo que son estas las más dañinas para las edificaciones.

Existen dos formas de medir un sismo, por su intensidad que mide la severidad de los daños producidos (la escala más conocida para medir la intensidad es la de Mercalli modificada) y por su magnitud que mide la energía liberada por en el foco sísmico y tiene un valor único para cada sismo (la escala más conocida es la de Richter).

3.3.2. Efectos sísmicos

El movimiento sísmico del suelo afecta directamente a la base de las estructuras, provocando que por inercia la masa del edificio se oponga a ser desplazada dinámicamente. Tomando en cuenta la flexibilidad de la estructura y que estos movimientos son amplificados de forma considerable por la vibración de la misma. Estas fuerzas de inercia proporcionales a la masa, hacen que esta vibre de forma distinta a la del suelo, generando esfuerzos y deformaciones que ponen en peligro la estabilidad de la estructura. Los puntos más críticos que se ven afectados por estas fuerzas los encontramos en las uniones entre los elementos estructurales, en las fuerzas cortantes en las columnas y en la transmisión de dichas fuerzas a la cimentación.

Figura 7. Efectos sísmicos sobre las estructuras



Fuente: BAZÁN, Enrique; MELI, Roberto. Diseño sísmico de edificios. p. 28

A medida que la intensidad de la excitación aplicada a la estructura aumenta, se generan cambios en sus propiedades dinámicas, las que alteran su respuesta. En términos generales el comportamiento deja de ser lineal, importa sobre todo la modificación en la respuesta que se tiene después de la fluencia, cuando la rigidez se reduce drásticamente y las fuentes de amortiguamiento o disipación de energía, mayores a las que se presentan en el comportamiento lineal. Se relaciona este comportamiento de respuesta debido a la disipación de energía después de la fluencia a una propiedad llamada ductilidad, que se refiere a la capacidad de mantener su resistencia para deformaciones muy superiores a aquellas en donde se inició la fluencia.

Una parte importante del diseño sísmico consiste en proporcionar a la estructura, además de la resistencia necesaria, la capacidad de deformación que permite la mayor ductilidad posible. La ductilidad es una propiedad muy importante en una estructura que debe resistir efectos sísmicos, ya que elimina la posibilidad de una falla súbita de tipo frágil.

A continuación se examinan los mecanismos esenciales para obtener altas capacidades de ductilidad en los sistemas estructurales de concreto reforzado.

- **Confinamiento:** el confinamiento del concreto garantiza la preservación del material ante las alteraciones de los esfuerzos provocados por el sismo, y en consecuencia permite el desarrollo de deformaciones inelásticas mayores.
- **Control de falla a cortante:** la falla a cortante compromete seriamente la integridad de la sección de cualquier elemento de concreto.

Por esta razón los códigos de diseño generalmente obligan a un diseño a cortante que garantice que la resistencia a cortante sea superior a la resistencia a flexión. Esto se logra utilizando como cortante de diseño un valor que sea como mínimo el correspondiente a la plastificación por flexión en los nudos extremos (M_{pr} en Cap. 21 ACI).

- Control de la reducción de la ductilidad disponible debido a la carga axial: la carga axial de compresión reduce drásticamente la ductilidad disponible en un elemento de concreto sometido a ella. Generalmente se debe a que a mayores cargas de compresión se reduce el trabajo a tensión del acero en las columnas, el cual puede darse con valores de esfuerzo de trabajo menores del esfuerzo de fluencia, lo que implica un uso insuficiente del acero a efectos de desarrollar grandes deformaciones inelásticas y disipar energía por ese medio. Sin embargo, no siempre es posible diseñar las secciones de columnas de manera que haya esfuerzos altos de tracción en el acero, por razones arquitectónicas y económicas.

3.3.3. Criterios de diseño sísmico

En el diseño sísmico se reconoce que no es económicamente viable diseñar una estructura para que se mantenga dentro de su comportamiento lineal ante el sismo de diseño. Por lo que se busca una optimización que equilibre la inversión que sea razonable para la seguridad de la estructura con la probabilidad de ocurrencia del sismo. Con esto no se busca simplemente diseñar la estructura para que sea capaz de resistir un conjunto de fuerzas laterales sino que debe tener la habilidad de disipar de manera eficiente la energía introducida por el movimiento del suelo.

En caso de un sismo severo, es aceptable que la disipación de energía se realice con deformaciones inelásticas que impliquen daño, siempre y cuando no se alcance condiciones cercanas al colapso estructural.

A continuación se presentan los criterios que se deben considerar para un diseño sísmico eficiente.

- La selección de un sistema estructural adecuado que sea capaz de absorber y disipar la energía introducida por el sismo sin generar efectos deformables que provoquen el colapso.
- Dimensionar adecuadamente las secciones y elementos estructurales.
- Realizar un adecuado análisis sísmico que proporcione la respuesta de la estructura lo más apegado a la realidad.
- Detallar los elementos estructurales y conexiones para proporcionar gran capacidad de deformación antes del colapso, lo que conduce a modificaciones en las cuantías y distribución de refuerzo.

3.3.4. Configuración arquitectónica - estructural

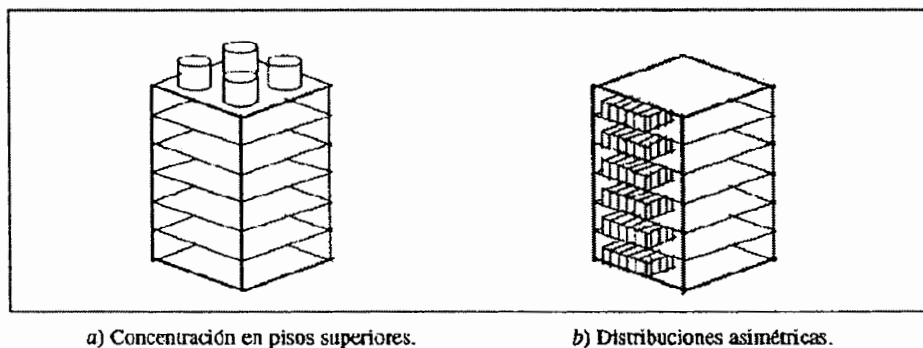
Para el diseño sísmico es muy importante tomar en cuenta un análisis de la configuración arquitectónica-estructural, ya que no se puede lograr que un edificio mal estructurado se comporte satisfactoriamente ante un sismo, por mucho que se refine el análisis y dimensionamiento de sus elementos estructurales.

Está claro que la configuración estructural queda definida desde la fase del diseño arquitectónico, es por esta razón que desde esta etapa es esencial que exista una buena comunicación entre el Arquitecto y el Ingeniero estructural.

3.3.4.1. Configuración estructural

Concentración de masa: debido a que las fuerzas de inercia son proporcionales a la masa y en general al peso del edificio, debe procurarse que la estructura sea lo más ligera posible. Considerando que las aceleraciones introducidas en el edificio crecen con la altura, es importante evitar masas excesivas en las partes más altas de un edificio. También debe evitarse fuertes diferencias en los pesos de pisos sucesivos, porque generan variaciones bruscas en las fuerzas de inercia y en la forma de vibrar del edificio.

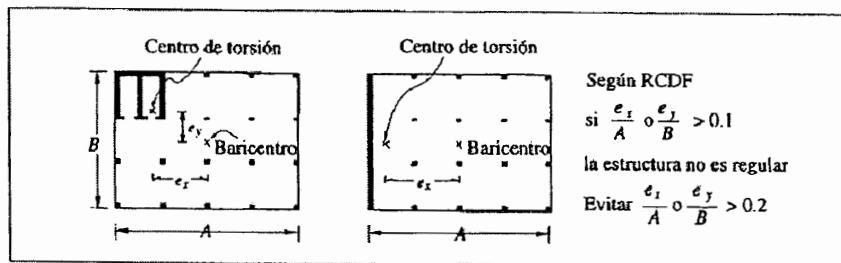
Figura 8. **Distribución inadecuada de las masas**



Fuente: BAZÁN, Enrique; MELI, Roberto. Diseño sísmico de edificios. p.177

Torsión: se debe procurar evitar la distribución de elementos resistentes en planta que provoquen el incremento adicional de esfuerzos torsionales, producidos por la excentricidad entre el centro de masas y el de rigidez.

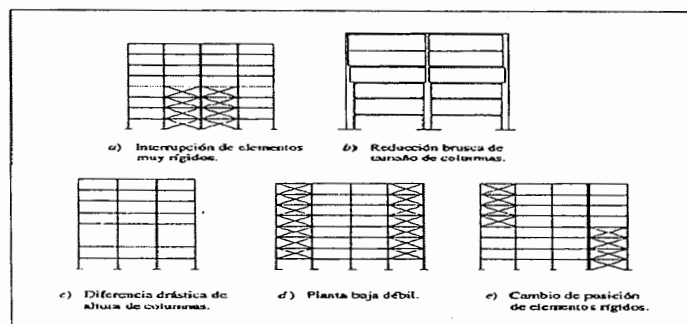
Figura 9. **Distribución de elementos rígidos en planta**



Fuente: BAZÁN, Enrique; MELI, Roberto. Diseño sísmico de edificios.p.184

Pisos suaves: provocado por los cambios bruscos de rigidez y resistencia que causan concentración de esfuerzos en el piso inmediatamente superior. Entre las causas que provocan este problema tenemos: la interrupción de elementos rígidos, reducción drástica de la sección de las columnas para pisos superiores, variación considerable de las alturas entre uno y otro nivel, discontinuidad en la posición de los elementos rígidos, y la más frecuente es la provocada por la necesidad de que en las plantas bajas de los edificios se requiera grandes espacios, que conllevan a la eliminación de muros de rigidez y de relleno.

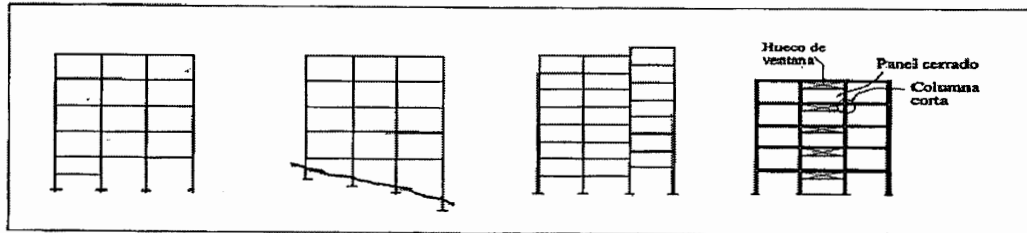
Figura 10. **Distribución de elementos rígidos en elevación**



Fuente: BAZÁN, Enrique; MELI, Roberto. Diseño sísmico de edificios.p.185

Columnas cortas: se presenta cuando tenemos distintas alturas de las columnas, que producen diferentes rigideces entre ellas, por lo que las fuerzas que absorban las más cortas son muy superiores exponiéndolas a una falla frágil. Cuando se presente este caso es posible teóricamente equilibrar las rigideces variando las secciones de las columnas, pero por razones constructivas resulta muy costoso su implementación.

Figura 11. Variación de alturas en columnas



Fuente: BAZÁN, Enrique; MELI, Roberto. Diseño sísmico de edificios.p.186

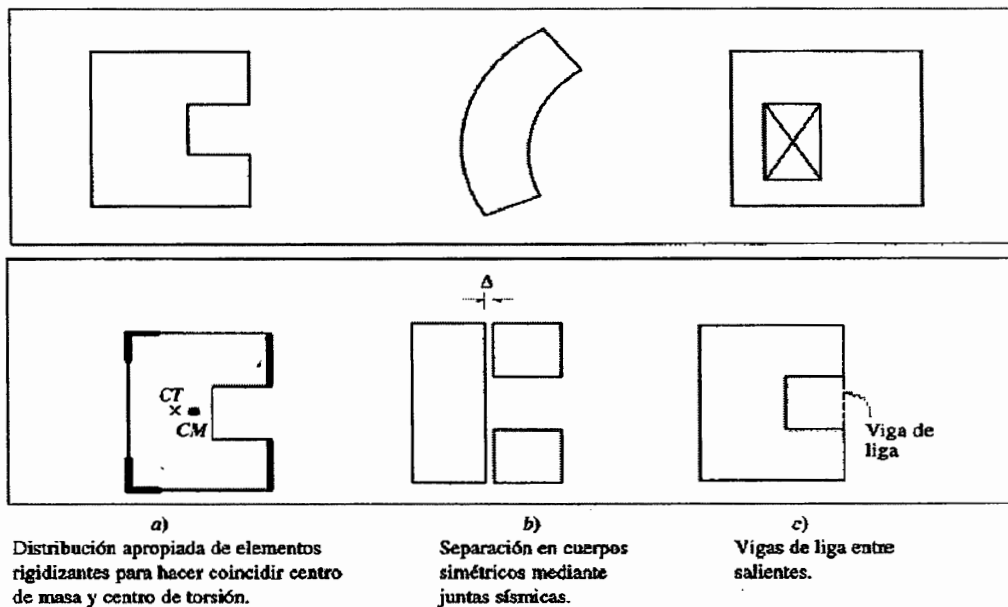
Redundancia: busca que la resistencia de las fuerzas sísmicas dependa de un número importante de elementos, puesto que cuando se cuenta con un número reducido de elementos (poca redundancia) la falla de alguno de ellos puede provocar el colapso total de la estructura durante el sismo.

3.3.4.2. Configuración arquitectónica

Forma del edificio en planta: es conveniente evitar configuraciones en planta asimétricas que provoquen efectos torsionales en el edificio, una de las posibles soluciones para minimizar estos efectos torsionales es mediante una distribución de elementos resistentes que hagan coincidir el centro de masa con el centro de rigidez de cada piso aunque esto implica concentraciones de esfuerzos en ciertas zonas difíciles de cuantificar.

Otra posible solución es dividir la planta en cuerpos independientes mediante juntas de construcción o juntas sísmicas; sin embargo, se debe tener la precaución de diseñar la separación adecuadamente para evitar golpeteo entre los diferentes cuerpos. Otra forma de remediar los problemas de asimetría es mediante elementos estructurales exteriores que ligen las distintas partes del edificio y que lo vuelvan más simétrico.

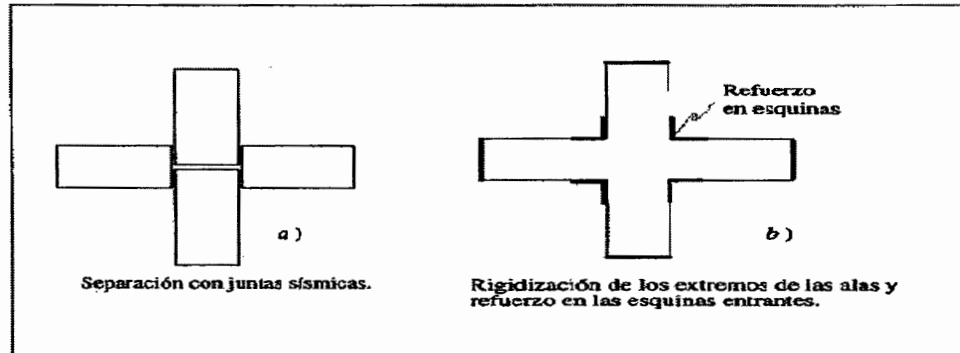
Figura 12. Problemas de configuración asimétrica en planta



Fuente: BAZÁN, Enrique; MELI, Roberto. Diseño sísmico de edificios.p.177

Otra forma de configuración asimétrica es la presencia de alas muy alargadas que tienden a vibrar en diferentes direcciones con el sismo, provocando concentración de esfuerzos en las esquinas interiores de la planta. Para remediar estos problemas nuevamente puede recurrir a la implementación de juntas de construcción o proporcionar mayor rigidez a los extremos de las alas y reforzar las esquinas interiores.

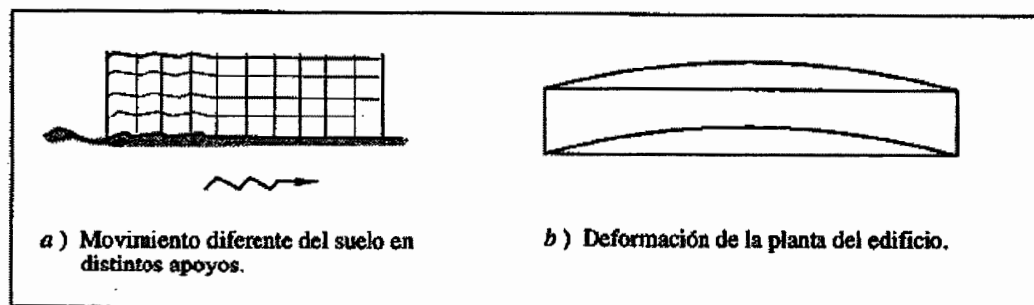
Figura 13. **Problemas de configuración en planta, por alas muy alargadas**



Fuente: BAZÁN, Enrique; MELI, Roberto. Diseño sísmico de edificios.p.178

También es recomendable evitar que las plantas sean muy alargadas, ya que es muy probable que actúen sobre su base movimientos que difieran de un extremo a otro. Pero el problema principal de las plantas muy alargados es la flexibilidad del sistema, que incrementa sustancialmente los esfuerzos en la parte central del edificio.

Figura 14. **Problemas de configuración en planta, con formas muy alargadas**

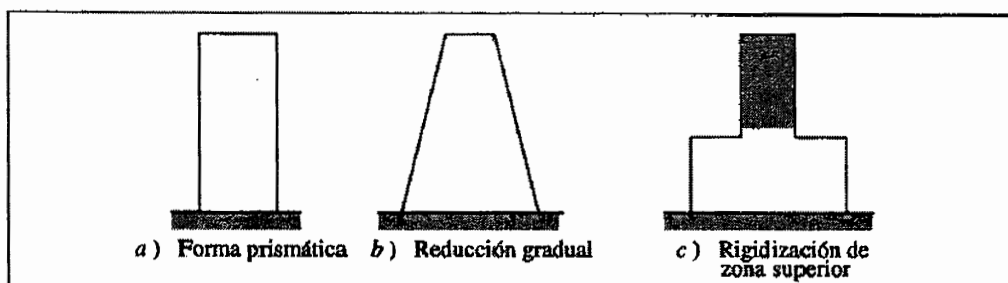


Fuente: BAZÁN, Enrique; MELI, Roberto. Diseño sísmico de edificios.p.179

Forma del edificio en elevación

La sencillez, regularidad y simetría son deseables también en la elevación del edificio para evitar que se produzcan concentraciones de esfuerzos en ciertos pisos o amplificaciones de la vibración en las partes superiores. Particularmente críticas son las reducciones bruscas en la parte superior del edificio, donde el cambio drástico de rigidez tiende a producir el fenómeno de chicoteo, con una gran amplificación de vibración en la punta.

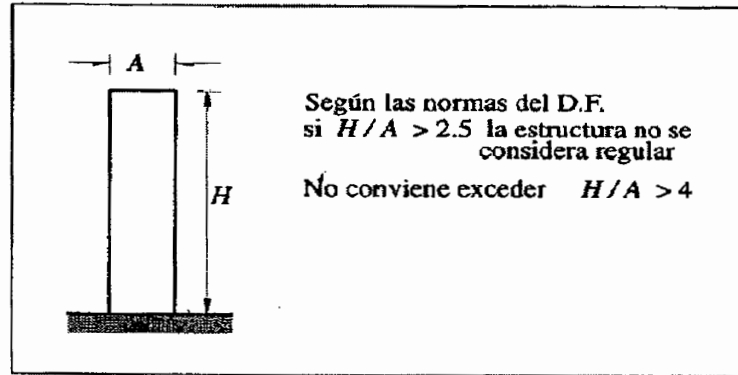
Figura 15. **Problemas de configuración asimétrica en elevación**



Fuente: BAZÁN, Enrique; MELI, Roberto. Diseño sísmico de edificios.p.180

La esbeltez excesiva del edificio puede provocar problemas de volteo, de inestabilidad y de trasmisión de cargas elevadas a la cimentación y al suelo. Todos estos problemas se pueden solucionar mediante proporcionar una elevada rigidez lateral en la dirección más esbelta del edificio y de recurrir a una cimentación rígida. Sin embargo, conviene mantener lo más compacta posible la forma del edificio en elevación.

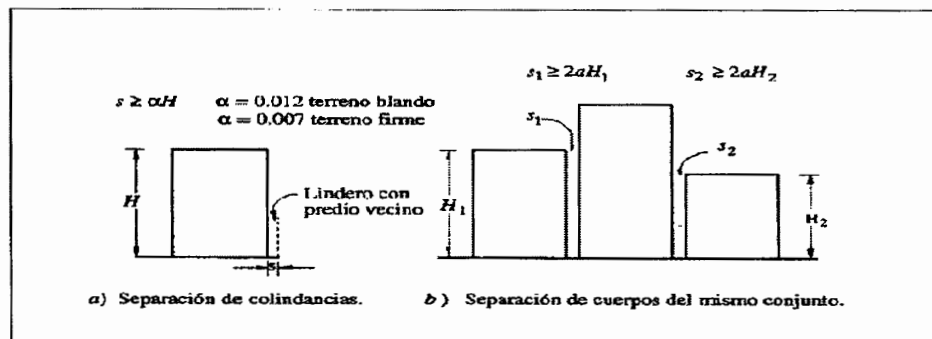
Figura 16. Problemas de esbeltez en elevación



Fuente: BAZÁN, Enrique; MELI, Roberto. Diseño sísmico de edificios.p.180

Otro aspecto muy importante es guardar una separación suficiente entre edificios adyacentes, para evitar que los distintos cuerpos se golpeen durante un sismo. El daño puede incrementarse cuando los pisos de los edificios adyacentes no coinciden en las mismas alturas, de manera que durante la vibración las losas de un edificio golpeen la altura media de las columnas del otro edificio.

Figura 17. Junta sísmica en edificios



Fuente: BAZÁN, Enrique; MELI, Roberto. Diseño sísmico de edificios.p.181

Según el Reglamento de Construcción para el Distrito Federal -RCDF-, se pueden establecer varios criterios para considerar a una estructura regular tanto en planta como en elevación, cumpliendo con la mayoría de los siguientes requisitos.

- La planta debe ser sensiblemente simétrica en masas y elementos resistentes con respecto a dos ejes ortogonales.
- La relación de altura y la menor dimensión de la base debe ser menor de 2,5.
- La relación de largo y ancho de la base debe ser menor de 2,5.
- La planta no tenga entrantes ni salientes cuya dimensión exceda del 20 por ciento de la dimensión de la planta medida paralelamente a la dirección considerada.
- Cada nivel tenga un sistema de techo y piso rígido y resistente.
- No exista aberturas en sus sistemas de techo o entrepiso cuya dimensión exceda del 20 por ciento de la dimensión en planta medida paralelamente a la dimensión considerada. Las áreas huecas no ocasionen asimetría significativa ni difieren en posición de un piso a otro y el área total de aberturas no exceda en ningún nivel del 20 por ciento del área de la planta.

- El peso de cada nivel, incluyendo la carga viva que debe considerarse para diseño sísmico, no es mayor que el del piso inmediato inferior, (excepción hecha del último nivel de la construcción), ni menor que el 70 por ciento de dicho piso.
- Ningún piso tiene un área mayor que la del piso inmediato inferior ni menor que el 70 por ciento de esta (se exonera de este requisito únicamente al último piso de la construcción).
- Todas las columnas están restringidas en todos los pisos en dos direcciones ortogonales por vigas y losas planas.
- La rigidez al corte de ningún entrepiso excede en más del 100 por ciento a la del entrepiso inmediato inferior.
- En ningún entrepiso la excentricidad torsional calculada estáticamente, excede del 10 por ciento de la dimensión en planta de ese entrepiso medida paralelamente a la excentricidad mencionada.

En resumen se puede establecer cuatro requisitos que se deben cumplir para a cabalidad para evitar los problemas de configuración arquitectónica-estructural.

- El edificio debe poseer una configuración en dos direcciones ortogonales que proporcione resistencia y rigidez a cargas laterales.
- La configuración de los elementos estructurales debe permitir un flujo continuo, regular y eficiente de las fuerzas sísmicas.

- A los sistemas estructurales debe de disponerse de redundancia y de capacidad de deformación inelástica que les permite disipar la energía inducida por el sismo.
- Evitar la amplificación de las vibraciones y concentraciones de esfuerzos torsionales provocados por la distribución irregular de masas o rigideces tanto en planta como en elevación.

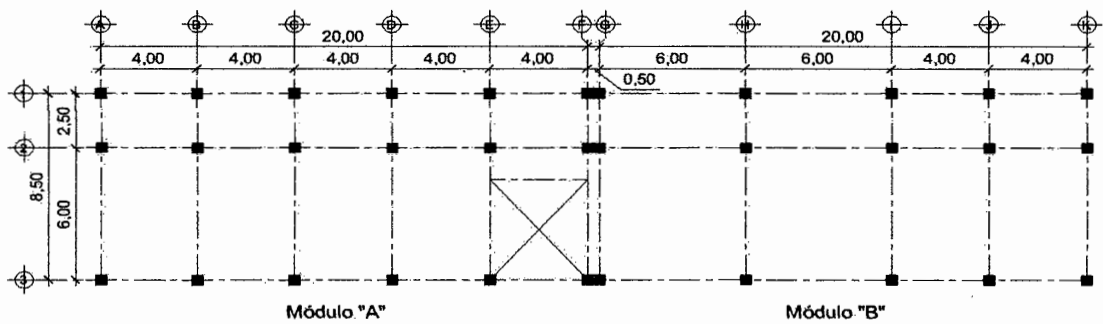
3.4. Selección del sistema estructural a utilizar e idealización a un modelo matemático

El sistema estructural a utilizar, es el de marcos rígidos de concreto reforzado, ya que desde el punto de vista sísmico proporciona una gran ventaja por su gran ductilidad y capacidad de disipar energía. Tiende a proporcionar resistencias relativas que desarrollan mecanismos de falla que involucre el mayor número de articulaciones plásticas en aquellas secciones donde se puede disponer de ductilidad. Este mecanismo de falla es llamado comúnmente “viga débil-columna fuerte”. El único aspecto que se debe considerar es la alta flexibilidad que otorga este sistema estructural, por lo cual se debe mantener los desplazamientos laterales dentro de los límites prescritos por los códigos, por medio del control de la deriva.

Cabe resaltar que a partir de este momento se enfocará únicamente en el edificio “A” para ejemplificar en detalle el proceso de análisis y diseño estructural de un edificio, los resultados obtenidos para los demás edificios se podrán observar en el juego de planos correspondiente a cada uno.

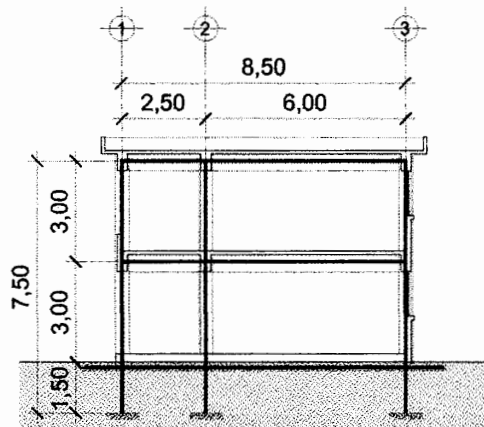
De acuerdo a todos los criterios de diseño arquitectónico y diseño sismo-resistente se obtuvo el siguiente modelo matemático, donde fue necesario separar por medio de una junta sísmica al edificio "A" obteniendo los módulos A y B, debido al diseño arquitectónico de la escuela que exigía una configuración en planta con relación ancho-largo superior a los 2,5.

Figura 18. Configuración en planta



Fuente: elaboración propia.

Figura 19. Configuración en elevación



Fuente: elaboración propia.

3.5. Predimensionamiento de elementos estructurales

Para poder realizar un análisis estructural, primero se debe conocer las dimensiones de todos los elementos estructurales que conformen el sistema que se utiliza. Esto se realiza en base a criterios que por medio de la experiencia se han establecido.

3.5.1. Predimensión de losas

El tipo de losa que se va a utilizar es de una losa plana apoyada sobre vigas. Para poder calcular el espesor de la losa, se debe conocer de qué forma va a transmitir las cargas a las vigas. Por lo que primero se debe clasificar si la losa trabajará en una o en dos direcciones.

La clasificación se puede realizar con la siguiente expresión, que está en función de la relación que existe entre el lado corto y el lado largo de la losa.

$$m = \frac{a}{b};$$

si $\rightarrow m < 0,50 \leftrightarrow$ trabaja en una dirección

si $\rightarrow 0,50 \leq m \leq 1,00 \leftrightarrow$ trabaja en dos direcciones

Donde:

m = Relación entre los lados de la losa

a = Lado corto de la losa

b = Lado largo de la losa

Según la configuración del edificio, se pueden agrupar cuatro tipos de losas en la siguiente tabla:

Tabla XXIX. Clasificación de losas

Ambiente	Dimensión	[m]	Clasificación
Aulas	4,00 x 6,00	0,67	Trabaja en dos direcciones
Pasillos	2,50 x 4,00	0,62	Trabaja en dos direcciones
Baños/Off	2,50 x 3,00	0,83	Trabaja en dos direcciones
Acceso a gradas	1,40 x 4,00	0,35	Trabaja en una dirección

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar, la mayoría de las losas trabajan en dos direcciones; únicamente la losa que sirve de acceso al módulo de gradas trabajará en una dirección.

Para losas que trabajan en dos direcciones, se puede aplicar la siguiente expresión matemática para determinar el espesor necesario de la losa.

$$t = \frac{P}{180}$$

Donde:

t = Espesor de losa

P = Perímetro de la losa

Por razones constructivas y económicas, se debe manejar un único espesor de losa para todos los paneles; de igual manera va ocurrir para las vigas y columnas. Por esta razón se usará la losa de mayores dimensiones para el cálculo de dicho espesor.

$$t = \frac{2 \times 4 + 2 \times 6}{180} = 0,111 \cong 0,12 \text{ m}$$

Para el caso de la única losa que trabaja en una dirección, el código ACI 318-05, sección 9.5.2.1, tabla 9.5(a), proporciona espesores mínimos para losas macizas que trabajen en una dirección.

Tabla XXX. Espesor mínimo para losas en un sentido

Tipo de apoyo	Espesor mínimo
Simplemente apoyados	L/20
Con un extremo continuo	L/24
Ambos extremos continuos	L/28
En voladizo	L/10

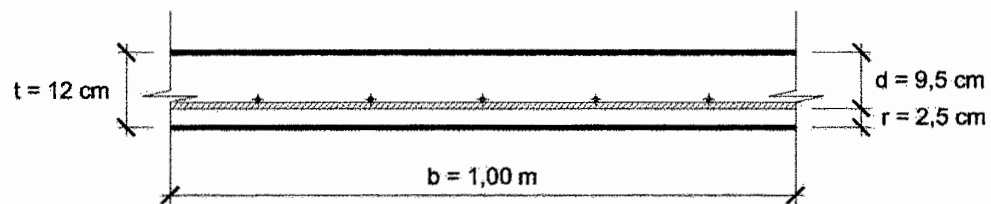
Fuente: elaboración propia.

Se emplea la relación $t = L/24$ que proporciona un espesor de $t = 1,40/24 = 0,058$ metros que es mucho menor al obtenido para losas que trabajan en dos direcciones. Se hace la observación que una losa que trabaja en un sentido, siempre se diseñará para el lado corto, por esa razón se utilizó $L = 1,40$ metros.

Adoptando un espesor uniforme de 12 centímetros se procede a chequear el cortante en la losa, para asegurarse que es el apropiado.

De la idealización del comportamiento a flexión de una losa que trabaja en dos direcciones, se puede imaginar que está formada por dos conjuntos de vigas simples en cada dirección, que se interceptan entre sí. Además como las deflexiones son las mismas en los puntos de intersección de las vigas, se sabe que la mayor fracción de carga se transmite en la dirección corta.

Figura 20. Franja unitaria de losa



Fuente: elaboración propia.

Se procede a calcular el corte actuante únicamente en el sentido corto de la siguiente manera. Teniendo una carga viva máxima de 500 kilogramos sobre metro cuadrado y cargas muertas de 25 kilogramos sobre metro cuadrado (repello + cernido) 60 kilogramos sobre metro cuadrado (sobrecarga) y 120 kilogramos sobre metro cuadrado (piso + mezclón) que se utilizarán más adelante en la integración de cargas se determinó la carga última de diseño para la losa.

$$U = 1,2 CM + 1,6 CV = 1,2 (2\ 400 * 0,12 + 25 + 60 + 120) + 1,6 * 500$$

$$U = 1\ 391,60\ \text{kg/m}^2$$

De la definición del ancho unitario de una viga simple se obtiene la carga distribuida linealmente.

$$U = 1\,391,60 \text{ kg/m}^2 * 1,00 \text{ m (ancho unitario)} = 1\,391,60 \text{ kg/m}$$

El corte actuante será igual a:

$$V_{act} = \frac{W * L}{2} = \frac{1\,391,60 * 6,00}{2} = 4\,174,80 \text{ kg}$$

Corte resistente por el concreto:

$$V_c = \phi * 0,53 * \sqrt{f'_c} * b * d \quad [\text{Ref. ACI 318:11.3.1.1}]$$

$$V_c = 0,75 * 0,53 * \sqrt{280} * 100 * 9,5 = 6\,318,88 \text{ kg}$$

Por lo que el espesor propuesto es el óptimo ya que:

$$V_{act} < V_c \leftrightarrow \text{chequea el cortante de losa}$$

3.5.2. Predimensión de vigas

Por la experiencia de algunos ingenieros estructurales, se ha establecido que la altura “h” de una viga principal se puede estimar por una relación del 8 por ciento de la luz a cubrir y de un 6 por ciento para vigas secundarias. Para la base “b” se puede manejar una relación de 1/3 a 1/2 de la altura. Tomando la luz más grande que es de 6,00 metros y para evitar esfuerzos de torsión en las vigas se usará la relación de $b=1/2 h$.

$$h = 0,08 * 6,00 = 0,48 \approx 0,50 \text{ m}$$

$$b = \frac{0,50}{2} = 0,25 \text{ m}$$

El código ACI 318-05 en el capítulo 21 que contiene disposiciones especiales aplicadas al diseño sísmico, en su sección 21.3 establece criterios para elementos a flexión (vigas).

- La luz libre de la viga, no debe ser menor que cuatro veces su altura útil. [Ref. ACI 318: 21.3.1.2]

$$L_n \geq 4d \leftrightarrow 6 - 0,45 \geq 4 * 0,4425 \leftrightarrow 5,55 \geq 1,77 \leftrightarrow \text{si cumple}$$

- El ancho del viga, no debe ser menor que el más pequeño de $0,3 * h$ y 25 cm. [Ref. ACI 318: 21.3.1.3]

Se propuso $b = 0,25 \text{ m} \leftrightarrow \text{si cumple}$

- El ancho de la viga, no debe exceder el ancho de la columna de apoyo más una distancia a cada lado de la columna que no exceda tres cuartas partes de la altura de la viga. [Ref. ACI 318: 21.3.1.4]

$$b_v \leq (b_{col} + 1,5h) \leftrightarrow 0,25 \leq [0,45 + (1,5 * 0,50)] \leftrightarrow 0,25 \leq 1,20$$

si cumple

Con los requisitos anteriores, se verifica que sí se puede utilizar una sección para las vigas principales de 0,50 x 0,25 metros.

En este caso también se necesita utilizar vigas secundarias, no para disminuir el espesor de la losa, sino para que sirva de anclaje a las gradas.

$$h = 0,06 * 6,00 = 0,36 \approx 0,40 \text{ m}$$

$$b = \frac{0,40}{2} = 0,20 \text{ m}$$

3.5.3. Predimensión de columnas

Existen dos formas para predimensionar columnas, la primera se basa en conocer únicamente la carga axial, y la segunda además de la carga axial se debe conocer el momento flector. En este caso por razones obvias, se utilizará el primer método ya que la carga axial es la única que se conoce en este momento.

Este método fue sugerido por "Nilson y Winter", y utiliza la formula siguiente.

$$A_c = \frac{P_u}{\alpha * \phi * f'_c}$$

Donde:

A_c = Área de la columna

P_u = Carga axial mayorada

α = Factor que depende de la posición de la columna, puede determinarse de acuerdo a la siguiente tabla

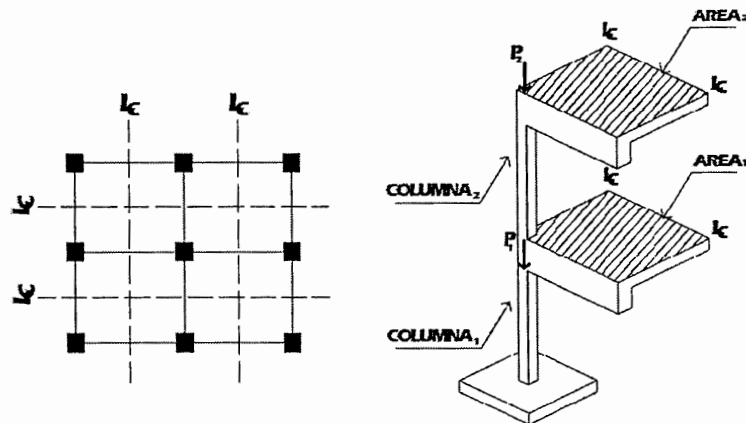
Tabla XXXI. **Factor que depende de la posición de la columna**

Ubicación de columna	Factor α
En esquina	0,20
En borde	0,25
En el centro	0,28

Fuente: elaboración propia.

Como primer paso se procede a calcular la carga axial que le llega a la columna crítica, la cual sería de un primer nivel. En la siguiente gráfica se ilustra cómo se transfieren las cargas a la columna (bajada de cargas).

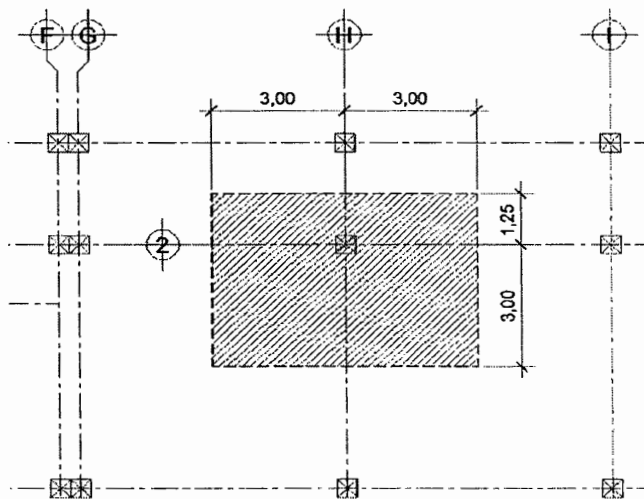
Figura 21. **Esquema para obtener el área tributaria en columnas**



Fuente: SIC GARCÍA, Ángel. Guía teórica y práctica del curso de concreto armado 2. Universidad de San Carlos de Guatemala. p.203.

El área tributaria de la columna crítica se encuentra ubicada entre los ejes 2 y H del módulo B.

Figura 22. Área tributaria en columna crítica



Fuente: elaboración propia.

En la tabla siguiente se resume la integración de cargas para la columna crítica.

Tabla XXXII. Integración de carga, en columna crítica

INTEGRACIÓN DE CARGA "P"				
Azotea	Carga muerta	Peso [kg/m²]	Área [m²]	P act [kg]
	Impermeabilizante	10	25,50	255,00
	Repello + cernido	25	25,50	637,50
	Losa	288	25,50	7 344,00
	Viga	24 600	0,13	3 075,00
	Carga viva	Peso [kg/m²]	Área [m²]	P act [kg]
	Azotea sin acceso	100	25,50	2 550,00
P act N₂			13 861,50	

Entrepiso	Carga muerta	Peso [kg/m²]	Área [m²]	P act [kg]
	Piso + mezción	120	25,50	3 060,00
	Repello + cernido	25	25,50	637,50
	Losa	288	25,50	7 344,00
	Viga	24 600	0,13	3 075,00
	Muro de mampostería	140	22,50	3 150,00
	Columna N ₂	7 200	0,09	648,00
	Carga viva	Peso [kg/m²]	Área [m²]	P act [kg]
	Baños + corredor	500	16,50	8 250,00
	Área de Maestros	300	9,00	2 700,00
P act N₁			28 864,50	

P act Col	42 726,00
------------------	------------------

Pu = (1,2 CM + 1,6 CV)	56 671,20
-------------------------------	------------------

Fuente: elaboración propia.

Se decide utilizar $\alpha = 0,20$ por el tipo de columna más crítica, $\phi = 0,85$ y $f_c = 280$ kilogramos sobre centímetro cuadrado.

$$A_c = \frac{P_u}{\alpha * \phi * f_c} = \frac{56\,671,20}{0,20 * 0,85 * 280} = 1\,190,57 \text{ cm}^2$$

Se asume utilizar una columna de sección cuadrada, por lo tanto se puede obtener sus dimensiones con la raíz cuadrada del resultado anterior; teniendo un valor de 34,50 centímetros por lado. Se debe tomar en cuenta que para la predimensión solamente se incluyó la carga axial, ignorando el incremento que se pudiera dar con un momento flector, así que se propone dejar la sección tentativa de la columna de 0,40 x 0,40 metros.

Para columnas también se encuentran disposiciones especiales para el diseño sísmico, en el código ACI 318-05, sección 21.4.

- La dimensión menor de la columna no debe ser menor a 30 centímetros [Ref. ACI 318: 21.4.1.1]

Se asumió $b = h = 40 \text{ cm} \leftrightarrow$ si cumple

- La relación entre la dimensión menor “b” y la dimensión mayor “h” de la columna no debe ser menor de 0,4 (Solo aplica para columnas con sección rectangular). [Ref. ACI 318: 21.4.1.2]

Con esto concluimos que las dimensiones obtenidas son apropiadas.

3.5.4. Criterios en nudos

Con la predimensión de todos los elementos estructurales que servirán más adelante para la integración de cargas y el análisis estructural, solo queda chequear la relación viga-columna para garantizar que el nudo este confinado. Según el Dr. Ing. Roberto Aguilar Falconí debe cumplirse la siguiente expresión.

$$b_v \geq 0,75 b_c$$

$$0,25 \geq (0,75 * 0,40) \leftrightarrow 0,25 \geq 0,30 \leftrightarrow \text{no cumple}$$

Además el espacio que hay entre el borde de la viga y el extremo de la columna no debe superar a 10 centímetros.

Lo anterior se puede justificaren en el código ACI 318-05, sección 21.5.2.2; donde se puede considerar que un nudo está debidamente confinado por las vigas cuando el ancho de la viga es por lo menos $\frac{3}{4}$ partes del ancho de la columna. Como no cumplió dicha relación, no es de preocuparse, las dimensiones siguen siendo aceptables, únicamente se debe de considerar confinar el nudo con el espaciamiento adecuado de estribos, como lo especifica el ACI 318-05 en el capítulo 21.

Por consiguiente, en la siguiente tabla se establecen las dimensiones que se asumirán de aquí en adelante para el análisis y diseño estructural. Con la única observación que se tuvo que aumentar la sección de la columna a 0,45 x 0,45 centímetros debido a la revisión de resistencia al cortante en el nudo cuyo proceso se detallará más adelante (este es uno de los últimos procesos del diseño sismo resistente).

Tabla XXXIII. Dimensiones de elementos estructurales

Elemento estructural	Sección [m]
Losa	t = 0,12
Vigas principales	0,25 x 0,50
Vigas secundarias.	0,20 x 0,40
Columnas	0,45 x 0,45

Fuente: elaboración propia.

3.6. Integración de cargas

Antes de poder realizar la integración de cargas, se deben conocer todos los tipos de cargas a las que son expuestas las estructuras. Se pueden dividir en dos categorías:

Cargas gravitacionales: actúan a favor de la gravedad y se subdividen en cargas muertas y vivas.

- Cargas muertas: son aquellas que se mantienen constantes en magnitud y en posición durante la vida útil de la estructura. Generalmente la mayor parte de la carga muerta está constituida por el peso propio de la estructura y la carga restante está conformada por acabados, rellenos, accesorios de las instalaciones y muebles fijos. Esta puede calcularse con una buena aproximación a partir de las dimensiones de la estructura y la densidad del material.

- **Cargas vivas:** estas por el contrario pueden estar aplicadas total o parcialmente o no estar presentes y también es posible cambiarlas de ubicación. Su magnitud y distribución son inciertas en determinado momento; además sus máximas intensidades a lo largo de la vida útil de la estructura no se conocen con precisión. Las cargas vivas mínimas que pueden aplicarse a entresijos y techos se pueden encontrar generalmente en códigos. (SEAO, UBC, AGIES, entre otros). En el diseño se aplicaran las siguientes cargas gravitacionales:

Tabla XXXIV. **Cargas y pesos específicos de diseño**

Cargas vivas	Carga [kg/m²]	Cargas muertas	Carga [kg/m²]
Aulas/oficinas	300	Pañuelos	100
Pasillos/gradas	500	Acabados en losa	25
Baños	300	Impermeabilizante	10
Techo sin acceso	100	Accesorios colgantes	60
Pesos específicos	Peso [kg/m³]	Piso + mortero	120
Concreto armado	2 400	Tabiques	90 (vertical)
Acero de refuerzo	7 800	Muros t = 0,14 cm	200 (vertical)
Suelo limo arenoso	1 170	Muros t = 0,09 cm	140 (vertical)

Fuente: elaboración propia.

- Cargas laterales: son causadas por situaciones ambientales, principalmente de cargas sísmicas, de nieve, de viento y de presión del suelo (en el caso de muros de contención o estructuras subterráneas). Para el diseño únicamente se analizarán las cargas sísmicas, que como ya se ha estudiado, son las que pueden poner en mayor riesgo una estructura si no se usan los métodos adecuados para su determinación.

3.6.1. Integración de cargas gravitacionales

Para poder realizar la integración de las cargas gravitacionales se debe pasar las cargas uniformemente distribuidas [kilogramos sobre metro cuadrado] que se aplicaron en la losa, a cargas linealmente distribuidas [kilogramos sobre metro] para poder aplicarlas a las vigas. Esto se logra mediante la siguiente expresión.

$$W = \frac{A_t * C}{L_v}$$

Donde:

W = Carga linealmente distribuida [kg/m]

C = Carga viva o muerta uniformemente distribuida [kg/m²]

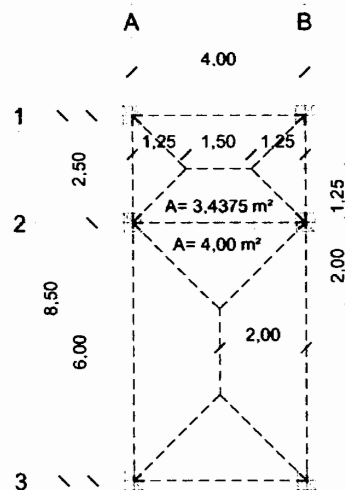
A_t = Es el área de la losa que trasmite su carga a determinada viga [m²]

L_v = Longitud de viga [m]

Para establecer las áreas tributarias se considera que en losas que trabajan en dos direcciones se forman líneas de influencia con ángulos de 45 grados respecto a los apoyos.

Se procede a ilustrar la utilización de la fórmula anterior únicamente para la viga ubicada en los ejes 2, A y B.

Figura 23. Área tributaria en viga



Fuente: elaboración propia.

Carga muerta total para entepiso

Se puede simplificar los cálculos al sumar todas las cargas distribuidas uniformemente que llegan a la losa antes de transformarlas en una carga linealmente distribuida, para ello se tomó en cuenta el peso propio de la losa, los acabados en losa, acabado en piso y la sobrecarga que asume el peso que aportan los artefactos colgantes fijados en la losa. En la siguiente expresión se realizaron los cálculos:

$$CM = (0,12 * 2\ 400) + (25 + 120 + 60) = 493 \text{ kg/m}^2$$

$$W_{cm} = \frac{(3,4375 + 4,00) * 493}{4,00} = 916,67 \text{ kg/m}$$

$$W_{viga} = (0,25 * 0,50) * 2\ 400 = 300 \text{ kg/m}$$

$$W_{muro} = 2,50 * 200 = 500 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{total}} = W_{\text{CM}} + W_{\text{viga}} + W_{\text{muro}} = 916,67 + 300 + 500 = 1\,716,67 \text{ kg/m}$$

Carga viva total para entrepiso

Se debe tomar en cuenta que para la viga en estudio, las dos áreas que tributan se encuentran en diferentes ambientes, por lo que se debe utilizar la carga uniformemente distribuida correspondiente a cada ambiente.

$$W_{\text{Pasillo}} = \frac{3,4375 * 500}{4,00} = 429,69 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{Aula}} = \frac{4,00 * 300}{4,00} = 300 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{total}} = W_{\text{Pasillo}} + W_{\text{Aula}} = 729,69 \text{ kg/m}$$

En la siguiente tabla se presentan los resultados de todas las vigas del entrepiso y de la azotea. Se hace la observación que para las vigas secundarias se debe hacer el análisis correspondiente, para transmitir esa carga distribuida a una puntal sobre la viga principal que la soporte.

Tabla XXXV. Integración de cargas gravitacionales para entrepiso

Entrepiso, módulo A								
VIGA	Long. Viga	Área tributaria	W Viga [Kg/ml]	W Muro [Kg/ml]	W cm [Kg/ml]	WCM Total	WCV Total	
EJE 1	V1-AB	4,00	3,44	300,00	100,00	423,67	823,67	429,69
	V1-BC	4,00	3,44	300,00	100,00	423,67	823,67	429,69
	V1-CD	4,00	3,44	300,00	100,00	423,67	823,67	429,69
	V1-DE	4,00	3,44	300,00	100,00	423,67	823,67	429,69
	V1-FE	4,00	3,44	300,00	100,00	423,67	823,67	429,69
TOTAL						4 118,36	2 148,44	
EJE 2	V2-AB	4,00	7,44	300,00	500,00	916,67	1 716,67	729,69
	V2-BC	4,00	7,44	300,00	500,00	916,67	1 716,67	729,69
	V2-CD	4,00	7,44	300,00	500,00	916,67	1 716,67	729,69
	V2-DE	4,00	7,44	300,00	500,00	916,67	1 716,67	729,69
	V2-FE	4,00	5,81	300,00	500,00	716,32	1 516,32	726,49
	Vs2-FE	4,00	11,47	192,00	100,00	1 414,22	1 706,22	1 434,30
TOTAL						10 089,22	5 079,54	
EJE 3	V3-AB	4,00	4,00	300,00	500,00	493,00	1293,00	300,00
	V3-BC	4,00	4,00	300,00	500,00	493,00	1293,00	300,00
	V3-CD	4,00	4,00	300,00	500,00	493,00	1293,00	300,00
	V3-DE	4,00	4,00	300,00	500,00	493,00	1293,00	300,00
	V3-FE	4,00	0,00	300,00	500,00	0,00	800,00	0,00
TOTAL						5 972,00	1 200,00	
EJE A	VGA	Long. Viga	Área tributaria	W Viga [Kg/ml]	W Muro [Kg/ml]	W cm [Kg/ml]	WCM Total	WCV Total
	VA-12	2,50	1,56	300,00	100,00	308,13	708,13	312,50
VA-23	6,00	8,00	300,00	500,00	657,33	1 457,33	400,00	
TOTAL						2 165,46	712,50	
EJE B	VGA	Long. Viga	Área tributaria	W Viga [Kg/ml]	W Muro [Kg/ml]	W cm [Kg/ml]	WCM Total	WCV Total
	VB-12	2,50	3,13	300,00	0,00	616,25	916,25	625,00
VB-23	6,00	16,00	300,00	0,00	1 314,67	1 614,67	800,00	
TOTAL						2 530,92	1 425,00	
EJE C	VGA	Long. Viga	Área tributaria	W Viga [Kg/ml]	W Muro [Kg/ml]	W cm [Kg/ml]	WCM Total	WCV Total
	VC-12	2,50	3,13	300,00	0,00	616,25	916,25	625,00
VC-23	6,00	16,00	300,00	500,00	1 314,67	2 114,67	800,00	
TOTAL						3 030,92	1 425,00	
EJE D	VGA	Long. Viga	Área tributaria	W Viga [Kg/ml]	W Muro [Kg/ml]	W cm [Kg/ml]	WCM Total	WCV Total
	VD-12	2,50	3,13	300,00	0,00	616,25	916,25	625,00
VD-23	6,00	16,00	300,00	0,00	1 314,67	1 614,67	800,00	
TOTAL						2 530,92	1 425,00	
EJE E	VGA	Long. Viga	Área tributaria	W Viga [Kg/ml]	W Muro [Kg/ml]	W cm [Kg/ml]	WCM Total	WCV Total
	VE-12	2,50	3,13	300,00	0,00	616,25	916,25	625,00
VE-23	6,00	8,53	300,00	500,00	700,52	1 500,52	443,80	
TOTAL						2 416,77	1 068,80	
EJE F	VGA	Long. Viga	Área tributaria	W Viga [Kg/ml]	W Muro [Kg/ml]	W cm [Kg/ml]	WCM Total	WCV Total
	VF-12	2,50	1,56	300,00	0,00	308,13	608,13	312,50
VF-23	6,00	0,53	300,00	500,00	43,19	843,19	43,80	
TOTAL						1 451,31	356,30	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVI. Integración de cargas gravitacionales para azotea

Azotea, módulo A								
	VIGA	Long. Viga	Área tributaria	W Viga [Kg/m]	W Muro [Kg/m]	W cm [Kg/m]	WCM Total	WCV Total
EJE 1	V1-AB	4,00	5,44	300,00	0,00	656,58	956,58	135,94
	V1-BC	4,00	5,44	300,00	0,00	656,58	956,58	135,94
	V1-CD	4,00	5,44	300,00	0,00	656,58	956,58	135,94
	V1-DE	4,00	5,44	300,00	0,00	656,58	956,58	135,94
	V1-FE	4,00	5,44	300,00	0,00	656,58	956,58	135,94
	TOTAL						4 782,89	679,69
EJE 2	V2-AB	4,00	7,44	300,00	0,00	898,08	1 198,08	185,94
	V2-BC	4,00	7,44	300,00	0,00	898,08	1 198,08	185,94
	V2-CD	4,00	7,44	300,00	0,00	898,08	1 198,08	185,94
	V2-DE	4,00	7,44	300,00	0,00	898,08	1 198,08	185,94
	V2-FE	4,00	7,44	300,00	0,00	898,08	1 198,08	185,94
	Vs2-FE	0	0	0,00	0,00			
TOTAL						5 990,39	929,69	
EJE 3	V3-AB	4,00	6,00	300,00	0,00	724,50	1 024,50	150,00
	V3-BC	4,00	6,00	300,00	0,00	724,50	1 024,50	150,00
	V3-CD	4,00	6,00	300,00	0,00	724,50	1 024,50	150,00
	V3-DE	4,00	6,00	300,00	0,00	724,50	1 024,50	150,00
	V3-FE	4,00	6,00	300,00	0,00	724,50	1 024,50	150,00
	TOTAL						5 122,50	760,00
EJE A	VGA	Long. Viga	Área tributaria	W Viga [Kg/m]	W Muro [Kg/m]	W cm [Kg/m]	WCM Total	WCV Total
	VA-12	2,50	1,56	300,00	0,00	301,88	601,88	62,50
	VA-23	6,00	8,00	300,00	0,00	644,00	944,00	133,33
TOTAL						1 545,88	195,83	
EJE B	VGA	Long. Viga	Área tributaria	W Viga [Kg/m]	W Muro [Kg/m]	W cm [Kg/m]	WCM Total	WCV Total
	VB-12	2,50	3,13	300,00	0,00	603,75	903,75	125,00
	VB-23	6,00	16,00	300,00	0,00	1 288,00	1 588,00	266,67
TOTAL						2 491,75	391,67	
EJE C	VGA	Long. Viga	Área tributaria	W Viga [Kg/m]	W Muro [Kg/m]	W cm [Kg/m]	WCM Total	WCV Total
	VC-12	2,50	3,13	300,00	0,00	603,75	903,75	125,00
	VC-23	6,00	16,00	300,00	0,00	1 288,00	1 588,00	266,67
TOTAL						2 491,75	391,67	
EJE D	VGA	Long. Viga	Área tributaria	W Viga [Kg/m]	W Muro [Kg/m]	W cm [Kg/m]	WCM Total	WCV Total
	VD-12	2,50	3,13	300,00	0,00	603,75	903,75	125,00
	VD-23	6,00	16,00	300,00	0,00	1 288,00	1 588,00	266,67
TOTAL						2 491,75	391,67	
EJE E	VGA	Long. Viga	Área tributaria	W Viga [Kg/m]	W Muro [Kg/m]	W cm [Kg/m]	WCM Total	WCV Total
	VE-12	2,50	3,13	300,00	0,00	603,75	903,75	125,00
	VE-23	6,00	16,00	300,00	0,00	1 288,00	1 588,00	266,67
TOTAL						2 491,75	391,67	
EJE F	VGA	Long. Viga	Área tributaria	W Viga [Kg/m]	W Muro [Kg/m]	W cm [Kg/m]	WCM Total	WCV Total
	VF-12	2,50	1,56	300,00	0,00	301,88	601,88	62,50
	VF-23	6,00	8,00	300,00	0,00	644,00	944,00	133,33
TOTAL						1 545,88	195,83	

Fuente: elaboración propia.

3.6.2. Integración de cargas laterales

Para determinada estructura, las fuerzas sísmicas pueden determinarse mediante análisis dinámicos elásticos o inelásticos, teniendo en cuenta las aceleraciones esperadas del terreno y las características de masa, rigidez y amortiguamiento de la estructura. Para este caso en específico se puede simplificar el cálculo utilizando fuerzas estáticas equivalentes, en donde se determina el corte basal con factores que toman en cuenta la localización del edificio, el tipo de estructura, la carga muerta total y condiciones particulares del suelo. El corte basal se distribuye a los entrepisos en toda la altura del edificio de manera que su distribución se aproxime a aquella obtenida en un análisis dinámico.

El UBC 97, en su sección 1630.2, describe el procedimiento para calcular la fuerza estática o corte basal, pero primero se establecen los criterios que debe cumplir la estructura para poder aplicar este método.

En su sección 1629.8.3 limita su uso, y se debe utilizar solo si cumple con lo siguiente:

- Todas las estructuras regulares e irregulares en zonas sísmica 1 y para zona sísmica 2 que no tengan un valor de importancia mayor a 1.
- Estructuras regulares menores de 73 metros de altura.
- Estructuras irregulares de no más de 20 metros de altura.

3.6.2.1. Procedimiento del corte basal

El esfuerzo de corte basal total de diseño en una dirección determinada, debe calcularse en base a la siguiente fórmula:

$$V = \frac{C_v * I * W}{R * T}; \text{ con las siguientes limitantes:}$$

El esfuerzo de corte basal total de diseño no debe exceder lo siguiente:

$$V = \frac{2,5 * C_a * I * W}{R}$$

El esfuerzo de corte basal total de diseño no debe ser menor de lo siguiente:

$$V = 0,11 * C_a * I * W$$

Además, para la zona sísmica 4, el esfuerzo de corte basal total no debe ser menor de lo siguiente:

$$V = \frac{0,8 * Z * N_v * I * W}{R}$$

Donde:

R = Coeficiente numérico representativo de la sobre resistencia inherente y capacidad de ductilidad global de los sistemas resistentes a fuerzas laterales como se establece en las tablas 16-N o 15-P del UBC 97. En este caso se usará 8,5

Cv = Coeficiente sísmico, como se establece en la tabla 16-R. Según la sección 1629.3, podemos usar el tipo de suelo SD cuando no conozcamos las propiedades del suelo en suficiente detalle, por lo que se usará un valor de 0,64Nv

I = Factor de importancia que proporciona la tabla 16-K, se usará un valor de 1

Ca = Coeficiente sísmico, como se establece en la tabla 16-Q, se usará 0,44Na

Z = Factor de zona sísmica que proporciona la tabla 16-I, se usa 0,4 por la alta sismicidad que existe en Guatemala

Nv = Factor de cercanía a la fuente, utilizado en la determinación de Cv en la zona sísmica 4, relativo a la proximidad de la edificación o estructura a fallas conocidas con magnitudes y tasas de deslizamiento como se establecen en las tablas 16-T y 16-U, se usará el valor de 1

Na = Factor de cercanía a la fuente de origen utilizado al determinar Ca en la zona sísmica 4 relativo a la proximidad de la edificación o estructura a fallas conocidas con magnitudes y relaciones de deslizamiento como se establecen en las tablas 16-S y 16-U, se usará el valor de 1

W = Carga muerta sísmica total de la estructura. Para la cual se considera un porcentaje de la carga viva, por la incertidumbre de que puede o no estar presente en su totalidad al momento del sismo

V = Esfuerzo cortante total de diseño en la base

T = Período de vibración elástico fundamental, en segundos, de la estructura en la dirección bajo consideración. El cual se determina por el método A de la sección 1630.2.2 con la siguiente fórmula:

$$T = C_t * h_n^{3/4}$$

Donde:

C_t = Coeficiente numérico para pórticos de hormigón reforzado. Usar 0,0731

h_n = Altura en metros sobre la base hasta el último nivel

Se procede a calcular el peso por carga muerta del edificio con base en las dimensiones de la estructura y la densidad o peso específico de cada material.

En la siguiente tabla se presentan los resultados obtenidos.

Tabla XXXVII. Integración del peso muerto de la estructura

Módulo A							
	Elemento	b [m]	h [m]	t / long [m]	Vol [m ³]	W cm [kg/m ³]	W total [kg]
NIVEL 2	Losa	20,00	9,75	0,12	23,40	4 025,00	94 185,00
	Vigas VP	0,25	0,38	98,85	9,39	2 400,00	22 537,80
	Vigas VS	0,20	0,28	0,00	0,00	2 400,00	0,00
	½ Col N ₂	0,45	0,45	1,65	0,33	2 400,00	14 434,20
	½ Muro, H=2,5	0,14	1,25	60,00	10,50	1 428,57	15 000,00
	Muro, H=0,4	0,14	0,40	49,50	2,77	1 428,57	3 960,00
						Sub-total	150 117,00
	Elemento	b [m]	h [m]	t / long [m]	Vol [m ³]	W cm [kg/m ³]	W total [kg]
NIVEL 1	Losa	20,00	7,59	0,12	18,22	4 108,33	74 837,40
	Vigas VP	0,25	0,38	98,85	9,39	2 400,00	22 537,80
	Vigas VS	0,20	0,28	3,75	0,21	2 400,00	504,00
	½ Col N ₂ + Col N ₁	0,45	0,45	6,00	1,22	2 400,00	52 488,00
	3/2 Muro, H=2,5	0,14	3,75	60,00	31,50	1 428,57	45 000,00
	Muro, H=0,5	0,14	0,50	22,50	1,58	1 428,57	2 250,00
						Sub-total	197 617,20
						TOTAL	347 734,20

Fuente: elaboración propia.

Incrementando el peso de la estructura con un 25 por ciento de la carga variable (carga viva) se obtiene la carga muerta sísmica total de la estructura:

$$W = W_{cm} + 0,25 * W_{cv} = 347\,734,20 + 0,25 * 80\,250,00 = 367\,796,70 \text{ kg}$$

Con el resultado de la carga muerta total, se procede a calcular período de vibración y posteriormente el corte basal.

Periodo de vibración elástico fundamental

$$T = C_t * h_n^{3/4} = 0,0731 * (7,50)^{3/4} = 0,3313$$

Esfuerzo de corte basal

$$V = \frac{C_v * I * W}{R * T} = \frac{0,64 * 1 * 367\,796,70}{8,5 * 0,3313} = 83\,590,24 \text{ kg}$$

Limitaciones

- No debe exceder de:

$$V = \frac{2,5 * C_a * I * W}{R} = \frac{2,5 * 0,44 * 1 * 367\,796,70}{8,5} = 47\,597,22 \text{ kg}$$

- No debe ser menor que:

$$V = 0,11 * C_a * I * W = 0,11 * 0,44 * 1 * 367\,796,70 = 17\,801,36 \text{ kg}$$

- Para la zona sísmica 4, no debe ser menor que:

$$V = \frac{0.8 * Z * N_v * I * W}{R} = \frac{0,8 * 0,4 * 1 * 1 * 367\,796,70}{8,5} = 13\,846,46 \text{ kg}$$

Como resultado final se tiene que, el corte basal será de:

$$V = 47\,597,22 \text{ kg}$$

3.6.2.2. Distribución de fuerzas por nivel

La distribución de fuerzas en cada entrepiso se hace en base a la sección 1630.5 del UBC 97, con la siguiente fórmula:

$$F_x = \frac{(V - F_t) * W_x H_x}{\sum_{i=1}^n W_i H_i}$$

Donde:

F_x = Fuerza por nivel

F_t = Fuerza concentrada

V = Corte basal

W_x = Peso por nivel

H_x = Altura del nivel

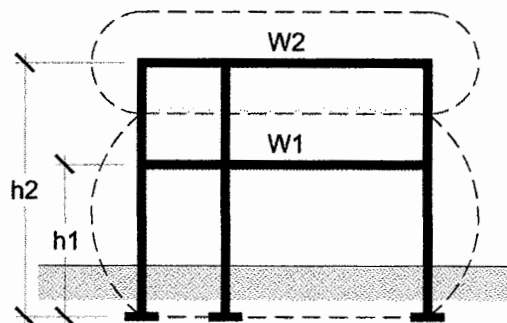
La fuerza concentrada F_t en la parte superior, que es adicional a F_m se determina de la siguiente fórmula:

$$F_t = 0,07 * T * V$$

El valor T es el período de vibración utilizado para calcular en corte basal. F_t no debe exceder de $0,25 * V$ y puede considerarse cero cuando T es igual o menor a 0,7 segundos.

Para la aplicación de la fórmula de la distribución de fuerzas por nivel, se debe tener cuidado con elegir correctamente el peso de cada nivel y su respectiva altura. La forma correcta de elegirlo se ejemplifica con el siguiente esquema.

Figura 24. **Esquema de pesos y alturas por nivel**



Fuente: elaboración propia.

Tomando en cuenta que se puede despreciar F_t por tener un período de vibración menor a 0,7 segundos, se obtuvo los siguientes resultados.

Tabla XXXVIII. **Distribución de fuerzas por nivel**

Módulo A				
Nivel	Wx	Hx	Wx*Hx	Fx
2	154 867,00	7,50	1 161 502,50	26 081,36
1	212 929,70	4,50	958 183,65	21 515,86
Total			2 119 686,15	47 597,22

Fuente: elaboración propia.

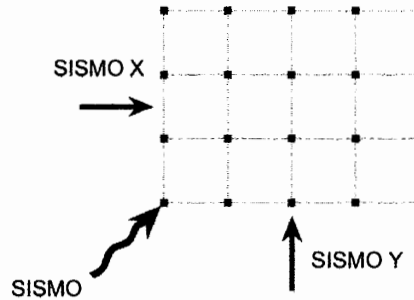
3.6.2.3. **Dirección de las fuerzas estáticas equivalentes**

Se debe tener en cuenta que las fuerzas sísmicas actúan en cualquier dirección de un edificio. A esta situación se le conoce como simultaneidad de acciones sísmicas. Para determinar qué porcentaje de las fuerzas sísmicas se debe usar en cada dirección, se debe analizar la configuración en planta del edificio de la siguiente forma.

Para edificios con sistemas de ejes en dos direcciones perpendiculares entre sí, se puede asumir que las fuerzas sísmicas actúan separadamente a lo largo de estas dos direcciones horizontales. [Ref. AGIES NR-3: 2000, sección 2.3.4]

$$\text{Sismo X} = 100\% F_x \leftrightarrow \text{Sismo Y} = 100\% F_y$$

Figura 25. **Sistemas con ejes perpendiculares entre sí**

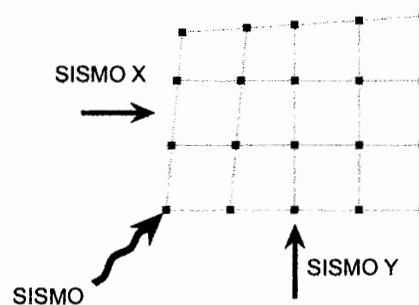


Fuente: elaboración propia.

Para edificios con sistemas de ejes que no sean paralelos ni perpendiculares entre sí, se debe considerar a los efectos de las fuerzas sísmicas que actúan en direcciones diferentes a los ejes principales. (UBC 97, sección 1633.1)

$$\text{Sismo X} = 100\% F_x + 30\% F_y \leftrightarrow \text{Sismo Y} = 100\% F_y + 30\% F_x$$

Figura 26. **Sistemas con ejes no paralelos ni perpendiculares entre sí**



Fuente: elaboración propia.

3.6.2.4. Distribución de fuerzas por marco

La fuerza por nivel se distribuirá a todos los miembros verticales sismo resistentes que están debajo del piso donde se aplicó dicha fuerza, tomando en cuenta las rigideces relativas de cada miembro y del diafragma. También se debe tomar en cuenta el momento torsional causado por el corrimiento del centro de rigidez y el centro de masa, que deberá ser analizado para cada piso o nivel.

Aún cuando la planta fuera perfectamente simétrica tanto en masa como en rigidez, se deberá considerar una excentricidad accidental para la aplicación de las fuerzas sísmicas. Y en el caso de existir excentricidad, también se debe considerar los efectos dinámicos.

Para la aplicación de estas consideraciones en las normas AGIES NR- 3:2000, sección 2.3.2; se puede encontrar la excentricidad de diseño por medio de la siguiente combinación de fórmulas, de las cuales se tomará la más crítica.

$$ed = 1,5 e \pm \%B$$

$$ed = e \pm \%B$$

Donde:

ed = Excentricidad de diseño

e = Excentricidad nominal o directa, $e = | CM - CR |$

1,5 = Factor de magnificación dinámica

% = Porcentaje que considera a la excentricidad accidental, y según el UBC 97, sección 1 630,6 debe ser del 5 por ciento.

B = Dimensión en planta, medida en la dirección de la excentricidad nominal

Determinación del centro de masa

El centro de masa es el punto de aplicación de las fuerzas sísmicas. Se puede determinar por medio de la sumatoria del peso de cada elemento, multiplicada por la distancia que existe entre su centro de masa y un par de ejes coordenados y dividiéndolo por el peso total del nivel. Este cálculo se puede simplificar sabiendo que el mayor peso del nivel está concentrado en la losa, entonces tomando en cuenta el área de la losa y su centro geométrico se obtiene la siguiente formula.

$$CM = \frac{\sum (X_i * W_i)}{\sum W_i} \leftrightarrow CM = \frac{\sum X_i * A_i}{\sum A_i}$$

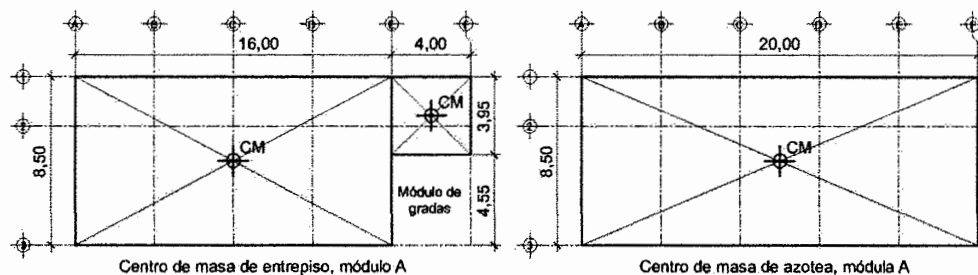
Donde:

CM = Centro de masa

X_i = Distancia del eje coordenado al centro geométrico de la figura

A_i = Área de figura

Figura 27. Centro geométrico de losas



Fuente: elaboración propia.

En la siguiente tabla se presentan los valores obtenidos en la determinación del centro de masa en cada nivel.

Tabla XXXIX. Centro de masa para entrespiso y azotea

CM entrespiso, módulo A				
SENTIDO X	Losa	X _i [m]	A _i total [m ²]	A _i * X _i
	1	8,00	136,00	1 088,00
	2	18,00	15,80	284,40
	TOTAL		151,80	1 372,40
			CM - X	9,04

SENTIDO Y	Losa	Y _i [m]	A _i total [m ²]	A _i * Y _i
	1	4,25	136,00	578,00
	2	6,525	15,80	103,10
	TOTAL		151,80	681,10
			CM-Y	4,49

CM azotea, módulo A		
Losa con figura geométrica definida	CM-X	10,00
	CM-Y	4,25

Fuente: elaboración propia.

Determinación del centro de rigidez

El centro de rigidez es el punto donde se concentra la resistencia del edificio, ofrecida por todos los elementos sismo resistentes del nivel que soportan las fuerzas sísmicas. Se puede determinar mediante la siguiente fórmula.

$$CR = \frac{\sum (X_i * K_i)}{\sum K_i}$$

Donde:

CR = Centro de rigidez

X_i = Distancia del eje coordenado al centro rigidez de cada elemento

K_i = Rigidez del elemento

Según el tipo de estructura que se esté analizando, así será el tipo de apoyo y por lo tanto la ecuación de rigidez que debemos utilizar.

Voladizo: condición que representa la rigidez de columnas o muros para edificios de un nivel o a los últimos niveles de edificios multiniveles, la fórmula a utilizar es la siguiente:

$$K = \frac{1}{\frac{Ph^3}{3EI} + \frac{1,2 Ph}{AG}}$$

Doblemente empotrado: condición que representa la rigidez de columnas o muros para el primer nivel y niveles intermedios de un edificio multiniveles, la formula a utilizar es la siguiente:

$$K = \frac{1}{\frac{Ph^3}{12 E_c I} + \frac{1,2 Ph}{AG}}$$

Donde:

P = Carga asumida, generalmente 10 000 kg

h = Altura del muro o columna analizada [cm]

E_c = Módulo de elasticidad del concreto, $E = 15\,100 \cdot \sqrt{f'_c}$ [kg/cm²]

I = Inercia del elemento $I = \frac{1}{12} bh^3$ [cm⁴]

A = Sección transversal del muro o columna analizada [cm²]

G = Módulo de rigidez, $G = 0,4 * E$ [kg/cm²]

Tomando en cuenta que las columnas están distribuidas de la misma forma en ambos niveles y que la geometría es uniforme en todo el nivel, se concluye que el centro de rigidez está ubicado en las mismas coordenadas para ambos niveles. En la siguiente tabla se presenta los cálculos realizados.

Tabla XL. Centro de rigidez para entrespiso y azotea

CR entrespiso = azotea, módulo A						
SENTIDO X	Marco	No Col	X_i [m]	K_i [cm^{-1}]	K_i total [cm^{-1}]	$K_i \cdot X_i$
	A	3	0,00	0,943	2,830	0,000
	B	3	4,00	0,943	2,830	11,321
	C	3	8,00	0,943	2,830	22,643
	D	3	12,00	0,943	2,830	33,964
	E	3	16,00	0,943	2,830	45,285
	F	3	20,00	0,943	2,830	56,606
TOTAL				16,982	169,819	
				CR-X	10,00	

SENTIDO Y	Marco	No. col	Y_i [m]	K_i [cm^{-1}]	K_i total [cm^{-1}]	$K_i \cdot Y_i$
	1	6	8,50	0,943	5,661	48,115
	2	6	6,00	0,943	5,661	33,964
	3	6	0,00	0,943	5,661	0,000
TOTAL				16,982	82,079	
				CR-Y	4,833	

Fuente: elaboración propia.

Determinación de la excentricidad de diseño

Se procede a calcular el nivel 1 o entrespiso con las formulas descritas anteriormente, con la salvedad que con la primera combinación obtenemos la situación más crítica.

$$e_x = |CM - CR| = |9,04 - 10,00| = 0,96$$

$$e_y = |CM - CR| = |4,49 - 4,833| = 0,34$$

$$ed_x = 1,5 e_x + 0,05 * 20 = 1,5 * 0,96 + 0,05 * 20 = 2,44$$

$$ed_y = 1,5 e_y + 0,05 * 8,5 = 1,5 * 0,34 + 0,05 * 8,5 = 0,94$$

Los valores obtenidos para el segundo nivel se presentan en la siguiente tabla.

Tabla XLI. **Excentricidades de diseño**

	Nivel	X _{CR}	Y _{CR}	X _{CM}	Y _{CM}	e _x	e _y	ed _x	ed _y
MODULO A	N1	10,00	4,83	9,04	4,49	0,96	0,35	2,44	0,94
	N2	10,00	4,83	10,00	4,25	0,00	0,58	1,00	1,30

Fuente: elaboración propia.

3.6.2.5. **Determinación de la fuerza total para cada marco**

Para la distribución de la fuerza de sismo a cada marco, solo se consideran los marcos paralelos a la dirección en que esta actúa, y para determinar la fuerza total que llega a cada marco, se considera un efecto de traslación en la misma dirección y otro de rotación respecto del centro de rigidez, cuando este no coincide con el centro de masa. Esta fuerza total se determina por medio de la suma algebraica de la fuerza de traslación F_i' y la fuerza de torsión F_i'' .

$$F_m = F_i' \pm F_i''$$

La fuerza de traslación F_i' se define por:

$$F_i' = \frac{K_m * F_i}{\sum K_i}$$

Donde:

K_m = Rigidez del marco que se está analizando

$\sum K_i$ = Rigidez total del nivel

F_i = Fuerza por nivel o F_x

La fuerza torsional F_i'' se define por:

$$F_i'' = \frac{e_d * F_i}{E_i}$$

Donde:

E_d = Excentricidad de diseño

F_i = Fuerza por nivel o F_x

E_i = Relación entre rigideces y brazo de cada marco, determinado de la siguiente forma:

$$E_i = \frac{\sum K_m * d_i^2}{K_m * d_i}$$

Donde:

d_i = Distancia entre el centro de rigidez de la estructura y el eje de cada marco

K_m = Rigidez del marco que se está analizando

Se hace la observación que al momento de encontrar el centro de rigidez del nivel, el eje coordenado en el sentido de la excentricidad que se esté analizando, se debe correr al centro de rigidez.

Por lo que todos los marcos que queden hacia la izquierda o hacia abajo del CR tendrán signo negativo (-) y todos los marcos que queden hacia la derecha o hacia arriba del CR tendrán signo positivo (+).

Además si el valor de $F_m < F_i'$, se debe de tomar F_i' como la fuerza del marco. Si el valor de $F_m > F_i'$, F_m será el valor del marco analizado. Es decir, que se toman los valores más críticos.

Tabla XLII. Distribución de F_m por marco

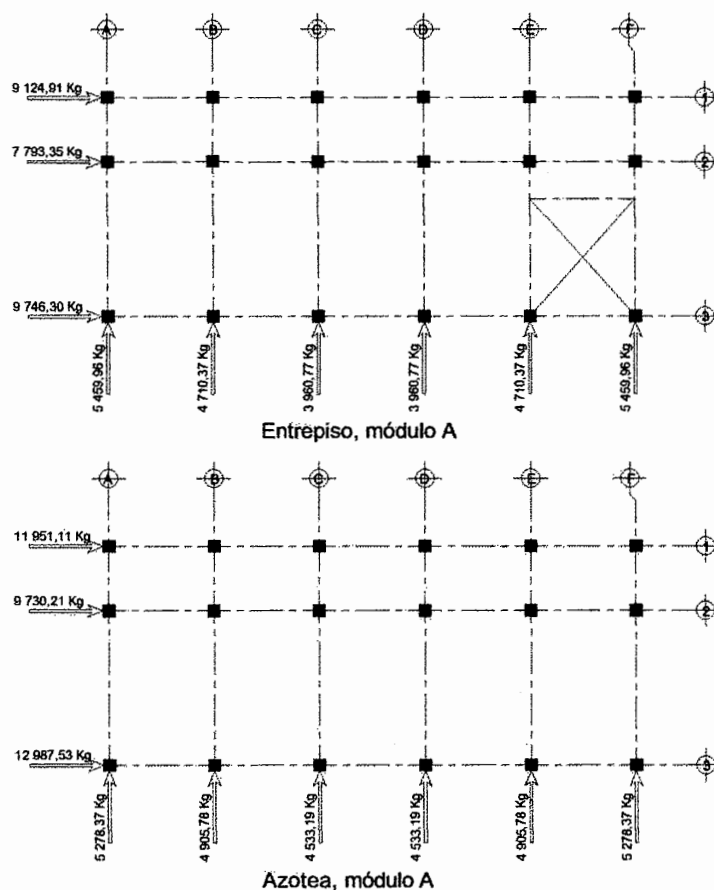
Distribución F_m en entrespiso, módulo A									
	Marco	Km.	di	Km'di	Km'di ²	Ei	F _i '	F _i ''	F _m
SENTIDO X	A	2,83	-10,00	-28,30	283,03	-28,00	3 585,98	-1 873,98	1 712,00
	B	2,83	-6,00	-16,98	101,89	-46,67	3 585,98	-1 124,39	2 461,59
	C	2,83	-2,00	-5,66	11,32	-140,00	3 585,98	-374,80	3 211,18
	D	2,83	2,00	5,66	11,32	140,00	3 585,98	374,80	3 960,77
	E	2,83	6,00	16,98	101,89	46,67	3 585,98	1 124,39	4 710,37
	F	2,83	10,00	28,30	283,03	28,00	3 585,98	1 873,98	5 459,96
	TOTAL	16,98			792,49		21 515,86		21 515,86
SENTIDO Y	Marco	Km.	di	Km'di	Km'di ²	Ei	F _i '	F _i ''	F _m
	1	5,66	3,67	20,76	76,10	10,41	7 171,95	1 952,95	9 124,91
	2	5,66	1,17	6,60	7,70	32,71	7 171,95	621,39	7 793,35
	3	5,66	-4,83	-27,36	132,24	-7,90	7 171,95	-2 574,35	4 597,61
	TOTAL	16,98			216,05		21 515,86		21 515,86
Distribución F_m en azotea, módulo A									
	Marco	Km.	di	Km'di	Km'di ²	Ei	F _i '	F _i ''	F _m
SENTIDO X	A	2,83	-10,00	-28,30	283,03	-28,00	4 346,89	-931,48	3 415,42
	B	2,83	-6,00	-16,98	101,89	-46,67	4 346,89	-558,89	3 788,01
	C	2,83	-2,00	-5,66	11,32	-140,00	4 346,89	-186,30	4 160,60
	D	2,83	2,00	5,66	11,32	140,00	4 346,89	186,30	4 533,19
	E	2,83	6,00	16,98	101,89	46,67	4 346,89	558,89	4 905,78
	F	2,83	10,00	28,30	283,03	28,00	4 346,89	931,48	5 278,37
	TOTAL	16,98			792,49		26 081,36		26 081,36
SENTIDO Y	Marco	Km.	di	Km'di	Km'di ²	Ei	F _i '	F _i ''	F _m
	1	5,66	3,67	20,76	76,10	10,41	8 693,79	3 257,32	11 951,11
	2	5,66	1,17	6,60	7,70	32,71	8 693,79	1 036,42	9 730,21
	3	5,66	-4,83	-27,36	132,24	-7,90	8 693,79	-4 293,74	4 400,04
	TOTAL	16,98			216,05		26 081,36		26 081,36

Fuente: elaboración propia.

Con los resultados obtenidos, se debe tener cuidado al elegir el F_m más crítico, de acuerdo a las condiciones descritas anteriormente. Además se debe tener muy en cuenta la reversión del sismo, que ocasionaría una torsión opuesta a la asumida.

A continuación se presentan las plantas del nivel 1 y 2 del módulo A, con las fuerzas de corte por marco que se utilizarán en el análisis tomando en cuenta la reversión del sismo.

Figura 28. Distribución de F_m por marco en cada nivel



Fuente: elaboración propia.

3.6.3. Desplazamientos laterales

Los grandes desplazamientos laterales ponen en peligro la seguridad del edificio en su totalidad, debido al daño que pueden representar para los elementos no estructurales en general. Sin embargo, cuando son aún mayores traen consigo el riesgo de colapso parcial o total de la edificación.

Por lo tanto, es necesario tener presente que dicho daño está asociado al valor del desplazamiento relativo inelástico de un nivel con respecto al anterior, o deriva. Se ha establecido que no son deseables valores de la deriva que superen 0,001 o 0,0015 de altura libre entre dos niveles.

De acuerdo con lo anterior, para un análisis adecuado de los problemas de derivas y estabilidad, resulta de gran importancia el cálculo de unos valores adecuados de desplazamiento inelástico.

Para el cálculo de la deriva se aplica la siguiente fórmula, que toma en cuenta a la deriva provocado por flexión y por corte.

$$\Delta_s = \Delta_{\text{flexión}} + \Delta_{\text{corte}} = \frac{F_m * h^3}{12 * E_c * I} + \frac{1,2 * F_m * h}{G * A}$$

$$\Delta_s = \left[\left(\frac{h}{d} \right)^3 + \left(\frac{3h}{d} \right) \right] * \frac{F_m}{t * E_c}$$

Donde:

Δ_s = Deriva provocada por flexión y corte

h = Altura del piso

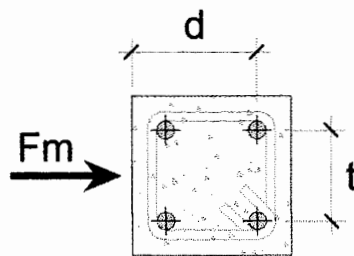
d = Peralte efectivo

t = Base de la columna

E_c = Módulo de elasticidad del concreto

F_m = Fuerza aplicada a la columna

Figura 29. **Fuerza aplicada a la columna**



Fuente: elaboración propia.

La Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural (AGIES) NR-2:2000, en su sección 9.3.3, proporciona limitaciones para la deformación lateral elástica o deriva, cuando se quiere dar una protección superior (para proteger los elementos no estructurales como acabados frágiles, vidrieras continuas y otros revestimientos frágiles) con las siguientes expresiones.

$$\Delta_s \leq 0,003 * h_n, \leftrightarrow \text{para edificaciones globalmente}$$

$$\Delta_s \leq 0,00375 * h_i, \leftrightarrow \text{para dos entrepisos consecutivos}$$

Donde:

h_n y h_i son respectivamente la altura total del edificio y la altura del nivel "i" analizado.

Por lo tanto la deriva máxima que se debe permitir de la estructura globalmente sería:

$$\Delta_s = 0,003 * 750 = 2,25 \text{ cm}$$

De acuerdo con el UBC 97, sección 1630.9.2; los desplazamientos de respuesta inelástica máxima se deben calcular con la siguiente fórmula:

$$\Delta_M = 0,7 * R * \Delta_s$$

Donde:

R = Coeficiente numérico representativo de la sobre resistencia inherente y capacidad de ductilidad global de los sistemas resistentes a fuerzas laterales, como se establece en las tablas 16-N o 15-P del UBC 97. Anteriormente para el cálculo del corte basal se utilizó 8,5

Δ_s = Deriva provocada por flexión y corte

Y en la sección 1630.10.2 lo limita de acuerdo a lo siguiente:

$$\Delta_M \leq 0,025h \leftrightarrow \text{Para } T < 0,7 \text{ segundos}$$

$$\Delta_M \leq 0,020h \leftrightarrow \text{Para } T \geq 0,7 \text{ segundos}$$

Donde:

h = altura del piso

T = Período de vibración elástico fundamental

A continuación se presenta en la siguiente tabla el cálculo de la deriva elástica e inelástica de ambos módulos para posteriormente calcular la junta sísmica entre ambos.

Tabla XLIII. Deriva elástica e inelástica

MODULO A										
LETAS	Nivel	d (cm.)	t (cm.)	H (cm.)	Ec (kg/cm.2)	Fm (kg.)	N	Δs (cm.)	Δm (cm.)	0,025*H (cm.)
	2	39,73	38,46	300,00	252 671,33	5 278,37	3,00	0,08	0,49	7,50
	1	39,73	38,46	450,00	252 671,33	5 459,96	3,00	0,28	1,66	11,25
								ΣΔm (cm.)	2,15	
NUMEROS	Nivel	d (cm.)	t (cm.)	H (cm.)	Ec (kg/cm.2)	Fm (kg.)	N	Δs (cm.)	Δm (cm.)	0,025*H (cm.)
	2	39,73	38,46	300,00	252 671,33	12 987,53	6,00	0,10	0,60	7,50
	1	39,73	38,46	450,00	252 671,33	9 746,30	6,00	0,25	1,48	11,25
								ΣΔm (cm.)	2,08	
MODULO B										
LETAS	Nivel	d (cm.)	t (cm.)	H (cm.)	Ec (kg/cm.2)	Fm (kg.)	N	Δs (cm.)	Δm (cm.)	0,025*H (cm.)
	2	39,73	38,46	300,00	252 671,33	7 379,68	3,00	0,11	0,68	7,50
	1	39,73	38,46	450,00	252 671,33	6 331,23	3,00	0,32	1,92	11,25
								ΣΔm (cm.)	2,60	
NUMEROS	Nivel	d (cm.)	t (cm.)	H (cm.)	Ec (kg/cm.2)	Fm (kg.)	N	Δs (cm.)	Δm (cm.)	0,025*H (cm.)
	2	39,73	38,46	300,00	252 671,33	13 121,32	5,00	0,12	0,73	7,50
	1	39,73	38,46	450,00	252 671,33	11 257,14	5,00	0,34	2,05	11,25
								ΣΔm (cm.)	2,78	

Fuente: elaboración propia.

3.6.3.1. Junta sísmica

Como se ha estudiado, el diseño de la junta sísmica es un aspecto muy importante que se debe cuidar para evitar el golpeteo entre las edificaciones colindantes, por no haber calculado una separación suficiente. De acuerdo con el (UBC) 97, sección 1633.2.11, la separación de edificios colindantes debe ser por lo menos:

$$\Delta_{MT} = \sqrt{(\Delta_{M1})^2 + (\Delta_{M2})^2}$$

Donde:

Δ_{M1} y Δ_{M2} = Son los desplazamientos de respuesta inelástica de las edificaciones colindantes.

Como la junta se tiene paralela a los ejes letra, interesa conocer los desplazamientos de respuesta inelástica máxima de los marcos número en cada módulo.

Tabla XLIV. **Desplazamientos de respuesta inelástica máxima en marcos número en cada módulo**

Δ_m Ejes números	
$\Delta_m A$ [cm]	2,08
$\Delta_m B$ [cm]	2,78

Fuente: elaboración propia.

Por lo tanto, se tiene que:

$$\Delta_{MT} = \sqrt{(\Delta_{M1})^2 + (\Delta_{M2})^2} = \sqrt{(2,08)^2 + (2,78)^2} = 3,47 \approx 5,00 \text{ cm}$$

Se justifica plenamente haber dejado la junta sísmica de 5 centímetros. debido a que el análisis se realizó con el cortante mayor de los ejes número y sobre todo que no se puede tomar en cuenta la rigidez que aportan los tres marcos en conjunto incluyendo la rigidez de la losa, como lo hacen programas de cómputo avanzados. De lo contrario se hubiera obtenido una separación entre edificios más pequeña.

3.7. Análisis estructural

Para el análisis de cargas gravitacionales y laterales se utilizó el programa CSI ETABS V9.5®, debido a que ofrece un cálculo más preciso. Uno de los aspectos que sobresalen del programa es que utiliza para el análisis las propiedades de los materiales (acero y concreto) y que realiza un análisis tridimensional al incluir a todos los marcos en conjunto y no uno por uno como se tendría que hacer con métodos de análisis a mano.

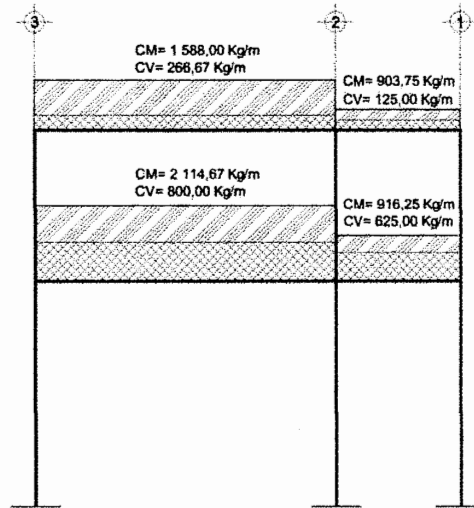
Para poder comprender los resultados arrojados por el programa se realizó un análisis a mano con métodos exactos, que se basan en procesos iterativos; el método escogido de la variada que exististe es el método de Kani. Cabe mencionar que los resultados obtenidos por el método de Kani, solo sirvieron como comparación, ya que los resultados del programa serán los que se utilizan en el diseño estructural.

3.7.1. Resultados del análisis estructural por el método de Kani, para el marco sobre eje “C”

El método de Kani no permite considerar fuerzas laterales aplicadas a los nudos, por lo que será utilizado únicamente para determinar el diagrama de momentos para cargas gravitacionales. La precisión de los resultados depende del número de iteraciones que se realicen, y la convergencia del método está relacionada con la secuencia en el procedimiento.

A continuación se desarrolla el procedimiento general para la primera iteración del método de Kani, empleando la carga viva que se aplicó al marco sobre eje “C”. La gráfica anterior servirá de guía para los estados de carga viva y muerta.

Figura 30. **Cargas gravitacionales en dirección “Y” para marco sobre eje “C”**



Fuente: elaboración propia.

Inercia de sección

$$I_{\text{viga}} = \frac{1}{12} * 0,25 * 0,50^3 = 2,60 \times 10^{-3} \text{ m}^4$$

$$I_{\text{col}} = \frac{1}{12} * 0,45 * 0,45^3 = 3,42 \times 10^{-3} \text{ m}^4$$

Rigidez relativa

$$k_{ik} = \frac{I}{L} \therefore \begin{array}{l} k_{ik} = \text{Rigidez relativa [m}^3\text{]} \\ I = \text{Inercia de sección [m}^4\text{]} \\ L = \text{Luz entre apoyos [m]} \end{array}$$

Tabla XLV. **Rigideces relativas (K) [m³]**

K _{AB}	4,34 E-04	K _{DG}	7,59 E-04
K _{BC}	1,04 E-03	K _{BE}	1,14 E-03
K _{DE}	4,34 E-04	K _{EH}	7,59 E-04
K _{EF}	1,04 E-03	K _{CF}	1,14 E-03
K _{AD}	1,14 E-03	K _{FI}	7,59 E-04

Fuente: elaboración propia.

Factor de giro

$$\mu = -\frac{1}{2} * \frac{k_{ik}}{\sum k_{ik}} \therefore \sum \mu_{nudo} = -\frac{1}{2}$$

Tabla XLVI. **Factores de giro [μ]**

AB	-0,138	Nudo A	---	---	- 0,50
AD	-0,362		---	---	
BA	-0,083	Nudo B	BE	-0,218	-0,50
BC	-0,199		---	---	
CB	-0,239	Nudo C	---	---	-0,50
CF	-0,261		---	---	
DA	-0,244	Nudo D	DE	-0,093	-0,50
DG	-0,163		---	---	
ED	-0,064	Nudo E	EB	-0,169	-0,50
EF	-0,154		EH	-0,113	
FE	-0,177	Nudo F	FI	-0,129	-0,50
FC	-0,194		---	---	

Fuente: elaboración propia.

Momento fijo

Existe solo en los tramos con carga fuera del nudo.

$$M_{f_{ik}} = \frac{1}{12} * W * L^2 \therefore$$

$M_{f_{ik}}$ = Momento fijo o de empotramiento [kg-m]
 W = Carga distribuida [kg/m]
 L = Luz entre apoyos [m]

Tabla XLVII. **Momentos fijos ($M_{f_{ik}}$) [kg-m]**

AB	-800,01	Nudo A	BA	800,01
BC	-65,10	Nudo B	CB	65,10
DE	-2400,00	Nudo D	ED	2400,00
EF	-325,52	Nudo F	FE	325,52

Fuente: elaboración propia.

Factor de corrimiento

Este factor es propio de las columnas del nivel.

$$r_{ik} = -\frac{3}{2} * \frac{k_{col\ ik}}{\sum k_{col\ ik}} \therefore \sum r_{ik} = -\frac{3}{2}$$

Tabla XLVIII. Factor de corrimiento $[r_{ik}]$

Nivel 1	AD	-0,50	Nivel 2	DG	-0,50
	BE	-0,50		EH	-0,50
	CF	-0,50		FI	-0,50
Sumatoria		-1,50	Sumatoria		-1,50

Fuente: elaboración propia.

Primera iteración

La secuencia a seguir es: F-C-B-A-D-E

Nudo F:

$$325,52 \times -0,177 = -57,67$$

$$325,52 \times -0,129 = -42,04$$

$$325,52 \times -0,194 = -63,06$$

Nudo C:

$$[65,10 + (-63,06)] \times -0,261 = -0,53$$

$$[65,10 + (-63,06)] \times -0,239 = -0,49$$

Nudo B:

$$[-734,91 + (-0,49)] \times -0,199 = -146,29$$

$$[-734,91 + (-0,49)] \times -0,218 = -159,97$$

$$[-734,91 + (-0,49)] \times -0,083 = -60,95$$

Nudo A:

$$[-800,01 + (-60,95)] \times -0,138 = -118,77$$

$$[-800,01 + (-60,95)] \times -0,36 = -311,71$$

Nudo D:

$$[-2\ 400,00 + (311,71)] \times -0,244 = 509,91$$

$$[-2\ 400,00 + (311,71)] \times -0,163 = 339,94$$

$$[-2\ 400,00 + (311,71)] \times -0,093 = 194,30$$

Nudo E:

$$[2\ 074,48 + (194,30) + (-159,97) + (57,67)] \times -0,169 = -346,22$$

$$[2\ 074,48 + (194,30) + (-159,97) + (57,67)] \times -0,064 = -131,92$$

$$[2\ 074,48 + (194,30) + (-159,97) + (57,67)] \times -0,113 = -230,81$$

$$[2\ 074,48 + (194,30) + (-159,97) + (57,67)] \times -0,154 = -316,62$$

Columnas del nivel 2:

$$[(311,71) + (509,91) + (-159,97) + (-346,22) + (-0,53) + (-63,06)] \times -0,50$$

$$= -125,92$$

Columnas del nivel 1:

$$[(339,94) + (-230,81) + (-42,04)] \times (-0,50) = -33,54$$

Luego de realizadas las iteraciones, los momentos finales se calculan de la siguiente manera:

$$M = M_{f_{ik}} + M'_{ik} + M'_{ki} + M''_{ik} \quad \therefore$$

$M_{f_{ik}}$ = momento de empotramiento
 M'_{ik} = momento debido al giro del nudo i
 M'_{ki} = momento debido al giro del nudo k
 M''_{ik} = momento debido al desplazamiento

Tabla XLIX. **Momentos finales carga viva, en dirección "Y" sobre eje "C" [kg-m]**

Nudo		$M_{f_{ik}}$	M'_{ik}	M'_{ki}	M''_{ki}	Momento
A	AB	-800,01	59,20	-18,69	0,00	-700,30
	AD	0,00	155,37	685,38	-296,01	700,11
B	BA	800,01	-18,69	59,20	0,00	821,82
	BC	-65,10	-44,87	49,36	0,00	-105,48
	BE	0,00	-49,06	-322,41	-296,01	-716,55
C	CB	65,10	49,36	-44,87	0,00	118,96
	CF	0,00	53,97	68,77	-296,01	-119,29
D	DE	-2 400,00	261,16	-122,85	0,00	-2 000,54
	DA	0,00	685,38	155,37	-296,01	1 230,12
	DG	0,00	456,92	0,00	-143,91	769,93
E	EF	-325,52	-294,84	62,89	0,00	-852,31
	ED	2 400,00	-122,85	261,16	0,00	2 415,46
	EB	0,00	-322,41	-49,06	-296,01	-989,89
	EH	0,00	-214,94	0,00	-143,46	-573,34
F	FC	0,00	68,77	53,97	-296,01	-104,50
	FI	0,00	45,85	0,00	-143,91	-52,22
	FE	325,52	62,89	-294,84	0,00	156,46
G	GD	0,00	0,00	456,92	-143,91	313,01
H	HE	0,00	0,00	-214,94	-143,91	-358,85
I	IF	0,00	0,00	45,85	-143,91	-98,07

Fuente: elaboración propia.

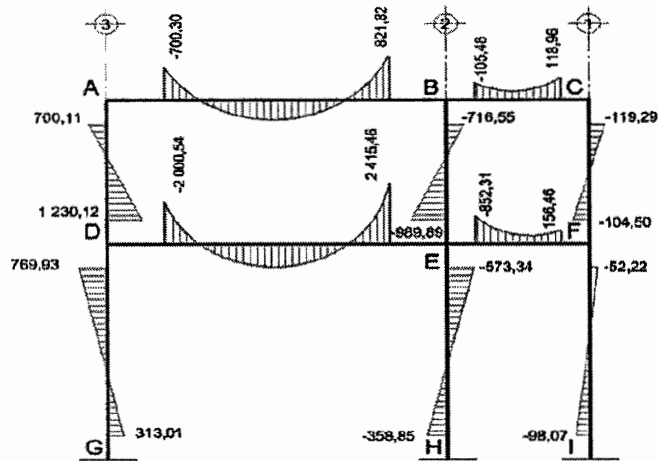
Tabla L. **Momentos finales carga muerta, en dirección "Y" sobre eje "C"[kg-m]**

Nudo		$M_{f_{ik}}$	M'_{ik}	M'_{ki}	M''_{ki}	Momento
A	AB	-4764,00	638,61	-269,48	0,00	-3 756,26
	AD	0,00	1675,96	1591,20	-1187,58	3755,54
B	BA	4764,00	-269,48	638,61	0,00	4 863,66
	BC	-470,70	-646,74	256,22	0,00	-1507,97
	BE	0,00	-707,21	-754,47	-1187,58	-3356,47
C	CB	470,70	256,22	-646,74	0,00	336,40
	CF	0,00	280,17	289,51	-1187,58	-337,72
D	DE	-6344,01	606,31	-287,48	0,00	-5418,87
	DA	0,00	1591,20	1675,96	-1187,58	3670,78
	DG	0,00	1060,80	0,00	-375,41	1 746,19
E	EF	-477,21	-689,96	264,76	0,00	-1592,37
	ED	6344,01	-287,48	606,31	0,00	6 375,36
	EB	0,00	-754,47	-707,21	-1187,58	-3403,73
	EH	0,00	-502,98	0,00	-373,65	-1379,61
F	FC	0,00	289,51	280,17	-1187,58	-328,39
	FI	0,00	193,01	0,00	-375,41	10,60
	FE	477,21	264,76	-689,96	0,00	316,77
G	GD	0,00	0,00	1060,80	-375,41	685,39
H	HE	0,00	0,00	-502,98	-375,41	-878,39
I	IF	0,00	0,00	193,01	-375,41	-182,41

Fuente: elaboración propia.

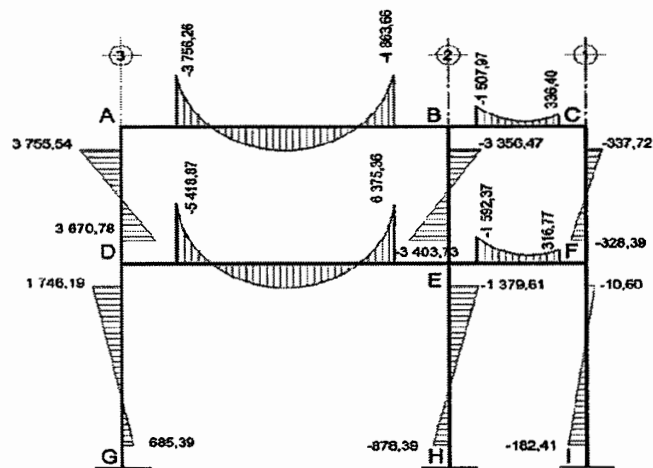
A continuación se presentan los diagramas de momentos obtenidos por el método de Kani.

Figura 31. Diagrama de momentos para carga viva en dirección "Y" por el método de Kani, marco sobre eje "C"[kg-m]



Fuente: elaboración propia.

Figura 32. Diagrama de momentos para carga muerta en dirección "Y" por el método de Kani, marco sobre eje "C"[kg-m]

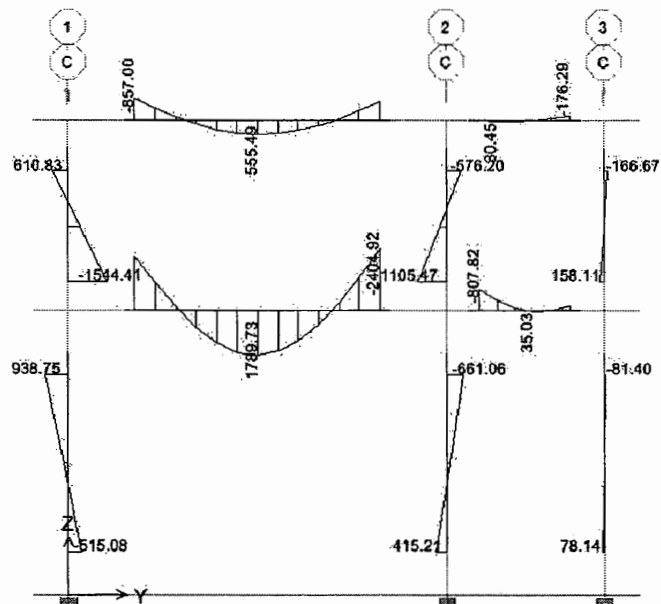


Fuente: elaboración propia.

3.7.2. Resultados del análisis estructural en CSI ETABS V9.5®, para el análisis sobre el eje “C”

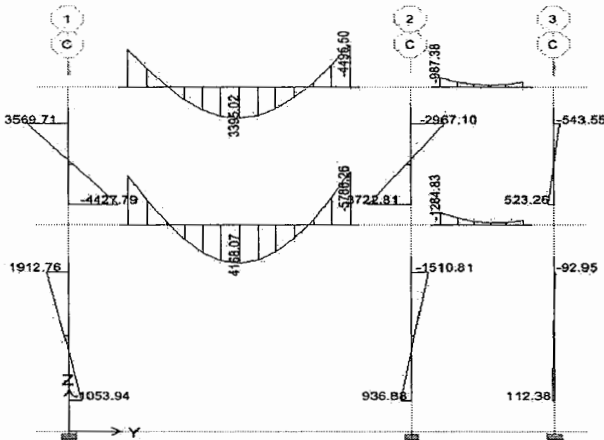
A continuación se presenta los diagramas de momentos y corte, que se obtuvo con ayuda del programa CSI ETABS V9.5®. Posteriormente, con base en estos diagramas y a las combinaciones de cargas que se presentarán en la sección 3.8.1.1. Se obtuvo las envolventes de momentos y cortes que se utilizarán para el diseño estructural.

Figura 33. Diagrama de momentos para carga viva en dirección “Y” por CSI ETABS V9.5®. marco sobre eje “C” [kg-m]



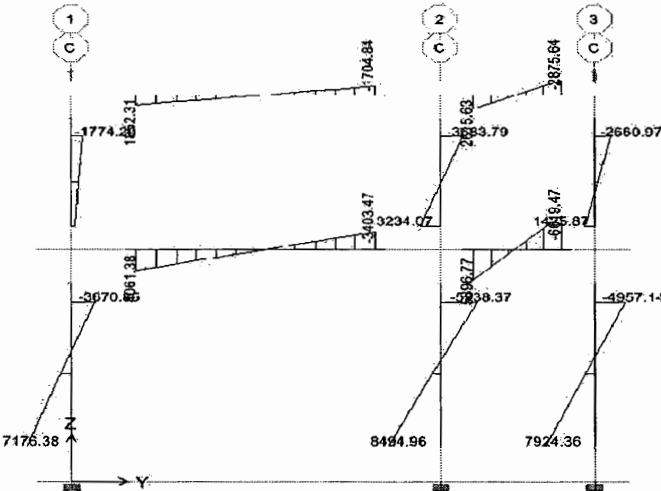
Fuente: CSI ETABS V9.5®.

Figura 34. Diagrama de momentos para carga muerta en dirección "Y" por CSI ETABS V9.5®. marco sobre eje "C" [kg-m]



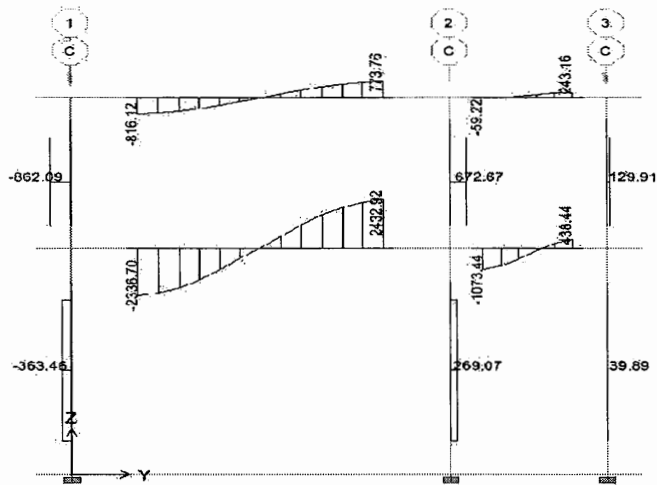
Fuente: CSI ETABS V9.5®.

Figura 35. Diagrama de momentos para sismo en dirección "Y" por CSI ETABS V9.5®. marco sobre eje "C" [kg-m]



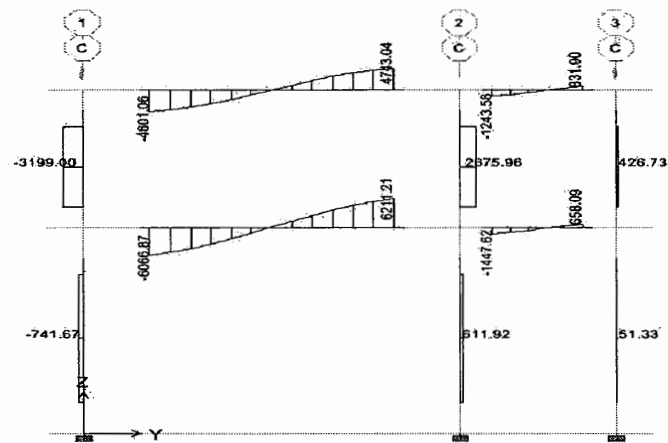
Fuente: CSI ETABS V9.5®.

Figura 36. Diagrama de corte para carga viva en dirección "Y" por CSI ETABS V9.5®. marco sobre eje "C" [kg-m]



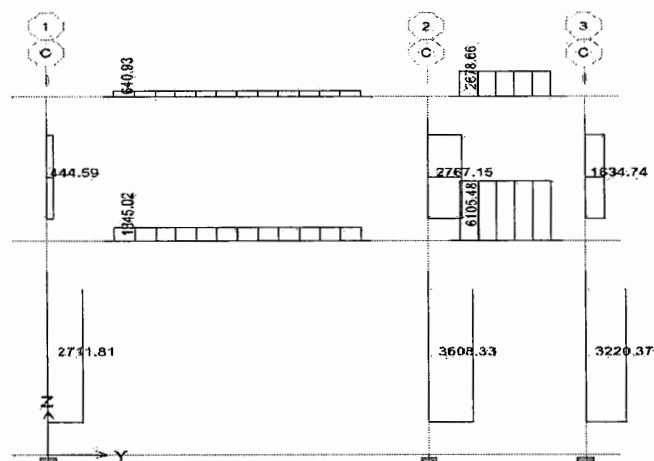
Fuente: CSI ETABS V9.5®.

Figura 37. Diagrama de corte para carga muerta en dirección "Y" por CSI ETABS V9.5®. marco sobre eje "C" [kg-m]



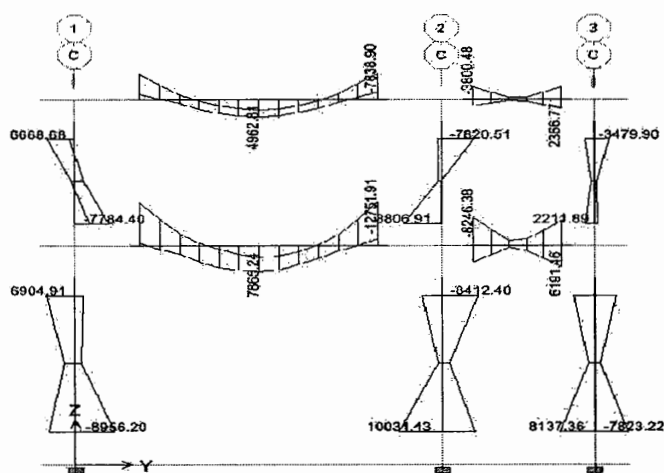
Fuente: CSI ETABS V9.5®.

Figura 38. Diagrama de corte para sismo en dirección "Y" por CSI ETABS V9.5®. marco sobre eje "C" [kg-m]



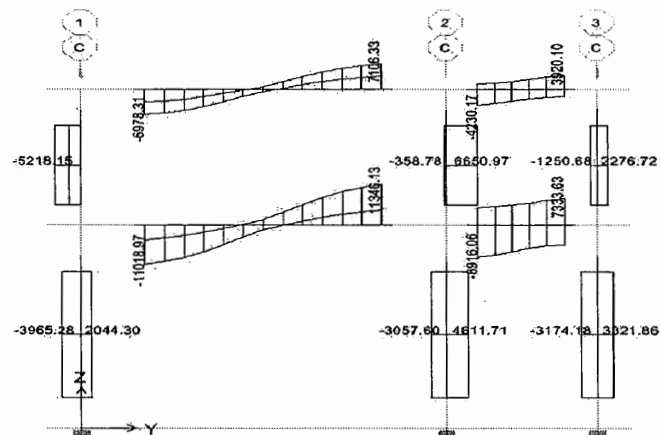
Fuente: CSI ETABS V9.5®.

Figura 39. Envolvente de momentos en dirección "Y" por CSI ETABS V9.5®. marco sobre eje "C" [kg-m]



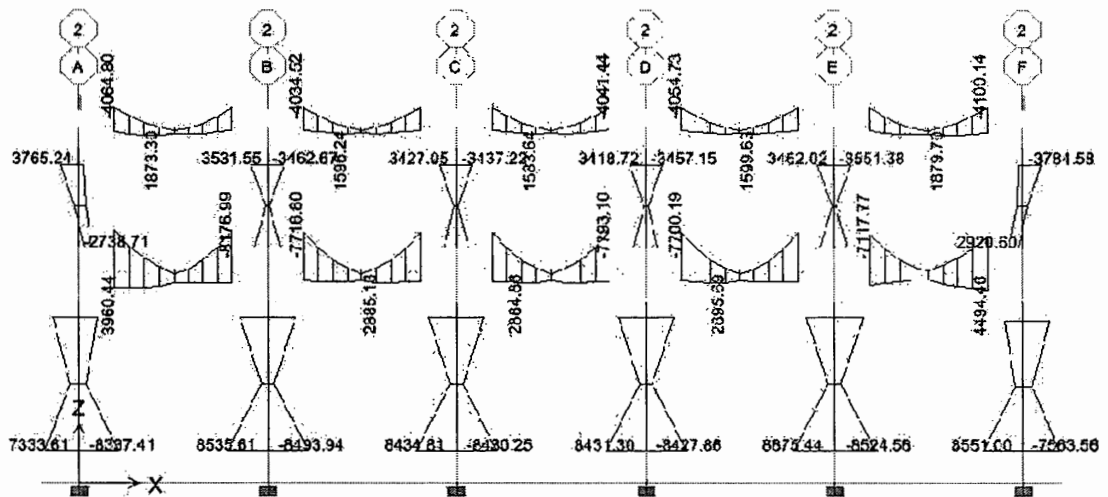
Fuente: CSI ETABS V9.5®.

Figura 40. **Envolvente de corte en dirección "Y" por CSI ETABS V9.5®. marco sobre eje "C" [kg-m]**



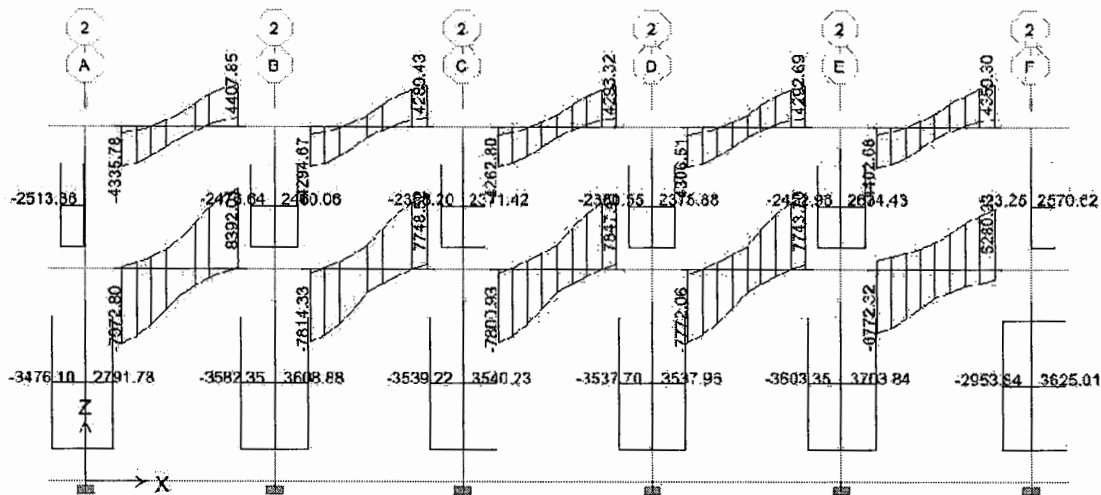
Fuente: CSI ETABS V9.5®.

Figura 41. **Envolvente de momentos en dirección "X" por CSI ETABS V9.5®. marco sobre eje "2" [kg-m]**



Fuente: CSI ETABS V9.5®.

Figura 42. Envoltente de momentos en dirección “X” por CSI ETABS V9.5®. marco sobre eje “C” [kg-m]



Fuente: CSI ETABS V9.5®.

3.7.3. Comparación de resultados, método de Kani Vrs. CSI ETABS V9.5®

Para poder comparar los resultados obtenidos por el método de Kani, con los arrojados por el programa, se debe realizar con un modelo bidimensional debido a que con un modelo tridimensional el programa incluye la rigidez de todos los marcos, cosa que el procedimiento de Kani no toma en cuenta. El programa también toma en cuenta para el análisis estructural, las propiedades de cada elemento.

Tabla LI. Comparación de momentos para carga viva, marco sobre eje "C"

Comparación carga viva en vigas					
Viga	Momento	Kani	Etabs 2D	% Dif	% Global
Eje C,3-2, N2	M(-)izq	-700,30	-681,93	2,69%	8,40%
	M(-)der	821,82	753,08	8,36%	
Eje C,2-1, N2	M(-)izq	-105,48	-97,57	7,50%	
	M(-)der	118,96	121,76	2,30%	
Eje C,3-2, N1	M(-)izq	-2 000,54	-1 861,66	7,46%	
	M(-)der	2 415,46	2 358,54	2,36%	
Eje C,2-1, N1	M(-)izq	-852,31	-946,48	11,05%	
	M(-)der	156,46	-209,89	25,46%	

Comparación carga viva en columnas					
Columna	Momento	Kani	Etabs 2D	% Dif	% Global
Eje C,3, N2	M_Sup	700,11	681,93	2,60%	8,69%
	M_Inf	1 230,12	1 139,62	7,36%	
Eje C,2, N2	M_Sup	-716,55	-655,52	8,52%	
	M_Inf	-989,89	-887,43	10,35%	
Eje C,1, N2	M_Sup	-119,29	-161,76	26,25%	
	M_Inf	-104,50	-126,84	17,61%	
Eje C,3, N1	M_Sup	769,93	722,04	6,22%	
	M_Inf	313,01	306,93	1,94%	
Eje C,2, N1	M_Sup	-573,34	-534,63	6,75%	
	M_Inf	-358,85	-316,45	11,82%	
Eje C,1, N1	M_Sup	-52,22	-53,05	1,56%	
	M_Inf	-98,07	-94,85	3,28%	

Fuente: elaboración propia.

Tabla LII. Comparación de momentos para carga muerta, marco sobre eje "C"

Comparación carga muerta en vigas					
Viga	Momento	Kani	Etabs 2D	% Dif	% Global
Eje C,3-2, N2	M(-)izq	-3 756,26	-3 470,60	7,60%	8,96%
	M(-)der	4 863,66	4 612,20	5,17%	
Eje C,2-1, N2	M(-)izq	-1 507,97	-1 637,79	7,93%	
	M(-)der	336,40	306,31	-9,82%	
Eje C,3-2, N1	M(-)izq	-5 418,87	-5 127,17	5,38%	
	M(-)der	6 375,36	6 148,98	3,55%	
Eje C,2-1, N1	M(-)izq	-1 592,37	-1 801,28	11,60%	
	M(-)der	316,77	530,48	40,29%	

Comparación carga muerta en columnas					
Columna	Momento	Kani	Etabs 2D	% Dif	% Global
Eje C,3, N2	M_Sup	3 755,54	3 470,60	7,59%	7,31%
	M_Inf	3 670,78	3 401,21	7,34%	
Eje C,2, N2	M_Sup	-3 356,47	-2 974,42	11,38%	
	M_Inf	-3 403,73	-2 989,21	12,18%	
Eje C,1, N2	M_Sup	-337,72	-306,31	-10,25%	
	M_Inf	-328,39	-401,88	18,29%	
Eje C,3, N1	M_Sup	1 746,19	1 725,96	1,16%	
	M_Inf	685,39	747,57	8,32%	
Eje C,2, N1	M_Sup	-1 379,61	-1 358,49	1,53%	
	M_Inf	-878,39	-794,75	9,52%	
Eje C,1, N1	M_Sup	-10,60	-12,60	15,87%	
	M_Inf	-182,41	-191,69	4,84%	

Fuente: elaboración propia.

De la comparación de resultados se obtuvo una variación del 10 por ciento, lo que garantiza que tanto el análisis bidimensional realizado con el programa como lo realizado a mano es aceptable.

3.8. Diseño estructural

La característica más importante de cualquier elemento estructural es su resistencia real, que debe ser suficientemente elevada para resistir, con algún margen de reserva, todas las cargas hipotéticas que puedan actuar durante la vida útil de la estructura, sin que se presente ninguna falla.

Para aplicar este concepto, se utilizó el método de: diseño a la resistencia, del cual el código ACI 318 se fundamenta. Este método de diseño requiere que se incremente las cargas de servicio, por medio de los factores de carga especificados (resistencia requerida) y que las resistencias nominales se reduzcan por medio de los factores ϕ de reducción de resistencia (resistencia de diseño). En otras palabras, la resistencia de diseño $\phi\psi_n$ de un elemento debe ser por lo menos igual a la resistencia requerida U calculada a partir de las cargas mayoradas.

Resistencia de diseño \geq Resistencia requerida

$$\phi\psi_n \geq U$$

- Resistencia requerida ó cargas mayoradas [Ref. ACI 318: 9.2.1]

$$U_1 = 1,4D$$

$$U_2 = 1,2D + 1,6L$$

$$U_3 = 1,2D + 1,0L \pm 1,0E$$

$$U_4 = 0,9D \pm 1,0E$$

- Resistencia de diseño ó factores de reducción de resistencia [Ref. ACI 318: 9.3.2]

$$\text{Tracción} \leftrightarrow \phi = 0,90$$

$$\text{Compresión} \leftrightarrow \phi = 0,65$$

$$\text{Corte y torsión} \leftrightarrow \phi = 0,75$$

$$\text{Corte en nudos} \leftrightarrow \phi = 0,85$$

- Propiedades de los materiales

- Concreto

$$\text{Resistencia a la compresión} \leftrightarrow f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Módulo de Elasticidad} \leftrightarrow E_c = 15\,100 \sqrt{f'_c} \text{ [(kg/cm}^2\text{)]}$$

- Acero

$$\text{Resistencia a la fluencia} \leftrightarrow f_y = 4\,200 \text{ kg/cm}^2 \text{ (G - 60)}$$

$$\text{Módulo de Elasticidad} \leftrightarrow E_s = 2,04 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$$

Tabla LIII. **Diámetros y áreas de varillas de refuerzo**

No. var	Ø [plg]	Ø [cm]	Área [cm ²]
3	3/8	0,95	0,71
4	1/2	1,27	1,27
5	5/8	1,59	1,98
6	3/4	1,91	2,85
7	7/8	2,22	3,88
8	1	2,54	5,07
9	1 1/8	2,86	6,41
10	1 1/4	3,18	7,92

Fuente: elaboración propia.

3.8.1. Diseño de losas

Por la complejidad de los métodos de análisis más recientes, ha llevado a muchos ingenieros a continuar utilizando el método 3 de diseño del Código ACI de 1963, para el caso especial de losas armadas en dos direcciones apoyadas en vigas de borde relativamente altas y rígidas, en los cuatro lados de cada uno de los paneles de la losa.

El método utiliza tablas de coeficientes de momento que cubren varias condiciones. Estos coeficientes se basan en análisis elástico pero también tienen en cuenta la redistribución inelástica.

Las tablas se dividen en tres partes, que proporcionan coeficientes para momentos negativo para una carga unificada $W = CV + CM$ y positivos para cargas separadas CV, CM.

Las fórmulas para calcular los momentos últimos negativos y positivos en las franjas centrales para losas con continuidad se presenta a continuación, con la observación que para losas de borde, únicamente para el momento último negativo se asume que disminuye 1/3 del momento positivo en la misma dirección de análisis.

Momentos últimos en dirección corta, $L = a$:

$$M_{a(-)} = C_{a(-)} * W_u * a^2$$
$$M_{a(+)} = C_{a(+)} * CM_u * a^2 + C_{a(+)} * CV_u * a^2$$

Momentos últimos en dirección larga, $L = b$:

$$M_{b(-)} = C_{b(-)} * W_u * b^2$$
$$M_{b(+)} = C_{b(+)} * CM_u * b^2 + C_{b(+)} * CV_u * b^2$$

Donde:

C_a, C_b = Coeficientes de momentos, según método 3 del Código ACI

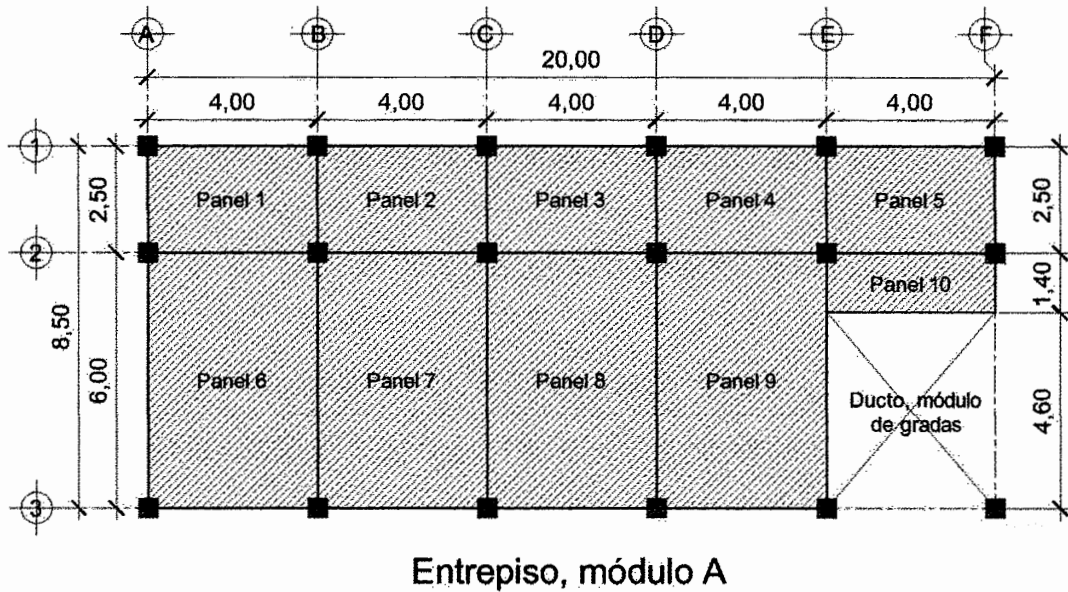
W_u = Carga última total (incluye CV y CM)

CM_u = Carga última muerta

CV_u = Carga última viva

En la siguiente gráfica se ilustra cómo se subdividió la losa del entrepiso.

Figura 43. Planta de paneles de losa entrepiso



Fuente: elaboración propia.

Determinación de momentos para panel 1, de la integración de cargas se tiene: $CM = 493$ kilogramos sobre metro cuadrado y $CV = 500$ kilogramos sobre metro cuadrado que multiplicándose por el ancho unitario de la losa y por los factores de mayoración de carga, quedarían las cargas últimas por metro lineal como se muestra a continuación:

$$CM_u = 1,2 * CM = 1,2 * 493 = 591,60 \text{ kg/m}$$

$$CV_u = 1,6 * CV = 1,6 * 500 = 800,00 \text{ kg/m}$$

$$W_u = 1,2 * CM + 1,6 * CV = 1\ 391,60 \text{ kg/m}$$

Con la relación m y el caso de continuidad que se presente en cada panel, se aplican los coeficientes de momentos negativos y positivos, de las tablas de momento presentadas en el ACI.

Para el panel 1 se tiene que:

$$m = \frac{a}{b} = \frac{2,5}{4} = 0,625 \leftrightarrow \text{usar situación más crítica en tabla} \leftrightarrow 0,60$$

Por tener un panel en esquina se tiene \leftrightarrow caso 4

Momentos últimos en dirección corta, $a = 2,50$ m

$$M_{a(-)} = 0,089 * 1\,391,60 * 2,5^2 = 774,078 \text{ kg-m}$$

$$M_{a(+)} = 0,053 * 591,60 * 2,5^2 + 0,067 * 800 * 2,5^2 = 530,968 \text{ kg-m}$$

Momentos últimos en dirección lagar, $b = 4,00$ m

$$M_{b(-)} = 0,011 * 1\,391,60 * 4,0^2 = 244,922 \text{ kg-m}$$

$$M_{b(+)} = 0,007 * 591,60 * 4,0^2 + 0,009 * 800 * 4,0^2 = 181,459 \text{ kg-m}$$

Momentos negativos para bordes sin continuidad.

$$M_{a(-)} = \frac{1}{3} * M_{a(+)} = \frac{1}{3} * 530,968 = 176,989 \text{ kg-m}$$

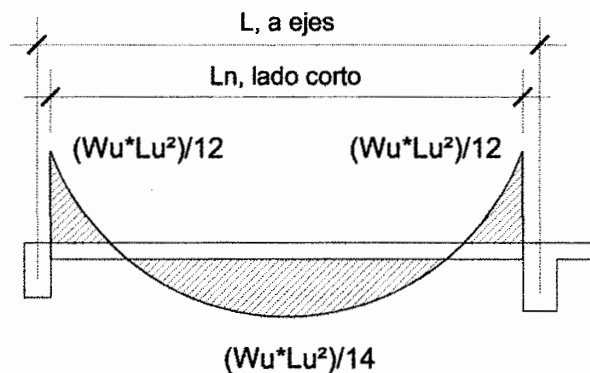
$$M_{b(-)} = \frac{1}{3} * M_{b(+)} = \frac{1}{3} * 181,459 = 60,486 \text{ kg-m}$$

3.8.1.1. Análisis para losa que trabaja en una dirección

Como alternativa al análisis estructural, el ACI 318S-05, sección 8.3.3, permite utilizar para el diseño de losas en una dirección, los siguientes momentos.

Para determinarlos momentos para el panel 10 se tiene que: de la integración de cargas se tiene que para este panel se usa la misma $W_u = 1\,391,60$ kilogramos sobre metro y una luz libre de 1,17 metros.

Figura 44. Momentos para losa en una dirección



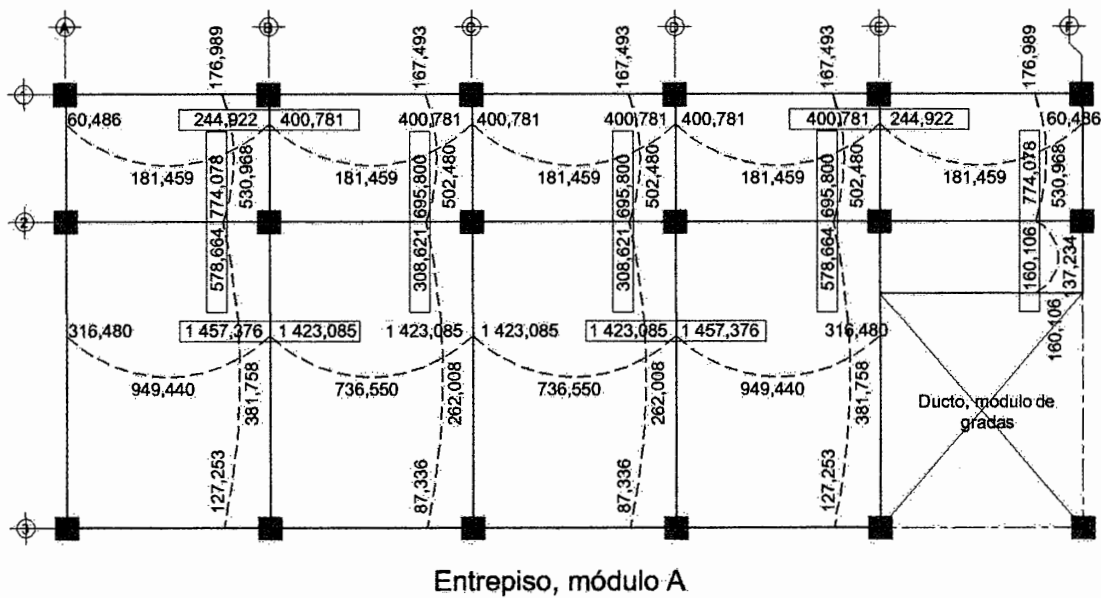
Fuente: elaboración propia.

$$M_{(-)} = \frac{1\,391,60 * 1,17^2}{12} = 160,11 \text{ kg-m}$$

$$M_{(+)} = \frac{1\,391,60 * 1,17^2}{14} = 137,23 \text{ kg-m}$$

En la siguiente grafica se presentan los valores obtenidos para los demás paneles:

Figura 45. Momentos últimos losa entrepiso



Fuente: elaboración propia.

3.8.1.2. Balanceo de momentos

Cuando una losa tiene un borde en común con momentos negativos diferentes, es necesario realizar un balanceo de momentos para poder tener un único momento en dicho borde. Para realizar este balanceo se debe tomar los siguientes criterios.

Si $M_1 > 0,8 * M_2 \leftrightarrow$ Balancear por el método de los promedios

$$M_b = \frac{M_1 + M_2}{2}$$

Si $M_1 < 0,8 * M_2 \leftrightarrow$ Balancear por el método de rigideces.

D_1	D_2
M_1	M_2
$Dif_M * D_1$	$Dif_M * D_2$
Mb	Mb

Donde:

Mb = Momento balanceado

M_1, M_2 = Momentos menor y mayor respectivamente, en el borde en común

Dif_M = Diferencia entre M_2 y M_1

D_1, D_2 = Factores de distribución

K_1, K_2 = Rigidez de cada panel

$$D_1 = \frac{K_1}{K_1 + K_2}; D_2 = \frac{K_2}{K_1 + K_2} \leftrightarrow K_1 = \frac{1}{L_1}; K_2 = \frac{1}{L_2}$$

Balance de momentos en el borde en común del panel 1 y 2.

$M_1 > 0,8 * M_2 \leftrightarrow 244,922 > 0,8 * 400,781 = 320,625 \leftrightarrow$ usar método de rigideces

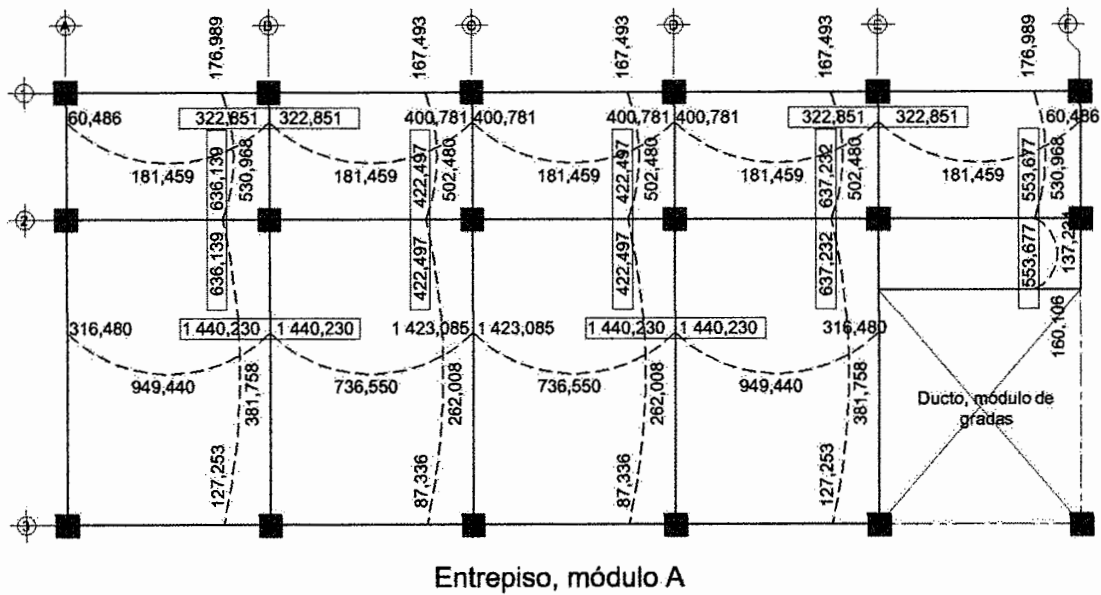
$$D_1 = D_2; D_1 = \frac{0,25}{0,25 + 0,25} = 0,50 \leftrightarrow K_1 = \frac{1}{4} = 0,25; K_2 = \frac{1}{4} = 0,25$$

$$Dif_M = M_2 - M_1 = 400,781 - 244,922 = 155,86$$

0,50	0,50
244,92	400,78
+ (155,86*0,50)	- (155,86*0,50)
322,85	322,85

Como se puede observar en la gráfica anterior todos los momentos que se encerraron en un recuadro, son los que necesitaban ser balanceados, y en la siguiente gráfica se presentan los valores obtenidos con el procedimiento anterior.

Figura 46. . Momentos balanceados losa entrepiso



Fuente: elaboración propia.

3.8.1.3. Diseño de armado para losa

Se presenta el procedimiento de diseño para losas típicas del complejo de educación primaria, basado en los criterios a flexión presentados en el código ACI 2005.

Datos de diseño

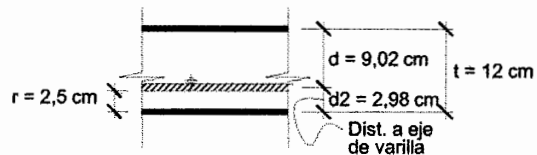
$$f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 4\,200 \text{ kg/cm}^2$$

$$\emptyset = 0,90$$

$$r = 2,5 \text{ cm para losa}$$

$$d = t - r - (\emptyset \text{ var. Long}/2)$$



Donde:

r = Recubrimiento mínimo según ACI 318: 7.7.1

t = Espesor de losa

\emptyset var = Diámetro del refuerzo longitudinal

Determinación del peralte efectivo, considerando usar refuerzo longitudinal con varilla # 3 ($\emptyset = 0,95$ centímetros).

$$d = 12 - 2,5 - \frac{0,95}{2} = 9,02 \text{ cm}$$

Refuerzo por temperatura

El código ACI 318S-05, sección 7.12.1, establece que para losas armadas en una dirección, se debe proporcionar refuerzo en la dirección opuesta para resistir los esfuerzos debidos a retracción y temperatura, y en sus secciones 7.12.2.1 (b) y 7.12.2.2 proporciona una cuantía mínima y el espaciamiento máximo de acuerdo a lo siguiente.

$$\rho_{\text{mín, temp}} = 0,0018 \leftrightarrow A_{s,\text{mín}} = \rho_{\text{mín, temp}} * b * d$$

$$A_{s,\text{mín}} = 0,0018 * 100 * 9,02 = 1,62 \text{ cm}^2$$

$$S_{\text{mín}} = \frac{A_v(\#3)}{A_{s,\text{mín}}} * b = \frac{0,71}{1,62} * 100 = 43,88 \approx 40 \text{ cm}$$

$$S_{\text{máx}} = 5 * t \text{ ó } 45 \text{ cm} \leftrightarrow \text{chequea el menor valor}$$

$$S_{\text{máx}} = 5 * 12 = 60 \leftrightarrow \text{usar } 45 \text{ cm}$$

Refuerzo principal a flexión

El código ACI 318S-05, sección 13.3.2, indica que el espaciamiento del refuerzo en las secciones críticas no debe exceder de 2 veces el espesor de la losa.

$$S_{\text{máx}} = 2t = 2 * 12 = 24 \cong 20 \text{ cm}$$

Para determinar el área de acero requerida para cada momento, se puede emplear la siguiente fórmula que ya tiene incluido el factor de reducción y el momento en cuestión se debe ingresar en kilogramo-metro recordar que b es el ancho de la franja unitaria para el análisis y diseño de losas.

$$A_s = \frac{0,85 * f_c}{f_y} * \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_u * b}{0,003825 * f_c}} \right]$$

El código ACI 318S-05, sección 13.3.1, requiere que el área de refuerzo en cada dirección para sistemas de losas en dos direcciones debe determinarse a partir de los momentos en las secciones críticas. Es por ello que se tomarán los mayores momentos positivos y negativos en cada sentido, para manejar un solo espaciamiento.

A continuación se presenta en la tabla los cálculos obtenidos.

Tabla LIV. **Resumen de armado de losa**

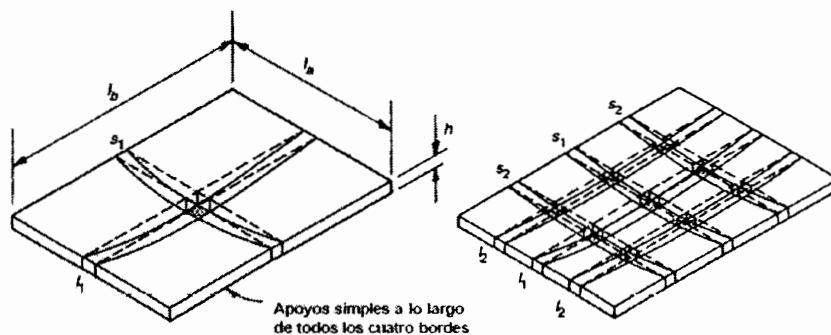
Momento	Mu [Kg-m]	Entre ejes	As req	S, var # 3	Obs.	Var. refuerzo
M(-) _ eje X	400,78	1-2.	1,19	59,94	usar Smáx	# 3 @ 20 cm
M(+)_ eje X	181,46		0,53	133,25	usar Smáx	# 3 @ 20 cm
M(-) _ eje X	1 440,23	2-3.	4,41	16,15	-	# 3 @ 15 cm
M(+)_ eje X	949,44		2,86	24,88	usar Smáx	# 3 @ 20 cm
M(-) _ eje Y	636,14	A-B	1,90	37,50	usar Smáx	# 3 @ 20 cm
M(+)_ eje Y	530,97		1,58	45,07	usar Smáx	# 3 @ 20 cm
M(-) _ eje Y	422,50	B-C,C-D,D-E	1,25	56,82	usar Smáx	# 3 @ 20 cm
M(+)_ eje Y	502,48		1,49	47,66	usar Smáx	# 3 @ 20 cm
M(-) _ eje Y	533,68	E-F	1,59	44,84	usar Smáx	# 3 @ 20 cm
M(+)_ eje Y	530,97		1,58	45,07	usar Smáx	# 3 @ 20 cm

Fuente: elaboración propia.

Refuerzo especial a torsión en esquinas de la losa

Como ya se mencionó, cuando se calculó la resistencia a cortante de la losa, esta tiene un comportamiento aproximado a la idealización de un modelo conformado por dos conjuntos de franjas paralelas en cada una de las direcciones que interactúan entre sí. En las franjas centrales ocurre una flexión similar en el punto donde se interceptan las franjas de cada dirección; sin embargo, para las franjas cercanas a las esquinas de la losa no solo se produce flexión, sino que también se tuercen, provocando esfuerzos y momentos de torsión que son más críticos cada vez que nos acercamos a las esquinas.

Figura 47. **Modelo reticular de franjas de losa armada en dos direcciones**



Fuente: Mc GRAW-HILL. Diseño de estructuras de concreto. Undécima edición. p. 363

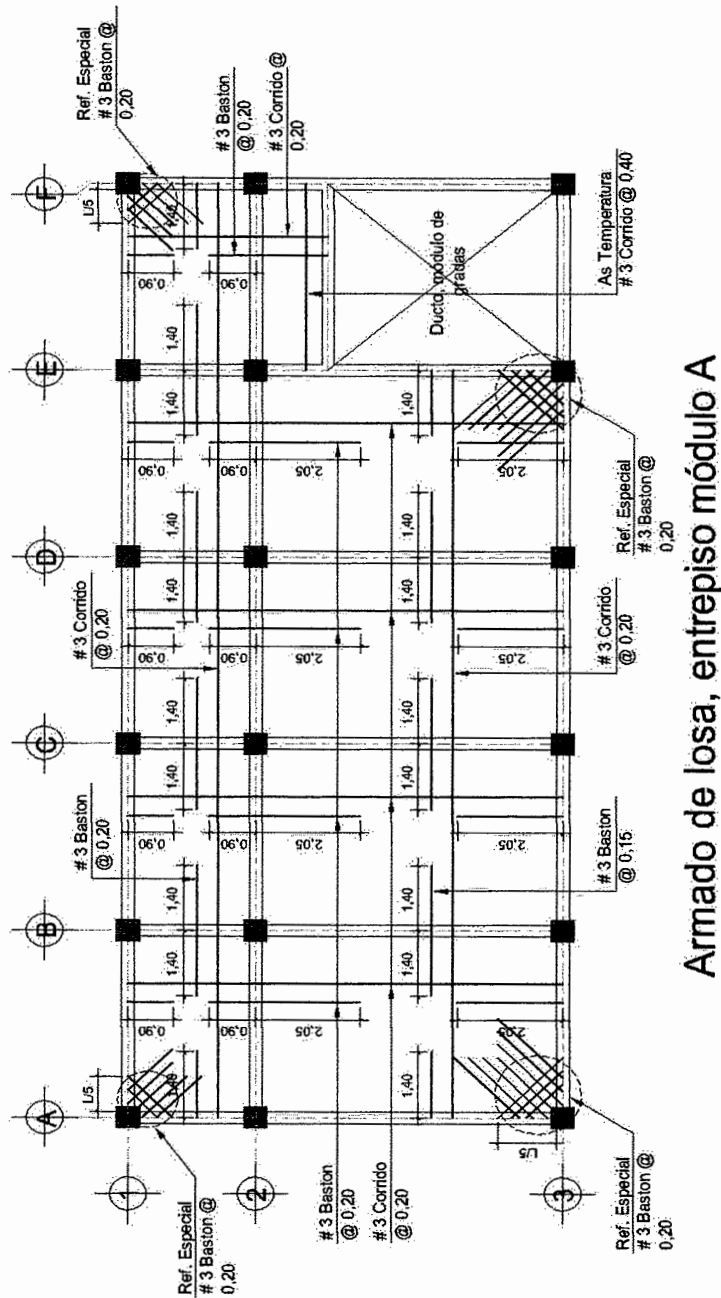
Por esta razón, el ACI 318S-05, sección 13.3.6.1, establece que se debe proporcionar un refuerzo especial tanto en la parte superior como en la inferior de la losa que sea suficiente para resistir un momento igual al momento positivo máximo (por metro de ancho) de la losa.

Debe suponerse que el momento torsional actúa alrededor de un eje perpendicular a la diagonal que parte de la esquina en la parte superior de la losa y alrededor de un eje paralelo a la diagonal en la parte inferior de la losa. [Ref. ACI 318: 13.3.6.2].

El refuerzo especial debe colocarse a partir de la esquina a una distancia en cada dirección igual a $1/5$ de la longitud de la luz más grande. [Ref. ACI 318: 13.3.6.3]

Por lo que se debe colocar un refuerzo igual al utilizado para el mayor momento positivo de los paneles analizados.

Figura 48. Detalle de armado de losa entrepiso



Fuente: elaboración propia.

3.8.2. Diseño de vigas

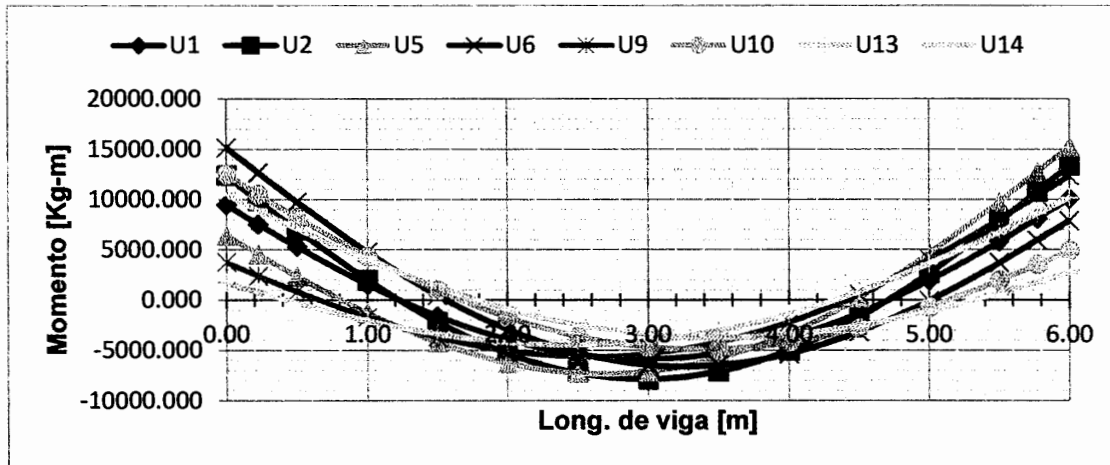
Para explicar en detalle el proceso de diseño de una viga, se enfocará únicamente en la viga del primer nivel, ubicada sobre el eje crítico "C" y entre ejes "2" y "3". A continuación se presenta la envolvente de momentos obtenida con base en los resultados del análisis estructural.

Tabla LV. **Combinaciones de resistencia última, viga de primer nivel, sobre eje "C", en el sentido "Y"**

Combinaciones de resistencia última								
Long X	U1=1,4D	U2=1,2D+1,6L	U5=1,2D+L+SMY	U6=1,2D+L-SMY	U9=1,2D+SMY	U10=1,2D-SMY	U13=0,9D+SMY	U14=0,9D-SMY
0,00	-9 484,65	-12 395,20	-6 431,63	-15 159,65	-3 765,69	-12 493,71	-1 733,27	-10 461,28
0,225	-7 539,99	-9 883,50	-4 539,38	-12 662,13	-2 401,47	-10 524,23	-785,76	-8 908,52
0,50	-5 308,76	-6 966,01	-2 368,64	-9 751,64	-858,86	-8 241,86	278,73	-7 104,27
1,00	-1 551,00	-2 013,20	1 262,20	-4 775,77	1 689,56	-4 348,42	2 021,92	-4 016,06
1,50	1 589,05	2 174,22	4 216,13	-476,83	3 708,53	-984,43	3 368,01	-1 324,95
2,00	3 941,72	5 332,76	6 273,93	2 925,99	5 052,58	1 704,64	4 207,93	859,99
2,50	5 369,79	7 249,43	7 258,36	5 255,44	5 604,14	3 601,22	4 453,47	2 450,55
3,00	5 835,30	7 865,25	7 120,36	6 462,46	5 330,64	4 672,73	4 080,22	3 422,31
3,50	5 268,75	7 085,84	5 778,62	6 465,74	4 172,52	4 859,63	3 043,50	3 730,61
4,00	3 739,63	5 005,59	3 314,46	5 346,59	2 189,33	4 221,47	1 387,98	3 420,12
4,50	1 285,93	1 683,47	-223,07	3 154,08	-586,35	2 790,80	-861,91	2 515,24
5,00	-1 955,17	-2 667,53	-4 656,74	65,43	-4 036,94	685,23	-3 617,98	1 104,19
5,50	-5 813,96	-7 783,93	-9 767,33	-3 700,14	-8 016,99	-1 949,80	-6 771,14	-703,95
5,775	-8 100,77	-10 791,39	-12 751,91	-5 944,96	-10 346,99	-3 540,04	-8 611,11	-1 804,16
6,00	-10 090,89	-13 376,71	-15 310,05	-7 897,84	-12 355,44	-4 943,23	-10 193,11	-2 780,90

Fuente: elaboración propia.

Figura 49. Gráfica de envolvente de momentos



Fuente: elaboración propia.

3.8.2.1. Diseño a flexión

Se presenta el procedimiento de diseño a flexión en vigas del complejo de educación primaria, basado en los criterios presentados en el código ACI 2005.

Datos de diseño

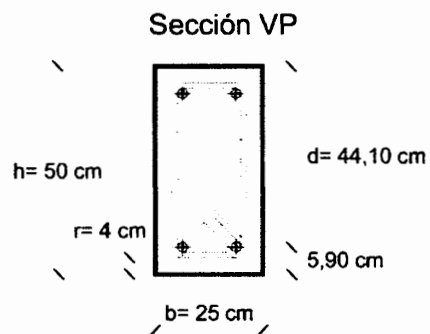
$$f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 4\,200 \text{ kg/cm}^2$$

$$\phi = 0,90$$

$$r = 4 \text{ cm (vigas/columnas)}$$

$$d = h - r - \phi \text{Est.} - (\phi \text{var. long}/2)$$



Donde:

r = Recubrimiento mínimo según ACI 7.7.1

d = Peralte efectivo de la viga

\emptyset Est = Diámetro del refuerzo transversal (estribos)

\emptyset var = Diámetro del refuerzo longitudinal

Determinación del peralte efectivo, considerando usar refuerzo transversal # 3 ($\emptyset = 0,95$ centímetros) y refuerzo longitudinal # 6 ($\emptyset = 1,91$ centímetros).

$$d = 50 - 4 - 0,95 - \frac{1,91}{2} = 44,10 \text{ cm}$$

Revisión por medio de la cuantía mínima y máxima, para que la viga pueda ser diseñada como simplemente reforzada y garantizar que fluya el acero, evitando la falla súbita.

$$\rho_{\min} \leq \rho_d \leq \rho_{\max}$$

Cuantía mínima

$$\rho_{\min} = \frac{14,1}{f_y} = \frac{14,1}{4200} = 3,3571 \times 10^{-3}$$

Área de acero mínimo

$$A_{s_{\min}} = \rho_{\min} * b * d = 3,3571 \times 10^{-3} * 25 * 44,10 = 3,70 \text{ cm}^2$$

Cuantía máxima

$$\rho_{\max} = 0,5 * \rho_b = 0,5 \left[0,85 * \beta * \frac{f_c}{f_y} * \frac{\epsilon_c * E_s}{(\epsilon_c * E_s + f_y)} \right]$$

Donde:

ρ_b = Cuantía balanceada

$B = 0,85$, si $f'_c \leq 280 \text{ kg/cm}^2$

$\epsilon_c = 0,003$

$E_c = 2,04 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$

$$\rho_{\text{m}\acute{\text{a}}\text{x}} = 0,5 \left[0,85^2 * \frac{280}{4\ 200} * \frac{6\ 120}{6\ 120 + 4\ 200} \right] = 0,0143$$

Área de acero máximo

$$A_{s_{\text{m}\acute{\text{a}}\text{x}}} = \rho_{\text{m}\acute{\text{a}}\text{x}} * b * d = 0,0143 * 25 * 44,10 = 15,74 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto el diseño tiene que estar dentro de los límites de áreas de acero.

$$A_{s_{\text{m}\text{i}\text{n}}} \leq A_{s_d} \leq A_{s_{\text{m}\acute{\text{a}}\text{x}}}$$

Momento máximo que puede soportar la sección escogida para la viga.
Como se sabe, de la distribución de esfuerzos se tiene que:

$$C = T \leftrightarrow 0,85 * f'_c * a * b = A_s * f_y, \leftrightarrow \text{despejando se tiene: } a = \frac{A_s * f_y}{0,85 * f'_c * b}$$

Para el cálculo de momento máximo se usa la siguiente fórmula.

$$M_{\text{m}\acute{\text{a}}\text{x}} = \phi * A_{s_{\text{m}\acute{\text{a}}\text{x}}} * f_y * \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

$$M_{\text{m}\acute{\text{a}}\text{x}} = 0,90 * 15,74 * 4\ 200 * \left[44,10 - \frac{1}{2} \left(\frac{15,74 * 4\ 200}{0,85 * 280 * 25} \right) \right]$$

$$M_{m\acute{a}x} = 2,293 \times 10^6 \text{ kg-cm}$$

$$M_{m\acute{a}x} = 22\,935,15 \text{ kg-m}$$

Debido a que ningún momento de la envolvente de momentos es superior al $M_{m\acute{a}x}$. Se está seguro de poder diseñar la viga como simplemente reforzada.

Determinación del área de acero requerida para cada momento de la viga. Con ayuda de la siguiente fórmula, que ya se utilizó para calcular el área de acero de las losa, se procede a calcular el refuerzo requerido para la viga.

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

Tabla LVI. **Acero de refuerzo requerido para cada momento de la viga**

Sección	Mu [Kg-m]	As [cm ²]			Var. refuerzo	Obs.
		As min.	As máx.	As req.		
M(-) izq	12 662,13	3,70	15,74	8,13	2 # 6 + 2 # 4	-
M(+) izq	6 331,07	3,70	15,74	3,92	2 # 6	-
M(-) med	3 187,98	3,70	15,74	1,94	2 # 6	usar $A_{s_{min}}$
M(+) med	9 875,05	3,70	15,74	6,24	2 # 6 + 1 # 4	-
M(-) der	12 751,91	3,70	15,74	8,19	2 # 6 + 2 # 4	-
M(+) der	6 375,96	3,70	15,74	3,95	2 # 6	-

Fuente: elaboración propia.

Revisión de armado según el código ACI 318-05, secciones 21.3.2.1 y 21.3.2.2.

- Debe colocarse en cualquier sección del elemento a flexión, al menos A_s mín.
- El refuerzo para momento $M(+)$ en la cara del nudo no debe ser menor que la mitad del momento $M(-)$ en la misma cara.
- El refuerzo para los momentos $M(+)$ ó $M(-)$ a lo largo de todo el elemento a flexión, no debe ser menor que $\frac{1}{4}$ del máximo momento $M(+)$ ó $M(-)$ en toda la viga.

Con el área de acero real, de las varillas de refuerzo propuesta, se procede a realizar la revisión.

Tabla LVII. Revisión de áreas de acero

M(-) izq.	M(-) med.	M(-) der.
2 # 6 + 2 # 4	2 # 6	2 # 6 + 2 # 4
8,23	5,70	8,23
A_s [cm ²]	A_s [cm ²]	A_s [cm ²]
5,70	6,97	5,70
2 # 6	2 # 6 + 1 # 4	2 # 6
M(+) izq.	M(+) med.	M(+) der.

Fuente: elaboración propia.

Con los 2 # 6 corridos que forman un área de 5,70 centímetros cuadrados, se trata de tener más del $A_{s\ min} = 3,70$ centímetros cuadrados.

El $M(+)$ en la cara del nudo de cada extremo tiene más del 50 por ciento del $M(-)$ en la misma cara.

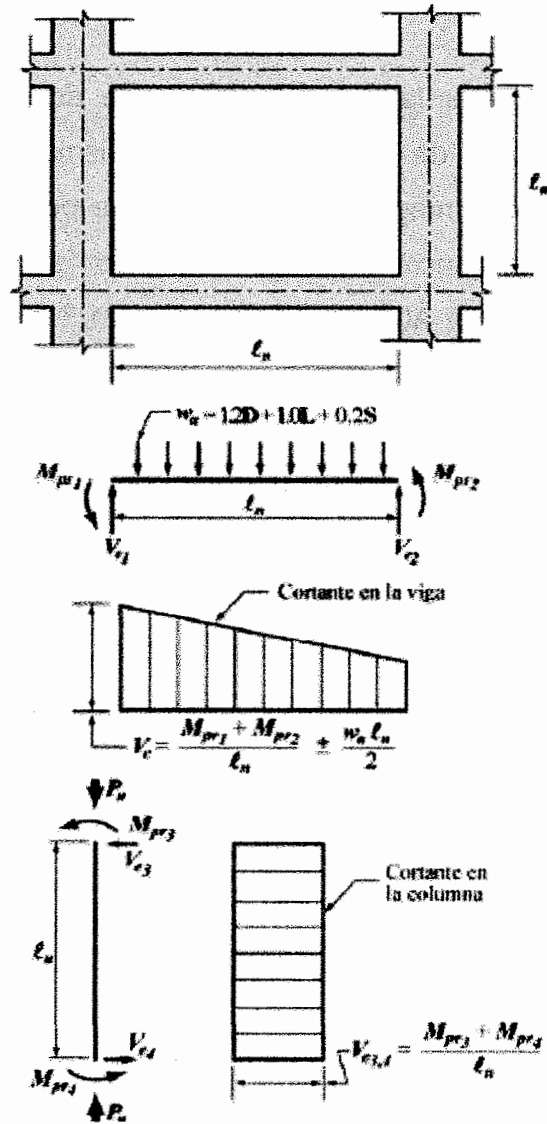
Y por último, ningún momento $M(+)$ o $M(-)$ tiene menos refuerzo que $\frac{1}{4}$ del momento máximo de toda la sección.

3.8.2.2. Diseño a corte

Con la idea de tener la mayor cantidad de articulaciones plásticas, y asegurarse que en caso de que ocurriera un sismo severo, se desarrolle deformaciones inelásticas mayores que las que se podrían presentar en una estructura en la que el concreto se deteriore. Para el diseño del cortante se aplicaran los requisitos del ACI 318-05, sección 21.3.4.1 que se presentan a continuación.

21.3.4.1: Requiere que la fuerza cortante de diseño se debe determinar a partir de las fuerzas estáticas del nudo. Se debe suponer que en las caras de los nudos actúan momentos de signo opuesto, correspondiente a la resistencia probable M_{pr} . y que está cargado además con carga gravitacional mayorada a lo largo de la luz libre. La resistencia probable se basa en una resistencia de tracción en el acero de $f_s = 1,25 * f_y$ y un factor de reducción de resistencia de $\phi = 1$.

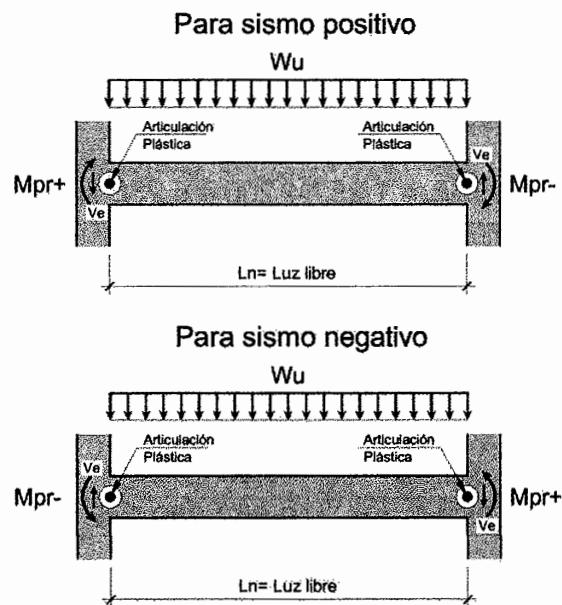
Figura 50. Fuerzas cortantes de diseño en vigas principales y columnas



Fuente: ACI 318S-05, p. 333

Se debe tener cuidado de considerar la reversión del sismo para el cálculo de los M_{pr} , así como se ilustra en la siguiente gráfica.

Figura 51. **Esquemas de momentos máximos probables considerando reversión del sismo**



Fuente: elaboración propia.

La fuerza cortante de diseño V_e , se debe determinar de acuerdo a la siguiente expresión.

$$V_e = V_p \pm V_g$$

$$V_e = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{L_n} \pm \frac{W_u * L_n}{2}$$

Donde:

M_{pr1} y M_{pr2} = Momentos de resistencia probable en cada extremo de la viga

L_n = Luz libre entre apoyos

W_u = Carga gravitacional mayorada

V_p = Corte por capacidad

V_g = Corte gravitacional

Determinación de corte por capacidad

$$f_s = 1,25 * f_y = 1,25 * 4\ 200 = 5\ 250 \text{ kg/cm}^2$$

Para $(-)M_{pr1}$ se utilizará el área real de refuerzo en la cara del nudo superior izquierda, que es de $A_s = 2 \# 6 + 2 \# 4 = 8,23$ centímetros cuadrados.

$$a = \frac{A_s * f_s}{0,85 * f_c * b} = \frac{8,23 * 5\ 250}{0,85 * 280 * 25} = 7,27$$

$$(-)M_{pr1} = \phi * A_s * f_s * \left(d - \frac{a}{2} \right) = 1 * 8,23 * 5\ 250 * \left(44,10 - \frac{7,27}{2} \right)$$

$$= 1,749 \times 10^6 \text{ kg-cm}^2 = 17\ 493,43 \text{ kg-m}^2$$

De la misma forma se calcula el $(+)M_{pr2}$ con el área de refuerzo en la cara del nudo inferior derecha, que es de $A_s = 2 \# 6 = 5,70$ centímetros cuadrados.

$$(+)M_{pr2} = 12\ 444,40 \text{ kg-m}^2$$

Por lo tanto el corte por capacidad es igual a:

$$V_p = \frac{17\,493,43 + 12\,444,40}{5,55} = 5\,394,20 \text{ kg}$$

Determinación del corte gravitacional

$$W_u = 1,2D + 1,0L = 1,2 * 2\,302,22 + 1,0 * 800 = 3\,562,66 \text{ kg}$$

$$V_g = \frac{3\,562,66 * 5,55}{2} = 9\,886,38 \text{ kg}$$

Y por último se obtiene el corte de diseño

$$V_{e12} = V_p \pm V_g = 5\,394,20 + 9\,886,38 = 15\,280,58 \text{ kg}$$

$$V_{e21} = V_p \pm V_g = 5\,394,20 - 9\,886,38 = -4\,492,18 \text{ kg}$$

El ACI 318S-05, en su sección 21.3.4.2 especifica que no se debe considerar la contribución del concreto para el refuerzo transversal ($V_c = 0$), cuando se produzcan simultáneamente las siguientes condiciones.

- La fuerza cortante de diseño V_e representa la mitad o más de la resistencia máxima a cortante requerida. 50 por ciento $V_e \geq V_u$
- La fuerza axial de compresión mayorada P_u , incluyendo los efectos sísmicos es menor que: $(A_g * f_c) / 20$

Del diagrama de corte obtenido del análisis, se tiene $V_u = 11\,231,40 \text{ kg}$

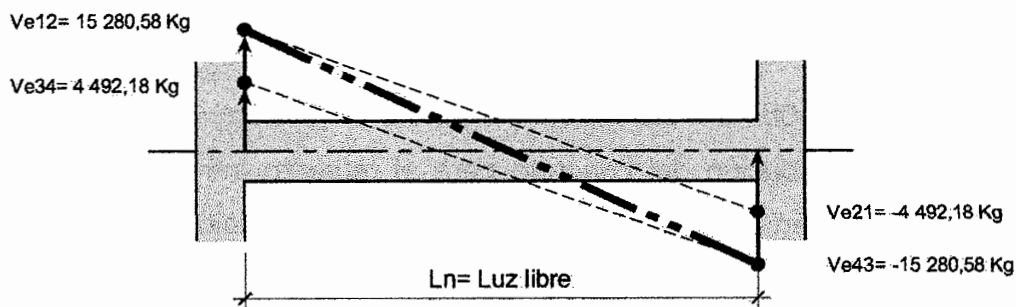
$$50 \% V_e \geq V_u \leftrightarrow 0,5 * 15\ 280,58 = 7\ 640,29 \not\geq 11\ 231,40 \leftrightarrow \text{no cumple}$$

$$P_u < \frac{A_g * f_c}{20} \leftrightarrow 0 < \frac{45^2 * 280}{20} = 28\ 350,00 \text{ kg} \leftrightarrow \text{si cumple}$$

Por lo tanto se puede considerar la contribución del concreto para el refuerzo transversal.

Se tendría que calcular V_e en el sentido contrario para considerar la reversión del sismo, pero como se tiene el mismo armado para el sismo negativo, se obtendrán los mismos resultados. Por lo que se procede a calcular la envolvente del cortante de diseño para ejemplificar que hubiera pasado si se tuviera diferentes M_{pr} en el otro sentido y siempre se debe tomar el más crítico.

Figura 52. **Envolvente de cortante de diseño**



Fuente: elaboración propia.

Por lo tanto el V_e de diseño es 15 280,58 kilogramos en ambos extremos de la viga por tener el mismo armado.

Corte que resiste el concreto [ACI 318S-05, 11.3.1.1]

$$\phi V_c = \phi * 0,53 * \sqrt{f'_c} * b * d$$

$$\phi V_c = 0,75 * 0,53 * \sqrt{280} * 25 * 44,10 = 7\ 333,22 \text{ kg}$$

Refuerzo a corte máximo permisible [ACI 318S-05, 11.5.7.9]

$$V_s \text{ máx} = 2,2 * \sqrt{f'_c} * b * d$$

$$V_s \text{ máx.} = 2,2 * \sqrt{280} * 25 * 44,10 = 40\ 586,38 \text{ kg}$$

El ACI 318S-05, en la sección 21.3.3.1 y 21.3.3.2, indica que se debe colocar estribos de confinamiento dentro de una longitud de $2h$, medida desde la cara de la columna hacia el centro de la luz. Y el primer estribo de confinamiento debe estar situado a no más de 5 centímetros de la columna.

Espaciamiento máximo de confinamiento

- $d/4 = 44,10/4 = 11,03 \text{ cm}$
- $8\phi \text{Var. Long.} = 8 \phi \# 6 = 15,24 \text{ cm}$
- $24\phi \text{Var. Est.} = 8 \phi \# 3 = 22,86 \text{ cm}$
- 30 cm

Chequea el menor, por lo tanto $S_o \text{ máx} = 10 \text{ cm}$

Espaciamiento máximo fuera de la zona de confinamiento:

$$d/2 = 44,10/2 = 22,05 \text{ cm por lo que } S \text{ máx} = 20 \text{ cm}$$

Chequeo de torsión crítica [ACI 318S-05,11.6.1]. Se puede despreciar los efectos de la torsión si T_u es menor que:

$$T_u < \phi * 0,265 * \sqrt{f_c} * \left(\frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right)$$

Donde:

T_u = Torsión última (del análisis se tiene que, $T_u = 374,715 \text{ kg-cm}$)

A_{cp} = Área de sección transversal de la viga: $25 \times 50 = 1\,250 \text{ cm}^2$

P_{cp} = Perímetro de la sección transversal de la viga: $2 * (25 + 50) = 150 \text{ cm}$

$$374,715 < 0,75 * 0,265 * \sqrt{280} * \left(\frac{1\,250^2}{150} \right) = 34\,642,95 \text{ kg-cm}$$

Por lo tanto se puede despreciar los efectos de torsión en la viga.

Determinación del espaciado del refuerzo a corte dentro de la longitud de confinamiento:

$$\frac{A_v}{S} = \frac{V_s}{\phi * f_y * d}; \text{ donde } V_s = V_e - \phi V_c$$

Para un $V_e = 15\,300,35$ kilogramos y proponiendo 2 ramas de estribo # 3,
 $A_v = 2 * 0,7126 = 1,425$ centímetros cuadrados se tiene un espaciado de:

$$\frac{A_v}{S} = \frac{(15\,280,58 - 7\,333,22)}{0,75 * 4\,200 * 44,25} = 0,06 \frac{\text{cm}^2}{\text{cm}}$$

$$S_o = \frac{A_v}{\left(\frac{A_v}{S}\right)} = \frac{1,425}{0,06} = 23,75 \text{ cm} \leftrightarrow \text{usar } S_o \text{ máx.} = 10 \text{ cm}$$

Determinación del espaciamiento del refuerzo a corte fuera de la longitud de confinamiento. Del diagrama de corte se tiene que a una distancia de $2h = 1,00$ metros, $V_e = 13\,499,269$ kilogramos por lo tanto el espaciamiento necesario es de:

$$\frac{A_v}{S} = \frac{(13\,499,269 - 7\,333,22)}{0,75 * 4\,200 * 44,25} = 0,04 \frac{\text{cm}^2}{\text{cm}}$$

$$S = \frac{A_v}{\left(\frac{A_v}{S}\right)} = \frac{1,425}{0,04} = 35,62 \text{ cm} \leftrightarrow \text{usar } S_{\text{máx.}} = 20 \text{ cm}$$

Debido a que a partir de donde termina la longitud de confinamiento se usara el $S_{\text{máx}}$, ya no será necesario seguir calculando el V_e a distintas diferentes hasta llegar al centro de la luz.

3.8.2.3. Corte de bastones

Según ACI 318S-05, 12.10.5.3, se puede cortar el refuerzo longitudinal con varillas no mayores a la # 11, si el refuerzo que continúa proporciona el doble del área requerida por la flexión en el punto terminal y V_u no excede de $\frac{3}{4} \phi V_n$.

Para los bastones en $M(-)$ se cortará 2 # 4 y continúan 2 # 6 que tienen un $A_s = 5,70$ centímetros cuadrados.

$$a = \frac{A_s * f_y}{0,85 * f_c * b} = \frac{5,70 * 4\,200}{0,85 * 280 * 25} = 4,023$$

$$M(-) = \phi * A_s * f_y * \left(d - \frac{a}{2}\right) = 0,9 * 5,70 * 4\,200 * \left(44,10 - \frac{4,023}{2}\right)$$

$$M(-) = 0,907 \times 10^6 \text{ kg-cm}$$

$$M(-) = 9\,068,33 \text{ kg-m}$$

$$50\% * M(-) = 0,5 * 9\,068,33 = 4\,534,17 \text{ kg-m}$$

Capacidad de corte:

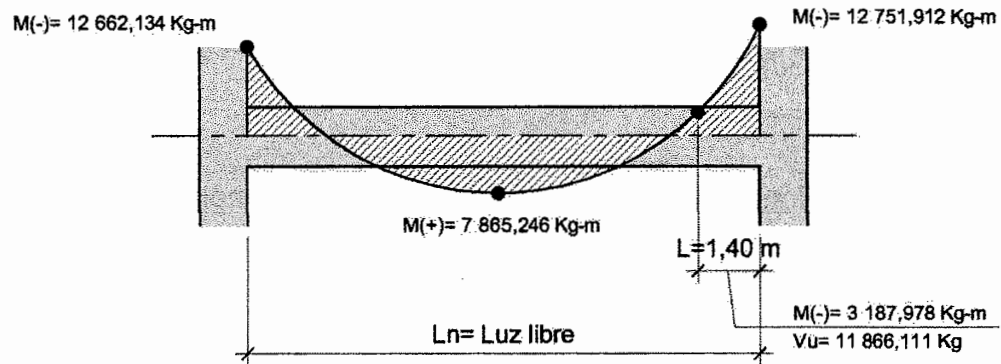
$$V_s = \frac{\phi * A_v * f_y * d}{S} = \frac{0,75 * 1,425 * 4\,200 * 44,10}{20} = 9\,897,69 \text{ kg}$$

$$V_{act} = V_s + V_c = 9\,897,69 + 7\,333,22 = 17\,230,91 \text{ kg}$$

$$V_u = \frac{3}{4} * V_{act} = \frac{3}{4} * 17\,230,91 = 12\,923,18 \text{ kg}$$

Con ayuda de la gráfica de envolvente de momentos se pudo encontrar el M_u y el V_u que satisfaga las condiciones descritas anteriormente.

Figura 53. **Envolvente de momentos para corte de bastones**



Fuente: elaboración propia.

Para determinar la longitud de desarrollo el ACI 318S-05, en la sección 12.2.3 se proporciona la siguiente fórmula:

$$l_d = \frac{f_y}{3,5 \cdot \sqrt{f'_c}} * \left(\frac{\psi_t * \psi_e * \psi_s * \lambda}{\frac{C_b + K_{tr}}{db}} \right) * db ; \text{ donde } K_{tr} = \frac{A_{tr} * f_y}{105 * S * n}$$

Donde:

K_{tr} = Factor que representa la contribución del refuerzo de confinamiento

ψ_t = Factor de ubicación del refuerzo, usar 1,3

ψ_e = Factor de revestimiento, usar 1

ψ_s = Factor por tamaño del refuerzo, usar 1

λ = Factor que refleja la menor resistencia a la tracción del concreto, usar 1

C_b = Separación entre barras medias ó recubrimiento, usar el menor 4,5 cm

db = Diámetro de la varilla, $\emptyset \# 4 = 1,27 \text{ cm}$

A_{tr} = Área del refuerzo transversal (estribo), $\emptyset \# 3 = 1,425$ en dos ramas

S = Espaciamiento entre estribos en la sección analizada, usar 20 cm

N = Número de varillas que se desarrollan, usar 2 # 4

$$K_{tr} = \frac{1,425 * 4\,200}{105 * 20 * 2} = 1,425$$

$$l_d = \frac{4\,200}{3,5 * \sqrt{280}} * \left(\frac{1,3 * 1 * 1 * 1}{\frac{4,5 + 1,425}{1,27}} \right) * 1,27 = 25,38 \cong 25 \text{ cm}$$

Por lo tanto la longitud del bastón medida a ejes de la columna será:

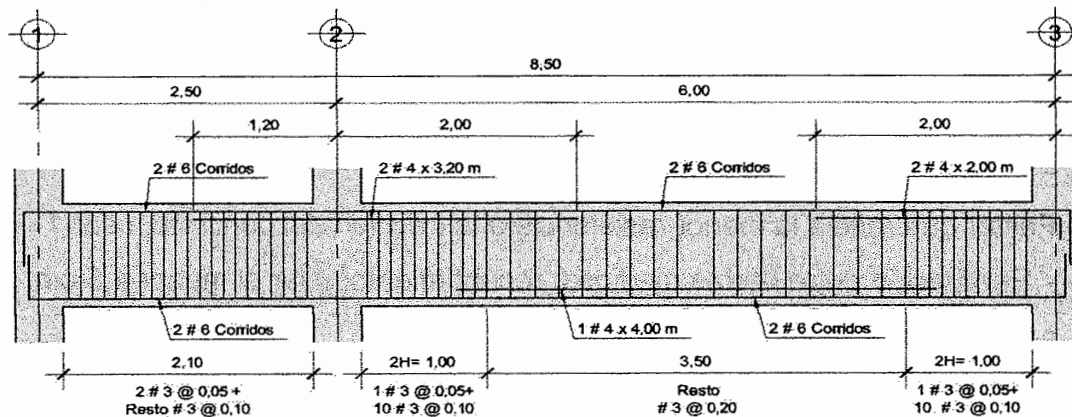
$$L_b = \left(\frac{B_{col}}{2} \right) + l_d + L_{graf.}$$

$$L_b = \frac{45}{2} + 25 + 140 = 187,50 \text{ cm}$$

Usando un múltiplo de la longitud total de una varilla de 6,00 metros se dejaran los bastones con una longitud de 2,00 metros medido a ejes de columnas.

En la siguiente gráfica se detalla el armado diseñado para la viga en estudio.

Figura 54. Detalle de armado de viga, sobre "eje C", en el sentido "Y"



Fuente: elaboración propia.

3.8.3. Diseño de columna

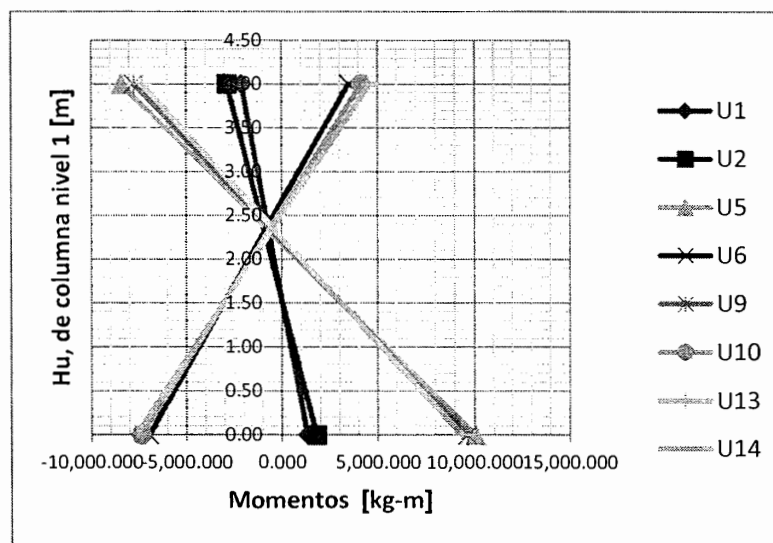
Para explicar en detalle el proceso de diseño de una columna, se diseñó la columna del primer nivel ubicada en la intersección de los ejes "2" y "C". A continuación se presenta la envolvente de momentos y carga axial, obtenida en base a los resultados del análisis estructural. Se hace la observación que únicamente los momentos en los extremos de las columnas serán los utilizados para su diseño.

Tabla LVIII. Combinaciones de resistencia última, sentido "Y"

Combinaciones de resistencia última, sentido Y								
Long H	U1=1.4D	U2=1.2D+1.6L	U5=1.2D+L+SMY	U6=1.2D+L-SMY	U9=1.2D+SMY	U10=1.2D-SMY	U13=0.9D+SMY	U14=0.9D-SMY
0,00	1 311,63	1 788,59	10 034,43	-6 955,49	9 619,22	-7 370,70	9 338,15	-7 651,77
4,00	-2 115,13	-2 870,67	-8 412,40	3 464,34	-7 751,34	4 125,40	-7 298,10	4 578,64

Fuente: elaboración propia.

Figura 55. Gráfica de envolvente de momentos, sentido "Y"



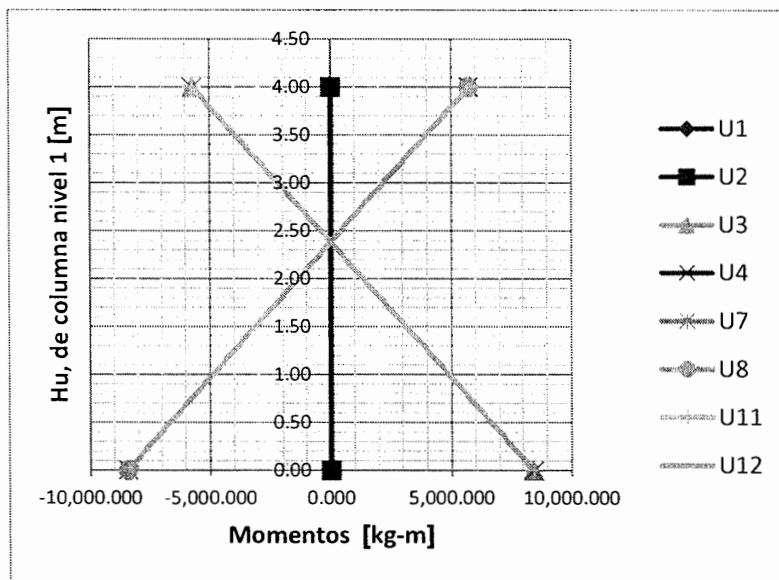
Fuente: elaboración propia.

Tabla LIX. **Combinaciones de resistencia última, sentido "X"**

Combinaciones de resistencia última, sentido X								
Long H	U1=1.4D	U2=1.2D+1.6L	U3=1.2D+L+SMX	U4=1.2D+L-SMX	U7=1.2D+SMX	U8=1.2D-SMX	U11=0.9D+SMX	U12=0.9D-SMX
0,00	5,04	-2,19	8 430,75	-8 430,25	8 434,82	-8 426,18	8 433,74	-8 427,26
4,00	-3,53	7,52	-5 719,52	5 726,66	-5 726,11	5 720,07	-5 725,36	5 720,82

Fuente: elaboración propia.

Figura 56. **Gráfica de envolvente de momentos, sentido "X"**



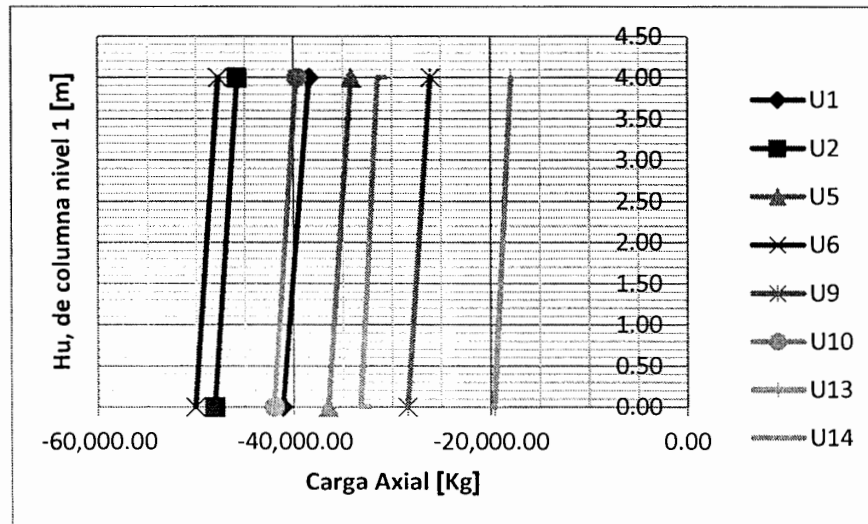
Fuente: elaboración propia.

Tabla LX. **Combinaciones de resistencia última, carga axial**

Combinaciones de resistencia última								
Long H	U1=1.4D	U2=1.2D+1.6L	U5=1.2D+L+SMY	U6=1.2D+L-SMY	U9=1.2D+SMY	U10=1.2D-SMY	U13=0.9D+SMY	U14=0.9D-SMY
0,00	-41 111,73	-48 129,39	-36 497,21	-50 093,49	-28 440,48	-42 036,76	-19 630,83	-33 227,11
4,00	-38 390,13	-45 796,59	-34 164,41	-47 760,69	-26 107,68	-39 703,96	-17 881,23	-31 477,51

Fuente: elaboración propia.

Figura 57. Gráfica de envolvente de carga axial



Fuente: elaboración propia.

Según el ACI 318S-05, sección 10.10.1 y 10.11.5, se puede diseñar elementos a compresión basándose en fuerzas y momentos mayorados obtenidos a partir de un análisis estructural elástico de primer orden. Siempre y cuando se cumpla que la esbeltez del elemento $(K * Lu) / r$ será menor a 100, de lo contrario se tendría que realizar un análisis más riguroso de segundo orden considerando la no linealidad del material y otras consideraciones descritas en 10.10.1.

Según el ACI 318S-05, sección 10.11.4, también indica que las columnas de una estructura deben ser diseñadas como columnas con desplazamiento (no arriostrados) o sin desplazamiento lateral (arriostrados). Para poder determinar qué tipo de riostra tienen las columnas, ofrece la siguiente fórmula [10.11.4.2]. Donde sí cumple la siguiente condición se puede considerar arriostrado a un piso en la estructura y si no fuera el caso, no arriostrado:

$$Q = \frac{\sum P_u * \Delta_o}{V_{us} * l_c} \leq 0,05$$

Donde:

ΣP_u = Sumatoria de la carga vertical total mayorada en el piso

V_{us} = Cortante horizontal mayorado en el piso

Δ_o = Desplazamiento lateral relativo de primer orden (deriva elástica)

l_c = Longitud de la columna a ejes

Determinando la deriva para los dos ejes de la columna en cuestión, haciendo la observación que la deriva Δ_o es la misma que Δ_s calculado con anterioridad, por lo tanto se usó el mismo procedimiento, las fuerzas de sismo F_m , se puede obtener fácilmente de la Figura 27. "Distribución de F_m por marco en cada nivel".

Tabla LXI. Deriva Δ_o , marcos críticos sobre ejes "C y 2"

Módulo A										
EJE C	Nivel	d [cm]	t [cm]	h [cm]	Ec [Kg/cm ²]	Fm [Kg]	N	As [cm]	Δm [cm]	0,025*h [cm]
	2	39,73	38,46	300,00	252 671,33	4 533,19	3,00	0,07	0,42	7,50
	1	39,73	38,46	450,00	252 671,33	3 960,77	3,00	0,20	1,20	11,25
								ΣΔm [cm]	1,62	
EJE 2	Nivel	d [cm]	t [cm]	h [cm]	Ec [Kg/cm ²]	Fm [Kg]	N	As [cm]	Δm [cm]	0,025*h [cm]
	2	39,73	38,46	300,00	252 671,33	9 730,21	6,00	0,08	0,45	7,50
	1	39,73	38,46	450,00	252 671,33	7 793,35	6,00	0,20	1,18	11,25
								ΣΔm [cm]	1,63	

Fuente: elaboración propia.

Empleando la fórmula anterior, utilizando las cargas verticales y corte horizontal determinados con anterioridad, se tiene que:

Tabla LXII. Índice de estabilidad, marcos críticos sobre ejes "C y 2"

Índice de estabilidad, marco crítico, módulo A							
EJE C	Nivel	ΣPu [Kg]	Vu [Kg]	Δo [cm]	Lc [cm]	Q	Piso
	N1	76 852,00	3 960,77	0,2020	450	0,0087	Arriestrado
	N2	17 204,85	4 533,19	0,0705	300	0,0009	Arriestrado

Índice de estabilidad, marco crítico, módulo A							
EJE 2	Nivel	ΣPu [Kg]	Vu [Kg]	Δo [cm]	Lc [cm]	Q	Piso
	N1	129 764,62	7 793,35	0,1988	450	0,0074	Arriestrado
	N2	34 703,88	9 730,21	0,0756	300	0,0009	Arriestrado

Fuente: elaboración propia.

Por lo tanto se puede emplear el procedimiento descrito en la sección 10.12 del ACI 318S-05. Pero antes se debe revisar si se puede emplear el análisis de primer orden descrito en esta sección y si se puede o no despreciar los efectos de esbeltez y facilitar el cálculo, al diseñar una columna corta.

En la sección 10.11.5 del ACI, indica que para poder hacer un análisis de primer orden la esbeltez no debe ser mayor a 100. En sección 10.12.1 del ACI, indica que se puede usar un factor de longitud efectiva para columnas sin desplazamiento lateral igual a 1,0 por lo tanto se tiene que:

$$\frac{k * l_u}{r} < 100$$

Donde:

r = Radio de giro, que para columnas rectangulares es igual a multiplicar 0,3 por la altura del elemento en la dirección analizada

l_u = Luz libre entre vigas, u otros elementos que proporcione apoyo lateral

k = rigidez de columnas

$$\frac{k \cdot l_u}{r} < 100 \leftrightarrow \frac{1,0 \cdot 400}{0,3 \cdot 45} = 29,63 < 100$$

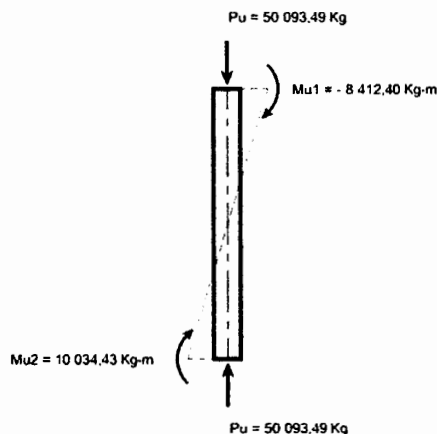
Y en la sección 10.12.2 del ACI, indica que para estructuras sin desplazamiento lateral se permite ignorar los efectos de esbeltez en columnas si satisface lo siguiente:

$$\frac{k \cdot l_u}{r} \leq [34 - 12 \cdot (M_1/M_2)] \leq 40$$

Donde el término M_1/M_2 es positivo si la columna esta deflectada en curvatura simple ($+M_1$) y negativo si el elemento se deflecta en curvatura doble ($-M_1$), también se debe saber que M_1 siempre va a ser el menor momento mayorado de uno de los extremos.

Auxiliándose de las envolventes de momentos y de la carga axial, se presenta el siguiente esquema donde se ejemplifica que la columna crítica tiene curvatura doble.

Figura 58. Esquema de curvatura en columna crítica



Fuente: elaboración propia.

$$29,63 \leq 34 - 12 * \frac{- 8\,412,402}{10\,034,426} = 44,06$$

$$29,63 \leq 44,06 \leftrightarrow \text{usar } 40$$

$$29,63 \leq 40 \leftrightarrow \text{se pueden ignorar los efectos de esbeltez}$$

Por lo tanto se pueden ignorar los efectos de esbeltez, ya que no hay necesidad de hacer uso del magnificador de momentos δ , se puede diseñar la columna como columna corta. Esto era de esperarse ya que se puede hacer un análisis rápido al usar la relación $Lu/h \leq 10$ para determinar si una columna es esbelta, donde h es la dimensión de la columna en el sentido del análisis y Lu es la luz libre entre vigas; $400/45 = 8,89$ con lo que desde el principio se pudo saber que se tenía una columna corta.

Aunque ya quedo demostrado que no hay necesidad de calcular el magnificador de momentos, a manera de explicar el procedimiento, se va a realizar el cálculo, aclarando que el factor de magnificación de momentos tendrá que tener un valor menor a 1 lo que no permitiría que se amplificara el momento, porque no existe una reducción de resistencia por efectos de esbeltez.

En la sección 10.12.3 del ACI, se describe el procedimiento para el cálculo de los momentos magnificados para estructuras sin desplazamiento lateral.

$$M_c = \delta_{ns} * M_2$$

Donde:

M_2 = Es el mayor momento mayorado en el extremo

δ_{ns} = Factor de magnificación (no sismo),

El factor de magnificación se calcula de la siguiente manera, haciendo la observación que nunca puede ser menor a uno, debido a que lo que se busca es aumentar el momento último calculado en el análisis estructural inicial

$$\delta_{ns} = \frac{C_m}{1 - \frac{P_u}{0,75 * P_c}} \geq 1,0$$

C_m = Factor que relaciona el diagrama real de momentos con un diagrama equivalente de momento uniforme, que según sección 10.12.3.1 del ACI, se calcula de la siguiente manera:

$$C_m = 0,6 + 0,4 * \left(\frac{M_1}{M_2} \right) \geq 0,4$$

P_u = Fuerza axial mayorada

P_c = Carga crítica a pandeo, y se determina de la siguiente forma:

$$P_c = \frac{\pi^2 * EI}{(k * l_u)^2}$$

Para determinar EI, se puede emplear la siguiente ecuación simplificada que funciona mejor cuando se utilizan cuantías de acero pequeñas.

$$EI = \frac{0,4 * E_c * I_g}{1 + \beta_d}$$

Donde:

E_c = Módulo de elasticidad del concreto, $15\ 100 \sqrt{f'_c}$

I_g = Momento de inercia de la columna, según 10.11.1 del ACI, se debe asumir como: $0,70 * I_g$, en el caso de columnas

β_d = Según 10.11.1 del ACI, para pórticos arriostrados es la relación entre la máxima fuerza axial mayorada asociada con la misma combinación de carga

Se hace la observación que para el P_u que usa en las fórmulas anteriores, se debe tener el cuidado de usar la que proporcione la misma combinación de cargas que dio los momentos M_1 y M_2 en cada extremo de la columna. Para este caso fue la combinación U5 en el sentido Y, por lo que para P_u con la misma combinación será de 36 497,214 kilogramos.

$$E_c = 15\ 100 * \sqrt{280} = 252\ 671,328 \text{ kg/cm}^2$$
$$I_g = 0,70 * \left(\frac{1}{12} * 45 * 45^3 \right) = 239\ 203,125 \text{ cm}^4$$
$$\beta_d = \frac{P_u(\text{CM})}{P_u} \frac{1,2D}{1,2D + L + E} = \frac{1,2 * 29\ 365,52}{36\ 497,214} = 0,9655$$

$$EI = \frac{0,4 * 252\ 671,328 * 239\ 203,125}{1 + 0,9655} = 1,23 \times 10^{10}$$

$$P_c = \frac{\pi^2 * 1,23 \times 10^{10}}{(1 * 400)^2} = 758\ 727,987 \text{ kg}$$

$$C_m = 0,6 + 0,4 * \left(\frac{-8\ 412,402}{10\ 034,426} \right) = 0,2646 \leftrightarrow \text{usar } 0,4$$

$$\delta_{ns} = \frac{0,4}{1 - \frac{36\ 497,214}{0,75 * 758\ 727,987}} = 0,427 \not> 1 \leftrightarrow \text{usar } 1,0$$

En la sección 10.12.3.2 del ACI, limita el M_2 con un $M_{2\text{min}}$, con la siguiente expresión:

$M_{2,\min} = P_u * (1,5 + 0,003 * h)$, donde 1,5 y h están expresadas en [cm]

$$M_{2,\min} = 36\,497,214 * (1,5 + 0,003 * 400) = 98\,542,478 \text{ kg-cm}$$

$$M_{2,\min} = 985,425 \text{ kg-m}$$

Si $M_{2,\min}$ hubiera superado M_2 , se utiliza este último en la ecuación del momento magnificado y C_m se debe tomar como 1,0

$$M_c = \delta_{ns} * M_2 = 1,0 * 10\,034,426 = 10\,034,426 \text{ kg-m}$$

En conclusión no hubo la necesidad de calcular δ_{ns} , ya que como se demostró no magnifico el momento mayorado superior de un extremo de la columna por tener un valor menor a 1.

3.8.3.1. Diseño a flexión biaxial

Se presenta el procedimiento de diseño a flexión biaxial para columnas del complejo de educación primaria, basado en los criterios a flexión presentados en el código ACI 2005.

Datos de diseño

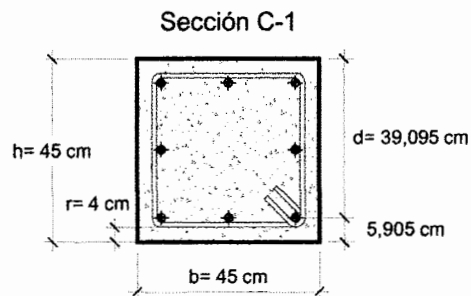
$$f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 4\,200 \text{ kg/cm}^2$$

$$\emptyset = 0,65$$

$$r = 4 \text{ cm (vigas/columnas)}$$

$$d = h - r - \emptyset \text{Est.} - (\emptyset \text{ var. Long}/2)$$



Donde:

r = Recubrimiento mínimo (según ACI 7.7.1)

d = Peralte efectivo de la columna

\emptyset Est = Diámetro del refuerzo transversal (estribos)

\emptyset var = Diámetro del refuerzo longitudinal

Determinación del peralte efectivo, considerando usar refuerzo transversal con varilla # 3 ($\emptyset = 0,95$ centímetros) y refuerzo longitudinal # 6 ($\emptyset = 1,91$ centímetros).

$$d = 45 - 4 - 0,95 - \frac{1,91}{2} = 39,095 \text{ cm}$$

Como ya se mencionó anteriormente, debido a que a mayores cargas de compresión en las columnas se reduce el trabajo a tensión del acero, lo que proporciona valores del esfuerzo de trabajo menores del esfuerzo de fluencia, dando como resultado un uso innecesario del acero, es preferible utilizar cuantías de acero pequeñas de alrededor del 1 al 1,5 por ciento en el diseño, ya que una columna trabaja principalmente a compresión.

El ACI 318S-05 en su sección 21.4.3.1, limita el refuerzo longitudinal de una columna en un rango del 1 al 6 por ciento, por cuestiones de seguridad, pero por criterio se tratará de no sobrepasar el 2 por ciento en el diseño.

Como el proceso de diseño de una columna es iterativo, se debe iniciar utilizando la cuantía mínima de acero, por chequeo de cortante en los nudos y el 6/5 viga-columna que garantiza tener una viga débil y columna fuerte, (cuyo proceso de cálculo se desarrollará detalladamente más adelante) se llegó a determinar que una cuantía del 1,329 por ciento con un armado de 4 # 7 + 4 # 6, sería el que satisface todos los criterios del diseño de la sección 21.4 y 21.5 del ACI 318S-05.

Con los datos de P_u , M_{ux} y M_{uy} obtenidos de la envolvente de momentos de la columna se procede a utilizar un método aproximado para poder chequear que la propuesta de la sección y el armado de la columna es el adecuado.

Este método implica el uso de la ecuación de interacción recíproca desarrollada por el profesor "Boris Bresler", que el ACI 318S-05 en su referencia R10.3.6 y R10.3.7, se considera conservador.

$$\frac{1}{\phi P_{ni}} = \frac{1}{\phi P_{nx}} + \frac{1}{\phi P_{ny}} - \frac{1}{\phi P_o}$$

Donde:

P_{ni} = Resistencia nominal a cargas axiales para una excentricidad dada a lo largo de ambos ejes

P_o = Resistencia nominal a cargas axiales para excentricidad cero

P_{nx} = Resistencia nominal a cargas axiales para excentricidad dada a lo largo del eje X

P_{ny} = Resistencia nominal a cargas axiales para una excentricidad dada a lo largo del eje Y

El ACI 318S-05 sección 10.3.6.2, indica que P_o se calcula con la siguiente fórmula:

$$\phi P_{n,m\acute{a}x} = \phi P_o = 0,80 * \phi * [0,85 * f_c * (A_g - A_{st}) + f_y * A_{st}]$$

Donde:

A_g = Área bruta de la sección de la columna

A_{st} = Área total del refuerzo longitudinal, para 4 # 7 + 4 # 6 = 26,92 cm²

Por lo tanto, se tiene que:

$$\phi P_o = 0,80 * 0,65 * [0,85 * 280 * (45^2 - 26,92) + 4 * 200 * 26,92]$$

$$\phi P_o = 306\ 073,60 \text{ kg}$$

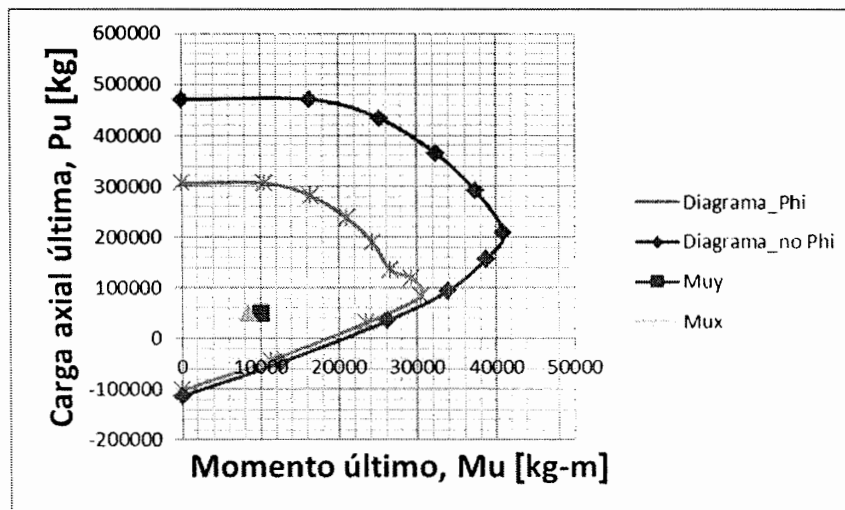
Con ayuda del programa para diseño estructural CSI ETABS V9.5®, se obtiene el diagrama de interacción específico para la sección y armado propuesto, y debido a que se tiene un armado simétrico en ambos ejes, el mismo diagrama servirá para analizar ambos ejes de la columna.

Tabla LXIII. **Carga axial y Momentos flectores de diseño**

Pu y Mu de columna crítica		
Pu	50 093,494	Kg
Muy	10 034,426	Kg-m
Mux	8 434,820	Kg-m

Fuente: elaboración propia.

Figura 59. Diagrama de interacción específico del armado de la columna propuesta



Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar del diagrama de interacción de la columna propuesta, tanto P_u , M_{uy} y M_{ux} , se encuentran dentro de la capacidad última de la columna. Con auxilio del diagrama se tiene que para un $M_{uy} = 10\,034,426$ kilogramos-metro le corresponde un $P_{uy} = 306\,250,00$ kilogramos. El mismo procedimiento se utiliza para $M_{ux} = 8\,434,820$ kilogramo-metro que le corresponde un $P_{ux} = 307\,500,00$ kilogramos. Con estos datos ya se puede emplear la ecuación de interacción recíproca obteniendo el siguiente resultado.

$$\frac{1}{\phi P_{ni}} = \frac{1}{307\,500,00} + \frac{1}{306\,250,00} - \frac{1}{306\,073,60} = 307\,678,05 \text{ kg}$$

$$\phi P_{ni} \gg \phi P_u \leftrightarrow 307\,678,05 \gg 50\,093,494$$

Como se demostró, el diseño propuesto tiene la capacidad de soportar la carga y los momentos últimos en ambas direcciones.

3.8.3.2. Diseño a corte

De manera similar, la fuerza cortante de diseño para las columnas debe calcularse utilizando el momento probable resistente de la base y del tope de la columna. Para poder calcular estos momentos se asume que ocurren bajo la carga axial máxima ($\phi P_{n,máx} = \phi 0,8 * P_n$), la cual corresponde a la excentricidad mínima accidental, relacionada por medio del diagrama de interacción al momento máximo probable. Y según ACI 318S-05, R 21.3.4.2, se calcula con la siguiente fórmula.

$$V_e = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{H_n}$$

Donde:

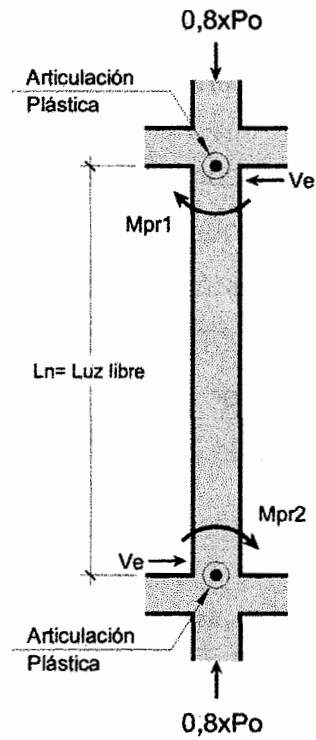
M_{pr1} y M_{pr2} = Momentos de resistencia probable en cada extremo de la columna

H_n = altura libre de la columna

Sin embargo el momento en el extremo M_{pr} para la columna no necesita ser mayor que los momentos generados por M_{pr} en las vigas que llegan al nudo viga-columna. Además V_e no puede ser menor que el requerido por el análisis de la columna.

Con ayuda del diagrama de interacción se determinó que para una $\phi P_{n,máx} = 306\,073,60$ kilogramos le corresponde un $M_{pr} = 28\,187,73$ kilogramos-metro.

Figura 60. Esquema de momentos máximos probables en columnas



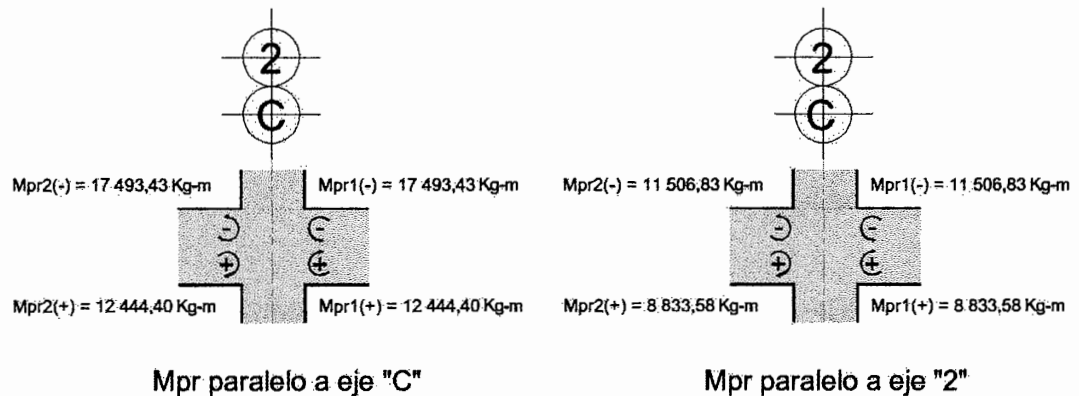
Fuente: elaboración propia.

Determinación de V_e , con M_{pr} de columnas.

$$V_e = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{H_n} = \frac{28\,187,73 + 28\,187,73}{4} = 14\,093,87 \text{ kg}$$

Pero no debe ser mayor que V_e , determinado con los M_{pr} de las vigas, por lo tanto se ha calculado los M_{pr} para las otras 3 vigas que llegan al nudo, y en la siguiente gráfica se ilustran los resultados obtenidos.

Figura 61. **Momentos máximos probables en nudo entre ejes "2 y C" de primer nivel**



Fuente: elaboración propia.

Determinación de V_e , con Mpr. de vigas, de la definición anterior se sabe que H_n se debe tomar como la luz libre de la columna, pero en este caso como no tenemos Mpr en la base de la columna por ser esta columna de primer nivel, tendremos que asumir que existe una reducción de altura H_n , considerando la mitad de la altura de la viga que se disponga en la base de la columna, por lo tanto $H_n = 4,50 - 0,50 - 0,25 = 3,75$ metros.

Análisis sobre el eje "C"

$$V_e = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{H_n} = \frac{17\,493,43 + 12\,444,40}{3,75} = 7\,983,42 \text{ kg}$$

Análisis sobre el eje "2":

$$V_e = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{H_n} = \frac{11\,506,83 + 8\,833,58}{3,75} = 5\,424,11 \text{ kg}$$

Por lo tanto no se necesita tomar el cortante de diseño tan grande como lo indican las columnas, si no que se usó el cortante de diseño de las vigas, y para este diseño de la columna que es simétrico, por lo que el V_e más crítico de los dos ejes analizados fue $V_e = 7\,983,42$ kilogramos.

El código ACI 318S-05, sección 21.4.5.2, especifica que el refuerzo transversal dentro de la longitud de confinamiento que se definirá posteriormente, debe diseñarse para resistir el cortante suponiendo $V_c = 0$ cuando se cumpla simultáneamente los siguiente:

- La fuerza cortante de diseño V_e , representa la mitad o más de la resistencia máxima a cortante requerida dentro de L_o . 50 por ciento de $V_e \geq V_u$.
- La fuerza axial de compresión mayorada P_u , incluyendo los efectos sísmicos es menor que $(A_g * f_c)/20$.

Del diagrama de corte obtenido del análisis estructural se tiene la resistencia máxima a cortante que es de: $V_u = 4\,059,06$ kilogramos, la fuerza axial de compresión mayorada conforme a la combinación que gobernó para el diseño a corte es de $P_u = 19\,630,83$ kilogramos.

$$50\% V_e \geq V_u \leftrightarrow 0,5 * 7\,983,42 = 3\,991,71 \geq 4\,059,06 \text{ kg} \leftrightarrow \text{si cumple}$$

$$P_u < \frac{A_g * f_c}{20} \leftrightarrow 19\,630,83 < \frac{45^2 * 280}{20} = 28\,350,00 \text{ kg} \leftrightarrow \text{si cumple}$$

Por lo que se puede despreciar la contribución del concreto, $V_c = 0$

Como referencia, para calcular el V_c para una columna, el código ACI 318S-05, sección 11.3.1.2, proporciona la siguiente fórmula:

$$V_c = 0,53 * \left(1 + \frac{N_u}{140 * A_g} \right) * \sqrt{f_c} * b_w * d$$

Donde:

N_u = Carga axial mayorada normal a la sección transversal

A_g = Área bruta de la sección

b_w = Ancho de la columna

d = Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal

El código ACI 318S-05, sección 21.4.4.1 b), requiere que se debe colocar un área mínima de refuerzo de estribo para confinamiento, de acuerdo a las siguientes fórmulas:

$$A_{sh1} = 0,3 * \frac{S * b_c * f_c}{f_{yt}} * \left[\left(\frac{A_g}{A_{ch}} \right) - 1 \right]$$

$$A_{sh2} = 0,09 * \frac{S * b_c * f_c}{f_{yt}}$$

Donde:

S = Espaciamiento de los estribos a ejes

b_c = Dimensión transversal del núcleo de la columna medida centro a centro del estribo

A_g = Área bruta de la sección

A_{ch} = Área de la sección transversal del elemento, medida entre los bordes exteriores del refuerzo transversal

Tomando el refuerzo transversal con 3 ramas # 3, que forman un área de 2,14 centímetros cuadrados debido a que se debe agregar un gancho suplementario ya que la máxima separación entre ramas de estribo cerrado de confinamiento no debe exceder de 35 centímetros. [Ref. ACI 318: 21.4.4.3]

$$A_{sh1} = 0,3 * \frac{S * 36,05 * 280}{4 * 200} * \left[\left(\frac{45^2}{37^2} \right) - 1 \right] = 0,345 * S \leftrightarrow S = \frac{2,14}{0,34} = 6,19 \text{ cm}$$

$$A_{sh2} = 0,09 * \frac{S * 36,05 * 280}{4 * 200} = 0,2163 * S \leftrightarrow S = \frac{2,14}{0,22} = 9,88 \text{ cm}$$

Por lo que tomando el menor se tiene que: $S_{\text{mín}} = 5 \text{ cm}$

El código ACI 318S-05, sección 21.4.4.2, requiere que la separación del refuerzo transversal para confinamiento no debe exceder la menor de: a) la cuarta parte de la dimensión mínima del elemento. b) seis veces el diámetro del refuerzo longitudinal, y c) una separación S_o dada por la siguiente fórmula, donde h_x es el espaciamiento máximo, medido centro a centro de las ramas o ganchos suplementarios la cual no puede ser mayor a 35 centímetros (21.4.4.3), además S_o se limita a $10 \leq S_o \leq 15$ centímetros.

$$S_a = \frac{45}{4} = 11,25 \text{ cm}$$

$$S_b = 6 * 1,905 \text{ (para #6)} = 11,43 \text{ cm}$$

$$S_o = 10 + \left(\frac{35 - h_x}{3} \right) = 10 + \left(\frac{35 - 19,45}{3} \right) = 15,18 \text{ cm}$$

Por lo que tomando el menor se tiene que: $S_{o_{\text{máx}}} = 10 \text{ cm}$

El código ACI 318S-05, sección 21.4.4.4, especifica que el espaciamiento máximo S_o calculado anteriormente se debe suministrar en una longitud L_o medida desde cada cara del nudo y a ambos lados donde pueda ocurrir fluencia por flexión. Y no debe ser menor que la mayor de: a) la altura del elemento en la cara del nudo, b) un sexto de la luz libre del elemento y c) 45 centímetros.

$$\text{a) } 45 \text{ cm} \leftrightarrow \text{b) } \frac{400}{6} = 66,67 \text{ cm} \approx 70 \text{ cm} \leftrightarrow \text{c) } 45 \text{ cm}$$

Por lo tanto será de: $L_o = 70 \text{ cm}$

El código ACI 318S-05, sección 21.4.4.6, especifica que cuando no se requiera refuerzo transversal de confinamiento, el resto de la longitud de la columna debe tener refuerzo de estribo cerrado, que no exceda al menor de 6 veces el diámetro de las barras longitudinales o 15 centímetros.

Determinación del espaciamiento del refuerzo a corte dentro de la longitud de confinamiento:

$$\frac{A_v}{S} = \frac{V_s}{\phi * f_y * d}; \text{ donde } V_s = V_e - \phi V_c$$

Para un $V_e = 7\,983,42 \text{ Kg}$ y proponiendo 3 ramas de estribo # 3, ($A_v = 3 \times 0,71 = 2,13 \text{ centímetros cuadrados}$) se tiene que:

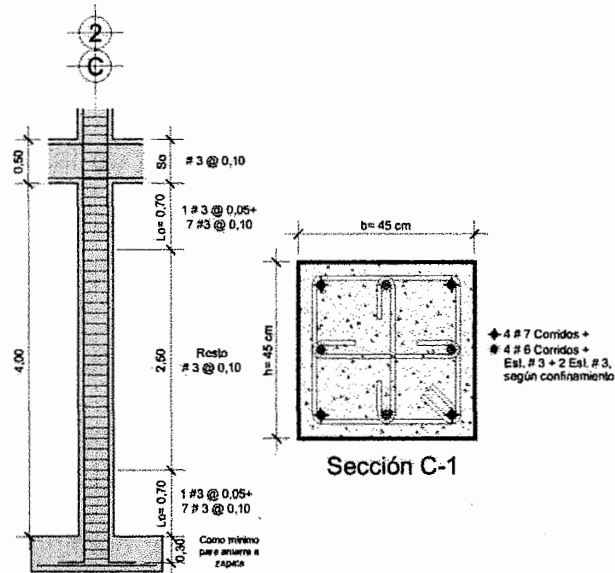
$$\frac{A_v}{S_o} = \frac{7\,983,42 - 0}{0,75 * 4\,200 * 39,10} = 0,06 \frac{\text{cm}^2}{\text{cm}}$$

$$S_o = \frac{2,13}{0,06} = 35,50 \text{ cm} \leftrightarrow \text{usar } S_o \text{ máx.} = 10 \text{ cm}$$

Debido a que el cortante es el mismo a lo largo de toda la columna, se debe colocar el espaciamiento máximo fuera de L_o , para el resto de la columna. Además se debe recordar que el nudo no está debidamente confinado por los elementos que le llegan al nudo, así que se debe proporcionar estribo de confinamiento también dentro del nudo, y como se analizó una columna de primer nivel que inicia en una zapata, según ACI 318S-05, sección 21.4.4.5, el refuerzo transversal debe extenderse por lo menos 30 centímetros dentro de la zapata.

En la siguiente grafica se detallará el armado que se diseñó para la columna en estudio.

Figura 62. **Detalle de armado de columna de primer nivel, entre ejes "2 y C"**



Fuente: elaboración propia.

3.8.4. Control del mecanismo de falla "viga débil-columna fuerte"

Este tipo de mecanismo lo especifica el ACI 318S-05, sección 21.4.2, controlando la resistencia mínima a flexión de las columnas, para que en ningún momento por consecuencia de las cargas sísmicas se pueda formar rotulas plásticas en ambos extremos de las columnas de un nivel determinado y produzca un mecanismo de deslizamiento el cual causará el colapso del piso o pisos que están soportados por la columna.

En el código ACI 318S-05, sección 21.4.2, especifica que las resistencias a flexión de las columnas deben satisfacer la siguiente ecuación:

$$\sum M_{nc} \geq \frac{6}{5} * \sum M_{nb}$$

Donde:

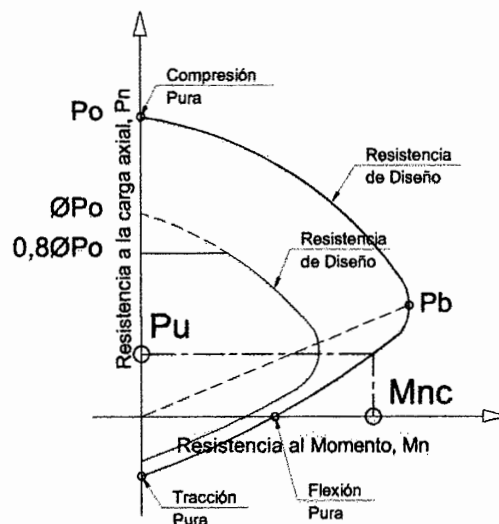
$\sum M_{nc}$ = Suma de los momentos nominales de flexión de las columnas que llegan al nudo, evaluadas en las caras del nudo

$\sum M_{nb}$ = Suma de los momentos nominales a flexión de las vigas que llegan al nudo, evaluadas en la cara del nudo

Momentos nominales a flexión de las columnas

Para determinar de los momentos nominales a flexión de las columnas, se utiliza la fuerza axial última P_u , proveniente de las cargas gravitacionales y sísmicas, que conduzca a la menor resistencia nominal a flexión en las columnas.

Figura 63. Diagrama de interacción, P_u vs. M_{nc}



Fuente: elaboración propia.

Para la combinación crítica que gobernó en el chequeo del mecanismo de falla: $U_{13} = 0,9D + SM_y$ se debe encontrar la fuerza axial última en la parte superior de la columna del primer nivel y en la base de la columna del segundo nivel.

$$P_u(\text{Col } N_2.) = 0,9 * (-12\ 400,69) + 2\ 037,68 = -9\ 122,93 \text{ kg}$$

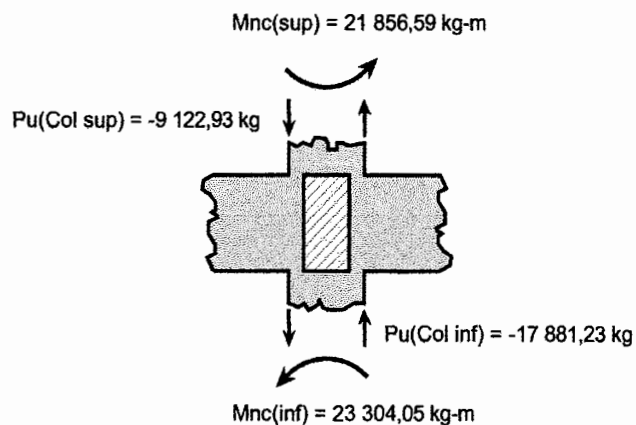
$$P_u(\text{Col } N_1.) = 0,9 * (-27\ 421,52) + 6\ 798,14 = -17\ 881,23 \text{ kg}$$

Con ayuda del diagrama de interacción se puede obtener los M_{nc} que corresponden al P_u que se determinaron anteriormente. Se debe tomar en cuenta que como el armado de la columna es simétrico, no hay necesidad de calcular los M_{nc} en cada sentido, debido a que el diagrama de interacción es el mismo en todas las caras de la columna.

$$P_u(\text{Col sup}) = -9\ 122,93 \text{ kg} \leftrightarrow M_{nc}(\text{Col sup}) = 21\ 856,59 \text{ kg-m}$$

$$P_u(\text{Col inf}) = -17\ 881,23 \text{ kg} \leftrightarrow M_{nc}(\text{Col inf}) = 23\ 304,05 \text{ kg-m}$$

Figura 64. **Momentos nominales de flexión de las columnas que llegan al nudo**



Fuente: elaboración propia.

$$\sum M_{nc} = 21\,856,59 + 23\,304,05 = 45\,160,65 \text{ kg-m}$$

Momentos nominales a flexión de las vigas

Para los momentos nominales a flexión de las vigas se utiliza la misma fórmula que se utilizó para los M_{pr} , solo que en lugar de usar f_s se debe usar f_y .

$$M_{nb} = \phi * A_s * f_y * \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

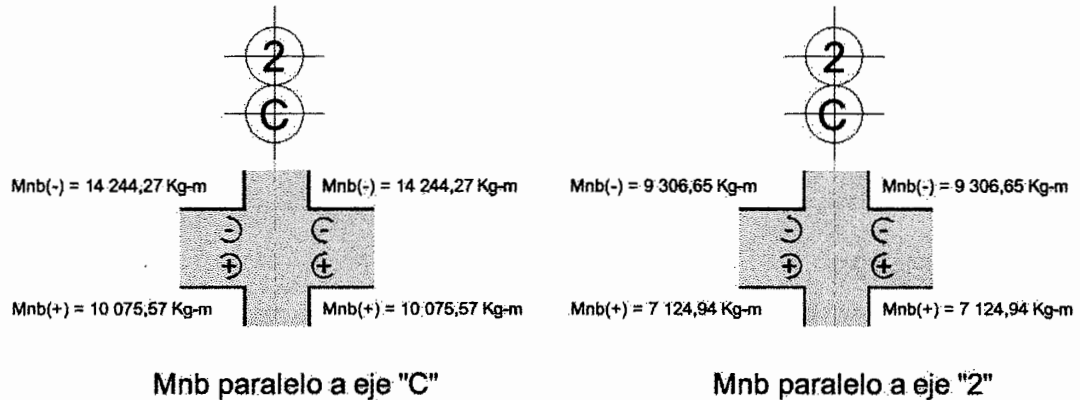
En la viga que se calculó en la sección 3.8.3, para el extremo que llega al nudo se tenía un $A_s(-) = 8,23$ centímetros cuadrados y un $A_s(+) = 5,70$ centímetros cuadrados por lo tanto los M_{nb} correspondientes a esa viga son:

$$M_{nb-} = 8,23 * 4\,200 * \left(44,10 - \frac{1}{2} * \frac{8,23 * 4\,200}{0,85 * 280 * 25} \right) * 100^{-1} = 14\,244,27 \text{ kg-m}$$

$$M_{nb+} = 5,70 * 4\,200 * \left(44,10 - \frac{1}{2} * \frac{5,70 * 4\,200}{0,85 * 280 * 25} \right) * 100^{-1} = 10\,075,57 \text{ kg-m}$$

Siguiendo el mismo procedimiento para las otras tres vigas que llegan al nudo, se obtuvo los siguientes resultados que se ilustran en la siguiente gráfica.

Figura 65. **Momentos resistentes nominales que llegan al nudo entre ejes "2 y C" de primer nivel**



Fuente: elaboración propia.

Sumatoria de M_{nb} para el Eje "C", haciendo la observación que tanto a favor como en contra de las agujas del reloj se tiene el mismo M_{nb} .

$$\sum M_{nb} = 14\ 244,27 + 10\ 075,57 = 24\ 319,84\ \text{kg-m}$$

Sumatoria de M_{nb} para el Eje "2", de igual forma tanto a favor como en contra de las agujas del reloj se tiene el mismo M_{nb} .

$$\sum M_{nb} = 9\ 306,65 + 7\ 124,94 = 16\ 431,59\ \text{kg-m}$$

Realizando el control del mecanismo de falla "viga débil-columna fuerte", se tiene el siguiente resultado:

Para el Eje "C":

$$\sum M_{nc} \geq \frac{6}{5} * \sum M_{nb} \leftrightarrow 45\ 160,65 \geq \frac{6}{5} * 24\ 319,84$$

$$45\ 160,65 \geq 29\ 183,81 \leftrightarrow \frac{29\ 183,81}{45\ 160,65} = 0,65 < 1, \text{ si chequea}$$

Para el Eje "2":

$$\sum M_{nc} \geq \frac{6}{5} * \sum M_{nb} \leftrightarrow 45\ 160,65 \geq \frac{6}{5} * 16\ 431,59$$

$$45\ 160,65 \geq 19\ 717,91 \leftrightarrow \frac{19\ 717,91}{45\ 160,65} = 0,44 < 1, \text{ si chequea}$$

3.8.5. Revisión de resistencia al cortante en el nudo

El código ACI 318S-05, sección 21.5, proporciona los requisitos que controlan para el diseño de nudos en pórticos especiales resistentes a momentos.

Revisando, según sección 21.5.1.4, en vigas donde el refuerzo longitudinal atraviese una unión viga-columna, la dimensión de la columna paralela al refuerzo de la viga no debe ser menor que 20 veces el diámetro de la barra longitudinal de mayor diámetro, recordando que se utilizó refuerzo longitudinal # 6, se tiene que:

$$\frac{h_{col.}}{d_{b,long} \text{ (viga)}} \geq 20 \leftrightarrow \frac{45,00}{1,91} = 23,56 \geq 20 \leftrightarrow \text{si chequea}$$

Resistencia máxima que puede soportar el nudo

La sección 21.5.3.1, indica que se puede calcular con la siguiente fórmula, recordando que por las dimensiones adoptadas de las vigas y columnas, los elementos laterales que llegan al nudo no le proporcionan un confinamiento supuesto.

$$\phi V_c = 3,2 * \sqrt{f_c} * A_j \leftrightarrow \text{para nudos no confinados}$$

$$\phi V_c \geq V_{j,\max} \leftrightarrow \phi = 0,85$$

Donde:

ϕV_c = Resistencia al cortante máxima que puede soportar el nudo

$V_{j,\max}$ = Cortante resultante en el nudo, debido a la sumatoria del cortante de las vigas que llegan al nudo y la columna

A_j = Área efectiva de la sección transversal dentro del nudo calculado como el producto de la profundidad del nudo por su ancho efectivo

La profundidad del nudo es la altura total de la sección de la columna. El ancho efectivo del nudo debe ser el ancho total de la columna, excepto cuando la viga llega a una columna más ancha, el ancho efectivo del nudo no debe exceder el menor de a) el ancho de la viga más la altura del nudo, b) dos veces la distancia perpendicular más pequeña del eje longitudinal de la viga al lado de la columna.

$$h_j = h_{\text{col}} = 45 \text{ cm}$$

$$b_j = \begin{cases} (a) \\ (b) \end{cases} \quad \begin{aligned} b + h &= 25 + 45 = 70 \text{ cm} \\ b + 2x &= 25 + (2 * 10) = 45 \text{ cm} \end{aligned} \quad \leftrightarrow \quad b_j = 45 \text{ cm}$$

Determinación de la resistencia máxima que puede soportar el nudo:

$$\phi V_c = 0,85 * 3,2 * \sqrt{280} * 45^2 = 92\ 166,47 \text{ kg}$$

Cortante máximo resultante en el nudo

$$V_{j,\max} = \text{mayor valor entre } V_{j1} \text{ y } V_{j2}$$

$$V_{j1} = C_2 + T_1 - V_{\text{col, sup}} = 1,25 * (A_{s1} + A_{s2}) * f_y - V_{\text{col, sup}}$$

$$V_{j2} = C_1 + T_2 - V_{\text{col, inf}} = 1,25 * (A_{s1} + A_{s2}) * f_y - V_{\text{col, inf}}$$

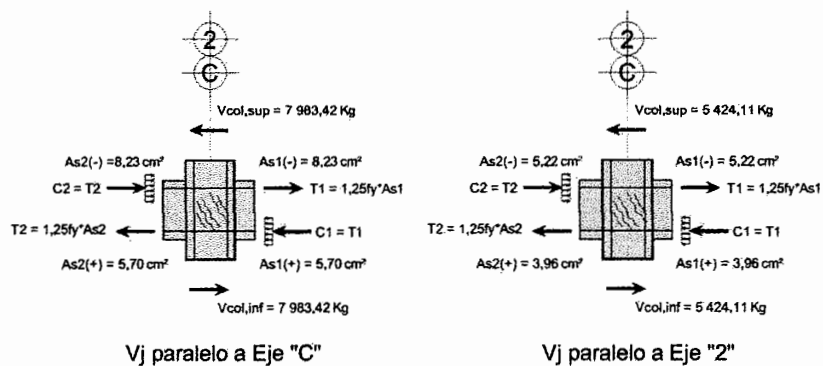
Donde:

$V_{\text{col,sup}}$ y $V_{\text{col,inf}}$ = Es el cortante de diseño V_e , determinado para el diseño del refuerzo transversal de la columna

C_1, C_2, C_3 y C_4 = Se calculan de acuerdo al refuerzo propuesto en las vigas

En la siguiente gráfica se representan todas las fuerzas cortantes que interactúan entre sí en el nudo analizado.

Figura 66. **Esquema de fuerzas resultantes en el nudo**



Fuente: elaboración propia.

Para el Eje "C", haciendo la observación que tanto a favor como en contra de las agujas del reloj se tiene el mismo cortante, $V_{j1} = V_{j2}$.

$$V_{j,m\acute{a}x} = 1,25 * (8,23 + 5,70) * 4\ 200 - 7\ 983,42 = 65\ 173,41\ \text{kg}$$

Para el Eje "2", de igual forma tanto a favor como en contra de las agujas del reloj se tiene el mismo cortante, $V_{j1} = V_{j2}$.

$$V_{j,m\acute{a}x} = 1,25 * (5,22 + 3,96) * 4\ 200 - 5\ 424,11 = 42\ 792,416\ \text{kg}$$

Comparando la resistencia máxima que puede soportar el nudo con el mayor cortante resultante en el nudo de ambos ejes, se tiene que:

$$\phi V_c \geq V_{j,m\acute{a}x} = 92\ 166,47\ \text{kg} > 65\ 173,41\ \text{kg} \leftrightarrow \text{si cumple}$$

3.8.6. Diseño de cimentación, zapata aislada

La cimentación es la parte de la estructura que transmite las cargas al suelo y este a su vez sufre compresión en forma considerable. Los dos requisitos esenciales en el diseño de cimentaciones son: que el asentamiento total de la estructura este limitado a una cantidad tolerablemente pequeña y que el asentamiento diferencial de las distintas partes de la estructura se elimine en lo posible, siendo este último el más crítico. Para limitar los asentamientos es necesario transmitir la carga de la estructura hasta un estrato de suelo que tenga la resistencia suficiente y distribuir la carga sobre un área suficientemente grande de este estrato para minimizar las presiones de contacto.

Para este caso en específico, por la capacidad soporte del suelo obtenida de los ensayos de laboratorio, se propone utilizar una cimentación superficial que no es más que la utilización de zapatas. Si no se hubiera encontrado un suelo adecuado justo debajo de la estructura hubiera sido necesario recurrir a cimentaciones profundas como pilotes, para transmitir la carga hasta estrados de suelo más profundos y de mayor firmeza.

3.8.6.1. Análisis de cargas, presión de contacto y dimensión de la zapata

Las presiones de contacto admisibles con las cargas de servicio se basan por lo general en un factor de seguridad entre 3,0 y 5,0 contra la excedencia de la capacidad portante última del suelo particular y para mantener los asentamientos dentro de unos límites tolerables. Por medio de la siguiente expresión se calcula la presión de contacto admisible del suelo.

$$q_a = \frac{q_u}{FS}$$

Donde:

q_u = Capacidad de carga ultima del suelo particular

FS = Factor de seguridad, se tomó el más conservador de 5,0

$$q_a = \frac{166,81}{5} = 33,36 \text{ ton/m}^2$$

El resultado obtenido para la presión de contacto admisible está bastante bueno para soportar un edificio de más de cuatro niveles.

Sin embargo, para ser más conservador aún, y tomando en cuenta que únicamente se pudo realizar una prueba de compresión triaxial en el centro del área donde se ubicará el complejo de edificios, debiendo realizar como mínimo 5 pruebas dentro del área de ubicación de cada edificio, se toma la decisión de usar para el diseño una presión admisible teórica mínima para suelos limo arenoso de 22 ton/m² que está dentro del rango estipulado para suelos limosos densos y de densidad mediana. Esto se estipula en la siguiente tabla, que muestra valores teóricos promedio de capacidad de carga para diferentes tipos de suelo.

Tabla LXIV. **Capacidad de carga permisible, según tipo de suelo**

Material del suelo	ton/m ²	Observaciones
Roca sana	645	
Roca regular	430	
Roca intermedia	215	
Roca agrietada o porosa	22-86	
suelos graviliosos	90	Compactados. buena granulometria
Suelos arenosos	32-64	Densos
Arena fina	22-43	Densa
Suelos arcillosos	53	Duros
Suelos arcillosos	22	Solidez mediana
Suelos limosos	32	Densos
Suelos limosos	16	Densidad mediana

Fuente: Crespo Villalaz, Carlos. Mecánica de suelos y cimentaciones. p. 193

Las dimensiones de la zapata se determinan a partir de las cargas de servicio y presión del suelo sin coeficientes, esto se debe a que para el diseño de zapatas, la seguridad la proporcionan los factores globales de seguridad FS., en contraste con los coeficientes independientes de carga y de reducción de resistencia que se utilizan para dimensionar los demás elementos estructurales.

Esto lo menciona el ACI 318S-05, sección 15.2.2, donde especifica que el área base de la zapata debe determinarse a partir de las fuerzas y momentos no mayorados transmitidos al suelo a través de la zapata. Por lo tanto el área requerida se determina con la siguiente expresión:

$$A_{req} = \frac{P_d}{q_a}$$

Donde:

P_d = Carga axial de diseño, y es la sumatoria de las cargas: P_n , P_s y P_z .

P_n = Carga axial de servicio

P_s = Carga provocada por el relleno de suelo sobre la zapata

P_z = Carga provocada por el peso propio de la zapata

Del análisis estructural se obtuvo los siguientes datos que se presentan en la siguiente tabla.

Tabla LXV. **Carga axial y momentos últimos en columna**

Pu y Mu para zapata		
$P_{muerta} =$	29 365,52	kg
$P_{viva} =$	8 056,73	kg
$P_u =$	50 093,49	kg
$M_{ux} =$	8 812,23	kg-m
$M_{uy} =$	10 034,43	kg-m

Fuente: elaboración propia.

Para determinar las cargas de servicio, se debe calcular el factor de carga última con la siguiente expresión.

$$F_{cu} = \frac{P_u}{P_{muerta} + P_{viva}} = \frac{50\,093,49}{29\,365,52 + 8\,056,73} = 1,34$$

Que proporciona una carga axial y momentos de servicio de:

$$P_n = \frac{50\,093,49}{1,34} = 37\,422,25 \text{ kg}$$

$$M_{ny} = \frac{8\,812,23}{1,34} = 6\,583,16 \text{ kg-m}$$

$$M_{nx} = \frac{10\,034,43}{1,34} = 7\,496,20 \text{ kg-m}$$

Recordando que se debe extender el refuerzo transversal de la columna dentro de la zapata por lo menos 30 centímetros y que el recubrimiento mínimo para zapatas según ACI 381S-05, sección 7.7.1 (a), es de 7,5 centímetros, se podría concluir que se puede predimensionar un espesor mínimo de zapata de 40 centímetros. Pero se debe tomar muy en cuenta que se necesita chequear si este espesor es el adecuado para cumplir con el desarrollo que necesitan las barras corrugadas a compresión en las columnas. El ACI 318S-05 en su sección 12.3.2 indica que la longitud de desarrollo para barras corrugadas a compresión L_{dc} , debe tomarse como el mayor entre las siguientes fórmulas, pero no debe ser menor que 20 centímetros.

$$L_{dc} = \frac{0,075 * f_y}{\sqrt{f_c}} * d_b; L_{dc} = 0,0043 * f_y * d_b$$

Donde:

d_b = Diámetro nominal de una barra en cm se debe tomar el mayor diámetro que se utilizó en la columna, el cual es # 7 con un $d_b = 2,22$ centímetros

$$L_{dc} = \frac{0,075 * 4\ 200}{\sqrt{280}} * 2,22 = 41,84 \text{ cm}$$

$$L_{dc} = 0,0043 * 4\ 200 * 2,22 = 40,14 \text{ cm}$$

Por lo tanto se tomará $L_{dc} = 41,85$ centímetros con el cual ya se puede determinar el peralte de la zapata. Se supone que se usará para el refuerzo de la zapata, varillas # 6 con un diámetro de 1,90 centímetros.

$$t_z = L_{dc} + r + (\emptyset \text{ var. de refuerzo}/2)$$

$$t_z = 41,85 + 7,5 + \frac{1,90}{2} = 50,30 \text{ cm}$$

Donde:

L_{dc} = Longitud de desarrollo de varillas corrugadas

r = Recubrimiento

t_z = Peralte de zapata

Se decide utilizar un peralte de 50 cm para el diseño de la zapata. Recordando que para el cálculo del valor soporte del suelo se propuso una cota de desplante de 1,50 metros y una sección de zapata 2,00 x 2,00 metros se procede a chequear las dimensiones propuestas.

Para determinar las demás cargas P_s y P_z se emplea las siguientes fórmulas:

$$P_s = \gamma_s * [A * B * (D_f - t)] = 1\ 170 * [2,00 * 2,00 * (1,5 - 0,50)] = 4\ 680,00 \text{ kg}$$

$$P_z = \gamma_{\text{concreto}} * [A * B * t] = 2\ 400 * [2,00 * 2,00 * 0,50] = 4\ 800,00 \text{ kg}$$

$$P_d = P_n + P_s + P_z = 37\ 422,25 + 4\ 680,00 + 4\ 800,00 = 46\ 902,25 \text{ kg}$$

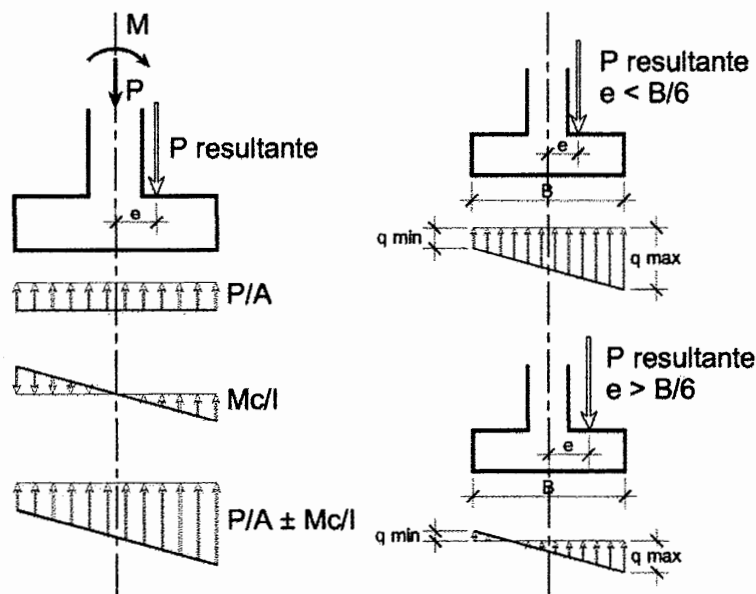
Con la carga axial de diseño ya se puede determinar el área de la zapata:

$$A_{\text{req}} = \frac{P_d}{q_a} = \frac{46\,902,25}{22\,000} = 2,13 \text{ m}^2$$

$$A = B = \sqrt{A_{\text{req}}} = \sqrt{2,13} = 1,46 \approx 1,50 \text{ m}$$

Debido a que una zapata se carga excéntricamente si la columna soportada no es concéntrica con el área de la zapata o si la columna transmite, en su unión con la zapata, no solo una carga vertical sino también un momento flector. Se debe descomponer los efectos que producen las cargas y los momentos para sumarlos y obtener la presión de diseño resultante, siempre y cuando la excentricidad resultante no exceda $1/6$ del ancho de la zapata, de lo contrario se obtendrán efectos de tensión en la base de la zapata no deseados.

Figura 67. **Distribución de presión en zapatas cargadas excéntricamente**



Fuente: elaboración propia.

Para poder determinar la presión de diseño resultante que incluye la carga y momentos flectores se utiliza la siguiente fórmula.

$$q_{\max,\min} = \frac{P_d}{A*B} \pm \frac{6*M_x}{A^2*B} \pm \frac{6*M_y}{A*B^2} \leftrightarrow \begin{matrix} q_{\max} < q_a = 22\,000 \text{ kg/m}^2 \\ q_{\min} > 0 \end{matrix}$$

Donde:

P_d = Carga axial de diseño

M_x = Momento de servicio en dirección X

M_y = Momento de servicio en dirección Y

A = Longitud de la zapata en dirección X

B = Longitud de la zapata en dirección Y

Sabiendo que la excentricidad es igual a $e = M/P$, se puede verificar si las dimensiones de la zapata son las correctas.

$$e = \frac{\sum M_n}{P_d} = \frac{6\,583,16 + 7\,496,20}{46\,902,25} = 0,30$$

$$\frac{B}{6} = \frac{1,50}{6} = 0,25$$

Como $e > B/6$, se necesita aumentar las dimensiones de la zapata para no tener efectos de tensión no deseados en la zapata, despejando la fórmula anterior se tiene que la nueva dimensión de la zapata podría ser:

$$0,30 \geq \frac{B}{6} \leftrightarrow B = 0,30 * 6 = 1,80 \text{ m}$$

Tomando en cuenta que se debe estar dentro del rango: $q_{\min} < q_d < q_{\max}$. Con una dimensión de 1,80 metros cumplimos con el mínimo, pero el máximo debe encontrarse por debajo de la capacidad soporte o presión admisible del suelo, y se concluyó que una dimensión de 2,05 metros era la más apropiada. Dejamos que el lector calcule nuevamente P_d para que corrobore que el nuevo valor de $P_d = 47\,382,17$ kilogramos.

A continuación se determina la presión de diseño, para confirmar que la nueva dimensión es la que cumplió con el rango estipulado:

$$q_{\max,\min} = \frac{47\,382,17}{2,05^2} \pm \frac{6 * 7\,496,20}{2,05^3} \pm \frac{6 * 6\,583,16}{2,05^3}$$

$$q_{\max} = 21\,080,32 \text{ Kg/m}^2 \leftrightarrow q_{\max} < q_a \leftrightarrow \text{si cumple}$$

$$q_{\min} = 1\,469,19 \text{ Kg/m}^2 \leftrightarrow q_{\min} > 0,00 \leftrightarrow \text{si cumple}$$

Tomando en cuenta que la presión por debajo de la zapata no es la misma en dos puntos diferentes, se diseñará la zapata con la presión de diseño más crítica que es la q_{\max} . Para obtener la presión de diseño última con la que se diseñó el refuerzo de la zapata se multiplicó el q_{\max} por el factor de carga última, para tener nuevamente una carga mayorada.

$$q_{du} = F_{cu} * q_{\max} = 1,34 * 21\,080,32 = 28\,218,16 \text{ kg/m}^2$$

Teniendo las dimensiones en planta de la zapata y la presión de diseño última, solo faltaría revisar si el espesor propuesto para la zapata es el adecuado. En zapatas individuales, el peralte efectivo "d" se regula principalmente por cortante.

Puesto que para las zapatas resulta anti económico utilizar refuerzo a corte, únicamente se analiza el diseño de zapatas donde todo el cortante lo toma el concreto. Para ello hay dos tipos de resistencia a cortante que se deber revisar en zapatas: el cortante en dos direcciones o por punzonamiento y el cortante en una dirección o por flexión. A continuación se detalla el procedimiento de cálculo.

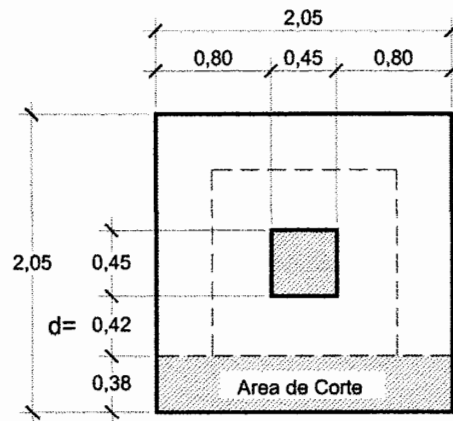
3.8.6.2. Chequeo por flexión

Este esfuerzo es debido a que la presión del suelo tiende a pandear los voladizos de la losa invertida que conforma la zapata. Se ha determinado que el ángulo de falla es aproximadamente 45 grados con la horizontal, por lo que la sección crítica estará localizada a una distancia igual al peralte efectivo de la zapata, a partir del rostro de la columna, tal y como se ilustra en la siguiente figura.

Determinando el peralte efectivo real de la zapata:

$$d_z = 50 - 7,5 - \frac{1,09}{2} = 41,55 \text{ cm}$$

Figura 68. Zapata sometida a cortante por flexión



Fuente: elaboración propia.

Corte actuante por flexión

$$V_{act} = q_{du} * A_c = 28\,218,160 * 2,05 * 0,38 = 22\,243,71 \text{ kg}$$

Corte resistente del concreto

$$\phi V_C = \phi * 0,53 * \sqrt{f'_c} * b * d$$

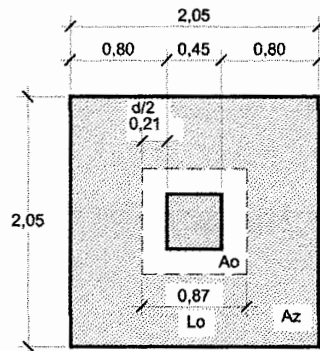
$$\phi V_C = 0,75 * 0,53 * \sqrt{280} * 205 * 41,55 = 56\,651,95 \text{ kg}$$

$$V_{act} < \phi V_C \leftrightarrow \text{si se cumple con el chequeo por flexión.}$$

3.8.6.3. Chequeo por punzonamiento

Este esfuerzo es debido a la presión del suelo que provoca una fuerza contraria a la que la columna quiere transmitirle, con la cual la columna trata de incrustarse en la zapata. Se ha determinado que el ángulo de falla es aproximadamente igual a 60 grados con la horizontal, es decir, que la sección crítica está localizada a partir del rostro de la columna hasta una distancia igual a la mitad del peralte efectivo de la zapata, tal y como se ilustra en la siguiente figura.

Figura 69. Zapata sometida a corte por punzonamiento



Fuente: elaboración propia.

Corte actuante por punzonamiento

$$V_{act} = q_{du} * A_c = q_{du} * (A_z - A_o)$$

Donde:

Az = Área de la zapata

Ao = Área del punzonamiento. $Ao = Lo^2$

Lo = Lado del punzonamiento. $Lo = B_{col} + d$

$$L_o = B_{col} + d = 0,45 + 0,41 = 0,87 \text{ m}$$

$$A_o = L_o^2 = 0,87^2 = 0,75 \text{ m}^2$$

$$V_{act} = 28\,218,160 * (2,05^2 - 0,75) = 97\,450,09 \text{ kg}$$

Corte resistente del concreto

Según ACI 318S-05, sección 11.12.2.1 (c), el cortante resistente para zapatas con comportamiento en dos direcciones se calcula con la siguiente fórmula:

$$\phi V_C = \phi * 1,1 * \sqrt{f'_c} * b_o * d$$

Donde:

b_o = Perímetro de la sección crítica para cortante por punzonamiento y se determina mediante la siguiente fórmula.

$$B_o = 4 * L_o$$

$$B_o = 4 * 0,8655 = 3,462 \text{ m} = 346,2 \text{ cm}$$

Por consiguiente el corte resistente del concreto está determinado por:

$$\phi V_C = 0,75 * 1,1 * \sqrt{280} * 346,2 * 41,55 = 198\,506,281 \text{ kg}$$

$$V_{act} < \phi V_C \leftrightarrow \text{si se cumple con el chequeo por punzonamiento}$$

3.8.6.4. Diseño a flexión de la zapata

Este esfuerzo es producido por el momento flexionante, que actúa sobre la zapata, según ACI 318S-05, sección 15.4.1, debe determinarse pasando un plano vertical a través de la zapata, y calculando el momento de las fuerzas que actúan sobre el área total de la zapata que quede a un lado de dicho plano vertical. Y en sección 15.4.3, indica que en zapatas cuadradas, el refuerzo debe distribuirse uniformemente a lo largo del ancho total de la zapata.

Datos de diseño

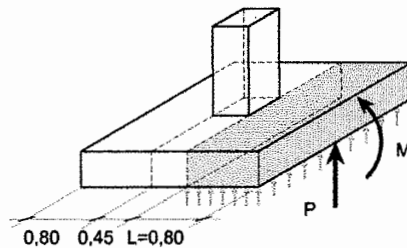
$$f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 4\,200 \text{ kg/cm}^2$$

$$\phi = 0,90$$

$$r = 7,5 \text{ cm}$$

$$d = 41,55 \text{ cm}$$



Momento de diseño

$$M_u = \frac{q_{du} * L^2}{2} = \frac{28\,218,160 * 0,80^2}{2} = 9\,029,81 \text{ kg-m}$$

Área requerida para M_u

$$A_s = \frac{0,85 * f'_c}{f_y} * \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_u * b}{0,003825 * f'_c}} \right]$$
$$A_s = \frac{0,85 * 280}{4\,200} * \left[100 * 41,55 - \sqrt{(100 * 41,55)^2 - \frac{9\,029,81 * 100}{0,003825 * 280}} \right]$$

$$A_s = 5,82 \text{ cm}^2$$

Área de acero mínima para zapata

$$A_{s_{\min}} = \rho_{\min} * b * d = \frac{14,1}{4\ 200} * 100 * 41,55 = 13,95 \text{ cm}^2$$

Controla el A_s mín, por lo que se utilizó varilla de refuerzo # 6 (2,85 centímetros cuadrados) se tiene que:

$$S = \frac{A_v * b}{A_{s_{\min}}} = \frac{2,85 * 100}{13,95} = 20,43 \approx 20 \text{ cm}$$

Por lo tanto se colocará 10 # 6 @ 20 centímetros aproximadamente a ejes de barras en ambos sentidos.

Revisión de longitud de desarrollo

Según ACI 318S-05, sección 12.2.2 la longitud de desarrollo L_d para barras corrugadas iguales o menores a la # 6, se determina mediante la siguiente fórmula:

$$l_d = \frac{f_y * d_b}{6,6 * \sqrt{f_c}} = \frac{4\ 200 * 1,91}{6,6 * \sqrt{280}} = 72,45 \text{ cm}$$

La cual es menor a la longitud disponible de la zapata que es de:

$$L = \frac{B_z - B_{\text{col}}}{2} - r = \left(\frac{205 - 45}{2} \right) - 7,5 = 72,5 \text{ cm}$$

Revisión de transmisión de esfuerzos de columna a zapata

Se verificó la transmisión de esfuerzos en la interface entre la sección de la columna y la de la zapata según los requisitos que se mencionan en el ACI 318S-05, sección 10.17, con base en la resistencia al aplastamiento para el área de carga de la columna y la zapata.

Resistencia al aplastamiento del concreto en la columna

Debe ser mayor a la máxima carga axial que se desea transmitir, de lo contrario la sección del concreto no es capaz de transmitir correctamente esos esfuerzos por sí mismo y debe hacer uso de acero de refuerzo (barras en espera adicionales en la zapata) o los llamados dados, que son troncos de columna de sección mayor en la base de cada columna para transmitir de mejor manera los esfuerzos.

$$\phi P_{nc} = \phi * 0,85 * f_c * A1; \phi P_{nb} \geq P_u$$

Donde:

ϕP_{nc} = Resistencia del concreto al aplastamiento en la columna

A1 = Área de carga de la columna

P_u = Máxima carga axial que llega a la zapata

Recordando que para esta zapata tenemos una carga axial máxima de $P_u = 50\,093,49$ kilogramos procedemos a realizar los cálculos.

$$\phi P_{nb} = 0,65 * 0,85 * 280 * (45 * 45) = 313\,267,50 \text{ kg}$$

$$\phi P_{nb} = 313\,267,50 \geq P_u = 50\,093,49 \text{ kg} \leftrightarrow \text{si cumple}$$

Resistencia al aplastamiento del concreto en la zapata

Debido a que la superficie de soporte de la zapata es más ancha en todos los lados que el área de carga de la zapata, se permite aumentar la resistencia de diseño al aplastamiento de la zapata por un factor igual a $\sqrt{A_2/A_1}$ que no debe ser mayor que 2.

$$\phi P_{nz} = \left(\sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \right) * (\phi * 0,85 * f'_c * A_1); \phi P_{nz} \geq P_u$$

Donde:

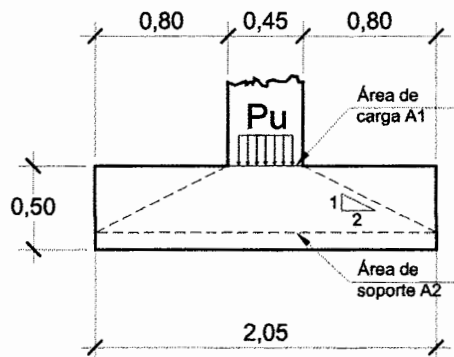
ϕP_{nz} = Resistencia del concreto al aplastamiento en la zapata

A_1 = Área de carga de la columna

A_2 = Área en planta de la base inferior del tronco de la mayor pirámide truncada, contenida en su totalidad dentro del apoyo y que tenga por base superior el área cargada y pendientes laterales de 1 vertical por 2 horizontal

P_u = Máxima carga axial que llega a la zapata

Figura 70. Área de apoyo de la pirámide truncada



Fuente: elaboración propia.

Debido a que la columna es concéntrica a la zapata, el A_2 será igual al área de la zapata. De haber sido rectangular o que la columna estuviera ubicada fuera del centroide de la zapata, hasta donde se interrumpa la pendiente lateral se determinaría A_2 .

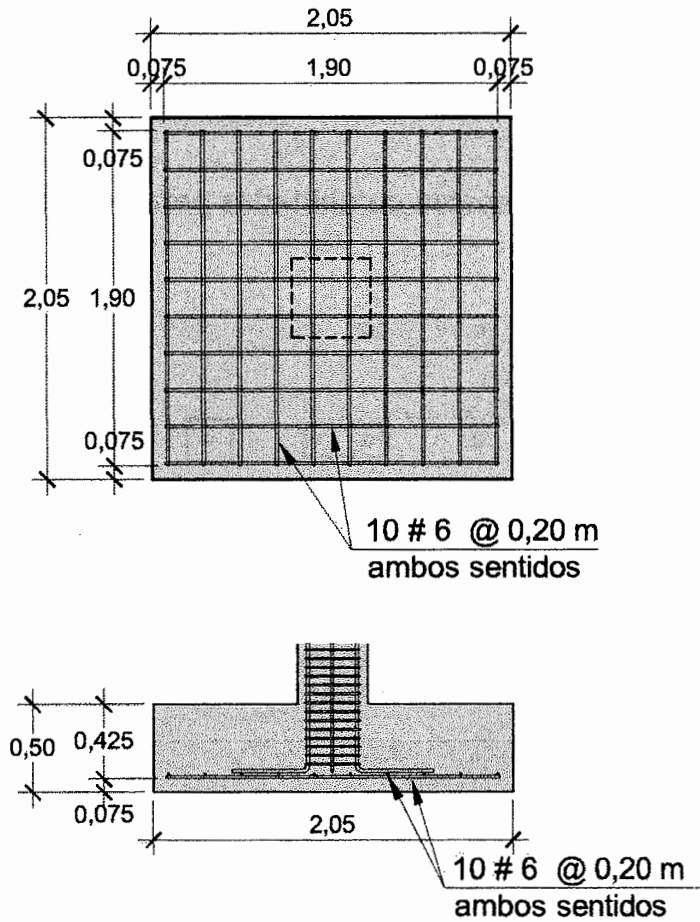
$$\sqrt{\frac{A_2}{A_1}} = \sqrt{\frac{205^2}{45^2}} = 4,55 \leftrightarrow \text{usar } 2,00 \text{ m}$$

$$\phi P_{nz} = 2 * [0,65 * 0,85 * 280 * (45 * 45)] = 626 535,00 \text{ kg}$$

$$\phi P_{nz} = 626 535,00 \geq P_u = 50 093,49 \text{ kg} \leftrightarrow \text{si cumple}$$

En la siguiente gráfica se detallará el armado diseñado para la zapata en estudio.

Figura 71. **Detalle armado de zapata aislada**



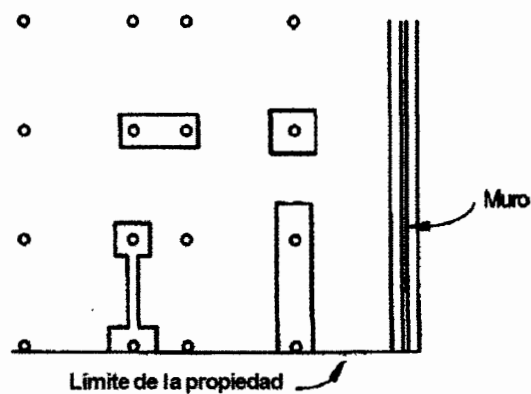
Fuente: elaboración propia.

3.8.7. **Diseño de cimentación, zapata combinada**

Las zapatas combinadas son aquellas que deben soportar más de una columna, pueden dividirse en dos categorías:

- Las que soportan dos columnas: se hacen necesarias cuando las columnas están tan cerca del límite de la propiedad que no se pueden construir zapatas individuales sin sobrepasar este límite, y cuando algunas columnas adyacentes están tan cerca entre sí que sus zapatas se traslaparían.

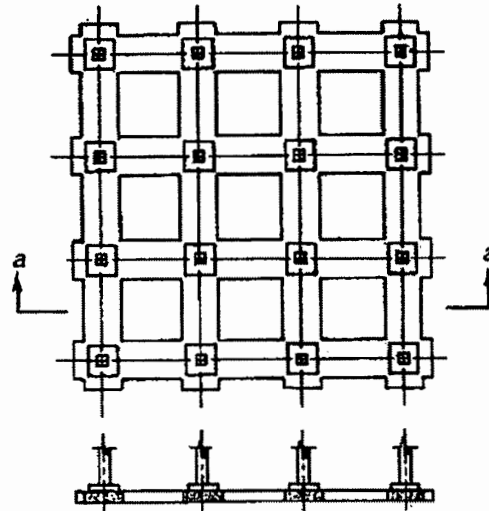
Figura 72. **Zapatas combinadas para dos columnas**



Fuente: Mc GRAW-HILL. Diseño de estructuras de concreto. Undécima edición. p. 545

- Las que soportan más de dos columnas: se hacen necesarias cuando la capacidad de carga del suelo es baja de modo que se necesitan grandes áreas de contacto, las zapatas individuales se reemplazan por zapatas en franjas continuas que sostienen más de dos columnas y por lo general todas las columnas están en una fila. Pero algunas veces estas franjas se disponen en las dos direcciones, en cuyo caso se obtiene una cimentación reticular.

Figura 73. **Cimentación reticular para más de dos columnas**



Fuente: Mc GRAW-HILL. Diseño de estructuras de concreto. Undécima edición. p. 558

Para el diseño del edificio escolar se hace necesario utilizar una zapata combinada para las columnas que se encuentran a lo largo de los ejes 1 y 2, con una separación de 2,50 metros, debido a que sus zapatas se podrían traslapar. A continuación se describe el procedimiento de cálculo de la zapata combinada que es más complejo que el de una zapata aislada, pero en general se fundamenta con los mismos criterios.

3.8.7.1. Análisis de cargas, presión de contacto y dimensión de la zapata

Es aconsejable diseñar una zapata combinada de modo que el centroide del área de la zapata coincida con la resultante de las dos cargas de las columnas. Esto produce una presión de contacto uniforme sobre la totalidad del área y evita la tendencia de inclinación de la zapata.

De la misma forma que la zapata aislada, se deben calcular las cargas axiales de diseño, tomando en cuenta que cada columna también posee un momento flector se debe calcular la presión de diseño resultante para revisar que no exista tensión en la base de la zapata. Para este procedimiento como ya se explicó detalladamente en el diseño de la zapata aislada, únicamente se presentarán los cálculos por medio de las siguientes tablas.

Del análisis estructural se obtuvo los siguientes datos para cada columna crítica sobre el eje "C", que se resumen en la siguiente tabla:

Tabla LXVI. **Carga axial y momentos últimos en columnas sobre eje "C"**

Pu y Mu de columna 1			Pu y Mu de columna 2		
P1 _{muerta} =	29 365,52	kg	P2 _{muerta} =	11 793,94	kg
P1 _{viva} =	8 056,73	kg	P2 _{viva} =	2 773,77	kg
Pu1 =	50 093,49	kg	Pu2 =	25 710,37	kg
M1 _{ux} =	8 675,44	kg-m	M2 _{ux} =	8 456,60	kg-m
M1 _{uy} =	10 034,43	kg-m	M2 _{uy} =	8 137,36	kg-m

Fuente: elaboración propia.

Se usará el mismo peralte, cota de desplante y presión admisible del suelo de la zapata aislada. Con respecto a las dimensiones en planta de la zapata combinada, después de varios ensayos se determinó que las dimensiones que cumplen todos los criterios son de 3,50 x 1,85 metros. En la siguiente tabla se presenta los valores obtenidos para las cargas axiales y momentos de diseño.

Tabla LXVII. Cargas y momentos de diseño

Columna C1			Columna C2		
Factor de carga última			Factor de carga última		
Fcu1 =	1,34		Fcu2 =	1,76	
Cargas de servicio			Cargas de servicio		
Pn1 =	37 422,25	kg	Pn2 =	14 567,71	kg
Mnx1 =	6 480,97	kg-m	Mnx2 =	4 791,58	kg-m
Mny1 =	7 496,20	kg-m	Mny2 =	4 610,70	kg-m
Carga de diseño			Carga de diseño		
Ps1 =	7 575,75	kg	Ps1 =	7 575,75	kg
Pz1 =	7 770,00	kg	Pz1 =	7 770,00	kg
Pd1 =	52 768,00	kg	Pd2 =	29 913,46	kg
Pd total			82 681,46		kg
Mnx total			11 272,55		kg-m
Mny total			12 106,90		kg-m

Fuente: elaboración propia.

Determinación de la presión de diseño

$$q_{\text{máx,min}} = \frac{82\,681,46}{3,50 \cdot 1,85} \pm \frac{6 \cdot 11\,272,55}{3,50^2 \cdot 1,85} \pm \frac{6 \cdot 12\,106,90}{3,50 \cdot 1,85^2}$$

$$q_{\text{máx}} = 21\,817,98 \text{ kg/m}^2 \leftrightarrow q_{\text{máx}} < q_a \leftrightarrow \text{si cumple}$$

$$q_{\text{mín}} = 3\,720,69 \text{ kg/m}^2 \leftrightarrow q_{\text{mín}} > 0,00 \leftrightarrow \text{si cumple}$$

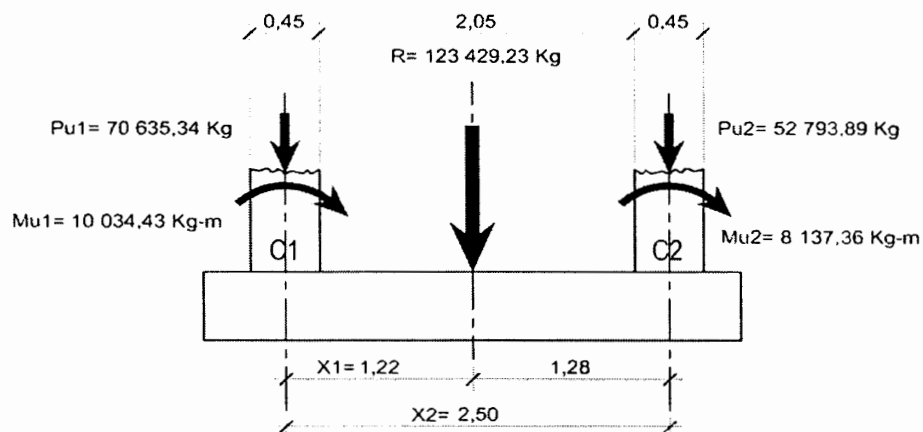
Después de haber chequeado que las dimensiones de la zapata cumplen con respecto a la presión admisible del suelo, se necesita revisar que el centroide de la zapata coincida con la resultante de la carga de diseño. Para ello se necesita usar las cargas y momentos últimos, por lo que la resultante será igual a:

$$R = F_{cu1} * Pd_1 + F_{cu2} * Pd_2$$

$$R = 1,34 * 52\ 768,00 + 1,76 * 29\ 913,46 = 123\ 429,23\ \text{kg}$$

La siguiente gráfica servirá de ayuda para determinar la posición en la que se encuentran las cargas de las dos columnas y de la ubicación de la carga resultante.

Figura 74. Esquema de carga axial resultante



Fuente: elaboración propia.

Para determinar la ubicación de la resultante se usa la siguiente fórmula, recordando que X_2 es una distancia conocida ya que es la distancia a ejes entre columnas:

$$X_1 = \frac{M_{u1} + M_{u2} + P_{u2} * X_2}{R}$$

$$X_1 = \frac{10\ 034,43 + 8\ 137,36 + 52\ 793,89 * 2,50}{123\ 429,23} = 1,22\ \text{m}$$

Como se representa en la gráfica, al restar X_2 con X_1 se obtiene un resultado de $X_3 = 1,28$ metros. Solo quedaría determinar las dimensiones de la zapata a partir de cada extremo externo de ambas columnas, debido a que el centro geométrico del área de la zapata se debe ubicar en la posición de la resultante obtenida.

Para la columna C1, se tiene que la dimensión de la zapata desde el extremo externo se calcula de la siguiente manera

$$L_{C1} = \frac{L_{Zapata}}{2} - \frac{B_{C1}}{2} - X_1 = \frac{3,50}{2} - \frac{0,45}{2} - 1,217 = 0,309 \text{ m}$$

Y para la columna C2, la dimensión de la zapata desde el extremo externo se calcula de la siguiente manera

$$L_{C2} = \frac{L_{Zapata}}{2} - \frac{B_{C2}}{2} - X_3 = \frac{3,50}{2} - \frac{0,45}{2} - 1,283 = 0,242 \text{ m}$$

Con las dimensiones de la zapata revisadas, faltaría determinar la presión neta hacia arriba del suelo, que es producida por la carga última resultante.

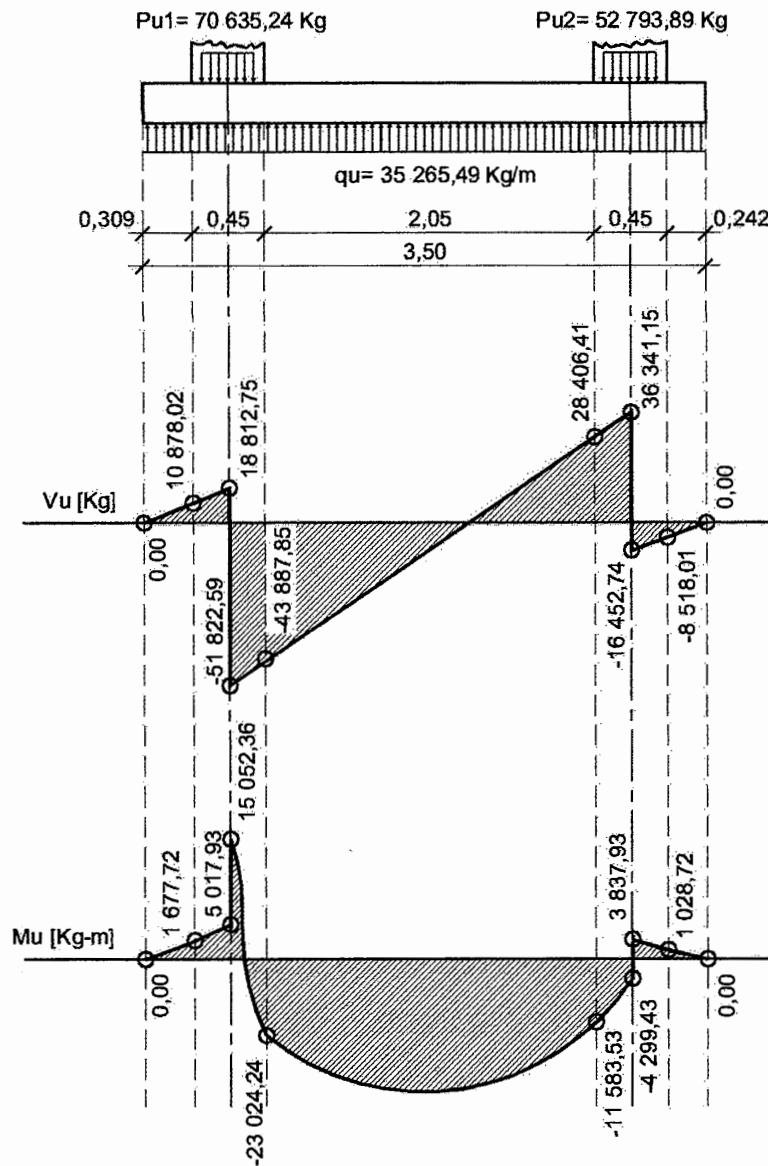
$$q_{du} = \frac{R}{A} = \frac{123\ 429,23}{3,50 * 1,85} = 19\ 062,43 \text{ kg/m}^2$$

Longitudinalmente la zapata representa una viga volteada hacia arriba, por lo tanto se puede analizar de esa manera, pero antes se necesita tener una carga distribuida linealmente, esto se logra multiplicando q_u por el ancho de la zapata.

$$q_u = 19\ 062,43 * 1,85 = 35\ 265,49 \text{ kg/m}$$

A continuación se presenta el diagrama de corte y momentos obtenido del análisis por el método de áreas.

Figura 75. Diagrama de corte-momento, zapata combinada

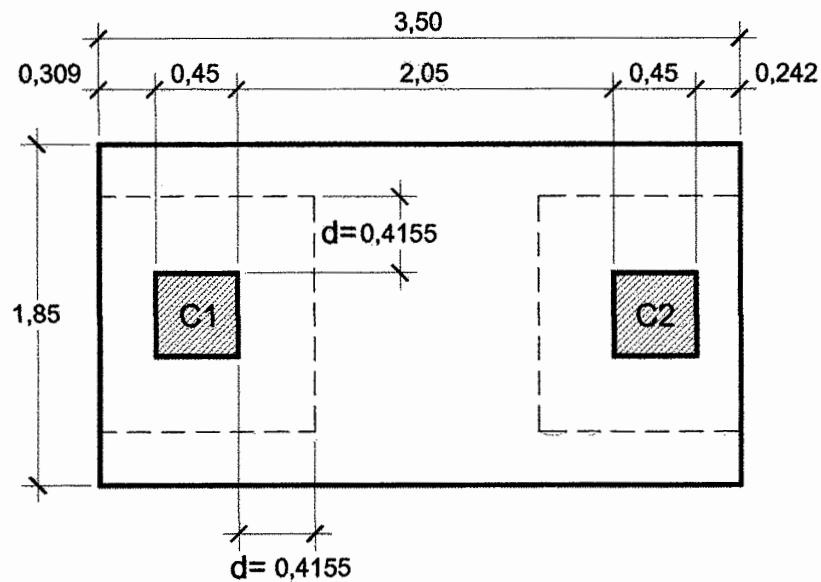


Fuente: elaboración propia.

3.8.7.2. Chequeo por flexión

A partir del diagrama de corte, se observa que la sección crítica a corte por flexión se ubica a una distancia "d" a la derecha de la cara exterior de la columna C1, se hace la observación que siempre cheque la que tenga la carga axial más grande y en este caso en efecto también es la C1.

Figura 76. Zapata combinada sometida a corte por flexión



Fuente: elaboración propia.

Corte actuante por flexión

Usando de nuevo el método de áreas, se determinará el cortante a una distancia "d" del rostro de la columna crítica. Suponiendo que el peralte efectivo es el mismo de la zapata aislada, por usar también refuerzo # 6.

$$V_u = V_{u_{C1}} - (d * q_u) = 43\ 887,85 - (0,4155 * 35\ 265,49) = 29\ 235,92 \text{ kg}$$

Corte resistente del concreto

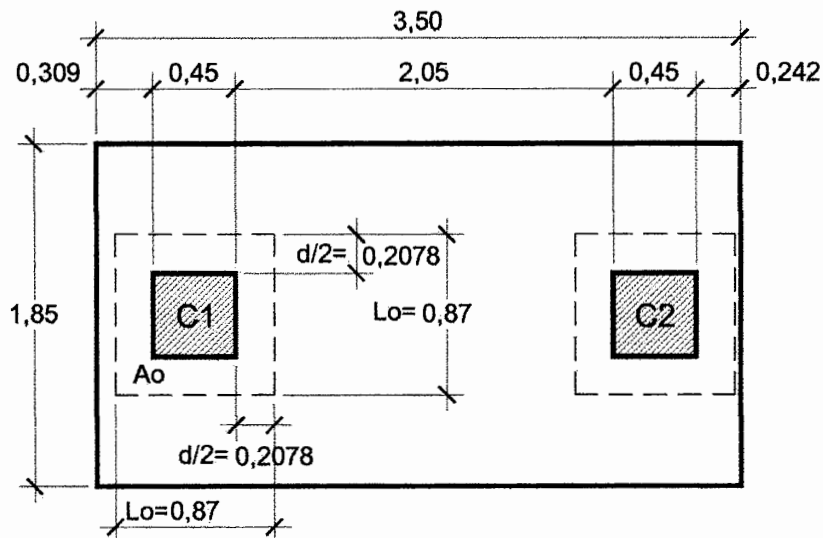
$$\phi V_C = \phi * 0,53 * \sqrt{f_c} * b * d = 0,75 * 0,53 * \sqrt{280} * 185 * 41,55 = 51\ 124,94 \text{ kg}$$

$V_{act} < \phi V_C \leftrightarrow$ si se cumple con el chequeo por flexión.

3.8.7.3. Chequeo por punzonamiento

Para aplicar los criterios del corte por punzonamiento, se debe evaluar la columna con mayor carga, debido a que está es la que tiene mayor probabilidad de incrustarse dentro de la zapata.

Figura 77. Zapata combinada sometida a corte por punzonamiento



Fuente: elaboración propia.

Corte actuante por punzonamiento

$$V_{act} = P_u - q_{du} * A_o$$

Donde:

P_u = Carga axial mayorada

A_o = Área del punzonamiento. ($A_o = L_o^2$)

L_o = Lado del punzonamiento

$$L_o = B_{col} + d = 0,45 + 0,42 = 0,87$$

$$A_o = L_o^2 = 0,87^2 = 0,749 \text{ m}^2$$

$$V_{act} = 70\,635,34 - 19\,062,43 * 0,749 = 56\,356,68 \text{ kg}$$

Corte resistente del concreto

Según ACI 318S-05, sección 11.12.2.1 (c), el cortante resistente para zapatas con comportamiento en dos direcciones se calcula con la siguiente fórmula:

$$\phi V_c = \phi * 1,1 * \sqrt{f'_c} * b_o * d$$

Donde:

b_o = Perímetro de la sección crítica para cortante por punzonamiento.

$$b_o = 2 * L_o = 2 * 0,87 = 1,73$$

Por consiguiente el corte resistente del concreto está determinado por:

$$\phi V_C = 0,75 * 1,1 * \sqrt{280} * 173,10 * 41,55 = 99\ 280,14 \text{ kg}$$

$V_{act} < \phi V_C \leftrightarrow$ si se cumple con el chequeo por punzonamiento.

3.8.7.4. Diseño de zapata combinada

Datos de diseño

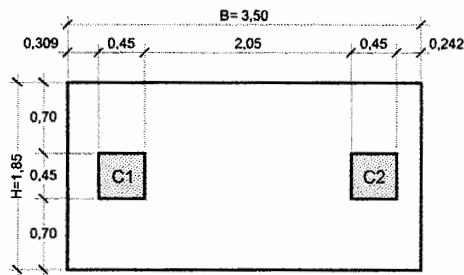
$$f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 4\ 200 \text{ kg/cm}^2$$

$$\phi = 0,90$$

$$r = 7,5 \text{ cm}$$

$$d = 41,55 \text{ cm}$$



Momento de diseño a flexión en voladizos

$$M_u = \frac{q_u * L^2}{2} = \frac{35\ 265,49 * 0,308^2}{2} = 1\ 677,72 \text{ kg-m}$$

Que se pudo obtener directamente del diagrama de momentos, en la columna C1 cara exterior izquierda.

Área requerida para M_u

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

$$A_s = \frac{0,85 * 280}{4 200} * \left[185 * 41,55 - \sqrt{(185 * 41,55)^2 - \frac{1 677,72 * 185}{0,003825 * 280}} \right]$$

$$A_s = 1,07 \text{ cm}^2$$

Área de acero mínima para zapata

$$A_{s_{\min}} = \rho_{\min} * b * d = \frac{14,1}{4 200} * 185 * 41,55 = 25,80 \text{ cm}^2$$

Controla el A_s mín, por lo que utilizando varilla de refuerzo # 6 (2,85 centímetros cuadrados) se tiene que:

$$S = \frac{A_v * b}{A_{s_{\min}}} = \frac{2,85 * 185}{25,80} = 20,43 \approx 20 \text{ cm}$$

Por lo tanto se colocará 10 # 6 @ 20 centímetros aproximadamente a ejes de barras, en la cama inferior sentido longitudinal.

Momento de diseño positivo máximo

Del diagrama de momentos se tiene que: $M_{\max(+)} = 23 024,24 \text{ kg-m}$

Área requerida para M_u

$$A_s = \frac{0,85 * f_c}{f_y} * \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_u * b}{0,003825 * f_c}} \right]$$

$$A_s = \frac{0,85 * 280}{4 * 200} * \left[185 * 41,55 - \sqrt{(185 * 41,55)^2 - \frac{23 * 024,24 * 185}{0,003825 * 280}} \right]$$

$$A_s = 14,92 \text{ cm}^2$$

Controla el $A_{s_{\min}} = 25,80$ centímetros cuadrados, entonces se utilizará varilla de refuerzo # 6 ($A_s = 2,85$ centímetros cuadrados), se tiene que:

$$S = \frac{A_v * b}{A_{s_{\min}}} = \frac{2,85 * 185}{25,80} = 20,43 \approx 20 \text{ cm}$$

Por lo tanto se colocará 10 # 6 @ 20 cm aproximadamente a ejes de barras, en la cama superior, sentido longitudinal.

Momento de diseño transversal

Como ya se explicó la zapata representa una viga volteada hacia arriba, y puesto que esta viga es considerablemente más ancha que las columnas, las cargas de las columnas se distribuyen en dirección transversal mediante vigas transversales debajo de cada columna. Es por ello que también se deben diseñar estas vigas transversales para que soporten los momentos flectores transversales y los cortantes correspondientes. Se asume que el ancho efectivo o ancho de banda de estas vigas transversales es igual al ancho de la columna más $d/2$ a cada lado de la columna. A continuación se presentan los cálculos del ancho de banda.

$$A_b = d + B_{\text{col}}$$

$$A_b = 0,42 + 0,45 = 0,86 \approx 0,90 \text{ m}$$

Para determinar la carga distribuida para la viga transversal, se realiza el mismo procedimiento que para la viga longitudinal como sigue.

$$W_u = \frac{P_{u1}}{H_z} = \frac{70\,635,34}{1,85} = 38\,181,26 \text{ kg/m}$$

Momento de diseño a flexión en voladizos

$$M_u = \frac{W_u * L^2}{2}$$

Donde:

L = Es la luz del voladizo transversal

$$L = \frac{H_z - H_{col}}{2} = \frac{1,85 - 0,45}{2} = 0,70 \text{ m}$$

$$M_u = \frac{38\,181,26 * 0,70^2}{2} = 9\,354,41 \text{ kg-m}$$

Área requerida para Mu

Considerando usar # 5 (As = 1,98 centímetros cuadrados, ø = 1,59 centímetros) y sabiendo que la parrilla longitudinal es # 6, se calcula el nuevo peralte efectivo de la zapata:

$$d_z = 50 - 7,5 - 1,905 - \frac{1,59}{2} = 39,80 \text{ cm}$$

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

$$A_s = \frac{0,85 * 280}{4 200} * \left[100 * 39,8 - \sqrt{(100 * 39,8)^2 - \frac{9 354,41 * 100}{0,003825 * 280}} \right]$$

$$A_s = 6,31 \text{ cm}^2$$

Área de acero mínima para zapata

$$A_{s_{\min}} = \rho_{\min} * b * d = \frac{14,1}{4 200} * 100 * 39,80 = 13,36 \text{ cm}^2$$

Controla el $A_{s_{\min}}$, por lo que utilizando varilla de refuerzo # 5, se tiene que:

$$S = \frac{A_v * b}{A_{s_{\min}}} = \frac{1,98 * 100}{13,36} = 14,81 \approx 14 \text{ cm}$$

Por lo tanto se colocarán 11 # 5 @ 14 centímetros aproximadamente a ejes de barras, dentro del ancho de banda de 0,90 metros en ambas columnas.

Refuerzo por temperatura

Por último se necesita calcular un refuerzo por retracción y temperatura, que también contribuye a formar tanto la cama superior como la inferior de la zapata.

$$A_{s, \min} = 0,0018 * b * d$$

Considerando usar # 4 ($A_s = 1,27$ centímetros cuadrados, $\phi = 1,27$ centímetros) y sabiendo que la parrilla longitudinal es # 6, calculamos el nuevo peralte efectivo:

$$d_z = 50 - 7,5 - 1,905 - \frac{1,27}{2} = 39,96 \text{ cm}$$

$$A_{s, \min} = 0,0018 * 100 * 39,96 = 7,19 \text{ cm}^2$$

$$S = \frac{A_v * b}{A_{s_{\min}}} = \frac{1,27 * 100}{7,19} = 17,61 \approx 17 \text{ cm}$$

Revisión de longitud de desarrollo

Longitud de desarrollo var. # 6 (refuerzo longitudinal)

$$l_d = \frac{f_y * d_b}{6,6 * \sqrt{f_c}} = \frac{4\,200 * 1,905}{6,6 * \sqrt{280}} = 72,45 \text{ cm}$$

Longitud de desarrollo var. # 5 (refuerzo transversal)

$$l_d = \frac{f_y * d_b}{6,6 * \sqrt{f_c}} = \frac{4\,200 * 1,5875}{6,6 * \sqrt{280}} = 60,37 \text{ cm}$$

Longitud de desarrollo var. # 4 (refuerzo transversal)

$$l_d = \frac{f_y * d_b}{6,6 * \sqrt{f_c}} = \frac{4\,200 * 1,27}{6,6 * \sqrt{280}} = 48,30 \text{ cm}$$

La longitud disponible de la zapata para el refuerzo longitudinal es de:

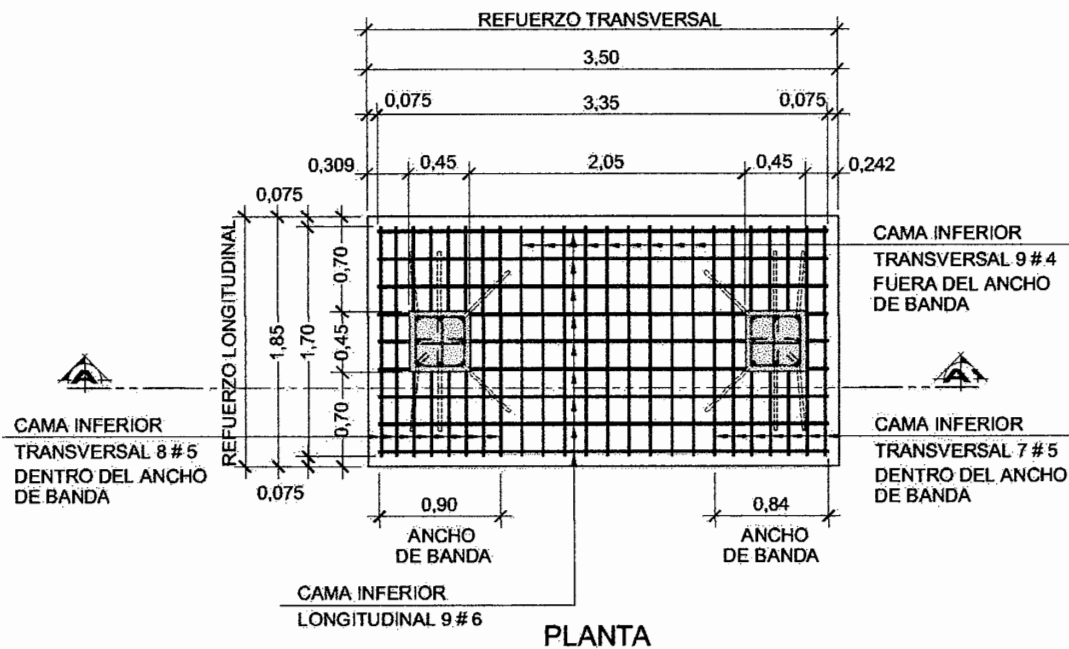
$$L = L_{\text{centro}} = 205,00 \text{ cm}$$

Y para el refuerzo transversal la longitud disponible es de:

$$L = \frac{H_z - H_{col} - 2r}{2} = \frac{185 - 45 - 2 * 7,50}{2} = 62,50 \text{ cm}$$

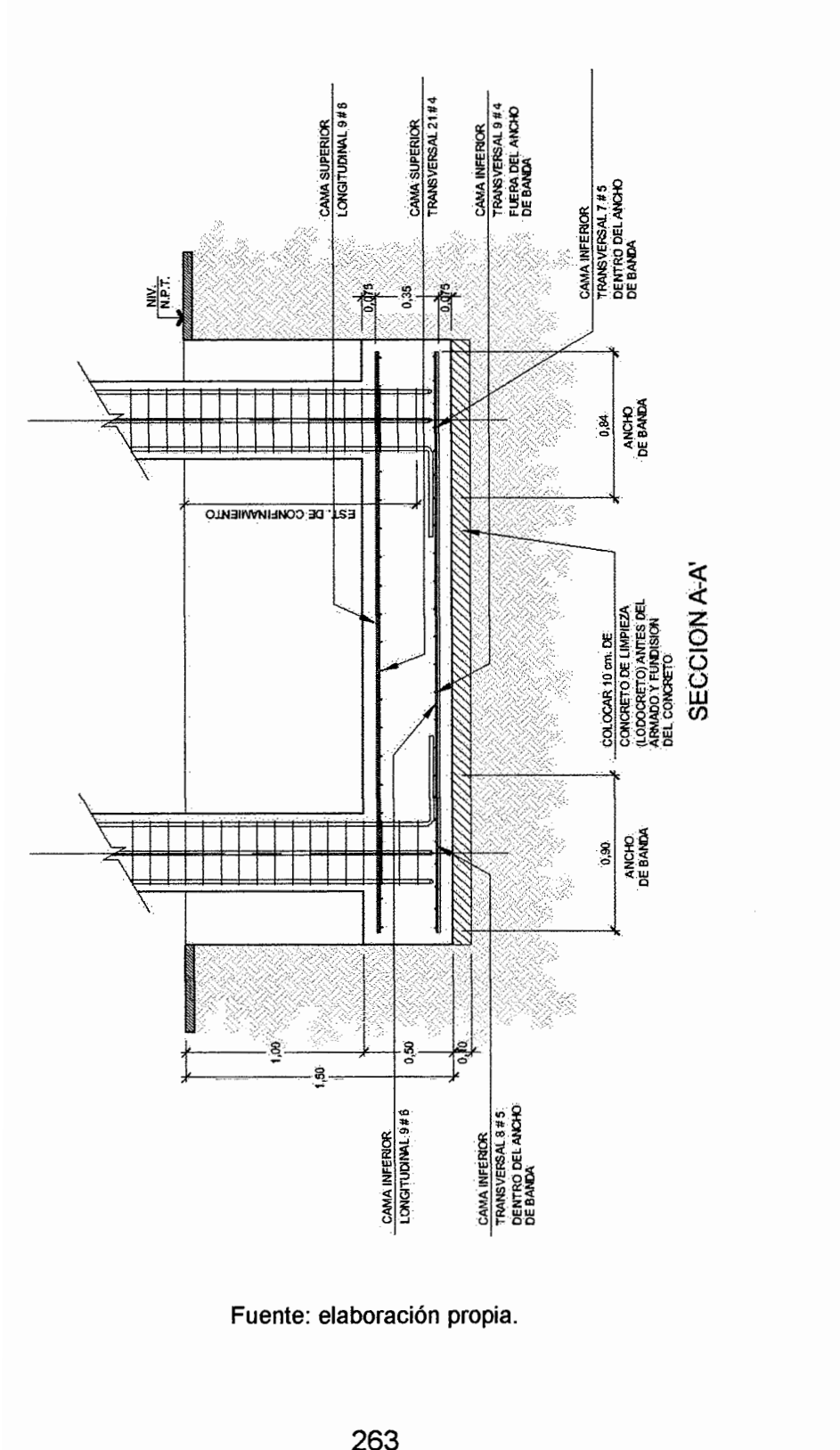
Por lo tanto chequean las longitudes de desarrollo. En la siguiente gráfica se ilustra el diseño del armado de la zapata combinada.

Figura 78. **Detalle de armado en planta, zapata combinada**



Fuente: elaboración propia.

Figura 79. Sección del armado, zapata combinada

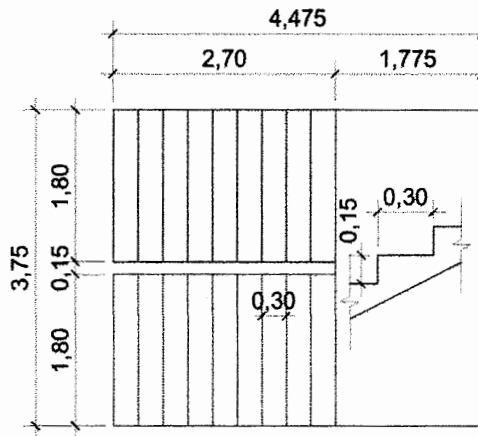


Fuente: elaboración propia.

3.8.8. Diseño de gradas

De los criterios arquitectónicos para la circulación vertical, se diseñó las dimensiones de las gradas (ancho, huella y contrahuella), las cuales se muestran en la siguiente gráfica.

Figura 80. Módulo de gradas



Fuente: elaboración propia.

Revisión de confort de huella y contrahuella:

$C_h < 20 \text{ cm}$	\leftrightarrow	$15 \text{ cm} < 20 \text{ cm}$	} $\Leftrightarrow \text{ok}$
$H_u > C_h$	\leftrightarrow	$30 \text{ cm} > 15 \text{ cm}$	
$2C_h + H_u \leq 64 \text{ cm}$	\leftrightarrow	$2C_h + H_u = 60 \text{ cm} \leq 64 \text{ cm}$	
$C_h + H_u \approx [45 \sim 48] \text{ cm}$	\leftrightarrow	$C_h + H_u = 45 \text{ cm}$	
$C_h * H_u \approx [450 \text{ cm}^2 \sim 500 \text{ cm}^2]$	\leftrightarrow	$C_h * H_u = 450 \text{ cm}^2$	

Las gradas deben considerarse como una losa maciza inclinada que trabaja en una dirección. Se pueden descomponer sus cargas en vectores para determinar la carga que actúa perpendicularmente con la luz inclinada de las gradas, pero se ha demostrado que dan los mismos resultados, si se trabaja con una carga vertical y con la luz proyectada horizontalmente.

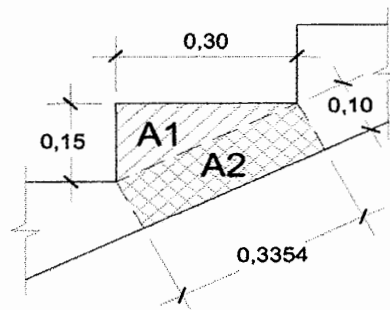
Para determinar el espesor de la losa se usa el criterio de 3 a 4 cm por cada metro de longitud entre apoyos, usando un promedio entre los dos se tiene que:

$$t = 0,035 * 270 = 9,45 \approx 10 \text{ cm}$$

3.8.8.1. Análisis de cargas para las gradas

De las cargas de diseño, se obtuvo la carga viva y la sobrecarga que al multiplicarlas por el ancho unitario de la losa quedarían linealmente distribuidas, solo faltaría determinar el peso propio por metro lineal de las gradas.

Figura 81. Integración de cargas en escalón



Fuente: elaboración propia.

Esto se puede lograr con el peso específico del concreto armado y las áreas A1 y A2 que se muestran en la gráfica anterior.

$$W_{CM} = \frac{\gamma_{conc} * A_t * A_u}{H_u}$$

Donde:

H_u = Ancho Huella

A_t = Área total

A_u = Área unitaria

W_{CM} = Peso de la carga Muerta

γ_{conc} = Peso específico del concreto

Ch = Contra huella

$$A1 = \frac{1}{2} * H_u * Ch = 0,5 * 0,30 * 0,15 = 0,022 \text{ m}^2$$

$$A2 = \sqrt{H_u^2 * Ch^2 * t} = \sqrt{0,30^2 * 0,15^2 * 0,10} = 0,033 \text{ m}^2$$

$$A_t = A1 + A2 = 0,022 + 0,033 = 0,05 \text{ m}^2$$

$$W_{CM} = \frac{2400 * 0,05 * 1}{0,30} = 448,00 \text{ kg/m}$$

La carga última de diseño se muestra en la siguiente tabla.

Tabla LXVIII. Cargas de diseño en gradas

Cargas de diseño	
Carga viva	[kg/m]
Gradas	500,00
Carga muerta	[kg/m]
Acabados	25,00
Piso + mezción	120,00
Accesorios	60,00
Peso propio	448,00
Wu = 1,2D + 1,6L	1 583,60

Fuente: elaboración propia.

Cálculo de momentos

$$M_{(-)} = \frac{W_u \cdot Lu^2}{9} = \frac{1\,583,60 \cdot 2,70^2}{12} = 962,04 \text{ kg-m}$$

$$M_{(+)} = \frac{W_u \cdot Lu^2}{11} = \frac{1\,583,60 \cdot 2,70^2}{14} = 824,60 \text{ kg-m}$$

3.8.8.2. Diseño de armado de las gradas

Datos de diseño

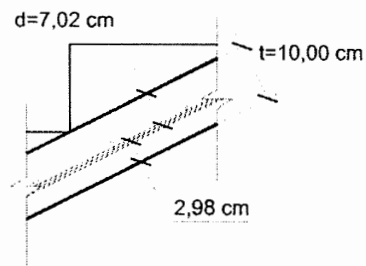
$$f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 4\,200 \text{ kg/cm}^2$$

$$\phi = 0,90$$

$$r = 2,5 \text{ cm losa}$$

$$D = t - r - (\phi \text{ var. Long}/2)$$



Determinación del peralte efectivo, considerando usar refuerzo longitudinal de varilla # 3, el peralte efectivo será igual a:

$$d = 10 - 2,5 - \frac{0,95}{2} = 7,02 \text{ cm}$$

Refuerzo por temperatura

$$A_{s,\min} = 0,0018 * 100 * 7,02 = 1,27 \text{ cm}^2$$

$$S_{\min} = \frac{A_v (\# 3)}{A_{s,\min}} * b = \frac{0,71}{1,27} * 100 = 56,39 \approx 55 \text{ cm}$$

$$S_{\max} = 5 * t \text{ ó } 45 \text{ cm} \leftrightarrow \text{chequea el menor valor}$$

$$S_{\max} = 5 * 10 = 50 \leftrightarrow \text{usar } 45 \text{ cm}$$

Refuerzo principal a flexión

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

$$A_s = \frac{0,85 * f_c}{f_y} * \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{Mu * b}{0,003825 * f_c}} \right]$$

Refuerzo de bastones

$$A_{s(-)} = \frac{0,85 * 280}{4 * 200} * \left[100 * 7,02 - \sqrt{(100 * 7,02)^2 - \frac{962,04 * 100}{0,003825 * 280}} \right]$$

$$A_{s(-)} = 3,81 \text{ cm}^2$$

$$S_{(-)} = \frac{A_v (\# 3)}{A_s} * b = \frac{0,71}{3,81} * 100 = 18,73 \approx 15 \text{ cm}$$

Refuerzo corrido

$$A_{s(+)} = \frac{0,85 * 280}{4 * 200} * \left[100 * 7,02 - \sqrt{(100 * 7,02)^2 - \frac{824,60 * 100}{0,003825 * 280}} \right]$$

$$A_{s(-)} = 3,24 \text{ cm}^2$$

$$S_{(+)} = \frac{A_v (\# 3)}{A_s} * b = \frac{0,71}{3,24} * 100 = 22,010 \leftrightarrow \text{usar } S_{\text{máx}} = 20 \text{ cm}$$

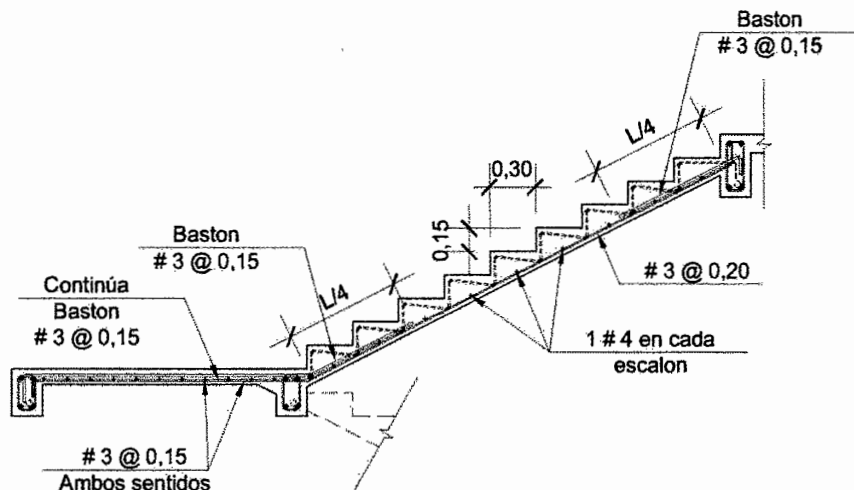
Chequeo por cortante en losa

$$V_{\text{act}} = \frac{W_u * Lu}{2} = \frac{1\,583,60 * 2,70}{2} = 2\,137,86 \text{ kg}$$

$$V_c = \phi * 0,53 * \sqrt{f_c} * b * d = 0,75 * 0,53 * \sqrt{280} * 100 * 7,02 = 4\,669,31 \text{ kg}$$

$$V_{\text{act}} < V_c \leftrightarrow \text{chequea el cortante de losa}$$

Figura 82. Detalle de armado de gradas



Fuente: elaboración propia.

3.9. Presupuesto

Para la elaboración de cada presupuesto, se implementó el uso de costos unitarios que al multiplicarlos por las cantidades de trabajo obtenidas de la cuantificación, dan como resultado el costo real de cada renglón. Este costo también se verá afectado por el factor de indirectos para luego obtener el precio total de cada renglón. Los costos de la mano de obra y de los precios de los materiales fueron obtenidos de la base de datos de la Oficina Municipal de Planificación (OMP).

Se presenta un presupuesto para cada edificio, para que puedan desarrollar la construcción del proyecto completo según la facilidad de financiamiento que obtenga la comunidad.

Tabla LXIX. Presupuesto, complejo para educación primaria y básica, edificios "A" y "B"

PROYECTO: Complejo para Educación Primaria y Básica, Edificio "A".		UBICACIÓN: Caserío Pacajay, Aldea Cruz Blanca, Municipio de San Juan Sacatepequez.		FECHA: Nov. 2011.	
1 TRABAJOS PRELIMINARES					
1,1	Bodega, guardiana y oficina. De 3.00 m de ancho X 10.00 m de largo, hecha con postes y tablas de madera + lámina galvanizada de segunda + piso de lod-creto de 10 cm.	m²	30,00	Q 263,94	Q 7 918,15
1,2	Instalación provisional de letrina, de 2.00 m X 3.00 m	global	1,00	Q 1 916,97	Q 1 916,97
1,3	Limpieza, chapeo y remoción de capa vegetal 20 cm	m²	626,00	Q 15,19	Q 9 508,94
1,4	Nivelación y compactación manual	m²	626,00	Q 21,44	Q 13 421,44
1,5	Trazo y estaqueado	ml	235,00	Q 8,75	Q 2 056,25
TOTAL RENGLÓN				Q	34 821,75
2 CIMENTACIÓN					
2,1	Excavación estructural para cimentación a mano	m²	250,00	Q 46,24	Q 11 560,00
2,2	Relleno estructural para cimentación a mano	m²	150,00	Q 30,83	Q 4 624,50
2,3	Estabilización y limpieza del terreno para construcción de zapatas, implementando lodo-creto, base de 10 cm de espesor.	m²	14,00	Q 231,34	Q 3 238,76
2,4	Cimiento comido CC-1 de 0.15X0.30 m, refuerzo 3 No.3 comidos + estabones No.2 @ 20 cm.	ml	130,00	Q 72,59	Q 9 436,70
2,5	Zapata Z-1, de 2.05 X 2.05 m con refuerzo 10 No.6 @ 20 cm. ambos sentidos	unidad	15,00	Q 3 154,34	Q 47 315,10
2,6	Zapata Z-2, de 2.35 X 2.35 m con refuerzo 13 No.6 @ 18 cm. ambos sentidos	unidad	1,00	Q 4 367,40	Q 4 367,40
2,7	Zapata Z-3, de 2.25 X 2.25 m con refuerzo 13 No.6 @ 17 cm. ambos sentidos	unidad	5,00	Q 4 109,93	Q 20 549,65
2,8	Zapata Z-4, de 2.20 X 2.20 m con refuerzo 11 No.6 @ 20 cm. ambos sentidos	unidad	6,00	Q 3 511,93	Q 21 071,58
2,9	Zapata Z-5, de 2.80 X 2.00 m con refuerzo según especificación.	unidad	3,00	Q 5 013,96	Q 15 041,88
2,10	Solera de humedad tipo "S3", refuerzo 4 No.3 + estribos No.2 @ 15 cm	ml	130,00	Q 82,04	Q 10 665,20
2,11	Levantado de block 35 kg./cm2. de 14X19X39 cm hasta solera de humedad	m²	52,00	Q 185,30	Q 9 635,60
TOTAL RENGLÓN				Q	157 506,37
3 COLUMNAS					
3,1	Columna tipo C-1	unidad	8,00	Q 5 160,17	Q 41 281,36
3,2	Columna tipo C-2	unidad	16,00	Q 5 510,21	Q 88 163,36
3,3	Columna tipo C-3	unidad	9,00	Q 5 880,25	Q 52 742,25
TOTAL RENGLÓN				Q	182 186,97
4 VIGAS					
4,1	Viga tipo VP-101A Y B, Modulo A, Nivel 1	unidad	5,00	Q 2 942,22	Q 14 711,10
4,2	Viga tipo VP-102, Modulo A, Nivel 1	unidad	1,00	Q 3 208,13	Q 3 208,13
4,3	Viga tipo VP-103, Modulo A, Nivel 1	unidad	3,00	Q 6 056,99	Q 18 170,97
4,4	Viga tipo VS-104, Modulo A, Nivel 1	unidad	1,00	Q 1 134,15	Q 1 134,15
4,5	Viga tipo VP-105, Modulo B, Nivel 1	unidad	5,00	Q 3 263,93	Q 16 319,65
4,6	Viga tipo VP-106, Modulo B, Nivel 1	unidad	1,00	Q 6 538,48	Q 6 538,48
4,7	Viga tipo VP-107, Modulo B, Nivel 1	unidad	2,00	Q 6 998,77	Q 13 997,54
4,8	Viga tipo VP-201, Modulo A, Nivel 2	unidad	6,00	Q 2 581,16	Q 15 486,96
4,9	Viga tipo VP-202, Modulo A, Nivel 2	unidad	3,00	Q 5 922,35	Q 17 767,05
4,10	Viga tipo VP-203, Modulo B, Nivel 2	unidad	5,00	Q 2 657,60	Q 13 288,00
4,11	Viga tipo VP-204, Modulo B, Nivel 2	unidad	3,00	Q 6 049,10	Q 18 147,30
TOTAL RENGLÓN				Q	138 769,33
5 MOCHETAS Y SOLERAS					
5,1	Solera tipo "S1", refuerzo 4 No.3 + estribos No.2 @ 20 cm	ml	350,00	Q 70,46	Q 24 661,00
5,2	Solera tipo "S2", refuerzo 4 No.3 + estribos No.2 @ 20 cm	ml	170,00	Q 48,60	Q 8 262,00
5,3	Solera tipo "S4", refuerzo 5 No.3 + estribos No.2 @ 20 cm	ml	110,00	Q 91,55	Q 10 070,50
5,4	Mocheta tipo "M1", refuerzo 2 No.3 + estribos No.2 @ 15 cm	ml	250,00	Q 50,30	Q 12 575,00
5,5	Mocheta tipo "M2", refuerzo 4 No.3 + estribos No.2 @ 15 cm	ml	55,00	Q 74,76	Q 4 111,80
5,6	Pin tipo "P1", refuerzo 1 No.3 @ 60 cm	ml	655,00	Q 22,30	Q 14 606,50
5,7	Escuadara No.5, para anclaje de muro no estructural (de Relleno)	ml	370,00	Q 10,10	Q 3 737,00
TOTAL RENGLÓN				Q	78 023,80
6 MUROS					
6,1	Levantado muro de relleno, block de 14X19X39 cm, de 35 kg	m²	460,00	Q 96,30	Q 44 298,00
6,2	Levantado muro de relleno, block de 09X19X39 cm, de 35 kg	m²	85,00	Q 86,99	Q 7 394,15
6,3	Junta de duroport 1" en columna	ml	260,00	Q 12,60	Q 3 276,00
6,4	Junta de duroport 2" en losa	ml	225,00	Q 17,28	Q 3 888,00
TOTAL RENGLÓN				Q	58 856,15

Continuación de la tabla LXIX.

7 LOSAS						
7.1	Losa tipo 1, de concreto reforzado de 12 cm de espesor, refuerzo R#3@20cm + B#3@0.15 en el sentido corto y R+B#3@20cm en el sentido largo.	m²	152,20	Q	316,52	Q 48 174,34
7.2	Losa tipo 2, de concreto reforzado de 12 cm de espesor, refuerzo R+B#3@0.20 en el sentido corto y R+B#3@20cm en el sentido largo.	m²	356,30	Q	312,67	Q 111 404,32
7.3	Losa tipo 3, de concreto reforzado de 12 cm de espesor, refuerzo R+B#3@0.20 en el sentido corto y R#3 por temp. @40cm en el sentido largo.	m²	77,55	Q	283,22	Q 21 963,71
7.4	Losa tipo 4, de concreto reforzado de 15 cm de espesor, refuerzo R#3@15cm + B#3@0.10 ambos sentidos	m²	76,10	Q	406,18	Q 30 910,30
7.5	Losa tipo 5, de concreto reforzado de 15 cm de espesor, refuerzo R#3@20cm + B#3@0.15 ambos sentidos	m²	80,70	Q	354,95	Q 28 644,47
					TOTAL RENGLÓN	Q 241 097,14
8 TABIQUES						
8.1	Tabiques de tablayeso estándar, altura = 2.60 m	m²	39,40	Q	152,96	Q 6 026,62
8.2	Tabiques de tablayeso contra humedad, altura variable	m²	96,90	Q	222,20	Q 21 975,58
8.3	Mamparas para baños, altura = 1.50 m	global	1,00	Q	594,84	Q 594,84
					TOTAL RENGLÓN	Q 28 597,04
9 ACABADOS						
9.1	Acabado en Losa, resanado+alisado+pintura	m²	655,00	Q	76,01	Q 49 788,55
9.2	Cielo falso reticulado 2'x4', aluminio + plancha de duroport	m²	72,00	Q	63,64	Q 4 582,08
9.3	Acabado en Muro, tipo 1 que incluye R+C+P	m²	640,00	Q	176,08	Q 112 691,20
9.4	Acabado en Muro, tipo 2 que incluye R+A+P	m²	380,00	Q	177,81	Q 67 567,80
9.5	Acabado en Columnas y Vigas, resanado+alisado+pintura	m²	731,00	Q	76,01	Q 55 563,31
9.6	Aplicación de pasta y alizado en tabiques de tablayeso+pintura	m²	136,30	Q	52,21	Q 7 220,64
9.7	Piso de cerámico de 33X33 cm, incluye mezzion 10 cm de espesor.	m²	175,50	Q	151,70	Q 26 623,35
9.8	Piso de cerámico de 33X33 cm (segundo nivel)	m²	175,50	Q	109,81	Q 19 271,66
9.9	Piso de cerámico antideslizante de 33X33 cm en gradas, pasillos y baños	m²	337,70	Q	128,56	Q 43 414,71
9.10	Azulejo cerámico de 15X15 cm en baños, h= 1.40 mta.	m²	27,60	Q	100,43	Q 2 771,87
9.11	Impermeabilización de losa de techo ó cubierta	m²	397,50	Q	20,57	Q 8 176,58
9.12	Acabado en Cenefa de losa de techo ó cubierta	m²	52,70	Q	177,81	Q 9 370,59
9.13	Acabado en Sillares de ventanas, blanqueado	ml	105,20	Q	21,38	Q 2 249,18
9.14	Herrera, baranda de metal, 2 manos de anticorrosivo y 2 de pintura	ml	40,05	Q	210,00	Q 8 410,50
					TOTAL RENGLÓN	Q 417 700,01
10 PUERTAS						
10.1	Puerta tipo P-1 de 1.10X2.50 m, abatible 1 hoja de metal con sobreruz de vidrio claro de 5 mm.	unidad	6,00	Q	1 350,00	Q 8 100,00
10.2	Puerta tipo P-2 de 1.00X2.50 m, abatible 1 hoja de metal con sobreruz de vidrio claro de 5 mm.	unidad	6,00	Q	1 250,00	Q 7 500,00
10.3	Puerta tipo P-3 de 0.90X2.10 m, abatible 1 hoja de madera prefabricada	unidad	3,00	Q	600,00	Q 1 800,00
10.4	Puerta tipo P-4 de 0.70X2.10 m, abatible 1 hoja de madera prefabricada	unidad	4,00	Q	600,00	Q 2 400,00
10.5	Puerta tipo P-5 de 0.95X1.80 m, abatible 1 hoja de metal.	unidad	4,00	Q	750,00	Q 3 000,00
10.6	Puerta tipo P-6 de 0.70X1.80 m, abatible 1 hoja de metal.	unidad	6,00	Q	750,00	Q 4 500,00
10.7	Puerta tipo P-7 de 0.60X1.90 m, abatible 1 hoja de metal.	unidad	4,00	Q	750,00	Q 3 000,00
10.8	Puerta tipo P-8 de 0.90X2.50 m, abatible 1 hoja de metal con sobreruz de vidrio claro de 5 mm.	unidad	1,00	Q	1 150,00	Q 1 150,00
					TOTAL RENGLÓN	Q 31 450,00
11 VENTANAS						
11.1	Ventana tipo V-01 de 3.50X1.00m, de aluminio anonizado natural + paletas de 5mm.	unidad	6,00	Q	2 730,00	Q 16 380,00
11.2	Ventana tipo V-02 de 1.65X1.00m, de aluminio anonizado natural + paletas de 5mm.	unidad	6,00	Q	1 287,00	Q 7 722,00
11.3	Ventana tipo V-03 de 1.60X1.40m, de aluminio anonizado natural + vidrio claro de 5 mm fijo y de paletas.	unidad	2,00	Q	1 747,20	Q 3 494,40
11.4	Ventana tipo V-04 de 3.50X1.40m, de aluminio anonizado natural + vidrio claro de 5 mm fijo y de paletas.	unidad	12,00	Q	3 822,00	Q 45 864,00
11.5	Ventana tipo V-05 de 3.50X2.50m, de aluminio anonizado natural + vidrio claro de 5 mm fijo y de paletas.	unidad	1,00	Q	6 825,00	Q 6 825,00
11.6	Ventana tipo V-06 de 2.70X0.60m, de aluminio anonizado natural + paletas de 5mm.	unidad	4,00	Q	1 263,60	Q 5 054,40
11.7	Ventana tipo V-07 de 2.10X0.60m, de aluminio anonizado natural + paletas de 5mm.	unidad	2,00	Q	982,60	Q 1 965,60
11.8	Ventana tipo V-08 de 2.80X1.40m, de aluminio anonizado natural + vidrio claro de 5 mm fijo y de paletas.	unidad	2,00	Q	3 057,60	Q 6 115,20
11.9	Ventana tipo V-09 de 1.70X1.40m, de aluminio anonizado natural + vidrio claro de 5 mm fijo y de paletas.	unidad	2,00	Q	1 856,40	Q 3 712,80
					TOTAL RENGLÓN	Q 97 133,40
12 INSTALACIONES HIDRÁULICAS, AGUA POTABLE						
12.1	Acometida agua potable	unidad	1,00	Q	700,00	Q 700,00
12.2	Excavación y relleno de zanja	m³	4,75	Q	77,07	Q 366,08
12.3	Llave de compuerta 1 1/2" + Caja de registro	unidad	1,00	Q	532,00	Q 532,00
12.4	Tubería PVC. Ø 1 1/2" 225 PSI.	ml	9,00	Q	17,50	Q 157,50
12.5	Tubería PVC. Ø 1" 225 PSI.	ml	30,00	Q	12,00	Q 360,00
12.6	Tubería PVC. Ø 3/4" 315 PSI.	ml	11,00	Q	10,10	Q 111,10
12.7	Tubería PVC. Ø 1/2" 315 PSI.	ml	64,00	Q	9,15	Q 585,60
12.8	Suministro e instalación de lavamanos	unidad	4,00	Q	475,00	Q 1 900,00
12.9	Suministro e instalación de lavamanos Ovalin	unidad	12,00	Q	775,00	Q 9 300,00
					TOTAL RENGLÓN	Q 14 012,28

Continuación de la tabla LXIX.

13	INSTALACIONES SANITARIAS, DRENAJE AGUAS NEGRAS				
13.1	Acometida a colector de aguas residuales	unidad	1,00	Q 2 300,00	Q 2 300,00
13.2	Excavación y relleno de zanja	m³	8,80	Q 77,07	Q 678,22
13.3	Caja bajada de artefacto	unidad	7,00	Q 375,00	Q 2 625,00
13.4	Caja de union	unidad	1,00	Q 375,00	Q 375,00
13.5	Tubería PVC. Ø 6" 160 PSI.	ml	9,50	Q 61,70	Q 586,15
13.6	Tubería PVC. Ø 4" 160 PSI.	ml	38,10	Q 31,55	Q 1 202,06
13.7	Tubería PVC. Ø 3" 160 PSI.	ml	6,55	Q 21,17	Q 138,66
13.8	Tubería PVC. Ø 2" 160 PSI.	ml	83,40	Q 13,98	Q 1 165,93
13.9	Suministro e instalación de mingitorio	unidad	8,00	Q 1 025,00	Q 8 200,00
13.10	Suministro e instalación de inodoro	unidad	4,00	Q 550,00	Q 2 200,00
13.11	Suministro e instalación de fluxometro	unidad	10,00	Q 1 600,00	Q 16 000,00
14	INSTALACIONES SANITARIAS, DRENAJE AGUAS PLUVIALES				
14.1	Sistema de campo de irrigación	global	1,00	Q 2 300,00	Q 2 300,00
14.2	Excavación y relleno de zanja	m³	10,80	Q 77,07	Q 832,36
14.3	Caja de union	unidad	3,00	Q 375,00	Q 1 125,00
14.4	Caja de registro+tapadera	unidad	2,00	Q 425,00	Q 850,00
14.5	Tubería PVC. Ø 6" 160 PSI.	ml	6,00	Q 61,70	Q 370,20
14.6	Tubería PVC. Ø 4" 160 PSI.	ml	101,60	Q 31,55	Q 3 205,48
15	INSTALACIONES ELÉCTRICAS, ILUMINACIÓN				
15.1	Acometida eléctrica	unidad	1,00	Q 614,50	Q 614,50
15.2	Alimentación para tablero principal	ml	75,00	Q 75,80	Q 5 685,00
15.3	Tablero de distribución 120/240 V, 22 polos	unidad	2,00	Q 650,00	Q 1 300,00
15.4	Cableado eléctrico, incluye poliducto y soportes	ml	380,00	Q 55,85	Q 21 223,00
15.5	Lampara decorativa+caja octagonal, en cielo o pared	unidad	16,00	Q 35,50	Q 568,00
15.6	Lampara fluorescente 120 v. 2x40 watts, 2'x4'	unidad	68,00	Q 100,00	Q 6 800,00
15.7	Interruptor simple, 120v. 15a, grado comercial	unidad	13,00	Q 16,50	Q 214,50
15.8	Interruptor doble, 120v. 15a, grado comercial	unidad	11,00	Q 24,50	Q 269,50
15.9	Interruptor tree way, 120v. 15a, grado comercial	unidad	2,00	Q 30,50	Q 61,00
16	INSTALACIONES ELÉCTRICAS, FUERZA				
16.1	Cableado eléctrico, incluye poliducto y soportes	ml	210,00	Q 55,85	Q 11 728,50
16.2	Tomacorriente doble polarizado, 120v. 15a, grado comercial	unidad	51,00	Q 36,20	Q 1 846,20
17	TRABAJOS VARIOS				
17.1	Construcción de gradas	global	1,00	Q 19 715,00	Q 19 715,00
17.2	Limpieza general	global	1,00	Q 4 300,00	Q 4 300,00
NOTAS:		* El presupuesto incluye únicamente costos del Edificio "A", ya que el edificio "B" tiene las mismas características y tendría el mismo precio. * Se debe tomar en cuenta que el presupuesto no incluye ningún tipo de proyección para las demás áreas del conjunto. * Tampoco se incluye movimiento de tierras para el cambio de plataforma en el área de la cancha polideportiva.			

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXX. Presupuesto, complejo para educación primaria y básica, edificio "C"

RESUMEN DE RENGLONES DE TRABAJO					
PROYECTO: Complejo para Educación Primaria y Básica, Edificio "C".			UBICACIÓN: Caserío Pacajay, Aldaa Cruz Blanca, Municipio de San Juan Sacatepequez.		FECHA: Nov. 2011.
No.	DESCRIPCIÓN DEL RENGLÓN DE TRABAJO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO / UNITARIO	SUB-TOTAL RENGLÓN
1 TRABAJOS PRELIMINARES					
1,1	Bodega, guardiana y oficina. De 3.00 m de ancho X 10.00 m de largo, hecha con postes y tablas de madera + lámina galvanizada de segunda + piso de lod-creto de 10 cm.	m²	30,00	Q 263,94	Q 7 918,15
1,2	Instalación provisional de letrina, de 2.00 m X 3.00 m	global	1,00	Q 1 916,97	Q 1 916,97
1,3	Limpieza, chapeo y remoción de capa vegetal 20 cm	m²	339,90	Q 15,19	Q 5 163,08
1,4	Nivelación y compactación manual	m²	339,90	Q 21,44	Q 7 287,46
1,5	Trazo y estaqueado	ml	141,50	Q 8,75	Q 1 238,13
2 CIMENTACIÓN					
2,1	Excavación estructural para cimentación a mano	m³	153,60	Q 46,24	Q 7 102,46
2,2	Relleno estructural para cimentación a mano	m³	96,00	Q 30,83	Q 2 959,68
2,3	Estabilización y limpieza del terreno para construcción de zapatas, implementando lod-creto, base de 10 cm de espesor.	m²	9,60	Q 231,34	Q 2 220,86
2,4	Cimiento corrido CC-1 de 0,15X0,30 m, refuerzo 3 No.3 corridos + eslabones No.2 @ 20 cm.	ml	85,10	Q 72,59	Q 6 177,41
2,5	Zapata Z-1, de 2.00 X 2.00 m con refuerzo 14 No.5 @ 14 cm. ambos sentidos	unidad	24,00	Q 2 971,54	Q 71 316,96
2,6	Solera de humedad tipo "S3", refuerzo 4 No.3 + estribos No.2 @ 15 cm	ml	85,10	Q 82,04	Q 6 981,60
2,7	Levantado de block 35 kg./cm2. de 14X19X39 cm hasta solera de humedad	m²	34,04	Q 185,30	Q 6 307,61
3 COLUMNAS					
3,1	Columna tipo C-1	unidad	4,00	Q 5 160,17	Q 20 640,68
3,2	Columna tipo C-2	unidad	20,00	Q 5 510,21	Q 110 204,20
4 VIGAS					
4,1	Viga tipo VP-101A y B, Nivel 1	unidad	8,00	Q 2 942,22	Q 23 537,76
4,2	Viga tipo VP-102, Nivel 1	unidad	3,00	Q 7 562,69	Q 22 688,07
4,3	Viga tipo VS-103, Nivel 1	unidad	1,00	Q 893,05	Q 893,05
4,4	Viga tipo VP-201, Nivel 2	unidad	8,00	Q 2 588,11	Q 20 704,88
4,5	Viga tipo VP-202, Nivel 2	unidad	3,00	Q 7 319,47	Q 21 958,41
5 MOCHETAS Y SOLERAS					
5,1	Solera tipo "S1", refuerzo 4 No.3 + estribos No.2 @ 20 cm	ml	266,00	Q 70,46	Q 18 742,36
5,2	Solera tipo "S2", refuerzo 4 No.3 + eslabones No.2 @ 20 cm	ml	47,50	Q 48,60	Q 2 308,50
5,3	Solera tipo "S4", refuerzo 5 No.3 + estribos No.2 @ 20 cm	ml	53,00	Q 91,55	Q 4 852,15
5,4	Mocheta tipo "M1", refuerzo 2 No.3 + eslabones No.2 @ 15 cm	ml	184,00	Q 50,30	Q 9 255,20
5,5	Mocheta tipo "M2", refuerzo 4 No.3 + estribos No.2 @ 15 cm	ml	42,00	Q 74,76	Q 3 139,92
5,6	Plin tipo "P1", refuerzo 1 No.3 @ 60 cm	ml	465,00	Q 22,30	Q 10 359,50
5,7	Escudara No.5, para anclaje de muro no estructural (de Relleno)	ml	247,00	Q 10,10	Q 2 494,70
6 MUROS					
6,1	Levantado muro de relleno, block de 14X19X39 cm, de 35 kg	m²	320,00	Q 96,30	Q 30 816,00
6,2	Levantado muro de relleno, block de 08X19X39 cm, de 35 kg	m²	18,50	Q 86,99	Q 1 609,32
6,3	Junta de duroport 1" en columna	ml	190,00	Q 12,60	Q 2 394,00
6,4	Junta de duroport 2" en losa	ml	95,00	Q 17,28	Q 1 641,60
7 LOSAS					
7,1	Losa tipo 1, de concreto reforzado de 12 cm de espesor, refuerzo R#3@20cm + B#3@0,15 en el sentido corto y R+B#3@20cm en el sentido largo.	m²	136,35	Q 316,52	Q 43 157,50
7,2	Losa tipo 2, de concreto reforzado de 12 cm de espesor, refuerzo R+B#3@0,20 en el sentido corto y R+B#3@20cm en el sentido largo.	m²	310,00	Q 312,67	Q 96 927,70
7,3	Losa tipo 3, de concreto reforzado de 12 cm de espesor, refuerzo R+B#3@0,20 en el sentido corto y R#3 por temp. @40cm en el sentido largo.	m²	6,50	Q 283,22	Q 1 840,93
8 TABIQUES					
8,1	Tabiques de tablayeso estándar, altura = 2.60 m	m²	44,70	Q 152,96	Q 6 837,31
8,2	Tabiques de tablayeso contra humedad, altura =2.60 m	m²	62,00	Q 222,20	Q 13 776,40

Continuación de la tabla LXX.

9 ACABADOS					
9,1	Acabado en Losa, resanado+alisado+pintura	m²	195,00	Q 76,01	Q 14 821,95
9,2	Cielo falso reticulado 2x4', aluminio + plancha de duroport	m²	206,50	Q 63,64	Q 13 141,66
9,3	Acabado en Muro, tipo 1 que incluye R+C+P	m²	500,55	Q 178,08	Q 88 136,84
9,4	Acabado en Muro, tipo 2 que incluye R+A+P	m²	173,10	Q 177,81	Q 30 778,91
9,5	Acabado en Columnas y Vigas, resanado+alisado+pintura	m²	500,00	Q 76,01	Q 38 005,00
9,6	Aplicación de pasta y alizado en tabiques de tablayeso+pintura	m²	106,70	Q 52,21	Q 5 570,81
9,7	Piso de cerámico de 33X33 cm, incluye mezzlon 10 cm de espesor.	m²	120,80	Q 151,70	Q 18 295,02
9,8	Piso de cerámico de 33X33 cm (segundo nivel)	m²	140,10	Q 109,81	Q 15 384,38
9,9	Piso de cerámico antideslizante de 33X33 cm en gradas, pasillos y baños	m²	160,00	Q 128,56	Q 20 589,60
9,10	Azulejo cerámico de 15X15 cm en baños, h= 1.40 mts.	m²	46,09	Q 100,43	Q 4 629,68
9,11	Impermeabilización de losa de techo ó cubierta	m²	242,00	Q 20,57	Q 4 977,94
9,12	Acabado en Cenefa de losa de techo ó cubierta	m²	36,04	Q 177,81	Q 6 407,56
9,13	Acabado en Sillares de ventanas, blanqueado	ml	53,00	Q 21,38	Q 1 133,14
9,14	Herrería, baranda de metal, 2 manos de anticorrosivo y 2 de pintura	ml	15,25	Q 210,00	Q 3 202,50
				TOTAL RENGLÓN	Q 265 254,99
10 PUERTAS					
10,1	Puerta tipo P-1 de 3.05X2.50 m, abatible 2 hoja de metal con sobreluz de vidrio claro de 5 mm.	unidad	1,00	Q 3 700,00	Q 3 700,00
10,2	Puerta tipo P-2 de 1.25X2.50 m, abatible 1 hoja de metal con sobreluz de vidrio claro de 5 mm.	unidad	2,00	Q 1 350,00	Q 2 700,00
10,3	Puerta tipo P-3 de 0.90X2.10 m, abatible 1 hoja de madera prefabricada	unidad	3,00	Q 600,00	Q 1 800,00
10,4	Puerta tipo P-4 de 0.70X2.10 m, abatible 1 hoja de madera prefabricada	unidad	7,00	Q 600,00	Q 4 200,00
10,5	Puerta tipo P-5 de 1.10X2.50 m, abatible 1 hoja de metal con sobreluz de vidrio claro de 5 mm.	unidad	2,00	Q 1 250,00	Q 2 500,00
10,6	Puerta tipo P-6 de 0.90X2.50 m, abatible 1 hoja de metal con sobreluz de vidrio claro de 5 mm.	unidad	4,00	Q 1 200,00	Q 4 800,00
10,7	Puerta tipo P-7 de 1.00X2.10 m, abatible 1 hoja de madera prefabricada	unidad	2,00	Q 700,00	Q 1 400,00
				TOTAL RENGLÓN	Q 21 100,00
11 VENTANAS					
11,1	Ventana tipo V-01 de 3.00X1.00m, de aluminio anonizado natural + paletas de 5mm.	unidad	8,00	Q 2 340,00	Q 18 720,00
11,2	Ventana tipo V-02 de 3.05X2.40m, de aluminio anonizado natural + vidrio claro de 6mm fijo y paletas de 5mm.	unidad	3,00	Q 5 709,60	Q 17 128,80
11,3	Ventana tipo V-03 de 1.775X1.00m, de aluminio anonizado natural + paletas de 5mm.	unidad	2,00	Q 1 384,50	Q 2 769,00
11,4	Ventana tipo V-04 de 0.80X0.60m, de aluminio anonizado natural + paletas 5mm.	unidad	5,00	Q 374,40	Q 1 872,00
11,5	Ventana tipo V-05 de 2.05X0.60m, de aluminio anonizado natural + paletas 5mm.	unidad	5,00	Q 959,40	Q 4 797,00
11,6	Ventana tipo V-06 de 1.00X1.40m, de aluminio anonizado natural + vidrio claro de 6mm fijo y paletas de 5mm.	unidad	1,00	Q 1 092,00	Q 1 092,00
11,7	Ventana tipo V-07 de 3.00X0.60m, de aluminio anonizado natural + paletas de 5mm.	unidad	1,00	Q 1 404,00	Q 1 404,00
11,8	Ventana tipo V-08 de 1.00X1.00m, de aluminio anonizado natural + paletas 5mm.	unidad	1,00	Q 780,00	Q 780,00
11,9	Ventana tipo V-09 de 2.54X1.00m, de aluminio anonizado natural + paletas 5mm.	unidad	2,00	Q 1 911,00	Q 3 822,00
				TOTAL RENGLÓN	Q 52 384,80
12 INSTALACIONES HIDRAULICAS, AGUA POTABLE					
12,1	Acometida agua potable	unidad	1,00	Q 700,00	Q 700,00
12,2	Excavación y relleno de zanja	m²	7,56	Q 77,07	Q 582,65
12,3	Llave de compuerta 1 1/2" + Caja de registro	unidad	1,00	Q 532,00	Q 532,00
12,4	Tubería PVC. Ø 1 1/4" 225 PSI.	ml	26,70	Q 17,50	Q 467,25
12,5	Tubería PVC. Ø 1" 225 PSI.	ml	55,25	Q 12,00	Q 663,00
12,6	Tubería PVC. Ø 3/4" 315 PSI.	ml	0,00	Q 10,10	Q -
12,7	Tubería PVC. Ø 1/2" 315 PSI.	ml	27,75	Q 9,15	Q 253,91
12,8	Suministro e instalación de lavamanos	unidad	7,00	Q 475,00	Q 3 325,00
12,9	Suministro e instalación de lavamanos Ovalin	unidad	0,00	Q 775,00	Q -
				TOTAL RENGLÓN	Q 6 523,81
13 INSTALACIONES SANITARIAS, DRENAJE AGUAS NEGRAS					
13,1	Acometida a colector de aguas residuales	unidad	1,00	Q 2 300,00	Q 2 300,00
13,2	Excavación y relleno de zanja	m²	10,85	Q 77,07	Q 836,21
13,3	Caja bajada de artefacto	unidad	3,00	Q 375,00	Q 1 125,00
13,4	Caja de union	unidad	4,00	Q 375,00	Q 1 500,00
13,5	Tubería PVC. Ø 6" 160 PSI.	ml	6,00	Q 61,70	Q 370,20
13,6	Tubería PVC. Ø 4" 160 PSI.	ml	53,77	Q 31,55	Q 1 696,44
13,7	Tubería PVC. Ø 3" 160 PSI.	ml	18,00	Q 21,17	Q 381,06
13,8	Tubería PVC. Ø 2" 160 PSI.	ml	22,00	Q 13,98	Q 307,56
13,9	Suministro e instalación de mingitorio	unidad	0,00	Q 1 025,00	Q -
13,10	Suministro e instalación de inodoro	unidad	7,00	Q 550,00	Q 3 850,00
13,11	Suministro e instalación de fluxometro	unidad	0,00	Q 1 600,00	Q -
				TOTAL RENGLÓN	Q 12 366,47

Continuación de la tabla LXX.

14 INSTALACIONES SANITARIAS, DRENAJE Y AGUAS RESIDUALES					
14,1	Sistema de campo de irrigación	global	1,00	Q 2 300,00	Q 2 300,00
14,2	Excavación y relleno de zanja	m ³	5,15	Q 77,07	Q 396,91
14,3	Caja de unión	unidad	2,00	Q 375,00	Q 750,00
14,4	Caja de registro+tapadera	unidad	2,00	Q 425,00	Q 850,00
14,5	Tubería PVC. Ø 6" 160 PSI.	ml	6,00	Q 61,70	Q 370,20
14,6	Tubería PVC. Ø 4" 160 PSI.	ml	66,10	Q 31,55	Q 2 085,46
TOTAL RENGLÓN					Q 6 752,57
15 INSTALACIONES ELÉCTRICAS, ILUMINACIÓN					
15,1	Acometida eléctrica	unidad	1,00	Q 614,50	Q 614,50
15,2	Alimentación para tablero principal	ml	40,50	Q 75,80	Q 3 089,90
15,3	Tablero de distribución 120/240 V, 22 polos	unidad	2,00	Q 650,00	Q 1 300,00
15,4	Cableado eléctrico, incluye poliducto y soportes	ml	260,00	Q 55,85	Q 14 521,00
15,5	Lámpara decorativa+caja octagonal, en cielo o pared	unidad	17,00	Q 35,50	Q 603,50
15,6	Lámpara fluorescente 120 v. 2x40 watts, 2'x4'	unidad	35,00	Q 100,00	Q 3 500,00
15,7	Interruptor simple, 120v. 15a, grado comercial	unidad	25,00	Q 16,50	Q 412,50
15,8	Interruptor doble, 120v. 15a, grado comercial	unidad	4,00	Q 24,50	Q 98,00
15,9	Interruptor tree way, 120v. 15a, grado comercial	unidad	2,00	Q 30,50	Q 61,00
TOTAL RENGLÓN					Q 24 180,40
16 INSTALACIONES ELÉCTRICAS, FUERZA					
16,1	Cableado eléctrico, incluye poliducto y soportes	ml	285,00	Q 55,85	Q 15 917,25
16,2	Tomacorriente doble polarizado, 120v. 15a, grado comercial	unidad	63,00	Q 36,20	Q 2 282,60
TOTAL RENGLÓN					Q 18 199,85
17 TRABAJOS VARIOS					
17,1	Construcción de gradas	global	1,00	Q 19 715,00	Q 19 715,00
17,2	Limpieza general	global	1,00	Q 4 300,00	Q 4 300,00
TOTAL RENGLÓN					Q 24 015,00
TOTAL DE RENGLONES DE TRABAJO					Q 1 028 156,41
COSTO DIRECTO					Q 1 028 156,41
COSTO INDIRECTO					Q 339 291,61
COSTO REAL DEL PROYECTO					Q 1 367 448,02
IVA (12%)					Q 164 093,76
PRECIO TOTAL DEL PROYECTO					Q 1 531 541,78
COSTO POR METRO CUADRADO (Q/M2)					Q 3 429,34
NOTAS:					
* El presupuesto incluye únicamente costos del Edificio "C".					
* Se debe tomar en cuenta que el presupuesto no incluye ningún tipo de proyección para las demás áreas del conjunto.					
* Tampoco se incluye movimiento de tierras para el cambio de plataforma en el área de la cancha polideportiva.					

Fuente: elaboración propia.

3.10. Cronogramas de ejecución

El cronograma de ejecución indica el avance físico de cada renglón en tiempos ligados a rendimientos de trabajo. El rendimiento de trabajo es el tiempo medio que demora un grupo de obreros asignados para la construcción de algún renglón específico.

Estos rendimientos de trabajo que fueron adquiridos con el tiempo, por supervisores de obras que han tomado tiempos medios de avance de cada actividad existente en el ámbito de la construcción, fueron obtenidos de la base de datos de la Oficina Municipal de Planificación (OMP).

Tabla LXXI.

Cronograma de ejecución, complejo para educación primaria y básica, edificios "A" y "B"

PROYECTO: Complejo para Educación Primaria y Básica, Edificio "A".		UBICACIÓN: Caserio Famajuy Abasco Cruz Blanca, Municipio de San Juan, Escarabaluza.					FECHA: Nov. 2011.
Nº	Descripción de actividades	TIEMPO EN MESES					TOTAL
		1	2	3	4	5	
1	TRABAJOS PRELIMINARES						
2	CEMENTACIÓN						
3	COLUMNAS						
4	VIGAS						
5	MOCHETAS Y BOLERAS						
6	BAJOS						
7	LUMAS						
8	TABLONES						
9	ACABADOS						
10	PUERTAS						
11	VENTANAS						
12	INSTALACIONES HIDRÁULICAS						
13	INSTALACIONES DRENAJE SANITARIO						
14	INSTALACIONES DRENAJE PLUMAL						
15	INSTALACIONES ELÉC. ILUMINACIÓN						
16	INSTALACIONES ELÉC. FUERZA						
17	TUBOS Y VARIOS						
AVANCE FINANCIERO		Q 169 181,22	Q 226 866,03	Q 463 237,33	Q 660 766,96	Q 823 939,82	Q 2 381 324,46
PROGRESIONES DEL AVANCE		7,10%	9,48%	19,83%	23,66%	22,00%	18,83%
NOTAS:		El tiempo estimado, se proyectó para 6 meses, pero dependiente de la fluidez del capital y de la capacidad de trabajo de obra que se ofrezca en el momento.					

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXII. Cronograma de ejecución, complejo para educación primaria y básica, edificio "C"

PROYECTO: Complejo para Educación Primaria y Básica, Edificio "C".		UBICACIÓN: Caserio Pacalay, Aldea Cruz Blanca, Municipio de San Juan Sacatepéquez.		FECHA: Nov. 2011.														
No.	Descripción de Actividades	Meses											TOTAL	Q	%	Q	%	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11						12
1	TRABAJOS PRELIMINARES																	
2	CIENFENTACIÓN																	
3	COLUMNAS																	
4	VIDAS																	
5	MUCHETAS Y SOLEMAS																	
6	MUROS																	
7	LOSAS																	
8	TABICUES																	
9	ACABADOS																	
10	PUERTAS																	
11	VENTANAS																	
12	INSTALACIONES HIDRÁULICAS																	
13	INSTALACIONES DRENAJE SANITARIO																	
14	INSTALACIONES DRENAJE PLUVIAL																	
15	INSTALACIONES ELEC. ILUMINACIÓN																	
16	INSTALACIONES ELEC. FUERZA																	
17	TRABAJOS VARIOS																	
AVANZOS PARciales																		
POTENCIAL DEL AVANZO																		
NOTAS:		El tiempo estimado, se proyecta para 8 meses, pero dependiente de la fluidez de capital y de la capacidad de mano de obra que se utilice en el proyecto.																

Fuente: elaboración propia.

3.11. Estudio de Impacto Ambiental (EIA)

La evaluación o estudio de impacto ambiental, es un mecanismo científico-técnico que se utiliza para analizar aspectos físico-biológicos o culturales del ambiente en el que se desarrolle una acción o un proyecto.

El impacto ambiental producido por la ejecución, operación o cese de un proyecto de desarrollo determinado, debe ser evaluado a priori, con el fin de establecer medidas correctivas necesarias para eliminar o mitigar los efectos (impactos) adversos, proponer opciones, acciones, un programa de control y fiscalización (seguimiento) y un programa de recuperación ambiental.

El (EIA) debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Garantizar que todos los factores ambientales relacionados con el proyecto o acción hayan sido considerados.
- Determinar impactos ambientales adversos significativos, de tal manera que se propongan las medidas correctivas o de mitigación que eliminen estos impactos y los reduzcan a un nivel, ambientalmente aceptable.
- Establecer un programa de control y seguimiento que permita medir las posibles desviaciones entre la situación real al poner en marcha el proyecto, de tal forma que se puedan incorporar nuevas medidas correctivas o de mitigación.
- Facilitar la elección de la mejor opción ambiental de la acción propuesta.

3.11.1. Identificación de impactos ambientales

Para iniciar una evaluación de impacto ambiental, se debe identificar todos los posibles impactos que se puedan dar sobre el medio ambiente circundante al proyecto que se esté evaluando. La metodología más utilizada es por medio de matrices de identificación y evaluación.

3.11.1.1. Impactos ambientales

Alteración de la calidad del aire por emisión de partículas y gases

Este efecto es generado como consecuencia de las actividades de construcción del proyecto, principalmente durante las excavaciones para los cimientos y del movimiento de tierra. También se ve afectado por las condiciones en que se encuentre la maquinaria de trabajo, puesto que por un mal mantenimiento puede provocar la emisión de gases de combustión y de ruidos excesivos. Este impacto será evaluado dada la cercanía de viviendas y otras infraestructuras en el área de afectación del proyecto.

- **Actividades de procesos erosivos y de sedimentación**

Durante las excavaciones para los cimientos, movimientos de tierra y eliminación de la vegetación, el suelo quedará parcialmente desprovisto de su cobertura protectora, lo cual pudiera generar la activación de procesos erosivos en forma localizada, por la acción de elementos del clima, especialmente del viento y la lluvia. En este sentido, se considera necesario hacer la evaluación de este efecto.

- Afectación de la calidad de cuerpos de aguas superficiales y subterráneas

Las aguas superficiales y subterráneas que estén dentro del área del proyecto, constituyen un elemento de alta intensidad ambiental por formar parte del sistema hidráulico-biológico de las cuencas que haya en el área de influencia directa. Sin embargo no se ubicó ningún río principal dentro del área de influencia y el tipo de cimentación que se utilizará no es profundo (pilotes), por lo tanto no hay peligro de encontrarse con algún manto freático.

- Afectación del paisaje

El paisaje se verá afectado desde el inicio del proyecto, ya que se sustituirán áreas con vegetación por infraestructura urbana, cambiando su calidad visual y su valor interno ambiental.

- Pérdida de cobertura vegetal y hábitat de fauna

Actividades como la remoción de la vegetación existente, principalmente en el área donde se construirán los edificios, contribuye a la perturbación de la fauna.

- Generación de empleos

Entre los efectos que producirá el proyecto en el área de influencia, uno de los más relevantes corresponde a la generación de nuevos empleos, tanto directos como indirectos. Esto constituye un impacto positivo sobre la población local, ya que incidirá en la disminución de la tasa de desempleo actual. Este impacto por ser positivo no será evaluado.

3.11.2. Análisis de riesgo y planes de contingencia

El objetivo y la necesidad de evaluar el riesgo ambiental, surge de la importancia de proteger y mejorar el entorno ambiental humano. Los estudios de riesgo no tan solo deben comprender la evaluación de la probabilidad de que ocurran accidentes que involucren a los materiales peligrosos, sino también la determinación de las medidas para prevenirlos, así como un plan de emergencia interno.

3.11.2.1. Análisis de riesgo

Los riesgos que puede generar la construcción del proyecto, no se prevé que sean de gran magnitud, debido al tipo de proyecto, volumen y ubicación del mismo. Sin embargo, la ocurrencia de fenómenos naturales puede afectar el buen funcionamiento del mismo.

3.11.2.2. Plan de contingencia

Es el plan descriptivo de las medidas a tomar como respuesta a situaciones de emergencia derivadas del desarrollo de un proyecto o actividad. En términos generales deberá:

- Proporcionar los mecanismos necesarios para la toma de decisiones en caso de ocurrencia de eventos imprevistos.
- Disponer de una rápida y efectiva respuesta en el caso de que signifiquen un riesgo para la salud y el ambiente.

- Definir los recursos humanos, equipo y materiales necesarios para el control, recolección y disposición de las posibles sustancias o desechos provocados por el evento.

3.11.3. Plan de contingencia para el complejo educativo

Para reducir los impactos negativos que el proyecto pueda provocar al ambiente circundante, se deberán tomar las siguientes consideraciones:

- Proteger y circular el área de construcción del proyecto, de manera que se minimicen los efectos negativos sobre el área circundante.
- Disponer de un área o recipientes adecuados para almacenar los desechos sólidos o cualquier desperdicio generado por actividades de la construcción, para posteriormente ser trasladados a un depósito sanitario municipal.
- Evitar el derrame de cualquier líquido o sustancia nociva para la salud de los habitantes y el medio ambiente en general.
- Proteger las áreas verdes aledañas a los proyectos, a manera de conservar en su estado natural después de terminada la obra.
- Reforestar con una diversidad de vegetación las áreas destinadas para ser áreas verdes y de recreación.
- Señalizar adecuadamente el área circundante y de influencia del proyecto, desde el inicio de su construcción hasta su finalización para evitar posibles accidentes.

- El uso de maquinaria se restringe a horario diurno, y el movimiento de tierras se limita únicamente a realizarse en la estación seca.
- Capacitar al personal sobre el tema de seguridad industrial, haciendo énfasis en el uso de equipo de protección y el respeto a las normas de seguridad internas del proyecto.
- Rociar con agua los sectores de excavación, así como las vías no asfaltadas a ser transitadas por vehículos pesados, para minimizar el volumen de partículas suspendidas.
- Monitoreo y mantenimiento periódico de maquinaria y equipo, para minimizar la emisión de gases de combustión.

CONCLUSIONES

1. El Ejercicio Profesional Supervisado es un gran aporte a la formación profesional del estudiante, debido a que pone en práctica todos los conocimientos y habilidades adquiridas durante la formación académica. Demostrando que hay una gran diferencia al pasar de la teoría a la práctica, ya que con la experiencia que se adquiere después de diferentes situaciones que requirieron la toma inmediata y lógica de decisiones durante el proceso de diseño.
2. El diseño de la red de alcantarillado sanitario mejorará las condiciones sanitarias y urbanísticas de cada caserío, eliminando la contaminación producida por las aguas servidas descargadas a cielo abierto, siendo este el foco de muchas enfermedades gastrointestinales que afectan directamente sus habitantes.
3. Con la construcción del complejo educativo se elevará el nivel de educación de los niños y jóvenes del caserío Pacajay, así como el de las comunidades aledañas. También ofrecerá oficinas para que se puedan desempeñar las diferentes actividades de administración y coordinación del COCODE y de complejo educativo. Contribuye con el crecimiento social del caserío con un salón comunal que podrá ser usado, además de la población estudiantil, por todos los habitantes de la comunidad para desarrollar actividades de carácter social como festividades y capacitaciones. Por otro lado los locales comerciales serán fuente de ingresos para el auto sostenimiento del plantel educativo.

RECOMENDACIONES

A la Municipalidad de San Juan Sacatepéquez

1. Asignar un orden de prioridades a los proyectos planificados, para realizarlos en un marco real, donde se puedan conjugar las necesidades de cada comunidad con la factibilidad a corto plazo para su realización.
2. Que los materiales de construcción que se usarán en la ejecución de cada proyecto sean de buena calidad, respetando las especificaciones de los mismos establecidas en los planos.
3. Garantizar una supervisión técnica durante la ejecución de los proyectos, que debe estar a cargo de un profesional de la Ingeniería Civil, con el fin de optimizar los recursos y maximizar los beneficios de los proyectos.
4. Cumplir con un control de laboratorio, realizando muestreos periódicamente a probetas de concreto para garantizar la resistencia requerida, garantizando así la integridad estructural de los edificios a lo largo de su vida útil.
5. Realizar un estudio por un ingeniero sanitarista, para la implementación de un sistema de tratamiento de las aguas residuales recolectadas por el sistema de alcantarillado sanitario, para poder descargar las aguas tratadas con plena confianza al cuerpo receptor.

6. Concientizar a los habitantes de los diferentes caseríos para que no conecten las aguas de lluvia al sistema de alcantarillado sanitario, para que este funcione de acuerdo a su diseño.
7. Seleccionar y capacitar al personal encargado del mantenimiento preventivo de las estructuras, con el fin de garantizar el buen funcionamiento durante su vida útil.
8. Revisión de costos al momento de su ejecución.

BIBLIOGRAFÍA

1. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica. *Bases generales de diseño y construcción*. Colección NR-1. Guatemala: AGIES, 2002. 7 p.
2. _____. *Demandas estructurales, condiciones de sitio y niveles de protección*. Colección NR-2. Guatemala: AGIES, 2002. 33 p.
3. _____. *Diseño estructural de edificaciones*. Colección NR-3. Guatemala: AGIES, 2002. 70 p.
4. BAZAN, Enrique; MELI, Roberto. *Diseño sísmico de edificios*. México: Limusa, 1985. 317 p.
5. CARRERA RÍPIELE, Ricardo Antonio. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria* 2. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1989. 135 p.
6. CRESPO VILLALAZ, Carlos. *Mecánica de suelos y cimentaciones*. 5a ed. México: Limusa, 2004. 650 p.
7. DAS, Braja M. *Principios de ingeniería de cimentaciones*. 5a ed. México: Thomson, 2006. 742 p.

8. Instituto Americano del Concreto: Comité ACI 318. *Requisitos de reglamento para concreto estructural (ACI 318S-05) y Comentario (ACI 318SR-05)*, Estados Unidos de América: ACI, 2005. _ p.
9. Instituto de Fomento Municipal. *Normas generales para diseño de alcantarillados*. Guatemala: INFOM, 2001. 31 p.
10. International Conference of Building Officials. *Uniform Building Code: Structural engineering design provisions*. 8a ed. Estados Unidos: UBC, 1997. vol 2. 497 p.
11. Ministerio de Educación. *Criterios normativos para el diseño arquitectónico de centros educativos*. Guatemala: MINEDUC, 2007. 157 p.
12. NILSON, Arthur H; WINTER, George. *Diseño de estructuras de concreto*. 11a ed. México: Encuadernación Técnica, 1997. 770 p.
13. Organización Panamericana de la Salud. *Fundamentos para la mitigación de desastres en establecimientos de salud*. Estados Unidos de América: OPS, 2000. 130 p.
14. PAREDES RUIZ, Paola Anaitee. *Guía teórica y práctica del curso de diseño estructural*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1996. 136 p.

15. SIC GARCÍA, Ángel Roberto. *Guía teórica y práctica del curso de concreto armado 2*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1988. 326 p.

APÉNDICE A

**Memoria de cálculo de los sistemas de alcantarillado sanitario de los caseríos
Cruz Verde, sector 3 y Ajvíx, sector 2.**

Memoria de cálculo, caserío Cruz Verde sector 3

DE		A		COTAS DE TERRENO		DH	St	VIVIENDA		POBLACION		f qm
PV	PV	INICIAL	FINAL	[m]	[M]			LOCAL	ACUMULADA	ACTUAL	ACUMULADA	[/a/hab]
0	1	1000,000	1000,095	17,890	-0,53%			1	1	7	19	0,0020
1	2	1000,095	986,870	92,470	14,30%			5	6	42	114	0,0020
2	3	986,870	977,296	49,500	19,34%			2	8	56	151	0,0020
3	4	977,296	974,380	39,280	7,42%			1	9	63	170	0,0020
4	5	974,380	975,214	35,660	-2,34%			3	12	84	227	0,0020
5	6	975,214	970,770	72,360	6,14%			7	19	133	359	0,0020
6C1	6C	984,191	983,970	24,590	0,90%			1	1	7	18	0,0020
6C	6B	983,970	981,843	26,020	8,17%			2	3	21	57	0,0020
6B1	6B	983,327	981,843	37,910	3,91%			3	3	21	57	0,0020
6B	6A	981,843	977,646	29,130	14,41%			2	8	56	151	0,0020
6A	6	977,646	970,778	30,600	22,44%			2	10	70	189	0,0020
6	7	970,778	967,315	64,900	5,34%			7	36	252	679	0,0020
7	8	967,315	967,870	92,330	-0,60%			6	42	294	792	0,0020
10	9	978,470	976,240	30,320	7,35%			3	3	21	57	0,0020
9	8	976,240	967,870	78,527	10,66%			2	5	35	95	0,0020
10	11	978,473	978,413	16,820	0,36%			2	2	14	38	0,0020
11	12	978,413	978,430	72,970	-0,02%			2	4	28	76	0,0020
12	13	978,430	977,101	16,860	7,88%			0	4	28	76	0,0020
13F	13G	1028,410	1025,120	31,700	10,38%			1	1	7	19	0,0020
13G	13H	1025,120	1016,037	49,430	18,38%			2	3	21	57	0,0020
13H	13I	1016,037	1000,562	81,900	18,89%			2	5	35	95	0,0020
13I	13J	1000,562	991,975	49,400	17,38%			1	6	42	114	0,0020
13J	13	991,975	977,101	64,530	23,05%			0	6	42	114	0,0020
13	14	977,101	970,464	39,510	16,80%			0	10	70	189	0,0020
14	15	970,464	967,224	43,630	7,43%			0	10	70	189	0,0020
15	16	967,224	959,303	61,620	12,85%			5	15	105	283	0,0020
16	45	959,303	956,060	54,769	5,92%			11	26	182	491	0,0020
45	44	956,060	956,479	54,350	-0,77%			4	30	210	566	0,0020
44	43	956,479	946,330	87,630	11,58%			0	30	210	566	0,0020
22D	43D	950,998	951,685	92,270	-0,74%			4	4	28	76	0,0020
43D	43C	951,685	951,438	44,540	0,55%			3	7	49	132	0,0020
43C	43B	951,438	950,850	41,380	1,18%			1	8	56	151	0,0020
43B	43A	950,850	949,616	75,300	1,77%			0	8	56	151	0,0020
43A	43	949,616	946,333	43,950	7,47%			0	8	56	151	0,0020
43	42	946,333	942,561	41,580	9,07%			1	39	273	736	0,0020
42	41	942,561	940,133	77,680	3,13%			4	43	301	811	0,0020
43C	41H	951,438	942,790	57,940	14,93%			8	8	56	151	0,0020
41H	41F	942,790	940,856	32,800	5,90%			5	13	91	246	0,0020
41G	41F	939,214	940,856	58,350	-2,81%			10	10	70	189	0,0020
41F	41D	940,856	940,606	35,950	0,70%			3	26	182	491	0,0020
41E	41D	939,206	940,606	29,110	-4,81%			3	3	21	57	0,0020
41D	41B	940,606	940,953	13,300	-2,61%			0	29	203	547	0,0020
41C	41B	943,787	940,953	45,470	6,23%			3	3	21	57	0,0020
41B	41A	940,953	940,638	38,590	0,82%			2	34	238	641	0,0020
41A	41	940,638	940,133	48,500	1,04%			8	42	294	792	0,0020
41	40	940,133	938,769	43,390	3,14%			8	93	651	1754	0,0020
40	39	938,769	937,288	52,930	2,80%			7	100	700	1885	0,0020
39D	39C	939,434	940,287	26,930	-3,17%			3	3	21	57	0,0020
39C	39B	940,287	943,863	51,000	-7,01%			5	8	56	151	0,0020
39B	39A	943,863	942,871	26,840	3,70%			2	10	70	189	0,0020
39A	39	942,871	937,288	53,670	10,30%			3	13	91	246	0,0020
39	38	937,288	936,978	7,560	4,10%			0	113	791	2131	0,0020
38A	38	936,000	936,978	72,950	-1,34%			5	5	35	95	0,0020
38	37	936,978	934,995	43,700	4,54%			10	128	896	2413	0,0020
37A	37	934,821	934,995	71,510	-0,24%			5	5	35	95	0,0020
37	36	934,995	934,785	3,98	5,28%			0	133	931	2508	0,002
36B	36A	933,632	937,335	60,1	-5,83%			8	8	56	151	0,002
36A	36	937,335	934,785	62,76	4,06%			8	16	112	302	0,002
36	35	934,785	933,531	33,97	3,69%			9	158	1106	2979	0,002
35A	35	934,44	933,53	44,65	2,04%			9	9	63	170	0,002
35	34	933,531	932,625	43	2,11%			9	176	1232	3318	0,002
34A	34	932,998	932,625	54,9	0,68%			7	7	49	132	0,002
34	30	932,625	931,548	52,89	2,04%			12	489	3423	9218	0,002
30A	30	933,524	931,548	67,82	2,91%			4	4	28	76	0,002
30	31	931,548	930,98	36,07	1,57%			6	499	3493	9407	0,002
31	32	930,98	930,08	43,72	2,06%			4	503	3521	9482	0,002
32C	32B	945,2	945,25	68,57	-0,07%			0	0	0	0	0,002
32B	32A	945,25	933,602	63,55	18,33%			3	3	21	57	0,002
32A	32	933,602	930,08	65,6	5,37%			4	7	49	132	0,002
32	33	930,08	928,46	40,09	4,04%			6	516	3612	9727	0,002
33	33A	928,46	926,326	45,03	4,74%			2	518	3626	9765	0,002
33A	33B	926,326	920,42	46,28	12,76%			1	519	3633	9784	0,002
33C	33B	917,957	920,42	38,97	-6,32%			2	2	14	38	0,002

Continuación.

FACTOR DE FLUJO		q [l/s]		φ	s	SECCION LLENA		RELACION q/Q	
ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	[p/g]	[%]	V [m/s]	Q [l/s]	ACTUAL	FUTURO
4,4283	4,3834	0,4000	0,4000	6	2,20%	1,679	30,627	0,0131	0,0131
4,3294	4,2276	0,4000	0,9639	6	13,85%	4,229	77,142	0,0052	0,0125
4,3045	4,1901	0,4821	1,2654	6	19,76%	5,033	81,808	0,0053	0,0138
4,2933	4,1729	0,5410	1,4188	6	7,58%	3,117	56,858	0,0085	0,0250
4,2635	4,1275	0,7163	1,8739	6	1,37%	1,325	24,170	0,0296	0,0775
4,2078	4,0440	1,1192	2,9036	6	4,33%	2,356	42,976	0,0260	0,0676
4,4283	4,3834	0,4000	0,4000	6	2,20%	1,879	30,627	0,0131	0,0131
4,3776	4,3029	0,4000	0,4905	6	7,27%	3,053	55,690	0,0072	0,0088
4,3776	4,3029	0,4000	0,4905	6	4,04%	2,276	41,517	0,0096	0,0118
4,3045	4,1901	0,4821	1,2654	6	14,92%	4,373	79,769	0,0060	0,0159
4,2829	4,1569	0,5996	1,5713	6	23,25%	5,459	99,579	0,0060	0,0158
4,1097	3,9022	2,0713	5,2991	6	5,37%	2,624	47,865	0,0433	0,1107
4,0622	3,8630	2,4003	6,1190	6	0,50%	0,801	14,611	0,1643	0,4188
4,3776	4,3029	0,4000	0,4905	6	7,66%	3,134	57,168	0,0070	0,0088
4,3438	4,2496	0,4000	0,8074	6	10,78%	3,717	67,803	0,0059	0,0119
4,3994	4,3374	0,4000	0,4000	6	0,38%	0,688	12,732	0,0314	0,0314
4,3595	4,2743	0,4000	0,6497	6	1,50%	1,387	25,301	0,0158	0,0257
4,3595	4,2743	0,4000	0,6497	6	2,20%	1,679	30,627	0,0131	0,0212
4,4283	4,3834	0,4000	0,4000	9	10,78%	3,719	67,839	0,0059	0,0059
4,3778	4,3029	0,4000	0,4905	6	18,77%	4,905	89,473	0,0045	0,0055
4,3436	4,2496	0,4000	0,8074	6	19,14%	4,853	90,349	0,0044	0,0089
4,3294	4,2276	0,4000	0,9639	6	17,75%	4,770	87,011	0,0046	0,0111
4,3294	4,2276	0,4000	0,9639	6	23,44%	5,482	99,998	0,0040	0,0096
4,2829	4,1569	0,5996	1,5713	6	15,49%	4,456	81,283	0,0074	0,0193
4,2829	4,1569	0,5996	1,5713	6	6,40%	2,864	52,243	0,0115	0,0301
4,2377	4,0892	0,8899	2,3145	6	11,40%	3,823	69,736	0,0128	0,0332
4,1627	3,9783	1,5152	3,9067	6	6,00%	2,773	50,583	0,0300	0,0772
4,1402	3,9459	1,7389	4,4668	6	0,86%	0,920	16,782	0,1038	0,2882
4,1402	3,9459	1,7389	4,4668	6	10,78%	3,717	67,803	0,0256	0,0659
4,3595	4,2743	0,4000	0,6497	6	2,20%	1,679	30,627	0,0131	0,0212
4,3165	4,2088	0,4230	1,1111	6	2,20%	1,679	30,627	0,0138	0,0363
4,3045	4,1901	0,4821	1,2654	6	1,91%	1,565	28,547	0,0169	0,0443
4,3045	4,1901	0,4821	1,2654	6	1,91%	1,565	28,547	0,0169	0,0443
4,3045	4,1901	0,4821	1,2654	6	1,91%	1,565	28,547	0,0169	0,0443
4,0956	3,8819	2,2362	5,7142	6	5,77%	2,720	49,616	0,0451	0,1152
4,0779	3,8568	2,4549	6,2558	6	3,14%	2,006	36,592	0,0671	0,1710
4,3045	4,1901	0,4821	1,2654	6	15,24%	4,420	80,626	0,0060	0,0157
4,2546	4,1139	0,7743	2,0240	6	6,03%	2,780	50,711	0,0153	0,0399
4,2829	4,1569	0,5996	1,5713	6	1,62%	1,441	26,286	0,0228	0,0598
4,1627	3,9783	1,5152	3,9067	6	0,74%	0,974	17,767	0,0853	0,2199
4,3776	4,3029	0,4000	0,4905	6	2,20%	1,679	30,627	0,0131	0,0160
4,1457	3,9538	1,6831	4,3255	6	0,67%	0,927	16,910	0,0985	0,2556
4,3776	4,3029	0,4000	0,4905	6	6,40%	2,864	52,243	0,0077	0,0094
4,1195	3,9163	1,9609	5,0207	6	0,60%	0,877	15,998	0,1226	0,3138
4,0822	3,9630	2,4003	6,1190	6	0,50%	0,801	14,611	0,1643	0,4188
3,9125	3,6284	5,0941	12,7320	8	0,30%	0,751	24,354	0,2092	0,5228
3,8946	3,6056	5,4524	13,5933	8	0,30%	0,751	24,354	0,2239	0,5582
4,3776	4,3029	0,4000	0,4905	6	2,20%	1,679	30,627	0,0131	0,0160
4,3045	4,1901	0,4821	1,2654	6	2,00%	1,801	29,204	0,0165	0,0433
4,2829	4,1569	0,5996	1,5713	6	1,65%	1,454	26,523	0,0226	0,0592
4,2546	4,1139	0,7743	2,0240	6	1,30%	1,291	23,549	0,0329	0,0859
3,8634	3,5642	6,1118	15,1906	8	0,28%	0,726	23,543	0,2596	0,6452
4,3438	4,2496	0,4000	0,8074	6	2,20%	1,679	30,627	0,0131	0,0264
3,8302	3,5210	6,8636	16,9923	8	0,24%	0,672	21,792	0,3150	0,7797
4,3436	4,2496	0,4000	0,8074	6	2,30%	1,717	31,320	0,0128	0,0258
3,8188	3,50731	7,1125	17,9927	8	0,25%	0,686	22,246	0,3197	0,7908
4,3045	4,19009	0,4821	1,2654	6	2,00%	1,801	29,204	0,0165	0,0433
4,22978	4,07723	0,9475	2,4626	6	1,10%	1,187	21,652	0,0438	0,1137
3,77136	3,445	8,3422	20,5253	8	0,22%	0,643	20,852	0,4001	0,8843
4,29334	4,17294	0,541	1,4188	6	2,08%	1,637	29,861	0,0181	0,0475
3,73975	3,40488	9,2147	22,5947	8	0,35%	0,811	26,3	0,3504	0,8591
4,31647	4,20857	0,423	1,1111	6	2,12%	1,649	30,08	0,0141	0,0369
3,93111	2,88973	23,2292	55,1187	8	1,95%	1,815	62,101	0,3741	0,8876
4,35946	4,27433	0,4	0,6497	6	2,96%	1,948	35,534	0,0113	0,0183
3,38543	2,98102	23,6506	56,0849	8	1,95%	1,815	62,101	0,3808	0,9031
3,3824	2,9776	23,8189	56,4672	8	2,00%	1,84	62,912	0,3786	0,8976
4,5	4,5	0,4	0,4	6	2,20%	1,679	30,627	0,0131	0,0131
4,37763	4,30286	0,4	0,4905	6	16,18%	4,554	83,07	0,0048	0,0056
4,31647	4,20857	0,423	1,1111	6	5,42%	2,636	48,084	0,0088	0,0231
3,37287	2,96682	24,3642	57,7126	8	2,05%	1,864	63,69	0,3825	0,9061
3,37119	2,96494	24,4479	57,8053	8	2,10%	1,888	64,468	0,3792	0,8982
3,37045	2,9641	24,4897	58,0015	8	4,17%	2,801	80,833	0,2696	0,6386
4,39944	4,33736	0,4	0,4	6	2,30%	1,717	31,32	0,0128	0,0128

Continuación.

RELACION d#B		RELACION v#V		v [m/s]		COTAS INVERT		ALTURA DE POZO [m]	
ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	CIS	CIE	INICIAL	FINAL
0,0825	0,0825	0,3550	0,3550	0,596	0,596	998,60	988,23	1,40	1,86
0,0525	0,0800	0,2640	0,3480	1,116	1,472	988,20	985,47	1,89	1,40
0,0525	0,0825	0,2640	0,3550	1,328	1,787	985,44	975,90	1,43	1,40
0,0700	0,1100	0,3200	0,4260	0,997	1,328	975,87	972,88	1,43	1,40
0,1200	0,1900	0,4500	0,5960	0,596	0,790	972,85	972,48	1,43	2,74
0,1125	0,1900	0,4320	0,5770	1,018	1,359	972,45	969,37	2,77	1,40
0,0825	0,0825	0,3550	0,3550	0,596	0,596	982,79	982,28	1,40	1,69
0,0625	0,0675	0,2970	0,3120	0,907	0,953	982,25	980,44	1,72	1,40
0,0700	0,0775	0,3200	0,3410	0,728	0,776	981,93	980,44	1,40	1,40
0,0575	0,0900	0,2810	0,3750	1,229	1,640	980,41	976,24	1,43	1,40
0,0575	0,0900	0,2810	0,3750	1,534	2,047	976,21	969,38	1,43	1,40
0,1425	0,2250	0,5010	0,6590	1,315	1,729	969,34	965,92	1,44	1,40
0,2800	0,4600	0,7470	0,9640	0,598	0,772	965,89	965,43	1,43	2,44
0,0600	0,0675	0,2890	0,3120	0,906	0,978	977,07	974,84	1,40	1,40
0,0575	0,0775	0,2810	0,3410	1,044	1,267	974,81	968,47	1,43	1,40
0,1225	0,1225	0,4560	0,4560	0,318	0,318	977,07	977,01	1,40	1,40
0,0900	0,1125	0,3750	0,4320	0,520	0,599	976,98	975,91	1,43	2,52
0,0825	0,1025	0,3550	0,4080	0,596	0,685	975,88	975,53	2,55	1,57
0,0575	0,0575	0,2810	0,2810	1,045	1,045	1027,01	1023,72	1,40	1,40
0,0500	0,0550	0,2560	0,2730	1,256	1,339	1023,69	1014,84	1,43	1,40
0,0500	0,0675	0,2560	0,3120	1,268	1,545	1014,61	999,16	1,43	1,40
0,0500	0,0750	0,2560	0,3340	1,221	1,593	999,13	990,57	1,43	1,40
0,0475	0,0700	0,2480	0,3200	1,360	1,754	990,54	975,70	1,43	1,40
0,0625	0,0975	0,2970	0,3930	1,323	1,751	975,00	969,07	2,10	1,40
0,0775	0,1200	0,3410	0,4500	0,977	1,289	968,54	965,82	1,82	1,40
0,0800	0,1250	0,3480	0,4630	1,330	1,770	964,79	957,90	2,43	1,40
0,1200	0,1900	0,4500	0,5960	1,248	1,653	957,87	954,66	1,43	1,40
0,2200	0,3600	0,6510	0,8560	0,599	0,788	954,63	954,28	1,43	2,20
0,1125	0,1750	0,4320	0,5680	1,806	2,111	954,25	944,93	2,23	1,40
0,0825	0,1025	0,3550	0,4080	0,596	0,685	949,60	947,59	1,40	4,09
0,0825	0,1325	0,3550	0,4790	0,596	0,804	947,56	946,61	4,12	4,83
0,0925	0,1450	0,3810	0,5070	0,596	0,793	946,58	945,81	4,88	5,14
0,0925	0,1450	0,3810	0,5070	0,598	0,793	945,78	944,37	5,17	5,25
0,0925	0,1450	0,3810	0,5070	0,596	0,793	944,34	943,52	5,28	2,81
0,1450	0,2300	0,5070	0,6690	1,379	1,620	943,49	941,16	2,84	1,40
0,1800	0,2600	0,5770	0,7470	1,157	1,498	941,13	938,73	1,43	1,40
0,0575	0,0675	0,2810	0,3680	1,242	1,627	950,04	941,39	1,40	1,40
0,0675	0,1375	0,3680	0,4900	1,023	1,362	941,36	939,46	1,43	1,40
0,1050	0,1700	0,4140	0,5600	0,597	0,807	937,81	936,89	1,40	3,87
0,2000	0,3200	0,6150	0,8040	0,599	0,783	936,86	936,60	4,00	4,00
0,0825	0,0900	0,3550	0,3750	0,596	0,630	937,81	937,19	1,40	3,41
0,2150	0,3500	0,6440	0,8430	0,597	0,781	936,57	936,49	4,03	4,46
0,0625	0,0700	0,2970	0,3200	0,851	0,918	942,39	939,55	1,40	1,40
0,2400	0,3900	0,6840	0,8910	0,600	0,781	936,46	936,24	4,49	4,40
0,2800	0,4600	0,7470	0,9640	0,598	0,772	936,21	935,97	4,43	4,16
0,3200	0,5200	0,8040	1,0160	0,604	0,783	935,82	935,79	4,21	2,88
0,3300	0,5400	0,8170	1,0290	0,614	0,773	935,76	935,61	3,01	1,68
0,0825	0,0900	0,3550	0,3750	0,596	0,630	938,03	937,47	1,40	2,82
0,0900	0,1425	0,3750	0,5010	0,800	0,802	937,44	936,44	2,85	7,42
0,1050	0,1700	0,4140	0,5600	0,602	0,814	936,41	935,99	7,45	6,88
0,1250	0,2000	0,4630	0,6150	0,598	0,794	935,96	935,28	6,86	2,01
0,3500	0,5900	0,8430	1,0660	0,612	0,774	935,23	935,21	2,06	1,77
0,0825	0,1125	0,3550	0,4320	0,596	0,725	934,60	933,02	1,40	3,96
0,3900	0,6700	0,8910	1,1080	0,599	0,745	932,97	932,87	4,01	2,13
0,0800	0,1125	0,3480	0,4320	0,598	0,742	933,42	931,80	1,40	3,19
0,3900	0,6800	0,8910	1,1120	0,611	0,763	931,75	931,75	3,24	3,04
0,0900	0,1425	0,3750	0,5010	0,600	0,802	932,43	931,25	1,40	6,08
0,1450	0,2300	0,5070	0,6690	0,602	0,794	931,22	930,55	6,11	4,24
0,4500	0,8000	0,9550	1,1400	0,614	0,733	930,50	930,42	4,29	3,11
0,0850	0,1500	0,3880	0,5170	0,635	0,846	933,04	932,13	1,40	1,40
0,4100	0,7200	0,9130	1,1260	0,740	0,813	930,39	930,25	3,14	2,38
0,0850	0,1325	0,3610	0,4790	0,595	0,790	931,50	930,46	1,40	2,17
0,4300	0,7400	0,9340	1,1320	1,789	2,168	927,06	926,05	5,57	5,50
0,0750	0,0950	0,3340	0,3680	0,651	0,756	932,12	930,15	1,40	1,40
0,4300	0,7500	0,9340	1,1340	1,789	2,172	926,02	925,34	5,53	5,64
0,4300	0,7500	0,9340	1,1340	1,812	2,200	925,31	924,46	5,67	5,62
0,0625	0,0825	0,3550	0,3550	0,598	0,596	943,80	942,32	1,40	2,93
0,0525	0,0575	0,2640	0,2810	1,202	1,280	942,29	932,20	2,96	1,40
0,0675	0,1050	0,3120	0,4140	0,822	1,091	932,17	928,88	1,43	1,40
0,4400	0,7500	0,9430	1,1340	1,852	2,227	924,43	923,63	5,65	4,63
0,4300	0,7500	0,9340	1,1340	1,857	2,254	923,60	922,68	4,86	3,84
0,3600	0,5900	0,8550	1,0680	2,398	2,986	920,90	919,02	5,43	1,40
0,0800	0,0800	0,3480	0,3480	0,598	0,598	916,55	915,88	1,40	4,73

Fuente: elaboración propia.

Memoria de cálculo, caserío Ajvix sector 2

DE	A	COTAS DE TERRENO		DH	St	VIVIENDA		POBLACION		f qm
		PV	PV			INICIAL	FINAL	[m]	[%]	
435C	201	952,920	951,742	30,310	3,89%	2	2	14	38	0,0020
201	202	951,742	950,010	20,000	8,66%	1	3	21	57	0,0020
202	203	950,010	949,194	23,400	3,49%	4	7	49	132	0,0020
203	204	949,194	949,018	63,200	0,26%	7	14	98	264	0,0020
204	205	949,018	942,520	47,190	13,77%	4	18	126	340	0,0020
205	206	942,520	938,241	30,890	13,85%	4	22	154	415	0,0020
206	207	938,241	932,680	25,000	22,24%	0	22	154	415	0,0020
207	208	932,680	924,471	44,260	18,55%	5	27	189	509	0,0020
208	209	924,471	921,508	25,000	11,85%	2	29	203	547	0,0020
209	210	921,508	920,589	22,850	4,02%	2	31	217	585	0,0020
211	212	929,729	924,934	43,930	10,92%	5	5	35	95	0,0020
212	213	924,934	920,907	34,680	11,61%	4	9	63	170	0,0020
213	210	920,907	920,589	20,000	1,59%	1	10	70	189	0,0020
210	214	920,589	915,609	32,060	15,53%	2	43	301	811	0,0020
214	215	915,609	909,560	43,450	13,92%	1	44	308	830	0,0020
215	216	909,560	904,871	25,090	18,69%	1	45	315	849	0,0020
216	217	904,871	900,133	20,630	22,97%	1	46	322	868	0,0020
217	218	900,133	899,527	29,940	2,02%	1	47	329	886	0,0020
218	219	899,527	894,911	21,960	21,02%	0	47	329	886	0,0020
219	220	894,911	891,107	25,510	14,91%	1	48	336	905	0,0020
220	221	891,107	887,514	18,530	19,39%	1	49	343	924	0,0020
221	222	887,514	884,441	18,320	16,77%	1	50	350	943	0,0020
222	223	884,441	874,428	42,050	23,81%	1	51	357	962	0,0020
223	224	874,428	868,305	47,170	17,22%	2	53	371	1000	0,0020
224	225	868,305	862,461	15,940	24,12%	0	53	371	1000	0,0020
225	226	862,461	855,322	30,620	23,31%	3	56	392	1056	0,0020
226	227	855,322	854,374	17,150	5,53%	0	56	392	1056	0,0020
227	228	854,374	851,621	28,470	9,67%	0	56	392	1056	0,0020
228	229	851,621	846,631	39,200	12,73%	0	56	392	1056	0,0020
229	230	846,631	845,711	16,580	5,55%	0	56	392	1056	0,0020
230	231	845,711	846,224	31,300	-1,64%	0	56	392	1056	0,0020
231	232	846,224	842,739	30,430	11,45%	0	56	392	1056	0,0020
232	233	842,739	840,314	20,000	12,13%	0	56	392	1056	0,0020
233	234	840,314	839,638	29,800	2,27%	0	56	392	1056	0,0020
234	235	839,638	836,301	51,300	6,50%	0	56	392	1056	0,0020
235	236	836,301	830,542	22,100	26,06%	0	56	392	1056	0,0020
236	237	830,542	825,878	33,370	13,98%	0	56	392	1056	0,0020
237	238	825,878	827,168	28,580	-4,51%	0	56	392	1056	0,0020
238	239	827,168	829,736	47,890	-5,36%	1	57	399	1075	0,0020
239	240	829,736	828,029	34,660	4,92%	1	58	406	1094	0,0020
240	241	828,029	828,897	19,570	-4,44%	1	59	413	1113	0,0020
241	242	828,897	825,384	21,130	16,63%	1	60	420	1131	0,0020
242	243	825,384	822,258	23,560	13,27%	1	61	427	1150	0,0020
243	244	822,258	813,085	35,490	25,85%	2	63	441	1188	0,0020
244	245	813,085	803,465	48,050	20,02%	0	63	441	1188	0,0020
245	246	803,465	798,730	17,600	26,90%	2	65	455	1226	0,0020
246	247	798,730	792,289	30,000	21,47%	0	65	455	1226	0,0020
247	248	792,289	791,494	12,250	6,49%	0	65	455	1226	0,0020
248	249	791,494	789,872	43,490	3,73%	0	65	455	1226	0,0020
249	250	789,872	788,836	8,090	12,81%	4	69	483	1301	0,0020
250	251	788,836	782,915	25,000	23,68%	0	69	483	1301	0,0020
251	252	782,915	776,622	26,340	23,89%	0	69	483	1301	0,0020
252	253	776,622	775,448	10,150	11,57%	0	69	483	1301	0,0020
253	254	775,448	769,378	6,000	101,17%	0	69	483	1301	0,0020
254	255	769,378	763,777	5,640	99,31%	0	69	483	1301	0,0020
255	256	763,777	764,586	10,700	-7,56%	0	69	483	1301	0,0020
256	257	764,586	760,010	10,495	43,60%	0	69	483	1301	0,0020
257	258	760,010	755,435	10,495	43,59%	0	69	483	1301	0,0020
258	259	755,435	754,719	9,020	7,94%	0	69	483	1301	0,0020
259	260	754,719	750,411	13,920	30,95%	0	69	483	1301	0,0020

Continuación.

FACTOR DE FLUJO		q [l/s]		φ	s	SECCION LLENA		RELACION q/Q	
ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	[p/g]	[%]	V [m/s]	Q [l/s]	ACTUAL	FUTURO
4,3994	4,3374	0,4000	0,4000	6	4,05%	2,279	41,572	0,0096	0,0096
4,3776	4,3029	0,4000	0,4905	6	9,05%	3,406	62,130	0,0064	0,0079
4,3165	4,2086	0,4230	1,1111	6	3,54%	2,130	38,854	0,0109	0,0286
4,2460	4,1016	0,8322	2,1656	6	1,26%	1,271	23,185	0,0359	0,0934
4,2147	4,0547	1,0621	2,7572	6	12,68%	4,032	73,549	0,0144	0,0375
4,1873	4,0145	1,2897	3,3320	6	10,37%	3,646	66,507	0,0194	0,0501
4,1873	4,0145	1,2897	3,3320	6	23,24%	5,458	99,560	0,0130	0,0335
4,1569	3,9702	1,5713	4,0417	6	18,99%	4,934	90,002	0,0175	0,0449
4,1457	3,9538	1,6831	4,3255	6	11,06%	3,765	68,678	0,0245	0,0630
4,1349	3,9382	1,7946	4,6077	6	4,11%	2,295	41,864	0,0429	0,1101
4,3436	4,2496	0,4000	0,8074	6	11,22%	3,793	69,189	0,0058	0,0117
4,2933	4,1729	0,5410	1,4188	6	11,94%	3,912	71,360	0,0076	0,0199
4,2829	4,1569	0,5996	1,5713	6	1,64%	1,450	26,450	0,0227	0,0594
4,0779	3,8568	2,4549	6,2558	6	10,95%	3,747	68,350	0,0359	0,0915
4,0736	3,8507	2,5093	6,3922	6	14,25%	4,274	77,963	0,0322	0,0820
4,0693	3,8447	2,5637	6,5283	6	17,53%	4,741	86,482	0,0296	0,0755
4,0652	3,8388	2,6180	6,6642	6	21,04%	5,193	94,727	0,0276	0,0704
4,0611	3,8333	2,6722	6,7926	6	2,00%	1,601	29,204	0,0815	0,2326
4,0611	3,8333	2,6722	6,7926	6	20,31%	5,103	93,085	0,0287	0,0730
4,0570	3,8275	2,7263	6,9278	6	11,12%	3,776	68,879	0,0396	0,1006
4,0530	3,8219	2,7804	7,0628	6	19,58%	5,010	91,388	0,0304	0,0773
4,0490	3,8163	2,8343	7,1975	6	17,77%	4,773	87,065	0,0326	0,0827
4,0451	3,8108	2,8882	7,3319	6	19,13%	4,952	90,330	0,0320	0,0812
4,0375	3,8000	2,9958	7,6000	6	15,93%	4,519	82,432	0,0363	0,0922
4,0375	3,8000	2,9958	7,6000	6	18,55%	4,876	88,944	0,0337	0,0854
4,0263	3,7846	3,1566	7,9931	6	17,47%	4,732	86,317	0,0366	0,0926
4,0263	3,7846	3,1566	7,9931	6	5,75%	2,715	49,525	0,0637	0,1614
4,0263	3,7846	3,1566	7,9931	6	6,06%	2,787	50,838	0,0621	0,1572
4,0263	3,7846	3,1566	7,9931	6	8,39%	3,280	59,831	0,0528	0,1336
4,0263	3,7846	3,1566	7,9931	6	5,80%	2,727	49,744	0,0635	0,1607
4,0263	3,7846	3,1566	7,9931	6	0,41%	0,725	13,225	0,2387	0,6044
4,0263	3,7846	3,1566	7,9931	6	9,54%	3,497	63,789	0,0495	0,1253
4,0263	3,7846	3,1566	7,9931	6	12,74%	4,041	73,713	0,0428	0,1084
4,0263	3,7846	3,1566	7,9931	6	2,26%	1,702	31,047	0,1017	0,2575
4,0263	3,7846	3,1566	7,9931	6	6,60%	2,909	53,064	0,0595	0,1506
4,0263	3,7846	3,1566	7,9931	6	17,51%	4,738	86,427	0,0365	0,0925
4,0263	3,7846	3,1566	7,9931	6	8,90%	3,378	61,619	0,0512	0,1297
4,0263	3,7846	3,1566	7,9931	6	0,41%	0,725	13,225	0,2387	0,6044
4,0227	3,7795	3,2101	8,1260	6	0,41%	0,725	13,225	0,2427	0,6144
4,0191	3,7745	3,2635	8,2596	6	0,41%	0,725	13,225	0,2468	0,6245
4,0155	3,7695	3,3168	8,3910	6	0,40%	0,716	13,061	0,2539	0,6424
4,0120	3,7649	3,3701	8,5162	6	0,40%	0,716	13,061	0,2580	0,6520
4,0085	3,7601	3,4233	8,6481	6	12,73%	4,040	73,694	0,0465	0,1174
4,0017	3,7505	3,5295	8,9112	6	16,14%	4,549	82,979	0,0425	0,1074
4,0017	3,7505	3,5295	8,9112	6	16,12%	4,546	82,924	0,0426	0,1075
3,9950	3,7412	3,6354	9,1734	6	15,64%	4,478	81,684	0,0445	0,1123
3,9950	3,7412	3,6354	9,1734	6	15,66%	4,481	81,739	0,0445	0,1122
3,9950	3,7412	3,6354	9,1734	6	6,93%	2,981	54,377	0,0669	0,1687
3,9950	3,7412	3,6354	9,1734	6	3,77%	2,198	40,094	0,0907	0,2288
3,9819	3,7234	3,8465	9,6883	6	14,57%	4,322	78,838	0,0488	0,1229
3,9819	3,7234	3,8465	9,6883	6	14,96%	4,379	79,878	0,0482	0,1213
3,9819	3,7234	3,8465	9,6883	6	14,97%	4,381	79,915	0,0481	0,1212
3,9819	3,7234	3,8465	9,6883	6	12,78%	4,048	73,840	0,0521	0,1312
3,9819	3,7234	3,8465	9,6883	6	14,79%	4,354	79,422	0,0484	0,1220
3,9819	3,7234	3,8465	9,6883	6	14,89%	4,369	79,696	0,0483	0,1216
3,9819	3,7234	3,8465	9,6883	6	0,36%	0,679	12,386	0,3106	0,7822
3,9819	3,7234	3,8465	9,6883	6	14,91%	4,372	79,751	0,0482	0,1215
3,9819	3,7234	3,8465	9,6883	6	14,90%	4,370	79,714	0,0483	0,1215
3,9819	3,7234	3,8465	9,6883	6	8,77%	3,353	61,163	0,0629	0,1584
3,9819	3,7234	3,8465	9,6883	6	15,00%	4,385	79,988	0,0481	0,1211

Continuación.

RELACION d/φ		RELACION v/v		v [m/s]		COTAS INVERT		ALTURA DE POZO [m]	
ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	CIS	CIE	INICIAL	FINAL
0,0700	0,0700	0,3200	0,3200	0,729	0,729	951,52	950,34	1,40	1,40
0,0575	0,0650	0,2810	0,3050	0,957	1,039	850,31	948,61	1,43	1,40
0,0750	0,1175	0,3340	0,4440	0,711	0,946	948,58	947,79	1,43	1,40
0,1300	0,2100	0,4730	0,6330	0,601	0,805	947,76	946,98	1,43	2,04
0,0850	0,1325	0,3610	0,4780	1,456	1,831	946,95	941,12	2,07	1,40
0,0975	0,1525	0,3930	0,5220	1,433	1,903	939,92	936,84	2,60	1,40
0,0800	0,1275	0,3480	0,4680	1,899	2,554	936,81	931,28	1,43	1,40
0,0925	0,1450	0,3810	0,5070	1,880	2,502	931,25	923,07	1,43	1,40
0,1100	0,1700	0,4260	0,5600	1,604	2,108	922,74	920,11	1,73	1,40
0,1425	0,2250	0,5010	0,6590	1,150	1,512	920,08	919,19	1,43	1,40
0,0550	0,0775	0,2730	0,3410	1,035	1,293	926,33	923,53	1,40	1,40
0,0625	0,1000	0,2970	0,4910	1,162	1,569	923,50	919,51	1,43	1,40
0,1050	0,1700	0,4140	0,5600	0,600	0,812	919,48	919,17	1,43	1,42
0,1300	0,2100	0,4730	0,6330	1,772	2,372	917,59	914,21	3,00	1,40
0,1250	0,1950	0,4630	0,6050	1,979	2,586	914,18	908,16	1,43	1,40
0,1200	0,1900	0,4500	0,5960	2,133	2,826	907,66	903,47	1,90	1,40
0,1150	0,1800	0,4380	0,5770	2,280	2,896	902,82	898,73	2,05	1,40
0,2100	0,3300	0,6330	0,8170	1,013	1,308	898,70	898,13	1,43	1,40
0,1175	0,1850	0,4440	0,5870	2,266	2,995	897,73	893,51	1,80	1,40
0,1375	0,2150	0,4900	0,6440	1,850	2,432	892,41	889,71	2,50	1,40
0,1200	0,1900	0,4500	0,5960	2,255	2,986	889,51	886,11	1,60	1,40
0,1250	0,1950	0,4630	0,6050	2,210	2,888	886,08	883,04	1,43	1,40
0,1250	0,1950	0,4630	0,6050	2,293	2,996	880,84	873,03	3,60	1,40
0,1325	0,2100	0,4790	0,6330	2,165	2,861	872,23	864,90	2,20	1,40
0,1275	0,2000	0,4680	0,6150	2,282	2,989	863,80	861,06	2,51	1,40
0,1325	0,2100	0,4790	0,6330	2,267	2,995	859,06	853,92	3,40	1,40
0,1750	0,2800	0,5680	0,7470	1,542	2,028	853,89	852,97	1,43	1,40
0,1700	0,2700	0,5600	0,7300	1,561	2,035	851,87	850,22	2,50	1,40
0,1575	0,2500	0,5330	0,7020	1,748	2,303	848,42	845,23	3,20	1,40
0,1700	0,2800	0,5600	0,7470	1,527	2,037	845,20	844,31	1,43	1,40
0,3400	0,5600	0,8300	1,0490	0,602	0,761	844,28	844,16	1,43	2,07
0,1525	0,2400	0,5220	0,6840	1,825	2,392	844,13	841,34	2,10	1,40
0,1425	0,2250	0,5010	0,6590	2,025	2,663	841,31	838,91	1,43	1,40
0,2200	0,3500	0,6510	0,8430	1,108	1,435	838,88	838,24	1,43	1,40
0,1700	0,2700	0,5600	0,7300	1,629	2,124	838,21	834,90	1,43	1,40
0,1325	0,2100	0,4790	0,6330	2,270	2,999	832,80	829,14	3,50	1,40
0,1550	0,2450	0,5280	0,6920	1,784	2,338	827,34	824,48	3,20	1,40
0,3400	0,5600	0,8300	1,0490	0,602	0,761	824,45	824,34	1,43	2,83
0,3400	0,5700	0,8300	1,0580	0,602	0,767	824,31	824,12	2,88	5,82
0,3400	0,5800	0,8300	1,0600	0,602	0,769	824,09	823,95	5,65	4,08
0,3500	0,5900	0,8430	1,0660	0,604	0,763	823,92	823,84	4,11	5,05
0,3500	0,5900	0,8430	1,0660	0,604	0,763	823,81	823,73	5,08	1,65
0,1475	0,2350	0,5110	0,6760	2,064	2,731	823,70	820,86	1,68	1,40
0,1425	0,2250	0,5010	0,6590	2,279	2,998	817,22	811,68	5,04	1,40
0,1425	0,2250	0,5010	0,6590	2,278	2,996	809,62	802,06	3,47	1,40
0,1450	0,2300	0,5070	0,6690	2,270	2,986	799,90	797,33	3,57	1,40
0,1450	0,2300	0,5070	0,6690	2,272	2,988	795,40	790,89	3,33	1,40
0,1800	0,2800	0,5770	0,7470	1,720	2,227	790,86	790,09	1,43	1,40
0,2050	0,3300	0,6240	0,8170	1,372	1,796	790,06	788,47	1,43	1,40
0,1525	0,2400	0,5220	0,6840	2,256	2,956	788,44	787,44	1,43	1,40
0,1500	0,2400	0,5170	0,6840	2,264	2,995	785,08	781,52	3,76	1,40
0,1500	0,2400	0,5170	0,6840	2,265	2,997	778,99	775,22	3,93	1,40
0,1575	0,2450	0,5330	0,6920	2,158	2,801	775,19	774,05	1,43	1,40
0,1500	0,2400	0,5170	0,6840	2,251	2,978	768,69	767,98	6,76	1,40
0,1500	0,2400	0,5170	0,6840	2,259	2,988	763,04	762,36	6,34	1,40
0,3900	0,6700	0,8910	1,1080	0,605	0,752	762,35	762,31	1,43	2,27
0,1500	0,2400	0,5170	0,6840	2,260	2,990	760,00	758,61	4,59	1,40
0,1500	0,2400	0,5170	0,6840	2,259	2,989	755,42	754,04	4,59	1,40
0,1700	0,2700	0,5600	0,7300	1,878	2,448	754,01	753,32	1,43	1,40
0,1500	0,2400	0,5170	0,6840	2,267	2,989	750,82	749,01	3,80	1,40

Fuente. elaboración propia.

APÉNDICE B

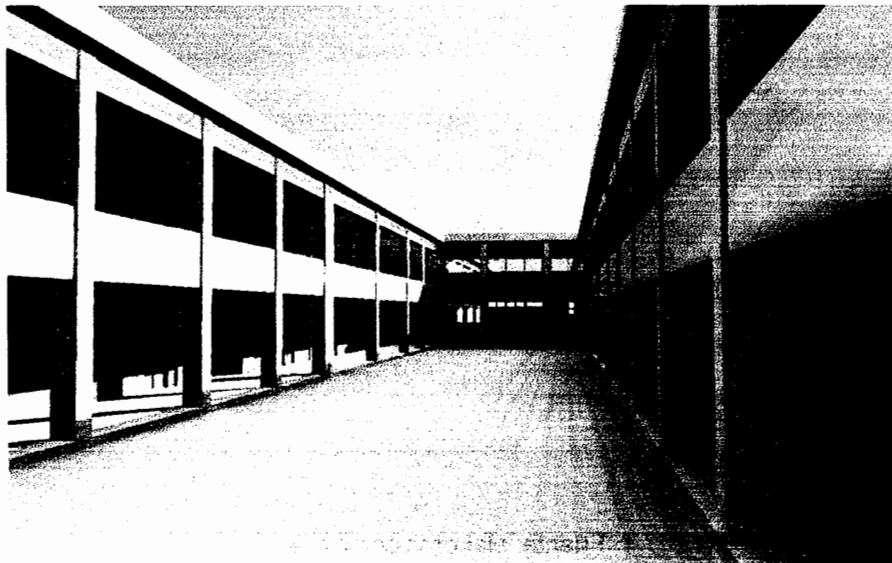
Presentación del complejo educativo

Vista frontal del edificio administrativo y el área de parqueos



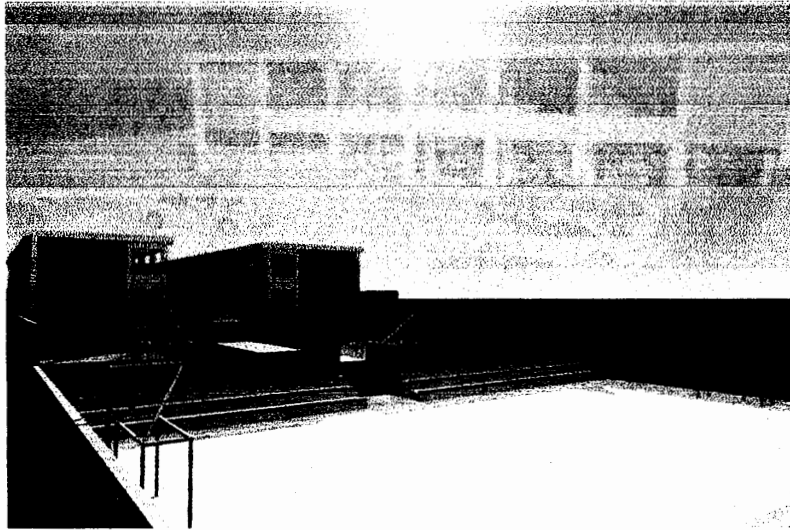
Fuente: elaboración propia.

Vista interior de las instalaciones educativas



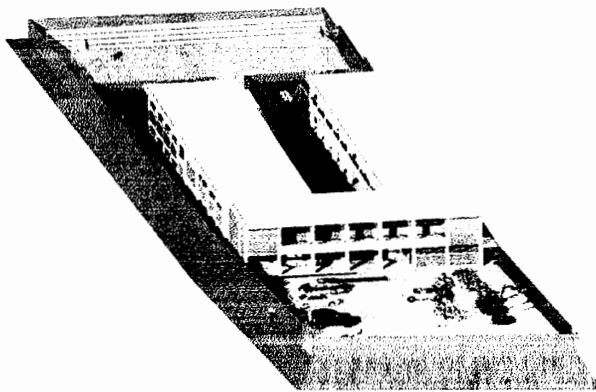
Fuente: elaboración propia.

Vista posterior de las instalaciones recreativas



Fuente: elaboración propia.

Vista en elevación del complejo educativo



Fuente: elaboración propia.

APÉNDICE C

Resultado del ensayo de compresión triaxial



ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

INFORME No. 024 S.S. O.T.: 27,777

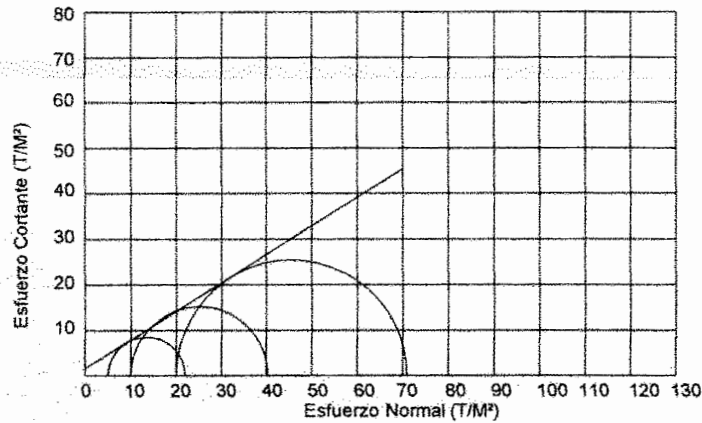
INTERESADO: Gustavo Adolfo Campos Sanchez y Luis Fernando Alvarado Elias.

PROYECTO: EPS-Diseño y planificación de complejo para educación primaria y básico.

Ubicación: Caserío Pacajay, Aldea Cruz Blanca, Municipio de San Juan Sac., Guatemala.

Fecha: 09 de febrero de 2011.

pozo: 1 Profundidad: 2.00 m Muestra: 1



PARAMETROS DE CORTE:

ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA : $\phi = 32.03^\circ$ COHESIÓN: $C_u = 1.60 \text{ T/m}^2$

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.

DESCRIPCION DEL SUELO: Limo arenoso color café

DIMENSION Y TIPO DE LA PROBETA: 2.5" X 5.0"

OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el interesado.

PROBETA No.	1	1	1
PRESION LATERAL (T/m ²)	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA q (T/m ²)	17.00	30.33	50.88
PRESION INTERSTICIAL u (T/m ²)	x	x	x
DEFORMACION EN ROTURA E_r (%)	2.0	4.5	6.5
DENSIDAD SECA (T/m ³)	1.17	1.17	1.17
DENSIDAD HUMEDA (T/m ³)	1.69	1.69	1.69
HUMEDAD (%H)	49.3	49.3	49.3



Vo. Bo.

Inga. Teima Mariela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC



Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

APÉNDICE D

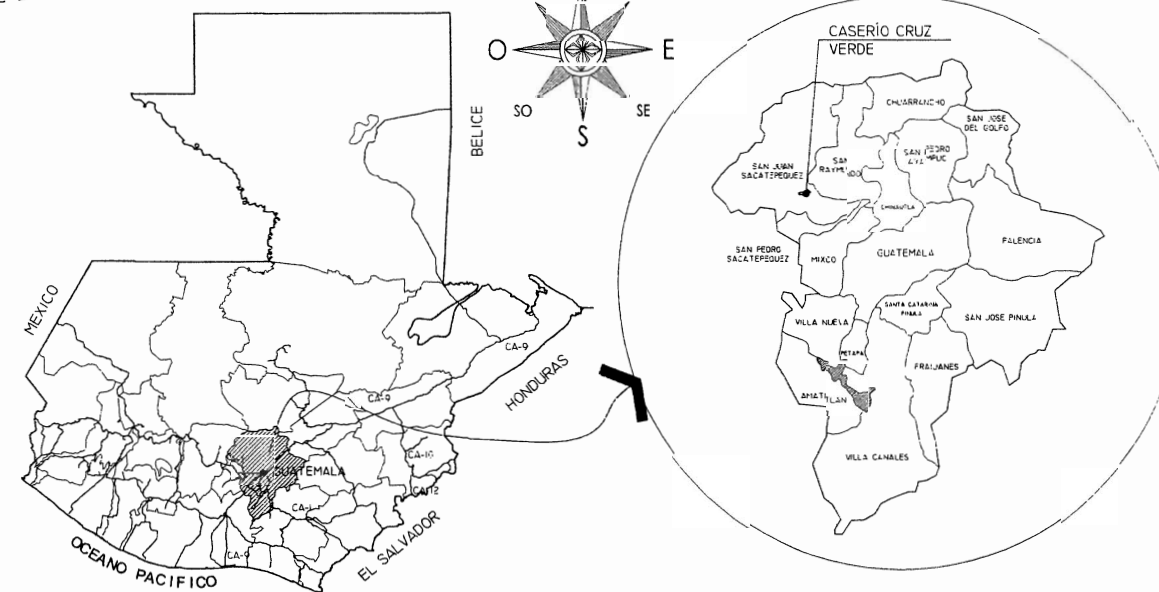
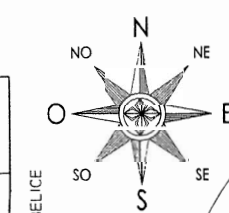
Planos del sector 3, caserío Cruz Verde

SECTOR # 1
FASE # 2

SECTOR # 1
FASE # 1

SECTOR # 3

SECTOR # 2



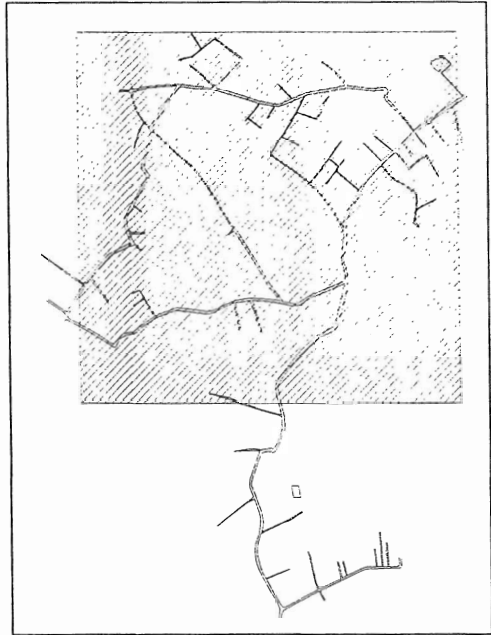
LOCALIZACION

SIN ESCALA

NOTA:

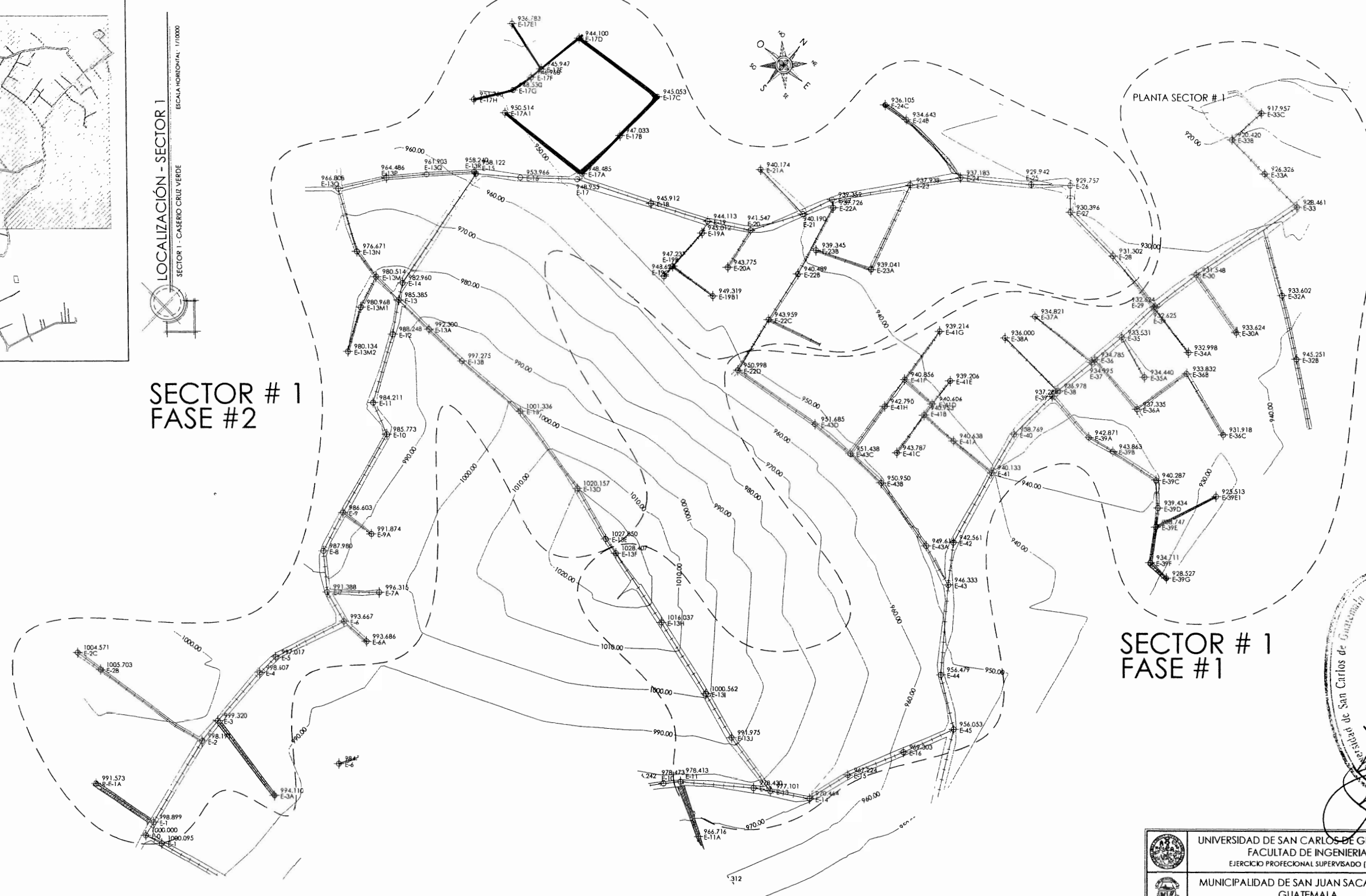
- SECTOR 1, FASE 1: DE ESTACIÓN E-10 HASTA E-33C (PLANTA DE TRATAMIENTO).
- SECTOR 1, FASE 2: DE ESTACIÓN E-0 HASTA E-34.
- SECTOR 2: DE ESTACIÓN E-45 HASTA E-66.
- SECTOR 3: DE ESTACIÓN HASTA E-10.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)	
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ GUATEMALA OFICINA DE PLANIFICACIÓN MUNICIPAL	
PROYECTO: Red de Alcantarillado Sanitario, Caserío Cruz Verde.	
UBICACIÓN: Caserío Cruz Verde, Aldea Sajcavilla, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Departamento de Guatemala	
CONTENIDO: PLANO DE LOCALIZACION	<input type="checkbox"/> ARQUITECTURA <input type="checkbox"/> ESTRUCTURAS <input type="checkbox"/> INSTALACIONES <input type="checkbox"/> TOPOGRAFIA <input checked="" type="checkbox"/> ESPECIALES
DISEÑO: Luis Alvarado Elias CALCULO: Luis Alvarado Elias DIBUJO: Luis Alvarado Elias	REVISÓ: Ing. Ángel Sic. ESCALA: Indicada FECHA: Noviembre 2011
Ing. Ángel Roberto Sic. García Asesor Supervisor EPS	Ing. Luis Cuyun Coordinador OI. Municipal de Planificación
HOJA 01 DE 20	

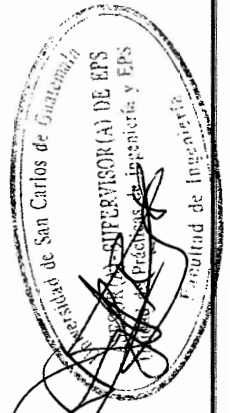


LOCALIZACIÓN - SECTOR 1
 ESCALA HORIZONTAL: 1/10000
 SECTOR 1 - CASERIO CRUZ VERDE

SECTOR # 1
 FASE # 2



SECTOR # 1
 FASE # 1



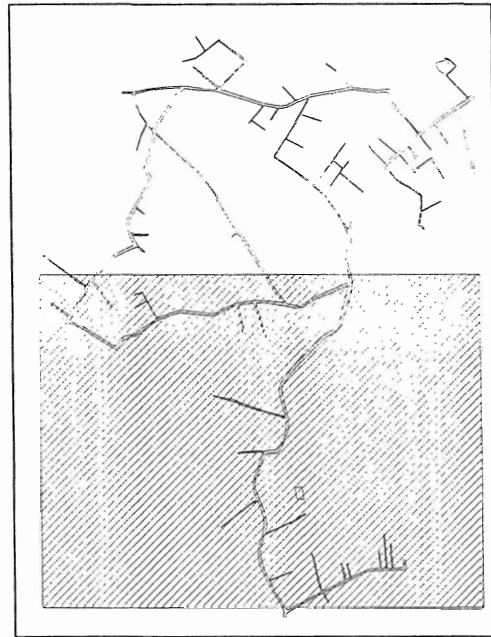
PLANTA TOPOGRÁFICA GENERAL- SISTEMA DE
 ALCANTARILLADO SANITARIO - [SECTOR 1]

ESCALA HORIZONTAL: 1/2000

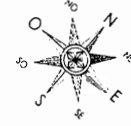
NOTA:

- SECTOR 1, FASE 1: DE ESTACIÓN E-10 HASTA E-33C (PLANTA DE TRATAMIENTO).
- SECTOR 1, FASE 2: DE ESTACIÓN E-0 HASTA E-34.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)	
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ GUATEMALA OFICINA DE PLANIFICACIÓN MUNICIPAL	
PROYECTO: Red de Alcantarillado Sanitario, Caserio Cruz Verde.	
UBICACIÓN: Caserio Cruz Verde, Aldea Sojavilla, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Departamento de Guatemala	
CONTENIDO: Planta Topográfica, Sistema de Alcantarillado Sanitario, Sector 1	<input type="checkbox"/> ARQUITECTURA <input type="checkbox"/> ESTRUCTURAS <input type="checkbox"/> INSTALACIONES <input type="checkbox"/> TOPOGRAFÍA <input checked="" type="checkbox"/> ESPECIALES
DISEÑO: Luis Alvarado Elías	REVISÓ: Ing. Ángel Sic.
CALCULO: Luis Alvarado Elías	ESCALA: Indicada
DIBUJO: Luis Alvarado Elías	FECHA: Noviembre 2011
Ing. Ángel Roberto S. García <small>Asesor Superior EPS</small>	Vo.Bo. Ing. Luis Cuyán <small>Coordinador OI. Municipal de Planificación</small>
02 20	

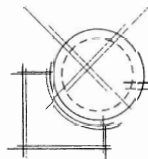


LOCALIZACIÓN - SECTOR 2 Y 3
 SECTOR 2 Y 3 - CASERIO CRUZ VERDE
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000



PLANTA TOPOGRÁFICA GENERAL- SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO - [SECTOR 2 Y 3]

ESCALA HORIZONTAL: 1/2000



[Handwritten signature]

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)											
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ GUATEMALA OFICINA DE PLANIFICACIÓN MUNICIPAL											
PROYECTO: Red de Alcantarillado Sanitario, Caserio Cruz Verde.											
UBICACIÓN: Caserio Cruz Verde, Aldea Sojavilla, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Departamento de Guatemala											
CONTENIDO: Planta topográfica, Sistema de Alcantarillado Sanitario, Sector 2 Y 3											
DISEÑO: Lus Alvarado Elias	REVISÓ: Ing. Angel Sic.										
CALCULO: Lus Alvarado Elias	ESCALA: Indicada										
DIBUJO: Lus Alvarado Elias	FECHA: Noviembre 2011										
<table border="0"> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>ARQUITECTURA</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>ESTRUCTURAS</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>INSTALACIONES</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>TOPOGRAFIA</td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>ESPECIALES</td> </tr> </table>		<input type="checkbox"/>	ARQUITECTURA	<input type="checkbox"/>	ESTRUCTURAS	<input type="checkbox"/>	INSTALACIONES	<input type="checkbox"/>	TOPOGRAFIA	<input checked="" type="checkbox"/>	ESPECIALES
<input type="checkbox"/>	ARQUITECTURA										
<input type="checkbox"/>	ESTRUCTURAS										
<input type="checkbox"/>	INSTALACIONES										
<input type="checkbox"/>	TOPOGRAFIA										
<input checked="" type="checkbox"/>	ESPECIALES										
<table border="0"> <tr> <td> I. Ing. Angel Roberto Sic. Garcia <small>Asesor Supervisor EPS</small> </td> <td> I. Vo.Bo. Ing. Luis Cuyun <small>Coordinador OI. Municipal de Planificación</small> </td> </tr> </table>		I. Ing. Angel Roberto Sic. Garcia <small>Asesor Supervisor EPS</small>	I. Vo.Bo. Ing. Luis Cuyun <small>Coordinador OI. Municipal de Planificación</small>								
I. Ing. Angel Roberto Sic. Garcia <small>Asesor Supervisor EPS</small>	I. Vo.Bo. Ing. Luis Cuyun <small>Coordinador OI. Municipal de Planificación</small>										
<table border="0"> <tr> <td style="font-size: 2em; vertical-align: middle;">H O J A</td> <td style="font-size: 2em; vertical-align: middle;">03</td> <td style="font-size: 2em; vertical-align: middle;">20</td> </tr> </table>		H O J A	03	20							
H O J A	03	20									

CANTIDAD DE TUBERIA EN TRAMO 2 (SECTOR 1)

DE	A	DH	S	DR	#TUBO	
PV	PV	[m]	[s]	[m]	0-6"	
0	1	14.51	8.20%	14.51	3	
1	2	45.44	2.46%	45.45	8	
2	3	46.38	1.30%	46.38	8	
3	4	28.68	2.20%	28.69	5	
4	5	90.50	2.51%	90.53	16	
5	6	31.82	11.43%	31.83	8	
6	7	24.41	1.04%	24.43	5	
7	8	82.50	0.86%	82.50	11	
8	9	21.51	0.83%	21.52	4	
9	10	75.43	3.24%	75.47	13	
10	11	29.38	0.26%	29.38	5	
11	12	54.77	6.07%	54.87	10	
12	13	54.54	0.66%	54.55	10	
13	14	87.83	3.27%	88.24	15	
14	15	92.77	2.20%	92.20	16	
15	16	41.54	2.23%	41.55	8	
16	17	48.19	1.93%	48.19	7	
17	18	75.30	1.97%	75.31	13	
18	19	43.95	1.97%	43.96	8	
19	20	41.98	5.77%	41.96	7	
20	21	77.88	3.30%	77.72	12	
21	22	52.94	15.24%	58.61	10	
22	23	34.80	6.03%	32.86	6	
23	24	38.35	1.62%	38.36	10	
24	25	36.75	0.79%	36.75	6	
25	26	45.11	1.29%	45.12	5	
26	27	43.8	0.66%	43.8	9	
27	28	45.47	30.78%	45.73	8	
28	29	9.98	2.23%	9.99	7	
29	30	48.59	2.87%	48.53	9	
30	31	43.39	1.97%	43.40	8	
31	32	52.93	1.97%	52.94	9	
32	33	26.93	1.97%	26.93	9	
33	34	51.00	5.77%	51.08	9	
34	35	26.84	1.94%	26.85	8	
35	36	51.67	15.41%	54.29	10	
36	37	7.56	6.89%	7.57	7	
37	38	72.95	1.62%	72.96	13	
38	39	43.0	0.26%	43.0	8	
39	40	27.51	2.23%	27.53	12	
40	41	36	3.98	3.98	1	
41	42	60.30	2.83%	60.11	11	
42	43	62.76	1.87%	62.76	11	
43	44	33.97	0.22%	33.97	6	
44	45	44.65	2.89%	44.66	8	
45	46	43.00	0.89%	43.00	8	
46	47	54.30	2.12%	54.31	10	
47	48	52.69	1.97%	52.70	9	
48	49	67.92	2.86%	67.95	12	
49	50	31	36.97	36.98	7	
50	51	43.72	2.89%	43.73	8	
51	52	88.57	2.23%	88.59	12	
52	53	63.96	16.18%	64.28	11	
53	54	65.40	5.42%	65.30	11	
54	55	43.72	2.89%	43.73	8	
55	56	40.09	2.09%	40.10	7	
56	57	33A	46.28	4.17%	46.32	8
57	58	33B	38.97	2.83%	38.98	7
CANT. TUBOS 502						

CANTIDAD DE TUBERIA EN TRAMO 2 (SECTOR 1)

DE	A	DH	S	DR	#TUBO	
PV	PV	[m]	[s]	[m]	0-6"	
0	1	14.51	8.20%	14.51	3	
1	2	45.44	2.46%	45.45	8	
2	3	46.38	1.30%	46.38	8	
3	4	28.68	2.20%	28.69	5	
4	5	90.50	2.51%	90.53	16	
5	6	31.82	11.43%	31.83	8	
6	7	24.41	1.04%	24.43	5	
7	8	82.50	0.86%	82.50	11	
8	9	21.51	0.83%	21.52	4	
9	10	75.43	3.24%	75.47	13	
10	11	29.38	0.26%	29.38	5	
11	12	54.77	6.07%	54.87	10	
12	13	54.54	0.66%	54.55	10	
13	14	87.83	3.27%	88.24	15	
14	15	92.77	2.20%	92.20	16	
15	16	41.54	2.23%	41.55	8	
16	17	48.19	1.93%	48.19	7	
17	18	75.30	1.97%	75.31	13	
18	19	43.95	1.97%	43.96	8	
19	20	41.98	5.77%	41.96	7	
20	21	77.88	3.30%	77.72	12	
21	22	52.94	15.24%	58.61	10	
22	23	34.80	6.03%	32.86	6	
23	24	38.35	1.62%	38.36	10	
24	25	36.75	0.79%	36.75	6	
25	26	45.11	1.29%	45.12	5	
26	27	43.8	0.66%	43.8	9	
27	28	45.47	30.78%	45.73	8	
28	29	9.98	2.23%	9.99	7	
29	30	48.59	2.87%	48.53	9	
30	31	43.39	1.97%	43.40	8	
31	32	52.93	1.97%	52.94	9	
32	33	26.93	1.97%	26.93	9	
33	34	51.00	5.77%	51.08	9	
34	35	26.84	1.94%	26.85	8	
35	36	51.67	15.41%	54.29	10	
36	37	7.56	6.89%	7.57	7	
37	38	72.95	1.62%	72.96	13	
38	39	43.0	0.26%	43.0	8	
39	40	27.51	2.23%	27.53	12	
40	41	36	3.98	3.98	1	
41	42	60.30	2.83%	60.11	11	
42	43	62.76	1.87%	62.76	11	
43	44	33.97	0.22%	33.97	6	
44	45	44.65	2.89%	44.66	8	
45	46	43.00	0.89%	43.00	8	
46	47	54.30	2.12%	54.31	10	
47	48	52.69	1.97%	52.70	9	
48	49	67.92	2.86%	67.95	12	
49	50	31	36.97	36.98	7	
50	51	43.72	2.89%	43.73	8	
51	52	88.57	2.23%	88.59	12	
52	53	63.96	16.18%	64.28	11	
53	54	65.40	5.42%	65.30	11	
54	55	43.72	2.89%	43.73	8	
55	56	40.09	2.09%	40.10	7	
56	57	33A	46.28	4.17%	46.32	8
57	58	33B	38.97	2.83%	38.98	7
CANT. TUBOS 564						

CANTIDAD DE TUBERIA EN SECTOR 2

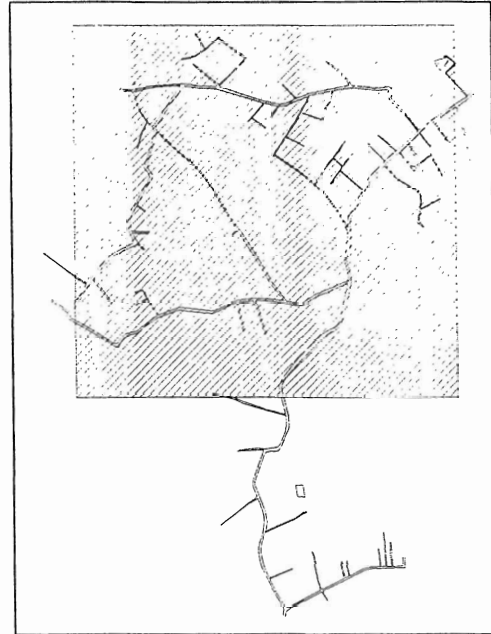
DE	A	DH	S	DR	#TUBO
PV	PV	[m]	[s]	[m]	0-6"
46	46	88.10	8.43%	88.48	15
47	47	89.98	12.57%	94.18	8
48	48	90.70	7.23%	90.89	8
49	49	94.00	6.68%	94.15	11
50	50	85.58	7.29%	85.75	11
51	51	91.93	15.81%	92.98	9
52	52	88.00	14.59%	88.92	15
53	53	87.26	0.18%	87.36	10
54	54	85.08	2.20%	85.09	8
55	55	90.07	2.19%	90.08	9
56	56	92.01	2.19%	92.08	11
57	57	78.75	14.09%	86.15	7
58	58	90.34	15.37%	91.34	11
59	59	85.43	7.23%	85.52	5
60	60	90.58	14.89%	91.12	9
61	61	88.41	30.41%	94.96	17
62	62	80.03	0.59%	80.03	7
63	63	127.48	13.27%	139.48	4
64	64	88.19	37.27%	98.48	2
65	65	89.40	22.91%	90.35	5
66	66	93.85	0.39%	93.85	8
67	67	34.07	5.72%	34.13	5
68	68	90.20	10.98%	90.28	4
69	69	44.90	15.17%	44.88	8
70	70	46.25	16.96%	46.12	8
71	71	88.08	2.09%	88.09	5
72	72	87.01	0.59%	87.01	8
73	73	86.49	2.71%	86.30	5
74	74	7.22	15.04%	7.22	2
75	75	82.15	2.80%	82.16	9
76	76	72.77	2.00%	72.76	13
77	77	36.35	2.20%	36.36	7
78	78	34.38	2.20%	34.39	5
79	79	82.73	1.18%	82.73	11
80	80	82.00	1.20%	82.00	9
81	81	97.85	3.60%	97.72	17
82	82	36.49	10.82%	35.99	5
83	83	40.69	7.90%	40.01	7
84	84	30.29	0.90%	30.29	5
85	85	42.79	2.47%	42.80	8
86	86	54.20	5.08%	54.17	10
87	87	30.77	15.34%	31.12	5
88	88	75.45	9.50%	75.80	13
89	89	80.00	2.29%	80.02	11
90	90	82.60	8.73%	82.83	11
CANT. TUBOS 388					

CANTIDAD DE TUBERIA EN SECTOR 3

DE	A	DH	S	DR	#TUBO
PV	PV	[m]	[s]	[m]	0-6"
0	1	17.89	2.88%	17.89	7
1	2	92.47	13.95%	93.37	16
2	3	49.50	35.70%	50.46	9
3	4	39.28	7.58%	39.39	7
4	5	35.65	1.37%	35.66	6
5	6	72.35	4.33%	72.43	13
6	7	24.59	2.28%	24.60	5
7	8	26.87	7.73%	26.99	7
8	9	37.91	40.46%	37.94	7
9	10	20.11	34.97%	20.45	5
10	11	30.40	23.25%	31.42	6
11	12	92.33	0.56%	92.33	16
12	13	31.32	7.66%	30.41	6
13	14	48.53	30.88%	46.96	14
CANT. TUBOS 129					

CUADRO DERROTTERO No.1

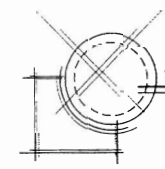
E1	FO	HORIZONTAL			DISTANCIA	COORDENADAS TOTALES			
		X	Y	Z		Y	X	Z	CO1A
		(M)	(M)	(M)	(M)	(M)	(M)	(M)	(M)
E-0	E-1	31	5	41	14.56	1012.488	1007.820	998.893	
E-1	E-1A	309	45	56	67.98	1020.251	981.007	998.579	
E-2	E-2	28	57	29	92.42	1020.880	1006.437	998.138	
E-2A	E-2B	308	1	44	81.62	1107.288	1028.398	1000.0	
E-2C	E-2C	300	28	51	26.08	1127.101	993.804	1004.571	
E-2	E-3	38	29	38	25.43	1110.784	1007.265	1000.0	
E-3	E-3A	142	49	21	91.90	1089.880	1112.967	994.110	
E-4	E-4	41	37	16	62.90	1157.506	1113.778	998.627	
E-4	E-5	46	46	6	21.59	1172.253	1129.449	997.007	
E-5	E-6	62	48	23	26.89	1226.908	1136.913	993.667	
E-6	E-6A	128	28	11	29.38	1187.436	1124.438	998.686	
E-6	E-7	329	84	32	32.93	128.543	1180.451	998.336	
E-7	E-7A	30	35	8	51.30	1225.018	1228.549	998.363	
E-7	E-8	384	56	6	40.16	1225.946	1177.105	980.380	
E-8	E-9	27	46	26	42.03	1312.734	1192.658	986.653	
E-9	E-9A	126	45	37	34.70	1281.967	1224.438	998.524	
E-9	E-10	0	0	35	87.96	1388.322	1392.688	986.778	
E-10	E-11	306	40	38	98.48	1453.646	1227.429	984.21	



LOCALIZACIÓN - SECTOR 1
 SECTOR 1 - CASERIO CRUZ VERDE
 ESCALA HORIZONTAL: 1/10000

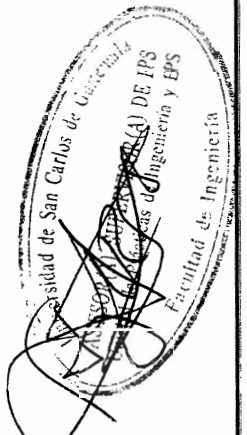


PLANTA SECTOR # 2

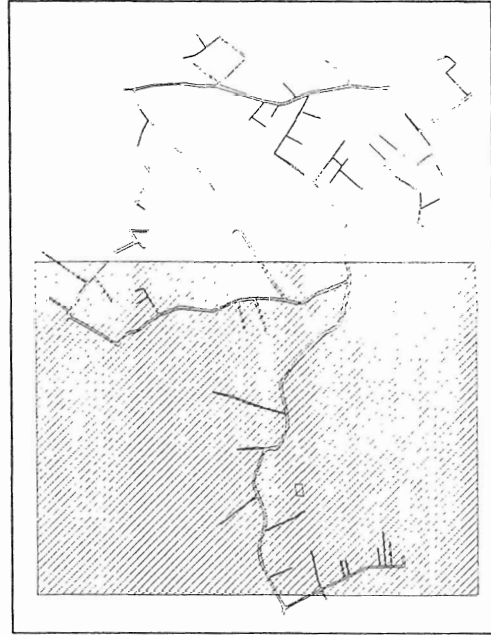


PLANTA DE DENSIDAD DE VIVIENDA- SISTEMA DE
 ALCANTARILLADO SANITARIO - [SECTOR 1]

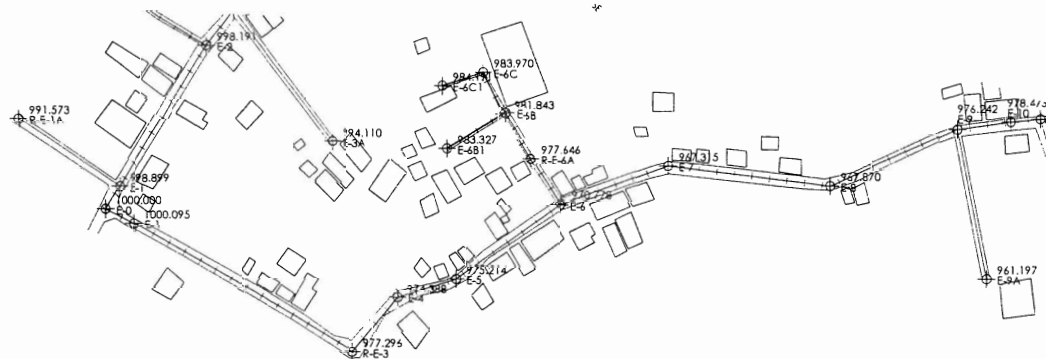
ESCALA HORIZONTAL: 1/2000



	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)										
	MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ GUATEMALA OFICINA DE PLANIFICACIÓN MUNICIPAL										
PROYECTO: Red de Alcantarillado Sanitario, Caserío Cruz Verde.											
UBICACIÓN: Caserío Cruz Verde, Aldea Sajcavilla, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Departamento de Guatemala											
CONTENIDO: Planta de Densidad de Vivienda, Sistema de Alcantarillado Sanitario, Sector 1											
DISEÑO: Lus Alvarado Elias	REVISÓ: Ing. Ángel Sic.										
CALCULO: Lus Alvarado Elias	ESCALA: Indicada										
DIBUJO: Lus Alvarado Elias	FECHA: Noviembre 2011										
<table border="0"> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>ARQUITECTURA</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>ESTRUCTURAS</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>INSTALACIONES</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>TOPOGRAFIA</td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>ESPECIALES</td> </tr> </table>		<input type="checkbox"/>	ARQUITECTURA	<input type="checkbox"/>	ESTRUCTURAS	<input type="checkbox"/>	INSTALACIONES	<input type="checkbox"/>	TOPOGRAFIA	<input checked="" type="checkbox"/>	ESPECIALES
<input type="checkbox"/>	ARQUITECTURA										
<input type="checkbox"/>	ESTRUCTURAS										
<input type="checkbox"/>	INSTALACIONES										
<input type="checkbox"/>	TOPOGRAFIA										
<input checked="" type="checkbox"/>	ESPECIALES										
<table border="0"> <tr> <td>Ing. Ángel Roberto Sic García Autor Supervisor EPS</td> <td>Ing. So. Ing. Luis Cuyán Coordinador CI, Municipal de Planificación</td> </tr> </table>		Ing. Ángel Roberto Sic García Autor Supervisor EPS	Ing. So. Ing. Luis Cuyán Coordinador CI, Municipal de Planificación								
Ing. Ángel Roberto Sic García Autor Supervisor EPS	Ing. So. Ing. Luis Cuyán Coordinador CI, Municipal de Planificación										
<table border="0"> <tr> <td>H</td> <td>05</td> </tr> <tr> <td>O</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>J</td> <td></td> </tr> <tr> <td>A</td> <td></td> </tr> </table>		H	05	O	20	J		A			
H	05										
O	20										
J											
A											

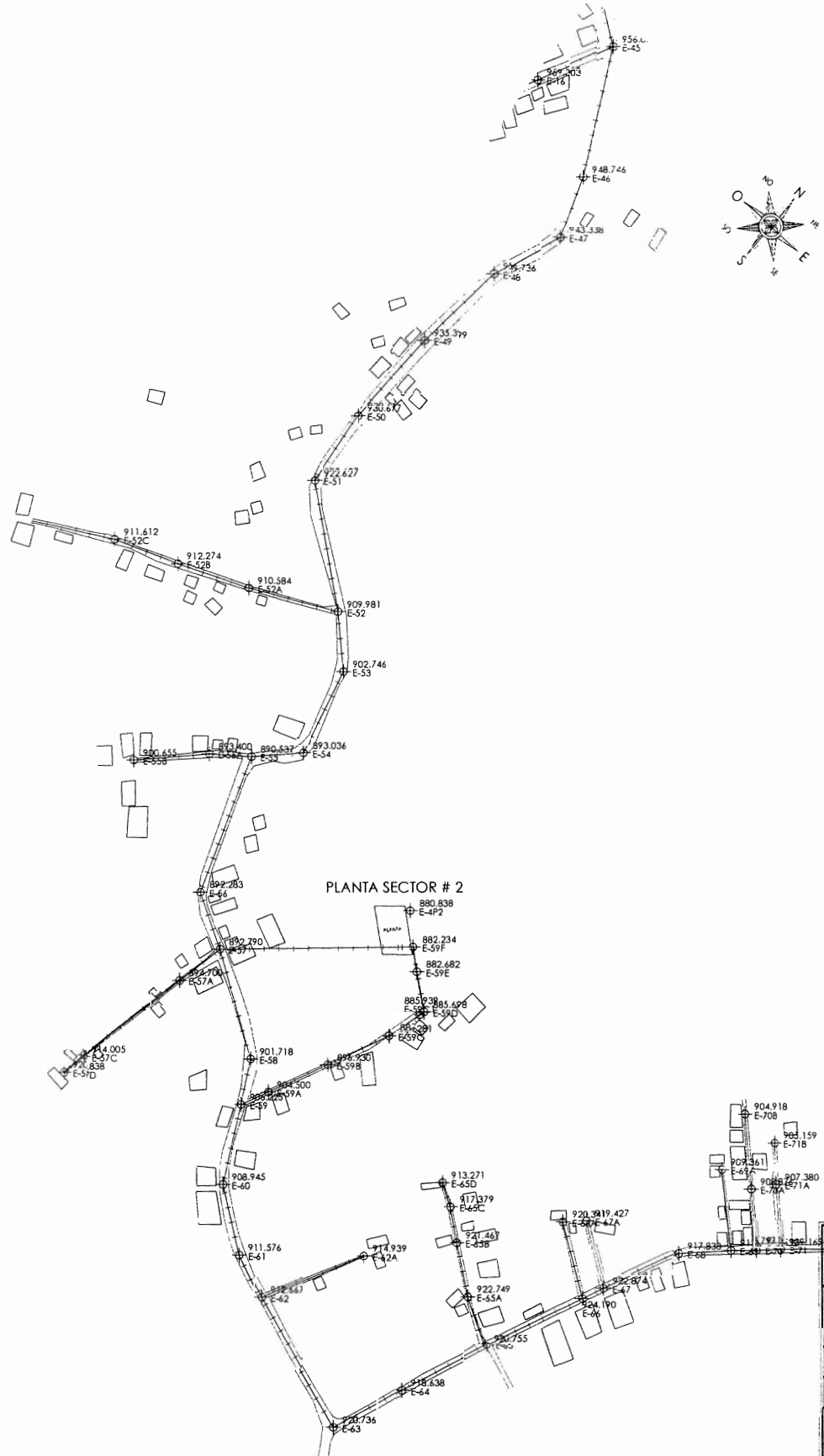
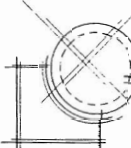


LOCALIZACIÓN - SECTOR 2 Y 3
 SECTOR 2 Y 3 - CASERIO CRUZ VERDE
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000



PLANTA DE DENSIDAD DE VIVIENDA- SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO - [SECTOR 3]

ESCALA HORIZONTAL: 1/2000

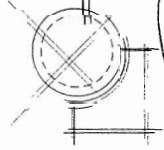


PLANTA SECTOR # 2



PLANTA DE DENSIDAD DE VIVIENDA- SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO - [SECTOR 2]

ESCALA: 1/2000



[Handwritten signature]

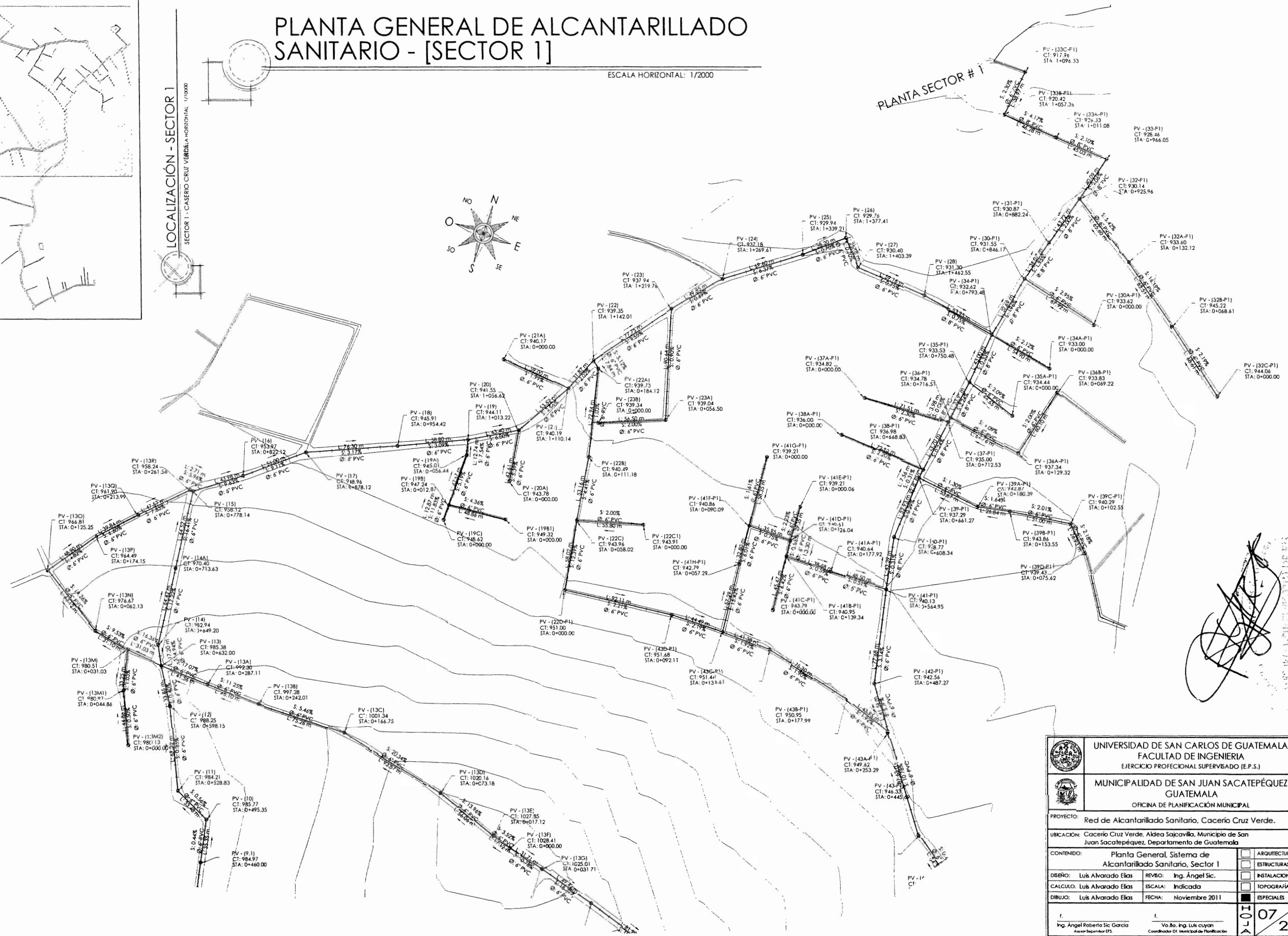
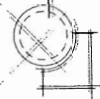
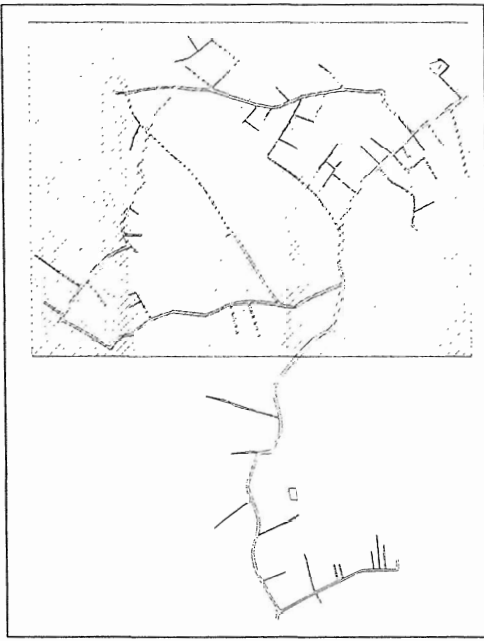
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)											
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ GUATEMALA OFICINA DE PLANIFICACIÓN MUNICIPAL											
PROYECTO: Red de Alcantarillado Sanitario, Caserio Cruz Verde.											
UBICACIÓN: Caserio Cruz Verde, Aldea Sajcavilla, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Departamento de Guatemala											
CONTENIDO: Planta de Densidad de vivienda, Sistema de Alcantarillado Sanitario, Sector 2 Y 3											
DISEÑO: Luis Alvarado Elias	REVISÓ: Ing. Ángel Sic.										
CALCULO: Luis Alvarado Elias	ESCALA: Indicada										
DIBUJO: Luis Alvarado Elias	FECHA: Noviembre 2011										
<table border="0"> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>ARQUITECTURA</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>ESTRUCTURAS</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>INSTALACIONES</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>TOPOGRAFIA</td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>ESPECIALES</td> </tr> </table>		<input type="checkbox"/>	ARQUITECTURA	<input type="checkbox"/>	ESTRUCTURAS	<input type="checkbox"/>	INSTALACIONES	<input type="checkbox"/>	TOPOGRAFIA	<input checked="" type="checkbox"/>	ESPECIALES
<input type="checkbox"/>	ARQUITECTURA										
<input type="checkbox"/>	ESTRUCTURAS										
<input type="checkbox"/>	INSTALACIONES										
<input type="checkbox"/>	TOPOGRAFIA										
<input checked="" type="checkbox"/>	ESPECIALES										
Ing. Ángel Roberto Sic. Garcia <small>Asesor Supervisor EPS</small>	Ing. Luis Cuyon <small>Coordinador OI. Municipal de Planificación</small>										
HOJA 06 DE 20											

PLANTA GENERAL DE ALCANTARILLADO SANITARIO - [SECTOR 1]

ESCALA HORIZONTAL: 1/2000

LOCALIZACIÓN - SECTOR 1

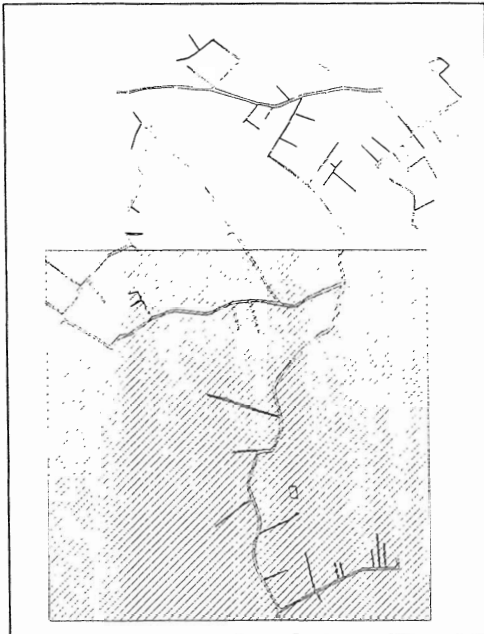
SECTOR 1 - CASERIO CRUZ VERDE LA HORIZONTAL 1/10000



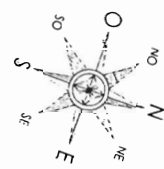
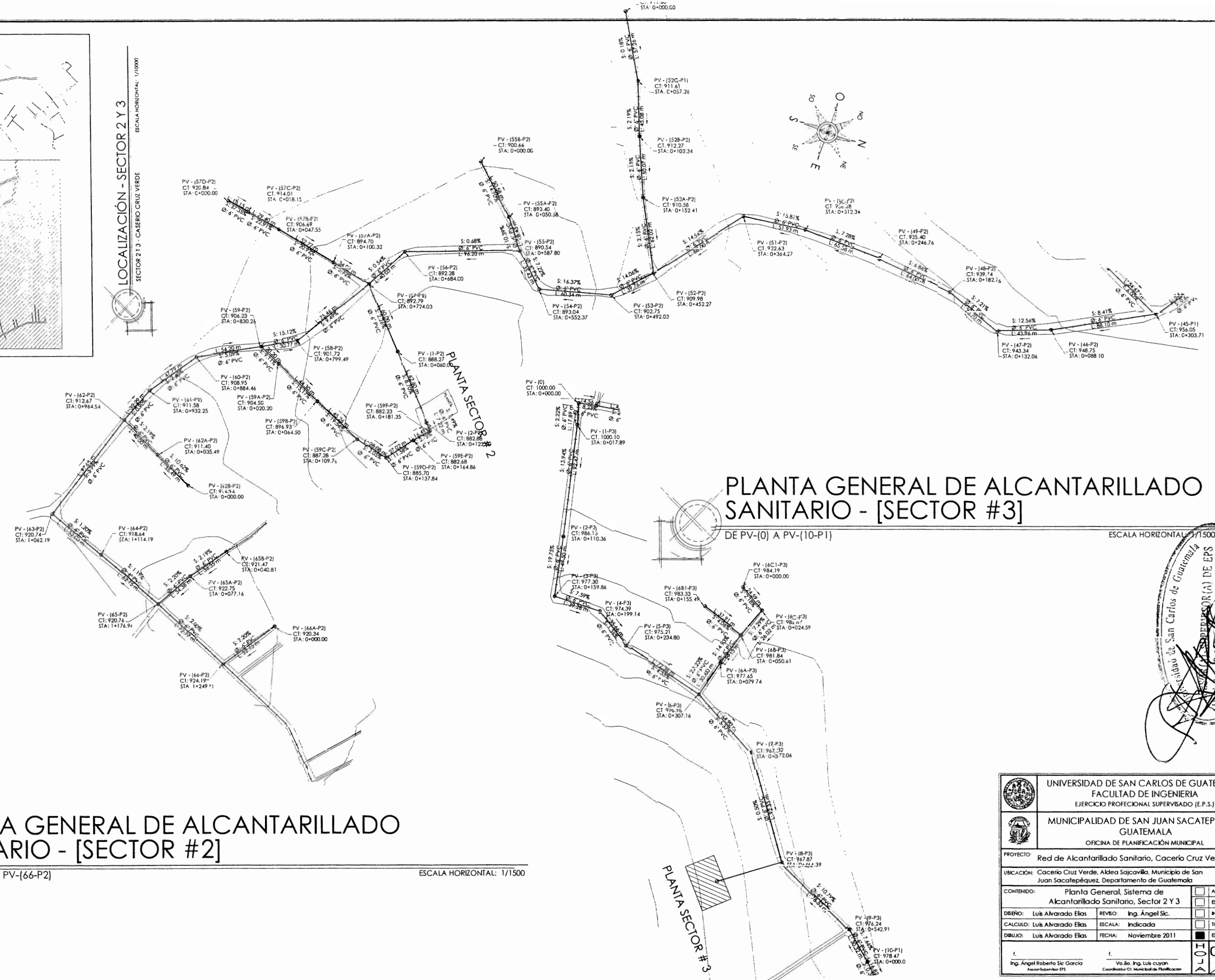
PLANTA SECTOR # 1

[Handwritten signature and stamp]

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)	
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ GUATEMALA OFICINA DE PLANIFICACIÓN MUNICIPAL	
PROYECTO: Red de Alcantarillado Sanitario, Caserío Cruz Verde.	
UBICACIÓN: Caserío Cruz Verde, Aldea Sajcovilla, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Departamento de Guatemala.	
CONTENIDO: Planta General, Sistema de Alcantarillado Sanitario, Sector 1	<input type="checkbox"/> ARQUITECTURA <input type="checkbox"/> ESTRUCTURAS <input type="checkbox"/> INSTALACIONES <input type="checkbox"/> TOPOGRAFÍA <input checked="" type="checkbox"/> ESPECIALES
DISEÑO: Luis Alvarado Elias	REVISÓ: Ing. Ángel Sic.
CALCULO: Luis Alvarado Elias	ESCALA: Indicada
DIBUJO: Luis Alvarado Elias	FECHA: Noviembre 2011
Ing. Ángel Roberto Sic. García <small>Auxiliar Supervisor EPS</small>	Vo.Bo. Ing. Luis Cuyán <small>Coordinador Of. Municipal de Planificación</small>
HOJA 07 20	



LOCALIZACIÓN - SECTOR 2 Y 3
 ESCALA HORIZONTAL: 1/10000
 SECTOR 2 Y 3 - CASERIO CRUZ VERDE

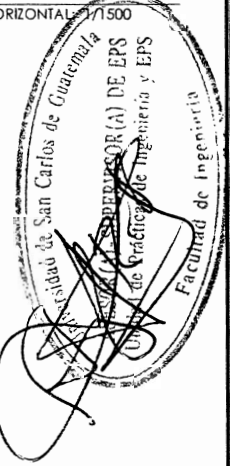


PLANTA GENERAL DE ALCANTARILLADO SANITARIO - [SECTOR #3]

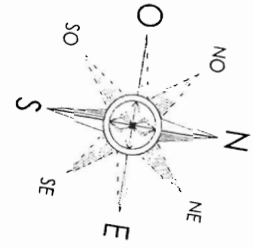
DE PV-(0) A PV-(10-P1) ESCALA HORIZONTAL: 1/1500

PLANTA GENERAL DE ALCANTARILLADO SANITARIO - [SECTOR #2]

DE PV-(45-P2) A PV-(66-P2) ESCALA HORIZONTAL: 1/1500



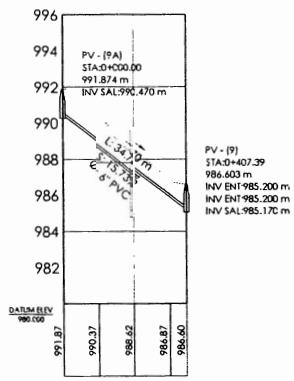
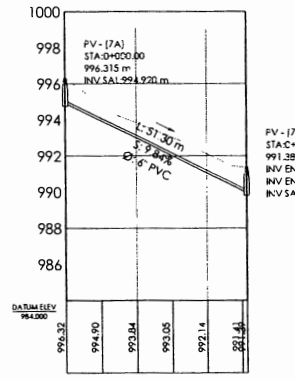
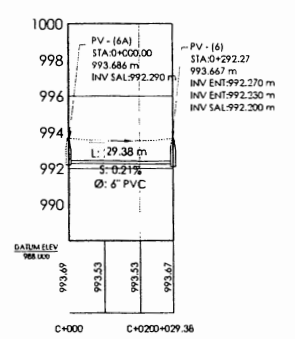
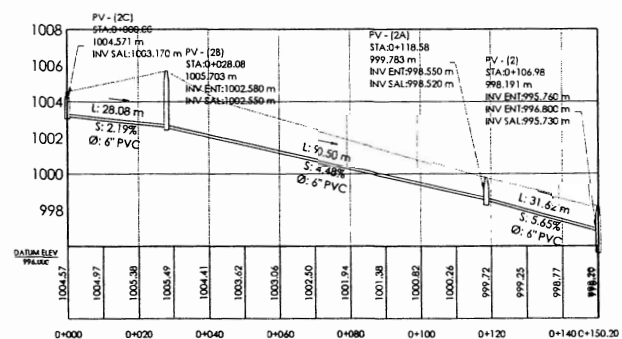
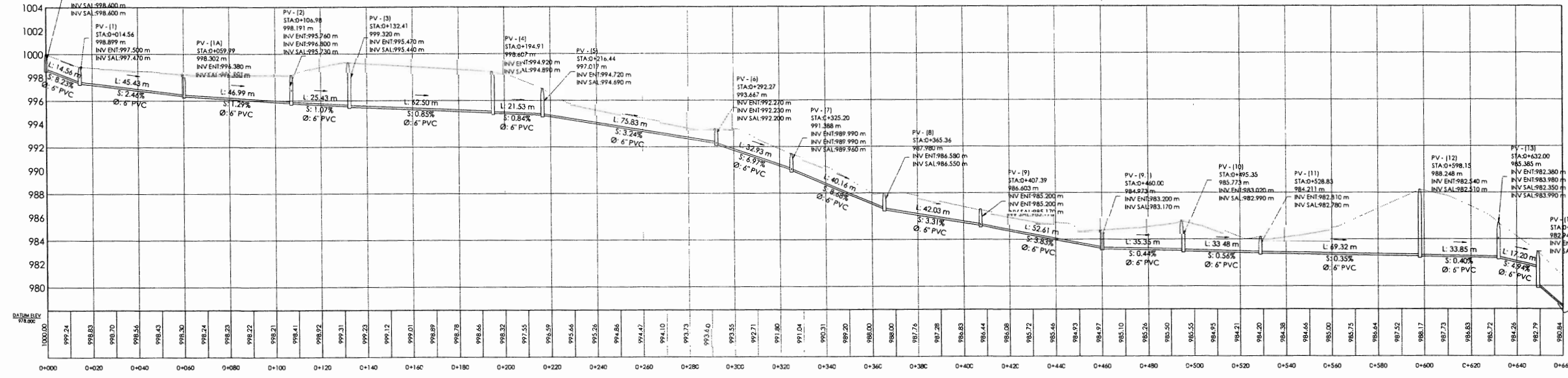
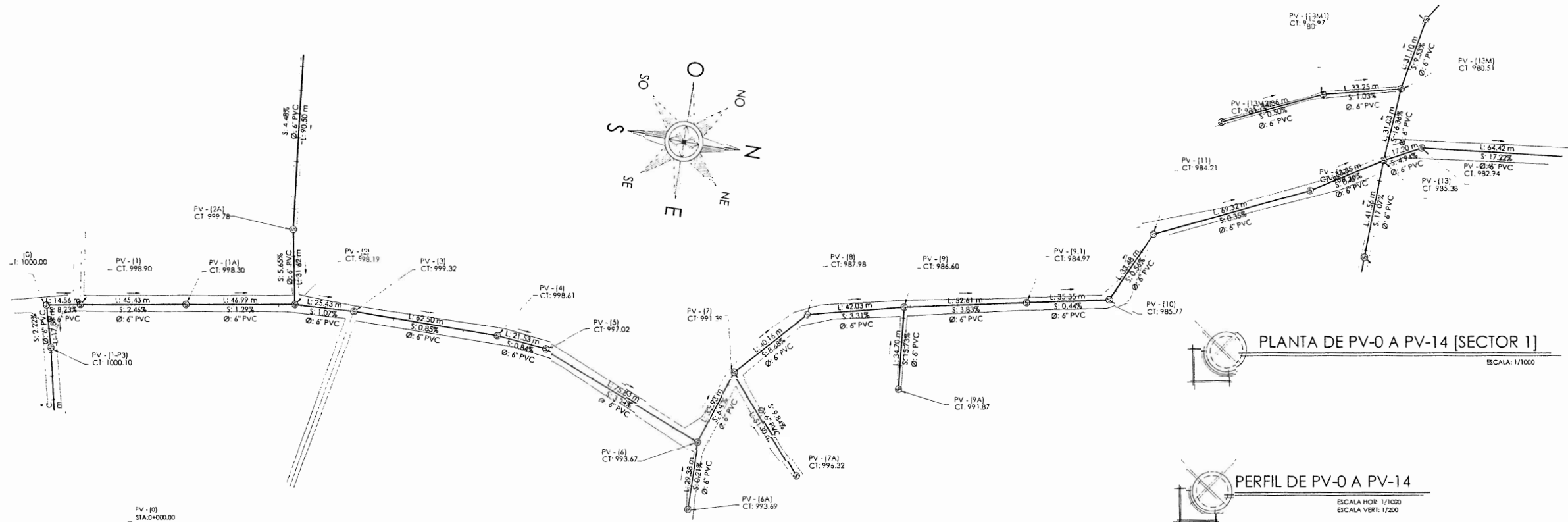
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)											
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ GUATEMALA OFICINA DE PLANIFICACIÓN MUNICIPAL											
PROYECTO: Red de Alcantarillado Sanitario, Caserio Cruz Verde.											
UBICACIÓN: Caserio Cruz Verde, Aldea Sojavilla, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Departamento de Guatemala											
CONTENIDO: <table border="0"> <tr> <td>Planilla General, Sistema de Alcantarillado Sanitario, Sector 2 Y 3</td> <td><input type="checkbox"/> ARQUITECTURA</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> ESTRUCTURAS</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> INSTALACIONES</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> TOPOGRAFÍA</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input checked="" type="checkbox"/> ESPECIALES</td> </tr> </table>		Planilla General, Sistema de Alcantarillado Sanitario, Sector 2 Y 3	<input type="checkbox"/> ARQUITECTURA		<input type="checkbox"/> ESTRUCTURAS		<input type="checkbox"/> INSTALACIONES		<input type="checkbox"/> TOPOGRAFÍA		<input checked="" type="checkbox"/> ESPECIALES
Planilla General, Sistema de Alcantarillado Sanitario, Sector 2 Y 3	<input type="checkbox"/> ARQUITECTURA										
	<input type="checkbox"/> ESTRUCTURAS										
	<input type="checkbox"/> INSTALACIONES										
	<input type="checkbox"/> TOPOGRAFÍA										
	<input checked="" type="checkbox"/> ESPECIALES										
DISEÑO: Luis Alvarado Elias CALCULO: Luis Alvarado Elias DIBUJO: Luis Alvarado Elias	REVISÓ: Ing. Ángel Sic. ESCALA: Indicada FECHA: Noviembre 2011										
Ing. Ángel Roberto Sic García Asesor Supervisor EPS	Vo.Bo. Ing. Luis Cuyán Coordinador OI, Municipalidad de Planificación										
08 / 20											



SIMBOLOGIA	
●—	POZO DE VISITA No.
—●	INICIA RAMAL
—●—●—	CONSTRUCCION INMEDIATA
→	DIRECCION DEL FLUJO
STA.	ESTACIONAMIENTO DEL EJE
CT.	COTA DEL TERRENO
CIE.	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS.	COTA INVERT DE SALIDA

PERFIL	
—	ESTACIONAMIENTO DEL EJE
—	COTA DEL TERRENO
—	COTA INVERT DE ENTRADA
—	COTA INVERT DE SALIDA

L= LONGITUD HORIZONTAL EN MTS.
S= PENDIENTE DE LA TUBERIA EN %
Ø= DIAMETRO DE LA TUBERIA EN PULG.

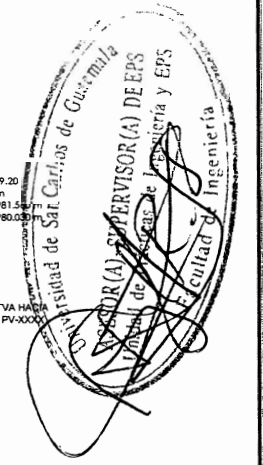


PERFIL DE PV-2C A PV-2
ESCALA HOR: 1/1000
ESCALA VERT: 1/200

PERFIL DE PV-6A A PV-6
ESCALA HOR: 1/1000
ESCALA VERT: 1/200

PERFIL DE PV-7A A PV-7
ESCALA HOR: 1/1000
ESCALA VERT: 1/200

PERFIL DE PV-9A A PV-9
ESCALA HOR: 1/1000
ESCALA VERT: 1/200



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ
GUATEMALA
OFICINA DE PLANIFICACION MUNICIPAL

PROYECTO: Red de Alcantarillado Sanitario, Cacerío Cruz Verde.
UBICACION: Cacerío Cruz Verde, Aldea Sajcovilla, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Departamento de Guatemala

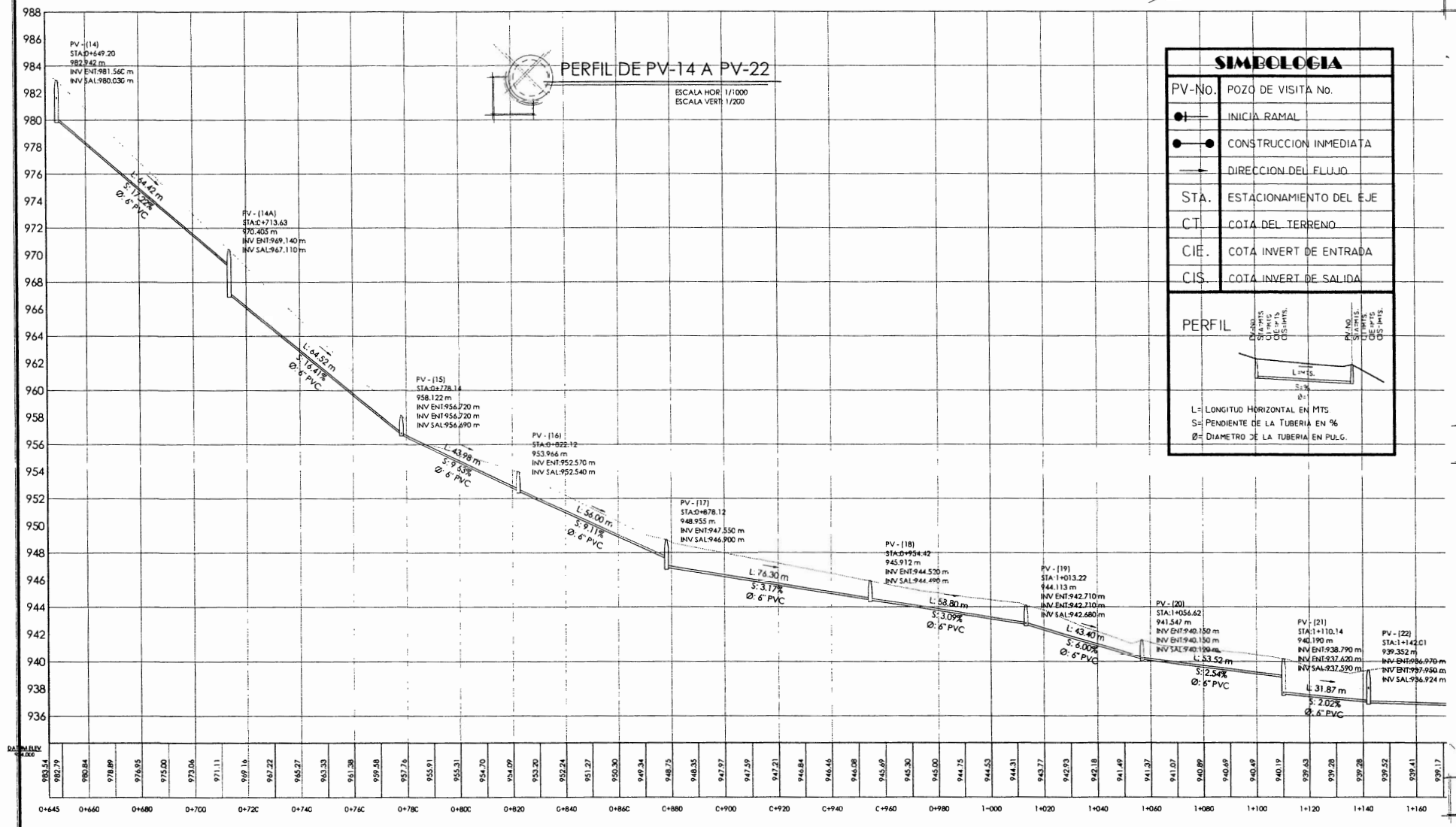
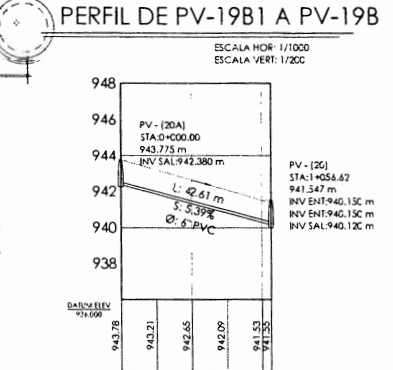
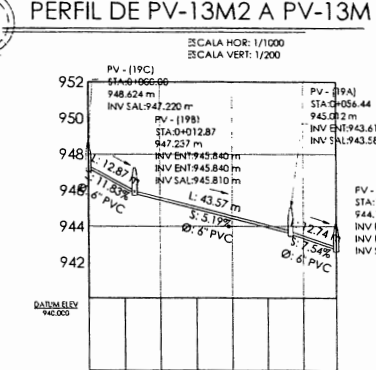
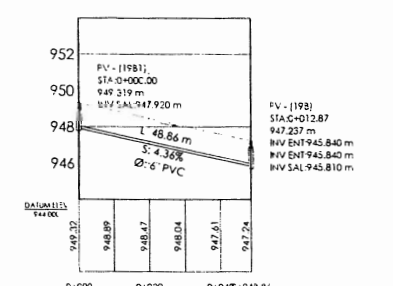
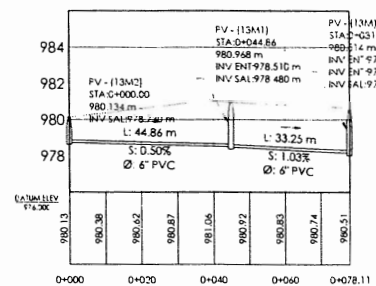
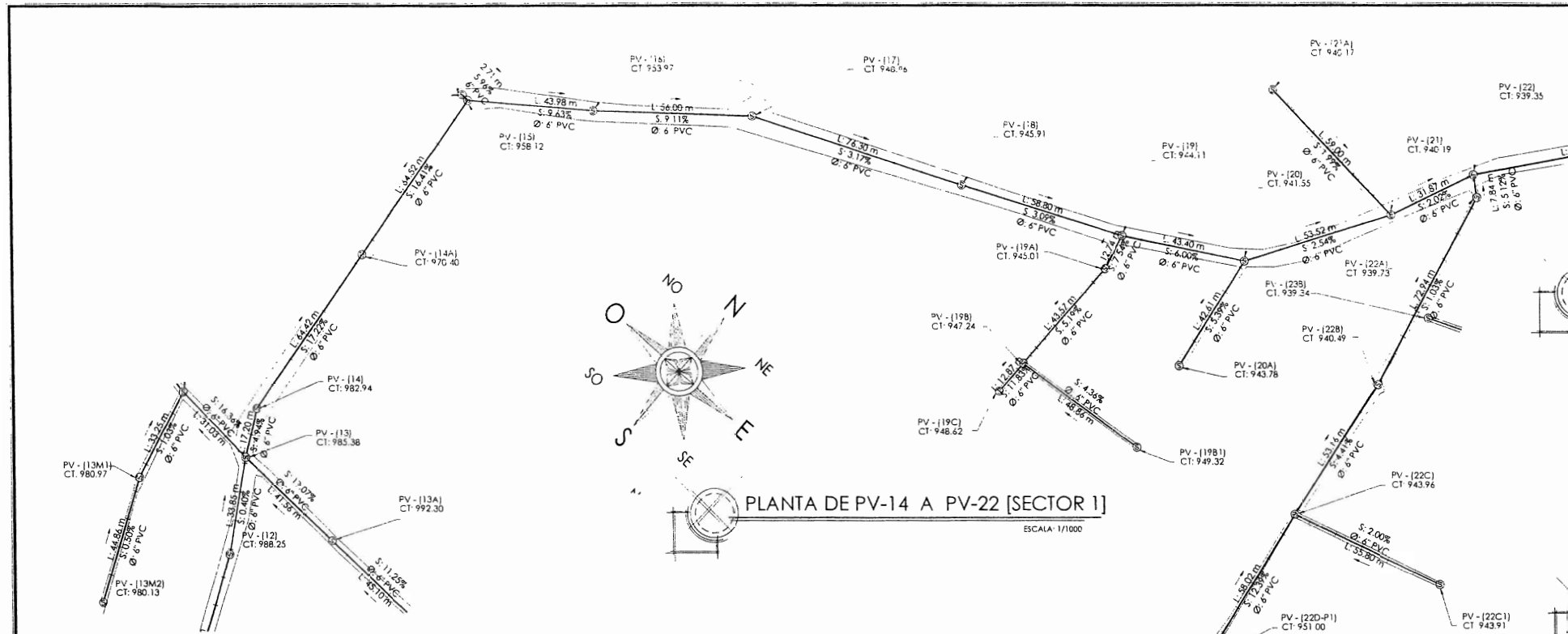
CONTENIDO: Planta - Perfil de E-0 a E-14, Sector I. Sistema de Alcantarillado Sanitario

DISÑO: Luis Alvarado Elias REVISOR: Ing. Ángel Sic.
CALCULO: Luis Alvarado Elias ESCALA: Indicada
DIBUJO: Luis Alvarado Elias FECHA: Noviembre 2011

Ing. Ángel Roberto Sic García
Autor Supervisor EPS

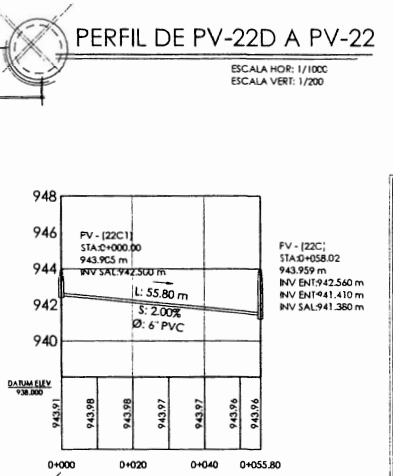
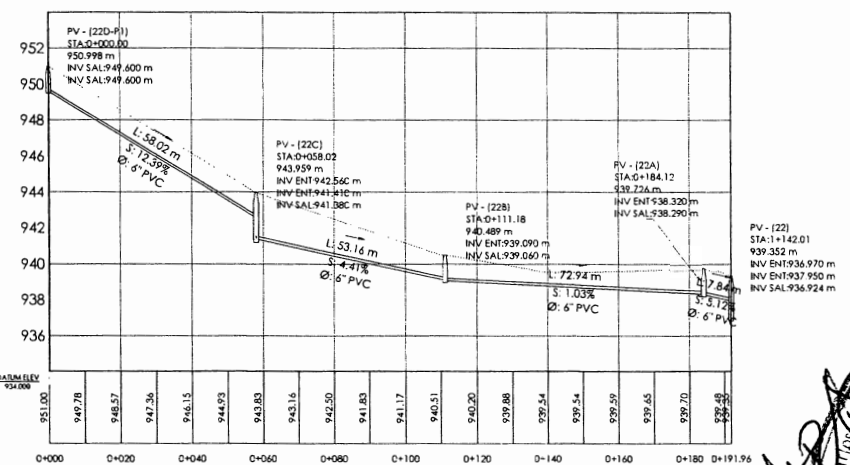
Vo. So. Ing. Luis Cuyán
Coordinador de Municipalidad

09/20



SIMBOLOGIA	
PV-NO.	POZO DE VISITA No.
●	INICIA RAMAL
●	CONSTRUCCION INMEDIATA
→	DIRECCION DEL FLUJO
STA.	ESTACIONAMIENTO DEL EJE
CT.	COTA DEL TERRENO
CI.E.	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS.	COTA INVERT DE SALIDA

PERFIL	
L	LONGITUD HORIZONTAL EN MTS
S	PENDIENTE DE LA TUBERIA EN %
Ø	DIAMETRO DE LA TUBERIA EN PULG.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ
GUATEMALA
OFICINA DE PLANIFICACION MUNICIPAL

PROYECTO: Red de Alcantarillado Sanitario, Cacerío Cruz Verde.

UBICACION: Cacerío Cruz Verde, Aldea Sajcovilla, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Departamento de Guatemala

CONTENIDO: Planta - Perfil de E-14 a E-22, Sector I. Sistema de Alcantarillado Sanitario

DISEÑO: Luis Avarado Elias REVISÓ: Ing. Ángel Sic.

CALCULO: Luis Avarado Elias ESCALA: Indicada

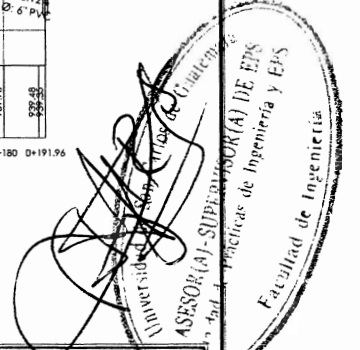
DIBUJO: Luis Avarado Elias FECHA: Noviembre 2011

Ing. Ángel Roberto Sic García
Asesor Técnico EPS

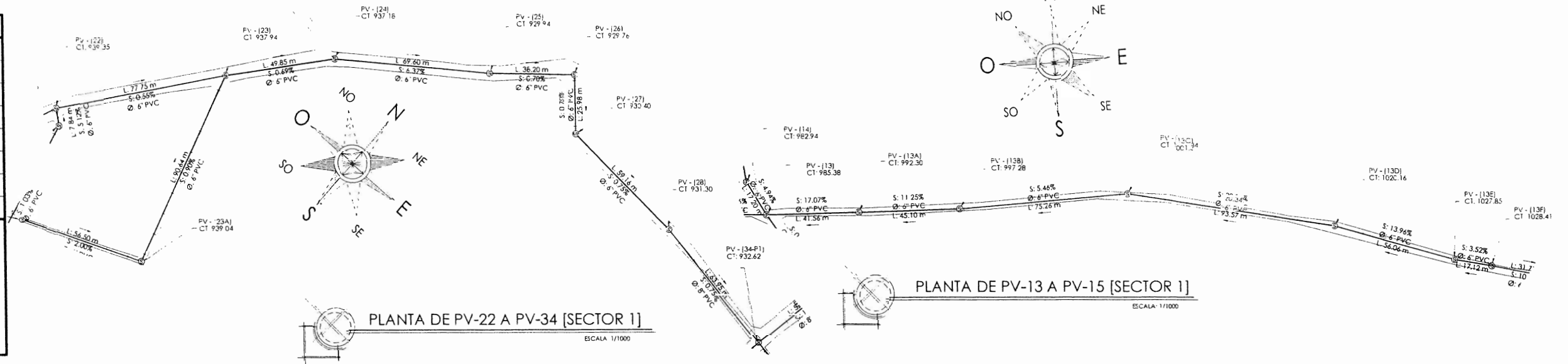
Vo.Bo. Ing. Luis Cuyán
Coordinador OI. Municipal de Planificación

ARQUITECTURA
ESTRUCTURAS
INSTALACIONES
TOPOGRAFIA
ESPECIALES

10
20

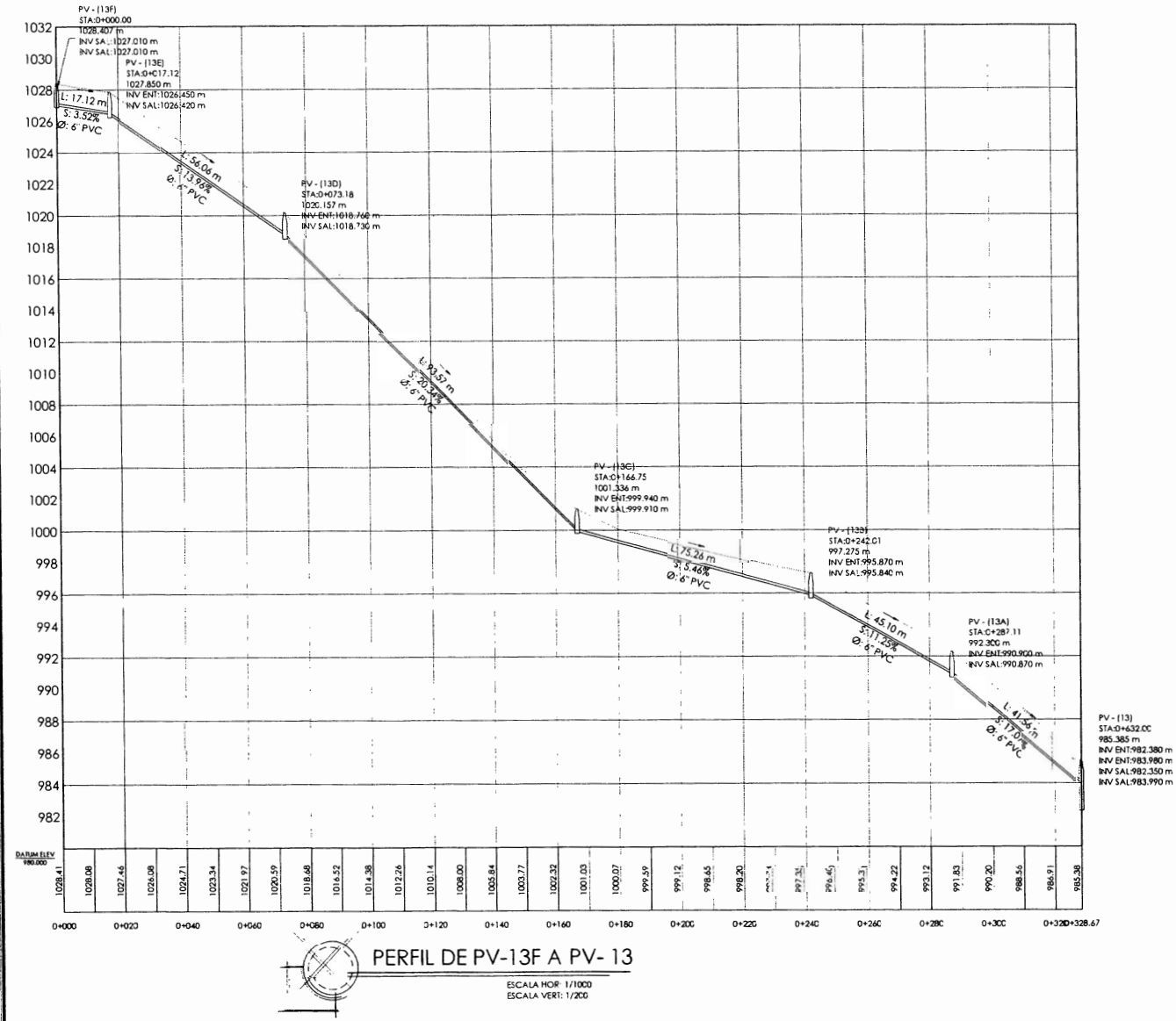


SIMBOLOGIA	
PV-No.	POZO DE VISITA No.
●—	INICIA RAMAL
●—●	CONSTRUCCION INMEDIATA
→	DIRECCION DEL FLUJO
STA.	ESTACIONAMIENTO DEL EJE
CT.	COTA DEL TERRENO
CIE.	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS.	COTA INVERT DE SALIDA
PERFIL 	
L = LONGITUD HORIZONTAL EN MTS S = PENDIENTE DE LA TUBERIA EN % Ø = DIAMETRO DE LA TUBERIA EN PULG	

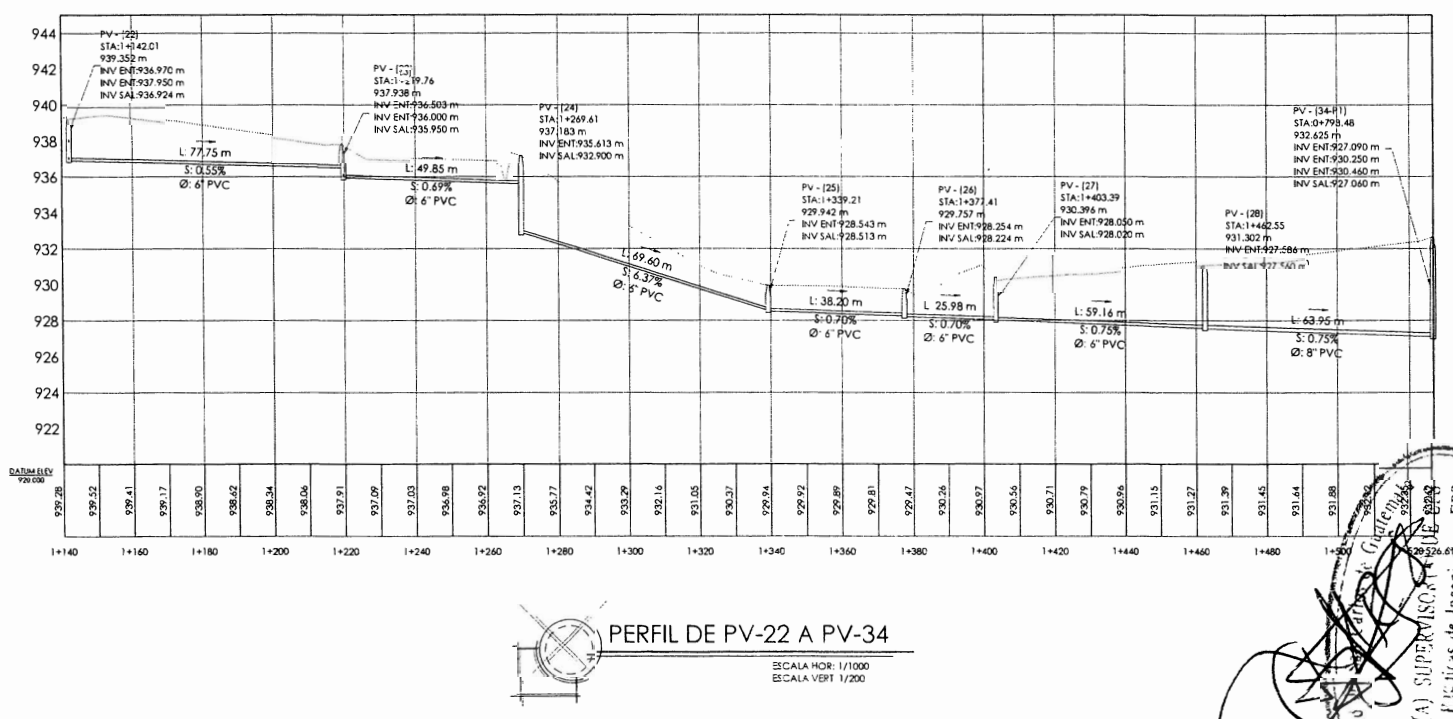


PLANTA DE PV-22 A PV-34 [SECTOR 1] ESCALA 1/1000

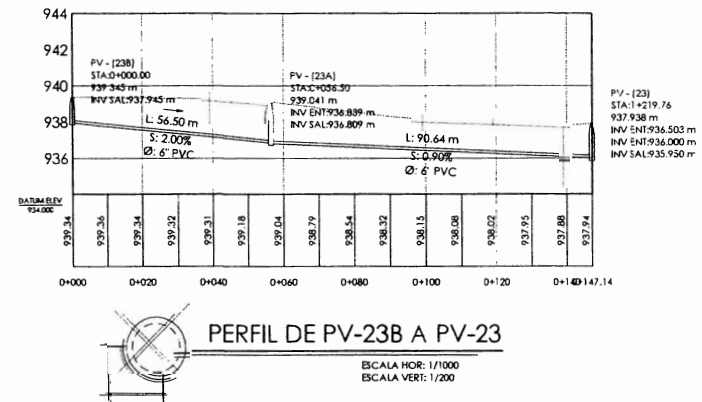
PLANTA DE PV-13 A PV-15 [SECTOR 1] ESCALA 1/1000



PERFIL DE PV-13F A PV-13 ESCALA HOR: 1/1000 ESCALA VERT: 1/200



PERFIL DE PV-22 A PV-34 ESCALA HOR: 1/1000 ESCALA VERT: 1/200



PERFIL DE PV-23B A PV-23 ESCALA HOR: 1/1000 ESCALA VERT: 1/200

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFECIONAL SUPERVISADO (E.F.S.)

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ
GUATEMALA
OFICINA DE PLANIFICACION MUNICIPAL

PROYECTO: Red de Alcantarillado Sanitario, Cacerío Cruz Verde.

LUGAR: Cacerío Cruz Verde, Aldea Sajavilla, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Departamento de Guatemala.

CONTENIDO: Planta - Perfil de E-22 a E-34, Sector 1.

DISENO: Lus Alvarado Elias REVISO: Ing. Angel Sic.

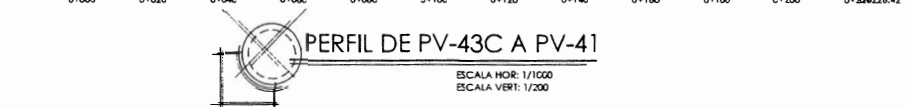
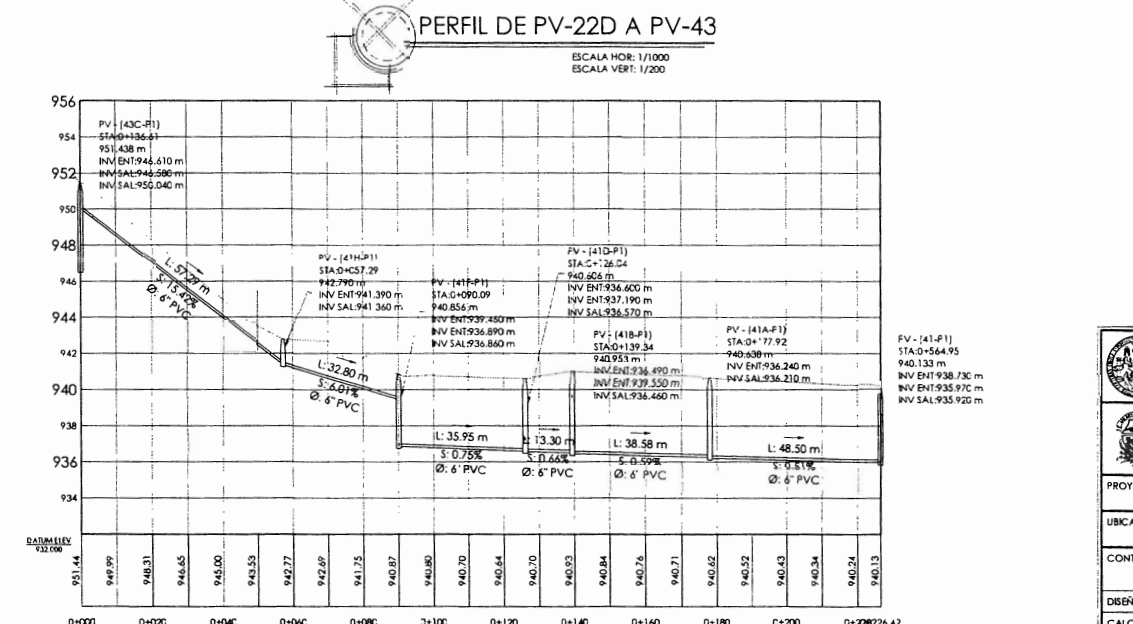
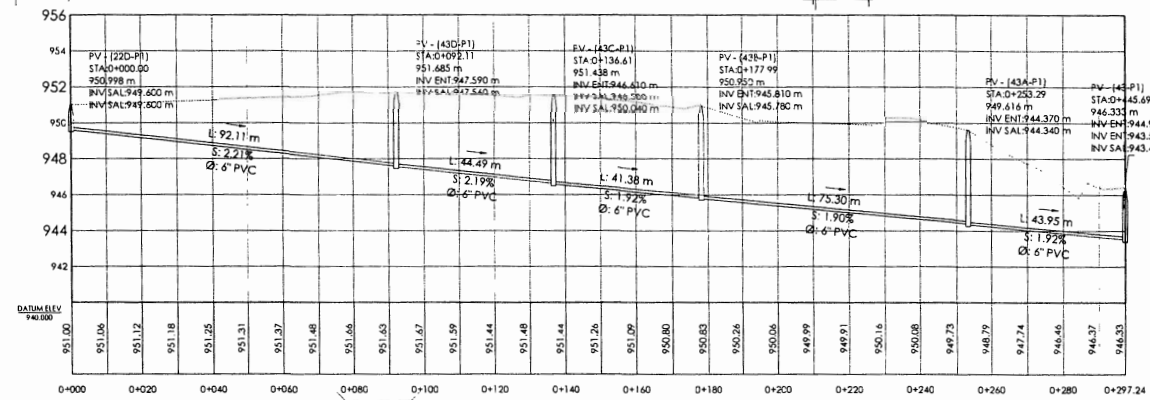
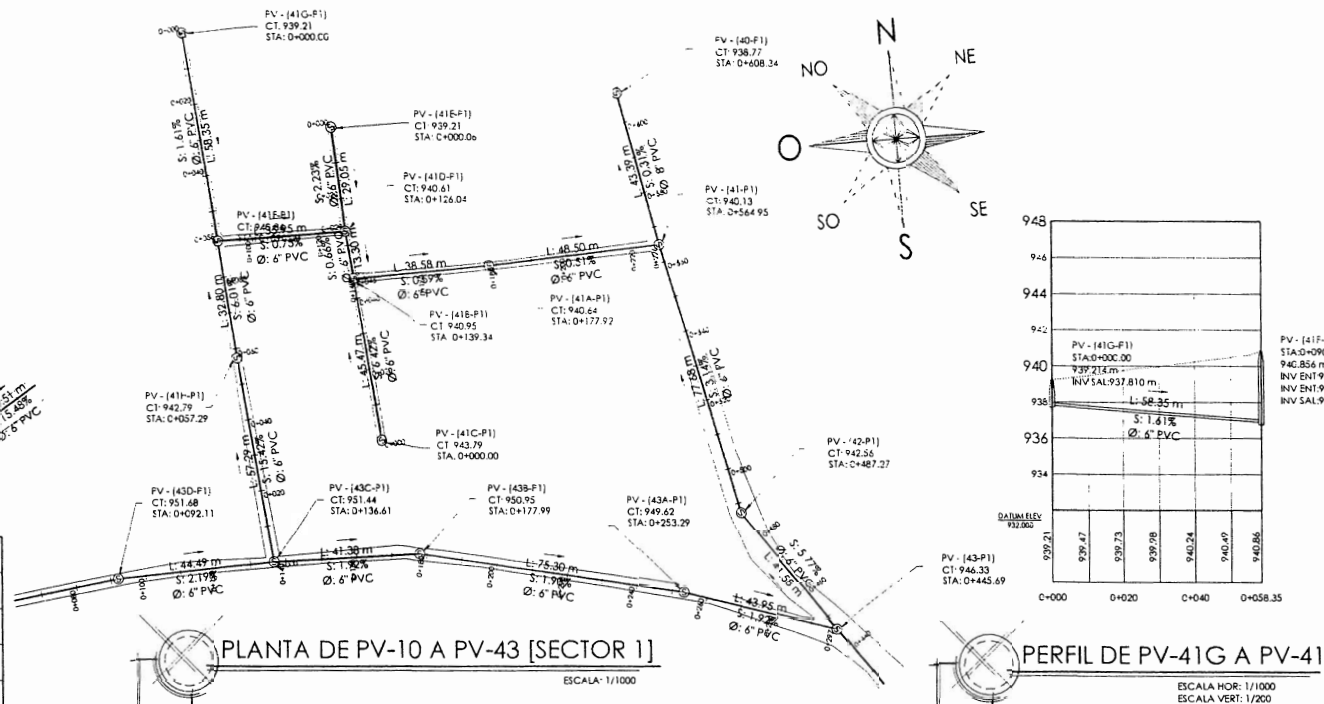
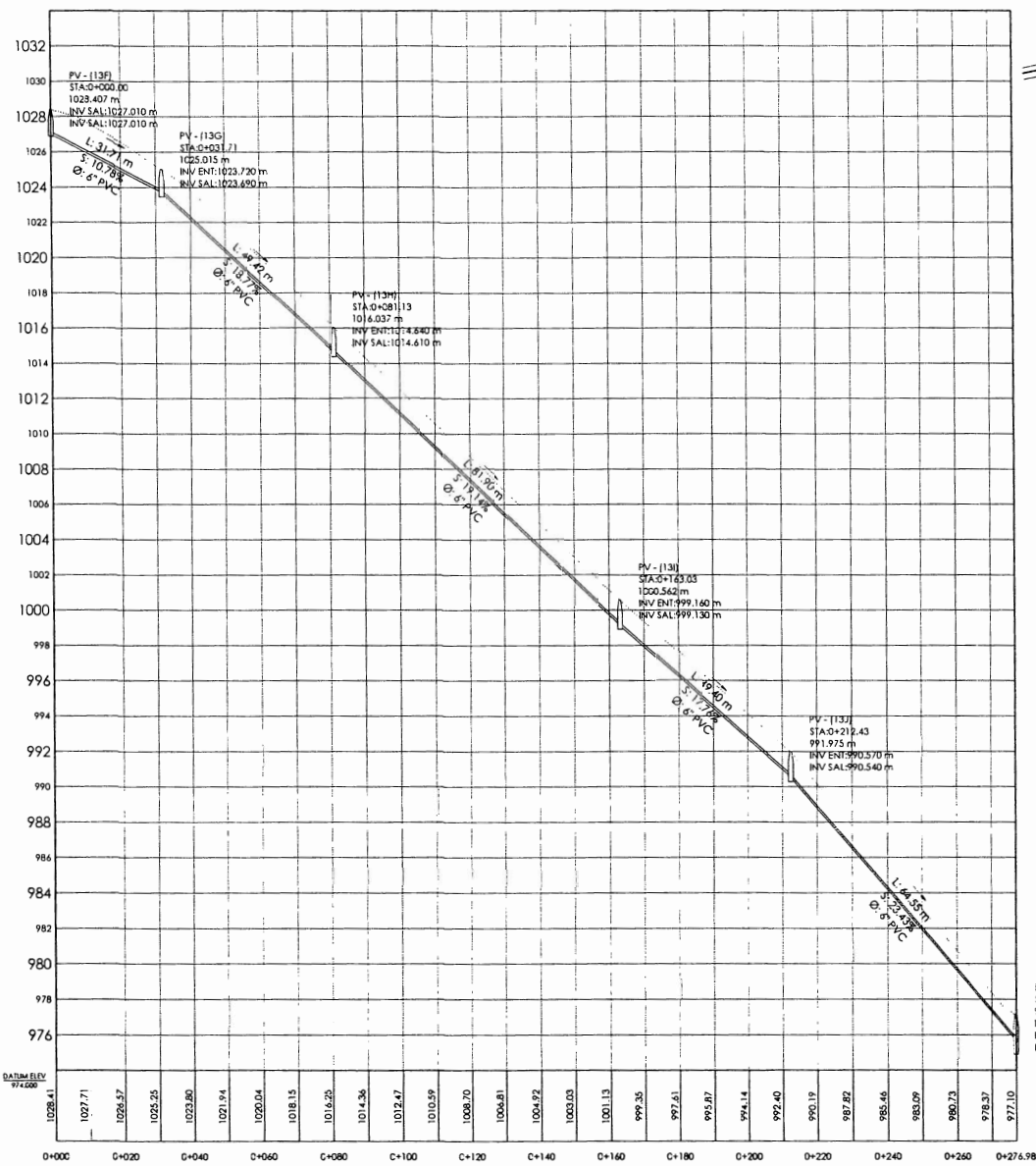
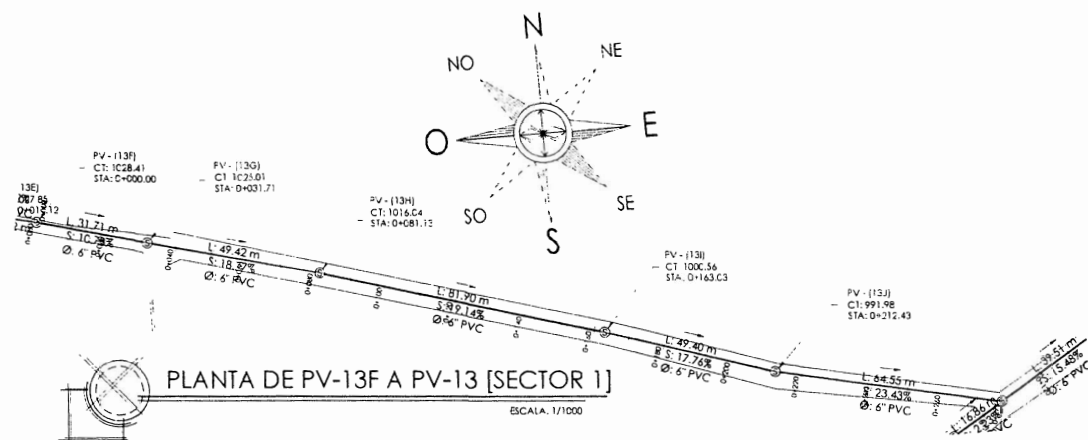
CALCULO: Lus Alvarado Elias ESCALA: Indicada

DBUJO: Lus Alvarado Elias FECHA: Noviembre 2011

Ing. Angel Roberto Sic Garcia
Acompañante EPS

Vo.Bo. Ing. Lus cuyen
Coordinador OI, Municipalidad de Planificación

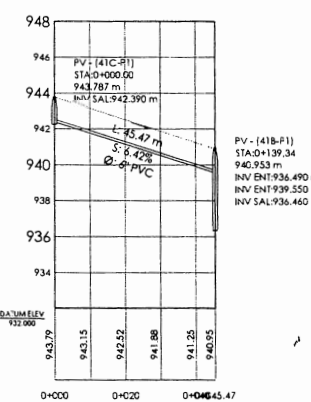
11
20



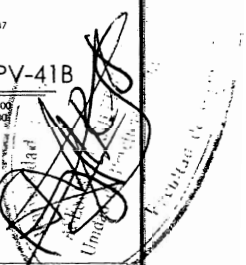
SIMBOLOGIA	
PV-NO.	POZO DE VISITA NO.
●	INICIA RAMAL
●	CONSTRUCCION INMEDIATA
→	DIRECCION DEL FLUJO
STA.	ESTACIONAMIENTO DEL EJE
CT.	COTA DEL TERRENO
CIE.	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS.	COTA INVERT DE SALIDA

PERFIL	
—	ALTO
—	TERRENO
—	INVERT
—	ENTRADA
—	SALIDA
—	CONSTRUCCION
—	RAMAL
—	CONSTRUCCION INMEDIATA

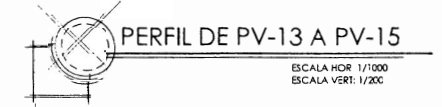
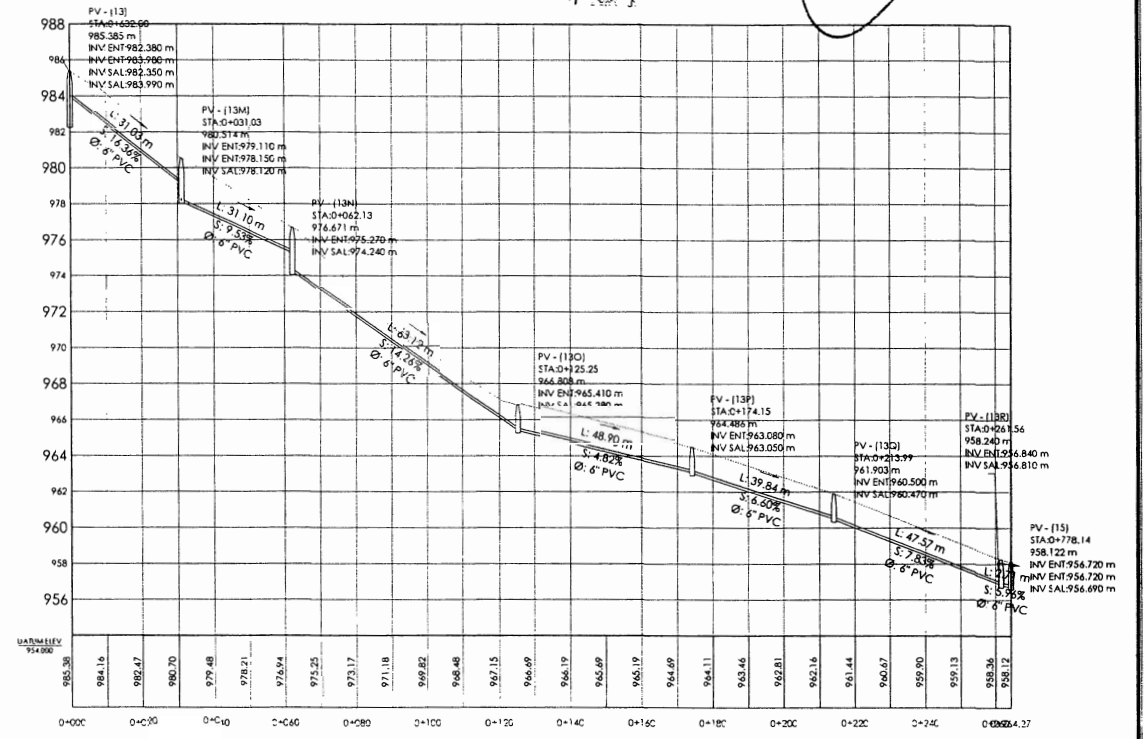
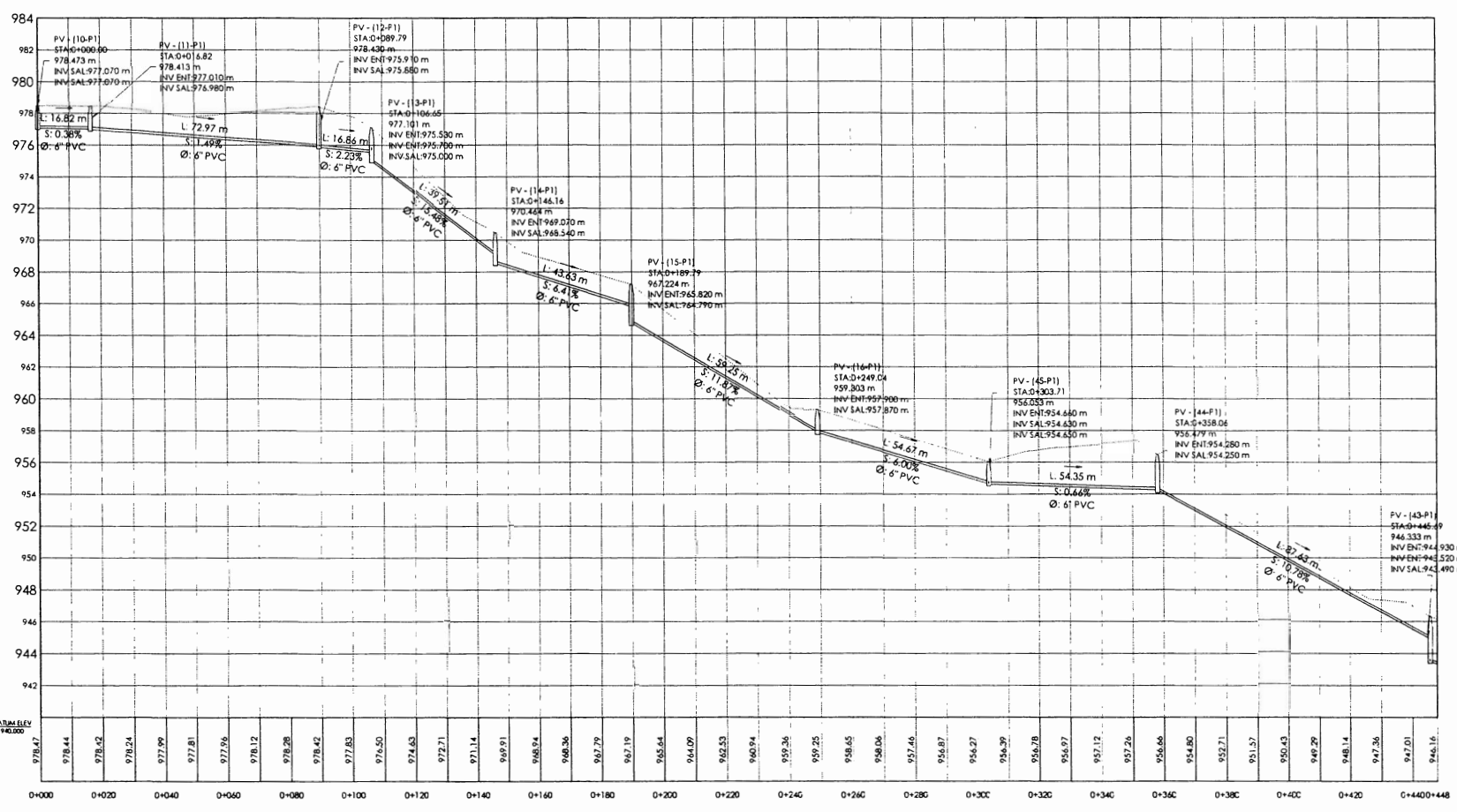
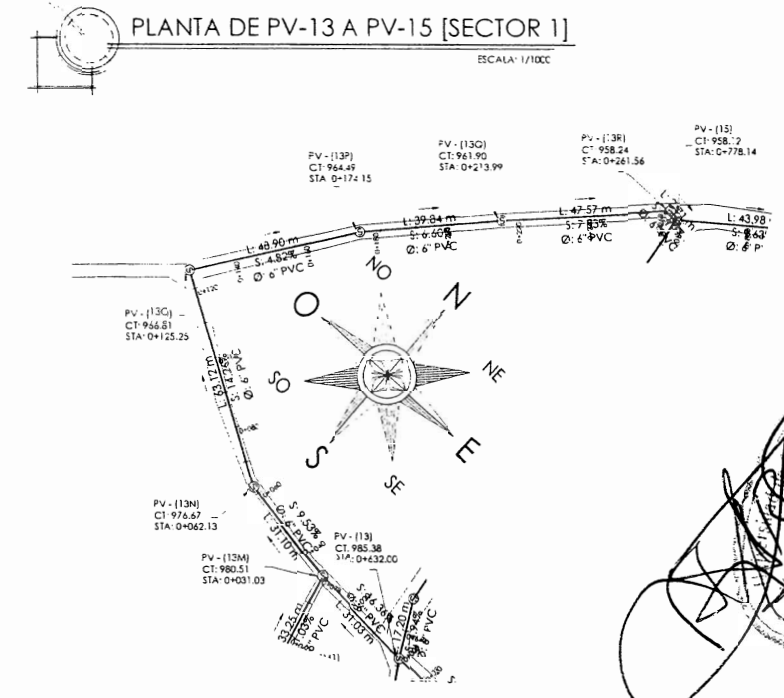
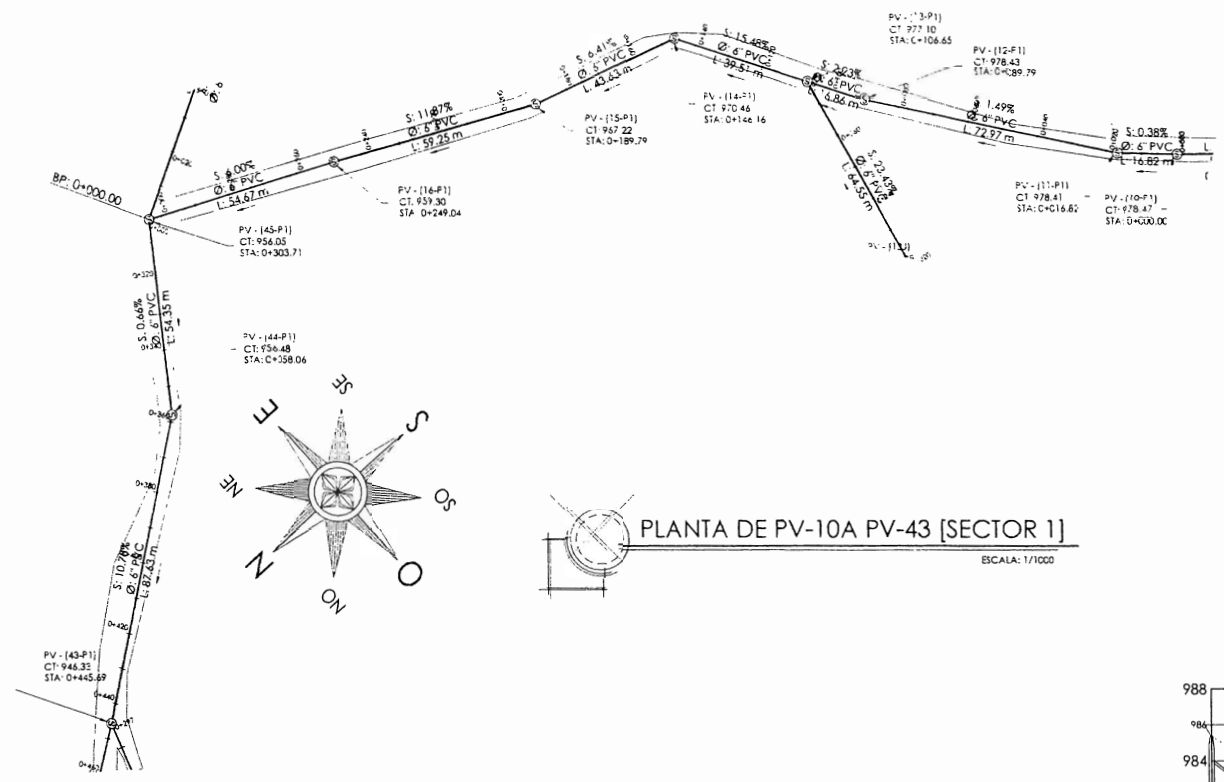
L: LONGITUD HORIZONTAL EN MTS.
S: PENDIENTE DE LA TUBERIA EN %
Ø: DIAMETRO DE LA TUBERIA EN PULG.



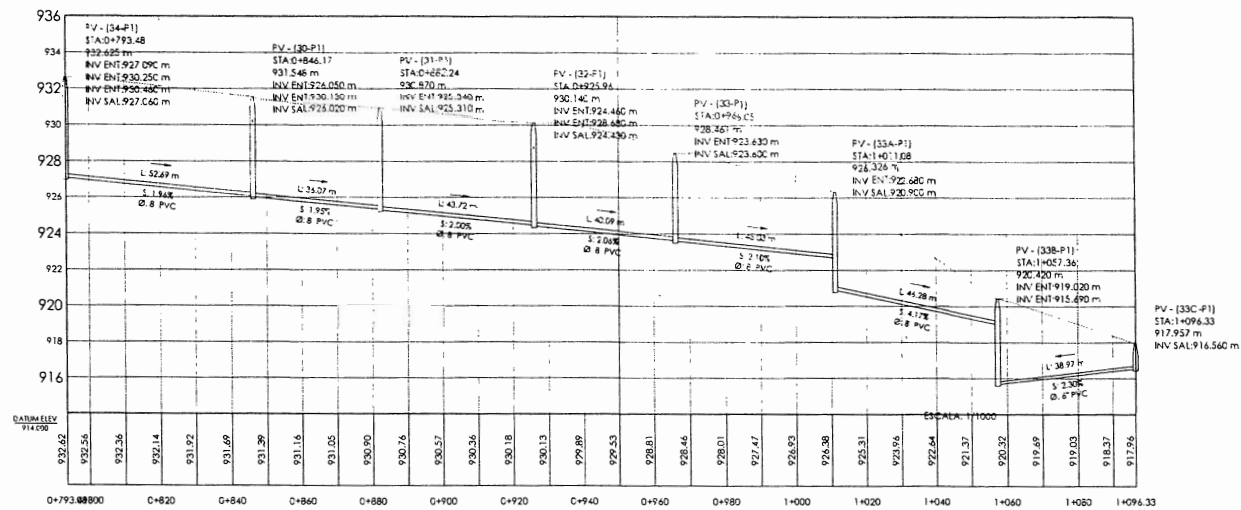
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)
	MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ GUATEMALA OFICINA DE PLANIFICACION MUNICIPAL
PROYECTO: Red de Alcantarillado Sanitario, Cacerio Cruz Verde.	
UBICACION: Cacerio Cruz Verde, Aldea Sajcovilla, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Departamento de Guatemala	
CONTENIDO: Planta - Perfil de E-13F a E-13, Sector 1. Sistema de Alcantarillado Sanitario	
DISEÑO: Luis Alvarado Elias	REVISÓ: Ing. Ángel Sic.
CALCULO: Luis Alvarado Elias	ESCALA: Indicada
DIBUJO: Luis Alvarado Elias	FECHA: Noviembre 2011
Ing. Ángel Roberto Sic. Garcia Asesor Supervisor EPS.	Vº. Bº. Ing. Luis Cuyuan Coordinador OI. Municipal de Planificación



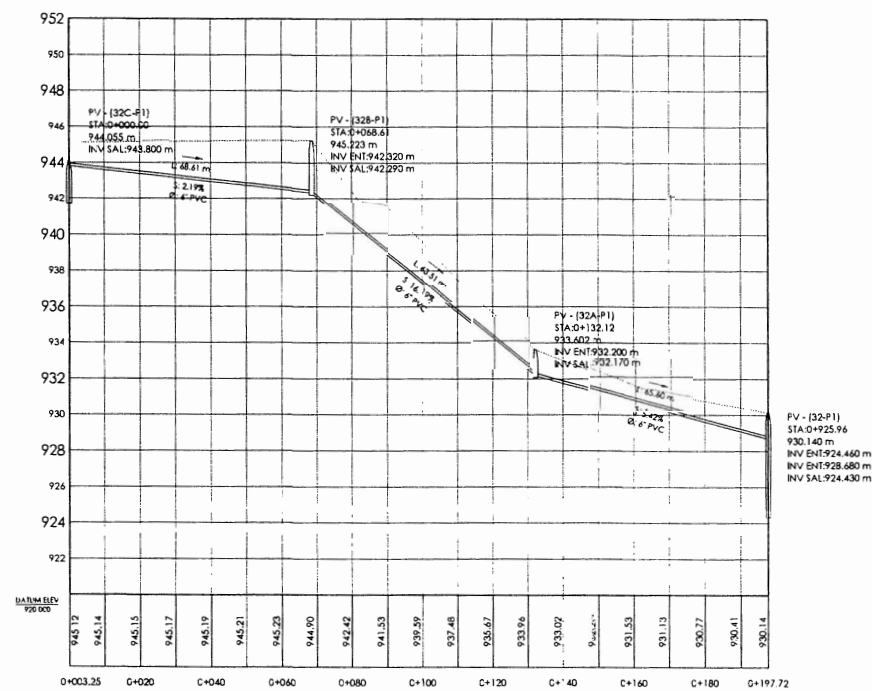
SIMBOLOGIA	
PV-No.	POZO DE VISITA No.
●	INICIA RAMAL
●	CONSTRUCCION INMEDIATA
→	DIRECCION DEL FLUJO
STA.	ESTACIONAMIENTO DEL E.E.
CT.	CO'A DEL TERRENO
CIE.	CO'A INVERT DE ENTRADA
CIS.	CO'A INVERT DE SALIDA
PERFIL 	
L: LONGITUD HORIZONTAL EN MTS. S: PENDIENTE DE LA TUBERIA EN % Ø: DIAMETRO DE LA TUBERIA EN PULG.	



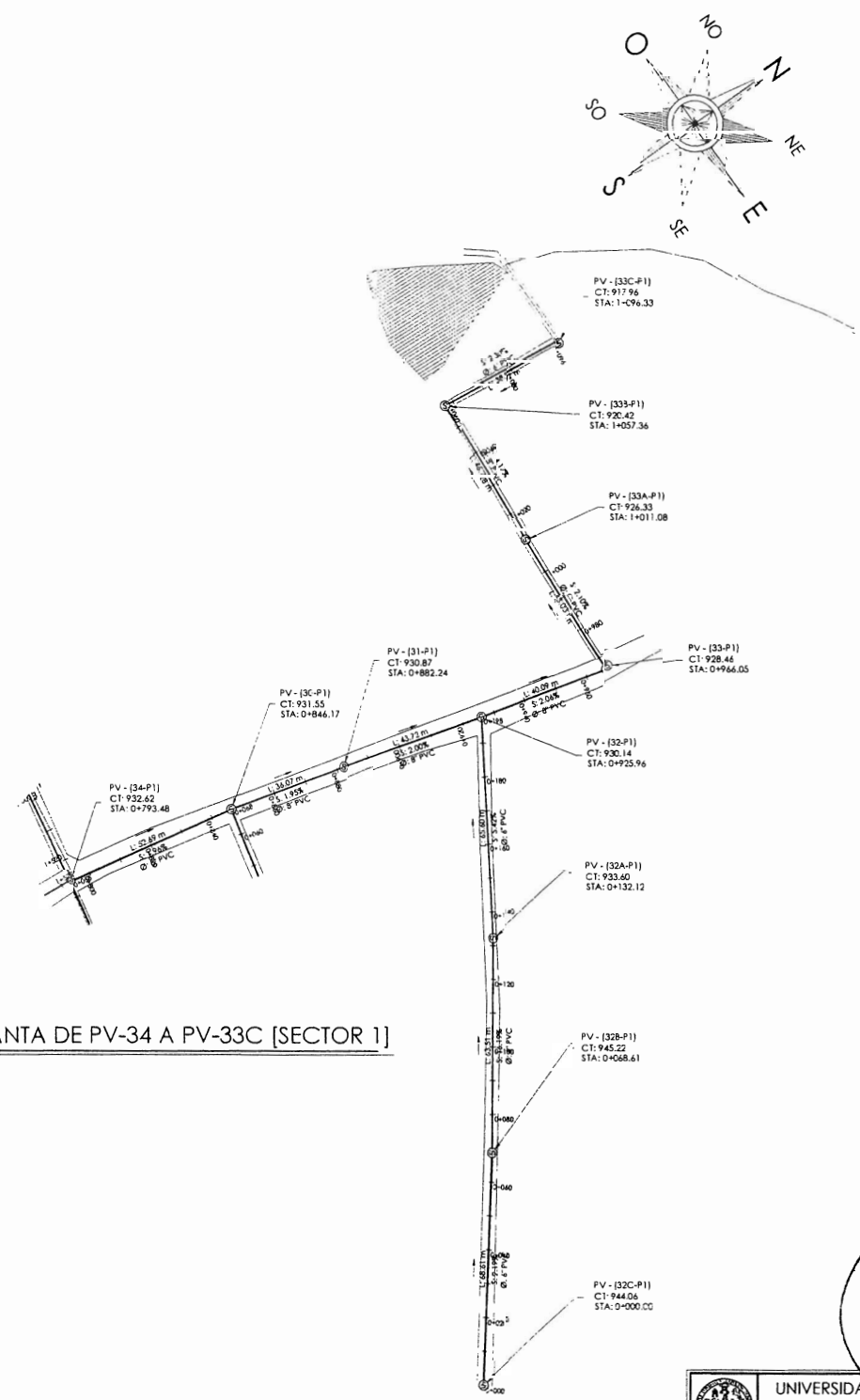
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVIZADO (E.P.S.)	
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ GUATEMALA OFICINA DE PLANIFICACIÓN MUNICIPAL	
PROYECTO: Red de Alcantarillado Sanitario, Cacerío Cruz Verde.	
UBICACIÓN: Cacerío Cruz Verde, Aldea Sajcoviva, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Departamento de Guatemala	
CONTENIDO: Planta - Perfil de E-10T2 a E-43, Sector 1.	
SISTEMA DE ALcantarillado Sanitario	
DISEÑO: Luis Alvarado Elías	REVISÓ: Ing. Ángel Sic.
CALCULO: Luis Alvarado Elías	ESCALA: Indicada
DIBUJO: Luis Alvarado Elías	FECHA: Noviembre 2011
Ing. Ángel Roberto Sic. García Asesor Supervisor EPS	Ing. Luis Alvarado Elías Coordinador CI. Municipal de Planificación
H O J A 13 20	



PERFIL DE PV-34 A PV-33C
 ESCALA HOR: 1/1000
 ESCALA VER: 1/200



PERFIL DE PV-32C A PV-32
 ESCALA HOR: 1/1000
 ESCALA VER: 1/200



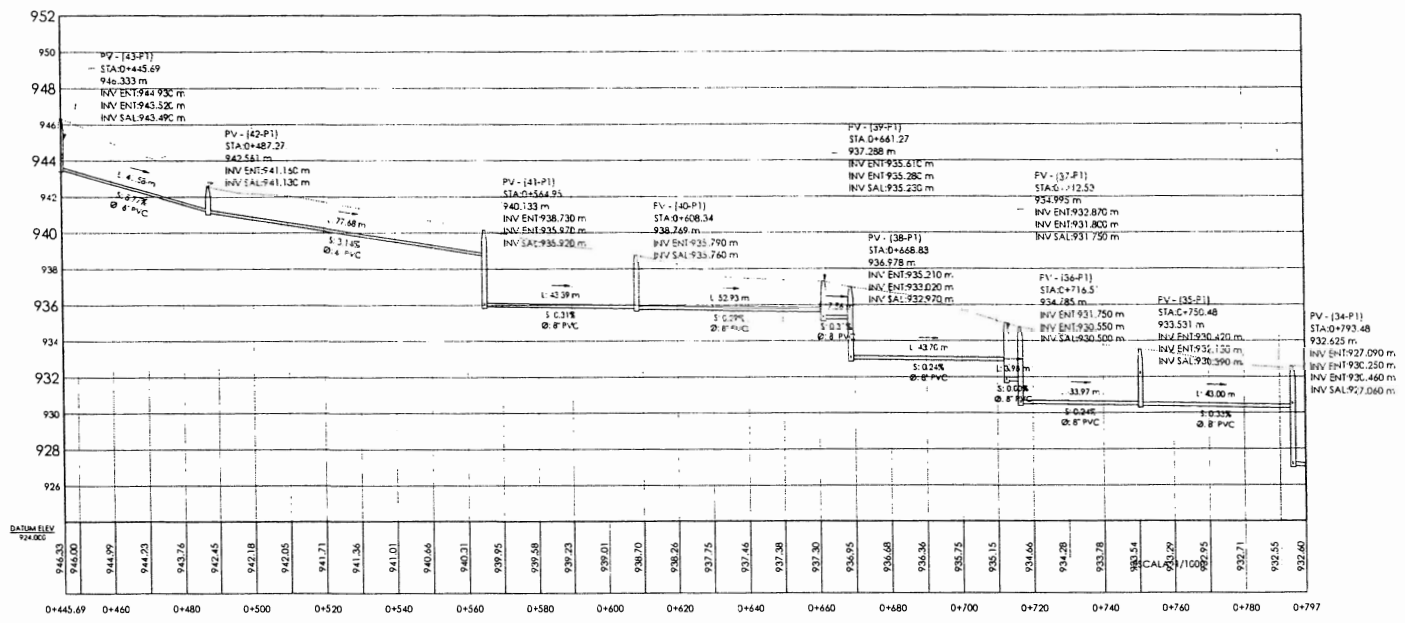
PLANTA DE PV-34 A PV-33C [SECTOR 1]

SIMBOLOGIA	
PV-No.	POZO DE VISITA No.
●—	INICIA RAMAL
●—●	CONSTRUCCION INMEDIATA
→	DIRECCION DEL FLUJO
STA.	ESTACIONAMIENTO DEL EJE
CT.	COTA DEL TERRENO
CIE.	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS.	COTA INVERT DE SALIDA

PERFIL	
L: LONGITUD HORIZONTAL EN MTS. S: PENDIENTE DE LA TUBERIA EN % Ø: DIAMETRO DE LA TUBERIA EN PULG.	

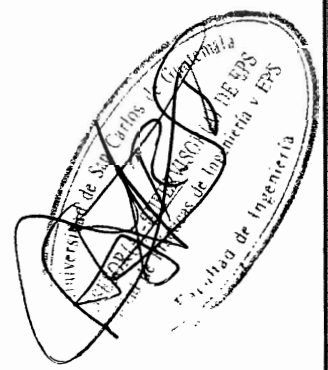
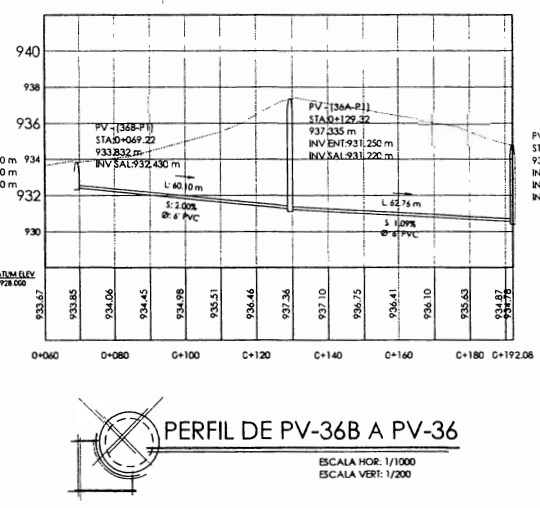
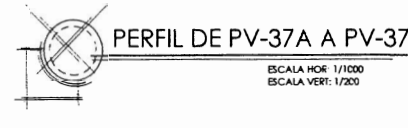
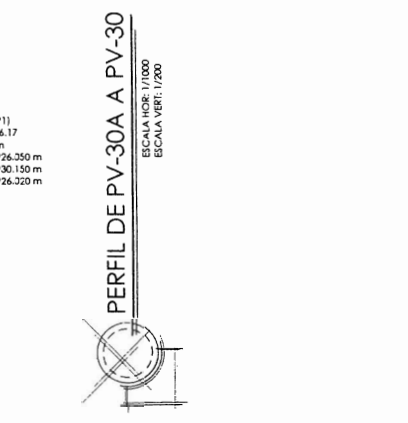
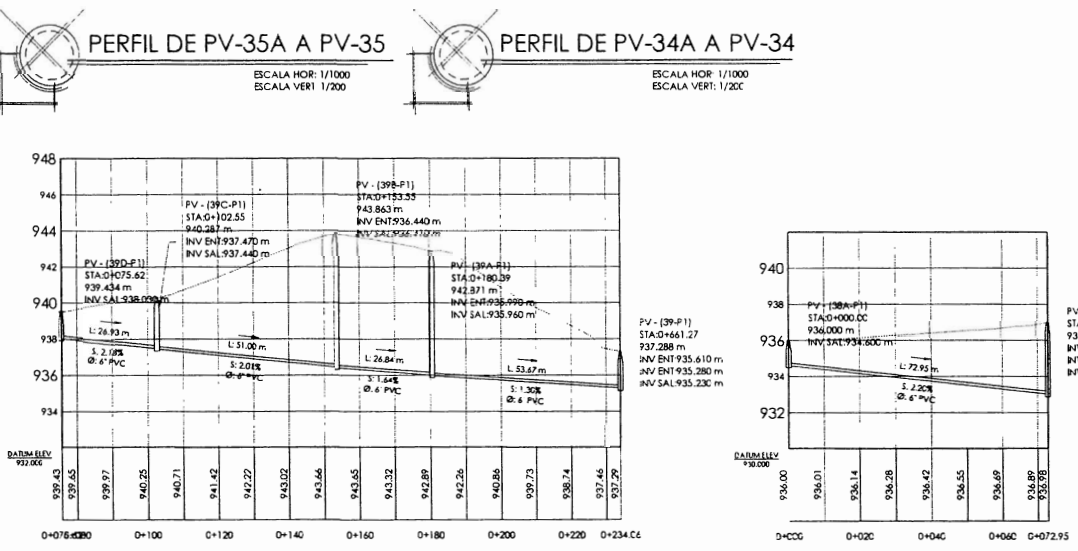
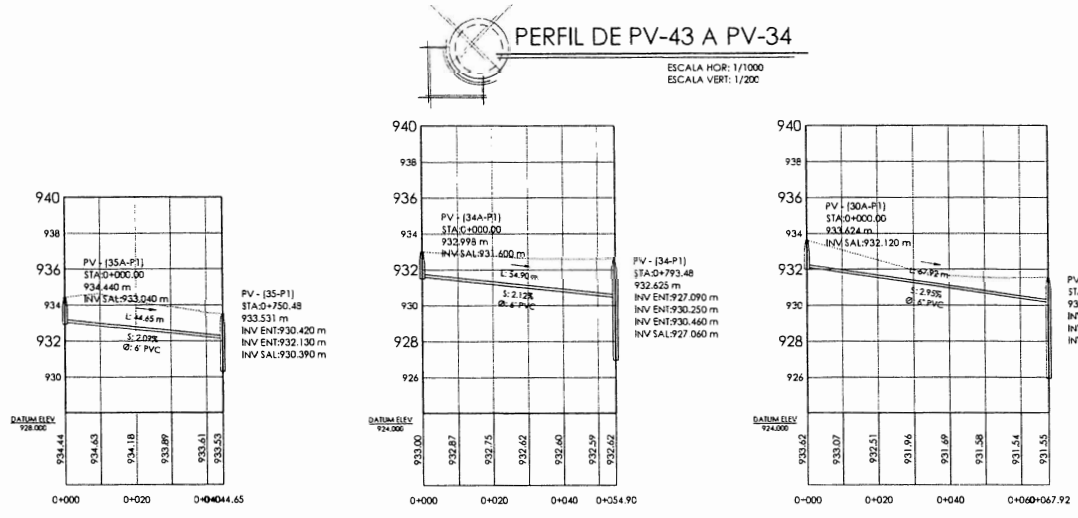
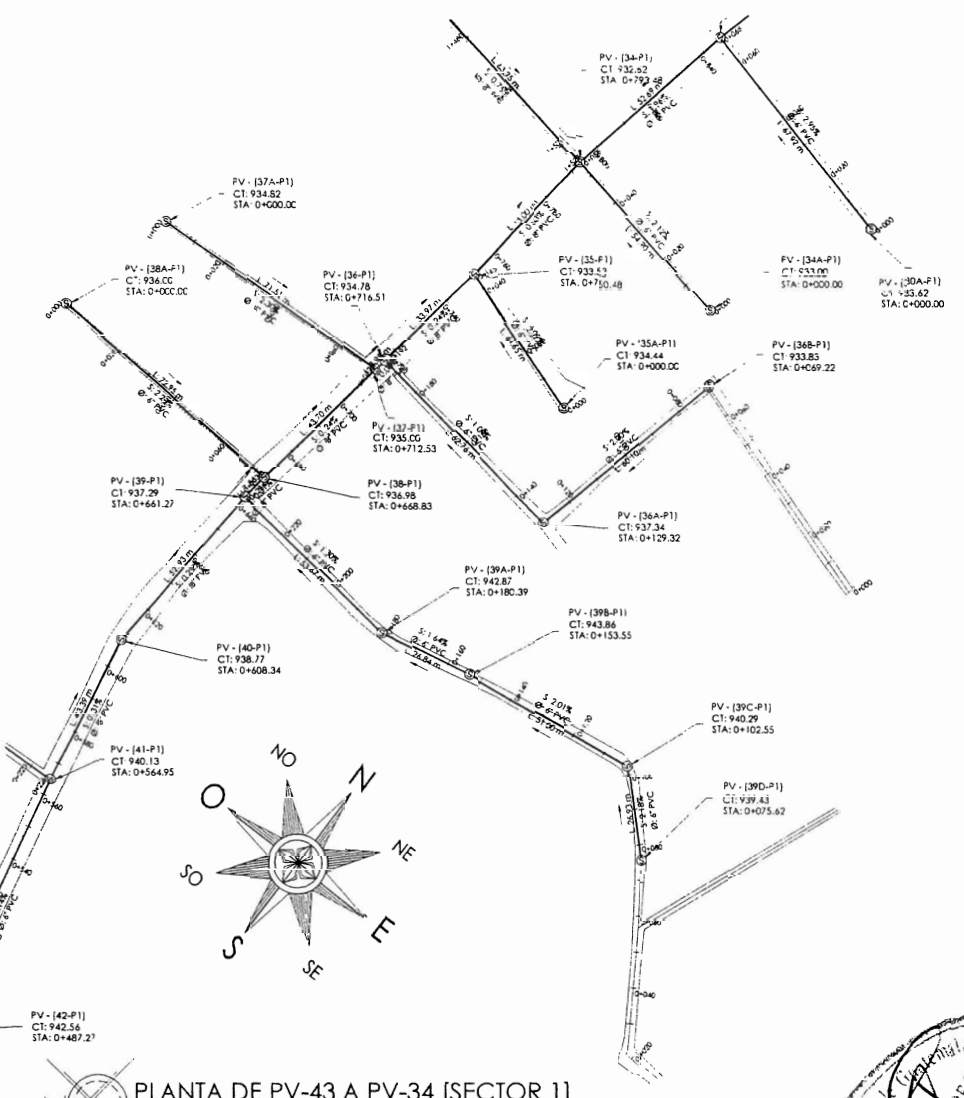


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)					
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ GUATEMALA OFICINA DE PLANIFICACIÓN MUNICIPAL					
PROYECTO: Red de Alcantarillado Sanitario, Cacerío Cruz Verde.					
UBICACIÓN: Cacerío Cruz Verde, Aldea Sajcovilla, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Departamento de Guatemala					
CONTENIDO: Planta - Perfil de E-34 a E-33C, Sector 1.					
DISEÑO: Luis Alvarado Elias	REVISÓ: Ing. Ángel Sic.				
CALCULO: Luis Alvarado Elias	ESCALA: Indicada				
DIBUJO: Luis Alvarado Elias	FECHA: Noviembre 2011				
<table border="0"> <tr> <td><input type="checkbox"/> ARQUITECTURA</td> <td><input type="checkbox"/> TOPOGRAFIA</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> ESTRUCTURAS</td> <td><input type="checkbox"/> ESPECIALES</td> </tr> </table>		<input type="checkbox"/> ARQUITECTURA	<input type="checkbox"/> TOPOGRAFIA	<input type="checkbox"/> ESTRUCTURAS	<input type="checkbox"/> ESPECIALES
<input type="checkbox"/> ARQUITECTURA	<input type="checkbox"/> TOPOGRAFIA				
<input type="checkbox"/> ESTRUCTURAS	<input type="checkbox"/> ESPECIALES				
Ing. Ángel Roberto Sic García Asesoramiento EPS	Vo. So. Ing. Luis Cuyán Coordinador OI Municipal de Planificación				
HOJA 14 DE 20					

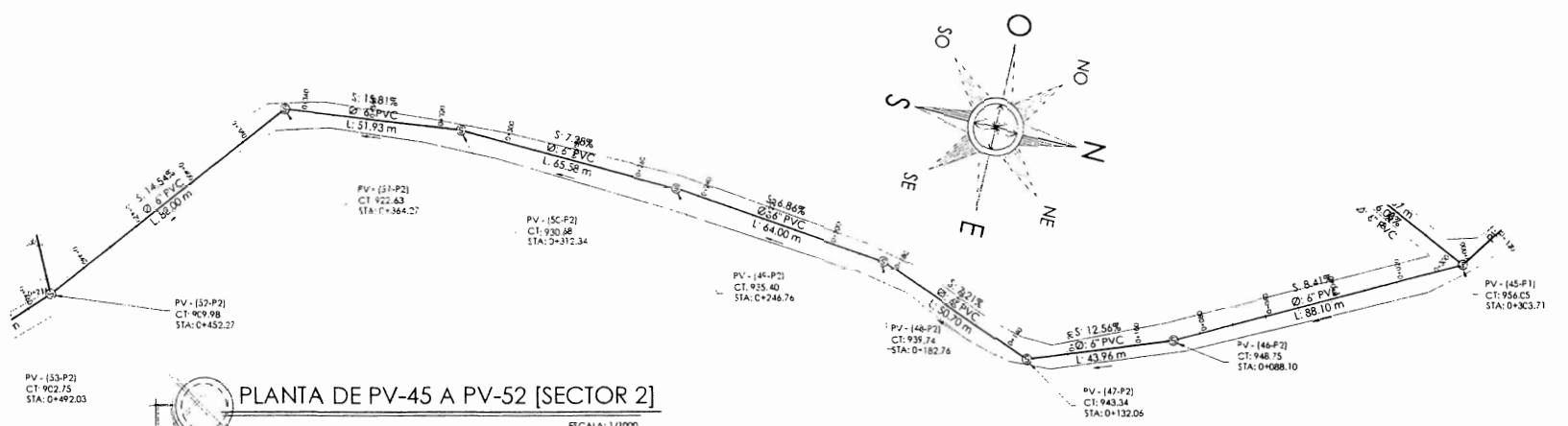


SIMBOLOGIA	
PV-NO.	POZO DE VISITA No.
●	INICIA RAMAL
●	CONSTRUCCION INMEDIATA
→	DIRECCION DEL FLUJO
STA.	ESTACIONAMIENTO DEL EJE
CT	COTA DEL TERRENO
CIE.	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA

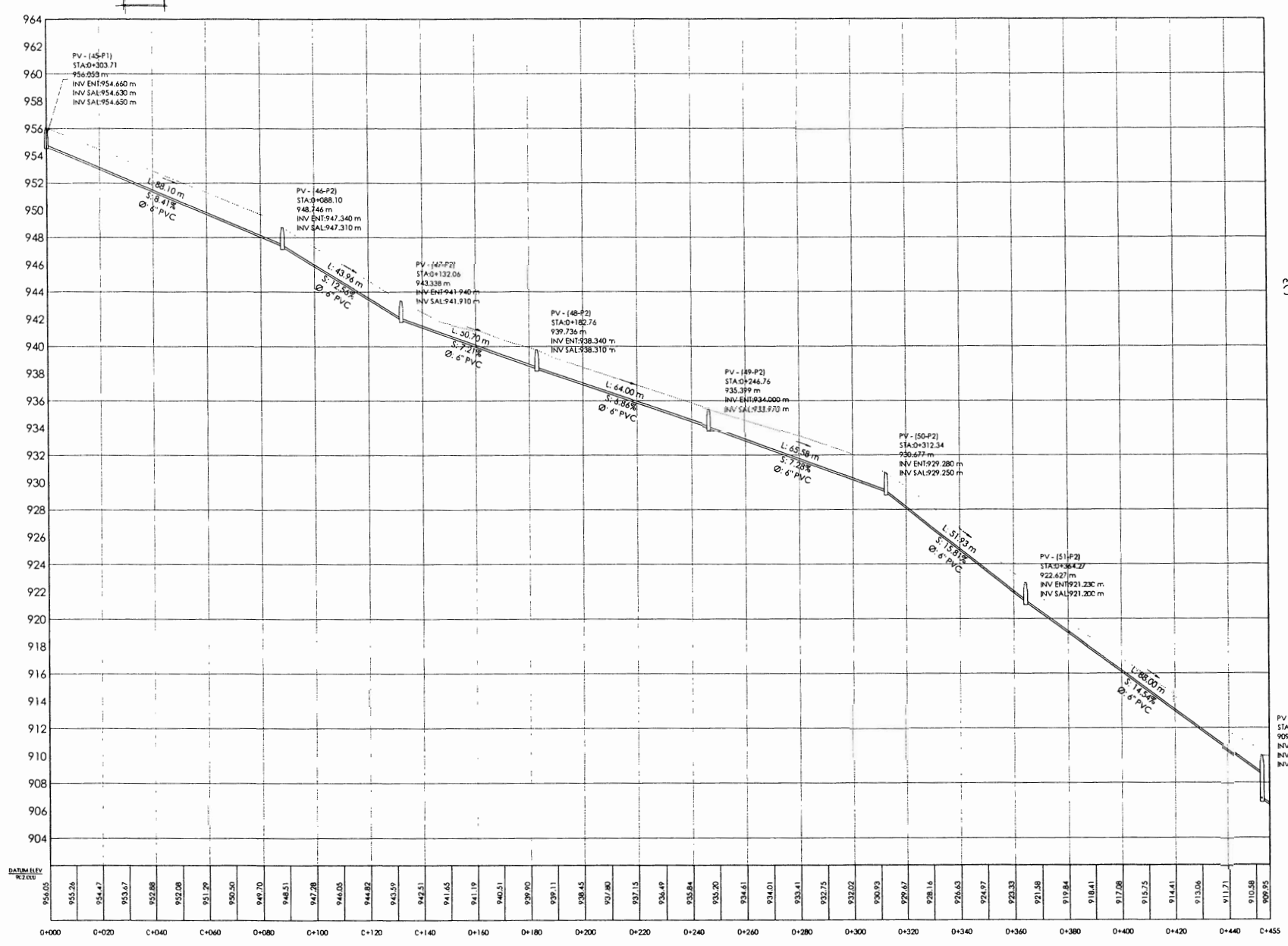
PERFIL	
L	LONGITUD HORIZONTAL EN MTS.
S	PENDIENTE DE LA TUBERIA EN ‰
Ø	DIAMETRO DE LA TUBERIA EN PULG.



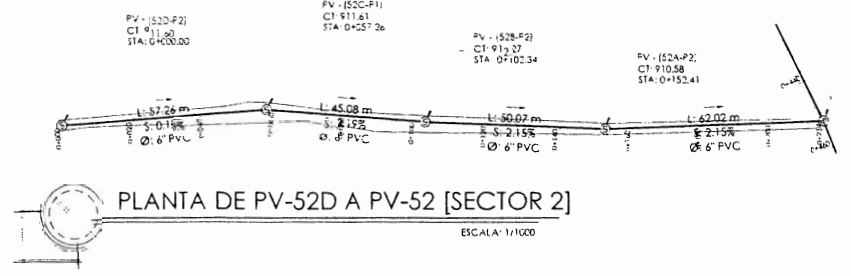
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)	
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ GUATEMALA OFICINA DE PLANIFICACION MUNICIPAL	
PROYECTO: Red de Alcantarillado Sanitario, Cacerío Cruz Verde.	
UBICACION: Cacerío Cruz Verde, Aldea Sojocavilla, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Departamento de Guatemala.	
CONTENIDO: Planta - Perfil de E-43 a E-34, Sector 1. Sistema de Alcantarillado Sanitario	<input type="checkbox"/> ARQUITECTURA <input type="checkbox"/> ESTRUCTURAS <input type="checkbox"/> INSTALACIONES <input type="checkbox"/> TOPOGRAFIA <input checked="" type="checkbox"/> ESPECIALES
DISEÑO: Luis Alvarado Elias CALCULO: Luis Alvarado Elias DIBUJO: Luis Alvarado Elias	REVISO: Ing. Ángel Sic. ESCALA: Indicada FECHA: Noviembre 2011
Ing. Ángel Roberto Sic García Asesor Supervisor EPS	Vo. So. Ing. Luis Cuyón Coordinador O. Municipal Planificación
H O L A 15 20	



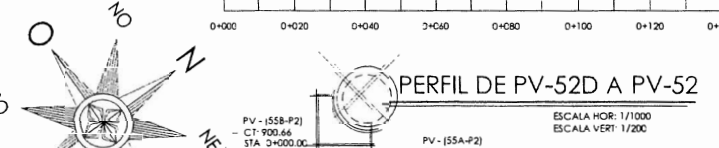
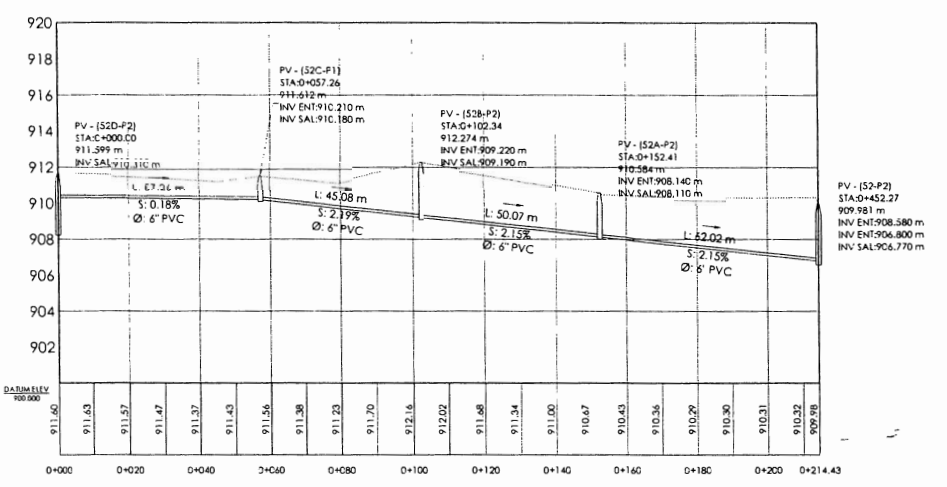
PLANTA DE PV-45 A PV-52 [SECTOR 2]
ESCALA: 1/1000



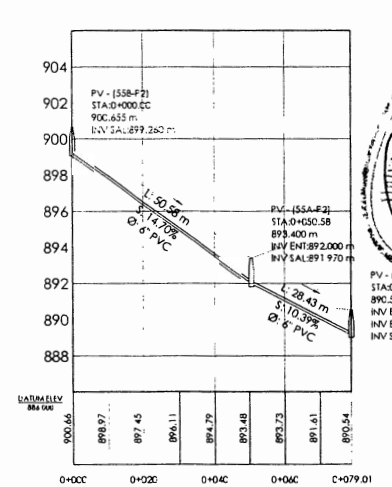
PERFIL DE PV-45 A PV-52
ESCALA HOR: 1/1000
ESCALA VERT: 1/200



PLANTA DE PV-52D A PV-52 [SECTOR 2]
ESCALA: 1/1000



PLANTA DE PV-55A A PV-55 [SECTOR 2]
ESCALA: 1/1000



PERFIL DE PV-55A A PV-55
ESCALA HOR: 1/1000
ESCALA VERT: 1/200

SIMBOLOGIA	
PV-No.	POZO DE VISITA No.
●	INICIA RAMAL
●	CONSTRUCCION INMEDIATA
→	DIRECCION DEL FLUJO
STA.	ESTACIONAMIENTO DEL EJE
CT.	COTA DEL TERRENO
CIE.	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS.	COTA INVERT DE SALIDA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVADO (E.P.S.)

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ
GUATEMALA
OFICINA DE PLANIFICACION MUNICIPAL

PROYECTO: Red de Alcantarillado Sanitario, Cacerío Cruz Verde.

UBICACION: Cacerío Cruz Verde, Aldea Sojavilla, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Departamento de Guatemala

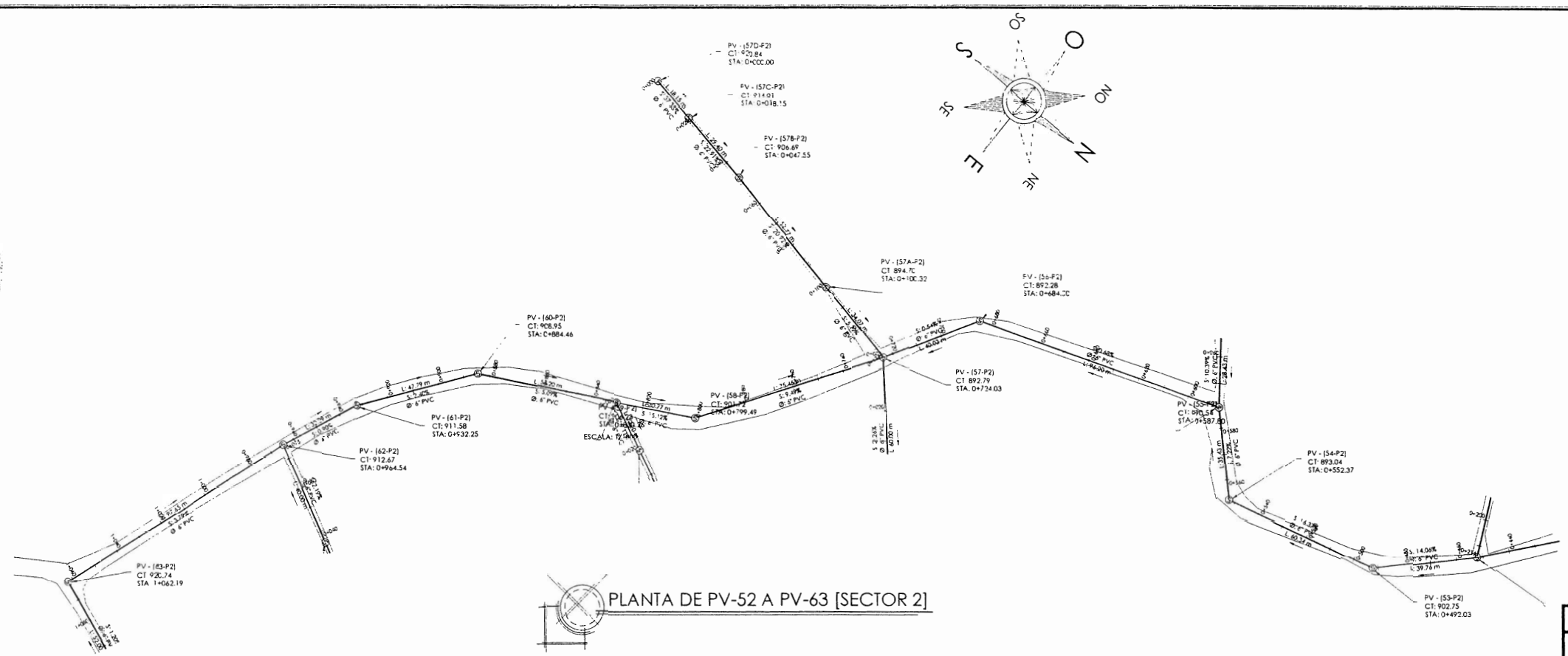
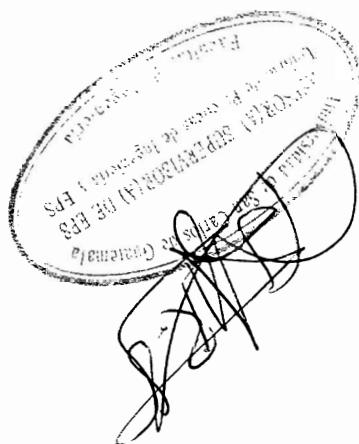
CONTENIDO: Planta - Perfil de E-45 a E-52, Sector 2.
Sistema de Alcantarillado Sanitario

DISEÑO: Lus Alvarado Eñes	REVISÓ: Ing. Angel Sic.	<input type="checkbox"/> ARQUITECTURA
CALCULO: Lus Alvarado Eñes	ESCALA: Indicada	<input type="checkbox"/> ESTRUCTURAS
DIBUJO: Lus Alvarado Eñes	FECHA: Noviembre 2011	<input type="checkbox"/> INSTALACIONES
		<input type="checkbox"/> TOPOGRAFIA
		<input type="checkbox"/> ESPECIALES

Ing. Angel Roberto Sic Garcia
Autor/Supervisor EPS

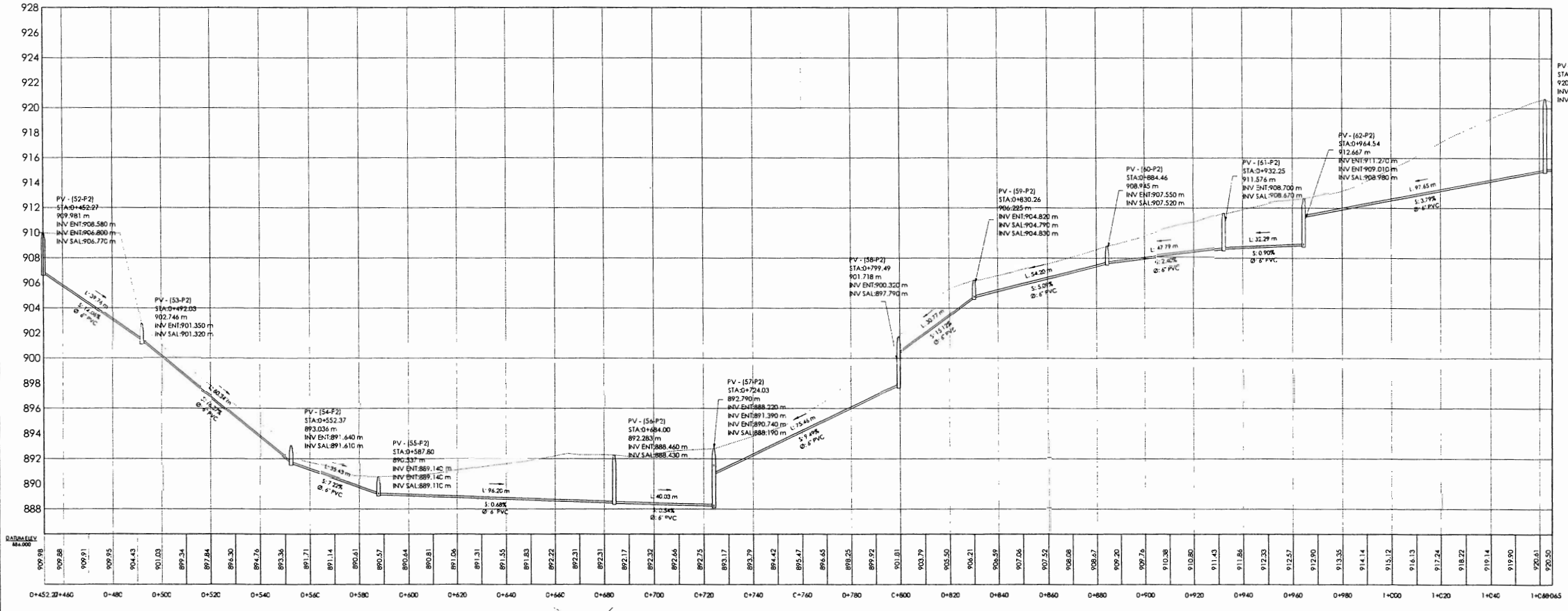
Vo. So. Ing. Luis Cuyán
Coordinador de Planificación

H O J A 16 / 20



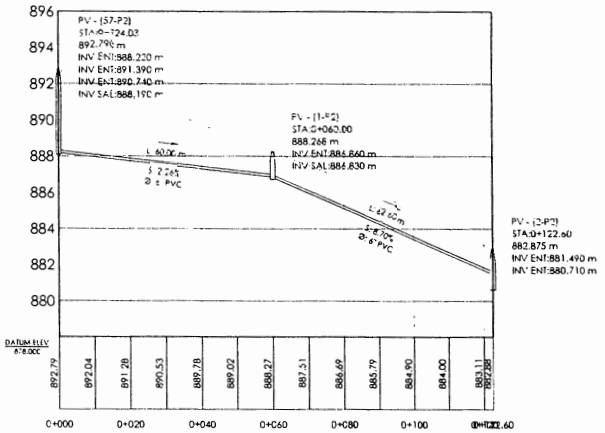
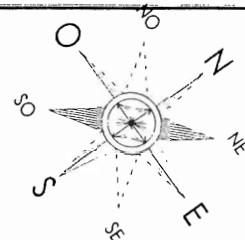
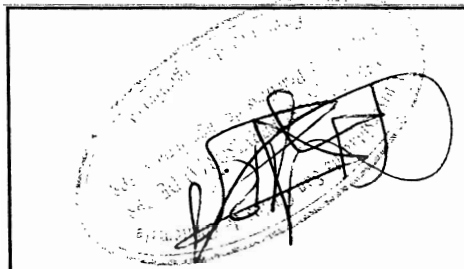
PLANTA DE PV-52 A PV-63 [SECTOR 2]

SIMBOLOGIA	
PV-NO.	POZO DE VISITA NO.
●—	INICIA RAMAL
●—●	CONSTRUCCION INMEDIATA
→	DIRECCION DEL FLUJO
STA.	ESTACIONAMIENTO DEL EJE
CT.	COTA DEL TERRENO
CIE.	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS.	COTA INVERT DE SALIDA
<p>PERFIL</p> <p>L: LONGITUD HORIZONTAL EN MTS. S: PENDIENTE DE LA TUBERIA EN % Ø: DIAMETRO DE LA TUBERIA EN PULG.</p>	

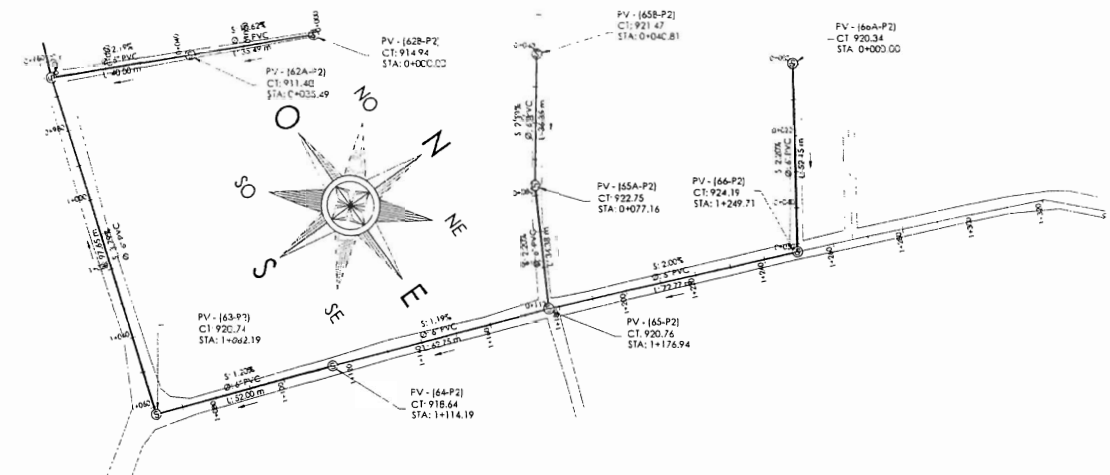


PERFIL DE PV-52 A PV-63
 ESCALA HOR: 1/1000
 ESCALA VER: 1/200

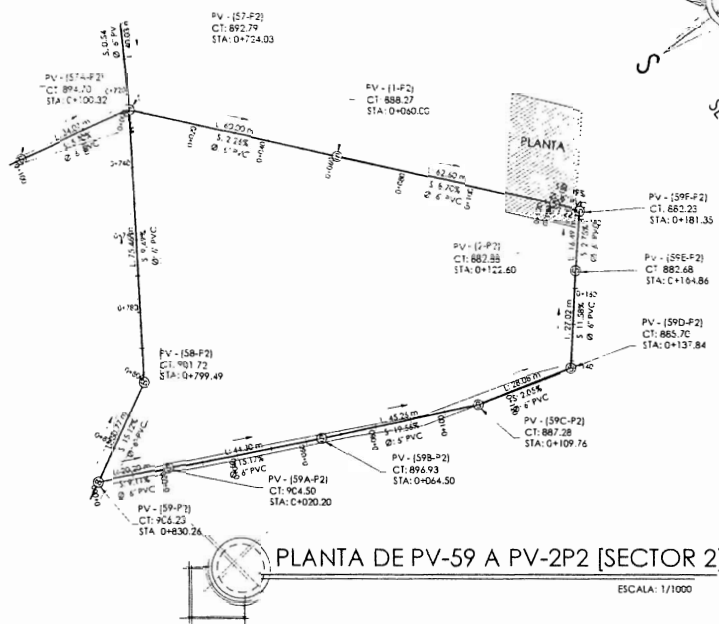
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVIZADO (E.P.S.)	
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ GUATEMALA OFICINA DE PLANIFICACIÓN MUNICIPAL	
PROYECTO: Red de Alcantarillado Sanitario, Cacerío Cruz Verde.	
UBICACIÓN: Cacerío Cruz Verde, Aldea Sojacovilla, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Departamento de Guatemala	
CONTENIDO: Planta - Perfil de E-52 a E-60, Sector 2. Sistema de Alcantarillado Sanitario	<input type="checkbox"/> ARQUITECTURA <input type="checkbox"/> ESTRUCTURAS <input type="checkbox"/> INSTALACIONES <input type="checkbox"/> TOPOGRAFIA <input checked="" type="checkbox"/> ESPECIALES
DISEÑO: Lus Alvarado Elias CALCULO: Lus Alvarado Elias DIBUJO: Lus Alvarado Elias	REVISOR: Ing. Angel Sic. ESCALA: Indicada FECHA: Noviembre 2011
Ing. Angel Roberto Sic Garcia Asesor Supervisor E.P.S.	Vo.Bo. Ing. Luis Cuyuan Coordinador Of. Municipal de Planificación



PERFIL DE PV-57 A PV-2P2
ESCALA HOR: 1/1000
ESCALA VERT: 1/200



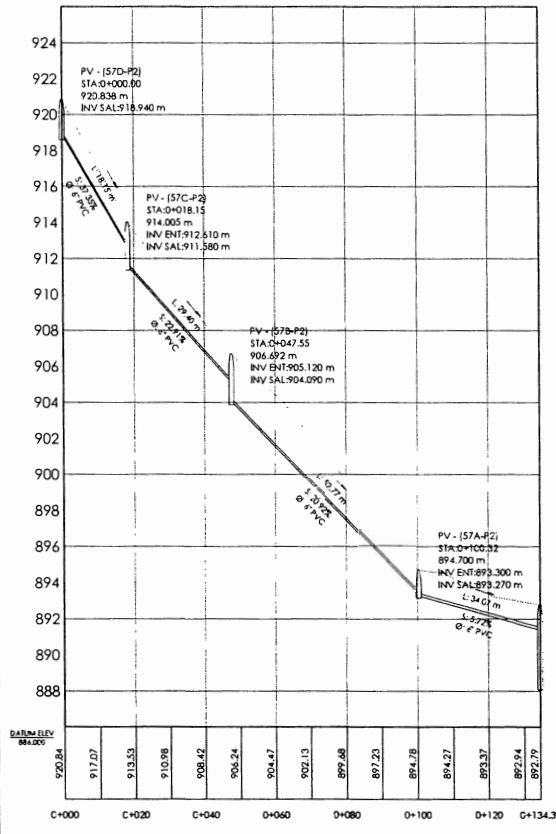
PLANTA DE PV-63 A PV-66 [SECTOR 2]
ESCALA: 1/1000



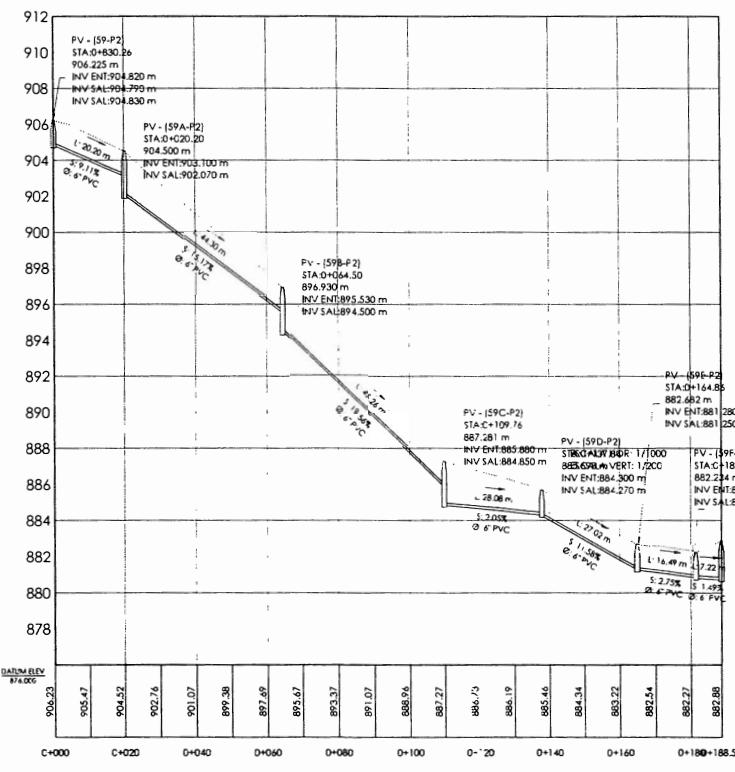
PLANTA DE PV-59 A PV-2P2 [SECTOR 2]
ESCALA: 1/1000

SIMBOLOGIA	
PV-NO.	POZO DE VISITA No.
●—	INICIA RAMAL
●—●	CONSTRUCCION INMEDIATA
→	DIRECCION DEL FLUJO
STA.	ESTACIONAMIENTO DEL EJE
CT.	COTA DEL TERRENO
CIE.	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS.	COTA INVERT DE SALIDA

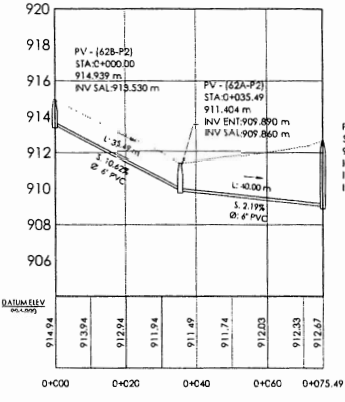
PERFIL	
L	LONGITUD HORIZONTAL EN MTS.
S	PENDIENTE DE LA TUBERIA EN %
Ø	DIAMETRO DE LA TUBERIA EN PULG.



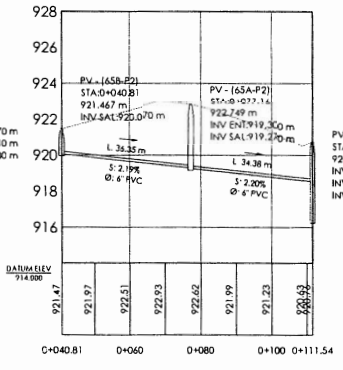
PERFIL DE PV-57D A PV-55
ESCALA HOR: 1/1000
ESCALA VERT: 1/200



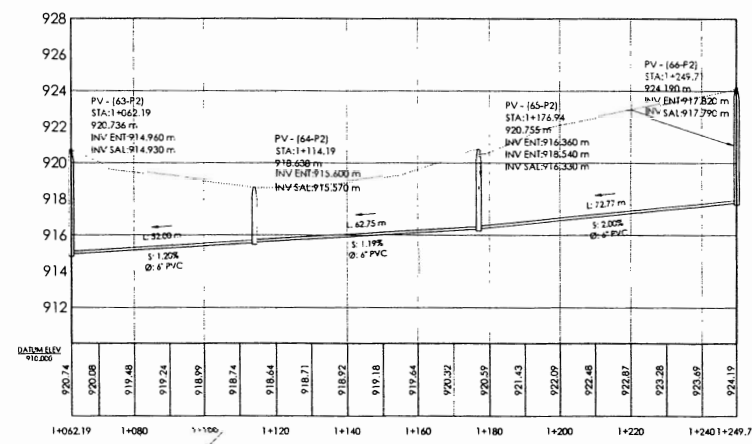
PERFIL DE PV-59 A PV-2P2
ESCALA HOR: 1/1000
ESCALA VERT: 1/200



PERFIL DE PV-62B A PV-62
ESCALA HOR: 1/1000
ESCALA VERT: 1/200



PERFIL DE PV-65B A PV-65
ESCALA HOR: 1/1000
ESCALA VERT: 1/200



PERFIL DE PV-63 A PV-66
ESCALA HOR: 1/1000
ESCALA VERT: 1/200

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ
GUATEMALA
OFICINA DE PLANIFICACIÓN MUNICIPAL

PROYECTO: Red de Alcantarillado Sanitario, Cacerío Cruz Verde.

UBICACIÓN: Cacerío Cruz Verde, Aldea Sajonvella, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Departamento de Guatemala

CONTENIDO: Planta - Perfil de E-63 a E-66, Sector 2. Sistema de Alcantarillado Sanitario

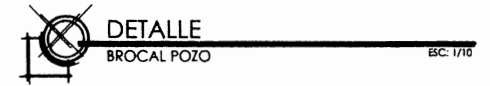
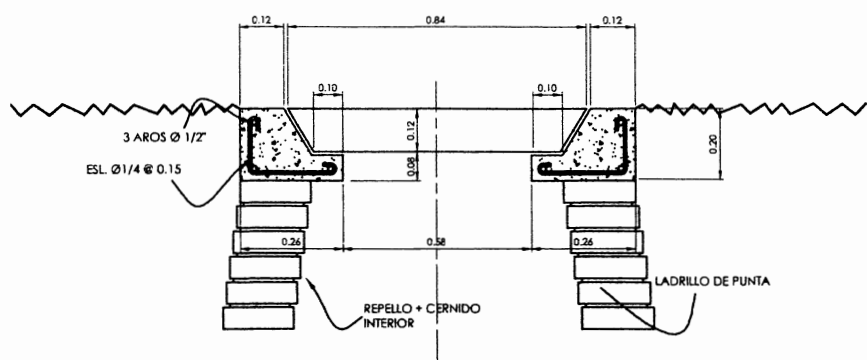
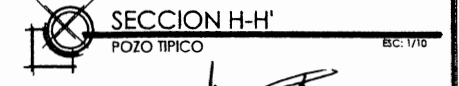
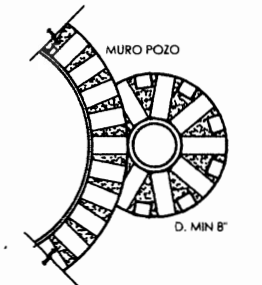
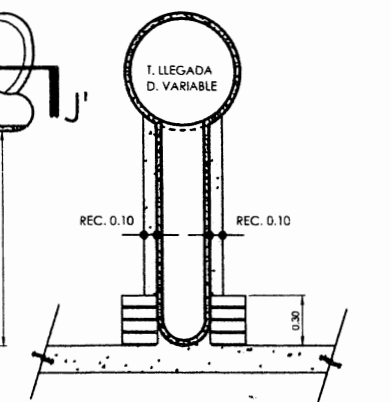
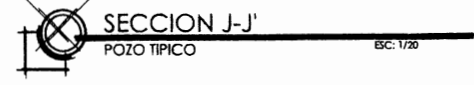
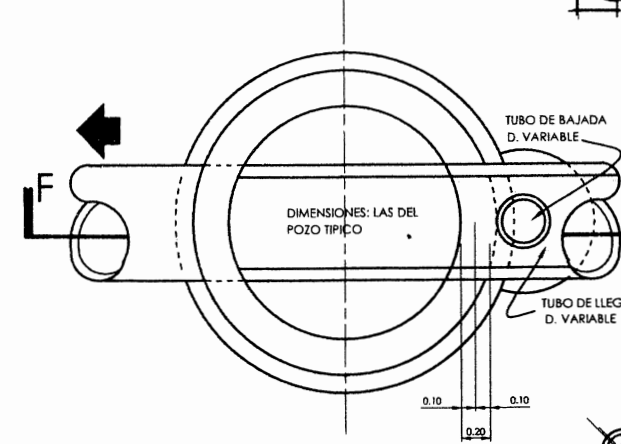
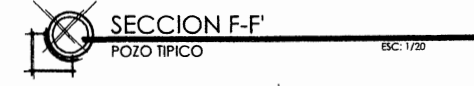
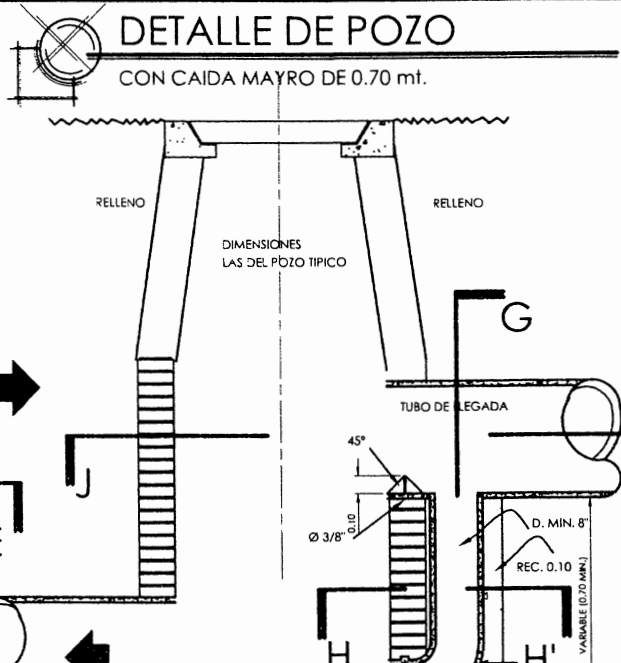
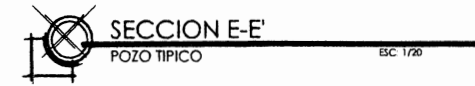
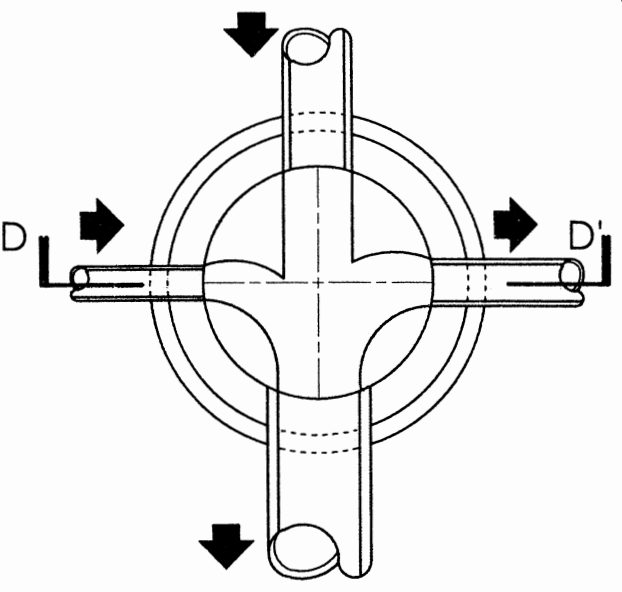
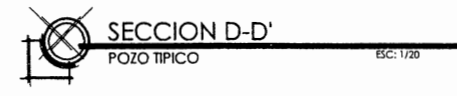
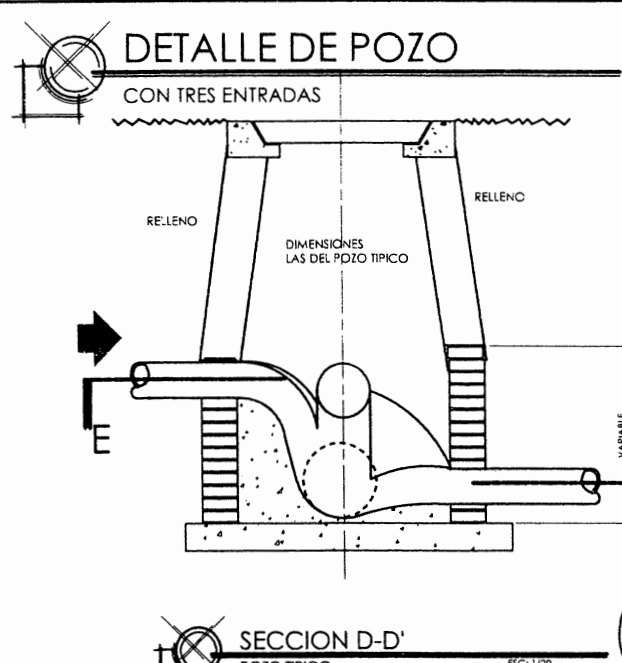
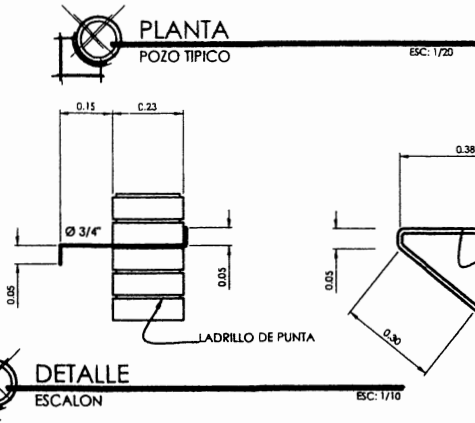
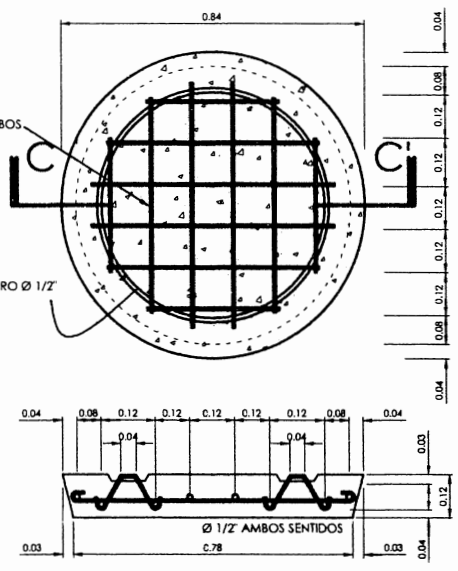
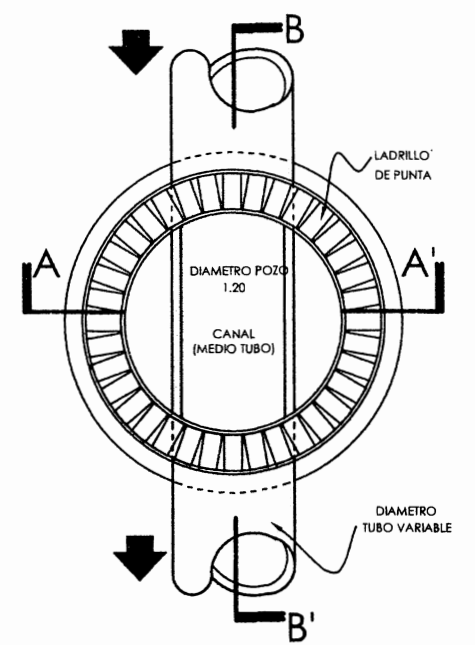
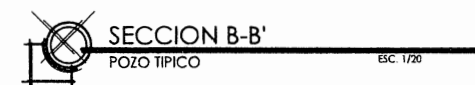
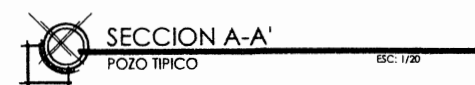
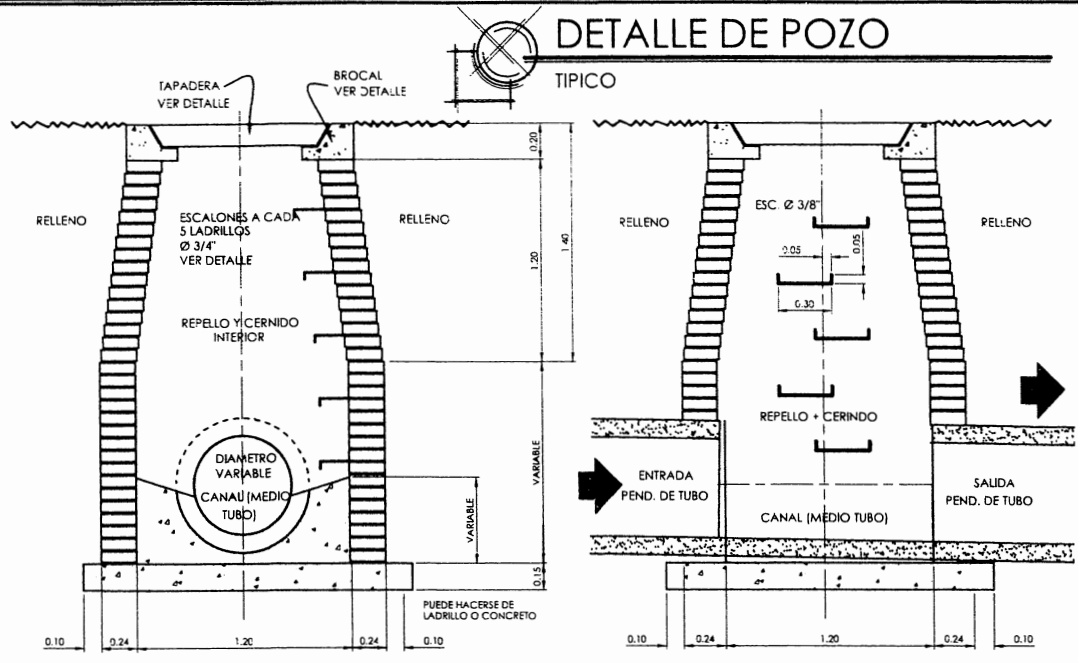
DISEÑO: Luis Alvarado Elías
REVISÓ: Ing. Ángel Sic.
CALCULO: Luis Alvarado Elías
ESCALA: Indicada
DIBUJO: Luis Alvarado Elías
FECHA: Noviembre 2011

ARQUITECTURA
ESTRUCTURAS
INSTALACIONES
TOPOGRAFIA
ESPECIALES

Ing. Ángel Roberto Sic García
Asesor Supervisor E.P.S.

Vo.Bo. Ing. Luis Cuyun
Coordinador Of. Municipal de Planificación

18
20

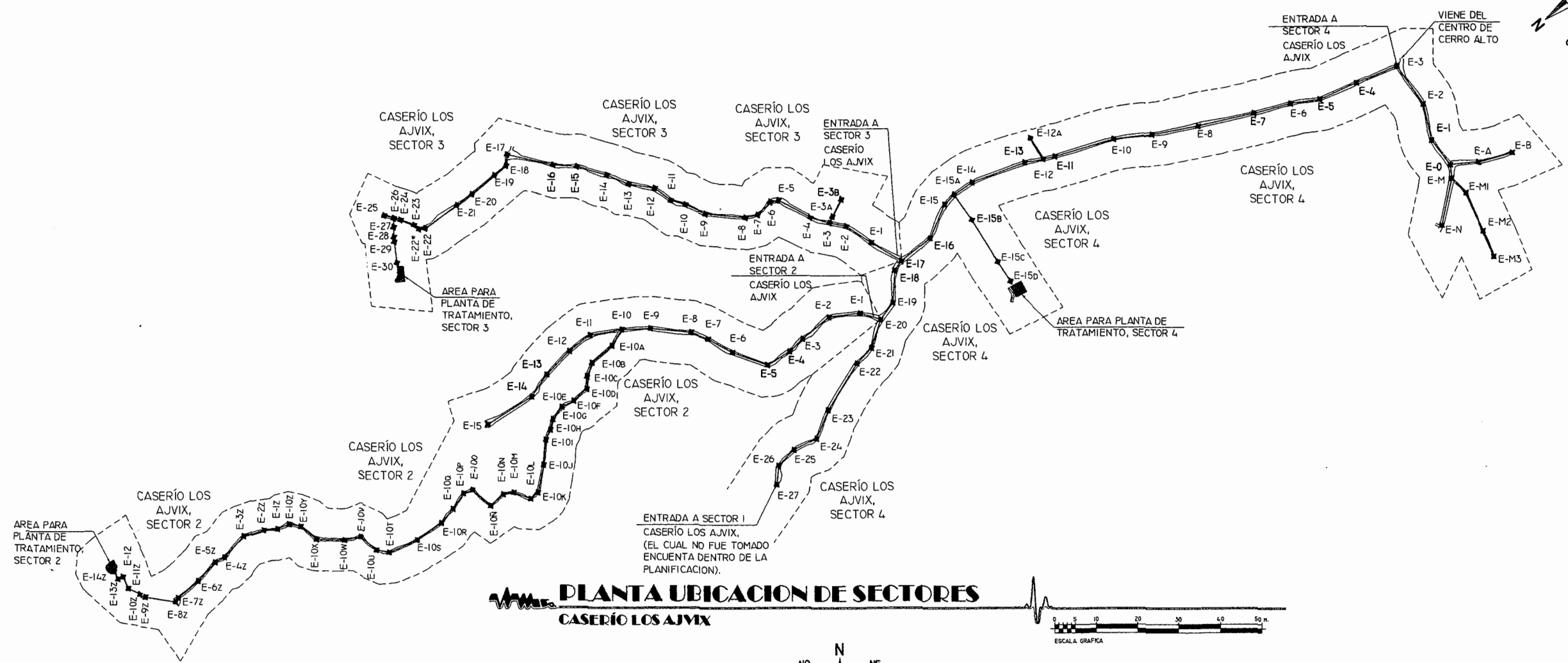


- ESPECIFICACIONES:**
1. LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DE VISTA DEBERAN IDENTIFICARSE CON LA NOMENCLATURA DEL PLANO DE RED GENERAL.
 2. EL CONCRETO DEBERA TENER UN $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ PROPORCION 1:2:3.5.
 3. EL MORTERO DEBERA SER DE CEMENTO Y ARENA DE RIO CON PROPORCION 1:3.
 4. LOS BROCALES Y LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DEBERAN USARSE SEGUN ESPECIFICACIONES A.C.J. ANTES DE SU INSTALACION.
 5. EL ACERO A UTILIZAR SERA $F_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$.
 6. LA TUBERIA DE CADA EN POZOS PARA COLECTORES HASTA DE 24\"/>

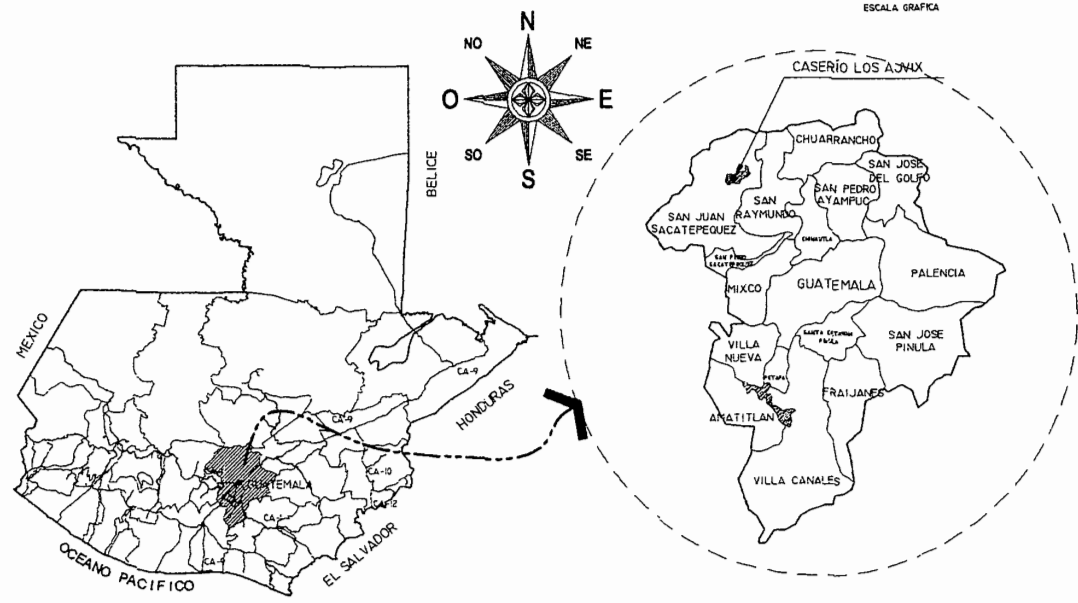
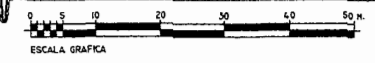
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)
	MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ GUATEMALA OFICINA DE PLANIFICACION MUNICIPAL
PROYECTO: Red de Alcantarillado Sanitario, Cacerío Cruz Verde.	
UBICACION: Cacerío Cruz Verde, Aldea Sajcovilla, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Departamento de Guatemala	
CONTENIDO: Detalles de Pozos de Vista Típicos	<input type="checkbox"/> ARQUITECTURA <input type="checkbox"/> ESTRUCTURAS <input type="checkbox"/> INSTALACIONES <input type="checkbox"/> TOPOGRAFIA <input checked="" type="checkbox"/> ESPECIALES
DESEN: Luis Alvarado Elias	REVISO: Ing. Ángel Sic.
CALCULO: Luis Alvarado Elias	ESCALA: Indicada
DRUJO: Luis Alvarado Elias	FECHA: Noviembre 2011
Ing. Ángel Roberto Sic. García Asesor Supervisor EPS	Vo.Bo. Ing. Luis Cuyán Coordinador Of. Municipal de Planificación
20/20	

APÉNDICE E

Planos Sector 2, caserío Ajvix

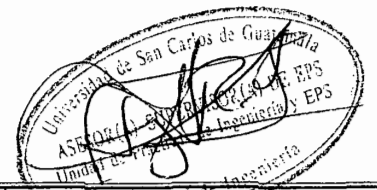


**PLANTA UBICACION DE SECTORES
CASERIO LOS AJVIX**



**PLANTA DE LOCALIZACION
CASERIO LOS AJVIX**

SIN ESCALA

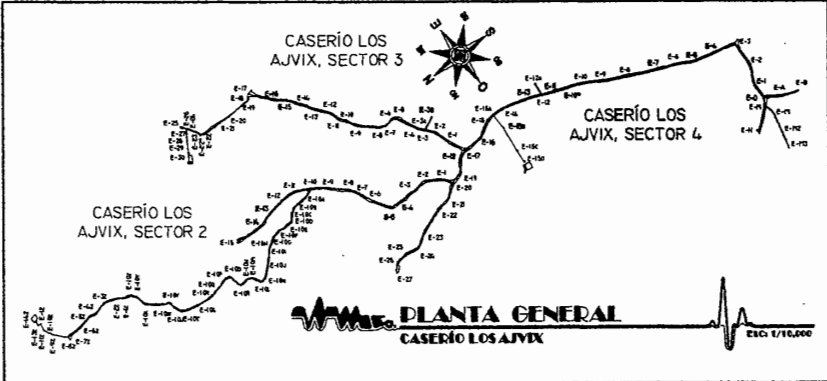
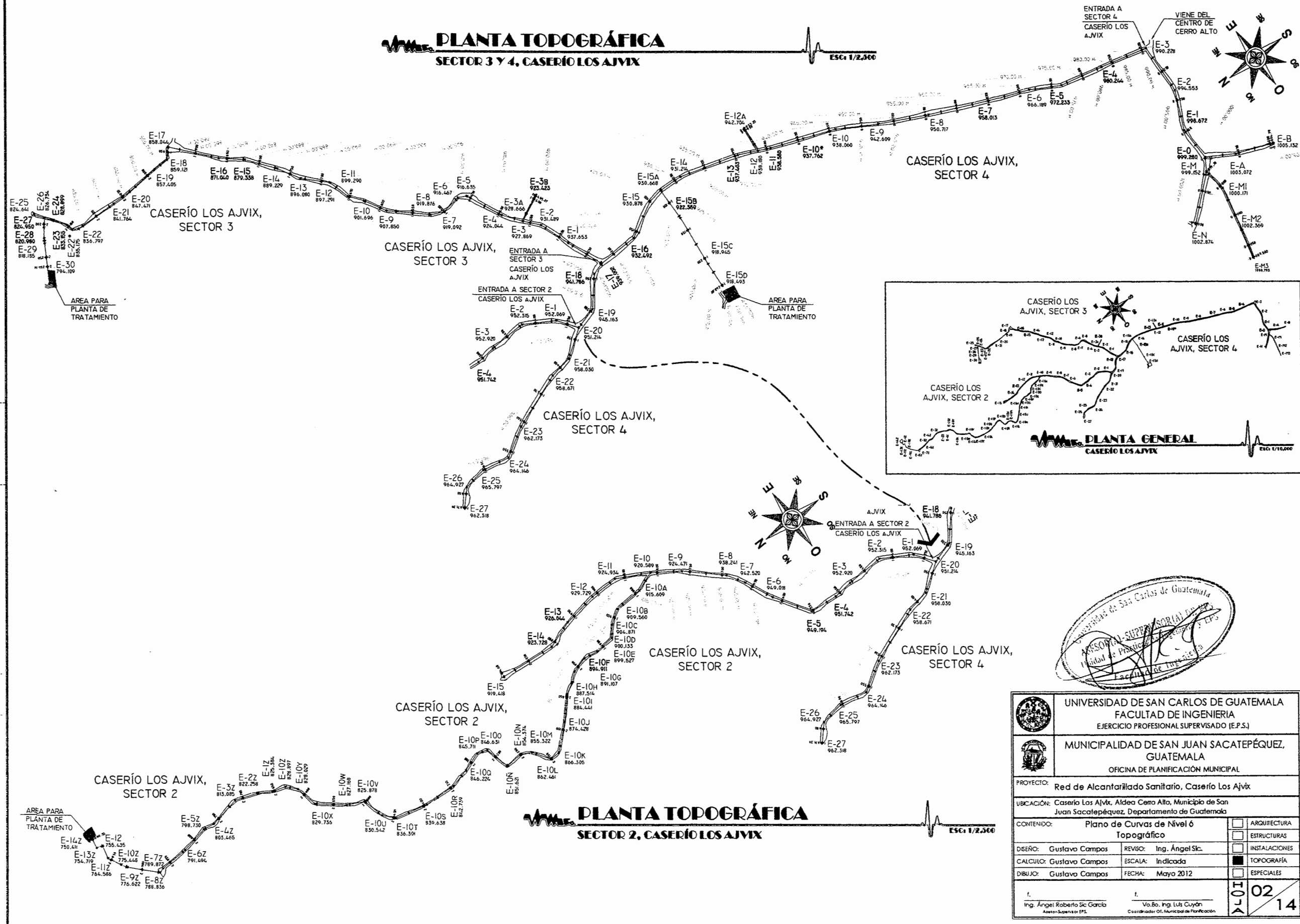


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)	
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA OFICINA DE PLANIFICACIÓN MUNICIPAL	
PROYECTO: Red de Alcantarillado Sanitario, Caserío Los Ajvíx	
UBICACIÓN: Caserío Los Ajvíx, Aldea Cerro Alto, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Departamento de Guatemala	
CONTENIDO: Plano de Localización	<input type="checkbox"/> ARQUITECTURA <input type="checkbox"/> ESTRUCTURAS <input type="checkbox"/> INSTALACIONES <input type="checkbox"/> TOPOGRAFÍA <input checked="" type="checkbox"/> ESPECIALES
DISEÑO: Gustavo Campos CÁLCULO: Gustavo Campos DIBUJO: Gustavo Campos	REVISOR: Ing. Ángel Sic. ESCALA: Indefinida FECHA: Mayo 2012
Ing. Ángel Roberto Sic García <small>Arquitecto Supervisor EPS</small>	Vo.Bo. Ing. Luis Cuyón <small>Coordinador de la Municipalidad de Planificación</small>
HORA 01 / 14	

PLANTA TOPOGRÁFICA

SECTOR 3 Y 4, CASERÍO LOS AJVIX

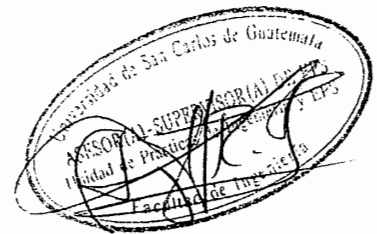
Esc: 1/2,500



PLANTA TOPOGRÁFICA

SECTOR 2, CASERÍO LOS AJVIX

Esc: 1/2,500

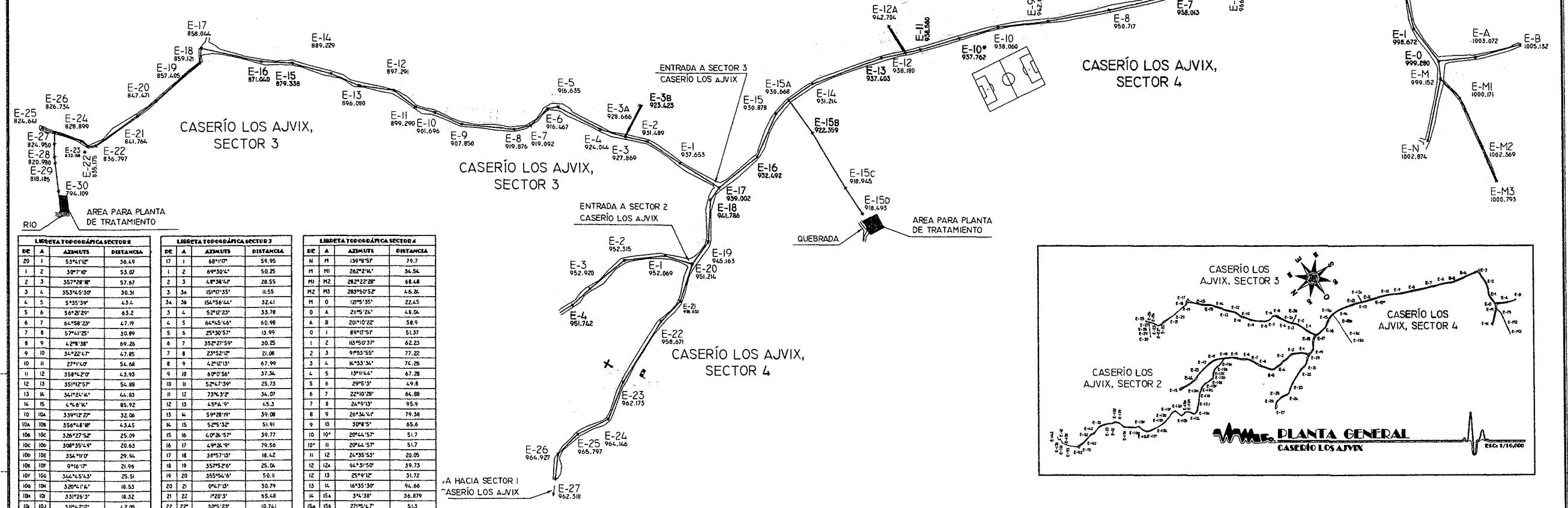


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)	
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA OFICINA DE PLANIFICACIÓN MUNICIPAL	
PROYECTO: Red de Alcantarillado Sanitario, Caserío Los Ajvix	
UBICACIÓN: Caserío Los Ajvix, Aldea Cerro Alto, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Departamento de Guatemala	
CONTENIDO: Plano de Curvas de Nivel 6 Topográfico	<input type="checkbox"/> ARQUITECTURA <input type="checkbox"/> ESTRUCTURAS <input type="checkbox"/> INSTALACIONES <input checked="" type="checkbox"/> TOPOGRAFÍA <input type="checkbox"/> ESPECIALES
DISEÑO: Gustavo Campos CÁLCULO: Gustavo Campos DIBUJO: Gustavo Campos	REVISÓ: Ing. Angel Sk. ESCALA: Indicada FECHA: Mayo 2012
f. Ing. Ángel Roberto Sic García <small>Asesor Supervisor EPS</small>	f. Vo.Bo. Ing. Luis Cuyán <small>Coordinador Of. Municipal de Planificación</small>
H O J A 02 / 14	

PLANTA DE DENSIDAD DE POBLACION

SECTOR 3 Y 4, CASERIO LOS AJVIX

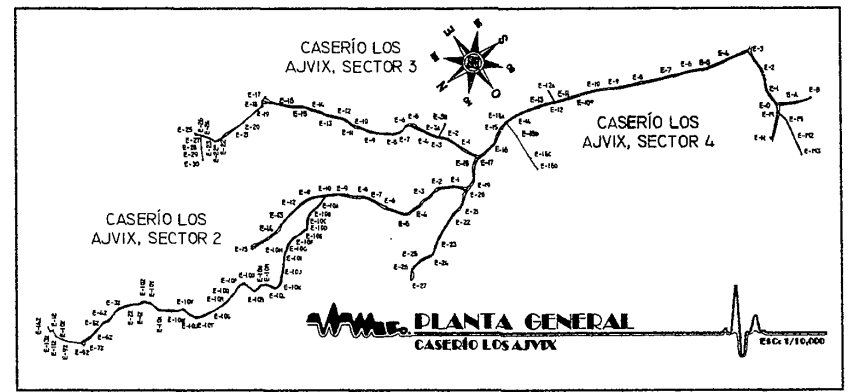
ESCA: 1/2,000



LIBRETA TOPOGRAFICA SECTOR 3			LIBRETA TOPOGRAFICA SECTOR 3			LIBRETA TOPOGRAFICA SECTOR 4					
DE	A	DISTANCIA	DE	A	DISTANCIA	DE	A	DISTANCIA			
20	1	53°41'12"	36.49	17	1	68°11'17"	59.95	N	M	139°18'51"	79.7
1	2	30°27'10"	53.07	1	2	69°50'44"	50.25	M	M1	262°21'41"	34.54
2	3	357°28'18"	57.47	2	3	48°58'44"	28.55	M1	M2	282°22'28"	68.48
3	4	353°45'33"	30.31	3	4	151°17'55"	11.55	M2	M3	283°57'52"	4.6.26
4	5	5°35'39"	4.34	4	5	154°56'44"	32.41	M	O	129°55'35"	22.45
5	6	54°21'29"	63.2	5	6	52°12'23"	33.78	O	A	211°52'41"	4.6.04
6	7	64°58'23"	47.19	6	7	64°45'46"	60.98	A	B	201°10'22"	58.9
7	8	57°41'25"	30.89	7	8	25°30'57"	13.99	O	I	89°17'57"	51.37
8	9	42°18'38"	49.26	8	9	35°27'59"	30.25	I	2	10°50'37"	62.23
9	10	34°22'47"	47.85	9	10	23°52'12"	21.08	2	3	9°53'55"	77.22
10	11	27°14'47"	54.48	10	11	42°12'13"	67.99	3	4	10°33'34"	76.26
11	12	358°42'27"	43.93	11	12	69°07'56"	37.34	4	5	13°14'44"	67.28
12	13	351°12'57"	54.88	12	13	52°47'39"	25.73	5	6	29°51'31"	49.8
13	14	341°26'41"	64.83	13	14	73°47'32"	34.07	6	7	22°18'28"	64.88
14	15	4°46'16"	85.92	14	15	45°14'9"	45.3	7	8	24°47'13"	95.9
10	10A	339°12'27"	32.06	15	16	59°28'19"	39.08	8	9	24°34'47"	79.38
10A	10B	358°48'18"	43.45	16	17	52°53'32"	51.91	9	10	30°18'51"	65.4
10B	10C	326°17'52"	25.09	17	18	40°26'57"	39.77	10	11	20°44'57"	51.7
10C	10D	308°35'49"	20.63	18	19	40°26'57"	79.56	11	12	20°44'57"	51.7
10D	10E	354°11'07"	29.94	19	20	38°57'13"	18.42	12	13	24°35'53"	20.05
10E	10F	9°18'17"	21.99	20	21	33°52'24"	25.04	13	14	14°33'39"	94.66
10F	10G	342°45'43"	25.51	21	22	35°54'41"	50.11	14	15	34°38'1"	36.879
10G	10H	320°11'14"	18.53	22	23	0°47'13"	30.79	15A	15B	271°14'47"	61.3
10H	10I	331°26'31"	18.32	23	24	30°5'30"	10.741	15B	15C	275°35'37"	81.79
10I	10J	310°42'01"	42.05	24	25	77°29'25"	10.563	15C	15D	273°49'12"	39
10J	10K	380°33'16"	47.17	25	26	56°25'54"	24.87	15D	16	35°22'23"	23.45
10K	10L	356°54'42"	15.94	26	27	52°14'28"	16.712	16	17	33°05'10"	60.7
10L	10M	56°55'10"	30.02	27	28	308°32'29"	16.7	17	18	342°55'41"	19.59
10M	10N	27°16'34"	17.5	28	29	308°45'14"	18.33	18	19	310°16'16"	53.56
10N	10O	355°26'51"	28.47	29	30	300°42'7"	35.34	19	20	343°33'57"	34.8
10O	10P	76°39'57"	39.2	30	31	325°24'57"	49.95	20	21	350°51'37"	35.64
10P	10Q	167°36'42"	16.58	31	32	339°2'33"	91.68	21	22	350°51'37"	35.64
10Q	10R	34°25'55"	31.3	32	33	339°2'33"	91.68	22	23	339°2'33"	91.68
10R	10S	346°14'47"	30.43	33	34	329°11'19"	51.4	23	24	329°11'19"	51.4
10S	10T	2°45'53"	49.8	34	35	10°44'47"	43.28	24	25	10°44'47"	43.28
10T	10U	13°29'50"	51.3	35	36	351°13'16"	36.51	25	26	351°13'16"	36.51
10U	10V	47°45'27"	22.1	36	37	312°58'50"	31.82	26	27	312°58'50"	31.82
10V	10W	75°48'46"	33.37								
10W	10X	25°52'37"	28.58								
10X	10Y	38°59'55"	47.89								
10Y	10Z	76°43'16"	34.66								
10Z	11	48°18'49"	19.57								
11	12	15°34'19"	21.3								
12	22	3°13'14"	23.56								
22	32	19°36'15"	35.49								
32	42	34°05'54"	48.06								
42	52	9°27'44"	17.6								
52	62	34°04'33"	42.25								
62	72	357°30'52"	43.49								
72	82	36°35'28"	8.09								
82	92	46°10'51"	51.34								
92	102	57°35'53"	10.5								
102	112	63°10'31"	22.34								
112	122	101°58'48"	20.99								
122	132	15°13'47"	9.82								
132	142	9°13'23"	13.92								

LONGITUD = 101.93 MTS.

LONGITUD = 239.61 MTS.



LIBRETA TOPOGRAFICA SECTOR 2			
DE	A	DISTANCIA	
1	2	30°27'10"	53.07
2	3	357°28'18"	57.47
3	4	353°45'33"	30.31
4	5	5°35'39"	4.34
5	6	54°21'29"	63.2
6	7	64°58'23"	47.19
7	8	57°41'25"	30.89
8	9	42°18'38"	49.26
9	10	34°22'47"	47.85
10	11	27°14'47"	54.48
11	12	358°42'27"	43.93
12	13	351°12'57"	54.88
13	14	341°26'41"	64.83
14	15	4°46'16"	85.92
15	16	59°28'19"	39.08
16	17	52°53'32"	51.91
17	18	40°26'57"	39.77
18	19	40°26'57"	79.56
19	20	38°57'13"	18.42
20	21	33°52'24"	25.04
21	22	35°54'41"	50.11
22	23	0°47'13"	30.79
23	24	30°5'30"	10.741
24	25	77°29'25"	10.563
25	26	56°25'54"	24.87
26	27	52°14'28"	16.712
27	28	308°32'29"	16.7
28	29	308°45'14"	18.33
29	30	300°42'7"	35.34
30	31	325°24'57"	49.95
31	32	339°2'33"	91.68
32	33	339°2'33"	91.68
33	34	329°11'19"	51.4
34	35	10°44'47"	43.28
35	36	351°13'16"	36.51
36	37	312°58'50"	31.82

LONGITUD = 452.66 MTS.



SIMBOLOGIA	
[Symbol]	VIVIENDA AISLADA
[Symbol]	IGLESIA
[Symbol]	ESCUELA
[Symbol]	RIO O QUEBRADA
[Symbol]	CALLE DE TERRACERIA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ,
GUATEMALA
OFICINA DE PLANIFICACION MUNICIPAL

PROYECTO: Red de Alcantarillado Sanitario, Caserío Los Ajvíx

USUARIOS: Caserío Los Ajvíx, Aldea Cerro Alto, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Departamento de Guatemala

CONTENIDO: Plano de Densidad de Población

DISEÑO: Gustavo Campos REVISÓ: Ing. Angel Sic. ARQUITECTURA

CALCULO: Gustavo Campos ESCALA: Indicada ESTRUCTURAS

DISUJO: Gustavo Campos FECHA: Mayo 2012 INSTALACIONES

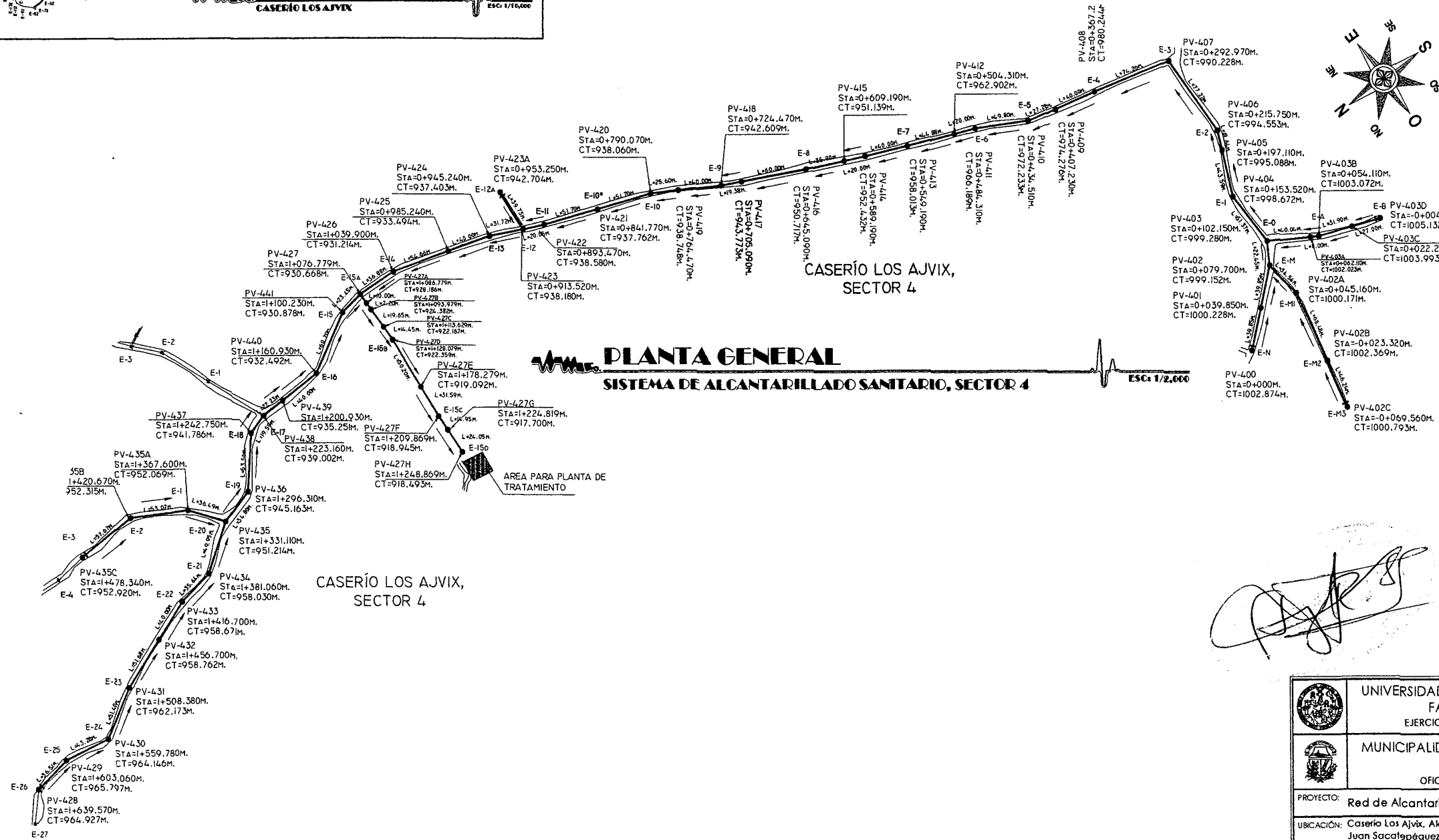
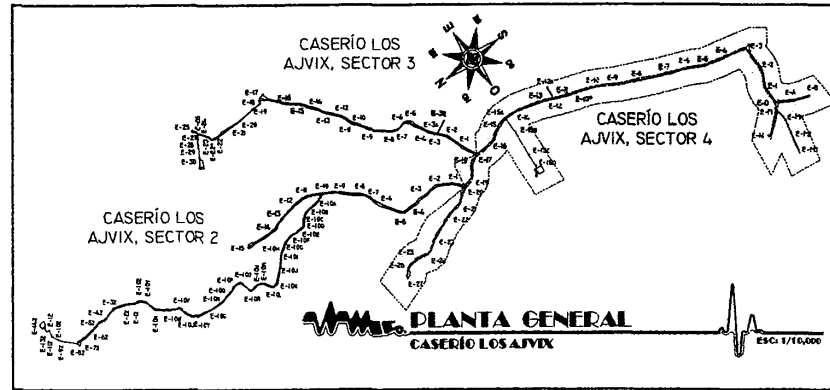
TOPOGRAFIA

ESPECIALES

Ing. Angel Roberto Sic Garcia Ing. Luis Cuyón

Arquitecto Supervisado de EPL Coordinador Of. Municipal de Planificación

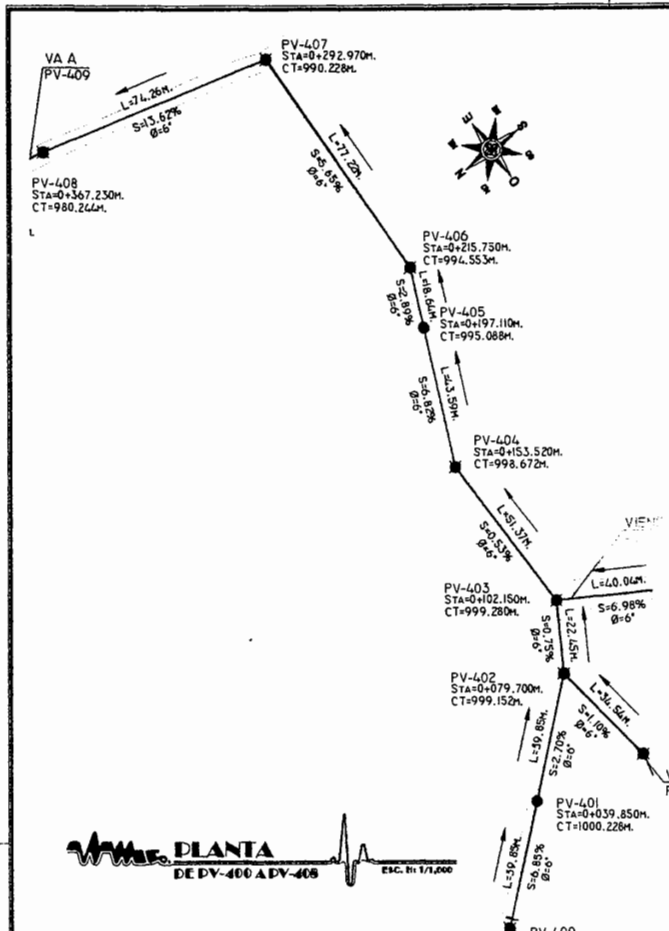
HOJA 03 14



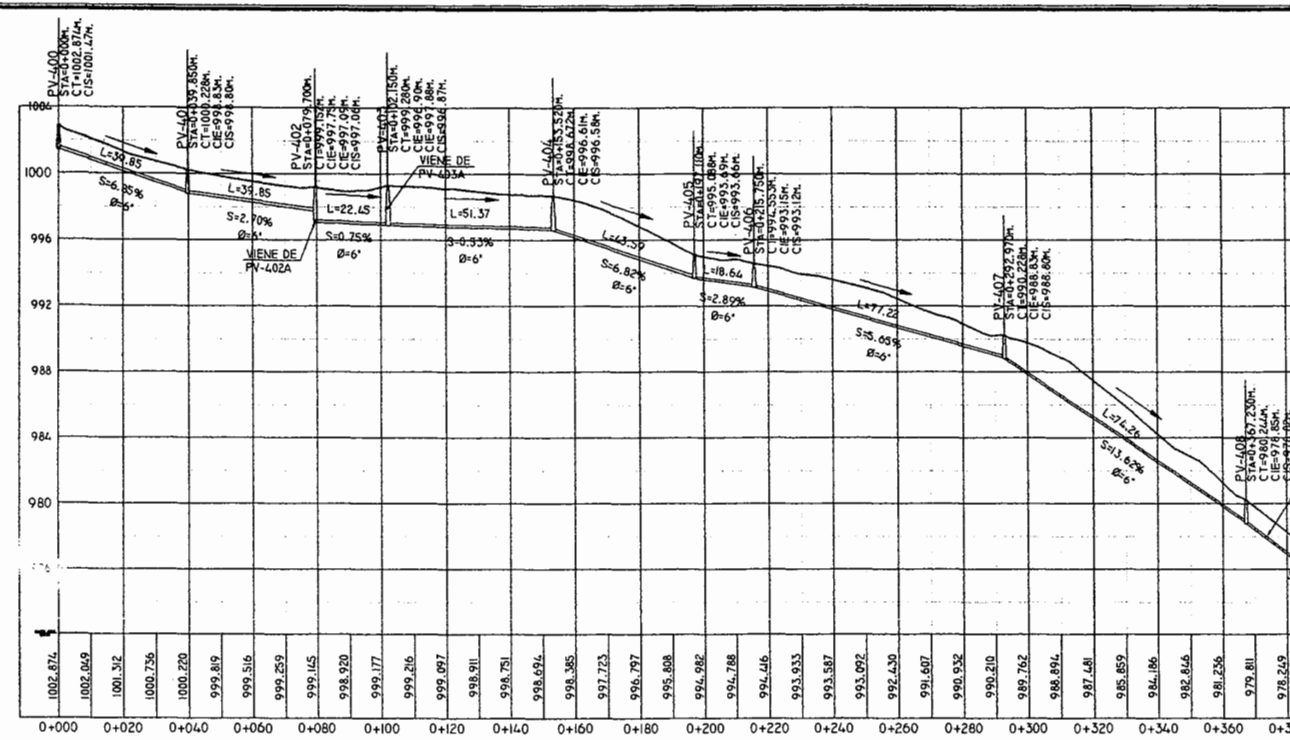
CANTIDAD DE TUBERIA EN SECTOR 4						
DE	A	DM	S	DM	TIUBO	
PV	PV	[m]	[%]	[m]	Ø=6"	
400	401	39.85	6.85%	39.94	7	
401	402	39.85	2.70%	39.86	7	
402C	402B	46.24	2.32%	46.25	8	
402B	402A	68.48	1.23%	68.49	12	
402A	402	34.54	1.10%	34.54	6	
402	403	22.45	0.75%	22.45	4	
403D	403C	27.80	4.41%	27.83	5	
403C	403B	31.80	2.91%	31.91	6	
403B	403A	8.80	14.97%	8.89	2	
403A	403	40.04	6.98%	40.14	7	
403	404	51.37	0.53%	51.37	9	
404	405	43.59	6.82%	43.69	8	
405	406	18.64	2.89%	18.65	4	
406	407	77.22	5.65%	77.34	13	
407	408	74.26	13.67%	74.95	13	
408	409	40.00	15.31%	40.47	7	
409	410	27.28	7.72%	27.36	5	
410	411	49.80	12.38%	50.18	9	
411	412	20.00	16.96%	20.28	4	
412	413	44.88	11.13%	45.16	8	
413	414	40.00	14.39%	40.41	7	
414	415	20.00	6.72%	20.85	4	
415	416	35.90	1.19%	35.90	6	
416	417	60.00	11.76%	60.41	11	
417	418	19.30	6.23%	19.42	4	
418	419	40.00	9.88%	40.19	7	
419	420	25.60	2.69%	25.61	5	
420	421	51.70	0.52%	51.78	9	
421	422	51.70	0.51%	51.78	9	
422	423	20.85	0.52%	20.85	4	
423A	423	39.23	11.74%	40.00	7	
423	424	81.72	0.57%	81.72	6	
424	425	40.00	9.33%	40.17	7	
425	426	54.66	4.21%	54.71	10	
426	427	36.00	1.44%	36.88	7	
428	429	36.51	2.32%	36.52	7	
429	430	43.20	2.32%	43.29	8	
430	431	51.40	2.00%	51.41	9	
431	432	51.60	6.49%	51.79	9	
432	433	40.00	0.67%	40.00	7	
433	434	35.64	1.10%	35.64	6	
434	435	49.92	19.82%	50.43	9	
435C	435B	57.87	2.32%	57.68	10	
435B	435A	53.07	2.32%	53.08	9	
435A	435	36.49	2.32%	36.50	7	
435	436	34.80	12.88%	35.09	6	
436	437	52.56	6.99%	52.67	9	
437	438	19.58	14.88%	19.81	4	
438	439	22.22	17.70%	22.59	4	
439	440	40.00	7.07%	40.10	7	
440	441	60.70	2.66%	60.72	11	
441	442	23.45	0.73%	23.45	4	
442	443	10.00	8.19%	10.81	2	
443A	443	7.20	0.15%	7.22	2	
443	444	19.65	8.10%	19.71	4	
444	445	14.45	1.18%	14.45	3	
445	446	34.20	3.89%	34.29	6	
446	447	31.59	1.19%	31.59	6	
447	448	14.97	7.07%	14.98	3	
448	449	24.89	1.19%	24.89	5	
449	450					
					CANT. TUBOS	407

[Handwritten signature]

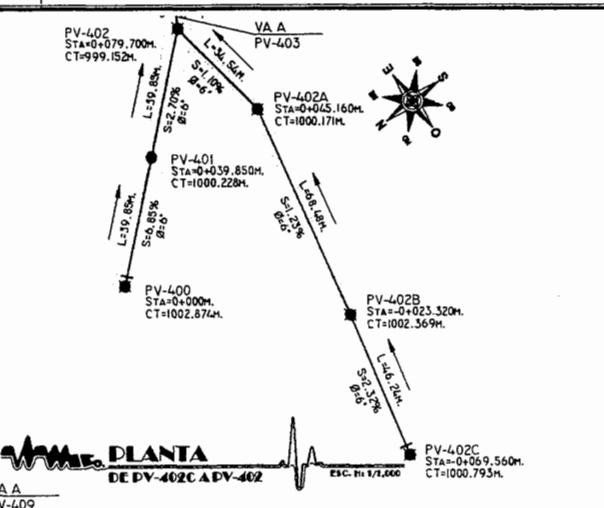
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)	
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA OFICINA DE PLANIFICACIÓN MUNICIPAL	
PROYECTO: Red de Alcantarillado Sanitario, Caserío Los Ajvíx	
UBICACIÓN: Caserío Los Ajvíx, Aldea Cerro Alto, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Departamento de Guatemala	
CONTENIDO: Planta General, Sistema de Alcantarillado Sanitario, Sector 4	
DISEÑO: Gustavo Campos	REVISÓ: Ing. Ángel Sic.
CALCULO: Gustavo Campos	ESCALA: Indicada
DIBUJO: Gustavo Campos	FECHA: Mayo 2012
f. Ing. Ángel Roberto Sic García <small>Asesor Supervisor EPS</small>	f. Vo.Bo. Ing. Luis Cuyón <small>Coordinador Oficina de Planificación</small>



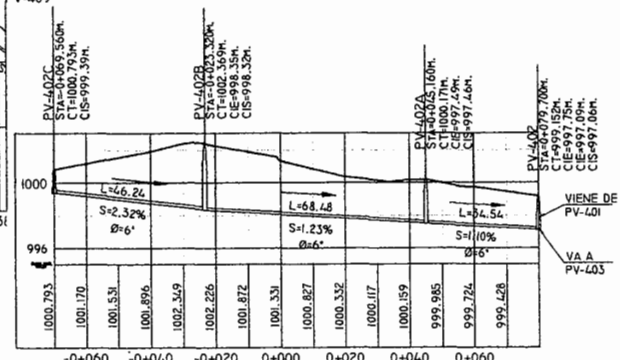
PLANTA
DE PV-400 A PV-408
ESC. N: 1/1,200



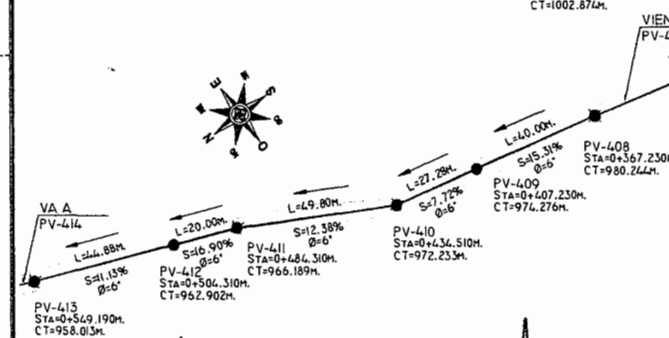
DERFIL
DE PV-400 A PV-408
ESC. N: 1/1,200
ESC. V: 1/200



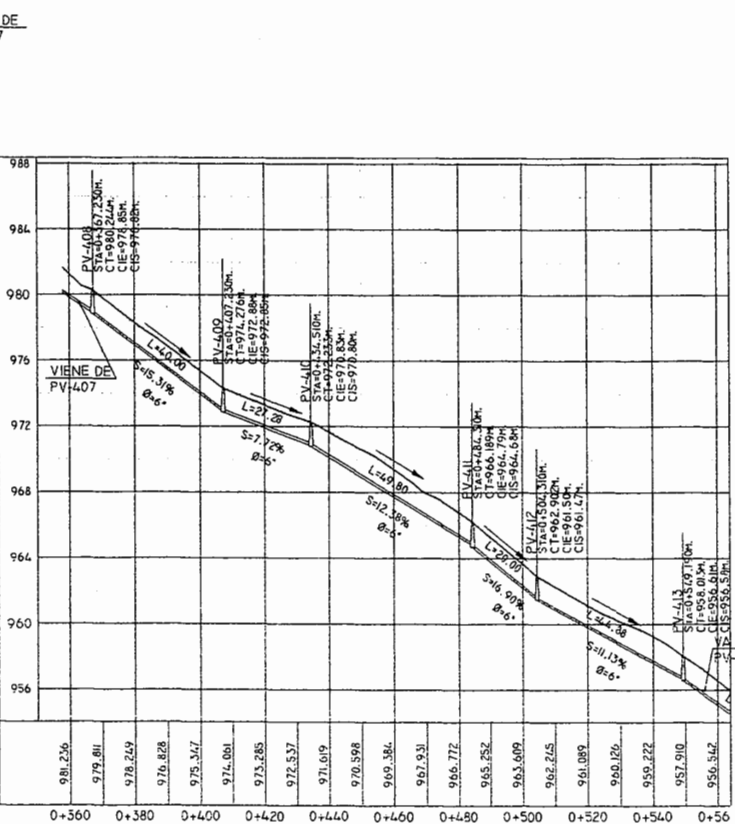
PLANTA
DE PV-402C A PV-402
ESC. N: 1/1,200



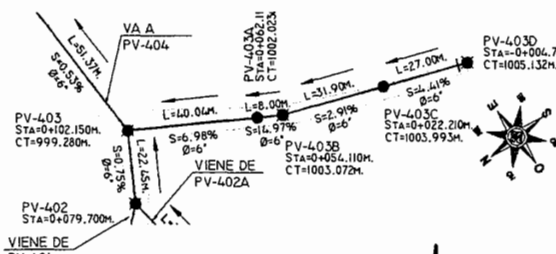
DERFIL
DE PV-402C A PV-402
ESC. N: 1/1,200
ESC. V: 1/200



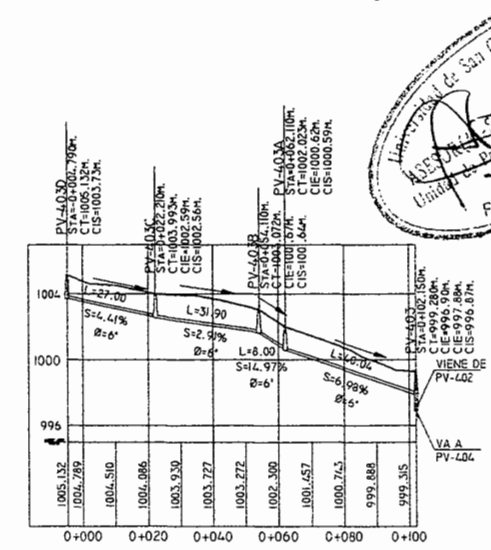
PLANTA
DE PV-403 A PV-413
ESC. N: 1/1,200



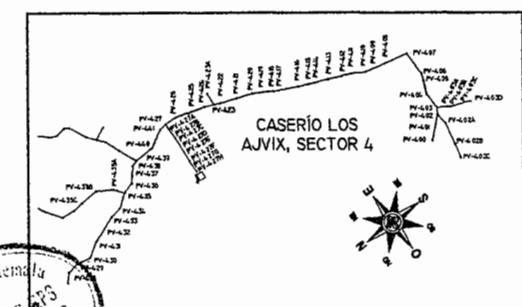
DERFIL
DE PV-403 A PV-413
ESC. N: 1/1,200
ESC. V: 1/200



PLANTA
DE PV-403D A PV-403
ESC. N: 1/1,200



DERFIL
DE PV-403D A PV-403
ESC. N: 1/1,200
ESC. V: 1/200



PLANTA GENERAL
CASERÍO LOS AJVÍX
ESC. N: 1/10,000

SIMBOLOGIA	
PV-NO.	POZO DE VISITA NO.
●	INICIA RAMAL
●	CONSTRUCCION INMEDIATA
→	DIRECCION DEL FLUJO
STA.	ESTACIONAMIENTO DEL EJE
CT.	COTA DEL TERRENO
CIE.	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS.	COTA INVERT DE SALIDA
PERFIL	
L	LONGITUD HORIZONTAL EN M.
S	PENDIENTE DE LA TUBERIA EN %
Ø	DIAMETRO DE LA TUBERIA EN PULG.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ,
GUATEMALA
OFICINA DE PLANIFICACION MUNICIPAL

PROYECTO: Red de Alcantarillado Sanitario, Caserío Los Ajvíx

UBICACION: Caserío Los Ajvíx, Aldea Cerro Alto, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Departamento de Guatemala

CONTENIDO: Planta-Perfil, Sistema de Alcantarillado Sanitario, Sector 4

DESEN: Gustavo Campos REVISOR: Ing. Ángel Sic. ARCHITECTURA

CALCULO: Gustavo Campos ESCALA: Indicada ESTRUCTURAS

DIBUJO: Gustavo Campos FECHA: Mayo 2012 INSTALACIONES

TOPOGRAFIA

ESPECIALES

Ing. Ángel Roberto Sic García Vo. Bo. Ing. Luis Cuyón
Arquitecto EPL Coordinador Of. Municipal de Planificación

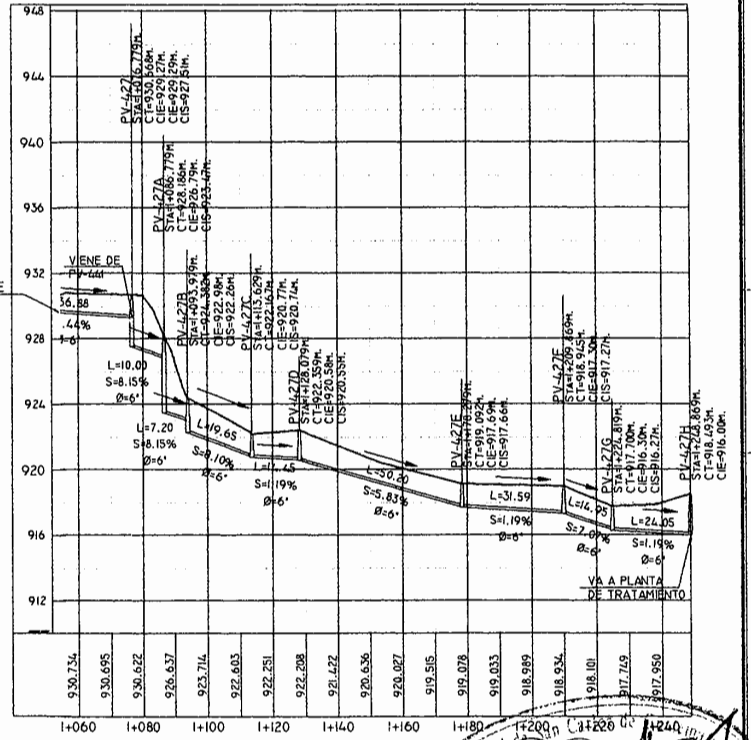
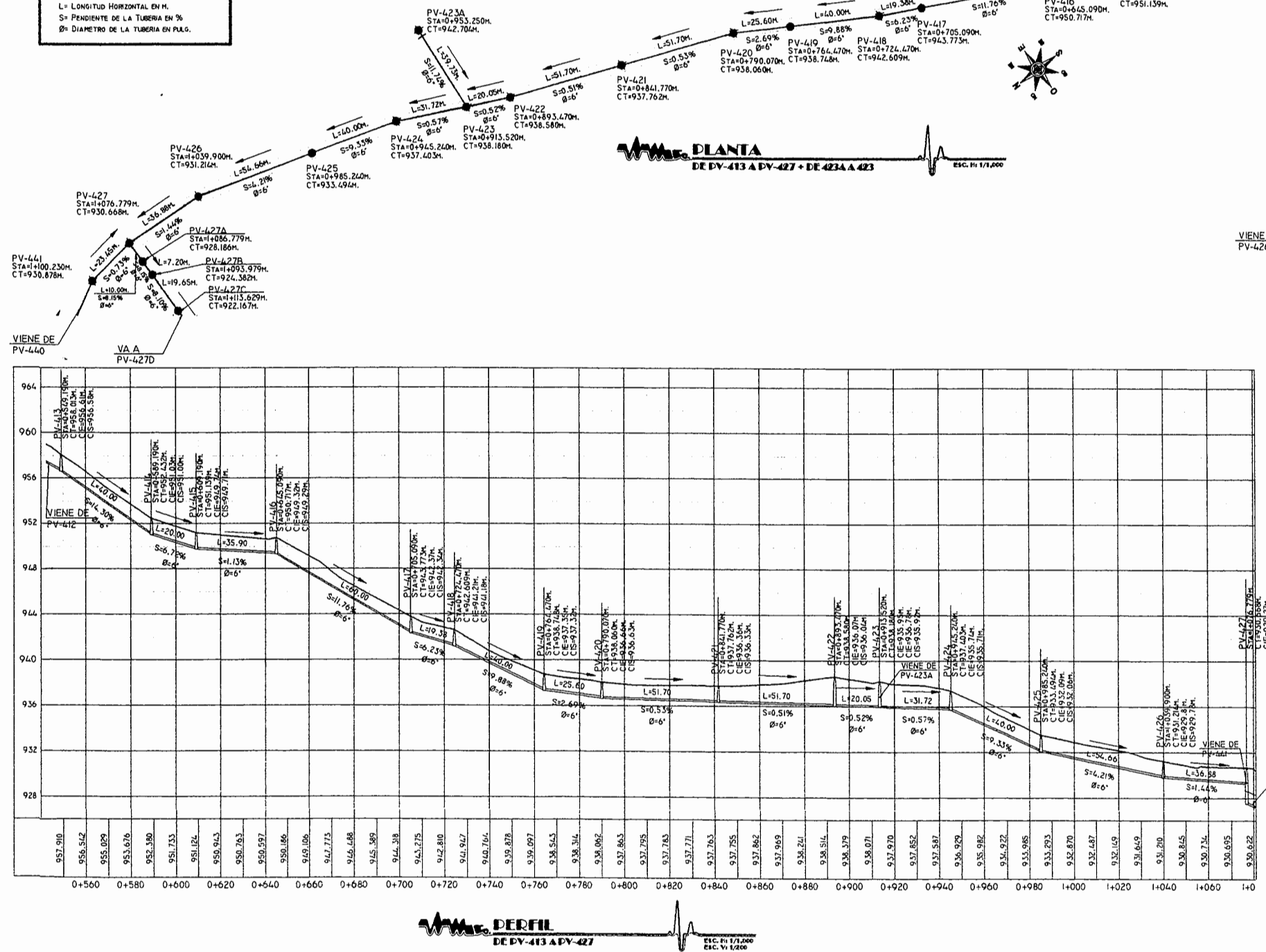
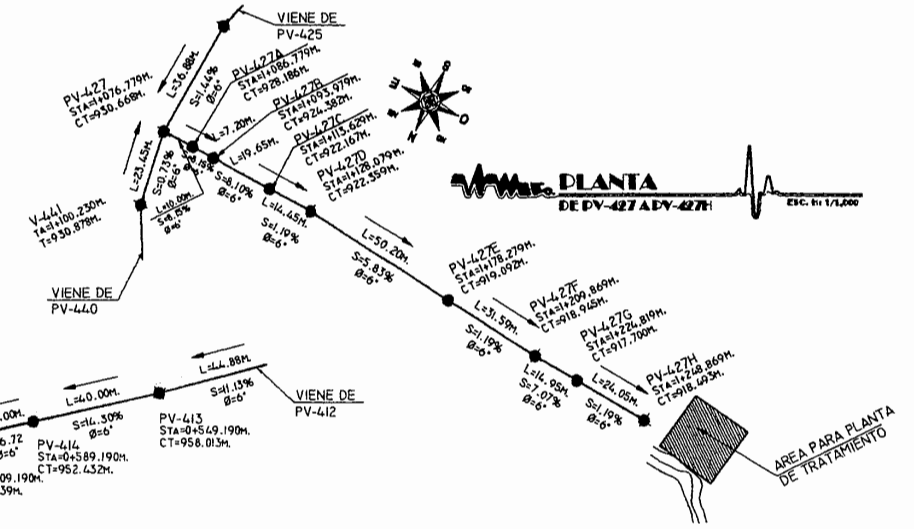
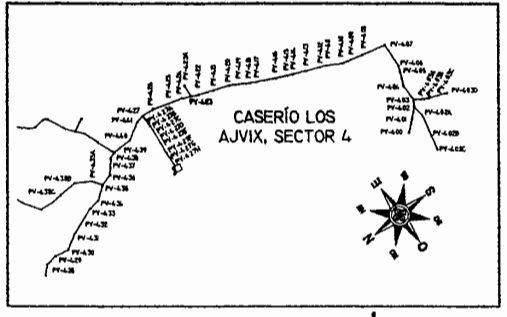
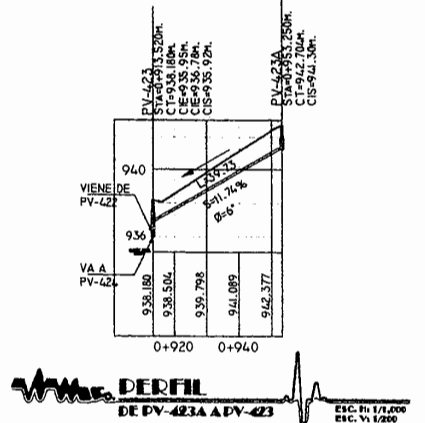
05/14

SIMBOLOGIA

PV-NO.	POZO DE VISITA NO.
●	INICIA RAMAL
●	CONSTRUCCION INMEDIATA
→	DIRECCION DEL FLUJO
STA.	ESTACIONAMIENTO DEL EJE
CT.	COTA DEL TERRENO
CIE.	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS.	COTA INVERT DE SALIDA

PERFIL

L = LONGITUD HORIZONTAL EN M.
 S = PENDIENTE DE LA TUBERIA EN %
 Ø = DIAMETRO DE LA TUBERIA EN PULG.



DERFIL DE PV-427 A PV-427H

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ,
 GUATEMALA
 OFICINA DE PLANIFICACION MUNICIPAL

PROYECTO: Red de Alcantarillado Sanitario, Caserío Los Ajvíx

UBICACIÓN: Caserío Los Ajvíx, Aldea Cerra Alto, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Departamento de Guatemala

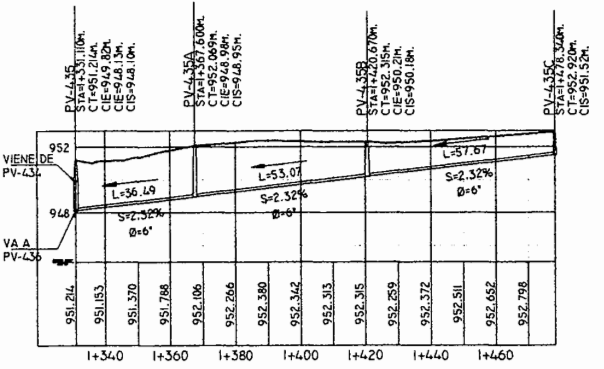
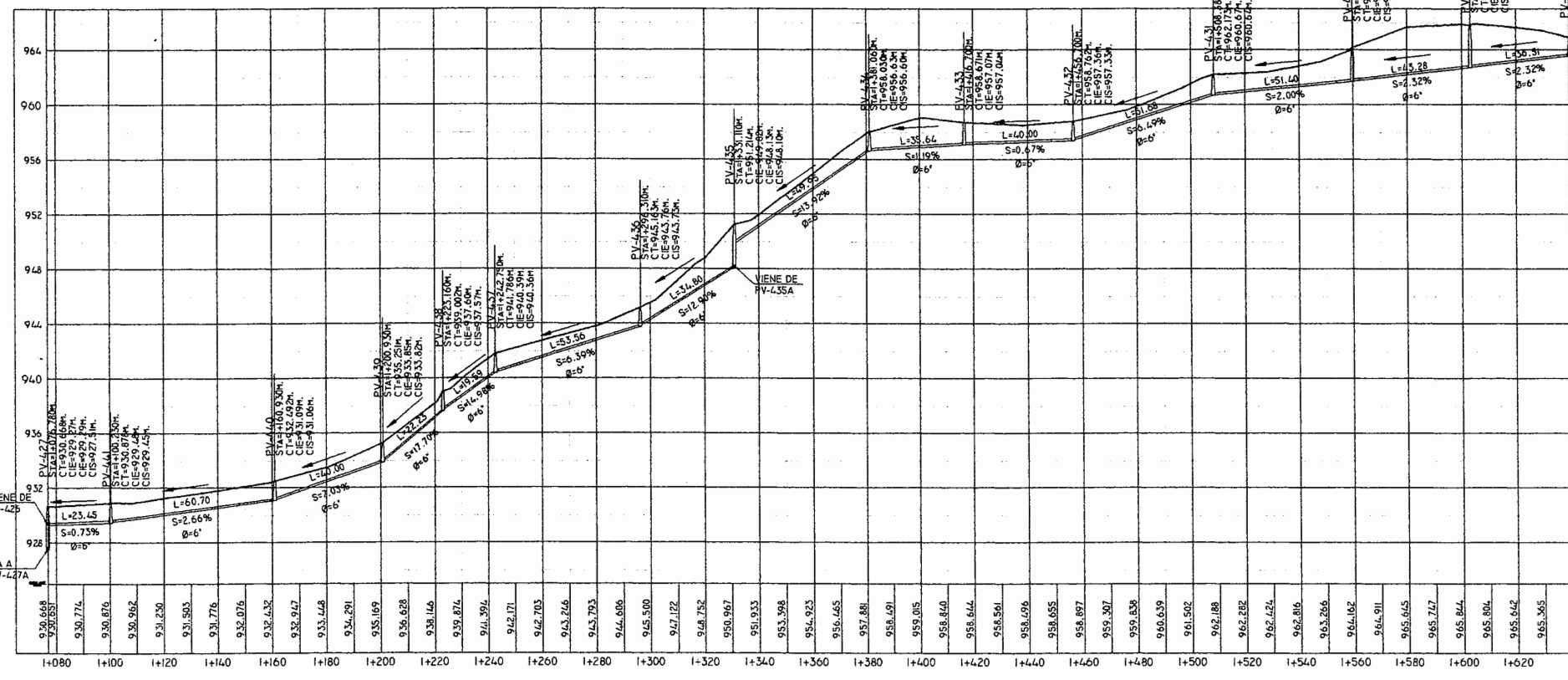
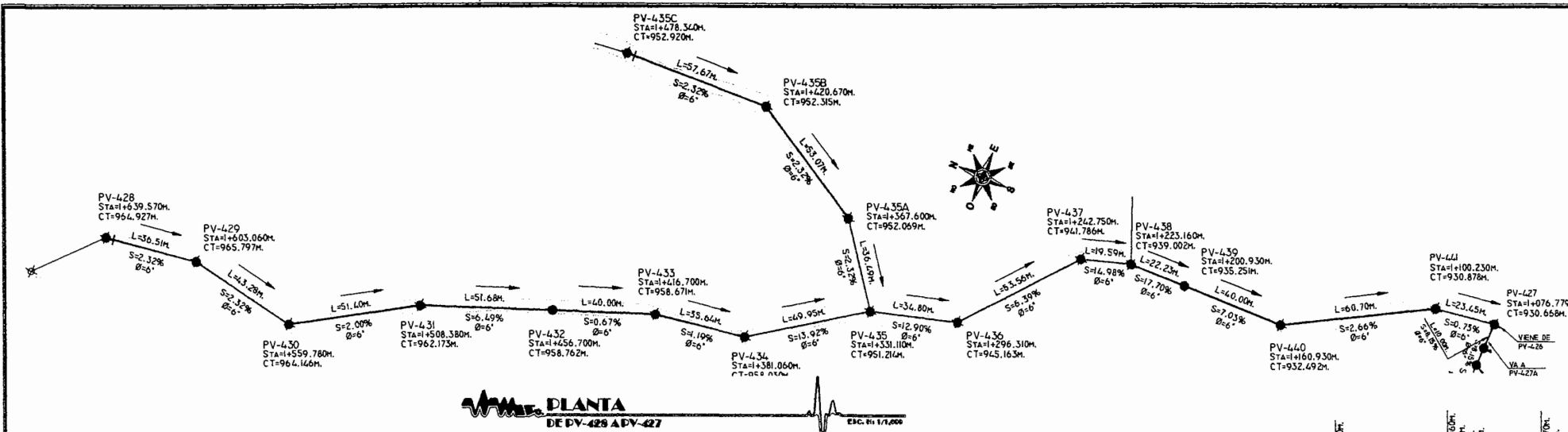
CONTENIDO: Planta-Perfil, Sistema de Alcantarillado Sanitario, Sector 4

DISEÑO: Gustavo Campos REVISÓ: Ing. Ángel Sic. ARCHITECTURA
 ESTRUCTURAS
 INSTALACIONES
 TOPOGRAFIA
 ESPECIALES

CALCULO: Gustavo Campos ESCALA: Indicada
 DIBUJO: Gustavo Campos FECHA: Mayo 2012

Ing. Ángel Roberto Sic García Vo.Bo. Ing. Luis Cuyán
 ASESOR SUPERVISOR E.P.S. COORDINADOR O.F. MUNICIPAL DE PLANIFICACION

06
14



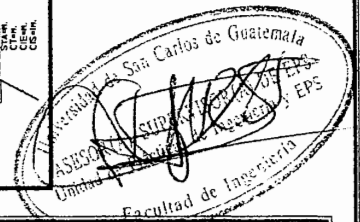
PERFIL DE PV-435 A PV-435 ESC. 1:1,000 E.C. V. 1/2000

SIMBOLOGIA

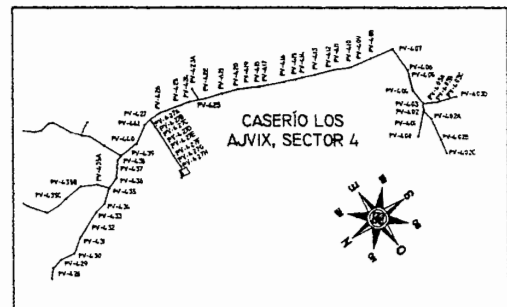
PV-Nº.	POZO DE VISITA N.º.
●	INICIA RAMAL
●	CONSTRUCCION INMEDIATA
→	DIRECCION DEL FLUJO
STA.	ESTACIONAMIENTO DEL EJE
CT.	COTA DEL TERRENO
CIE.	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS.	COTA INVERT DE SALIDA

PERFIL

L: LONGITUD HORIZONTAL EN M.
 S: PENDIENTE DE LA TUBERIA EN %
 Ø: DIAMETRO DE LA TUBERIA EN PULG.



PERFIL DE PV-428 A PV-427 ESC. 1:1,000 E.C. V. 1/2000



PLANTA GENERAL CASERIO LOS AJVIX ESC. 1:1,000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ,
 GUATEMALA
 OFICINA DE PLANIFICACION MUNICIPAL

PROYECTO: Red de Alcantarillado Sanitario, Caserío Los Ajvíx

UBICACION: Caserío Los Ajvíx, Aldea Cero Alto, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Departamento de Guatemala

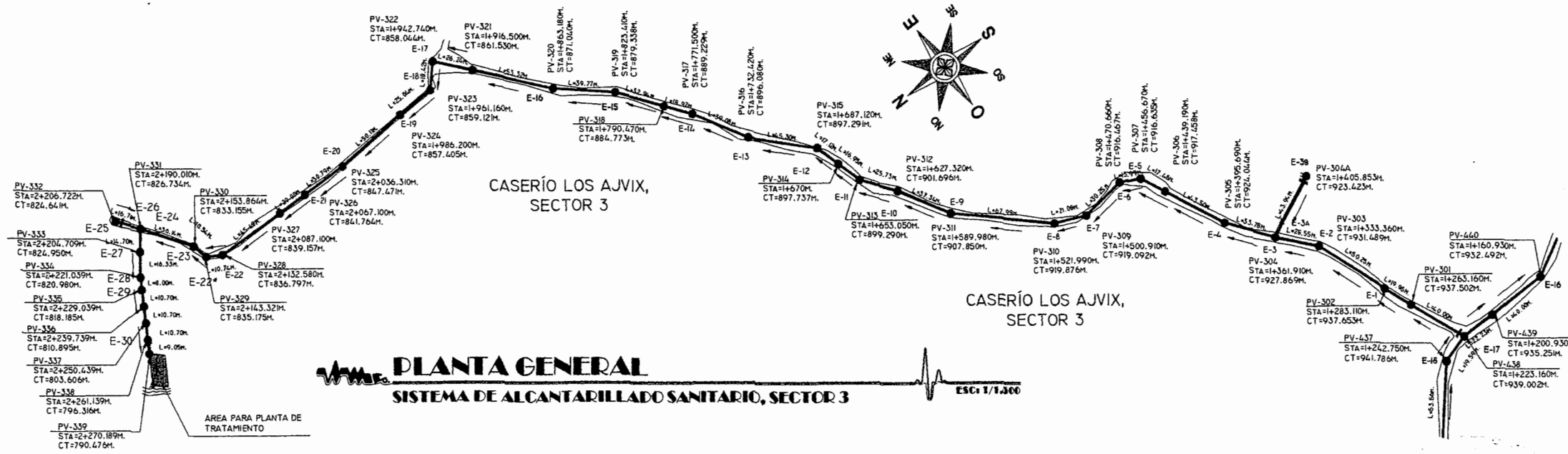
CONTENIDO: Planta-Perfil, Sistema de Alcantarillado Sanitario, Sector 4

DESEN: Gustavo Campos	REVISO: Ing. Ángel Sik.	<input type="checkbox"/> ARQUITECTURA
CALCULO: Gustavo Campos	ESCALA: Indicada	<input type="checkbox"/> ESTRUCTURAS
DIBUJO: Gustavo Campos	FECHA: Mayo 2012	<input type="checkbox"/> INSTALACIONES
		<input type="checkbox"/> TOPOGRAFIA
		<input type="checkbox"/> ESPECIALES

Ing. Ángel Roberto Sic García
 Asesor Supervisor EPS

Vo.Bo. Ing. Luis Cuyán
 Coordinador Of. Municipal de Planificación

HOJA 07 14



CANTIDAD DE TUBERIA EN SECTOR 3						
DE	A	DI	L	DR	# TUBO	Q-6*
PV	PV	mm	M	mm		
436	301	40.00	3.87%	40.00	7	
301	302	19.95	2.39%	19.96	4	
302	303	90.23	11.24%	90.57	9	
303	304	28.55	13.13%	28.80	5	
304A	304	43.94	2.32%	43.95	8	
304	305	33.78	2.32%	33.79	6	
305	306	43.50	9.89%	43.71	8	
306	307	17.48	4.07%	17.58	3	
307	308	14.99	1.64%	13.99	3	
308	309	30.25	1.51%	30.25	6	
409	310	21.88	1.39%	21.88	4	
310	311	67.89	11.59%	68.45	12	
311	312	37.34	16.94%	37.87	7	
312	313	25.77	9.89%	25.85	5	
313	314	16.95	9.67%	17.03	3	
314	315	17.12	2.61%	17.13	3	
315	316	45.10	2.60%	45.32	8	
316	317	39.88	10.81%	39.71	7	
317	318	18.87	24.80%	19.55	4	
318	319	22.94	17.83%	23.41	6	
319	320	39.77	21.43%	40.67	7	
320	321	53.32	18.19%	54.19	10	
321	322	26.24	3.74%	26.26	5	
322	323	18.42	0.49%	18.42	4	
323	324	25.84	2.07%	25.85	5	
324	325	50.13	20.23%	51.13	8	
325	326	30.79	19.18%	31.25	6	
427	327	20.88	19.77%	20.19	4	
327	328	45.48	5.26%	45.54	9	
328	329	10.74	16.69%	10.89	2	
329	330	10.54	19.16%	10.74	2	
330	331	36.14	16.66%	36.63	7	
332	333	16.71	2.24%	16.72	3	
333	334	14.20	0.47%	14.78	3	
334	335	16.44	18.56%	16.81	4	
335	336	0.88	10.81%	0.13	2	
336	337	10.40	17.79%	10.87	2	
337	338	10.40	17.79%	10.87	2	
338	339	10.40	17.79%	10.87	2	
339	340	9.93	3.08%	9.09	2	
					CANT. TUBOS	206

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ,
GUATEMALA
OFICINA DE PLANIFICACION MUNICIPAL

PROYECTO: Red de Alcantarillado Sanitario, Caserío Los Ajvix

UBICACION: Caserío Los Ajvix, Aldea Cerro Alto, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Departamento de Guatemala

CONTENIDO: Planta General, Sistema de Alcantarillado Sanitario, Sector 3

DISEÑO: Gustavo Campos REVISO: Ing. Ángel Sic. ARCHITECTURA

CALCULO: Gustavo Campos ESCALA: Indicada ESTRUCTURAS

DIBUJO: Gustavo Campos FECHA: Mayo 2012 INSTALACIONES

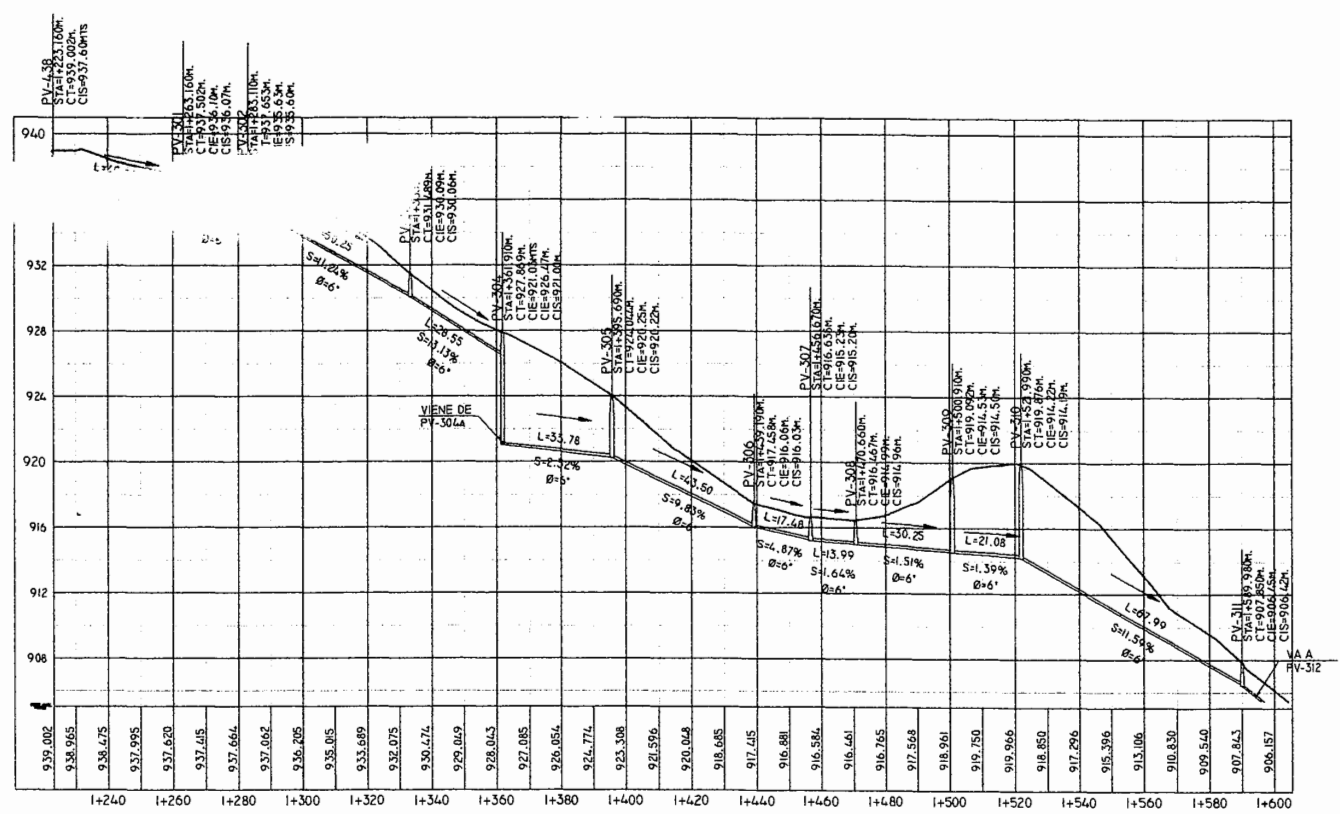
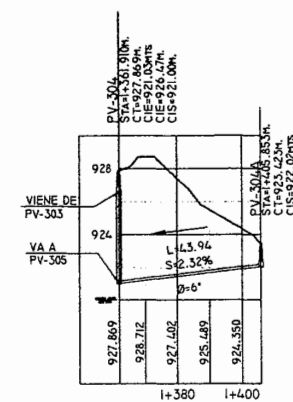
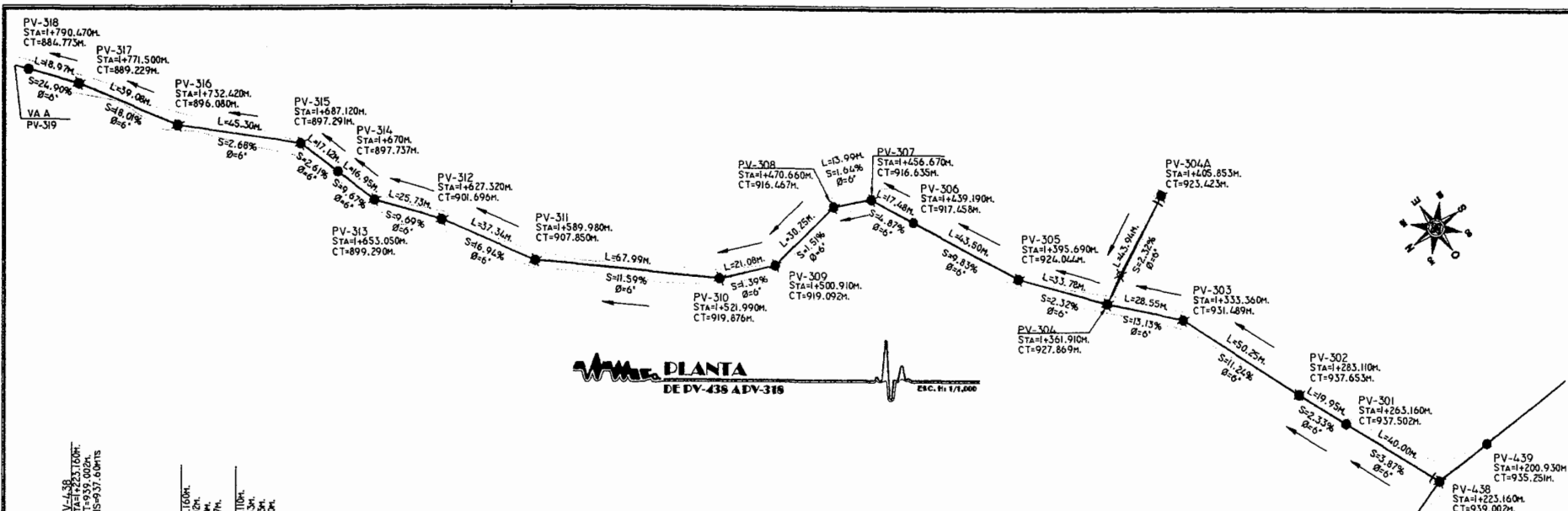
TOPOGRAFIA

ESPECIALES

Ing. Ángel Roberto Sic. García Vo. Bo. Ing. Luis Cuyón

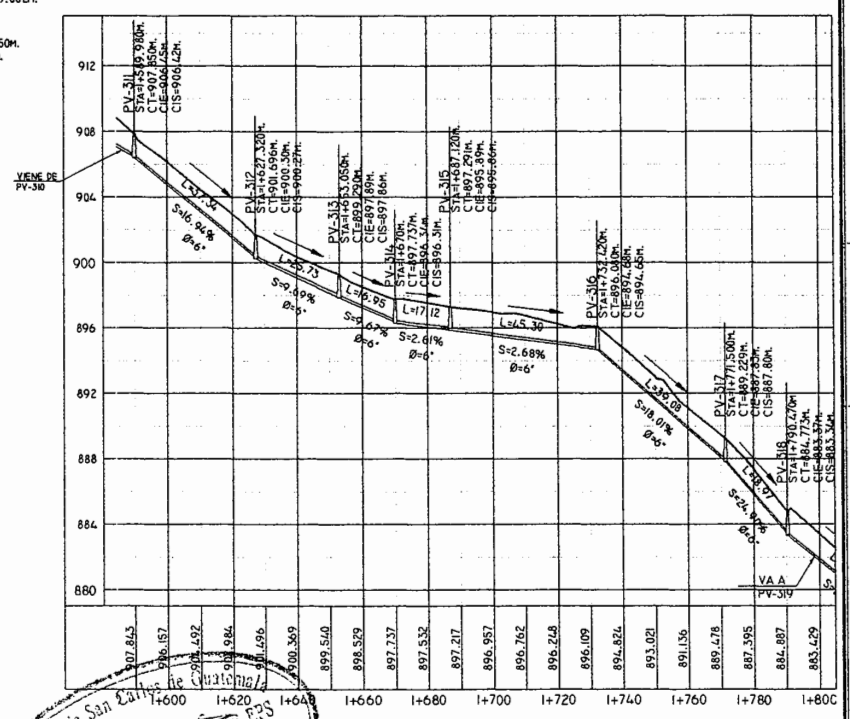
Asesor Supervisor EPL Coordinador Of. Municipal de Planificación

HOJA 08 14

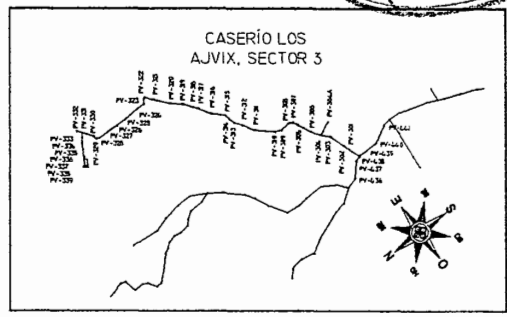


SIMBOLOGIA	
PV-No.	POZO DE VISITA No.
●	INICIA RAMAL
●	CONSTRUCCION INMEDIATA
→	DIRECCION DEL FLUJO
STA.	ESTACIONAMIENTO DEL EJE
CT.	COTA DEL TERRENO
CIE.	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS.	COTA INVERT DE SALIDA

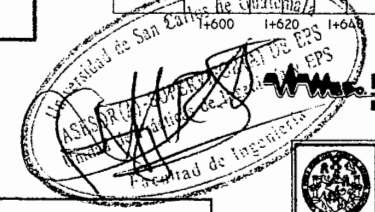
PERFIL	
L	LONGITUD HORIZONTAL EN M.
S	PENDIENTE DE LA TUBERIA EN %
Ø	DIAMETRO DE LA TUBERIA EN PULG.



DERFIL DE PV-438 A PV-311
ESC. 1:1,000

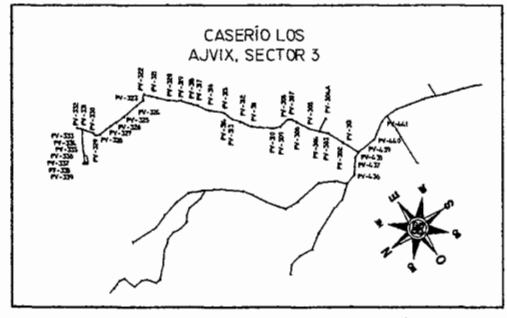
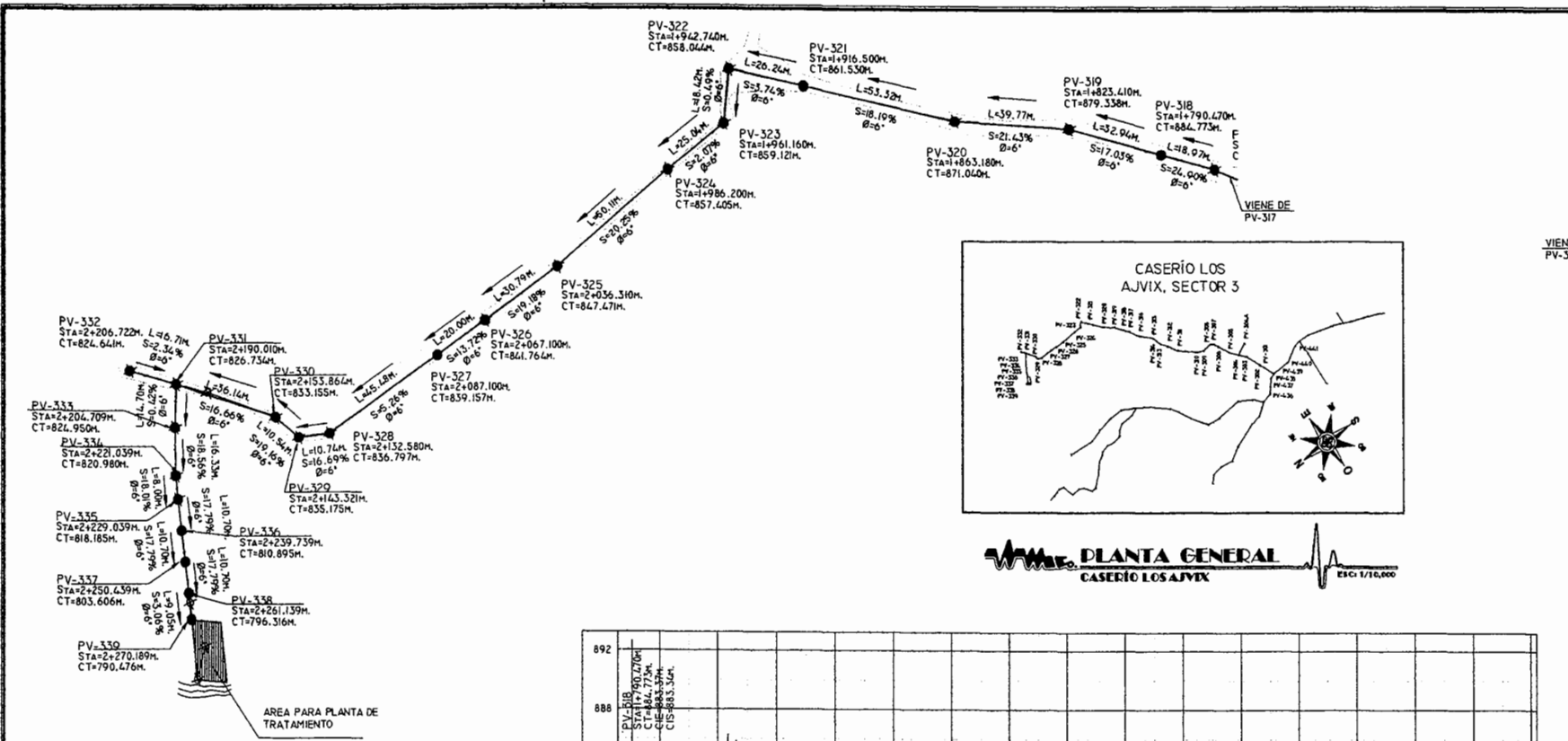


PLANTA GENERAL CASERÍO LOS AJVÍX
ESC. 1:10,000



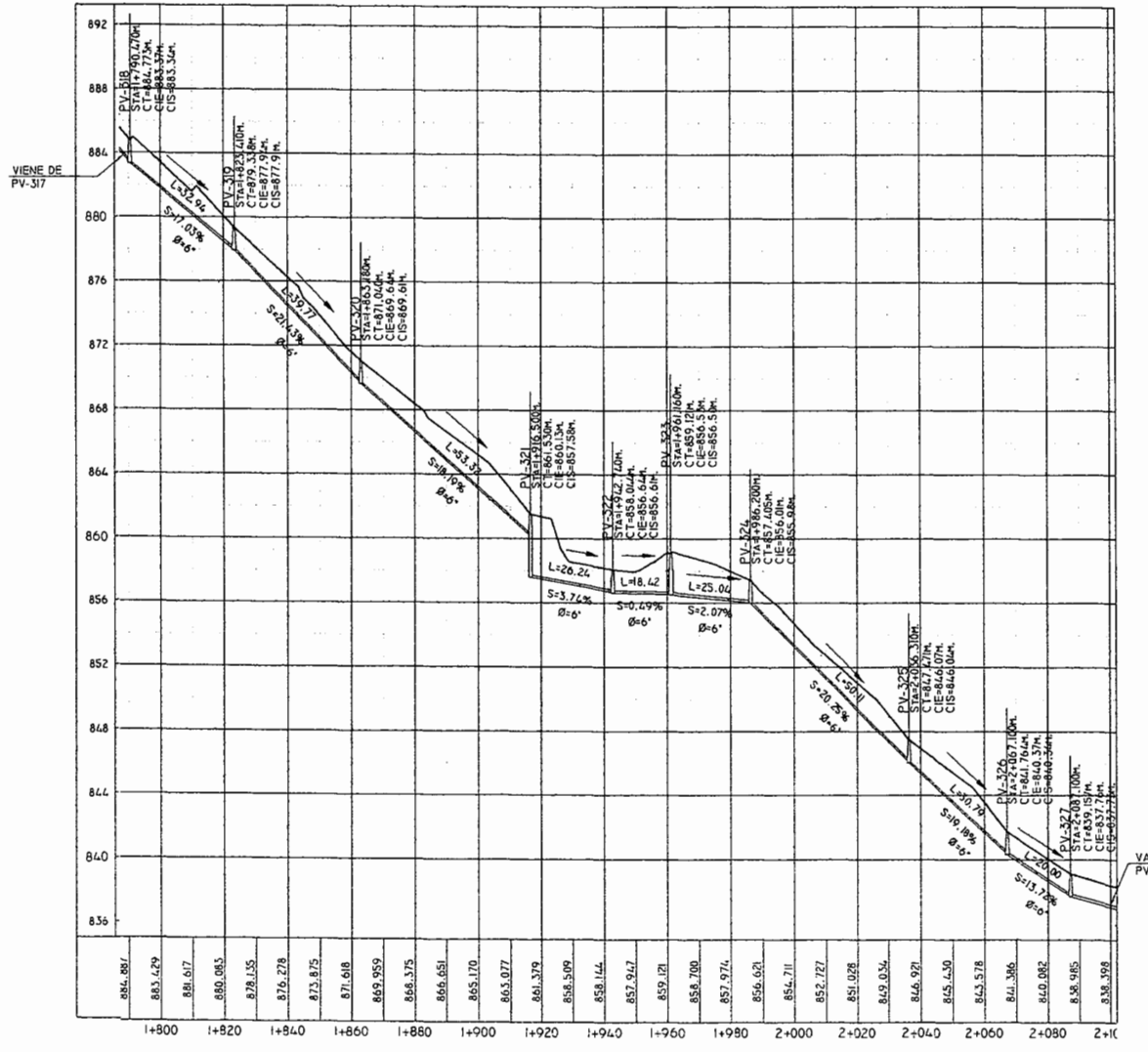
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)
	MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA OFICINA DE PLANIFICACION MUNICIPAL
PROYECTO: Red de Alcantarillado Sanitario, Caserío Los Ajvíx	
UBICACIÓN: Caserío Los Ajvíx, Aldea Cerro Alto, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Departamento de Guatemala	
CONTENIDO: <input type="checkbox"/> PLANTA GENERAL <input type="checkbox"/> ARQUITECTURA <input type="checkbox"/> ESTRUCTURAS <input type="checkbox"/> INSTALACIONES <input type="checkbox"/> TOPOGRAFÍA <input type="checkbox"/> ESPECIALES	
DISEÑO: Gustavo Campos	REVISÓ: Ing. Ángel Sic.
CALCULO: Gustavo Campos	ESCALA: Indicada
DIBUJO: Gustavo Campos	FECHA: Mayo 2012
Ing. Ángel Roberto Sic García Asesor Supervisor EPS	Vo.Bo. Ing. Luis Cuyón Coordinador OI, Municipalidad de Planificación

HOJA 09
14

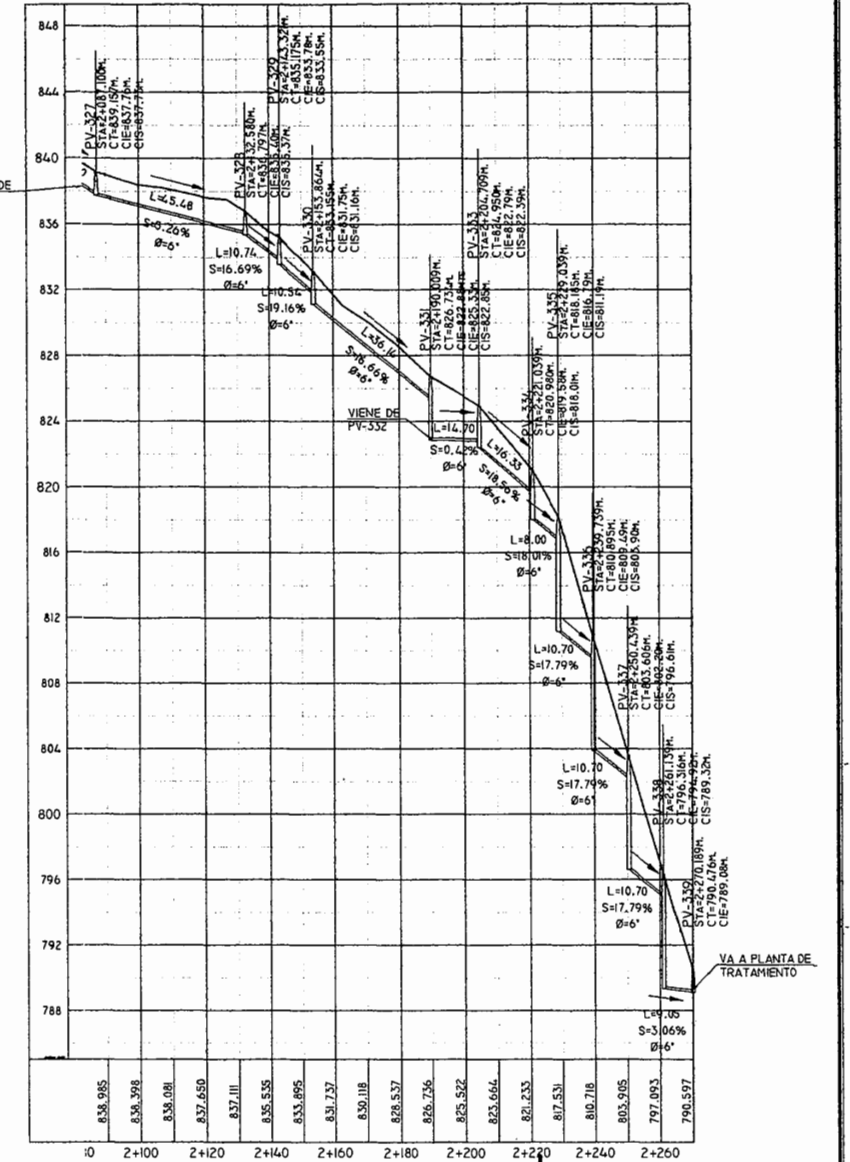


PLANTA GENERAL
CASERIO LOS AJVIX
ESC. 1/10,000

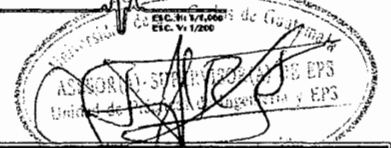
SIMBOLOGIA	
PV-No.	POZO DE VISITA No.
●	INICIA RAMAL
●	CONSTRUCCION INMEDIATA
→	DIRECCION DEL FLUJO
STA.	ESTACIONAMIENTO DEL EJE
CT.	COTA DEL TERRENO
CIE.	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS.	COTA INVERT DE SALIDA
PERFIL 	
L = LONGITUD HORIZONTAL EN M. S = PENDIENTE DE LA TUBERIA EN % Ø = DIAMETRO DE LA TUBERIA EN PULG.	



PERFIL
DE PV-316 A PV-327
ESC. 1/10,000



PERFIL
DE PV-327 A PV-339
ESC. 1/10,000



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)	
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA OFICINA DE PLANIFICACION MUNICIPAL	
PROYECTO: Red de Alcantarillado Sanitario, Caserío Los Ajvíx	
UBICACION: Caserío Los Ajvíx, Aldea Cerro Alto, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Departamento de Guatemala	
CONTENIDO: Planta-Perfil, Sistema de Alcantarillado Sanitario, Sector 3	
DISEÑO: Gustavo Campos CALCULO: Gustavo Campos DIBUJO: Gustavo Campos	REVSO: Ing. Ángel Sic. ESCALA: Indicada FECHA: Mayo 2012
HOJA 10	
Ing. Ángel Roberto Sic García Asesor Supervisor EPS	Vo.Bo. Ing. Luis Cuyán Coordinador OI, Municipal de Planificación



CANTIDAD DE TUBERIA EN SECTOR 2

DI	A	DI	%	DR.	#TUBO	DI	A	DI	%	DR.	#TUBO	
PV	PV	(m)	(%)	(m)	Ø=4"	PV	PV	(m)	(%)	(m)	Ø=4"	
475C	201	30.31	4.05%	30.33	6	230	231	31.30	4.13%	31.30	6	
201	202	20.00	9.05%	20.00	4	231	232	30.41	9.54%	30.57	6	
202	203	23.40	3.54%	23.41	4	232	233	20.00	12.74%	20.16	4	
203	204	63.20	1.70%	63.21	11	233	234	29.80	2.70%	29.81	5	
204	205	47.19	12.68%	47.57	9	234	235	51.30	6.60%	51.41	9	
205	206	30.89	16.37%	31.06	6	235	236	22.10	17.51%	22.44	4	
206	207	25.00	23.24%	25.67	5	236	237	33.37	9.90%	33.50	6	
207	208	44.70	18.99%	45.03	8	237	238	20.50	0.41%	20.58	5	
208	209	25.00	11.06%	25.13	5	238	239	47.80	0.41%	47.89	8	
209	210	22.87	4.11%	22.87	4	239	240	34.66	0.41%	34.66	6	
210	211	43.94	11.27%	44.71	8	240	241	19.57	0.40%	19.57	4	
211	212	34.68	11.04%	34.93	6	241	242	21.13	0.40%	21.13	4	
212	213	20.00	1.64%	20.00	4	242	243	23.50	12.73%	23.75	4	
213	214	42.00	10.93%	42.75	6	243	244	35.49	10.14%	35.49	6	
214	215	43.45	14.25%	43.89	8	244	245	48.05	10.12%	48.67	9	
215	216	25.89	17.53%	25.47	5	245	246	17.60	15.84%	17.81	3	
216	217	20.84	25.04%	21.08	4	246	247	30.80	15.66%	30.77	6	
217	218	29.84	2.00%	29.95	5	247	248	12.25	0.89%	12.28	3	
218	219	21.90	20.21%	22.41	4	248	249	43.49	3.77%	43.52	8	
219	220	25.51	11.27%	25.67	5	249	250	0.89	14.52%	0.10	2	
220	221	18.74	18.58%	18.88	4	250	251	25.80	14.96%	25.78	5	
221	222	10.32	17.77%	10.61	4	251	252	26.34	14.87%	26.63	5	
222	223	42.85	18.15%	42.81	8	252	253	10.15	17.78%	10.24	7	
223	224	42.17	15.93%	42.76	8	253	254	6.80	14.79%	6.82	7	
224	225	15.84	18.55%	16.21	4	254	255	5.64	14.89%	5.70	4	
225	226	38.67	17.47%	38.00	6	255	256	10.70	0.36%	10.70	2	
226	227	17.15	5.75%	17.18	3	256	257	10.50	14.91%	10.61	7	
227	228	28.47	6.86%	28.52	5	257	258	10.50	14.90%	10.61	7	
228	229	99.70	8.19%	99.34	7	258	259	9.07	8.77%	9.07	7	
229	230	16.58	5.80%	16.61	3	259	260	13.92	15.00%	14.00	3	
											CANT. TUBOS	167

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ,
GUATEMALA
OFICINA DE PLANTIFICACION MUNICIPAL

PROYECTO: Red de Alcantarillado Sanitario, Caserío Los Ajvix

UBICACION: Caserío Los Ajvix, Aldea Cerro Alto, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Departamento de Guatemala

CONTENIDO: **Planta General Sistema de Alcantarillado Sanitario, Sector 2**

ARQUITECTURA
 ESTRUCTURAS
 INSTALACIONES
 TOPOGRAFIA
 ESPECIALES

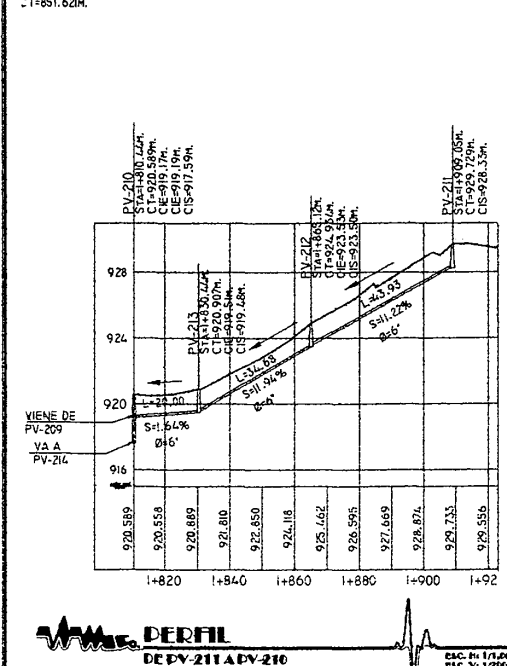
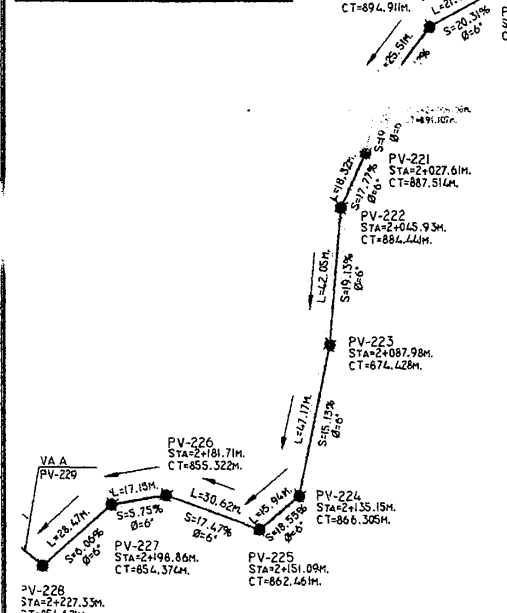
DISEÑO: Gustavo Campos REVISÓ: Ing. Angel Sic.
 CALCULO: Gustavo Campos ESCALA: Indicada
 DIBUJO: Gustavo Campos FECHA: Mayo 2012

Ing. Angel Roberto Sic Garcia Vo.Bo. Ing. Luis Cuyón
 Asesor Supervisor EPS Coordinador Of. Municipal de Planificación

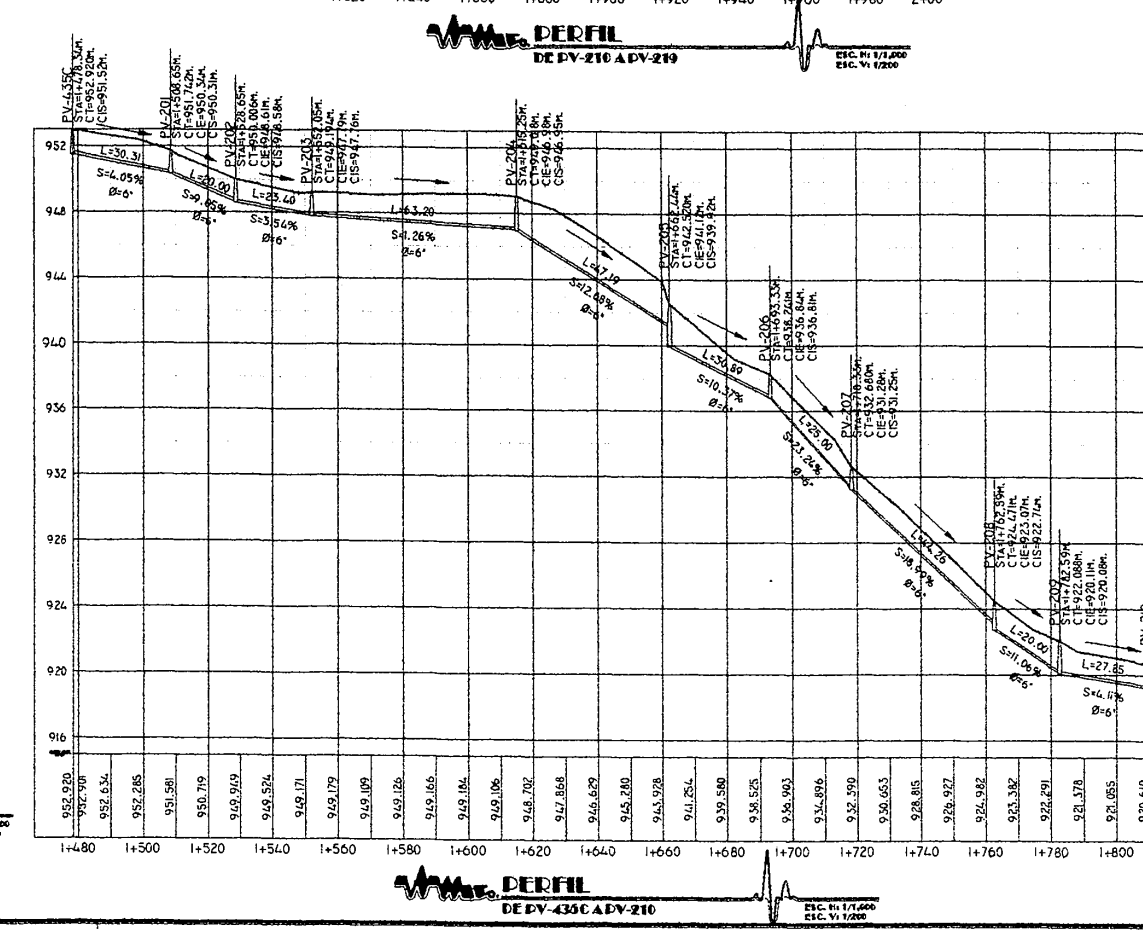
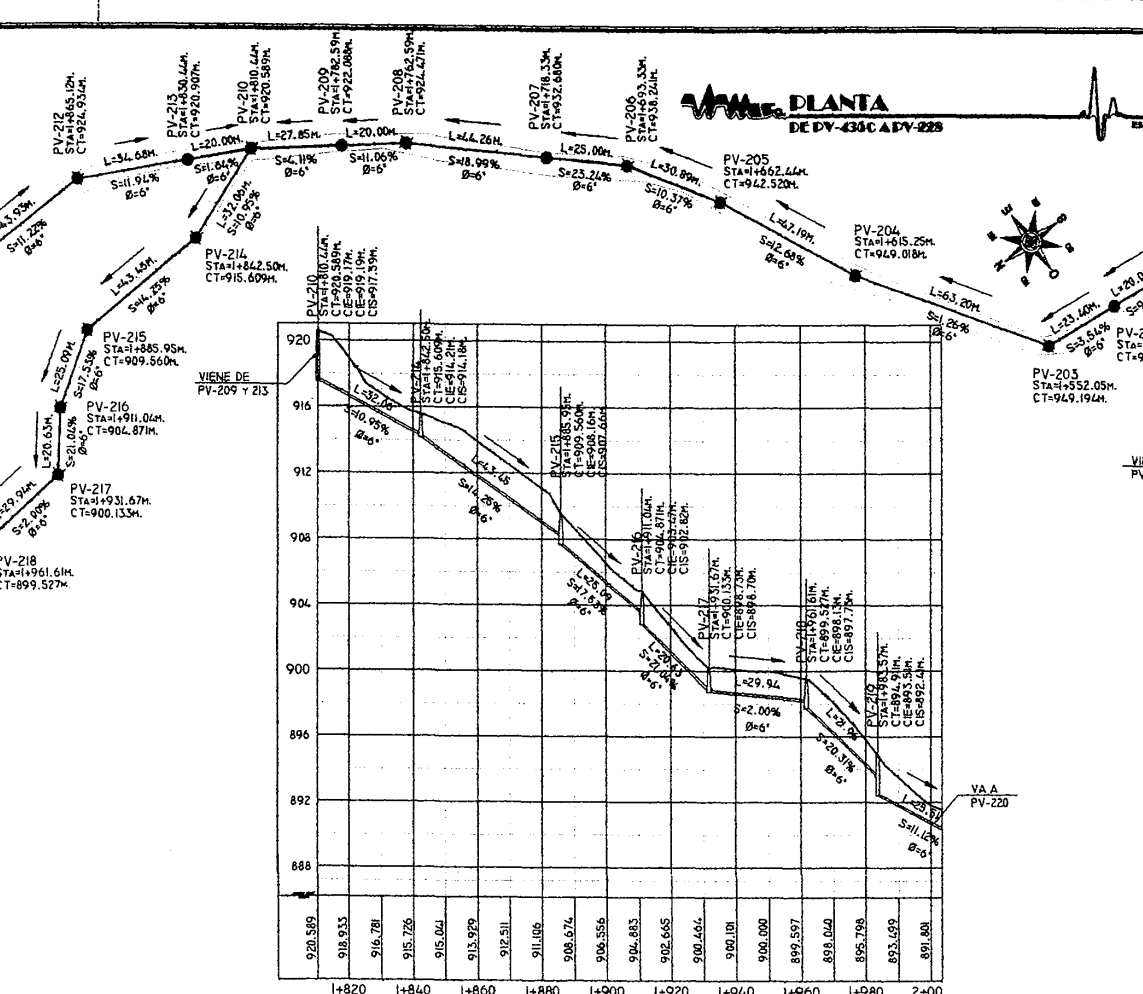
HOJA 11 DE 14

SIMBOLOGIA	
PV-Nº.	POZO DE VISITA N.º.
●	INICIA RAMAL
●	CONSTRUCCION INMEDIATA
→	DIRECCION DEL FLUJO
STA.	ESTACIONAMIENTO DEL EJE
CT.	COTA DEL TERRENO
CIE.	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS.	COTA INVERT DE SALIDA

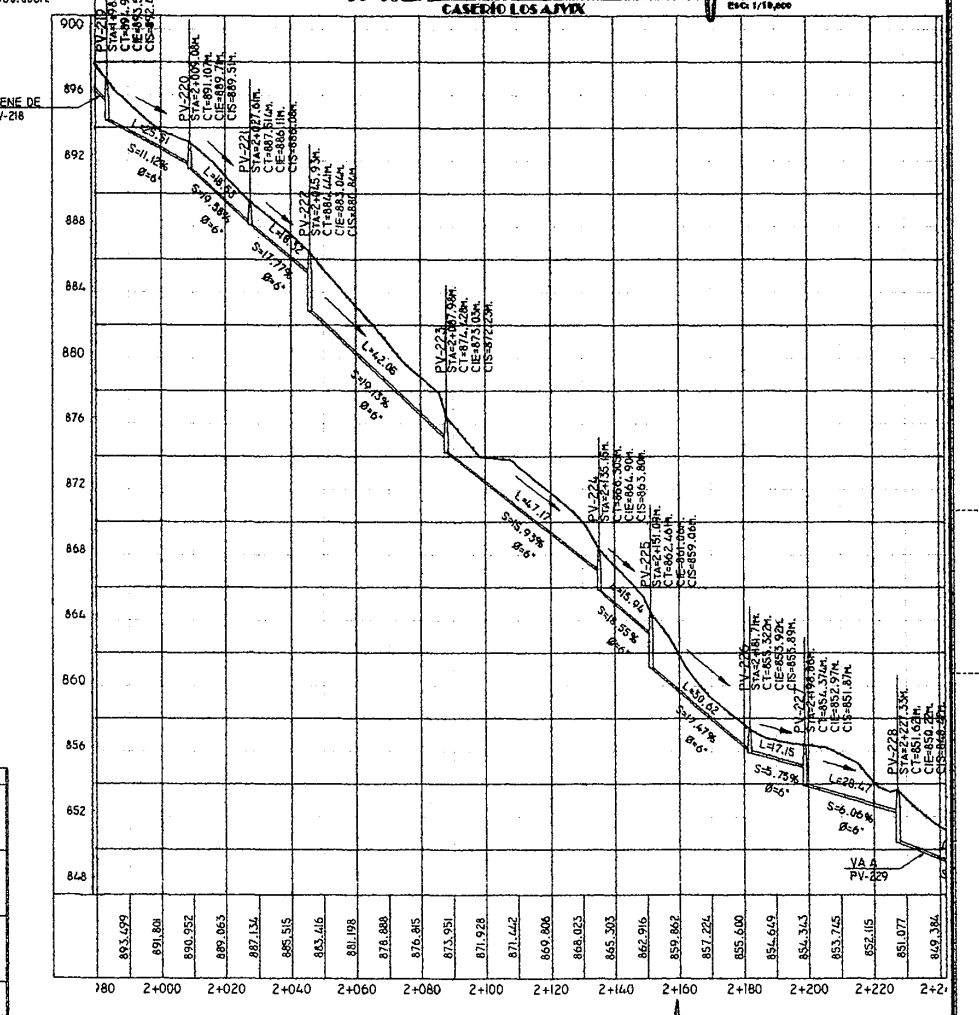
PERFIL	
L=	LONGITUD HORIZONTAL EN M.
S=	PENDIENTE DE LA TUBERIA EN %
Ø=	DIAMETRO DE LA TUBERIA EN PULG.



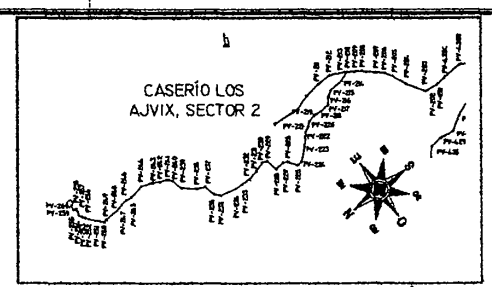
PERFIL DE PV-211 A DV-210
ESC. N.º 1/1,200
ESC. V.º 1/200



PERFIL DE PV-430C A DV-210
ESC. N.º 1/1,200
ESC. V.º 1/200



PERFIL DE PV-219 A DV-228
ESC. N.º 1/1,200
ESC. V.º 1/200



PLANTA GENERAL CASERIO LOS AJVIX
ESC. N.º 1/1,200

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ,
GUATEMALA
OFICINA DE PLANIFICACION MUNICIPAL

PROYECTO: Red de Alcantarillado Sanitario, Caserío Los Ajvíx

UBICACION: Caserío Los Ajvíx, Aldea Como Alto, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Departamento de Guatemala

CONTENIDO: Planta-Perfil, Sistema de Alcantarillado Sanitario, Sector 2

DISENO: Gustavo Campos REVISOR: Ing. Ángel Sic.

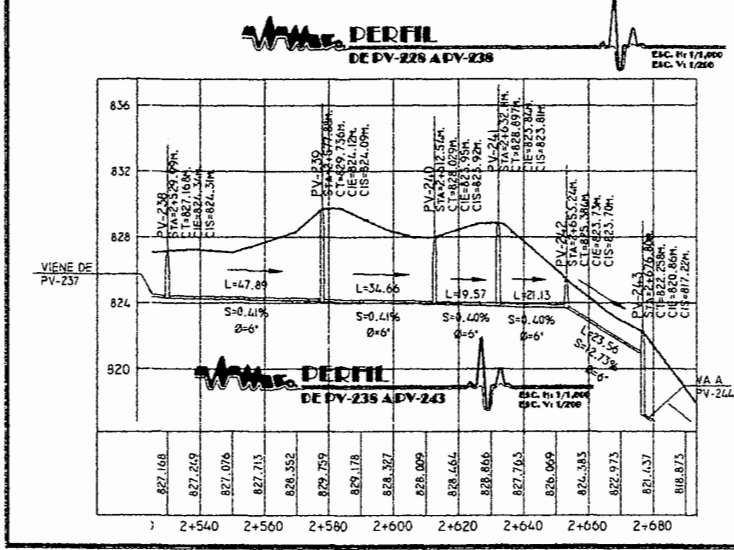
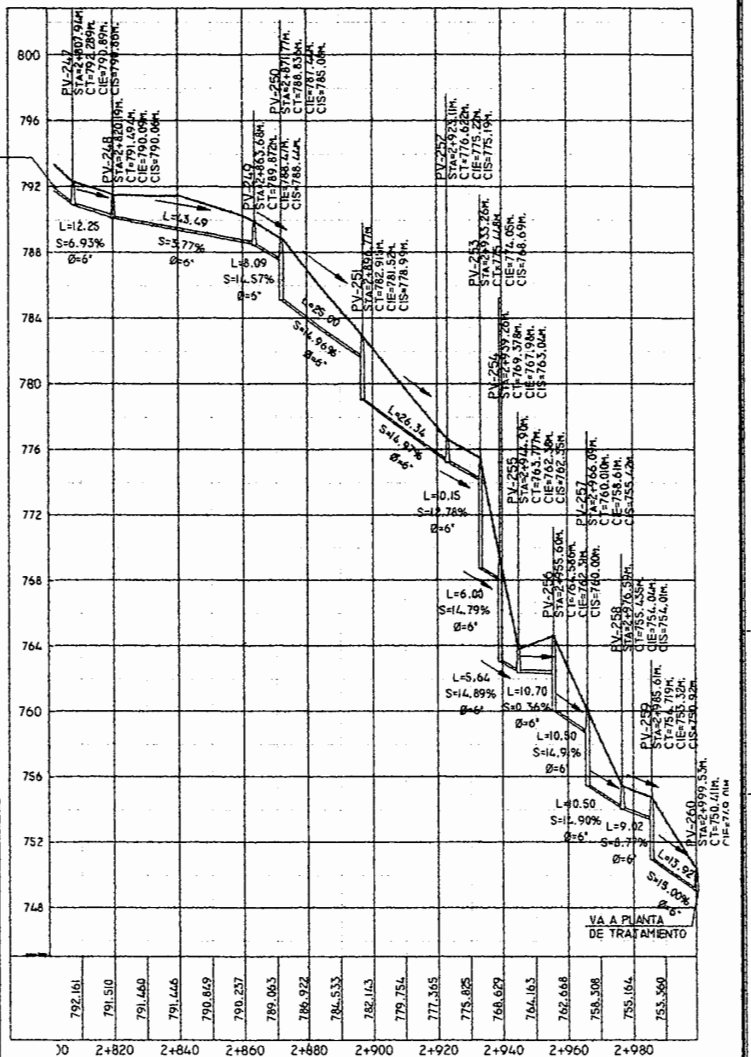
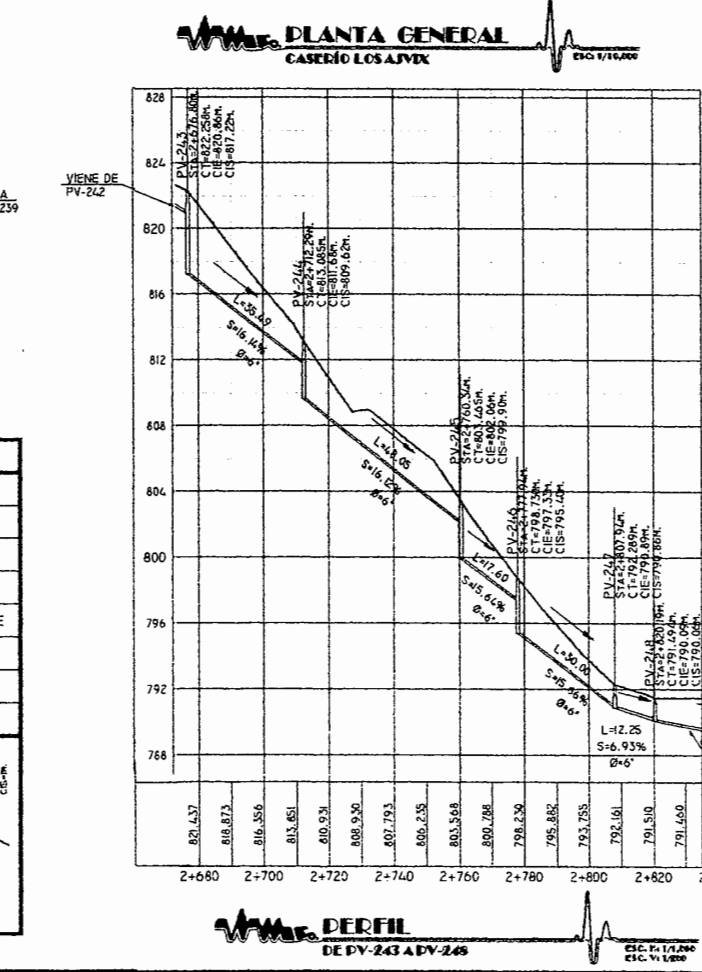
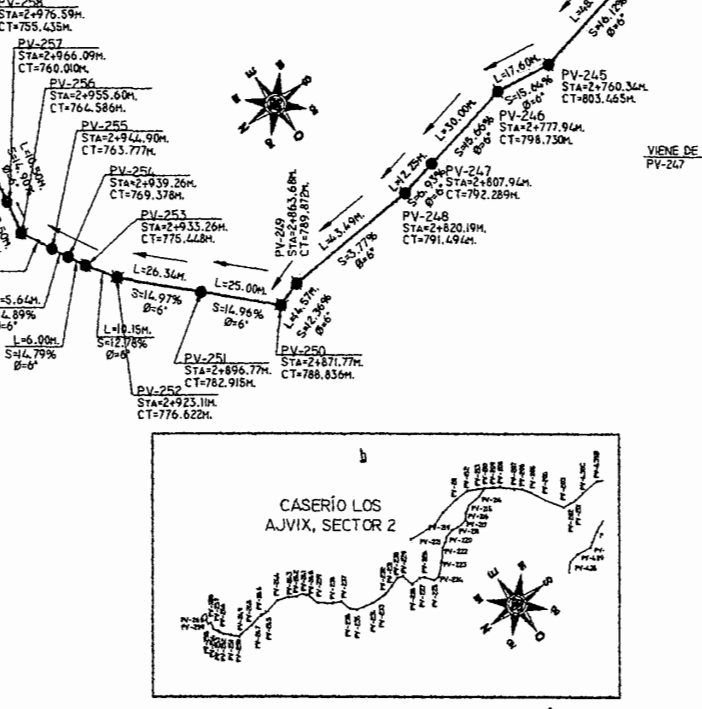
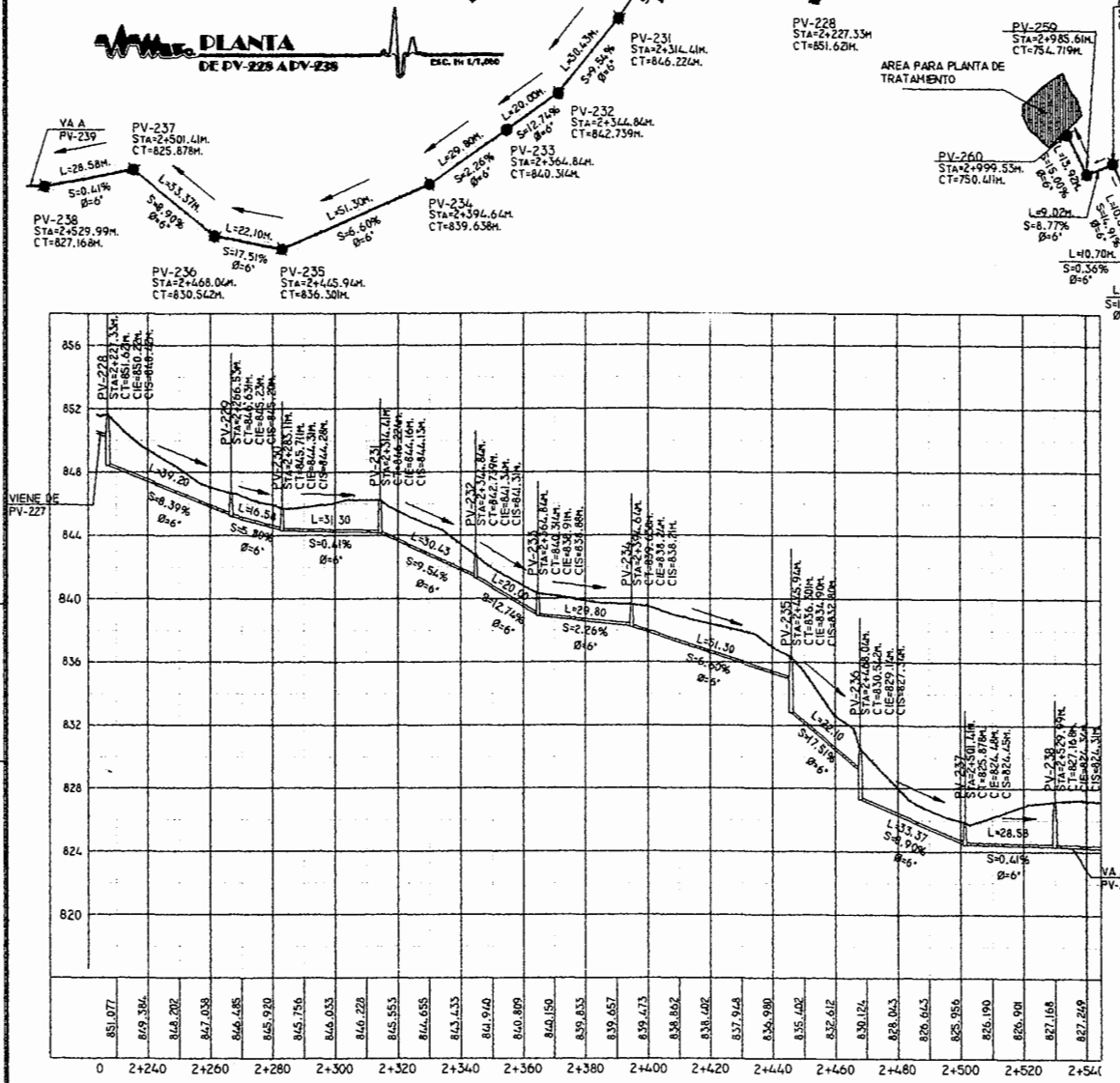
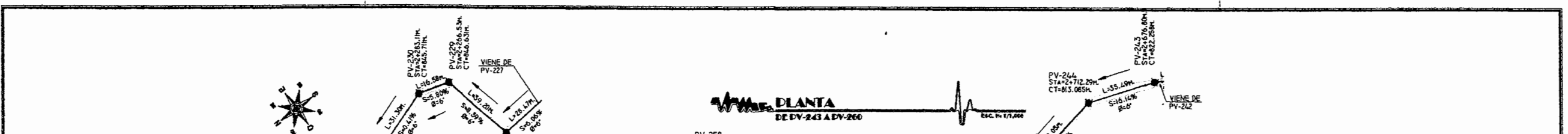
CALCULO: Gustavo Campos ESCALA: Indicada

DIBUJO: Gustavo Campos FECHA: Mayo 2012

Ing. Ángel Roberto Sic García
Arquitecto Supervisor EPS

Vo.Bo. Ing. Luis Cuyón
Coordinador Of. Municipal de Planificación

HOJA 12/14

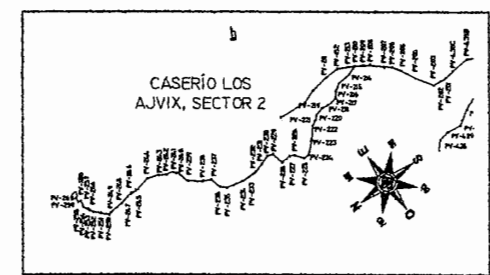


SIMBOLOGIA

PV-No.	POZO DE VISITA NO.
●	INICIA RAMAL
—	CONSTRUCCION INMEDIATA
→	DIRECCION DEL FLUJO
STA.	ESTACIONAMIENTO DEL E.E
CT.	COTA DEL TERRENO
CIE.	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS.	COTA INVERT DE SALIDA

PERFIL

L = LONGITUD HORIZONTAL EN M.
 S = PENDIENTE DE LA TUBERIA EN %
 Ø = DIAMETRO DE LA TUBERIA EN PULG.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA
 OFICINA DE PLANIFICACION MUNICIPAL

PROYECTO: Red de Alcantarillado Sanitario, Caserío Los Ajvíx

UBICACION: Caserío Los Ajvíx, Aldea Como Año, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Departamento de Guatemala

CONTENIDO: Planta-Perfil, Sistema de Alcantarillado Sanitario, Sector 2

DISEÑO: Gustavo Campos REVISÓ: Ing. Ángel Sic.
 CALCULO: Gustavo Campos ESCALA: Indicada
 DIBUJO: Gustavo Campos FECHA: Mayo 2012

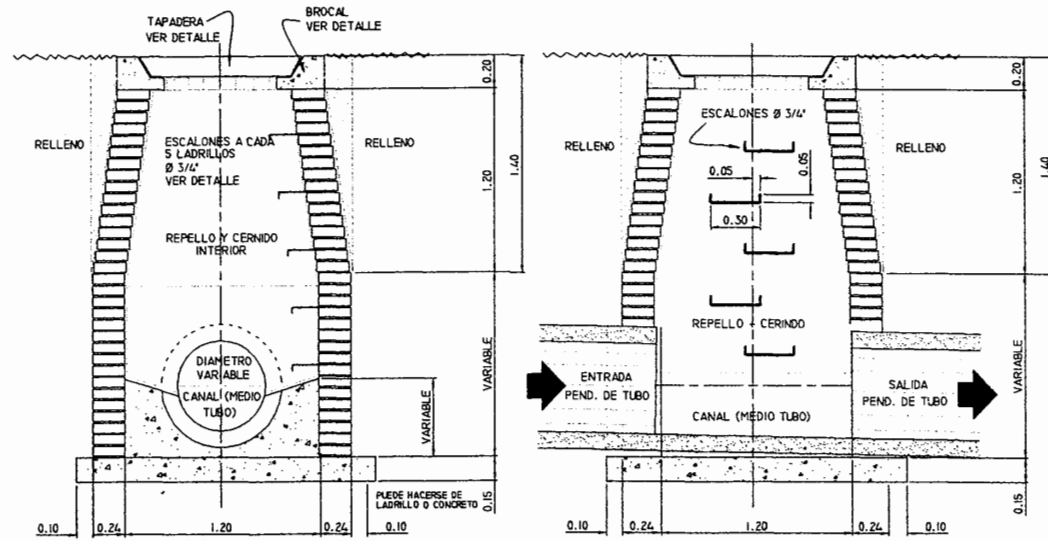
Ing. Ángel Roberto Sic García
 Arrojador de EPS

Ing. Luis Cuyán
 Coordinador OI, Municipalidad de San Juan Sacatepéquez

H O J A 13 14

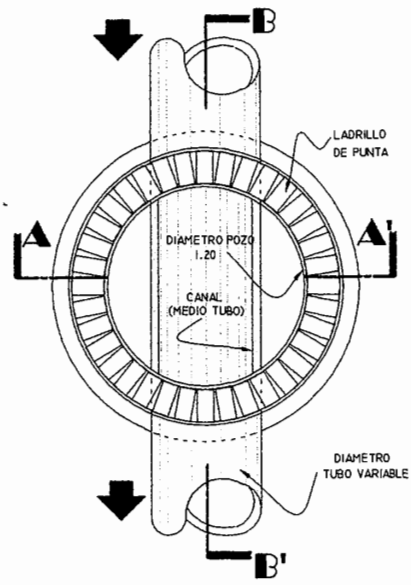
DETALLE DE POZO

TÍPICO

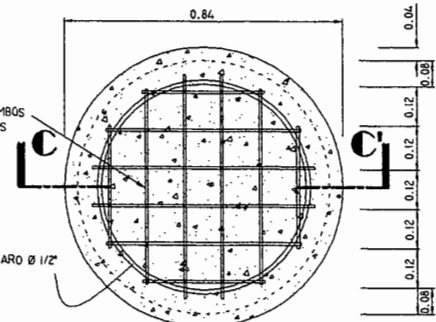


SECCION A-A' POZO TÍPICO ESC. 1/20

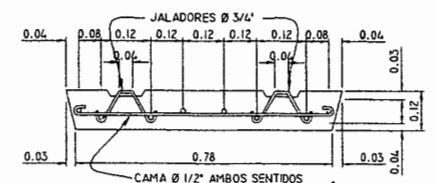
SECCION B-B' POZO TÍPICO ESC. 1/20



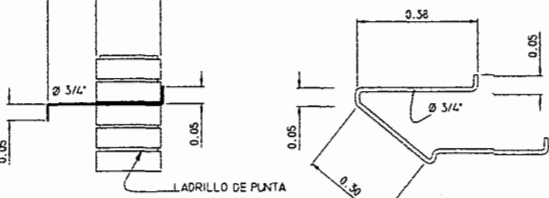
PLANTA POZO TÍPICO ESC. 1/20



DETALLE TAPADERA POZO ESC. 1/10



SECCION C-C' TAPADERA POZO ESC. 1/10



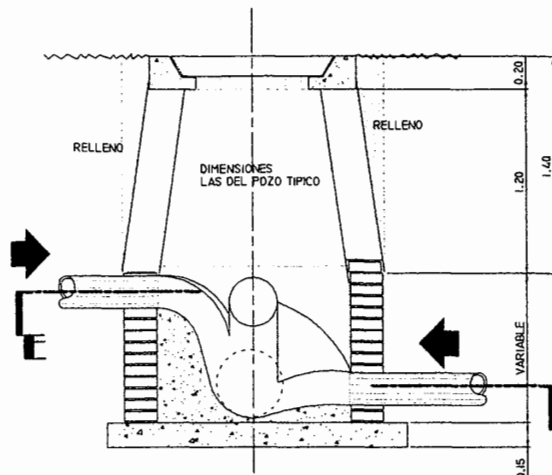
DETALLE ESCALON ESC. 1/10

ESPECIFICACIONES:

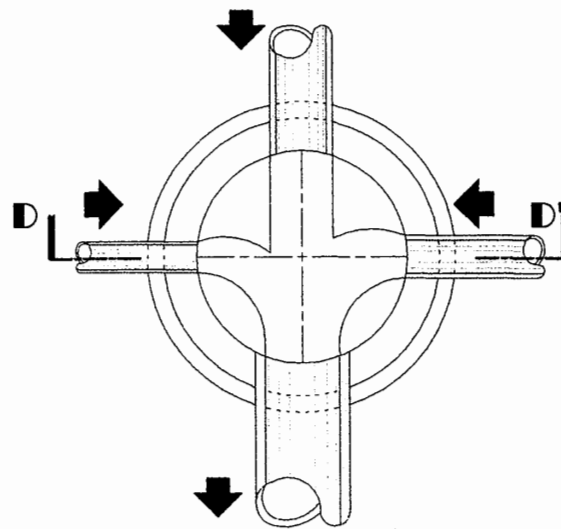
1. LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DE VISTA DEBERIAN IDENTIFICARSE CON LA NOMENCLATURA DEL PLANO DE RED GENERAL.
2. EL CONCRETO DEBERIA TENER UN FC = 20 KG/CM2 PROPORCION 1:2.5.
3. EL MORTERO DEBERIA SER DE CEMENTO Y ARENA DE RIO CON PROPORCION 1:3.
4. LOS BROCALES Y LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DEBERIAN USARSE SEGUN ESPECIFICACIONES A.C.I. ANTES DE SU INSTALACION.
5. EL ACERO A UTILIZAR SERA Fy = 280 KG/CM2.
6. LA TUBERIA DE CAIDA EN POZOS PARA COLECTORES HASTA DE 3" SERA DE 8", PARA COLECTORES MAYORES DE 3" SERA DE 12".

DETALLE DE POZO

CON TRES ENTRADAS



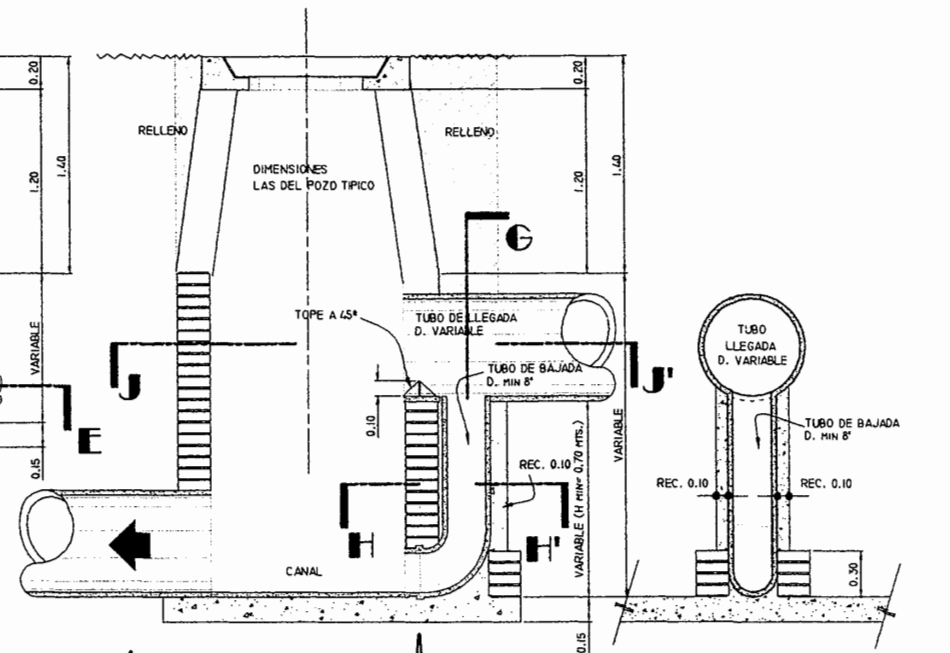
SECCION D-D' POZO CON TRES ENTRADAS ESC. 1/20



SECCION E-E' POZO CON TRES ENTRADAS ESC. 1/20

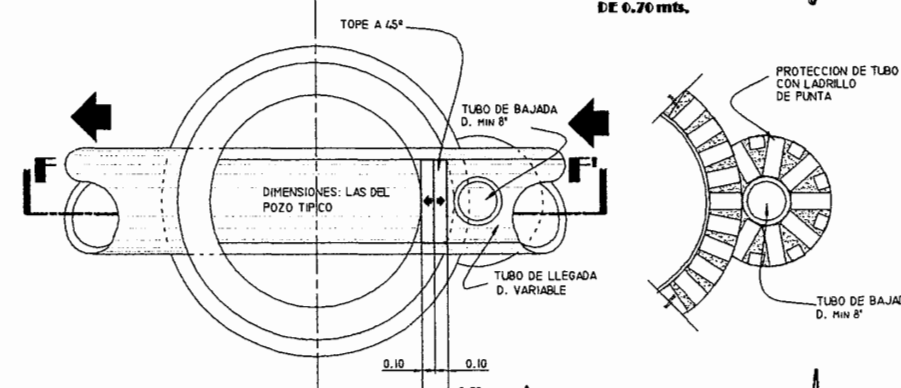
DETALLE DE POZO

CON CAIDA MAYOR DE 0.70 mt.



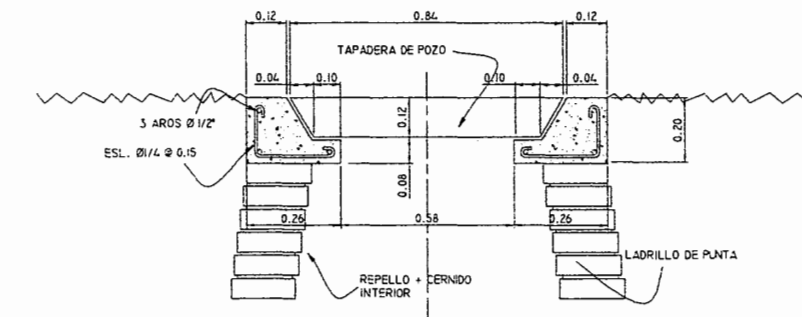
SECCION F-F' POZO CON CAIDA MAYOR DE 0.70 mts. ESC. 1/20

SECCION G-G' POZO CON CAIDA MAYOR DE 0.70 mts. ESC. 1/20



SECCION J-J' POZO CON CAIDA MAYOR DE 0.70 mts. ESC. 1/20

SECCION H-H' POZO CON CAIDA MAYOR DE 0.70 mts. ESC. 1/10

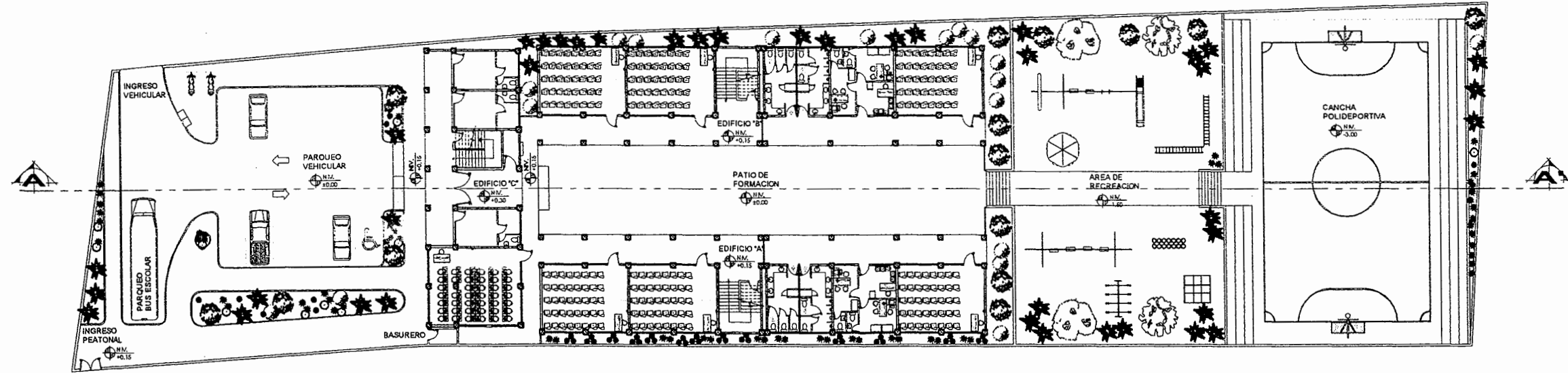


DETALLE BROCAL POZO ESC. 1/20

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)	
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA OFICINA DE PLANIFICACIÓN MUNICIPAL	
PROYECTO:	Red de Alcantarillado Sanitario, Caserío Los Ajvíx
UBICACIÓN:	Caserío Los Ajvíx, Aldea Cerro Alto, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Departamento de Guatemala
CONTENIDO:	<input type="checkbox"/> ARQUITECTURA <input checked="" type="checkbox"/> ESTRUCTURAS <input type="checkbox"/> INSTALACIONES <input type="checkbox"/> TOPOGRAFÍA <input type="checkbox"/> ESPECIALES
DISEÑO: Gustavo Campos	REVISÓ: Ing. Ángel Sic
CALCULO: Gustavo Campos	ESCALA: Indicada
DBUJO: Gustavo Campos	FECHA: Mayo 2012
f. Ing. Ángel Roberto Sic García Arquitecto Supervisor EPS	f. Va. Bo. Ing. Luis Cuyán Coordinador Of. Municipal de Participación
HOJA 14 / 14	

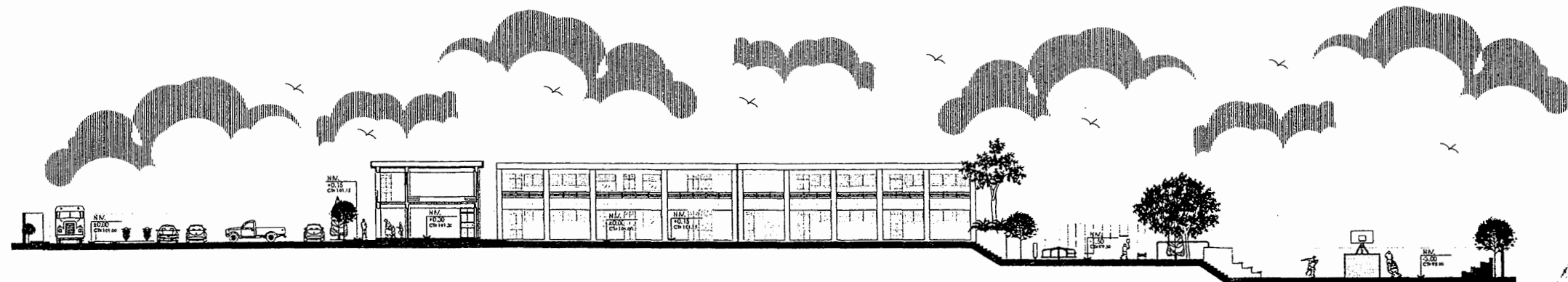
APÉNDICE F

Planos de los edificios "A y B" (Educativos)



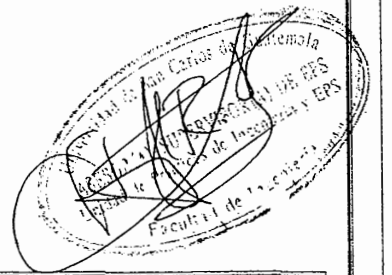
PLANTA CONJUNTO
COMPLEJO EDUCATIVO

ESC: 1/200

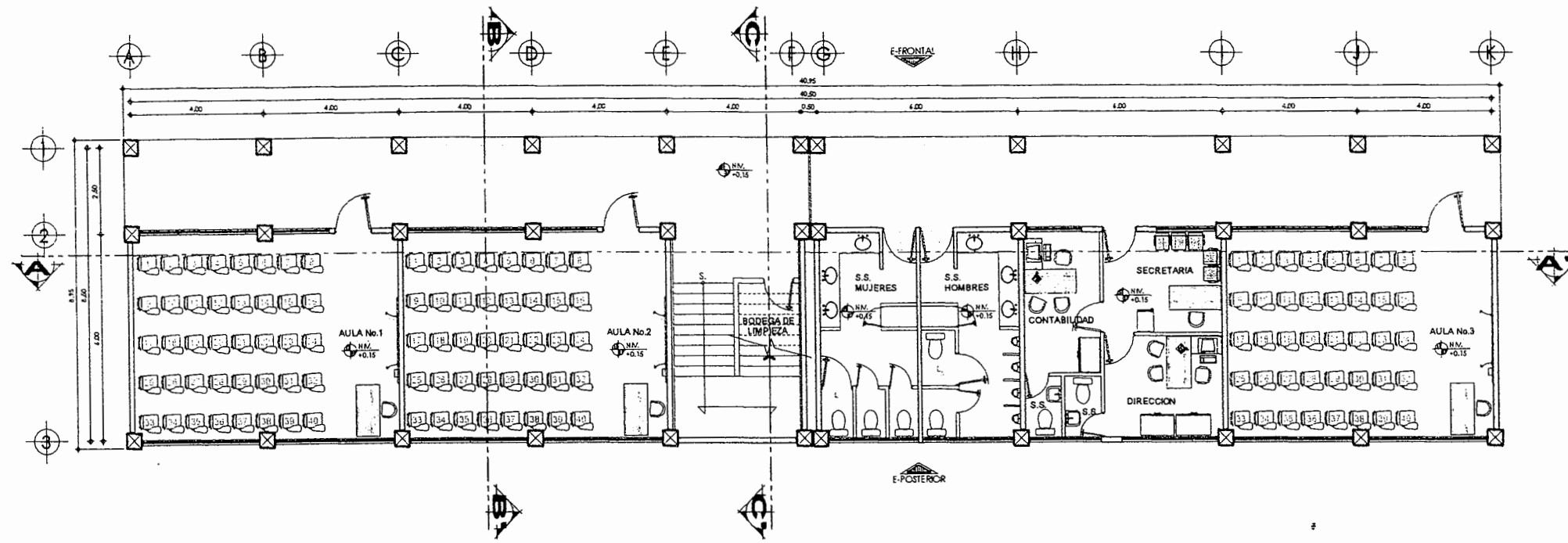


PERFIL LONGITUDINAL
COMPLEJO EDUCATIVO

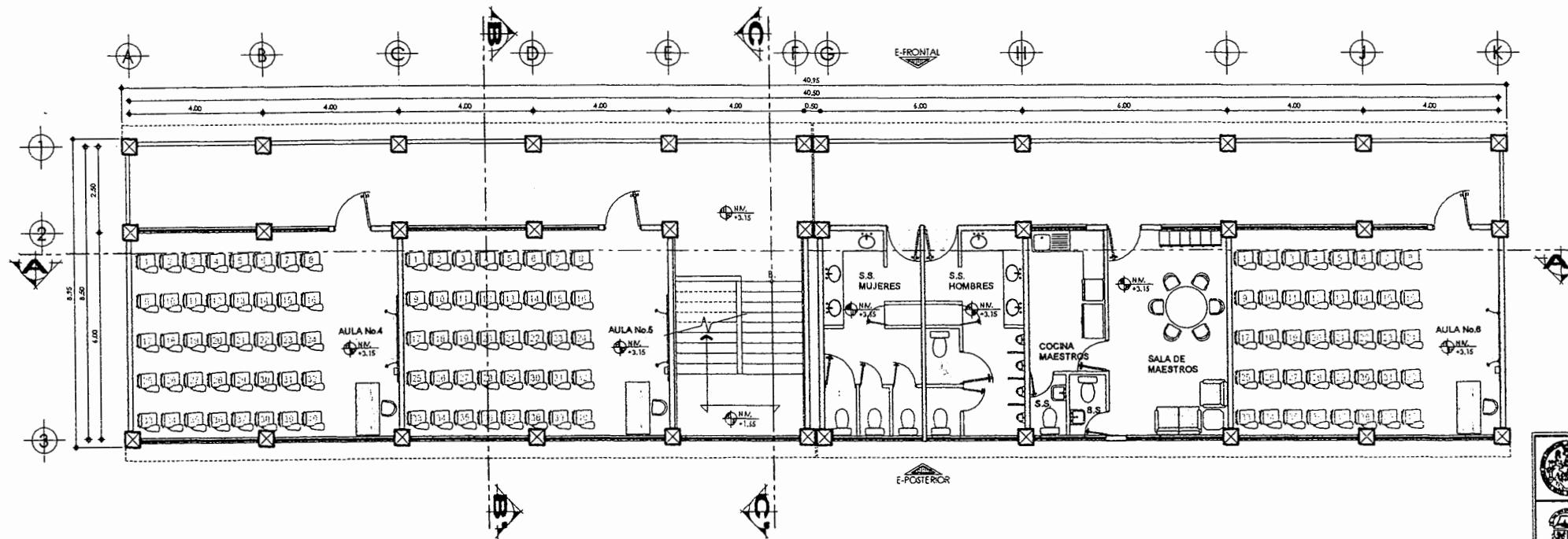
ESC: 1/200



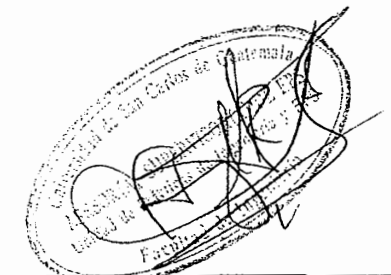
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)	
	MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA OFICINA DE PLANIFICACIÓN MUNICIPAL	
PROYECTO: Complejo para Educación Primaria y Básica, Caserío Pacajay		
UBICACIÓN: Caserío Pacajay, Akléa Cruz Blanca, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Departamento de Guatemala		
CONTENIDO: Planta Conjunto + Perfil Longitudinal Complejo Educativo	<input checked="" type="checkbox"/> ARQUITECTURA	<input type="checkbox"/> ESTRUCTURAS
DISEÑO: Gustavo Campos	REVISÓ: Ing. Ángel Sic.	<input type="checkbox"/> INSTALACIONES
CÁLCULO: Gustavo Campos	ESCALA: Indicada	<input type="checkbox"/> TOPOGRAFÍA
DIBUJO: Gustavo Campos	FECHA: Mayo 2012	<input type="checkbox"/> ESPECIALES
I. Ing. Ángel Roberto Sic García Asesor Supervisor EPS		II. Vo.Bo. Ing. Luis Cuyón Coordinador OI, Municipalidad de Planificación
H O J A		01 / 27



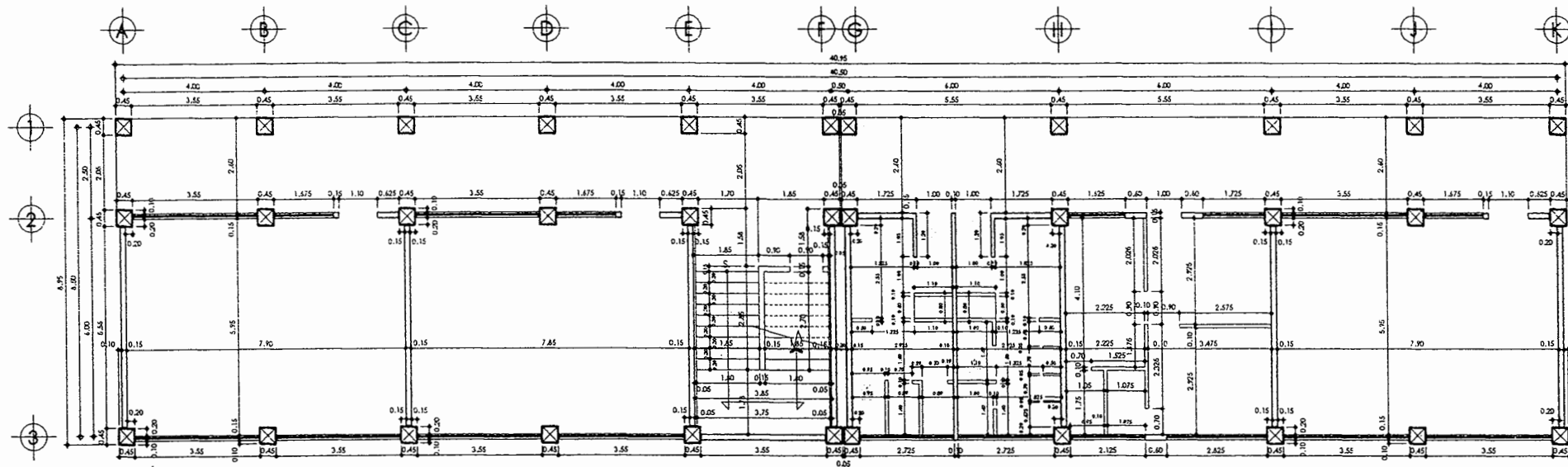
PLANTA ARQUITECTONICA
1er. NIVEL, EDIFICIOS A Y B
ESC: 1/25



PLANTA ARQUITECTONICA
2do. NIVEL, EDIFICIOS A Y B
ESC: 1/25

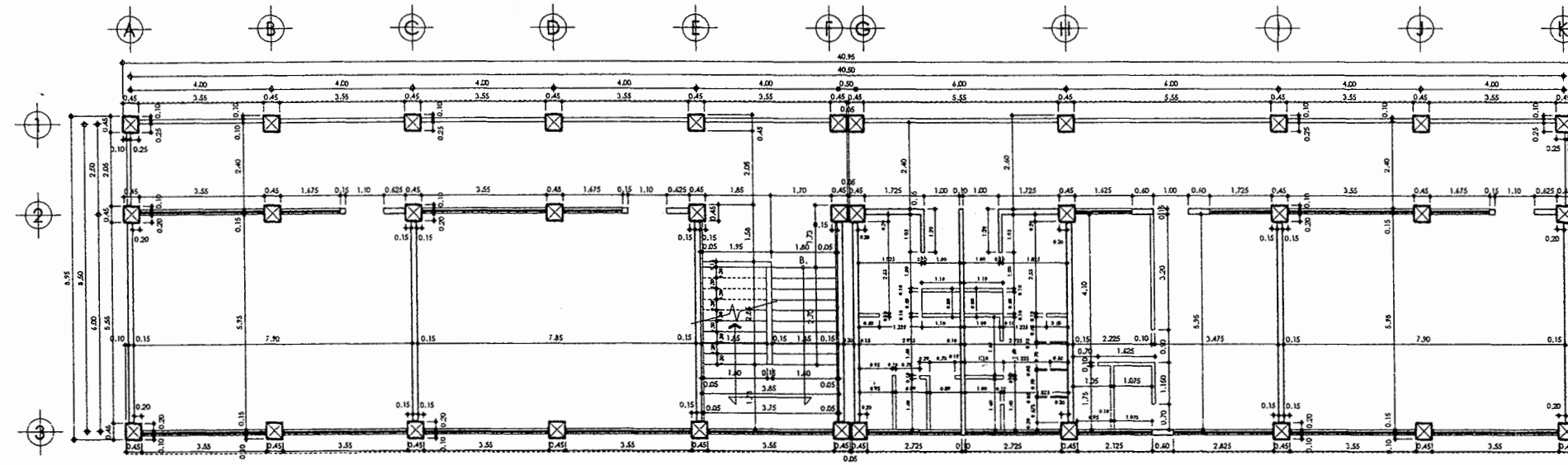


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)	
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA OFICINA DE PLANIFICACIÓN MUNICIPAL	
PROYECTO: Complejo para Educación Primaria y Básica, Caserío Pacajay UBICACIÓN: Caserío Pacajay, Aldea Cruz Blanca, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Departamento de Guatemala	
CONTENIDO: Planta Arquitectónica, Edificios A y B	<input checked="" type="checkbox"/> ARQUITECTURA <input type="checkbox"/> ESTRUCTURAS <input type="checkbox"/> INSTALACIONES <input type="checkbox"/> TOPOGRAFÍA <input type="checkbox"/> ESPECIALES
DISEÑO: Gustavo Campos CÁLCULO: Gustavo Campos DIBUJO: Gustavo Campos	REVISÓ: Ing. Ángel Sic. ESCALA: Indicada FECHA: Mayo 2012
Ing. Ángel Roberto Sic García <small>Asesor Supervisor EPS</small>	Vo. Bo. Ing. Luis Cuyón <small>Cesionario OF. Municipal de Planificación</small>
H O J A 02 / 27	



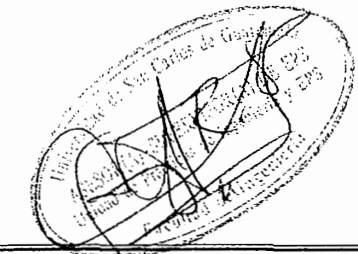
PLANTA ACOTADA
1er. NIVEL, EDIFICIOS A Y B



ESC: 1/75

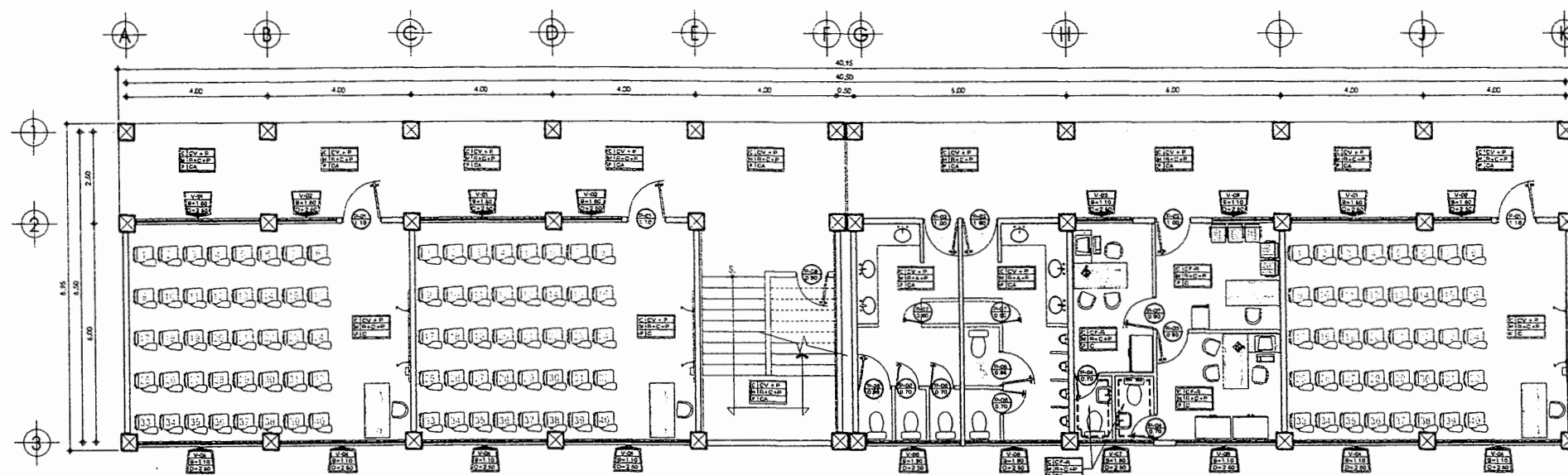


PLANTA ACOTADA
2do. NIVEL, EDIFICIOS A Y B

ESC: 1/75



 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)	
 MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA OFICINA DE PLANIFICACIÓN MUNICIPAL	
PROYECTO: Complejo para Educación Primaria y Básica, Caserío Pacajay	
UBICACIÓN: Caserío Pacajay, Aldea Cruz Blanca, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Departamento de Guatemala	
CONTENIDO: Planta Acotada, Edificios A y B	<input checked="" type="checkbox"/> ARQUITECTURA <input type="checkbox"/> ESTRUCTURAS <input type="checkbox"/> INSTALACIONES <input type="checkbox"/> TOPOGRAFÍA <input type="checkbox"/> ESPECIALES
DISEÑO: Gustavo Campos CÁLCULO: Gustavo Campos DIBUJO: Gustavo Campos	REVISÓ: Ing. Ángel Sic. ESCALA: Indicada FECHA: Maya 2012
Ing. Ángel Roberto Sic García <small>Asesor Supervisor E.P.S.</small>	Ing. Bo. Ing. Luis Cuyón <small>Coordinador Of. Municipal de Planificación</small>
HOJA 03 27	



PLANTA DE ACABADOS
Ter. Nivel, Edificios A y B

ESC: 1/75

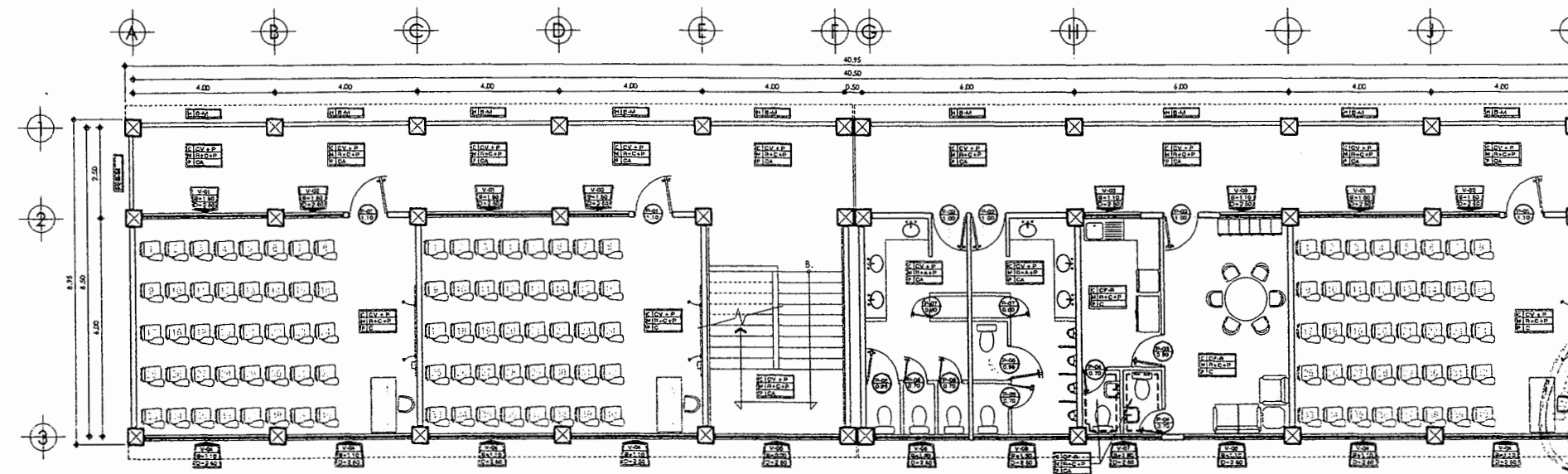
NOMENCLATURA DE ACABADOS	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
V-00	INDICA TIPO DE VENTANA
S-00	INDICA SILLAR DE VENTANA
D-00	INDICA DITEL DE VENTANA
P-00	INDICA TIPO DE PUERTA
A-00	INDICA ANCHO DE PUERTA
C-00	INDICA ACABADO EN C/CO
M-00	INDICA ACABADO EN M/ROS
F-00	INDICA ACABADO EN PISO
H-00	INDICA ACABADO DE HERRERA
C/OV+P	INDICA CONCRETO VISTO RESANADO + PINTURA
C/CF+R	INDICA C/LO FALSO RETICULADO DE 2.4'
MIR+O+P	INDICA ENSABETADO + REPELLO + CERNIDO VERTICAL + PINTURA
MIR+A+P	INDICA ENSABETADO + REPELLO + ALSADO DE CEMENTO GRIS + PINTURA
P/C	INDICA PISO CERÁMICO
P/OA	INDICA PISO CERÁMICO ANTIDESLIZANTE
H/B-M	INDICA BARRANDA DE METAL
---	INDICA AZULEJO EN PARED, BAÑO PRIVADO, H=1.40 mt.
□	INDICA MURO DE BLOCA 0.14x0.18x0.20 mt.
□	INDICA MURO DE BLOCA 0.08x0.13x0.20 mt.
□	INDICA TABIQUE DE TABLERO 2 CARAS, h = 2.30 mt.

NOTAS GENERALES

CIELO FALSO:
* SERA TIPO RETICULADO DE ESTRUCTURA DE ALUMINO, PLACA DE C/ROPORT CON ACABADO A DEFINIR EN OBRA. H= 2.50 mt.

MUROS TABIQUE:
* EN JUNTAS DE PLANCHAS, COLOCAR DINTA DE PAPEL DE 2" Y RESANAR CON MASILLA AMBERCRAK.
* ACABADO CON 2 MANOS DE SELLADOR + 2 MANOS DE PINTURA.
* EN AREA DE BAÑOS Y COCINA, COLOCAR PLANCHA CONTRA HUMEDAD COLOR VERDE W/7" + 2 MANOS DE SELLADOR + 2 MANOS DE PINTURA AGRICOLA CONTRA HUMEDAD.
* LA ALTURA DEL TABIQUE EN MODULO DE BAÑOS SERA DE 2.00 mt. Y PARA EL QUE VA PEGADO EN AREA DE LAVAMANOS SERA DE 1.50 mt.

EXTERIOR:
* TODOS LOS SILLARES DE VENTANAS IRAN BLANQUEADOS.
* LAS BARRANDAS EN PASILLOS SERAN DE HIERRO, CON DOS MANOS DE ANTICORROSION + DOS MANOS DE PINTURA DE ACEITE.
* LA CENEFA Y MUROS EXTERIORES TENDRAN UN ACABADO DE ENSABETADO + REPELLO + CERNIDO VERTICAL GRIS + PINTURA DE ACEITE. PARA EVITAR HUMEDAD.
* EN COLUMNAS Y VIGAS RESANADO + ALSADO DE CEMENTO GRIS + PINTURA DE ACEITE, PARA EVITAR HUMEDAD.

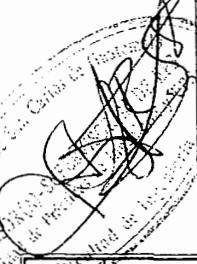


PLANTA DE ACABADOS
2do. Nivel, Edificios A y B

ESC: 1/75

PLANILLA DE PUERTAS						
TIPO	UNIDAD	ANCHO	ALTO	DITEL	MATERIAL	OBSERVACIONES
P-01	08	1.10m	2.10m	2.50m	HIERRO CON SORPE LITE	PUERTA DE INGRESO DE BAÑO
P-02	03	1.00m	2.10m	2.50m	HIERRO CON SORPE LITE	PUERTA DE INGRESO DE BAÑOS Y COCINA
P-03	02	0.90m	2.10m	2.10m	HIERRO CON SORPE LITE	PUERTA DE OFICINAS
P-04	04	0.70m	2.10m	2.10m	HIERRO CON SORPE LITE	PUERTA DE BAÑOS
P-05	04	0.85m	1.60m	2.00m	HIERRO CON SORPE LITE	PUERTA DE BAÑOS
P-06	05	0.70m	1.80m	2.00m	HIERRO CON SORPE LITE	PUERTA DE BAÑOS
P-07	04	0.80m	1.80m	1.80m	HIERRO CON SORPE LITE	PUERTA DE OFICINA DE LA OFICINA
P-08	01	0.90m	2.10m	2.50m	HIERRO CON SORPE LITE	BODEGA DE LA OFICINA

PLANILLA DE VENTANAS							
TIPO	UNIDAD	ANCHO	ALTO	SILLAR	DITEL	OBSERVACIONES	
V-01	05	3.50m	1.05m	1.50m	2.50m	ALUMINIO ANODIZADO + VIDRIO CASI IRAN	VENTANAS DE BAÑOS
V-02	09	1.55m	1.00m	1.50m	2.50m	ALUMINIO ANODIZADO + VIDRIO CASI IRAN	VENTANAS DE BAÑOS Y COCINA
V-03	12	1.80m	1.40m	1.10m	2.60m	ALUMINIO ANODIZADO + VIDRIO CASI IRAN	VENTANAS DE OFICINAS
V-04	12	3.50m	1.45m	1.10m	2.60m	ALUMINIO ANODIZADO + VIDRIO CASI IRAN	VENTANAS DE OFICINAS
V-05	01	2.50m	2.50m	0.80m	2.50m	ALUMINIO ANODIZADO + VIDRIO CASI IRAN	VENTANAS DE OFICINAS
V-06	04	2.70m	0.85m	1.80m	2.50m	ALUMINIO ANODIZADO + VIDRIO CASI IRAN	VENTANAS DE BAÑOS
V-07	02	2.10m	0.50m	1.80m	2.60m	ALUMINIO ANODIZADO + VIDRIO CASI IRAN	VENTANAS DE OFICINAS
V-08	02	2.80m	1.40m	1.10m	2.50m	ALUMINIO ANODIZADO + VIDRIO CASI IRAN	VENTANAS DE OFICINAS
V-09	02	1.70m	1.40m	1.10m	2.50m	ALUMINIO ANODIZADO + VIDRIO CASI IRAN	VENTANAS DE OFICINAS



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ,
GUATEMALA
OFICINA DE PLANIFICACIÓN MUNICIPAL

PROYECTO: Complejo para Educación Primaria y Básica, Caserío Pacajay
UBICACIÓN: Caserío Pacajay, Aldea Cruz Blanca, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Departamento de Guatemala

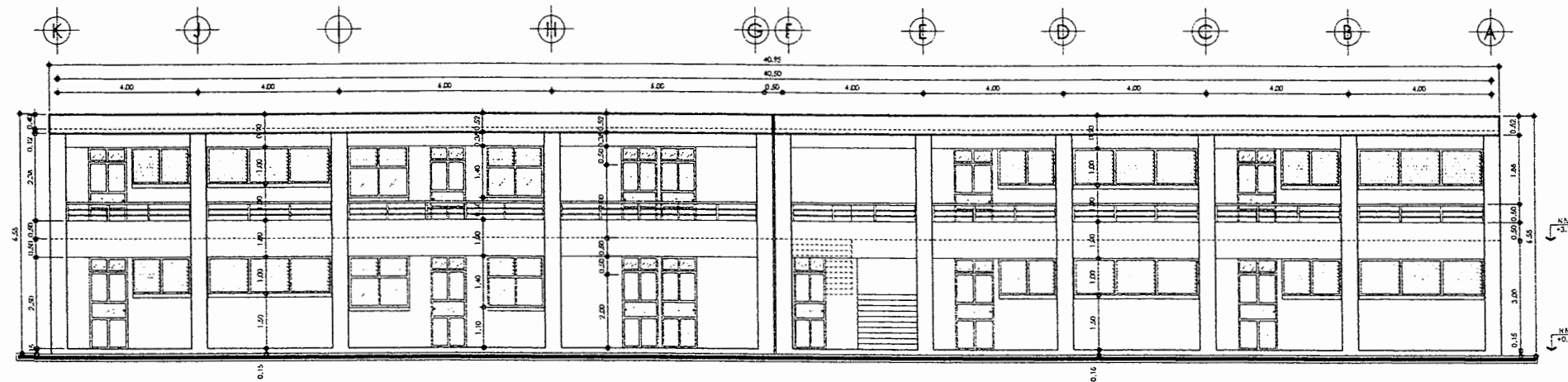
CONTENIDO: Planta de Acabados, Edificios A y B

DISEÑO: Gustavo Campos REVISÓ: Ing. Angel Sic.
CALCULO: Gustavo Campos ESCALA: Indicada
DIBUJO: Gustavo Campos FECHA: Mayo 2012

ING. Angel Roberto Sic Garcia Vo. Bo. Ing. Luis Cuyón
Asesorado por EPS Coordinado por: Municipalidad de Pacajay

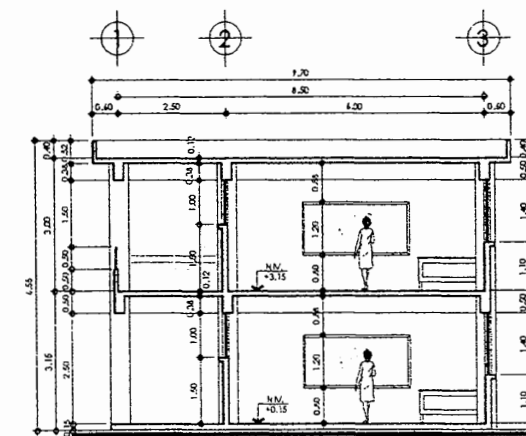
ARQUITECTURA
ESTRUCTURAS
INSTALACIONES
TOPOGRAFIA
ESPECIALES

H O J A 04 27



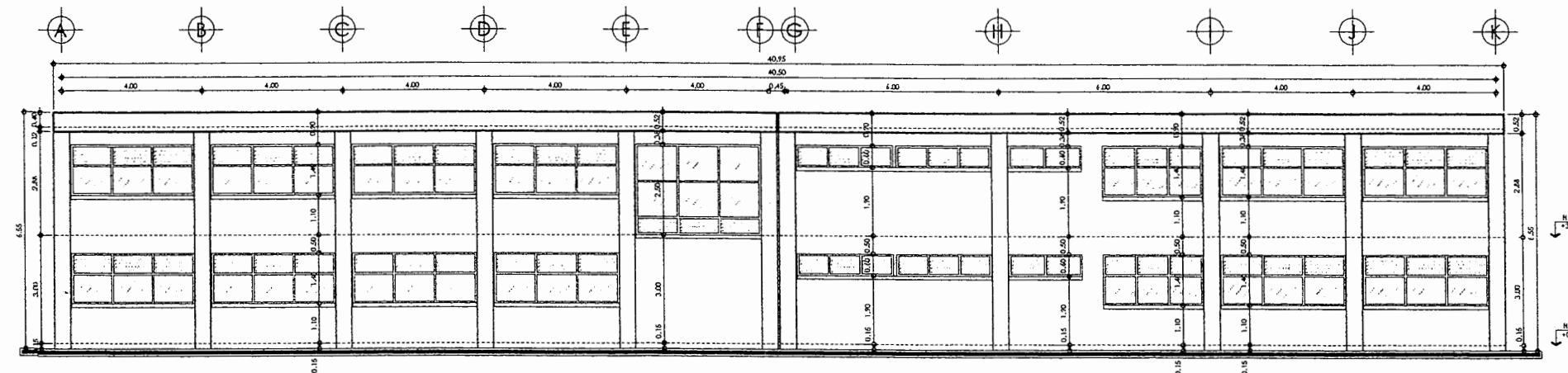
ELEVACION FRONTAL
EDIFICIOS A Y B

ESC: 1/75



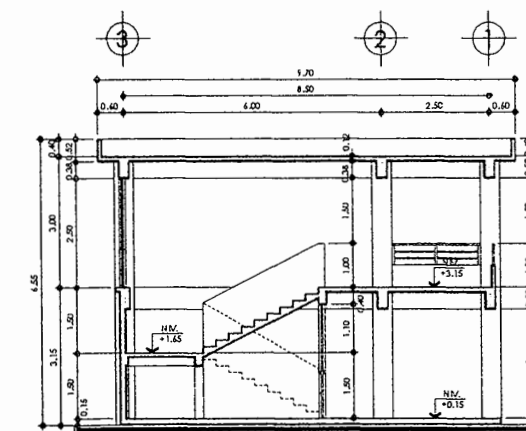
SECCION B-B'
EDIFICIOS A Y B

ESC: 1/75



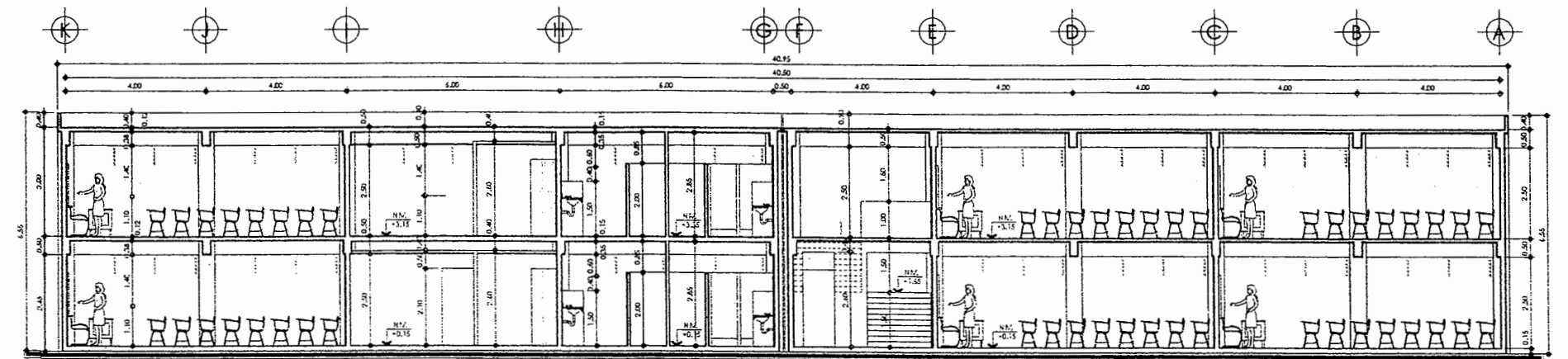
ELEVACION POSTERIOR
EDIFICIOS A Y B

ESC: 1/75



SECCION C-C'
EDIFICIOS A Y B

ESC: 1/75

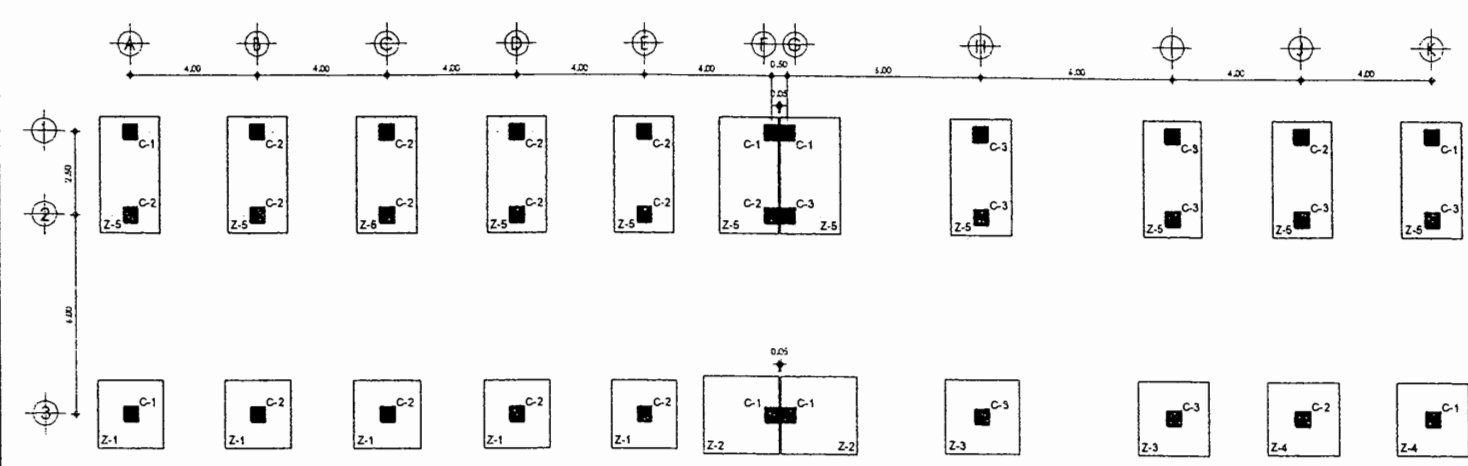


SECCION A-A'
EDIFICIOS A Y B

ESC: 1/75

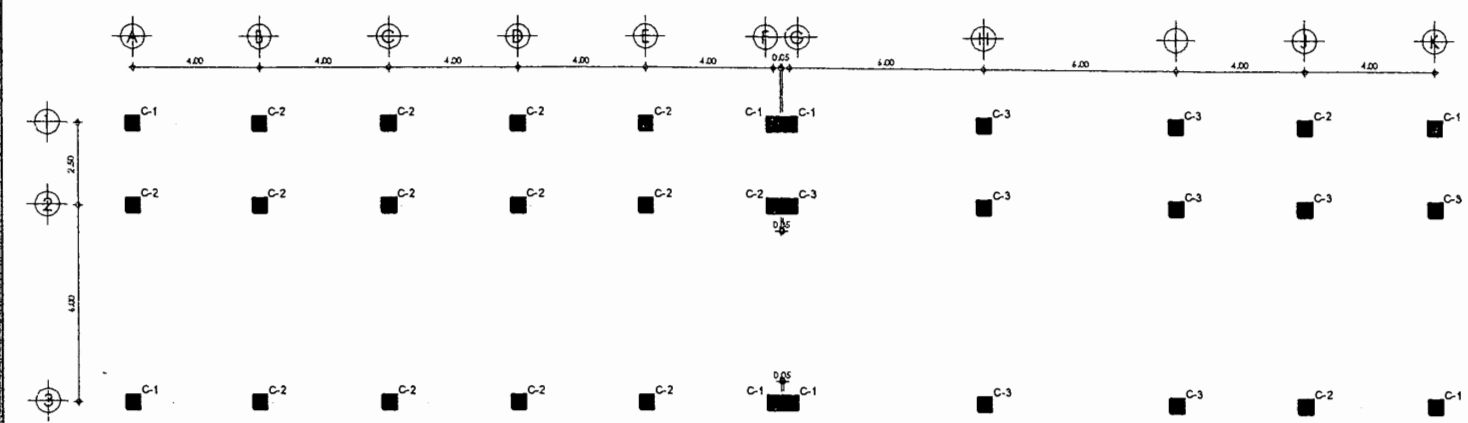
[Handwritten Signature]

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)					
	MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA OFICINA DE PLANIFICACION MUNICIPAL					
PROYECTO: Complejo para Educación Primaria y Básica, Caserío Pacajay						
USUCAION: Caserío Pacajay, Aldea Cruz Blanca, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Departamento de Guatemala						
CONTENIDO: Elevaciones y Secciones. Edificios A y B						
DISEÑO: Gustavo Campos	REVISÓ: Ing. Angel Sic.					
CALCULO: Gustavo Campos	ESCALA: Indicada					
DEBUIJO: Gustavo Campos	FECHA: Mayo 2012					
<table border="0"> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> ARQUITECTURA</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> ESTRUCTURAS</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> INSTALACIONES</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> TOPOGRAFIA</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> ESPECIALES</td> </tr> </table>		<input checked="" type="checkbox"/> ARQUITECTURA	<input type="checkbox"/> ESTRUCTURAS	<input type="checkbox"/> INSTALACIONES	<input type="checkbox"/> TOPOGRAFIA	<input type="checkbox"/> ESPECIALES
<input checked="" type="checkbox"/> ARQUITECTURA						
<input type="checkbox"/> ESTRUCTURAS						
<input type="checkbox"/> INSTALACIONES						
<input type="checkbox"/> TOPOGRAFIA						
<input type="checkbox"/> ESPECIALES						
<table border="0"> <tr> <td>Ing. Angel Roberto Sic Garcia Asesor Supervisor EPS.</td> <td>Via Sa. Ing. Luis Cuyón Coordinador Of. Municipal de Planificación</td> </tr> </table>		Ing. Angel Roberto Sic Garcia Asesor Supervisor EPS.	Via Sa. Ing. Luis Cuyón Coordinador Of. Municipal de Planificación			
Ing. Angel Roberto Sic Garcia Asesor Supervisor EPS.	Via Sa. Ing. Luis Cuyón Coordinador Of. Municipal de Planificación					
<table border="1"> <tr> <td>H O J A</td> <td style="font-size: 2em; text-align: center;">05</td> <td style="font-size: 2em; text-align: center;">27</td> </tr> </table>		H O J A	05	27		
H O J A	05	27				



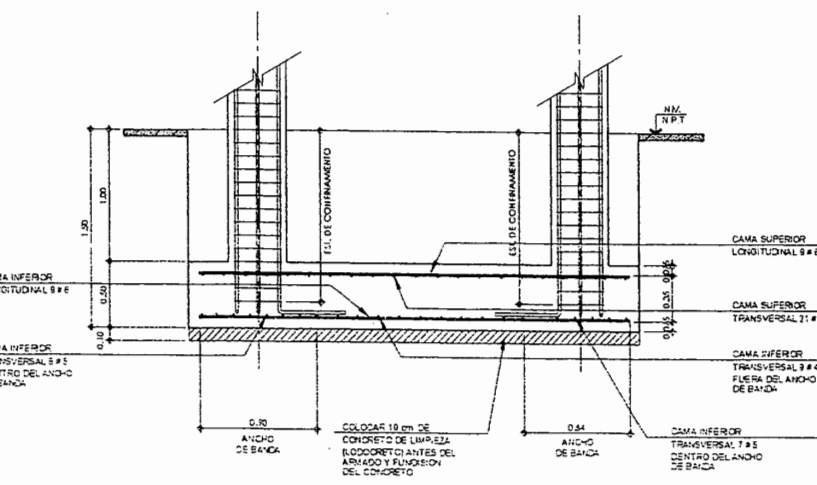
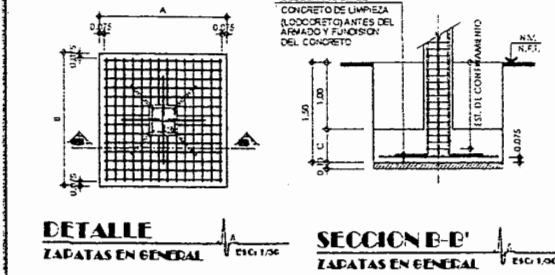
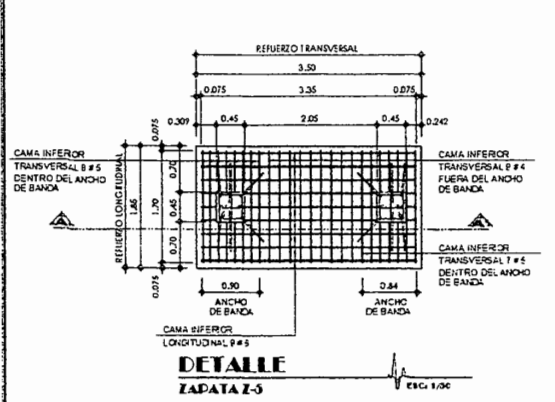
PLANTA DE CIMIENTOS Y COLUMNAS
1er. NIVEL, EDIFICIOS A Y B

Esc: 1/100



PLANTA DE COLUMNAS
2do. NIVEL, EDIFICIOS A Y B

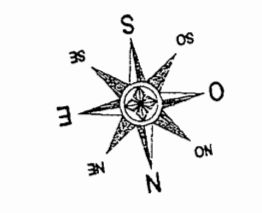
Esc: 1/100



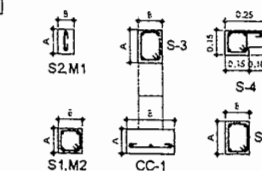
SECCION A-A'
ZAPATA Z-5

Esc: 1/20

TIPO	U	A	E	C	REFUERZO
Z-1	58	2.50m	1.20m	0.50m	10 # 3 @ 0.20, AMBOS SENTIDOS
Z-2	02	2.50m	1.20m	0.50m	13 # 3 @ 0.18, AMBOS SENTIDOS
Z-3	02	2.50m	1.20m	0.50m	13 # 3 @ 0.11, AMBOS SENTIDOS
Z-4	02	2.50m	1.20m	0.50m	11 # 3 @ 0.25, AMBOS SENTIDOS
Z-5	11	2.50m	1.20m	0.50m	11 # 3 @ 0.25, AMBOS SENTIDOS

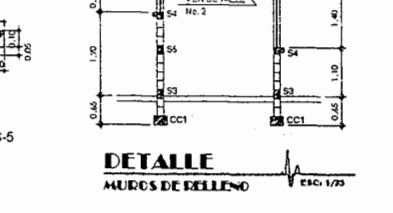
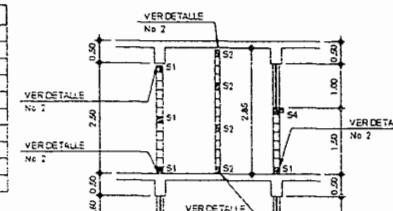
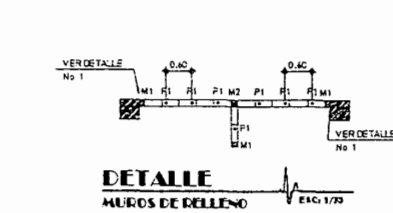


TIPO	A	B	REFUERZO
S-1	0.15m	0.14m	4 # 3 + EST # 2 @ 0.20 mts
S-2	0.15m	0.08m	2 # 3 + EST # 2 @ 0.20 mts
S-3	0.20m	0.14m	4 # 3 + EST # 2 @ 0.15 mts
S-4	-	-	5 # 3 + EST # 2 @ 0.20 mts
S-5	0.20m	0.14m	4 # 3 + EST # 2 @ 0.20 mts
CC-1	0.15m	0.30m	3 # 3 + EST # 2 @ 0.20 mts
M-1	0.14m	0.30m	2 # 3 + EST # 2 @ 0.15 mts
M-2	0.15m	0.14m	4 # 3 + EST # 2 @ 0.15 mts
P-1	-	-	1 # 3 @ 0.60 mts - GRALIT



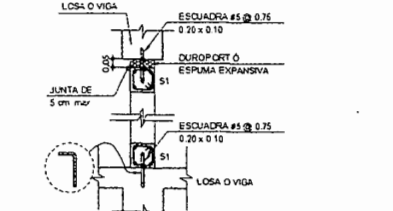
DETALLE
SOLERAS Y MOCHETAS

Esc: 1/20



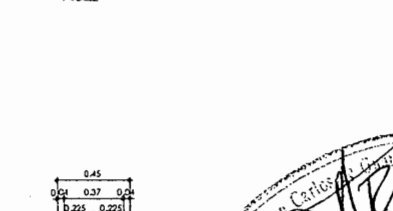
DETALLE
MUROS DE RELLENO

Esc: 1/20



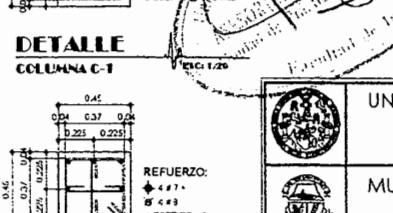
DETALLE
Nº.1

Esc: 1/20



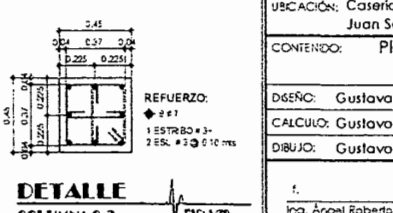
DETALLE
Nº.2

Esc: 1/20



DETALLE
COLUMNA C-1

Esc: 1/20



DETALLE
COLUMNA C-2

Esc: 1/20



DETALLE
COLUMNA C-3

Esc: 1/20

ESPECIFICACIONES GENERALES

CODIGOS DE DISEÑO:
AG 3185/1919 - 2005 (DISEÑO DE CONCRETO REFORZADO)
UBC #1 VOL. 2 (DISEÑO SISMICO)

MATERIALES DE DISEÑO:

CONCRETO DE REFUERZO	
CEMENTACION	Tc = 280 kg/m³ (4,000 PSI)
COLUMNAS	Tc = 280 kg/m³ (4,000 PSI)
VIGAS Y LOSAS	Tc = 280 kg/m³ (4,000 PSI)

ACERO DE REFUERZO

ACERO A FLEXION	fy = 4,200 kg/cm² (80,000 PSI) @ G-60
ACERO A CORTE	fy = 4,200 kg/cm² (80,000 PSI) @ G-60

CARGAS Y PESOS ESPECIFICOS DE DISEÑO:

CARGAS VIVAS	
ALASOPONAS	WV = 300 kg/m²
PASILLOCORRIDAS	WV = 500 kg/m²
BAÑOS	WV = 500 kg/m²
TECHO SIN ACCESO	WV = 100 kg/m²

CARGAS MUERTAS	
PAÑUELOS	WV = 150 kg/m²
ACABADOS EN LOSA	WV = 25 kg/m²
IMPERMEABILIZANTE	WV = 10 kg/m²
ACCESORIOS COLGANTES	WV = 80 kg/m²
PISO - MORTERO	WV = 120 kg/m²
CELO FALSO	WV = 10 kg/m²
TABICUES	WV = 80 kg/m² (VERTICAL)
MURDOS 140 CON RELLENO	WV = 200 kg/m² (VERTICAL)
MURDOS 140 SIN RELLENO	WV = 140 kg/m² (VERTICAL)

PESOS ESPECIFICOS

CONCRETO ARMADO	Y = 2,400 kg/m³
ACERO	Y = 7,800 kg/m³
SUELO (LINO ARMADO)	Y = 1,17 Ton/m³
CAPACIDAD SOPORTE DEL SUELO	qu = 22 Ton/m²

RECUBRIMIENTOS:

RECUBRIMIENTOS MINIMOS	
CIMENTOS	r = 7.5 cm
COLUMNAS Y VIGAS	r = 4.0 cm
LOSA	r = 2.5 cm
SOLERAS Y MOCHETAS	r = 2.5 cm

GANCHOS ESTANDAR SOMETIDOS A TENSION:

GANCHO DE REFUEZO PRINCIPAL

No	Dc (cm)	As (cm²)	Dg (cm)	L1 (cm)	L2 (cm)	L3 (cm)
2	0.84	0.32	4	10	10	10
2	0.85	0.71	8	15	15	15
4	1.27	1.27	8	15	20	18
2	1.59	1.98	10	18	20	10
2	1.91	2.85	12	-	25	10
7	2.32	3.67	14	-	30	10
6	2.54	5.07	16	-	35	10
8	2.86	6.41	23	-	40	10
10	3.18	7.92	28	-	45	10
31	3.48	9.58	29	-	45	10

LONGITUDES DE EMPALMES POR TRASLAPE O REGATON:

LONGITUD DE EMPALMES EN VIGAS Y COLUMNAS (MENOS DEL 50% DE LAS VARILLAS EN LA MISMA SECCION)

AREA PERMITIDA DE EMPALMES EN VIGAS

No	Ldb (cm)	Hdb (cm)	Ldb (cm)	No	Ldb (cm)	No	Ldb (cm)
4	65	8	80	E	130	10	200
5	60	7	100	9	185	11	225

AREA PERMITIDA DE EMPALMES EN COLUMNAS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ,
GUATEMALA
OFICINA DE PLANIFICACION MUNICIPAL

PROYECTO: Complejo para Educación Primaria y Básica, Caserío Pacajay

UBCACION: Caserío Pacajay, Aldea Cruz Blanca, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Departamento de Guatemala

CONTENIDO: Planta de Cimentación y Columnas, Edificios A y B

DISEÑO: Gustavo Campos REVISÓ: Ing. Ángel Sic.

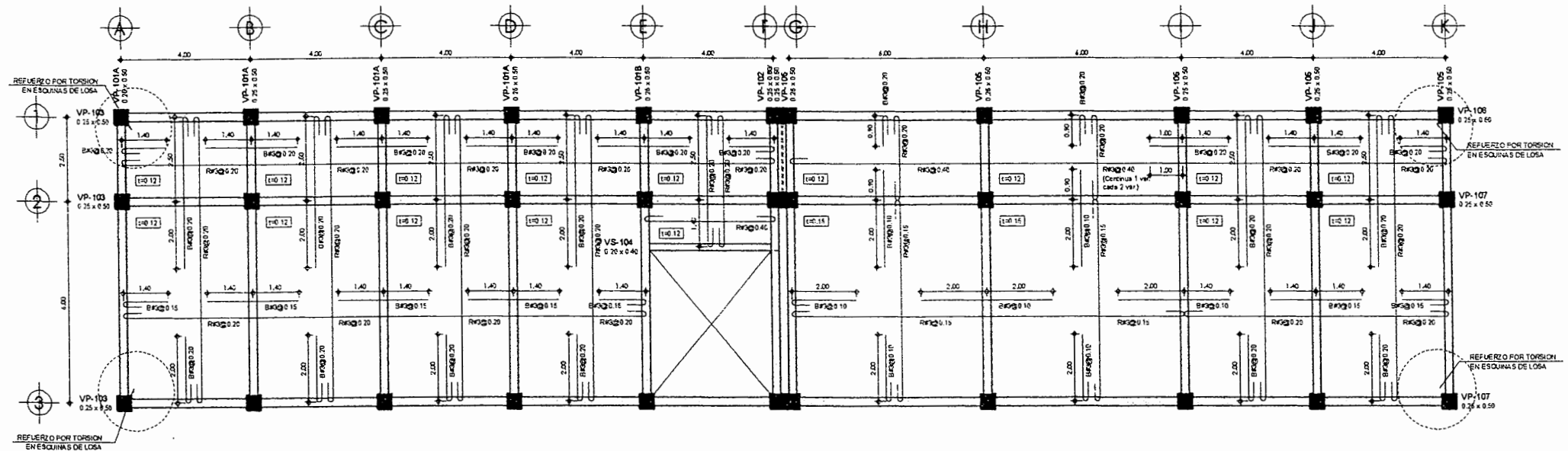
CALCULO: Gustavo Campos ESCALA: Indicada

DIBUJO: Gustavo Campos FECHA: Mayo 2012

Ing. Ángel Roberto Sic García Vo.Bo. Ing. Luis Cuyón

Arquitecto Supervisor EPS Coordinador OF. Municipal de Planificación

HOJA 06/27



PLANTA DE VIGAS Y LOSAS
1er. NIVEL, EDIFICIOS A Y B

ESC: 1/20



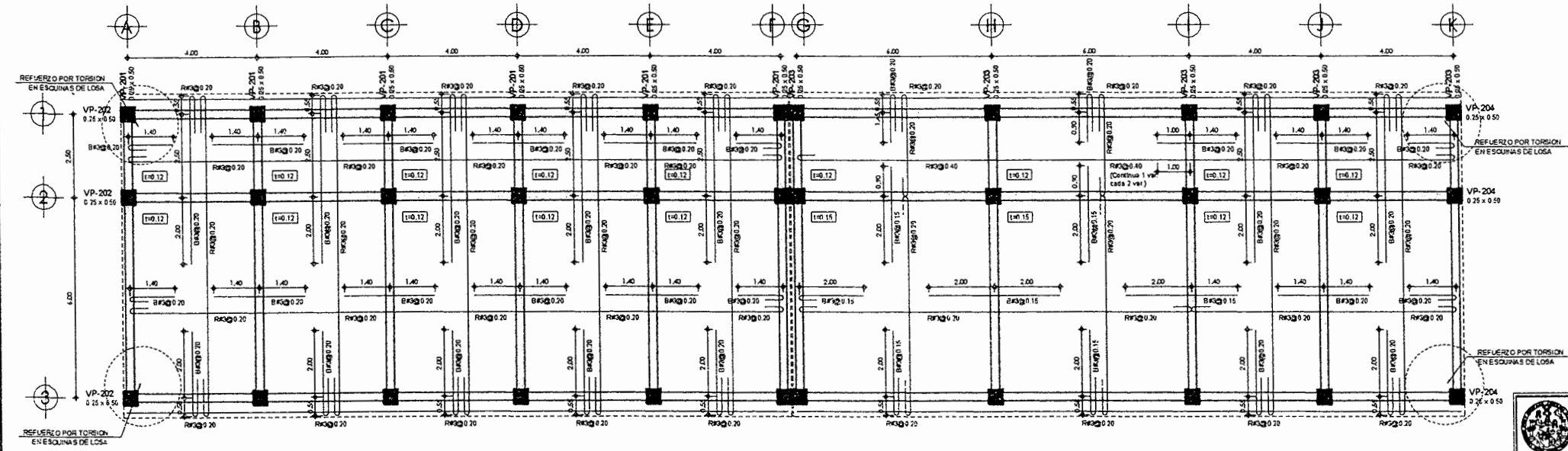
NOMENCLATURA DE LOSAS	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
VP-103 0.25 x 0.50	INDICA UBICACIÓN, TIPO Y DIMENSIÓN DE VIGAS
(L# 12)	INDICA PROYECCIÓN DE LOSA, ESPESOR DE 0.12 mts.
(L# 15)	INDICA PROYECCIÓN DE LOSA, ESPESOR DE 0.15 mts.
(X)	INDICA VAGIO EN LOSA
B#300 20	INDICA BASTÓN Y REL AL ESPACIAMIENTO INDICADO
R#300 20	

NOTAS GENERALES

*LA LONGITUD DE LOS BASTONES ESTA MEDIDA A EJES DE LAS VIGAS, Y NO INCLUYE LOS GANCHOS A 180° PARA ANCLAJE DEL REFUERZO.

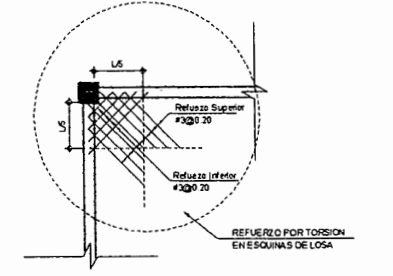
*COLOCAR EL REFUERZO POR TORSION EN ESQUINAS DE LOSA.

*COLOCAR LOS RIELES DE REFUERZO EN DIRECCION LARGA, POR ENSERIA DEL REFUERZO EN DIRECCION CORTA.



PLANTA DE VIGAS Y LOSAS
2do. NIVEL, EDIFICIOS A Y B

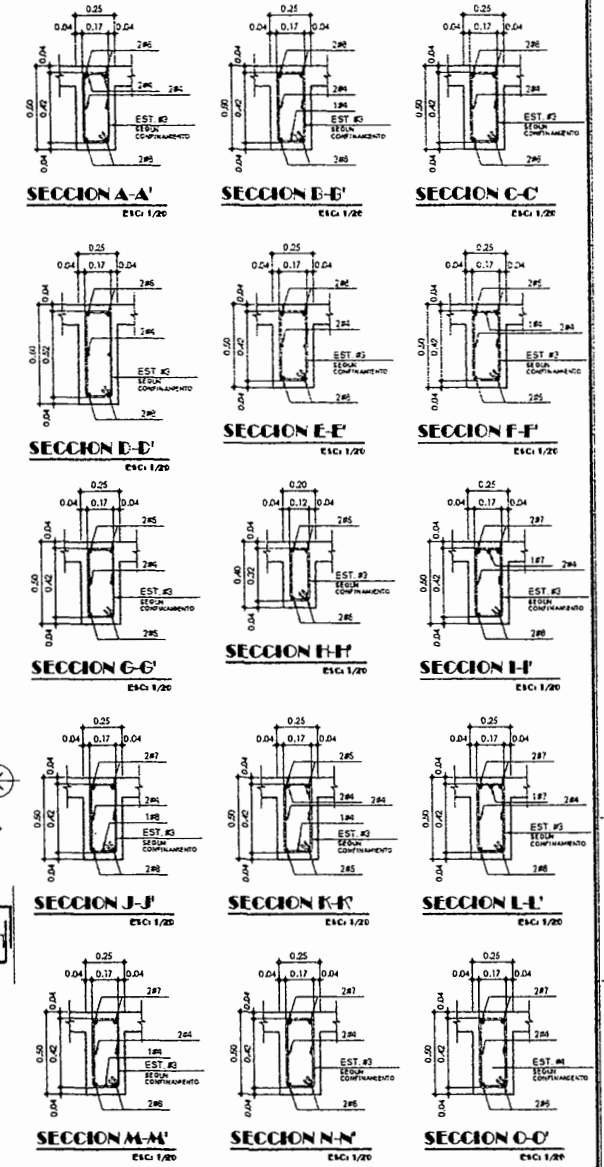
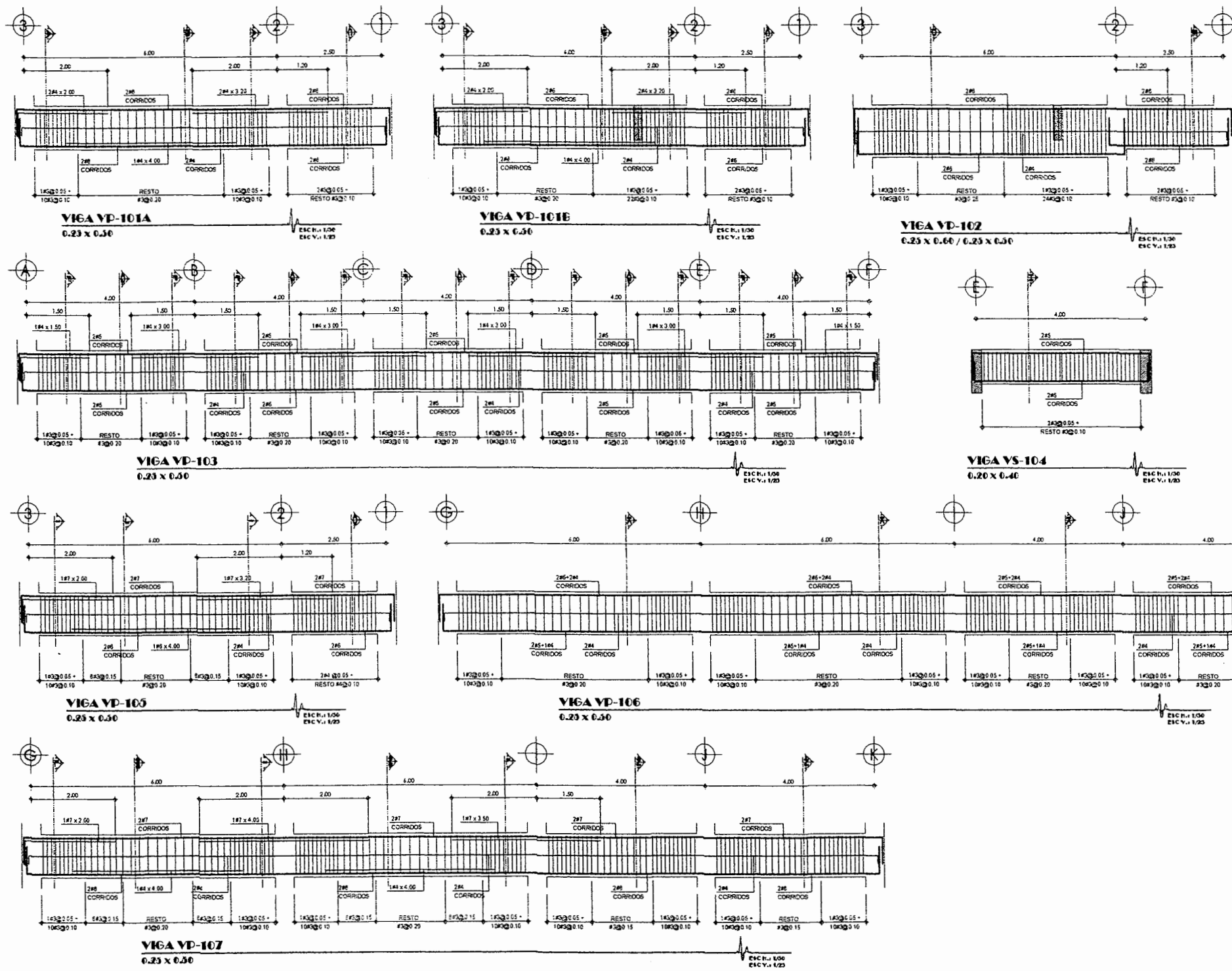
ESC: 1/20



DETALLE
REFUERZO POR TORSION

[Handwritten signature]

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)											
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA OFICINA DE PLANIFICACIÓN MUNICIPAL											
PROYECTO: Complejo para Educación Primaria y Básica, Caserío Pacojay UBICACIÓN: Caserío Pacojay, Aldea Cruz Blanca, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Departamento de Guatemala											
CONTENIDO: Planta de Vigas y Losas, Edificios A y B											
DISEÑO: Gustavo Campos CALCULO: Gustavo Campos DIBUJO: Gustavo Campos	REVISÓ: Ing. Ángel Sic. ESCALA: Indicada FECHA: Mayo 2012										
<table border="0"> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>ARQUITECTURA</td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>ESTRUCTURAS</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>INSTALACIONES</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>TOPOGRAFÍA</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>ESPECIALES</td> </tr> </table>		<input type="checkbox"/>	ARQUITECTURA	<input checked="" type="checkbox"/>	ESTRUCTURAS	<input type="checkbox"/>	INSTALACIONES	<input type="checkbox"/>	TOPOGRAFÍA	<input type="checkbox"/>	ESPECIALES
<input type="checkbox"/>	ARQUITECTURA										
<input checked="" type="checkbox"/>	ESTRUCTURAS										
<input type="checkbox"/>	INSTALACIONES										
<input type="checkbox"/>	TOPOGRAFÍA										
<input type="checkbox"/>	ESPECIALES										
f. Ing. Ángel Roberto Sic García f. Ing. Luis Cuyón Asesor Superior EPS. Coordinador Of. Municipal de Planificación											
HOJA 07 27											



NOTAS GENERALES
LA LONGITUD DE LOS BASTONES ESTA MEDIDA A EJES DE LAS VIGAS, Y NO INCLUYE LOS GANCHOS A 90° PARA ANCLAJE DEL REFUERZO.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ,
GUATEMALA
OFICINA DE PLANIFICACIÓN MUNICIPAL

PROYECTO: Complejo para Educación Primaria y Básica, Caserío Pacajay
UBICACIÓN: Caserío Pacajay, Aldea Cruz Blanca, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Departamento de Guatemala

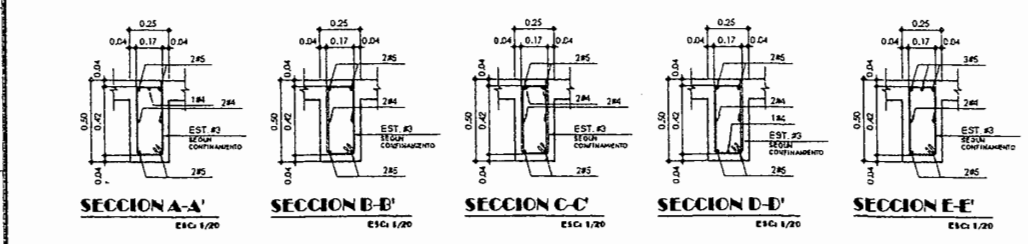
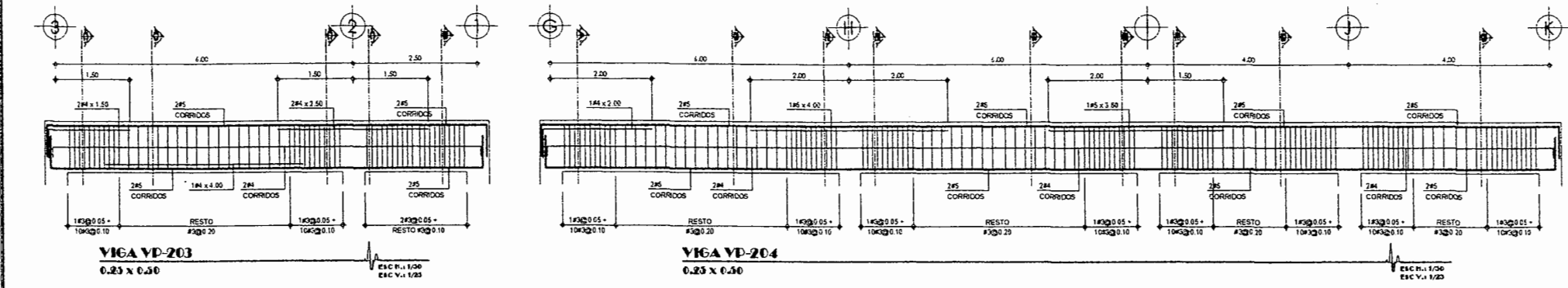
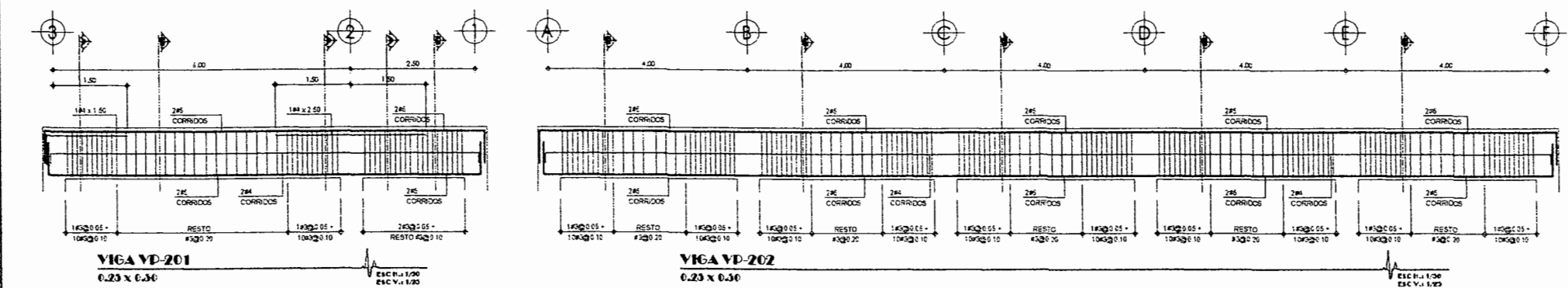
CONTENIDO: Detalles de Armado de Vigas, Primer Nivel, Edificios A y B

DISEÑO: Gustavo Campos REVISÓ: Ing. Ángel Sic.
CALCULO: Gustavo Campos ESCALA: Indicada
DIBUJO: Gustavo Campos FECHA: Mayo 2012

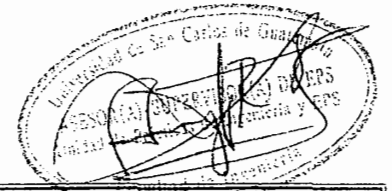
Ing. Ángel Roberto Sic García
Arquitecto de EPL

Ing. Luis Cuyón
Coordinador de Municipalidad

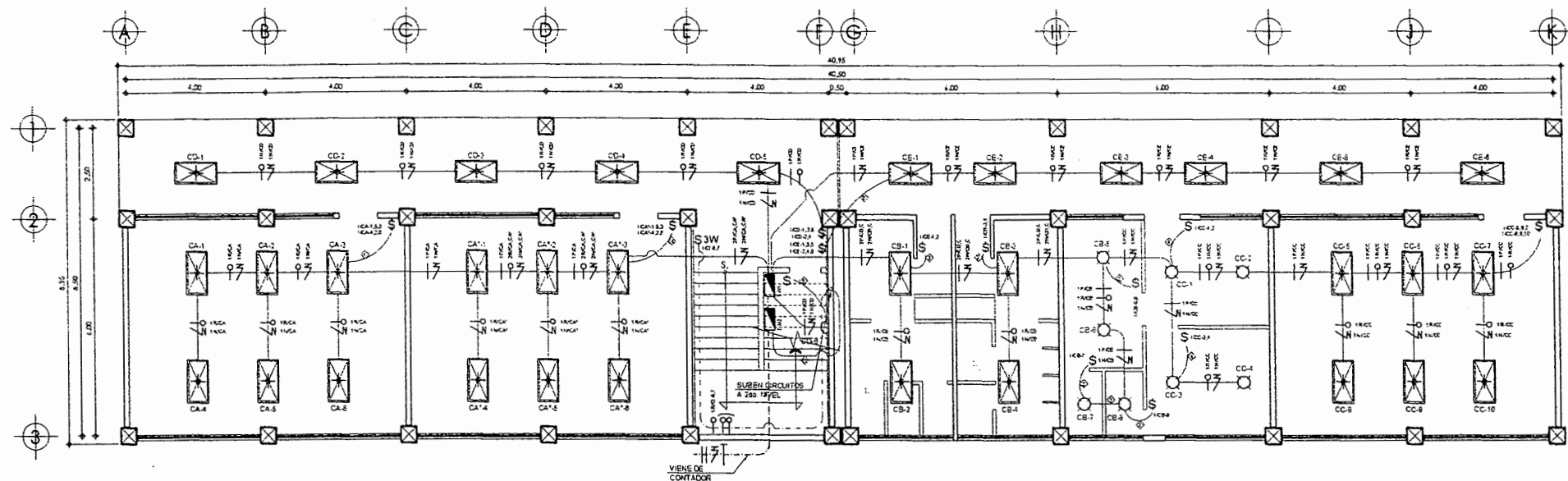
HOJA 08
27



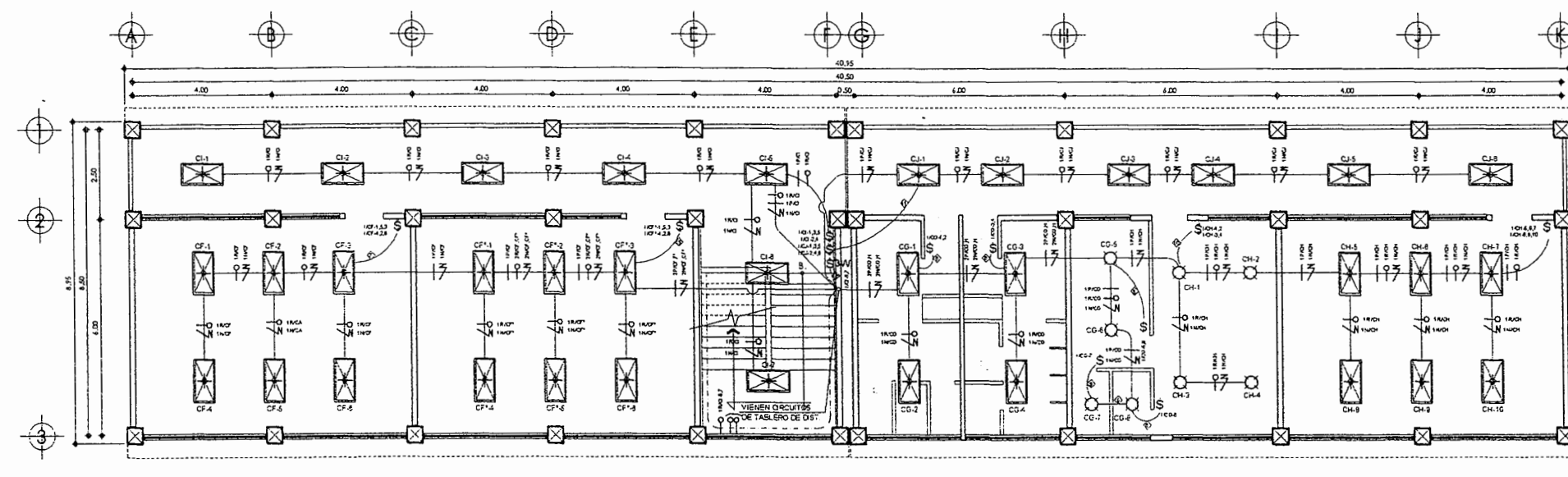
NOTAS GENERALES
 *LA LONGITUD DE LOS BASTONES ESTA MEDIDA A EJES DE LAS VIGAS, Y NO INCLUYE LOS GANCHOS A 90° PARA ANCLAJE DEL REFUERZO.



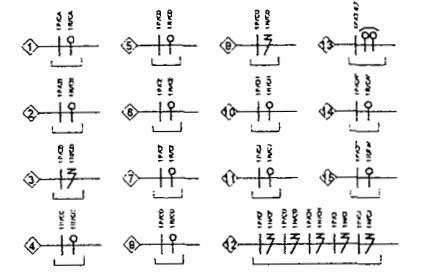
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)	
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA OFICINA DE PLANIFICACIÓN MUNICIPAL	
PROYECTO: Complejo para Educación Primaria y Básica, Caserío Pacajay	
UBICACIÓN: Caserío Pacajay, Aldea Cruz Blanca, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Departamento de Guatemala	
CONTENIDO: Detalles de Armado de Vigas, Segundo Nivel, Edificios A y B	<input type="checkbox"/> ARQUITECTURA <input checked="" type="checkbox"/> ESTRUCTURAS <input type="checkbox"/> INSTALACIONES <input type="checkbox"/> TOPOGRAFÍA <input type="checkbox"/> ESPECIALES
DISEÑO: Gustavo Campos	REVISÓ: Ing. Ángel Sic.
CALCULO: Gustavo Campos	ESCALA: Indicada
DIBUJO: Gustavo Campos	FECHA: Mayo 2012
Ing. Ángel Roberto Sic García Asesor a cargo E.P.S.	Ing. Bo. Ing. Luis Cuyón Coordinador Of. Municipal de Planificación
H O J A 09 27	



PLANTA ILUMINACION
Ter. Nivel, EDIFICIOS A Y B
ESCA 1/25



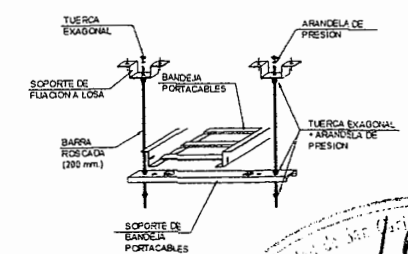
PLANTA ILUMINACION
2do. Nivel, EDIFICIOS A Y B
ESCA 1/25



NOMENCLATURA DE ILUMINACION	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	INDICA SALIDA PARA LAMPARA DECORATIVA DE PARED, EN CAJA OCTAGONAL, Nº 2 00 PIES
	INDICA SALIDA PARA LAMPARA DECORATIVA DE CIELO, EN CAJA OCTAGONAL, INSTALADA SOBRE CIELO FALSO
	LAMPARA FLUORESCENTE, 120v, 2x48 VxITTS, 2x4 PIES
	INTERRUPTOR SENCILLO Y DOBLE, 120v, 15A, GRADO COMERCIAL EN CAJA RECTANGULAR 2x4", Nº 1 20 PIES
	INTERRUPTOR SENCILLO DE TRES VIAS, 120v, 15A, GRADO COMERCIAL EN CAJA RECTANGULAR 2x4", Nº 1 20 PIES
	INDICA TUBERIA TIPO PVC ELECTRICO EN SUSPENSO EN LOSA, Ø 3/4" O INDICADO
	INDICA TUBERIA TIPO PVC ELECTRICO EN PISO O PARED, Ø 3/4" O INDICADO
	INDICA LINEAS VIVA, RETORNO Y NEUTRAL # 12 O INDICADO
	INDICA PUENTE PARA TRES VIAS (3W)
	INDICA QUE EL INTERRUPTOR CONTROLA LA UNIDAD I DEL CIRCUITO 'A'
	INDICA TABLERO DE DISTRIBUCION DE CIRCUITOS PARA NIVEL I O 2
	INDICA ABREVIATURA DEL TIPO Y CANTIDAD DE CABLE EN LA LINEA
	INDICA TIPO Y CANTIDAD DE CABLE RETORNO, POSITIVO Y NEUTRO PERTENECIENTES AL CIRCUITO 'A'

NOTAS GENERALES

- *TODO EL ALAMBRADO SERA THW, # 12 AWG.
- *EL ALAMBRADO PARA LA ACOMETIDA SERA THW, # 2 AWG.
- *EL TABLERO SE ALIMENTARA CON ALAMBRE THW, # 6 AWG.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS, DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ,
GUATEMALA
OFICINA DE PLANIFICACION MUNICIPAL

PROYECTO: Complejo para Educacion Primaria y Basica, Caserio Pacajay
UBICACION: Caserio Pacajay, Aldea Cruz Blanca, Municipio de San Juan Sacatepequez, Departamento de Guatemala

CONTENIDO: Planta de Iluminacion, Edificios A y B

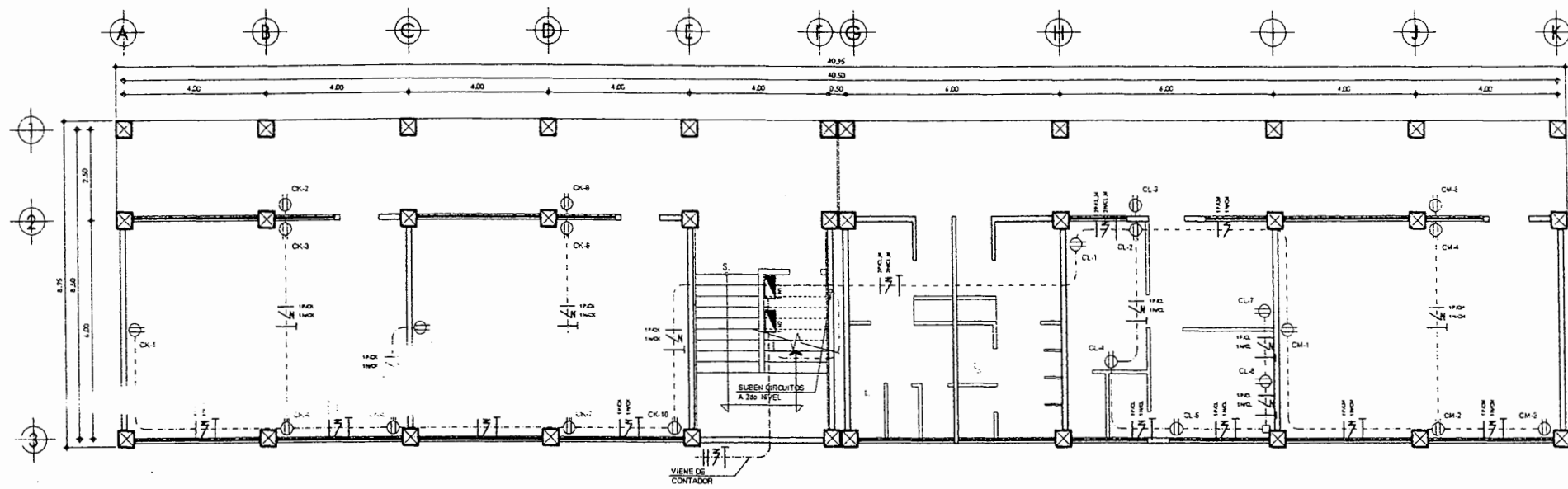
DISEÑO: Gustavo Campos REVISOR: Ing. Angel Sic.
CALCULO: Gustavo Campos ESCALA: Indicada
DIBUJO: Gustavo Campos FECHA: Mayo 2012

ARQUITECTURA
ESTRUCTURAS
INSTALACIONES
TOPOGRAFIA
ESPECIALES

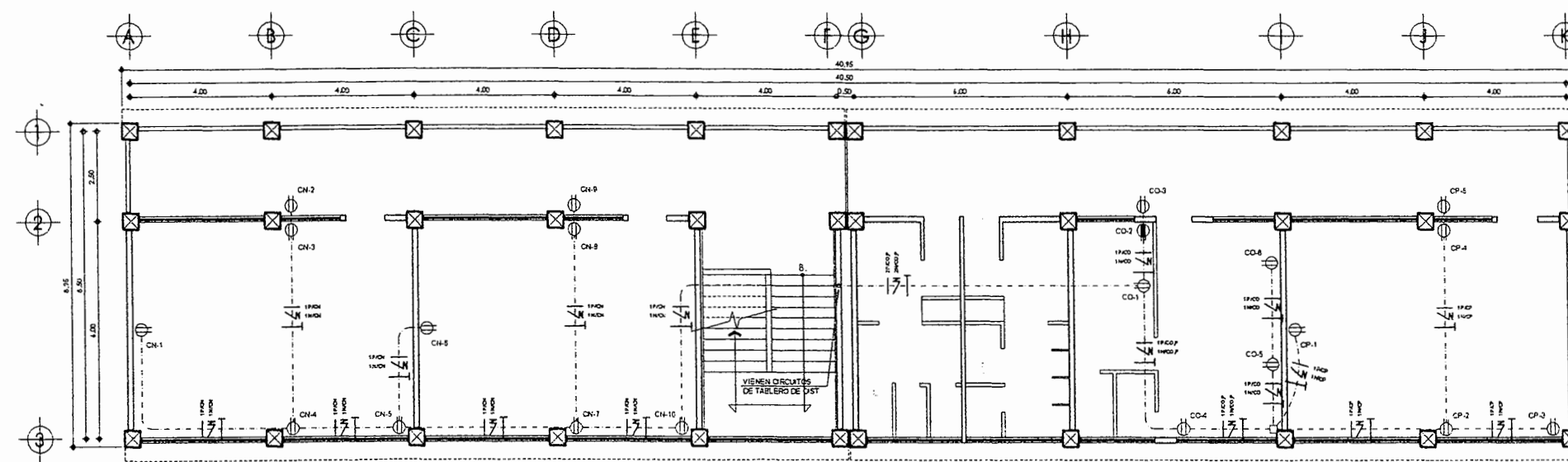
Ing. Angel Roberto Garcia
Arquitecto Supervisado E.P.S.

Ing. Bo. Ing. Luis Cuyón
Coordinador Municipal de Planificación

HOJA 10 27



PLANTA DE FUERZA
1er. NIVEL, EDIFICIOS A Y B
ESCA 1/20

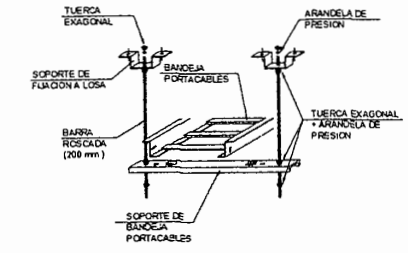


PLANTA DE FUERZA
2do. NIVEL, EDIFICIOS A Y B
ESCA 1/20

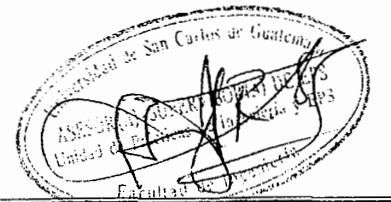


NOMENCLATURA DE FUERZA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO 120V 15A GRADO COMERCIAL EN CAJA 4x2" EMBEDIDA EN PARED, HRS 30 m. O INDICADO
	TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO 120V 15A GRADO COMERCIAL EN CAJA 4x2" EMBEDIDA EN PARED, CON PLACA A PRUEBA DE ALMEDA, HRS 30 m.
	TOMACORRIENTE POLARIZADO 200V 15A GRADO INDUSTRIAL EN CAJA 4x4" EMBEDIDA EN PARED HRS 30 m. O INDICADO
	INDICA TUBERIA TIPO PVC ELECTRODUC SUSPENDIDA EN LOSA, Ø 3/4" O INDICADO
	INDICA TUBERIA TIPO PVC ELECTRODUC EN PARED O PARED, Ø 3/4" O INDICADO
	INDICA LINEAS VIVAS, NEUTRAL Y TIERRA # 12 O INDICADO
	INDICA CAJA DE REGISTRO CUADRADA 4x4" O INDICADO CON TAPADERA
	INDICA QUE LA UNIDAD PERTENECE AL CIRCUITO "A"
	INDICA TABLERO DE DISTRIBUCION DE CIRCUITOS, PARA NIVEL 1 O 2
	INDICA TIPO Y CANTIDAD DE CABLE RETORNO, NEUTRO Y TIERRA PERTENECIENTES AL CIRCUITO "A"

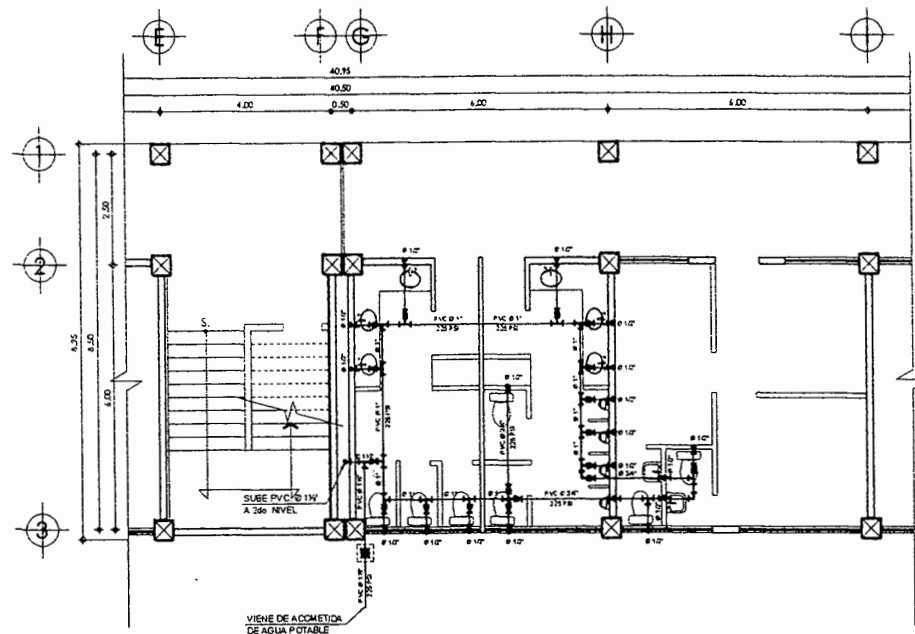
NOTAS GENERALES
 *TODO EL ALAMBRADO DE FUERZA SERA THW # 14 AWG.
 *EL ALAMBRADO PARA LA ACOMETIDA SERA THW # 2 AWG.
 *EL TABLERO SE ALIMENTARA CON ALAMBRE THW # 8 AWG.



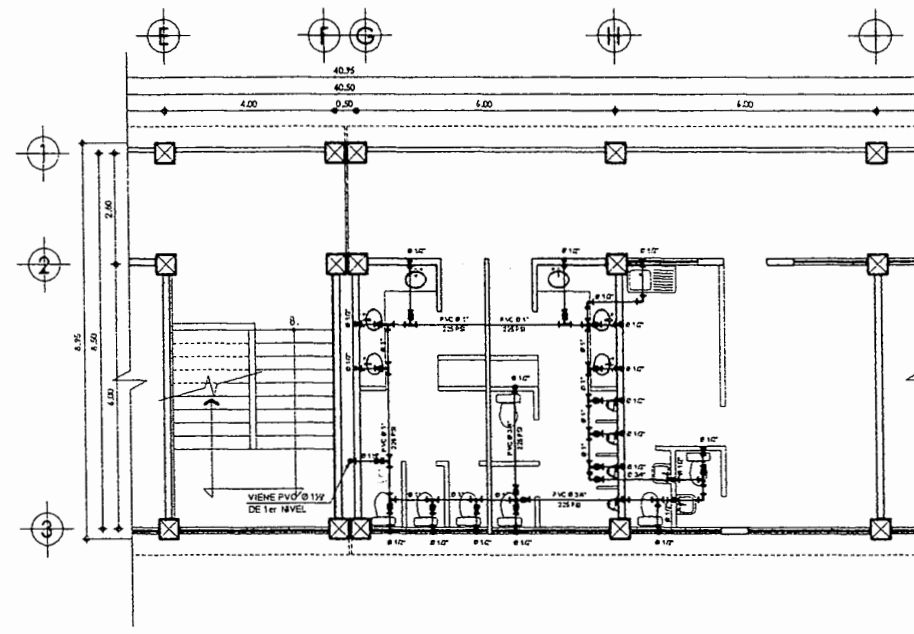
DETALLE
SOPORTE BANDEJA PORTACABLES
EN ESCALA



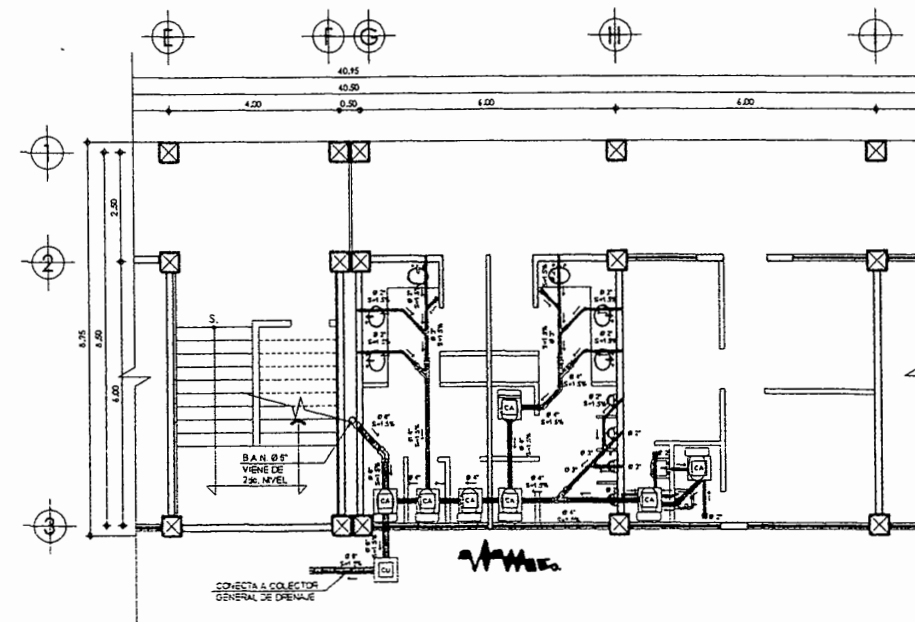
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)	
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA OFICINA DE PLANIFICACION MUNICIPAL	
PROYECTO: Complejo para Educación Primaria y Básica, Caserío Pacajoy	
UBICACION: Caserío Pacajoy, Aldea Cruz Blanca, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Departamento de Guatemala	
CONTENIDO: Planta de Fuerza, Edificios A y B	<input type="checkbox"/> ARQUITECTURA <input type="checkbox"/> ESTRUCTURAS <input checked="" type="checkbox"/> INSTALACIONES <input type="checkbox"/> TOPOGRAFIA <input type="checkbox"/> ESPECIALES
DISÑO: Gustavo Campos	REVISO: Ing. Angel Sic.
CALCULO: Gustavo Campos	ESCALA: Indicada
DESENHO: Gustavo Campos	FECHA: Mayo 2012
Ing. Ángel Roberto Sic García Asesor Superior EPS	Vo.Bo. Ing. Luis Cuyón Coordinador Of. Municipal de Planificación
HOJA 11 DE 27	



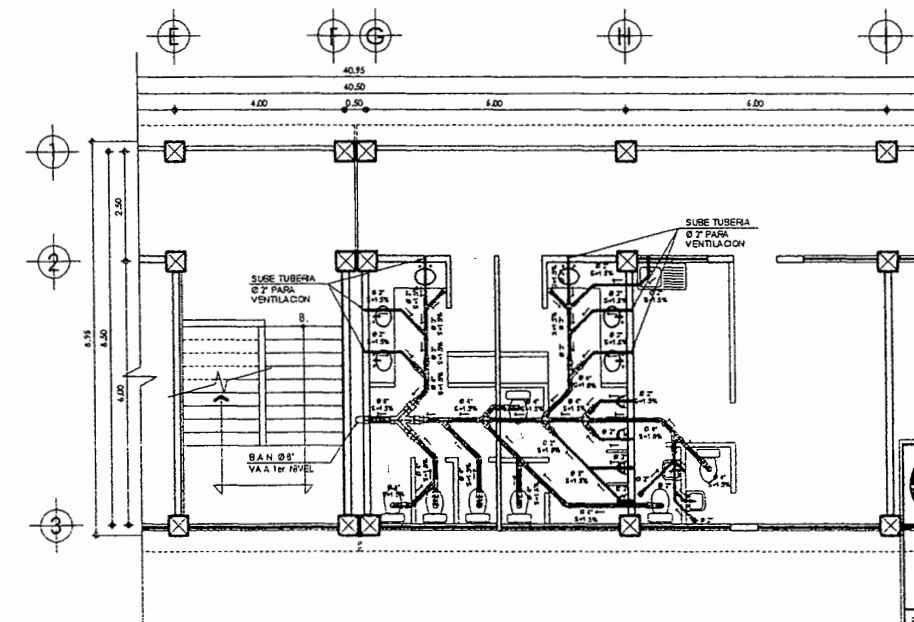
PLANTA DE AGUA POTABLE
1er. NIVEL, EDIFICIOS A Y B
ESC: 1/25



PLANTA DE AGUA POTABLE
2do. NIVEL, EDIFICIOS A Y B
ESC: 1/25



PLANTA DE AGUAS NEGRAS
1er. NIVEL, EDIFICIOS A Y B
ESC: 1/25



PLANTA DE AGUAS NEGRAS
2do. NIVEL, EDIFICIOS A Y B
ESC: 1/25



NOMENCLATURA DE AGUA POTABLE	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
—	INDICA TUBERÍA PVC Ø INDICADO
- - - -	INDICA TUBERÍA CPVC Ø INDICADO (AGUA CAJENTE)
—	INDICA CÓDIGO VERTICAL Ø INDICADO
—	INDICA CÓDIGO HORIZONTAL Ø INDICADO
—	INDICA TEE HORIZONTAL Ø INDICADO
—	INDICA TEE VERTICAL Ø INDICADO
—	INDICA CRUZ Ø INDICADO
—	INDICA REDUCTOR DE 1 1/2" A 1", 1" A 3/4" Y DE 3/4" A 1/2"
—	INDICA CHORRO DE 1/2"
—	INDICA LLAVE DE COMPUERTA, CON CAJA DE REGISTRO

NOTAS GENERALES

TUBERÍA:
* TODA LA DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL DE AGUA POTABLE SERÁ CON TUBERÍA PVC Ø 1 1/2" O 1" 225 PSI, NORMA ASTM D1785

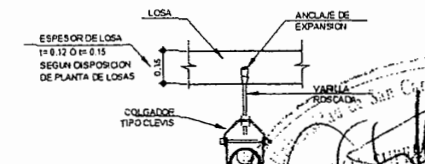
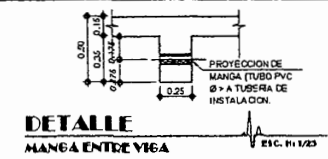
* TODAS LAS DERIVACIONES A ARTEFACTOS SERÁN CON TUBERÍA PVC Ø 3/4" 315 PSI, NORMA ASTM D1785

NOMENCLATURA DE AGUAS NEGRAS	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
—	TUBERÍA PVC PARA DRENAJE SANITARIO, Ø Y S INDICADO
—	CÓDIGO 90° PVC Ø INDICADO
—	CÓDIGO 45° PVC Ø INDICADO
—	YEE 45° PVC Ø INDICADO
—	YEE DOBLE 45° PVC Ø INDICADO
—	REDUCTOR PVC Ø DE 4" A 3" Y DE 3" A 2"
—	SIFÓN TERMINAL Ø INDICADO
—	RESERVOIRERA DE BRONCE - SIFÓN TERMINAL
—	INDICA SENTIDO DE LA PENDIENTE
—	B.A.N. BAJADA DE AGUAS NEGRAS
—	CAJA, BAJADA DE ARTEFACTO
—	CAJA DE UNIÓN

NOTAS GENERALES

TUBERÍA:
* TODA LA TUBERÍA DE DRENAJES SERÁ PVC, CLASE 180 PSI, NORMA ASTM D2241 SDR33, CON ACCESORIOS NORMA D2241

* TODA LA TUBERÍA PARA EL SEGUNDO NIVEL SERÁ SUSPENDIDA SOBRE ENTREPISO DEL NIVEL, VER DETALLE DE ACCESORIO PARA SUSPENSIÓN DE TUBERÍA. Y CUANDO EXISTA LA NECESIDAD DE ATRAVESAR UNA VIGA, UTILIZAR UNA MANGA DE PVC, CON Ø MAYOR AL DE LA INSTALACIÓN COLADA ANTES DEL COLADO DEL CONCRETO, UN CEMENTO ENHUECO DE LA VIGA, VER DETALLE



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ,
GUATEMALA
OFICINA DE PLANIFICACIÓN MUNICIPAL

PROYECTO: Complejo para Educación Primaria y Básica, Caserío Pacajay

UBICACIÓN: Caserío Pacajay, Aldea Cruz Blanca, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Departamento de Guatemala

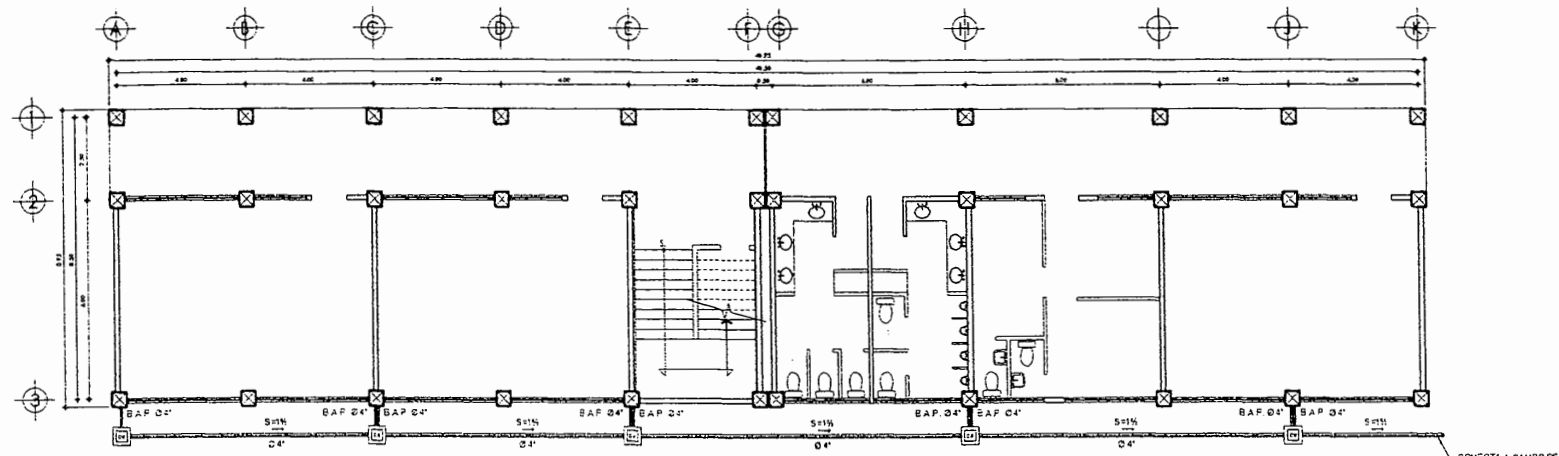
CONTENIDO: Planta de Agua Potable y Aguas Negras, Edificios A y B

DESARROLLO: Gustavo Campos	REVISÓ: Ing. Ángel Sk.	<input type="checkbox"/> ARQUITECTURA
CALCULO: Gustavo Campos	ESCALA: Indicada	<input type="checkbox"/> ESTRUCTURAS
DIBUJO: Gustavo Campos	FECHA: Mayo 2012	<input checked="" type="checkbox"/> INSTALACIONES
		<input type="checkbox"/> TOPOGRAFÍA
		<input type="checkbox"/> ESPECIALES

Ing. Ángel Roberto de García
Asesor Técnico EPS

Ing. Luis Cuyón
Coordinador de la Oficina de Planificación

HOJA 12 DE 27



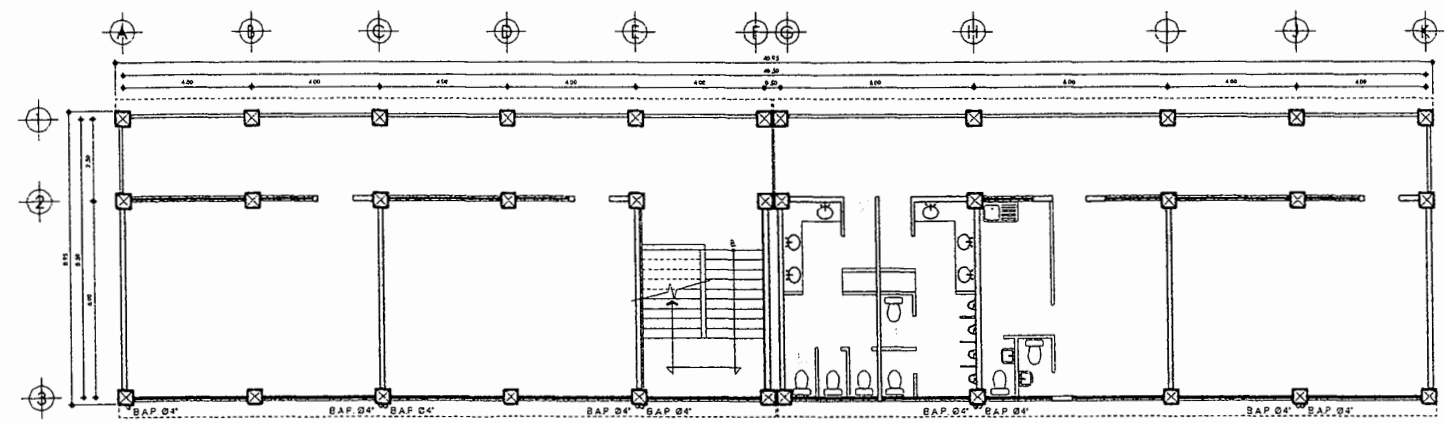
PLANTA DE AGUAS PLUVIALES
1er. NIVEL, EDIFICIOS A Y B

ESC: 1/100



NOMENCLATURA DE AGUA PLUVIAL	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TUBERIA PVC PARA DRENAJE PLUVIAL 1/2" INDICADO
	CODO 90° PVC 1/2" INDICADO
	YEE 45° PVC 1/2" INDICADO
	YEE DOBLE 45° PVC 1/2" INDICADO
	REDUCCION PVC 1/2" DE 1/2" A 1/4"
	SIFON TERMINAL 1/2" INDICADO
	REPOSADERA DE BRONCE - SIFON TERMINAL
	INDICA SENTIDO DE LA PENDIENTE
	B.A.P. BAJADA DE AGUA PLUVIAL
	CAJA DE REGISTRO
	CAJA DE UNION

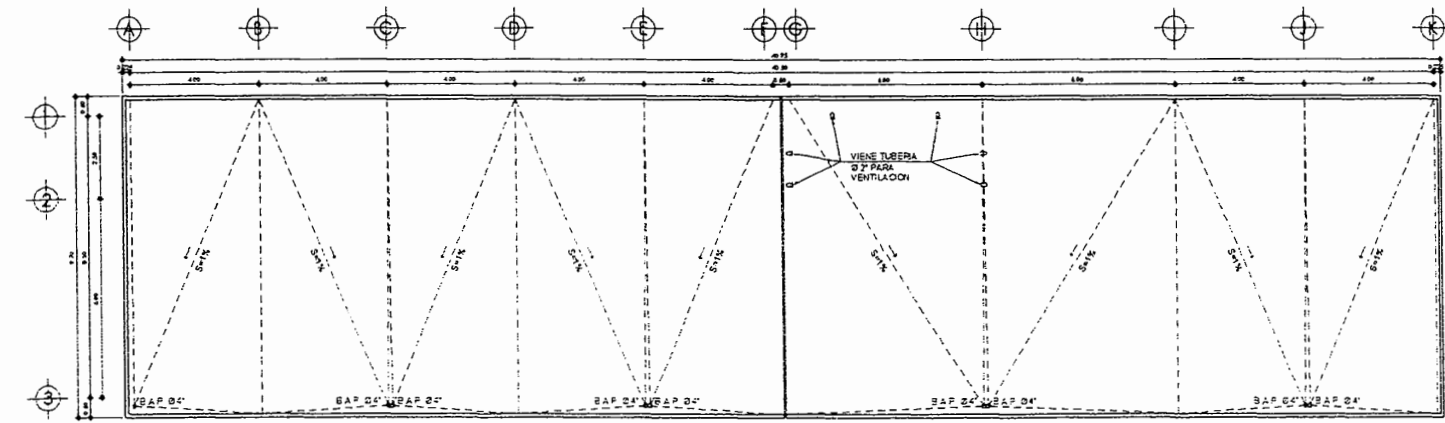
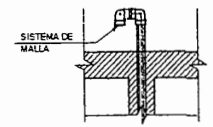
CONECTA A CAMPO DE IRRIGACION EN AREAS VERDES



PLANTA DE AGUAS PLUVIALES
2do. NIVEL, EDIFICIOS A Y B

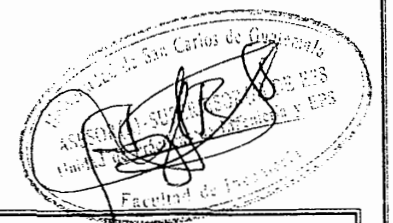
ESC: 1/100

NOTAS GENERALES	
TUBERIA: * TODA LA TUBERIA DE DRENAJES SERA PVC, CLASE 150 PSI, NORMA ASTM D2241 SDR25, CON ACCESORIOS NORMA D2885	
* TODA LA TUBERIA DE PVC PLUVIAL EXPUESTA A LA INODENDA DIRECTA DE LOS RAYOS SOLARES, DEBE PROTEGERSE CON ESTRUCTURA METALICA QUE GARANTICE SU CONSERVACION.	
* LA TUBERIA UTILIZADA PARA VENTILACION, SERA DE PVC 1/2" CON DOS CODO 90° Y UN SISTEMA DE MALLA DE PROTECCION CONTRA INSECTOS	

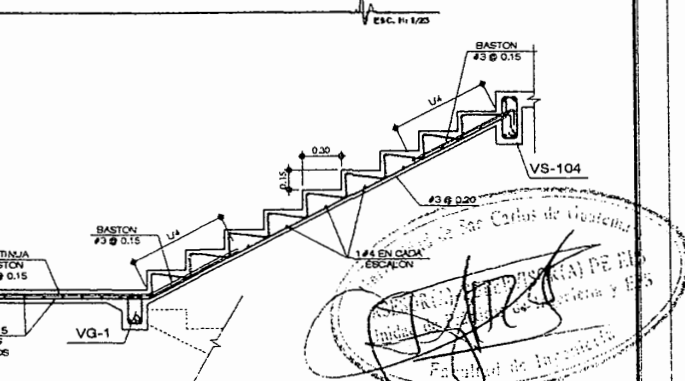
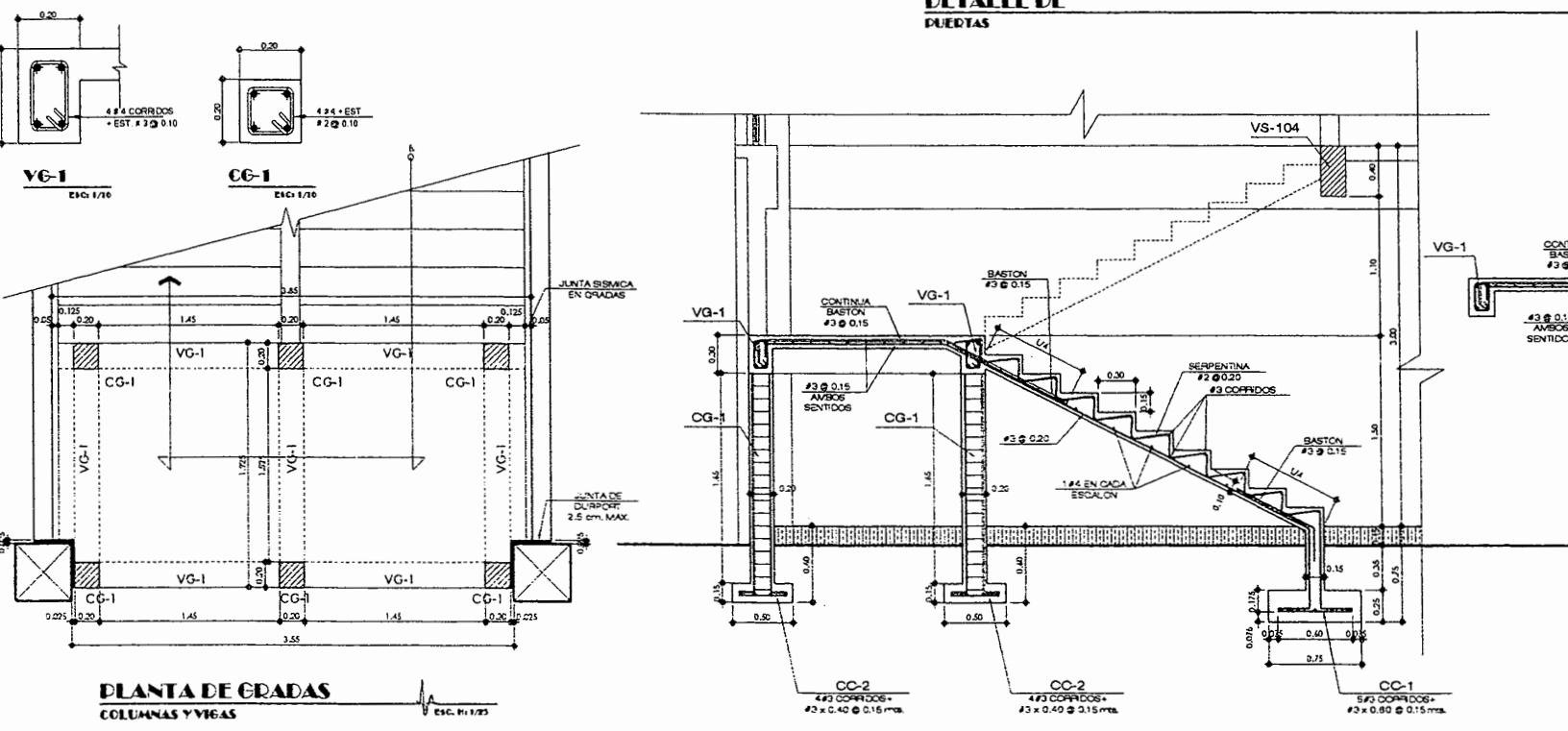
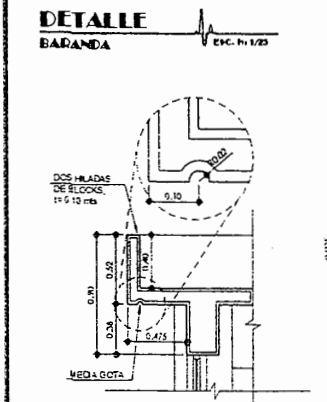
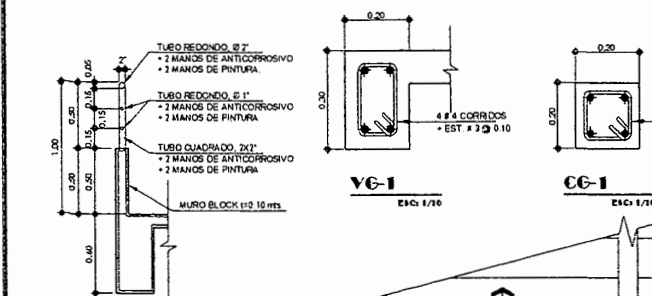
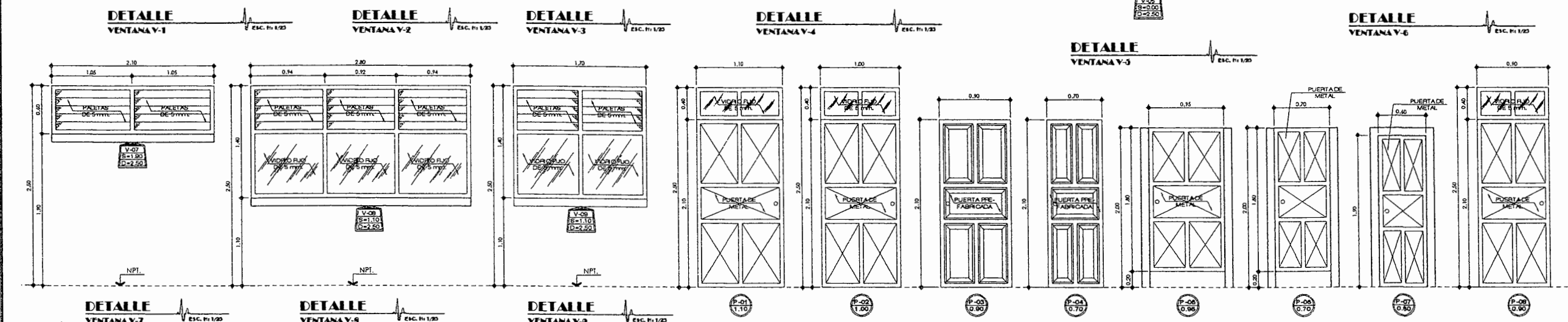
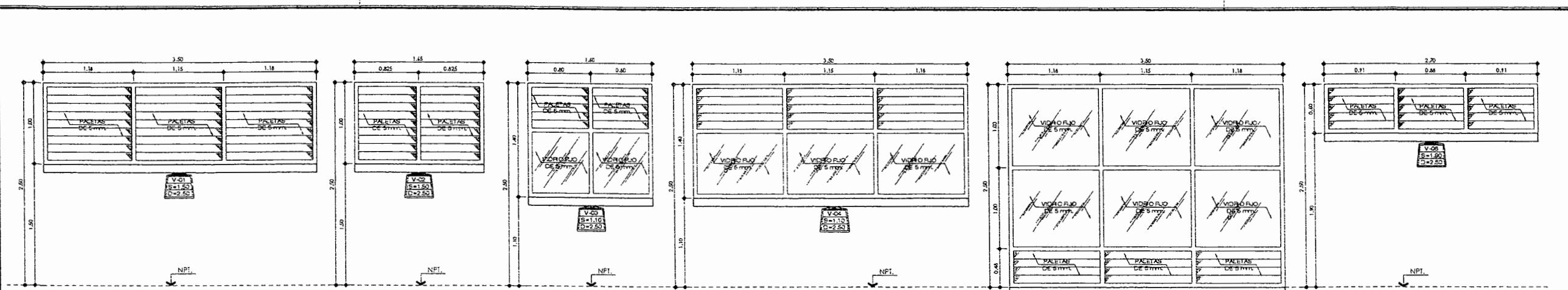


PLANTA DE DE TECHOS
EDIFICIOS A Y B

ESC: 1/100



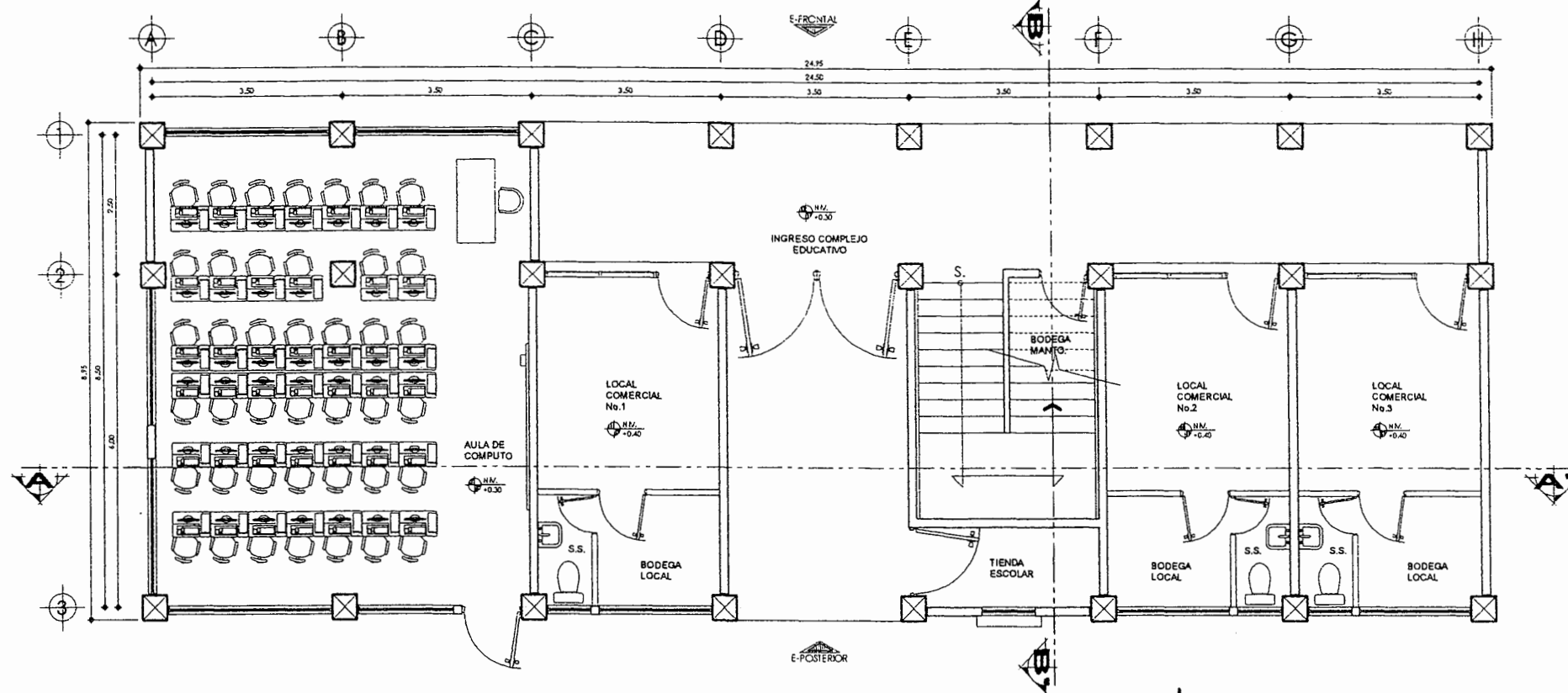
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)	
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA OFICINA DE PLANIFICACION MUNICIPAL	
PROYECTO: Complejo para Educación Primaria y Básica, Caserío Pacajay UBICACION: Caserío Pacajay, Aldea Cruz Blanca, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Departamento de Guatemala	
CONTENIDO: Planta de Aguas Pluviales y de Techo, Edificios A y B	<input type="checkbox"/> ARQUITECTURA <input type="checkbox"/> ESTRUCTURAS <input checked="" type="checkbox"/> INSTALACIONES <input type="checkbox"/> TOPOGRAFIA <input type="checkbox"/> ESPECIALES
DISEÑO: Gustavo Campos CALCULO: Gustavo Campos DIBUJO: Gustavo Campos	REVISOR: Ing. Angel Sic. ESCALA: Indicada FECHA: Mayo 2012
Ing. Ángel Roberto Sic García Arqto. Supervisador E.P.S.	Va. Bn. Ing. Luis Cuyón Coordinador O.T. Municipal de Planificación
H O L A 13 / 27	



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)					
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA OFICINA DE PLANIFICACIÓN MUNICIPAL					
PROYECTO: Complejo para Educación Primaria y Básica, Caserío Pacajay					
UBICACIÓN: Caserío Pacajay, Aldea Cruz Blanca, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Departamento de Guatemala					
CONTENIDO: Hoja de Detalles; Edificios A y B					
DISEÑO: Gustavo Campos	REVISÓ: Ing. Angel Sic				
CALCULO: Gustavo Campos	ESCALA: Indicada				
DIBUJO: Gustavo Campos	FECHA: Mayo 2012				
<table border="0"> <tr> <td><input type="checkbox"/> ARQUITECTURA</td> <td><input type="checkbox"/> TOPOGRAFIA</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> ESTRUCTURAS</td> <td><input type="checkbox"/> ESPECIALES</td> </tr> </table>		<input type="checkbox"/> ARQUITECTURA	<input type="checkbox"/> TOPOGRAFIA	<input type="checkbox"/> ESTRUCTURAS	<input type="checkbox"/> ESPECIALES
<input type="checkbox"/> ARQUITECTURA	<input type="checkbox"/> TOPOGRAFIA				
<input type="checkbox"/> ESTRUCTURAS	<input type="checkbox"/> ESPECIALES				
Ing. Angel Roberto Sic García Asesor - Supervisor E.P.S.	Ing. Bo. Ing. Luis Cuyón Coordinador Of. Municipal de Planificación				
HOJA 14 DE 27					

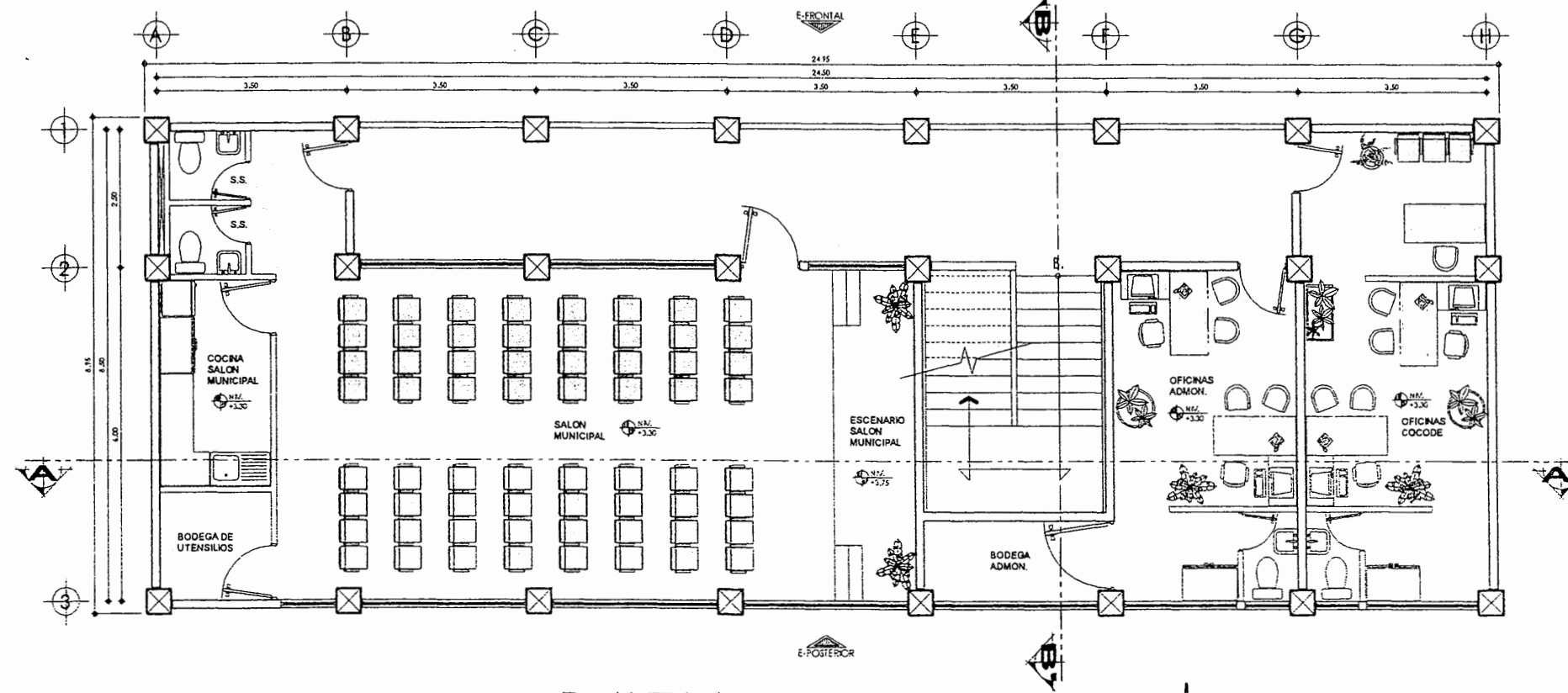
APÉNDICE G

Planos del edificio "C" (Social-Administrativo)



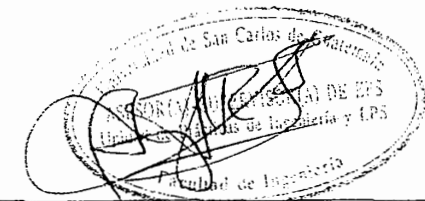
PLANTA ARQUITECTONICA
1er. NIVEL, EDIFICIO C

ESCA 1/50

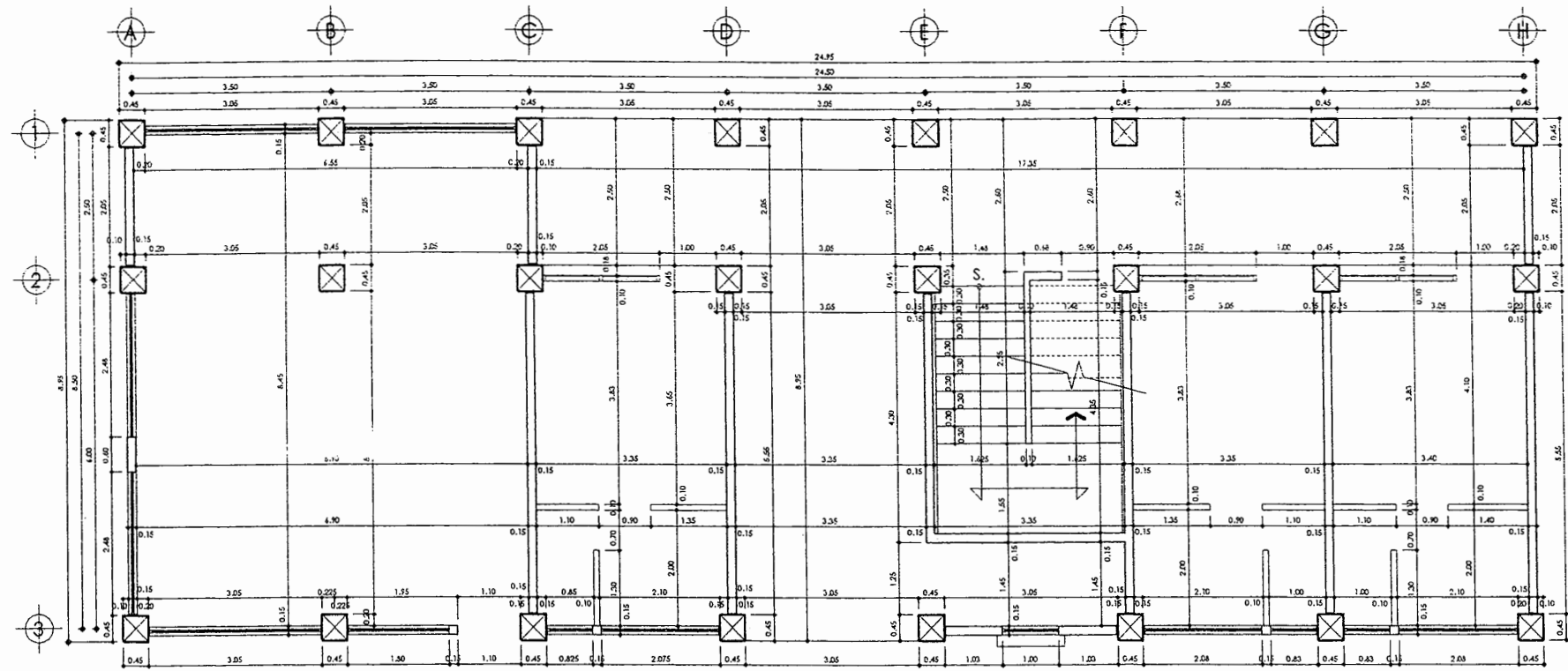


PLANTA ARQUITECTONICA
2do. NIVEL, EDIFICIO C

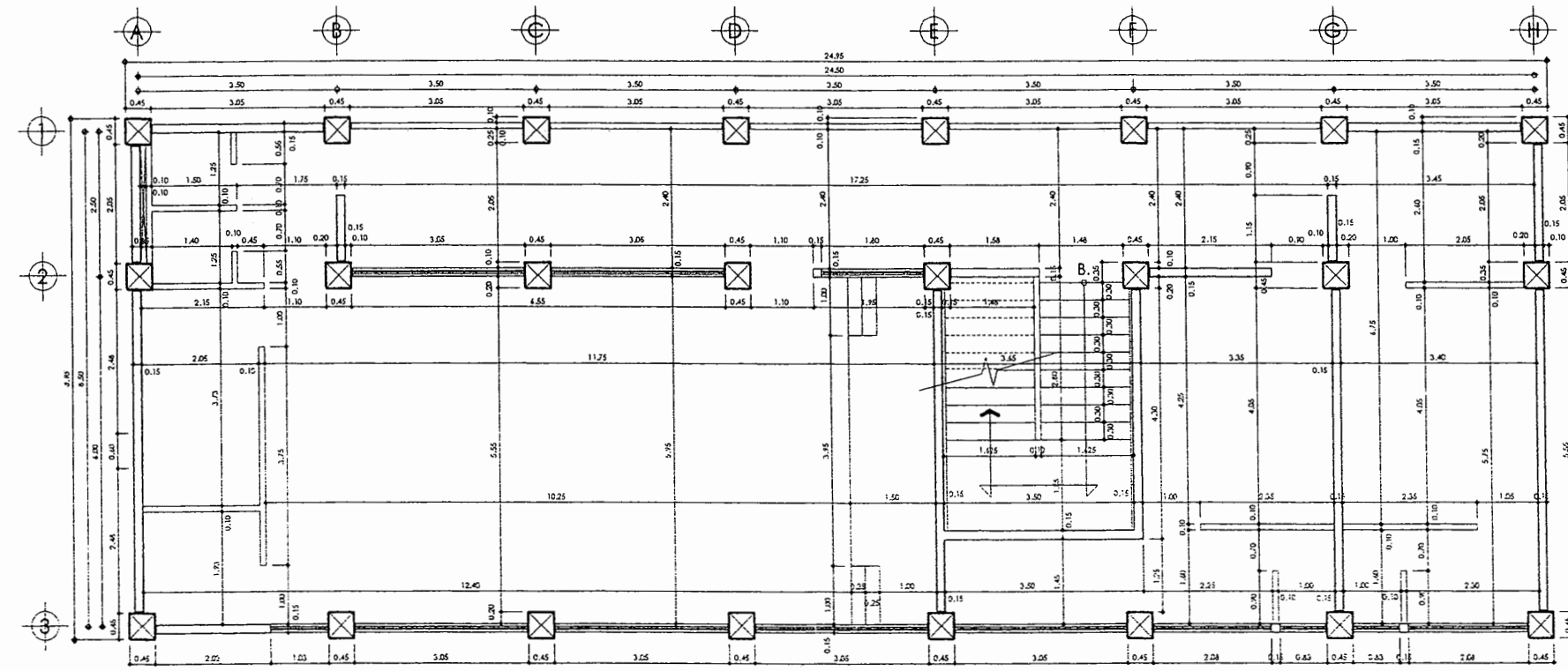
ESCA 1/50



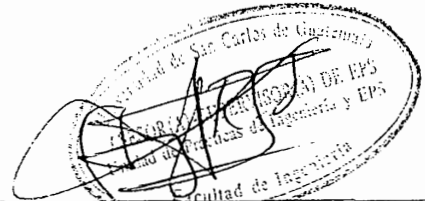
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)									
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA OFICINA DE PLANIFICACION MUNICIPAL									
PROYECTO: Complejo para Educación Primaria y Básica, Caserío Pacajay									
USUCAION: Caserío Pacajay, Aldea Cruz Blanca, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Departamento de Guatemala									
CONTENIDO: Planta Arquitectonica, Edificio C	<input checked="" type="checkbox"/> ARQUITECTURA								
DISEÑO: Luis Alvarado Elias	REVISOR: Ing. Angel Stc.								
CALCULO: Luis Alvarado Elias	ESCALA: Indicada								
DIBUJO: Luis Alvarado Elias	FECHA: Mayo 2012								
<table border="1"> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>ESTRUCTURAS</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>INSTALACIONES</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>TOPOGRAFIA</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>ESPECIALES</td> </tr> </table>		<input type="checkbox"/>	ESTRUCTURAS	<input type="checkbox"/>	INSTALACIONES	<input type="checkbox"/>	TOPOGRAFIA	<input type="checkbox"/>	ESPECIALES
<input type="checkbox"/>	ESTRUCTURAS								
<input type="checkbox"/>	INSTALACIONES								
<input type="checkbox"/>	TOPOGRAFIA								
<input type="checkbox"/>	ESPECIALES								
<table border="1"> <tr> <td>Ing. Angel Roberto Garcia</td> <td>Ing. Luis Cuyón</td> </tr> <tr> <td>Asesoramiento E.P.S.</td> <td>Coordinador Of. Municipal de Planificación</td> </tr> </table>		Ing. Angel Roberto Garcia	Ing. Luis Cuyón	Asesoramiento E.P.S.	Coordinador Of. Municipal de Planificación				
Ing. Angel Roberto Garcia	Ing. Luis Cuyón								
Asesoramiento E.P.S.	Coordinador Of. Municipal de Planificación								
<table border="1"> <tr> <td>H O J A</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td></td> <td>27</td> </tr> </table>		H O J A	15		27				
H O J A	15								
	27								



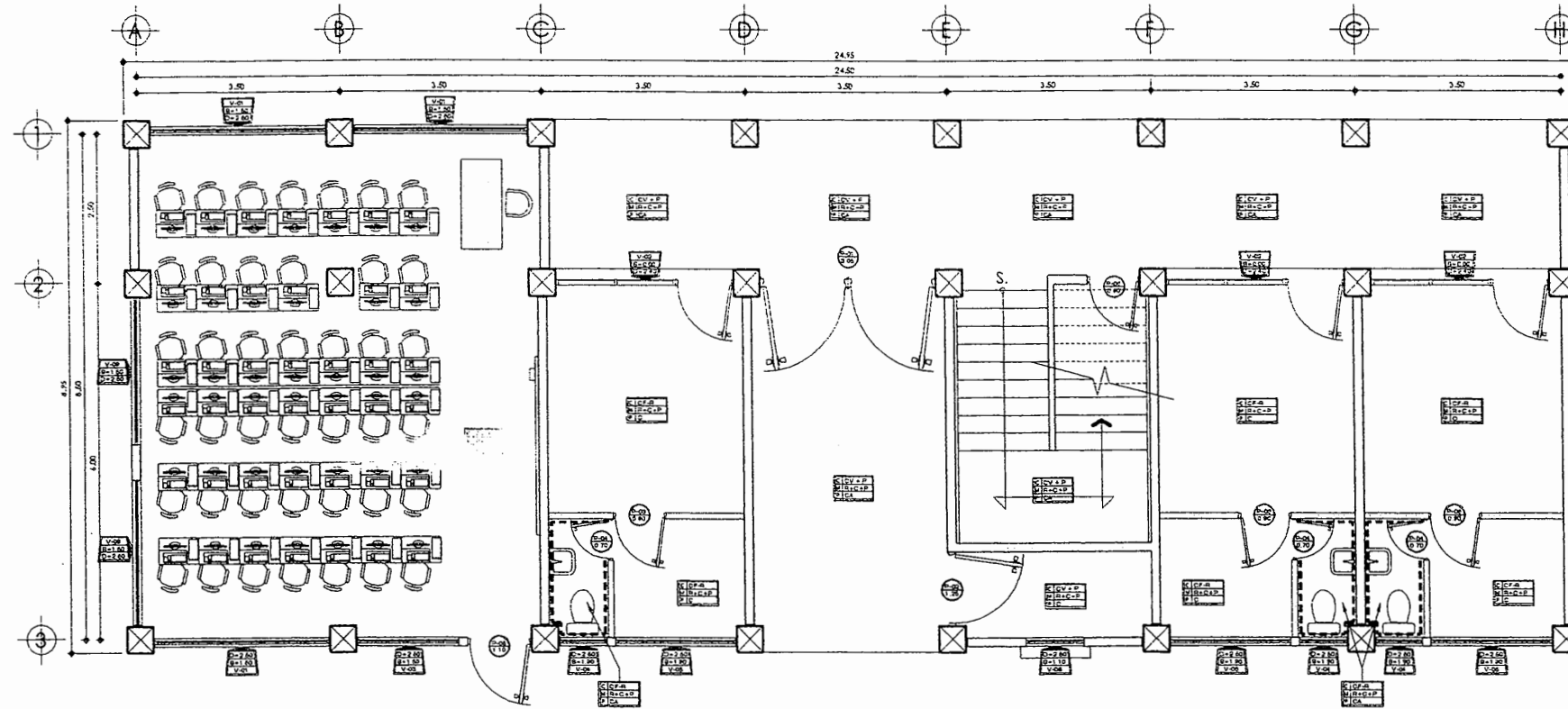
PLANTA ACOTADA
1er. NIVEL, EDIFICIO C



PLANTA ACOTADA
2do. NIVEL, EDIFICIO C

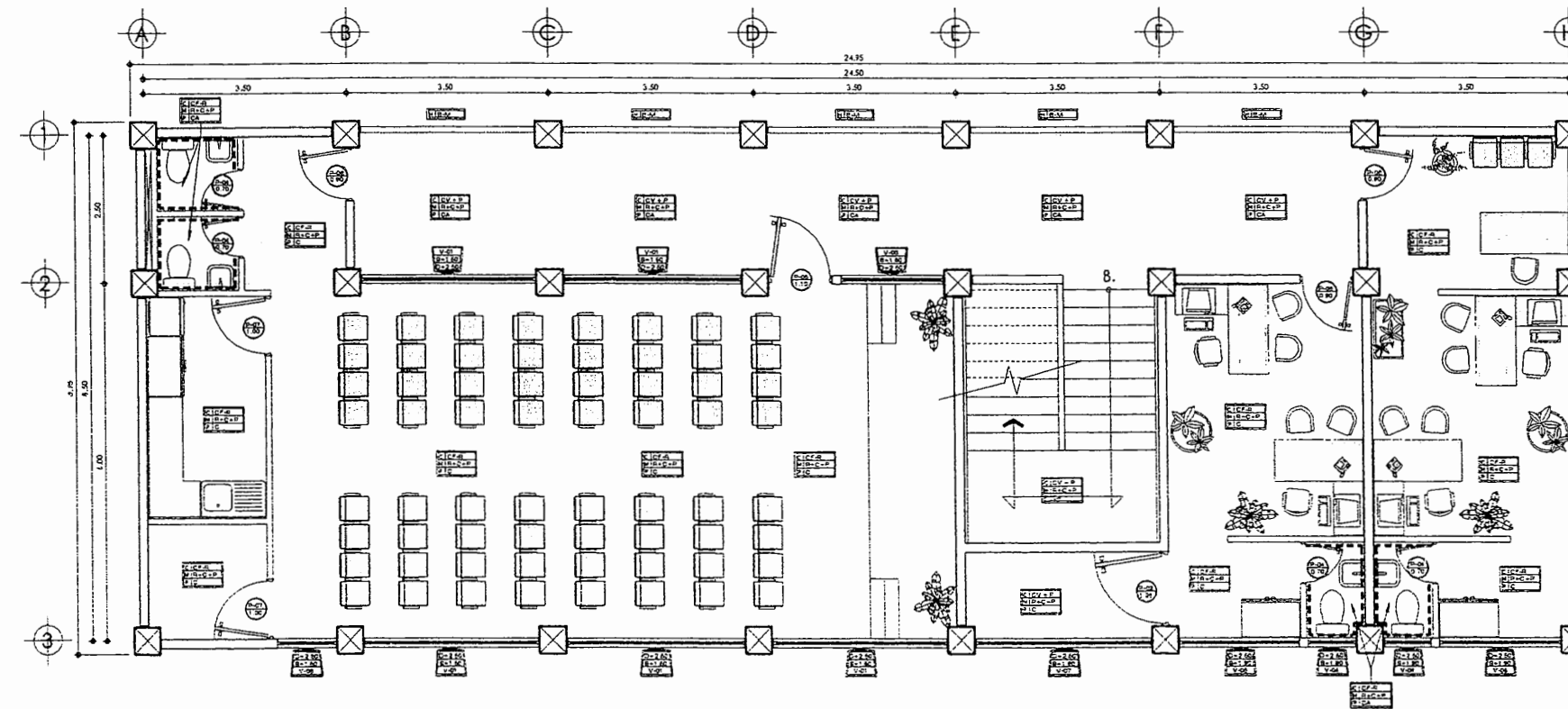


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)											
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA OFICINA DE PLANIFICACIÓN MUNICIPAL											
PROYECTO: Complejo para Educación Primaria y Básica, Caserío Pacajay											
UBICACIÓN: Caserío Pacajay, Aldea Cruz Blanca, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Departamento de Guatemala											
CONTENIDO: Planta Acotada, Edificio C											
DISEÑO: Luis Alvarado Eñas	REVISÓ: Ing. Angel Sic.										
CALCULO: Luis Alvarado Eñas	ESCALA: Indicada										
DIBUJO: Luis Alvarado Eñas	FECHA: Mayo 2012										
<table border="0"> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>ARQUITECTURA</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>ESTRUCTURAS</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>INSTALACIONES</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>TOPOGRAFÍA</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>ESPECIALES</td> </tr> </table>		<input checked="" type="checkbox"/>	ARQUITECTURA	<input type="checkbox"/>	ESTRUCTURAS	<input type="checkbox"/>	INSTALACIONES	<input type="checkbox"/>	TOPOGRAFÍA	<input type="checkbox"/>	ESPECIALES
<input checked="" type="checkbox"/>	ARQUITECTURA										
<input type="checkbox"/>	ESTRUCTURAS										
<input type="checkbox"/>	INSTALACIONES										
<input type="checkbox"/>	TOPOGRAFÍA										
<input type="checkbox"/>	ESPECIALES										
<table border="0"> <tr> <td>1. Ing. Angel Roberto Sic. Carola</td> <td>1. Vo.Bo. Ing. Luis Cuyón</td> </tr> <tr> <td>Arquitecto - Supervisador E.P.S.</td> <td>Coordinador de Municipalidad</td> </tr> </table>		1. Ing. Angel Roberto Sic. Carola	1. Vo.Bo. Ing. Luis Cuyón	Arquitecto - Supervisador E.P.S.	Coordinador de Municipalidad						
1. Ing. Angel Roberto Sic. Carola	1. Vo.Bo. Ing. Luis Cuyón										
Arquitecto - Supervisador E.P.S.	Coordinador de Municipalidad										
HOJA 16 / 27											



PLANTA DE ACABADOS
1er. NIVEL, EDIFICIO C

ESC: 1/50



PLANTA DE ACABADOS
2do. NIVEL, EDIFICIO C

ESC: 1/50



NOMENCLATURA DE ACABADOS	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
V-01	INDICA TIPO DE VENTANA INDICA SILLAR DE VENTANA INDICA DINTEL DE VENTANA
P-01	INDICA TIPO DE PUERTA INDICA ANCHO DE PUERTA
M-01	INDICA ACABADO EN OLEO INDICA ACABADO EN MUIROS INDICA ACABADO EN PISO
H-01	INDICA ACABADO DE HERRERA
CICV+P	INDICA CONCRETO VISTO RESANADO + PINTURA
CICP-R	INDICA DELO FALSO O RETICULADO DE 7 x 7
MIR+C+P	INDICA ENSABETADO + REPELLO + CERNIDO VERTICAL + PINTURA
MIR+A+P	INDICA ENSABETADO + REPELLO + AUSADO DE CEMENTO GRIS + PINTURA
PIC	INDICA PISO CERAMICO
PICA	INDICA PISO CERAMICO ANTIDESLIZANTE
MIBAM	INDICA BARRANDA DE METAL
- - -	INDICA AZULEJO EN PARED, BAÑO PRIVADO, Nº 140 mt
□	INDICA MURO DE BLOCK 0.14x0.14x0.39 mt
□	INDICA MURO DE BLOCK 0.09x0.16x0.39 mt
□	INDICA TABIQUE DE TABLAYESO 2 CARAS, n = 2.00 mt

NOTAS GENERALES

CIELO FALSO:
* SERA TIPO RETICULADO DE ESTRUCTURA DE ALUMINIO, PLACA DE DUROPORT CON ACABADO A DEFINIR EN OBRA. n = 2.50 mt

MUROS TABIQUE:
* EN ANITAS DE PLANCHAS, COLOCAR OHTA DE PAPEL DE 7' Y RESANAR CON MABLA AMERICANA.
* ACABADO CON 2 MANOS DE SELLADOR + 2 MANOS DE PINTURA.
* EN AREA DE BAÑOS Y COCINA, COLOCAR PLANCHA CONTRA HUMEDAD COLOR VERDE VER 1/2' + 2 MANOS DE SELLADOR + 2 MANOS DE PINTURA AGRICA CONTRA HUMEDAD.
* LA ALTURA DEL TABIQUE EN MODOLO DE BAÑOS SERA DE 2.00 mt Y PARA EL QUE VA PEGADO EN AREA DE LAVAMANOS SERA DE 1.50 mt

EXTERIOR:
* TODOS LOS SILLARES DE VENTANAS IRAN BLANDIDEADOS.
* LAS BARRANDAS EN PASILLOS SERAN DE HIERRO, CON DOS MANOS DE ANTICORROSIVO + DOS MANOS DE PINTURA DE ACEITE.
* LA CIERREJA Y MUIROS EXTERIORES TENDRAN UN ACABADO DE ENSABETADO + REPELLO + CERNIDO VERTICAL GRIS + PINTURA DE ACEITE, PARA EVITAR HUMEDAD.
* EN COLUMNAS Y VIDAS RESANADO + AUSADO DE CEMENTO GRIS + PINTURA DE ACEITE, PARA EVITAR HUMEDAD.

PLANILLA DE PUERTAS							
TIPO	UNIDAD	ANCHO	ALTO	DINTEL	TIPO	MATERIAL	OBSERVACIONES
P-01	01	2.00m	2.10m	2.50m	ABANQUE	2.50m x 1.00m x 1.00m	PUERTA DE MADERA COMPLETA EDUCACION
P-02	02	1.75m	2.10m	2.50m	ABANQUE	2.50m x 1.00m x 1.00m	PUERTA DE MADERA COMPLETA EDUCACION Y BARRANDA
P-03	03	0.80m	2.10m	2.10m	ABANQUE	2.50m x 1.00m x 1.00m	PUERTA DE MADERA COMPLETA EDUCACION
P-04	04	0.70m	2.10m	2.10m	ABANQUE	2.50m x 1.00m x 1.00m	PUERTA DE MADERA COMPLETA EDUCACION
P-05	05	1.10m	2.10m	2.50m	ABANQUE	2.50m x 1.00m x 1.00m	PUERTA DE MADERA COMPLETA EDUCACION
P-06	06	0.80m	2.10m	2.50m	ABANQUE	2.50m x 1.00m x 1.00m	PUERTA DE MADERA COMPLETA EDUCACION
P-07	07	1.00m	2.10m	2.10m	ABANQUE	2.50m x 1.00m x 1.00m	PUERTA DE MADERA COMPLETA EDUCACION

PLANILLA DE VENTANAS							
TIPO	UNIDAD	ANCHO	ALTO	SILLAR	DINTEL	MATERIAL	OBSERVACIONES
V-01	01	2.00m	1.00m	1.50m	2.50m	ALUMINIO	VENTANA DE ALUMINIO COMPLETA EDUCACION
V-02	02	3.00m	2.00m	3.00m	2.40m	ALUMINIO	VENTANA DE ALUMINIO COMPLETA EDUCACION
V-03	03	1.75m	1.00m	1.50m	2.50m	ALUMINIO	VENTANA DE ALUMINIO COMPLETA EDUCACION
V-04	04	0.80m	0.80m	1.50m	2.50m	ALUMINIO	VENTANA DE ALUMINIO COMPLETA EDUCACION
V-05	05	2.00m	0.80m	1.50m	2.50m	ALUMINIO	VENTANA DE ALUMINIO COMPLETA EDUCACION
V-06	06	1.00m	1.40m	1.10m	2.50m	ALUMINIO	VENTANA DE ALUMINIO COMPLETA EDUCACION
V-07	07	3.00m	0.80m	1.80m	2.50m	ALUMINIO	VENTANA DE ALUMINIO COMPLETA EDUCACION
V-08	08	1.00m	1.00m	1.50m	2.50m	ALUMINIO	VENTANA DE ALUMINIO COMPLETA EDUCACION
V-09	09	2.45m	1.00m	1.50m	2.50m	ALUMINIO	VENTANA DE ALUMINIO COMPLETA EDUCACION

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ,
GUATEMALA
OFICINA DE PLANIFICACION MUNICIPAL

PROYECTO: Complejo para Educación Primaria y Básica, Caserío Pacajay
UBICACION: Caserío Pacajay, Aldea Cruz Blanca, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Departamento de Guatemala

CONTENIDO: Planta de Acabados, Edificio C

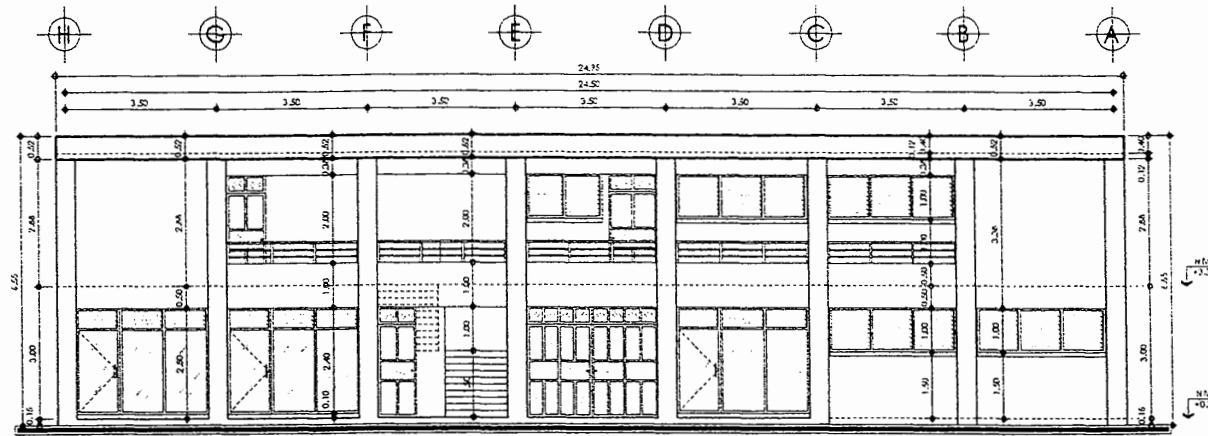
DISEÑO: Luis Alvarado Elias REVISÓ: Ing. Angel Sic.
CALCULO: Luis Alvarado Elias ESCALA: Indicada
DIBUJO: Luis Alvarado Elias FECHA: Mayo 2012

ARQUITECTURA
ESTRUCTURAS
INSTALACIONES
TOPOGRAFIA
ESPECIALES

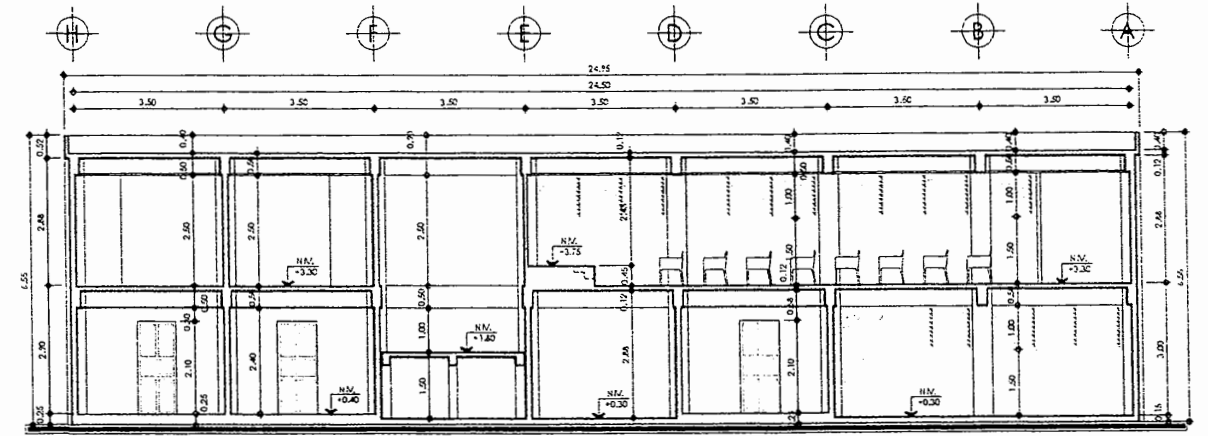
Ing. Angel Roberto Sic Garcia
Asesor Supervisor EPS

Ing. Roberto Luis Cuyón
Coordinador de la Municipalidad de Planificación

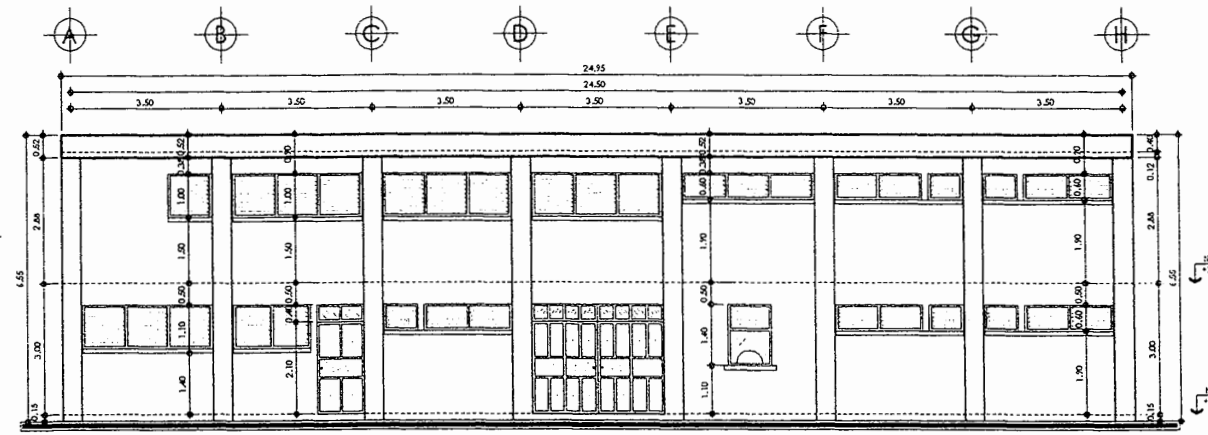
HOJA 17 DE 27



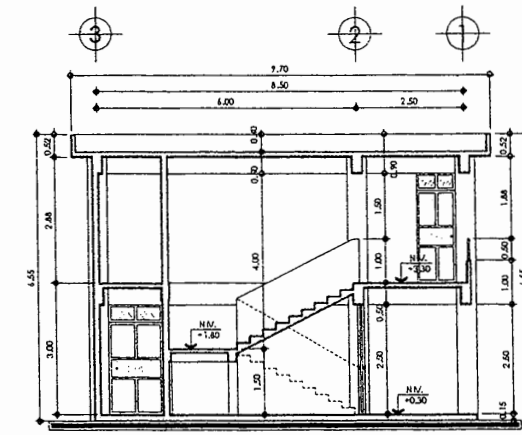
ELEVACION FRONTAL
EDIFICIO C
ESC: 1/75



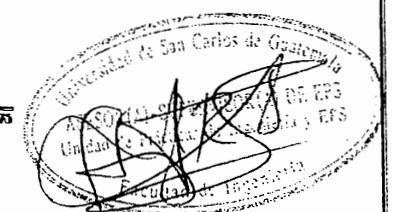
SECCION A-A'
EDIFICIO C
ESC: 1/75





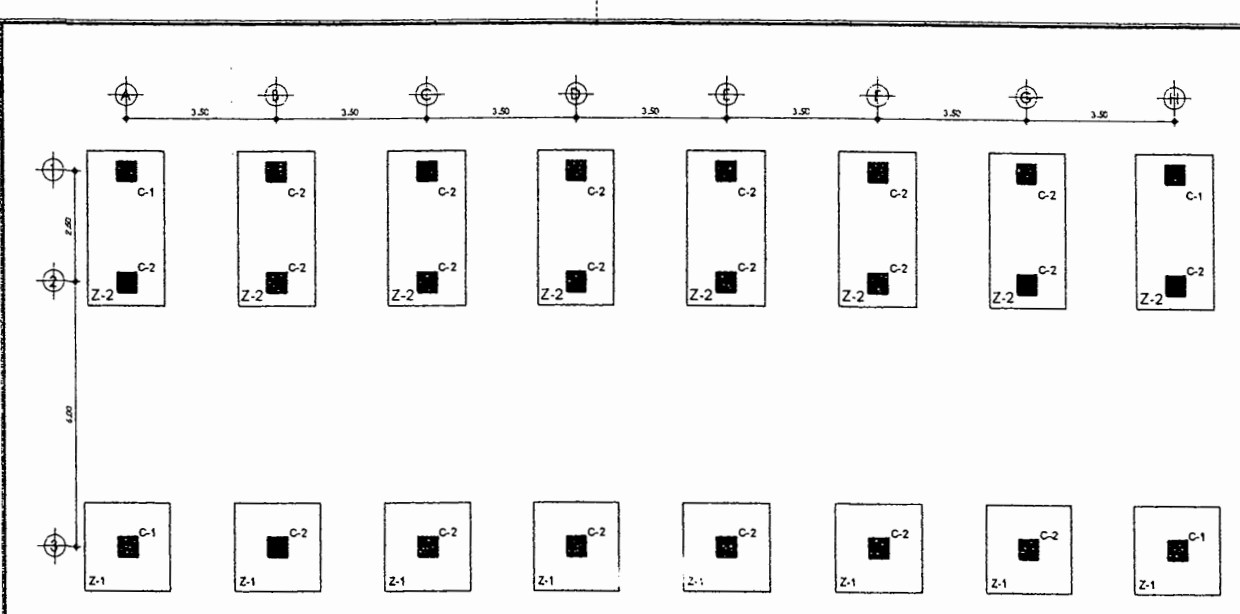
ELEVACION POSTERIOR
EDIFICIO C
ESC: 1/75



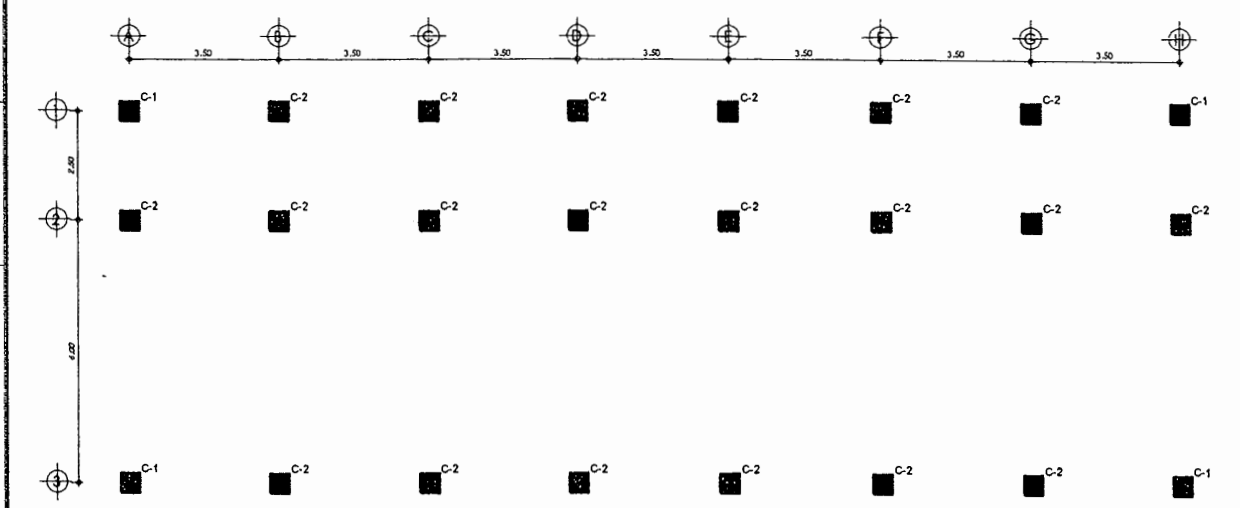
SECCION B-B'
EDIFICIO C
ESC: 1/75



 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)	
 MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA OFICINA DE PLANIFICACIÓN MUNICIPAL	
PROYECTO: Complejo para Educación Primaria y Básica, Caserío Pacajay UBICACIÓN: Caserío Pacajay, Aldea Cruz Blanca, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Departamento de Guatemala	
CONTENIDO: Elevaciones y Secciones, Edificio C	<input checked="" type="checkbox"/> ARQUITECTURA <input type="checkbox"/> ESTRUCTURAS <input type="checkbox"/> INSTALACIONES <input type="checkbox"/> TOPOGRAFÍA <input type="checkbox"/> ESPECIALES
DISEÑO: Luis Alvarado Eiras CALCULO: Luis Alvarado Eiras DIBUJO: Luis Alvarado Eiras	REVISOR: Ing. Ángel Sic ESCALA: Indicada FECHA: Mayo 2012
Ing. Ángel Roberto S. García Asesor Supervisado E.P.S.	Ing. Víctor J. Cuyán Coordinador O.P. Municipal de Planificación
H O J A 18 / 27	



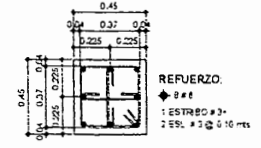
PLANTA DE CIMIENTOS Y COLUMNAS
1er. NIVEL, EDIFICIO C
ESC: 1/75



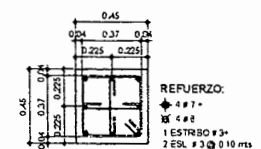
PLANTA DE COLUMNAS
2do. NIVEL, EDIFICIO C
ESC: 1/75



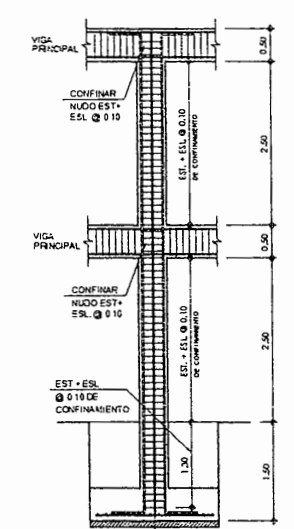
PLANILLA DE SOLERAS Y MOCHETAS			
TIPO	A	B	REFUERZO
S.1	0.15m	0.14m	4 #3 - EST #2 @ 20 cms
S.2	0.15m	0.20m	2 #3 - ESL #2 @ 20 cms
S.3	0.20m	0.14m	4 #3 - EST #2 @ 20 cms
S.4	-	-	5 #3 - EST #2 @ 20 cms
S.5	0.20m	0.14m	4 #3 - EST #2 @ 20 cms
CC.1	0.15m	0.30m	3 #3 - ESL #2 @ 20 cms
M.1	0.15m	0.10m	2 #3 - ESL #2 @ 20 cms
M.2	0.15m	0.14m	4 #3 - EST #2 @ 20 cms
P.1	-	-	1 #3 @ 30 cms - GRALIT



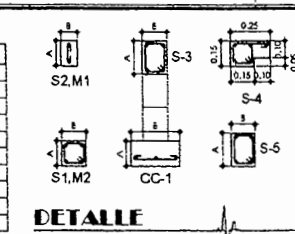
DETALLE
COLUMNA C-1
ESC: 1/20



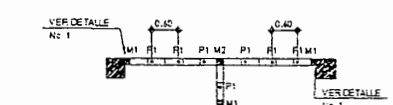
DETALLE
COLUMNA C-2
ESC: 1/20



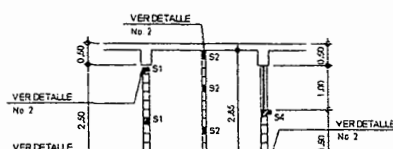
DETALLE
CONFINAMIENTO EN COLUMNA
ESC: 1/30



DETALLE
SOLERAS Y MOCHETAS
ESC: 1/20



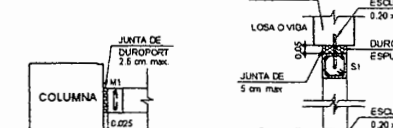
DETALLE
MUROS DE RELLENO
ESC: 1/20



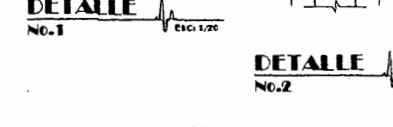
DETALLE
MUROS DE RELLENO
ESC: 1/20



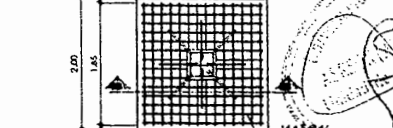
DETALLE
MUROS DE RELLENO
ESC: 1/20



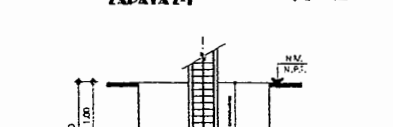
DETALLE
COLUMNA
ESC: 1/20



DETALLE
COLUMNA
ESC: 1/20



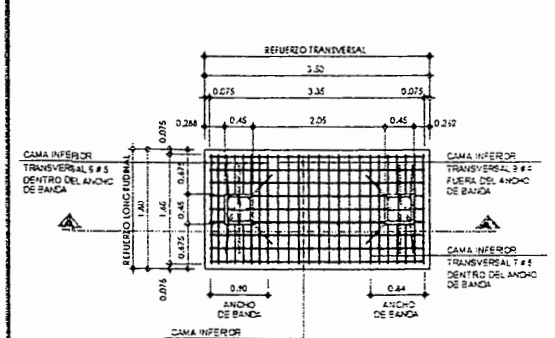
DETALLE
ZAPATA Z-1
ESC: 1/20



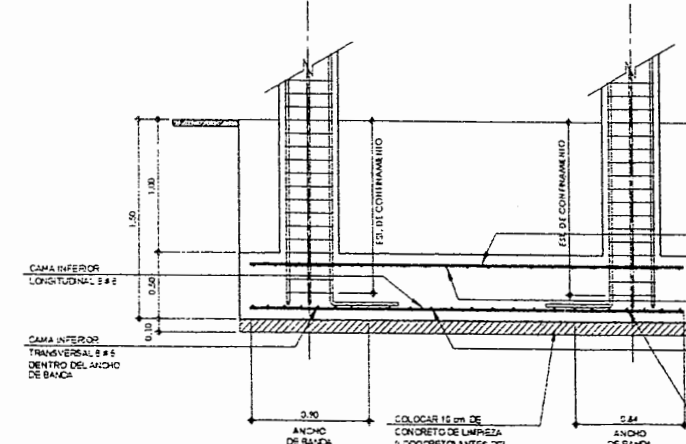
DETALLE
ZAPATA Z-1
ESC: 1/20



SECCION B-B'
ZAPATA Z-1
ESC: 1/20



DETALLE
ZAPATA Z-2
ESC: 1/30



SECCION A-A'
ZAPATA Z-2
ESC: 1/20

ESPECIFICACIONES GENERALES							
CODIGOS DE DISEÑO: AC 318S/18R - 2008 (DISEÑO DE CONCRETO REFORZADO) UBC 31, VOL. 2 (DISEÑO SISMICO)							
MATERIALES DE DISEÑO:							
CONCRETO DE REFUERZO							
COMENTACION	f _c = 280 kgf/cm ² (4,000 PSI)						
COLUMNAS	f _c = 280 kgf/cm ² (4,000 PSI)						
VIGAS Y LOSAS	f _c = 280 kgf/cm ² (4,000 PSI)						
ACERO DE REFUERZO							
ACERO A FLECCION	f _y = 4,200 kgf/cm ² (60,000 PSI) E-60						
ACERO A CORTE	f _y = 4,200 kgf/cm ² (60,000 PSI) E-60						
CARGAS Y PESOS ESPECIFICOS DE DISEÑO:							
CARGAS VIVAS							
ALUSOPIONAS	W = 200 kgf/m ²						
FABRILORADAS	W = 500 kgf/m ²						
BANCOS	W = 300 kgf/m ²						
TECHO SIN ACCESO	W = 100 kgf/m ²						
CARGAS MUERTAS							
FRANJILLOS	W = 120 kgf/m ²						
ACABADOS EN LOSA	W = 25 kgf/m ²						
INTERMEDIANTE	W = 10 kgf/m ²						
ACCESORIOS COLGANTES	W = 50 kgf/m ²						
PISO + MORTERO	W = 120 kgf/m ²						
CELOFALSO	W = 10 kgf/m ²						
TABIQUE	W = 90 kgf/m ² (VERTICAL)						
MUROS 140 14 CON RELLENO	W = 250 kgf/m ² (VERTICAL)						
MUROS 140 08 SIN RELLENO	W = 140 kgf/m ² (VERTICAL)						
PESOS ESPECIFICOS							
CONCRETO ARMADO	Y = 2,400 kgf/m ³						
ACERO	Y = 7,800 kgf/m ³						
SUELO (sin ARMOS)	Y = 11.7 Ton/m ³						
CAPACIDAD SOPORTE DEL SUELO							
ARCILLAS	q _u = 72 Ton/m ²						
RECUBRIMIENTOS:							
RECUBRIMIENTOS MINIMOS							
CIMENTOS	1 + 7.5 cm						
COLUMNAS Y VIGAS	1 + 4.0 cm						
LOSA	1 + 3.5 cm						
SOLERAS Y MOCHETAS	1 + 2.5 cm						
GANCHOS ESTANDAR SOMETIDOS A TENSION:							
GANCHO DE REFLEJO PRINCIPAL							
GANCHO 135°							
GANCHO 90°							
GANCHO 180°							
LONGITUDES DE EMPALMES POR TRASLAPE O REGATON:							
LONGITUD DE EMPALMES EN VIGAS Y COLUMNAS (MENOS DEL 50% DE LAS VARILLAS EN LA MISMA SECCION)							
AREA PERMITIDA DE EMPALMES EN VIGAS							
AREA PERMITIDA DE EMPALMES EN COLUMNAS							
No.	D _c (cm)	A _s (cm ²)	D _g (cm)	L ₁ (cm)	L ₂ (cm)	L ₃ (cm)	
2	8.84	0.32	4	10	10	10	
3	8.85	0.71	8	10	15	10	
4	1.27	1.27	8	15	20	10	
5	1.58	1.68	10	18	20	10	
6	1.81	2.55	12	-	25	10	
7	2.27	3.89	14	-	30	10	
8	2.54	5.07	15	-	35	10	
8	2.85	8.41	23	-	35	10	
10	3.18	7.82	25	-	40	10	
11	3.48	9.58	28	-	45	10	
AREA PERMITIDA DE EMPALMES EN COLUMNAS							
No.	L ₁ (cm)	No.	L ₂ (cm)	No.	L ₃ (cm)	No.	L ₄ (cm)
4	55	8	20	8	130	10	200
5	80	7	100	9	185	11	225

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ,
GUATEMALA
OFICINA DE PLANIFICACION MUNICIPAL

PROYECTO:
Complejo para Educación Primaria y Básica, Caserío Pacajay

UBICACION:
Caserío Pacajay, Aldea Cruz Blanca, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Departamento de Guatemala

CONTENIDO:
Planta de Cimientos y Columnas, Edificio C

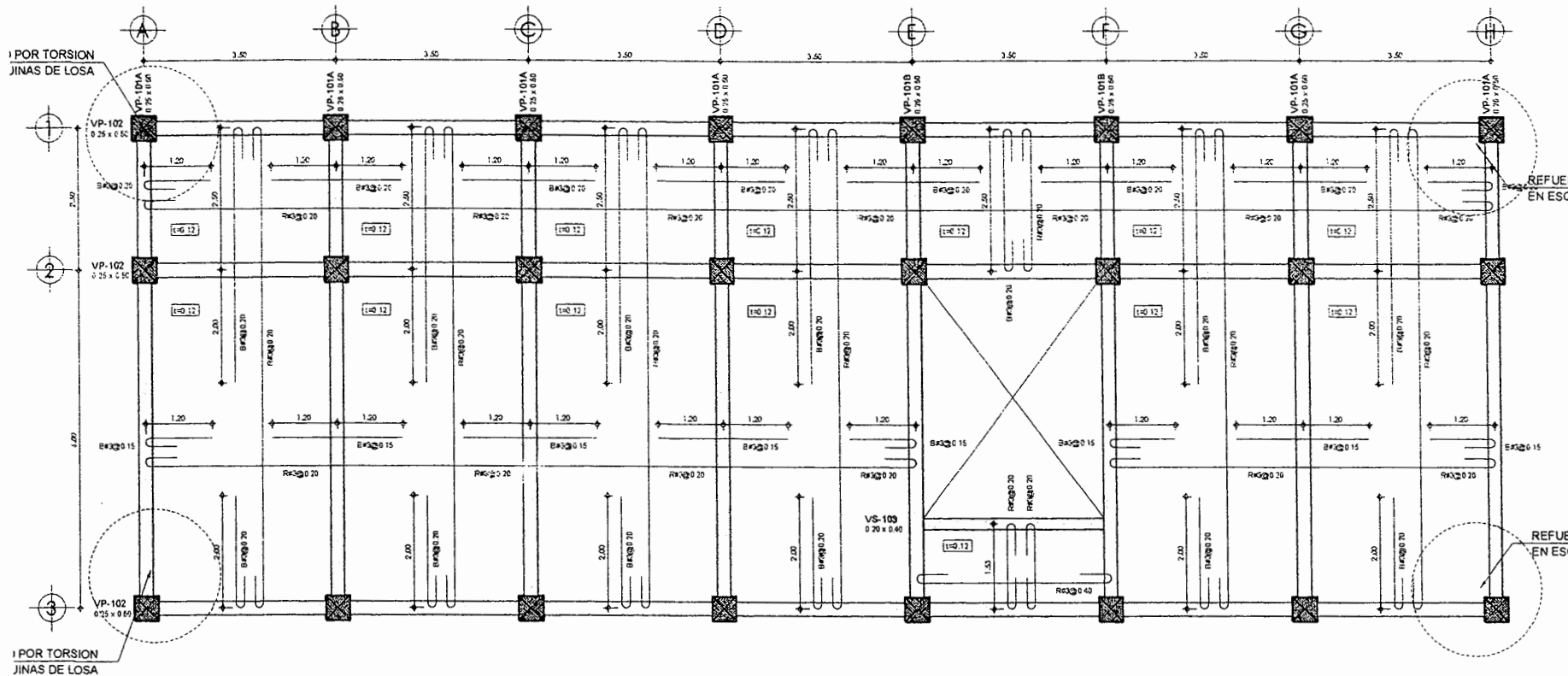
DISEÑO: Luis Alvarado Elias
REVISOR: Ing. Angel Sc.
CALCULO: Luis Alvarado Elias
ESCALA: Indicada
DIBUJO: Luis Alvarado Elias
FECHA: Mayo 2012

ARQUITECTURA
ESTRUCTURAS
INSTALACIONES
TOPOGRAFIA
ESPECIALES

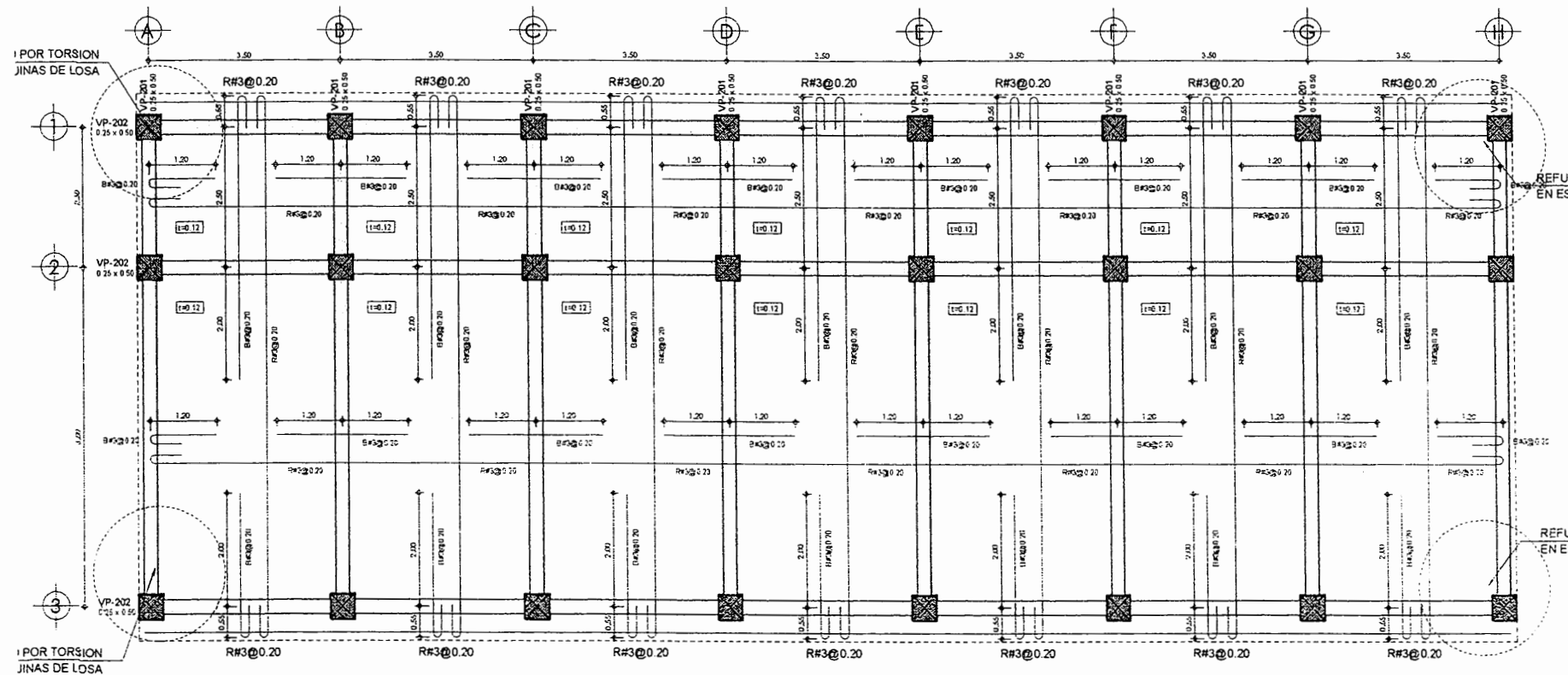
Ing. Angel Roberto Sc. Cardia
Arquitecto de E.P.S.

Ing. Luis Cuyón
Coordinador de Oficina Municipal de Planificación

HOJA 19/27



PLANTA DE VIGAS Y LOSAS
1er. NIVEL, EDIFICIO C



PLANTA DE VIGAS Y LOSAS
2do. NIVEL, EDIFICIO C

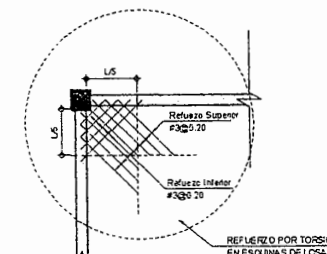
NOMENCLATURA DE LOSAS	
SIMBOLO	DESCRIPCION
VP-101 0.25 x 0.50	INDICA UBICACION, TIPO Y DIMENSION DE VIGAS
L#12	INDICA PROYECCION DE LOSA, ESPESOR DE 0.12 mts.
X	INDICA VACIO EN LOSA
B#3@0.20	INDICA BASTON Y REL. ESPACIAMIENTO INDICADO

NOTAS GENERALES

*LA LONGITUD DE LOS BASTONES ESTA MEDIDA A EJES DE LAS VIGAS, Y NO INCLUYE LOS GANCHOS A 180° PARA ANCLAJE DEL REFUERZO.

*COLOCAR EL REFUEZO POR TORSION EN ESQUINAS DE LOSA.

*COLOCAR LOS RIELES DE REFUEZO EN DIRECCION LARGA, POR ENSIMA DEL REFUEZO EN DIRECCION CORTA.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ,
GUATEMALA
OFICINA DE PLANIFICACIÓN MUNICIPAL

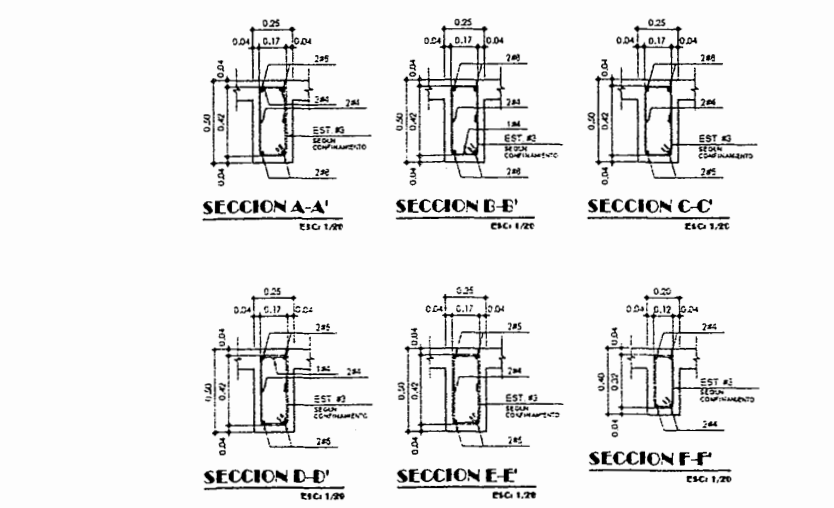
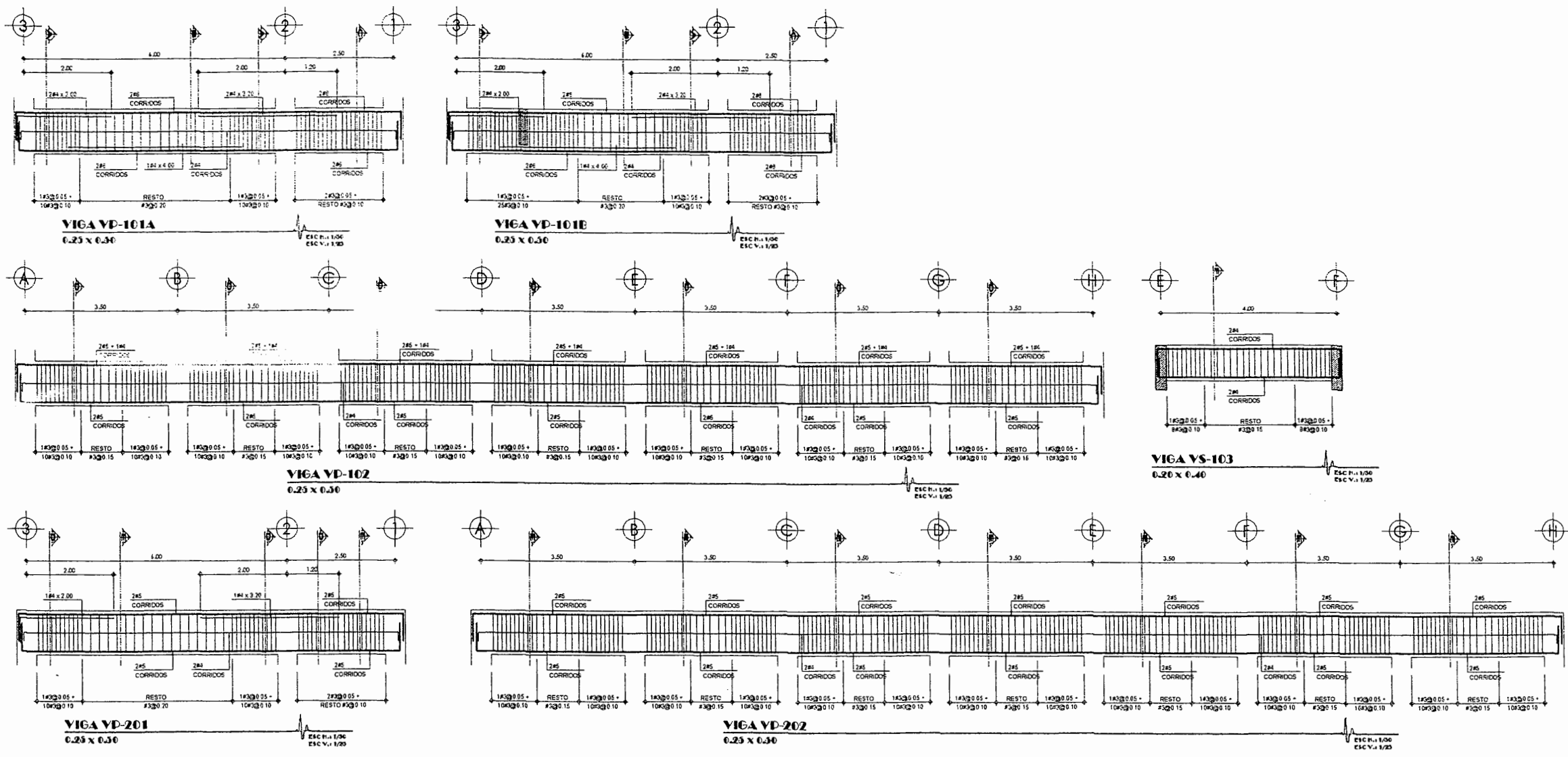
PROYECTO: Complejo para Educación Primaria y Básica, Caserío Pacajay
UBICACIÓN: Caserío Pacajay, Aldea Cruz Blanca, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Departamento de Guatemala

CONTENIDO: Planta de Vigas y Losas, Edificio C

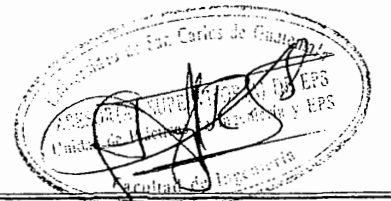
DISEÑO: Luis Alvarado Eñes	REVISÓ: Ing. Ángel Stc.	<input checked="" type="checkbox"/> ARQUITECTURA
CALCULO: Luis Alvarado Eñes	ESCALA: Indicada	<input type="checkbox"/> ESTRUCTURAS
DIBUJO: Luis Alvarado Eñes	FECHA: Mayo 2012	<input type="checkbox"/> INSTALACIONES
		<input type="checkbox"/> TOPOGRAFIA
		<input type="checkbox"/> ESPECIALES

Ing. Ángel Roberto Stc. García
Ing. So. Ing. Luis Cuyón

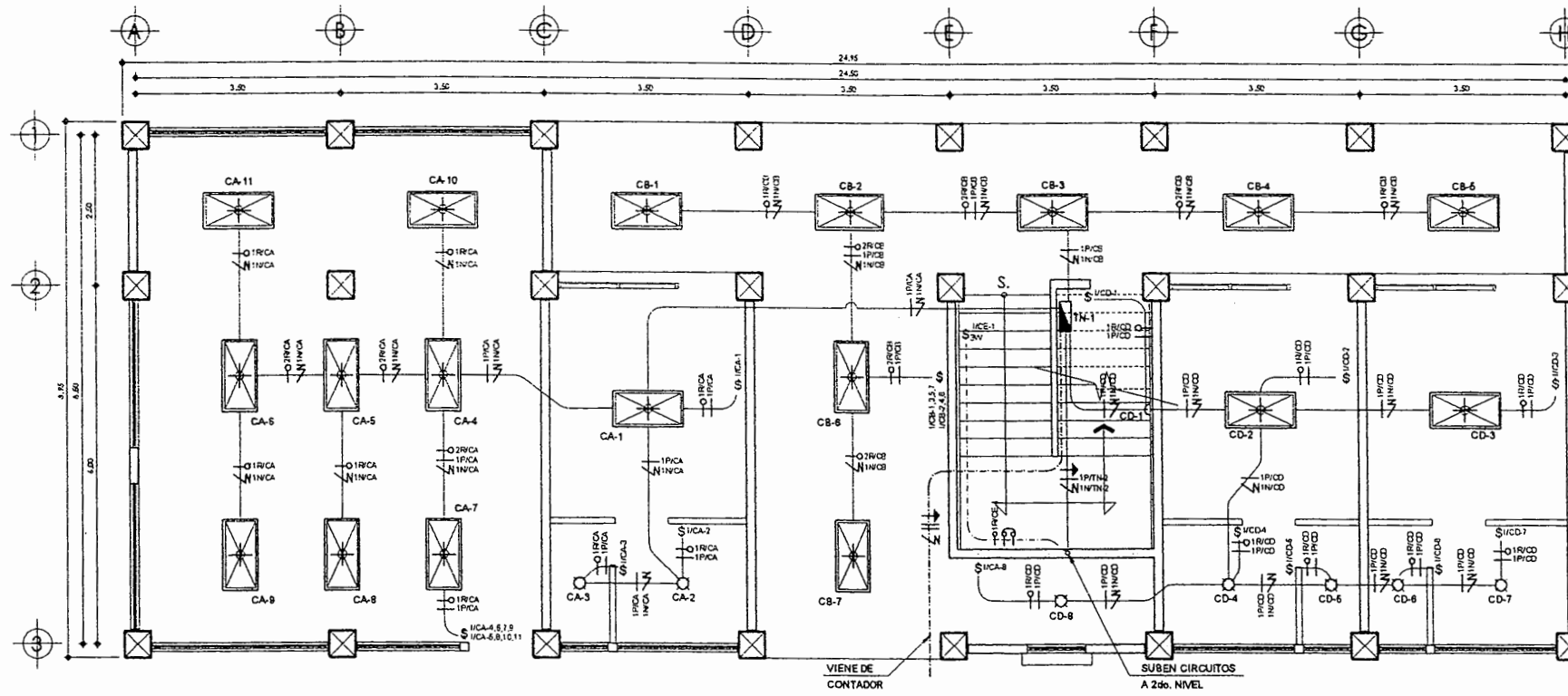
20/27



NOTAS GENERALES
 *LA LONGITUD DE LOS BASTONES ESTA MEDIDA A EJES DE LAS VIGAS, Y NO INCLUYE LOS GANCHOS A 90° PARA ANCLAJE DEL REFUERZO.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)	
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA OFICINA DE PLANIFICACION MUNICIPAL	
PROYECTO: Complejo para Educación Primaria y Básica, Caserío Pacajay UBICACION: Caserío Pacajay, Aldea Cruz Blanca, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Departamento de Guatemala	
CONTENIDO: Detalles de Armado de Vigas, Primer Nivel, Edificios C	<input type="checkbox"/> ARQUITECTURA <input checked="" type="checkbox"/> ESTRUCTURAS <input type="checkbox"/> INSTALACIONES <input type="checkbox"/> TOPOGRAFIA <input type="checkbox"/> ESPECIALES
DISEÑO: Luis Alvarado Elias CALCULO: Luis Alvarado Elias DIBUJO: Luis Alvarado Elias	REVISOR: Ing. Angel Sic. ESCALA: Indicada FECHA: Mayo 2012
Ing. Angel Roberto Sic Garcia Asesor - Licencia en EPS	Ing. Roberto Luis Cuyón Coordinador - Lic. Municipal de Planificación
HOJA 21 27	

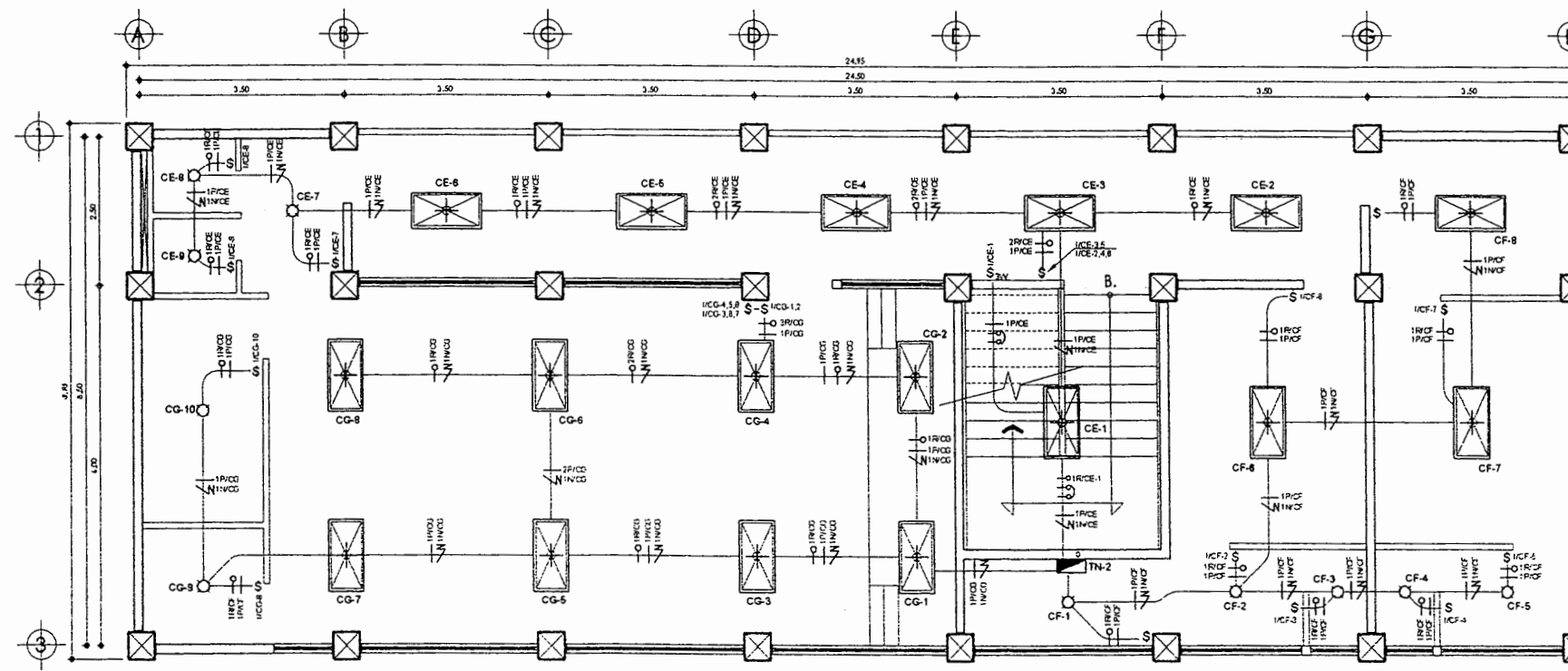


PLANTA DE ILUMINACION
1er. NIVEL, EDIFICIO C

ESC: 1/50

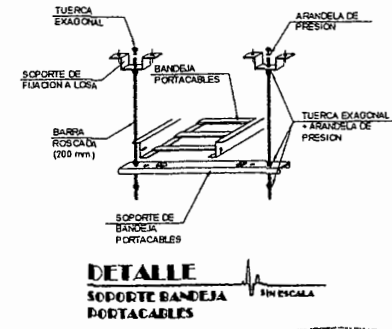
NOMENCLATURA DE ILUMINACION	
SIMBOLO	DESCRIPCION
△	INDICA SALIDA PARA LAMPARA DECORATIVA DE PARED EN CAJA OCTAGONAL, # 2 02 mts
□	INDICA SALIDA PARA LAMPARA DECORATIVA DE CIELO EN CAJA OCTAGONAL, INSTALADA SOBRE CIELO FALSO
⊠	LAMPARA FLUORESCENTE, 12V, 34W WATTS, 2+1 PIES
SS	INTERRUPTOR SENCILLO Y DOBLE, 120V-15A GRADO COMERCIAL EN CAJA RECTANGULAR 2x4", # 1 20 mts
SS	INTERRUPTOR SENCILLO DE TRES VIAS, 120V-15A GRADO COMERCIAL EN CAJA RECTANGULAR 2x4", # 1 20 mts
—	INDICA TUBERA TIPO PVC ELECTRICO SUSPENDIDA EN LOSA, Ø 3/4" Ø INDICADO
—	INDICA TUBERA TIPO PVC ELECTRICO EN PISO Ø PARED, Ø 3/4" Ø INDICADO
—	INDICA LINEAS VIVA, RETORNO Y NEUTRAL # 12 Ø INDICADO
—	INDICA PUENTE PARA TRES VIAS (Ø)
□	INDICA QUE LA UNIDAD PERTENECE AL CIRCUITO 'A'
□	INDICA QUE EL INTERRUPTOR CONTROLA LA UNIDAD 1 DEL CIRCUITO 'A'
—	INDICA TABLERO DE DISTRIBUCION DE CIRCUITOS
—	INDICA ABRIGATURA DEL TIPO Y CANTIDAD DE CABLE EN LA LINEA
—	INDICA TIPO Y CANTIDAD DE CABLE RETORNO, POSITIVO Y NEUTRO PERTENECIENTES AL CIRCUITO 'A'

NOTAS GENERALES	
*TODO EL ALAMBRADO SERA THW # 12 AWG.	
*EL ALAMBRADO PARA LA ACOMETIDA SERA THW # 2 AWG.	
*EL TABLERO SE ALIMENTARA CON ALAMBRE THW # 8 AWG.	



PLANTA DE ILUMINACION
2do. NIVEL, EDIFICIO C

ESC: 1/50



DETALLE
SOPORTE BANDEJA PORTACABLES

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ,
GUATEMALA
OFICINA DE PLANIFICACION MUNICIPAL

PROYECTO:
Complejo para Educación Primaria y Básica, Caserío Pacajay

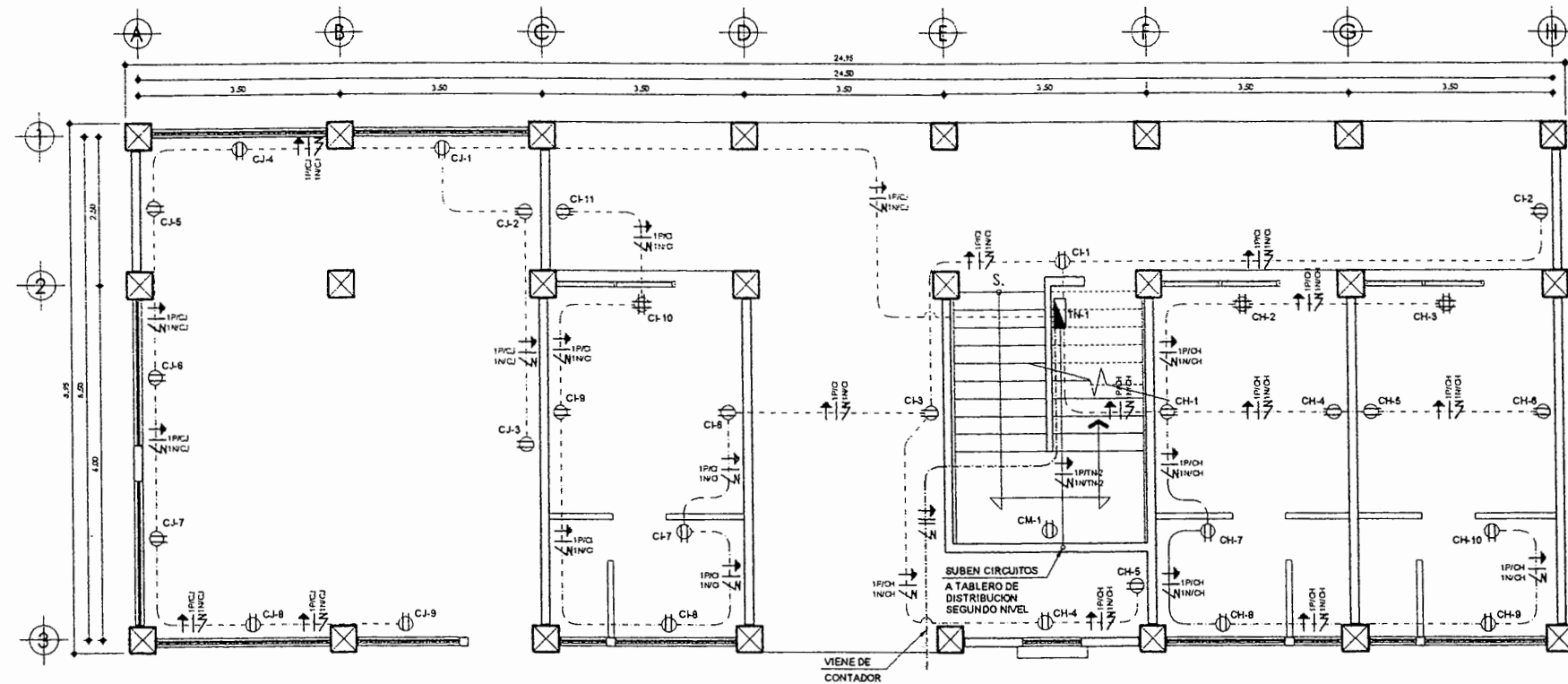
UBICACION: Caserío Pacajay, Aldea Cruz Blanca, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Departamento de Guatemala

CONTENIDO:	Planta de iluminación, Edificio C	<input type="checkbox"/> ARQUITECTURA
		<input type="checkbox"/> ESTRUCTURAS
DISEÑO:	Luis Alvarado Ebas	<input checked="" type="checkbox"/> INSTALACIONES
REVISOR:	Ing. Angel Sic	<input type="checkbox"/> TOPOGRAFIA
CALCULO:	Luis Alvarado Ebas	<input type="checkbox"/> ESPECIALES
DIBUJO:	Luis Alvarado Ebas	FECHA: Mayo 2012

Ing. Angel Roberto Ja. Garcia
Asesor Supervisor E.P.S.

Ing. Bc. Ing. Luis Cuyón
Coordinador Of. Municipal de Planificación

22
27



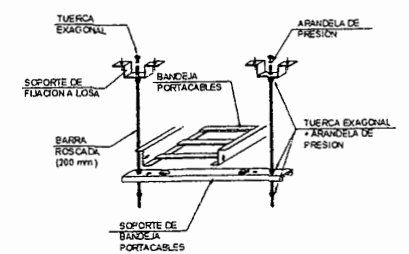
PLANTA DE FUERZA
1er. NIVEL, EDIFICIO C

ESC: 1/30

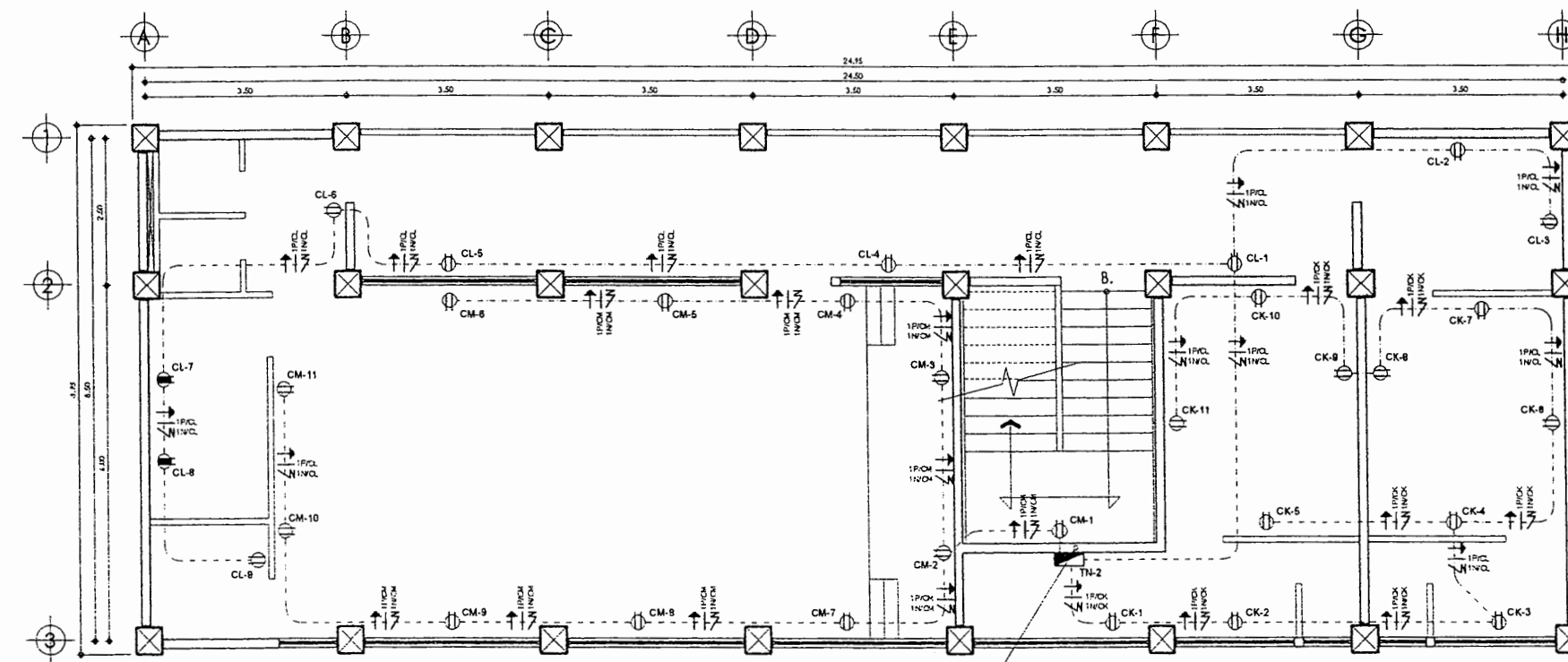
NOMENCLATURA DE FUERZA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO 120V 15A GRADO COMERCIAL EN CUA 4x7' EMBEDIDA EN PARED, HIG. 30 m. O INDIADO
	TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO 110V 15A GRADO COMERCIAL EN CUA 4x7' EMBEDIDA EN PARED, CON PLACA A PRESION DE MADERA HIG. 20 m. O INDIADO
	TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO 200V 50A GRADO INDUSTRIAL EN CUA 4x4' EMBEDIDA EN PARED
	INDICA TUBERIA TIPO PVC ELECTRICO SUSPENDIDA EN LOSA, Ø 3/4" O INDIADO
	INDICA TUBERIA TIPO PVC ELECTRICO EN PISO O PARED, Ø 3/4" O INDIADO
	INDICA LINEAS VIVA, NEUTRAL Y TIERRA # 12 O INDIADO
	INDICA CAJA DE REGISTRO CUADRADA 4"x4" O INDIADO CON TAPADERA
	INDICA QUE LA UNIDAD PERTENECE AL CIRCUITO "A"
	INDICA TABLERO DE DISTRIBUCION DE CIRCUITOS
	INDICA TIPO Y CANTIDAD DE CABLE RETORNO, NEUTRO Y TIERRA PERTENECIENTES AL CIRCUITO "A"

NOTAS GENERALES

- * TODO EL ALAMBRADO DE FUERZA SERA THW # 14 AWG.
- * EL ALAMBRADO PARA LA ACOMETIDA SERA THW # 2 AWG.
- * EL TABLERO SE ALIMENTARA CON ALAMBRE THW # 8 AWG.



DETALLE
SOPORTE BANDEJA PORTACABLES



PLANTA DE FUERZA
2do. NIVEL, EDIFICIO C

ESC: 1/30

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ,
GUATEMALA
OFICINA DE PLANIFICACION MUNICIPAL

PROYECTO: Complejo para Educacion Primaria y Basica, Caserío Pacajay

UBICACION: Caserío Pacajay, Alinea Cruz Blanca, Municipio de San Juan Sacatepequez, Departamento de Guatemala

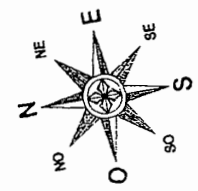
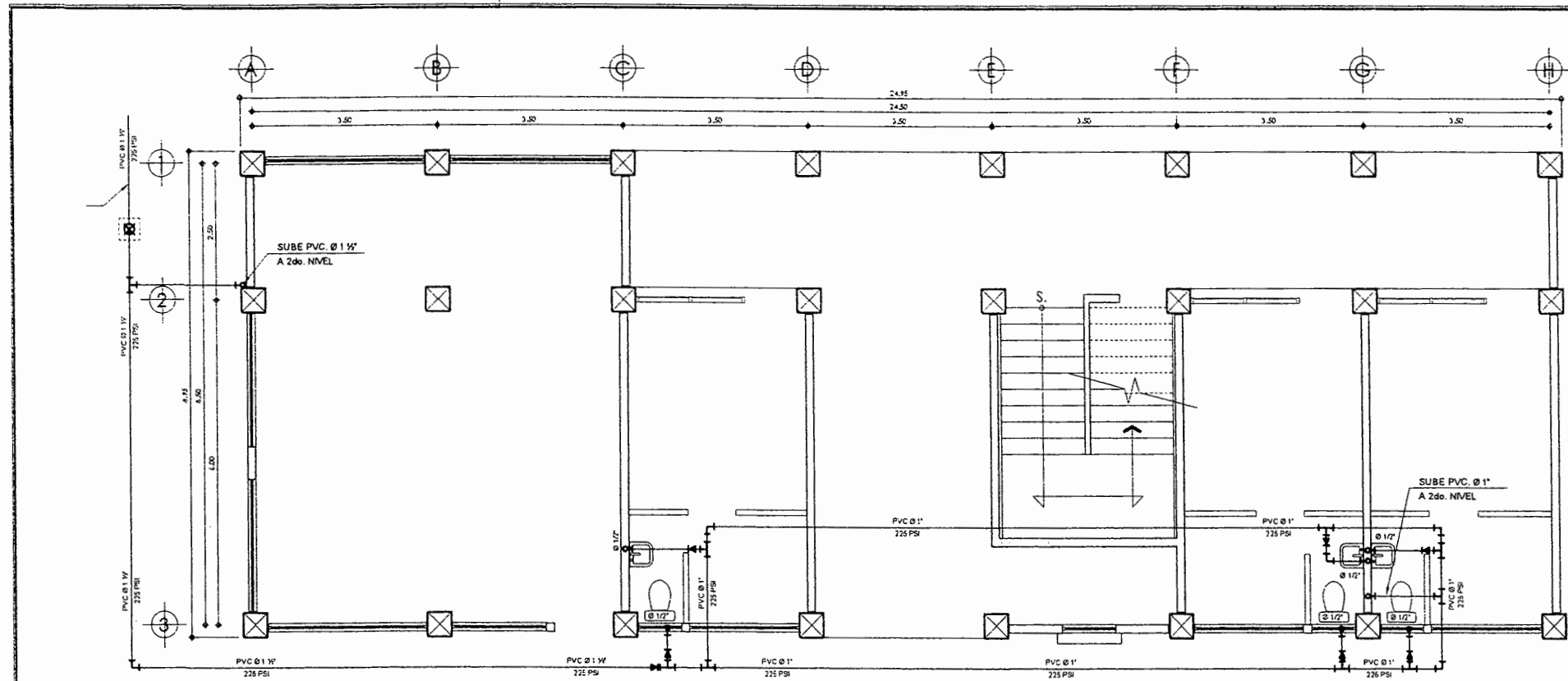
CONTENIDO: Planta de Fuerza, Edificio C

DISENO: Luis Alvarado Ebas	REVISO: Ing. Angel Sic.	<input type="checkbox"/> ARQUITECTURA
CALCULO: Luis Alvarado Ebas	ESCALA: Indicada	<input type="checkbox"/> ESTRUCTURAS
DIBUJO: Luis Alvarado Ebas	FECHA: Mayo 2012	<input checked="" type="checkbox"/> INSTALACIONES
		<input type="checkbox"/> TOPOGRAFIA
		<input type="checkbox"/> ESPECIALES

H O J A 23 / 27

Ing. Angel Roberto de Garcia
Arquitecto Supervisor E.P.S.

V. 30. Pq. Luis Cuyán
Coordinador de Planificación Municipal

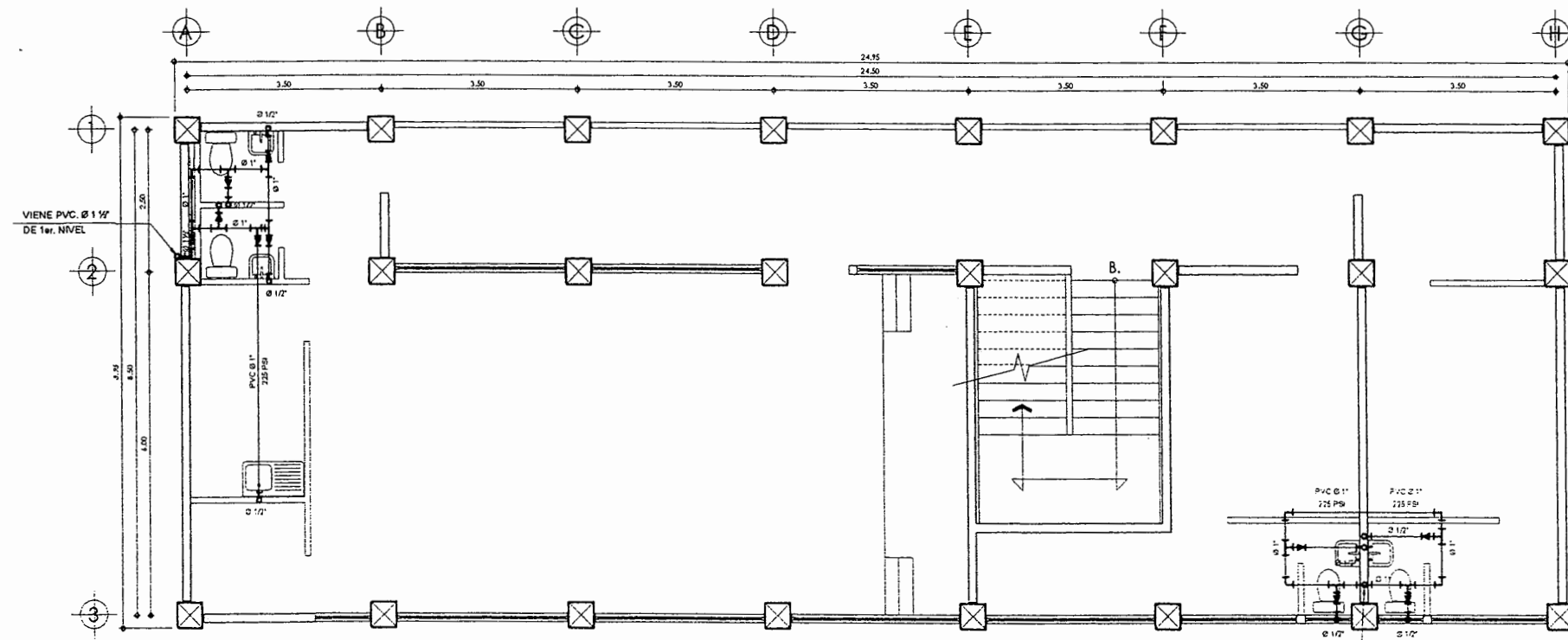


NOMENCLATURA DE AGUA POTABLE	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
—	INDICA TUBERÍA PVC Ø INDICADO
- - - -	INDICA TUBERÍA CPVC Ø INDICADO (AGUA CALIENTE)
⊥	INDICA CODO VERTICAL Ø INDICADO
⊥	INDICA CODO HORIZONTAL Ø INDICADO
⊥	INDICA TEE HORIZONTAL Ø INDICADO
⊥	INDICA TEE VERTICAL Ø INDICADO
⊥	INDICA CRUZ Ø INDICADO
⊥	INDICA REDUCTOR DE 1" A 3/4" Y DE 1 1/4 A 1"
⊥	INDICA CHORRO DE 1/2"
⊥	INDICA LLAVE DE COMPUERTA, CON CAJA DE REGISTRO

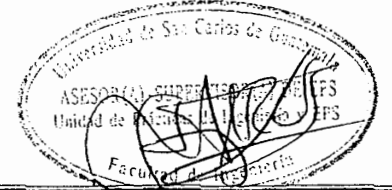
NOTAS GENERALES

TUBERÍA:
 * TODA LA DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL DE AGUA POTABLE SERÁ CON TUBERÍA PVC Ø 1 1/2" 225 PSI. NORMA ASTM D-1785
 * TODAS LAS DERIVACIONES A ARTEFACTOS SERÁN CON TUBERÍA PVC Ø 1/2" 225 PSI. NORMA ASTM D-1785

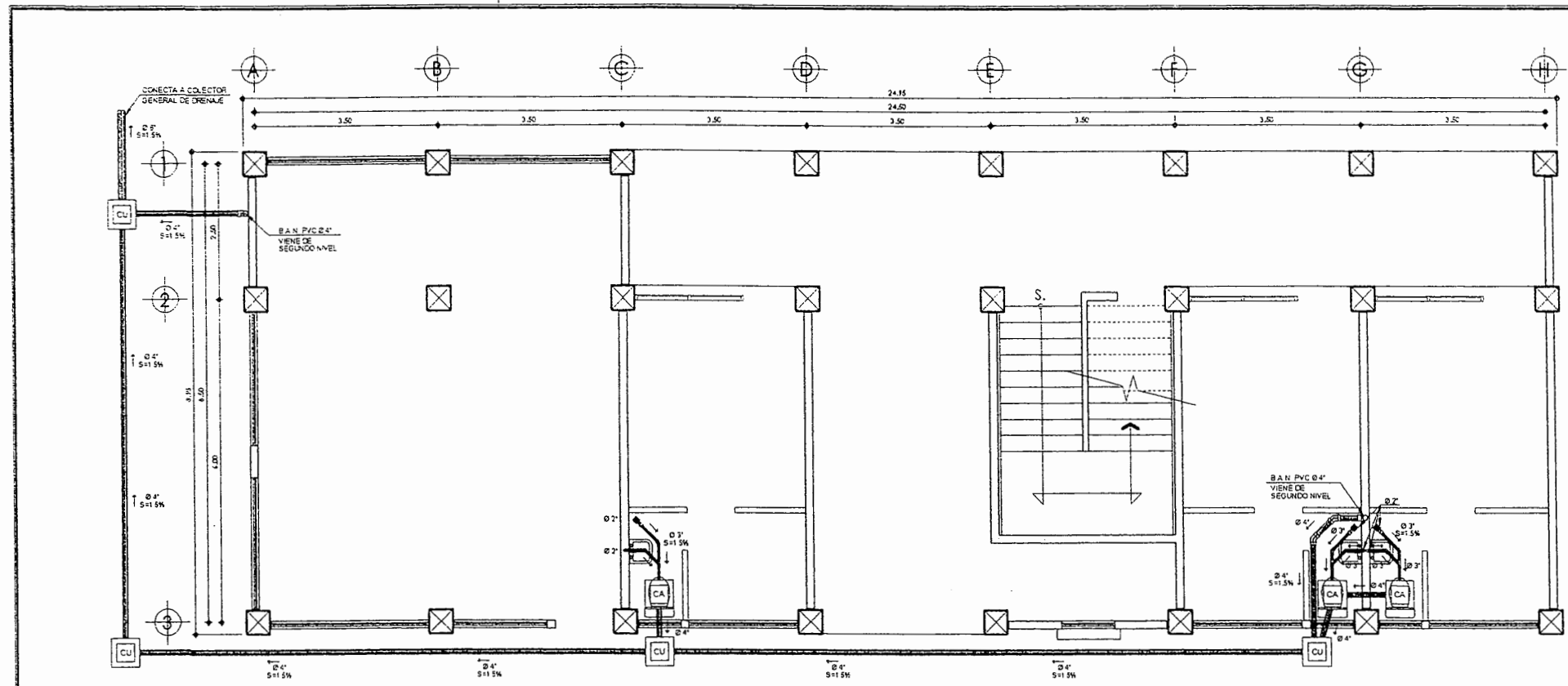
PLANTA DE AGUA POTABLE
 1er. NIVEL, EDIFICIO C
 ESC: 1/50



PLANTA DE AGUA POTABLE
 2do. NIVEL, EDIFICIO C
 ESC: 1/50

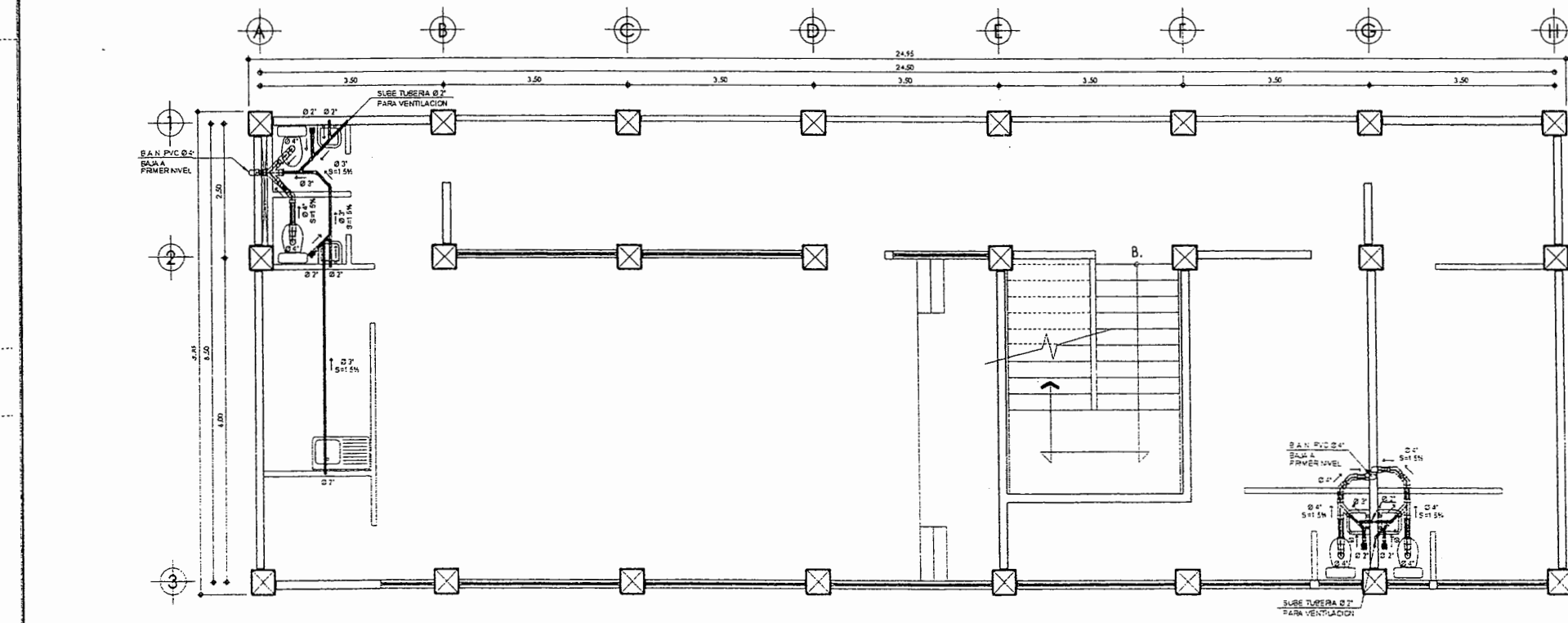


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)			
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA OFICINA DE PLANIFICACIÓN MUNICIPAL			
PROYECTO: Complejo para Educación Primaria y Básica, Caserío Pacajay			
UBICACIÓN: Caserío Pacajay, Aldea Cruz Blanca, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Departamento de Guatemala			
CONTENIDO: Planta de Agua Potable, Edificio C	<input type="checkbox"/> ARQUITECTURA <input type="checkbox"/> ESTRUCTURAS <input checked="" type="checkbox"/> INSTALACIONES <input type="checkbox"/> TOPOGRAFÍA <input type="checkbox"/> ESPECIALES		
DISEÑO: Luis Alvarado Elias	REVISÓ: Ing. Ángel Sic.		
CALCULO: Luis Alvarado Elias	ESCALA: Indicada		
DIJÓ: Luis Alvarado Elias	FECHA: Mayo 2012		
<table border="0"> <tr> <td>f. Ing. Ángel Roberto de García Asesor Localizador EPS</td> <td>f. Va. Sr. Ing. Luis Cuyán Coordinador de Planificación</td> </tr> </table>		f. Ing. Ángel Roberto de García Asesor Localizador EPS	f. Va. Sr. Ing. Luis Cuyán Coordinador de Planificación
f. Ing. Ángel Roberto de García Asesor Localizador EPS	f. Va. Sr. Ing. Luis Cuyán Coordinador de Planificación		
HOJA 24/27			



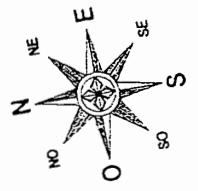
PLANTA DE AGUAS NEGRAS
1er. NIVEL, EDIFICIO C

ESCA: 1/50



PLANTA DE AGUAS NEGRAS
2do. NIVEL, EDIFICIO C

ESCA: 1/50

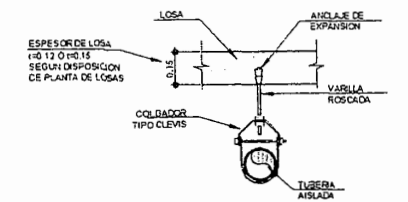
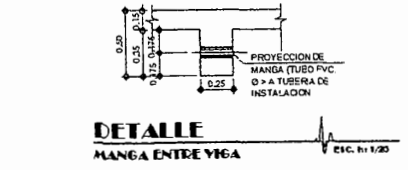


NOMENCLATURA DE AGUAS NEGRAS	
SIMBOL	DESCRIPCION
	TUBERIA PVC PARA DRENAJE SANITARIO, D. 5" INDICADO
	COUDO 90° PVC, D INDICADO
	COUDO 45° PVC, D INDICADO
	TEE 45° PVC, D INDICADO
	TEE DOBLE 45° PVC, D INDICADO
	REDUCIDOR PVC, D DE 2" A 2"
	SIFON TERMINAL, D INDICADO
	REPÓSICION DE BRONCE - SIFON TERMINAL
	MOD. SERVIDO DE LA PENDIENTE
	B.A.N. BAJADA DE AGUAS NEGRAS
	CAJA, BAJADA DE ARTEFACTO
	CAJA DE UNION

NOTAS GENERALES

TUBERIA:
* TODA LA TUBERIA DE DRENAJES SERA PVC, CLASE 150 PSI, NORMA ASTM D2511 SDR21, CON ACCESORIOS NORMA D2515

* TODA LA TUBERIA PARA EL SEGUNDO NIVEL IRA SUSPENDIDA SOBRE ENTREPISO DEL NIVEL. VER DETALLE DE ACCESORIO PARA SUSPENSION DE TUBERIA, Y CUANDO EXISTA LA NECESIDAD DE ATRAVERESAR UNA VIGA, UTILIZAR UNA MANGA DE PVC, CON D MAYOR AL DE LA INSTALACION COLADA ANTES DEL COLADO DEL CONCRETO, UNICAMENTE EN H2 DE LA VIGA, VER DE DETALLE



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ,
GUATEMALA
OFICINA DE PLANIFICACION MUNICIPAL

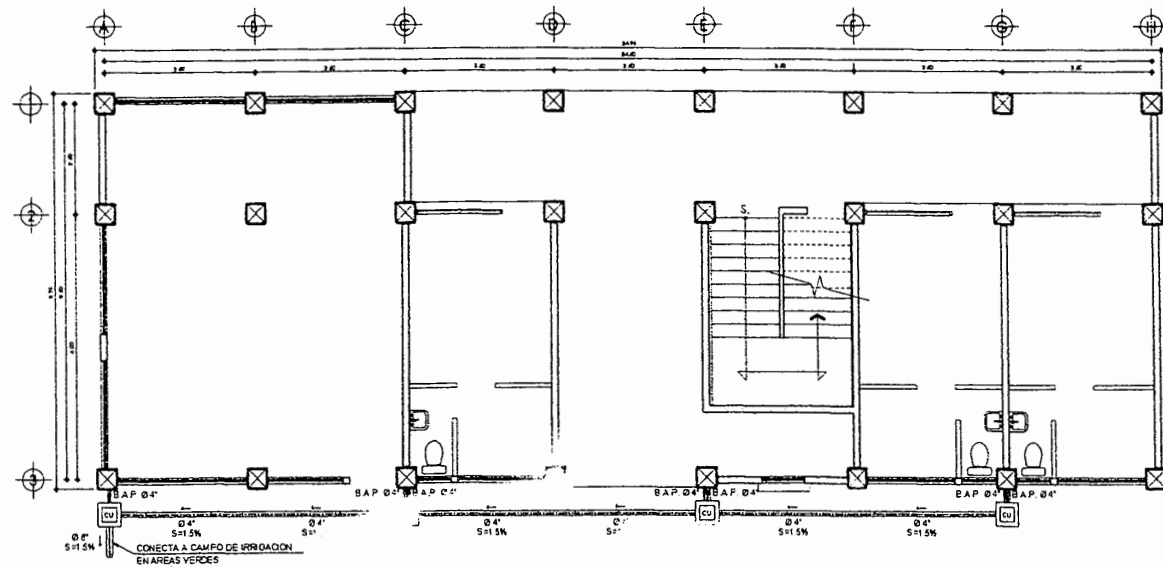
PROYECTO: Complejo para Educación Primaria y Básica, Caserío Pacajay
USCACION: Caserío Pacajay, Aldea Cruz Blanca, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Departamento de Guatemala

CONTENIDO:	Planta de Aguas Negras, Edificio C	<input type="checkbox"/> ARQUITECTURA
		<input type="checkbox"/> ESTRUCTURAS
		<input checked="" type="checkbox"/> INSTALACIONES
		<input type="checkbox"/> TOPOGRAFIA
		<input type="checkbox"/> ESPECIALES

DISEÑO: Luis Alvarado Eñes REVISÓ: Ing. Ángel Sic.
CALCULO: Luis Alvarado Eñes ESCALA: Indicada
DISEÑO: Luis Alvarado Eñes FECHA: Mayo 2012

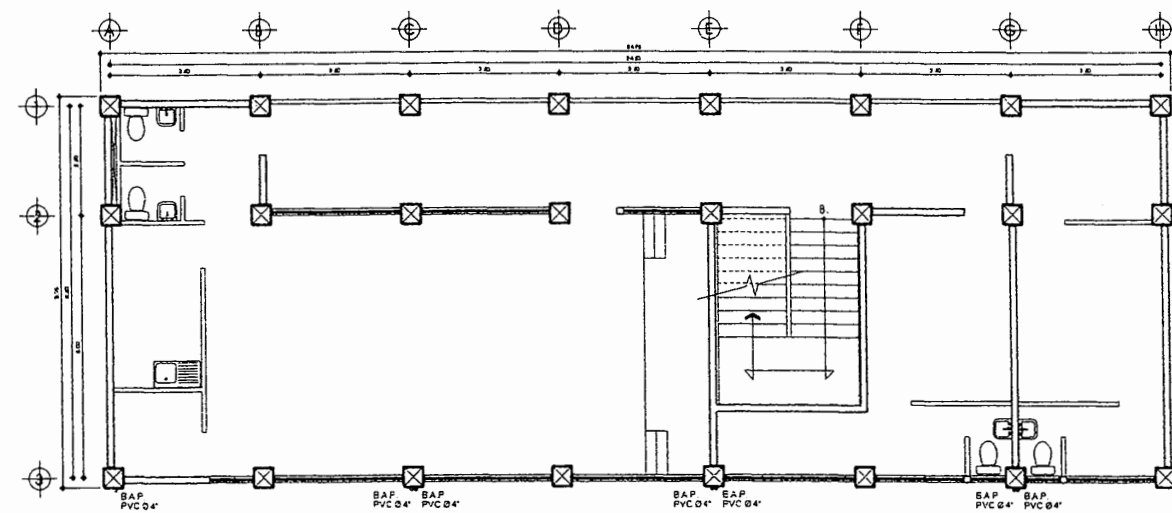
Ing. Ángel Roberto Sic García No. 50, Ing. Luis Cuyón
Asesoría en Ingeniería Coordinador: Of. Municipal de Planificación

ALTO 25 27



LANTA DE AGUAS PLUVIALES
1er. NIVEL, EDIFICIO C

ESG 1/25

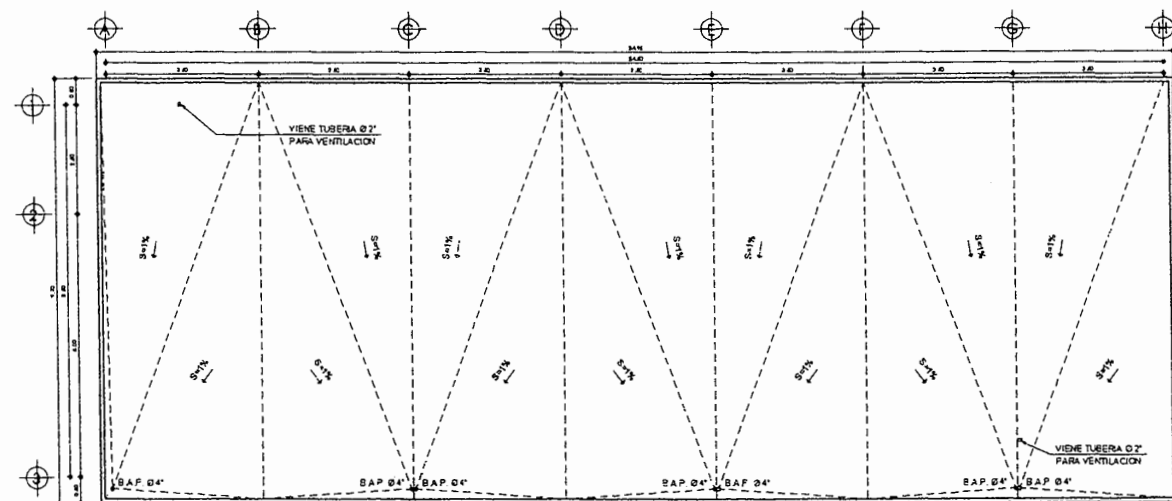
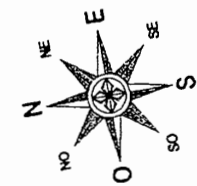
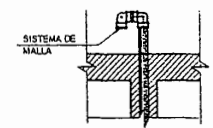


PLANTA DE AGUAS PLUVIALES
2do. NIVEL, EDIFICIO C

ESG 1/25

NOMENCLATURA DE AGUA PLUVIAL	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TUBERIA PVC PARA DRENAJE PLUVIAL, Ø Y S INDICADO
	CCODO 90° PVC Ø INDICADO
	CCODO 45° PVC Ø INDICADO
	YEE 45° PVC Ø INDICADO
	YEE DOBLE 45° PVC Ø INDICADO
	REDUCIDOR PVC Ø DE 4" A 2"
	SIFON TERMINAL Ø INDICADO
	REFOSADERA DE BRONCE - SIFON TERMINAL
	INDICA SENTIDO DE LA PENDIENTE
	B.A.P. BAJADA DE AGUA PLUVIAL
	CAJA DE REGISTRO
	CAJA DE UNION

NOTAS GENERALES	
TUBERIA: * TODA LA TUBERIA DE DRENAJES SERA PVC, CLASE 185 PS., NORMA ASTM D7511 SDR26, CON ACCESORIOS NORMA D2885	
* TODA LA TUBERIA DE PVC PLUVIAL EXPUESTA A LA INCIDENCIA DIRECTA DE LOS RAYOS SOLARES, DEBE PROTEGERSE CON ESTRUCTURA METALICA QUE GARANTICE SU CONSERVACION	
* LA TUBERIA UTILIZADA PARA VENTILACION, SERA DE PVC Ø 2" CON DOS CCODO 90° Y UN SISTEMA DE MALLA DE PROTECCION CONTRA INSECTOS	

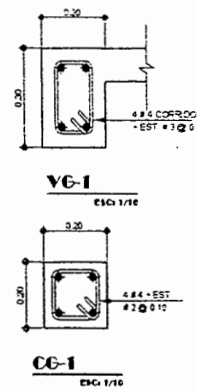
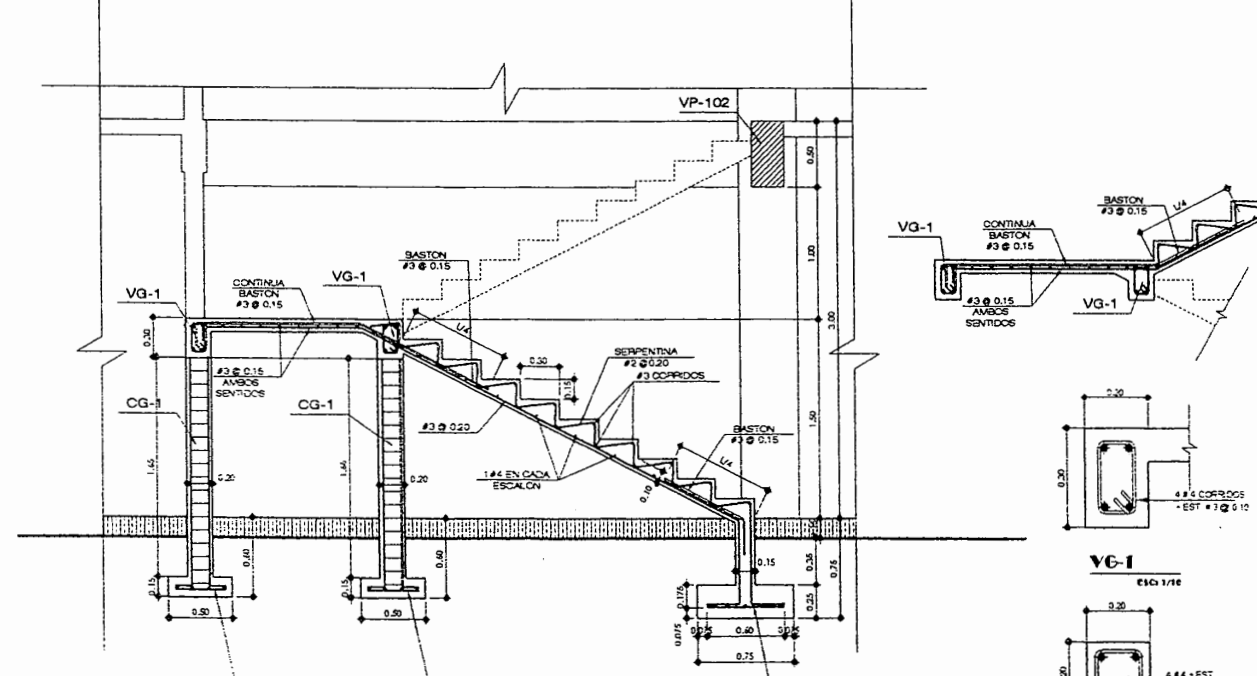
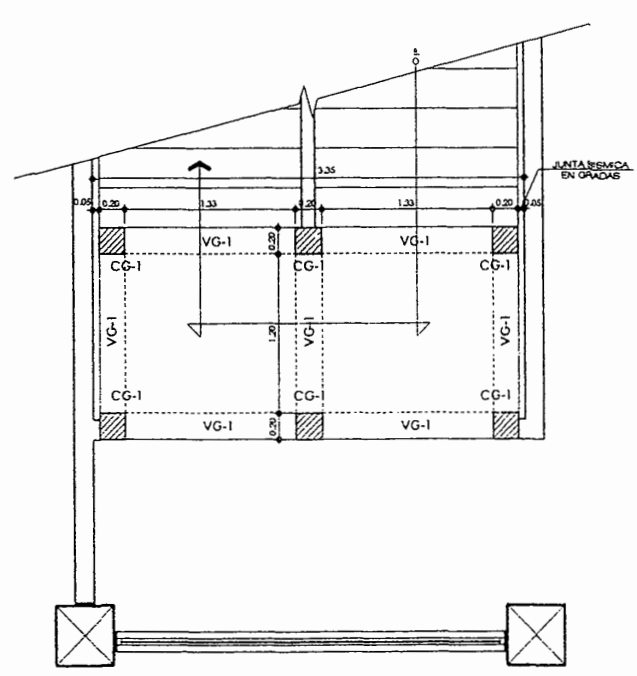
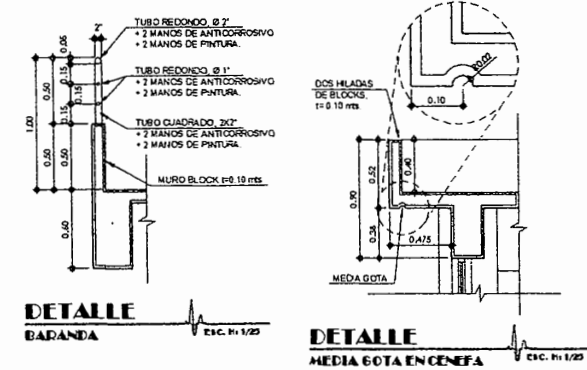
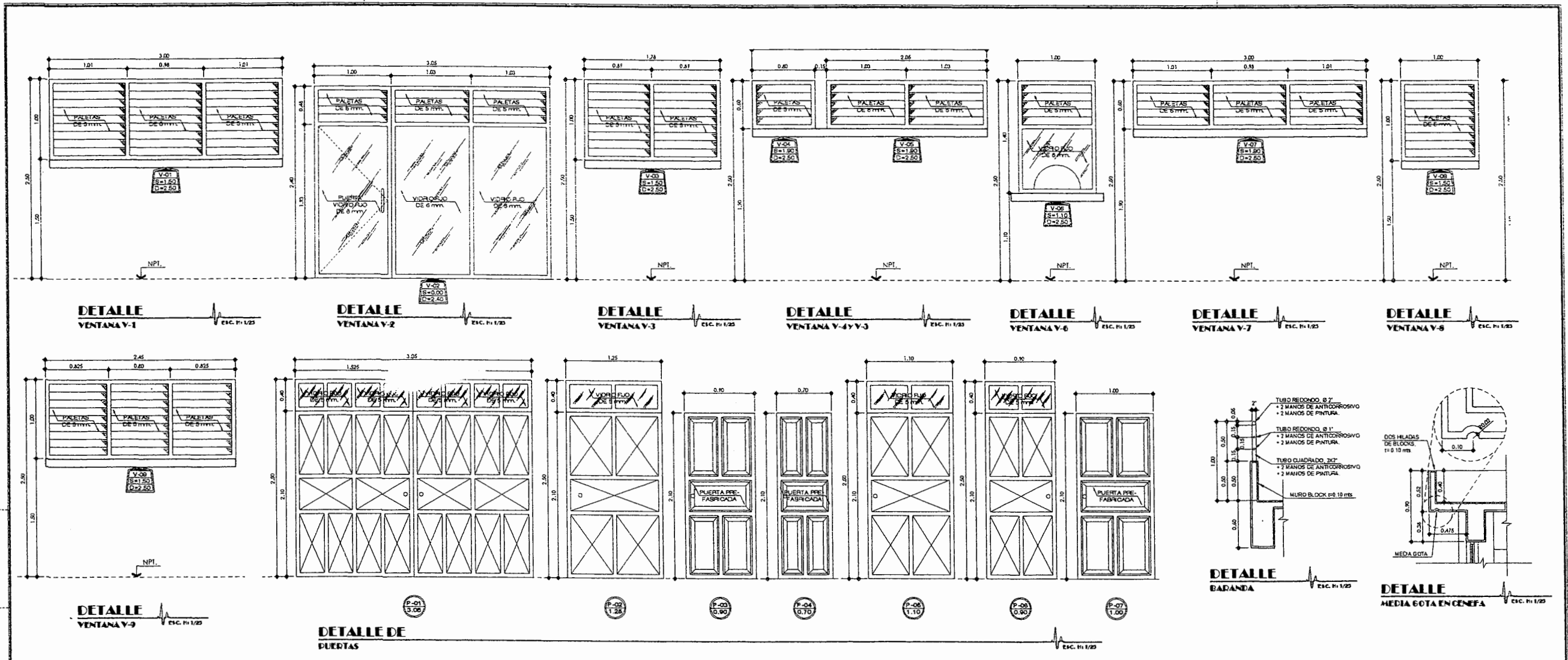


PLANTA DE TECHOS
EDIFICIO C

ESG 1/25



	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)	
	MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA OFICINA DE PLANIFICACION MUNICIPAL	
PROYECTO: Complejo para Educación Primaria y Básica, Caserío Pacajay		
UBICACION: Caserío Pacajay, Aldea Cruz Blanca, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Departamento de Guatemala		
CONTENIDO: Planta de Aguas Pluviales y de Techo, Edificio C		
DISEÑO: Luis Alvarado Elias	REVISOR: Ing. Ángel Sic	<input type="checkbox"/> ARQUITECTURA
CALCULO: Luis Alvarado Elias	ESCALA: Indicada	<input type="checkbox"/> ESTRUCTURAS
DIBUJO: Luis Alvarado Elias	FECHA: Mayo 2012	<input checked="" type="checkbox"/> INSTALACIONES
		<input type="checkbox"/> TOPOGRAFIA
		<input type="checkbox"/> ESPECIALES
Ing. Ángel Roberto Sic García Abogado-Supervisor EPS		Vo.Bo. Ing. Luis Cuyón Coordinador de Oficina de Planificación
		26 27



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ,
 GUATEMALA
 OFICINA DE PLANIFICACIÓN MUNICIPAL

PROYECTO: Complejo para Educación Primaria y Básica, Caserío Pacajay
 UBICACIÓN: Caserío Pacajay, Aldea Cruz Blanca, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Departamento de Guatemala

CONTENIDO:	Hoja de Detalles; Edificios A y B	<input type="checkbox"/> ARQUITECTURA
DISEÑO:	Luis Alvarado Elias	<input type="checkbox"/> ESTRUCTURAS
CALCULO:	Luis Alvarado Elias	<input type="checkbox"/> INSTALACIONES
DEBUIO:	Luis Alvarado Elias	<input type="checkbox"/> TOPOGRAFIA
		<input checked="" type="checkbox"/> ESPECIALES

f. Ing. Angel Roberto Sic Garcia
 Va. Bo. Ing. Lus Cuyón

HOJA 27 / 27