



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CANTÓN LOS PUENTES,  
ALDEA SAN ANTONIO SERCHIL, SAN MARCOS Y EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA LA ESCUELA  
PRIMARIA DE LA ALDEA BELAJUYAPE, CONCEPCIÓN TUTUAPA, SAN MARCOS**

**Adriana Daniela Orozco Miranda**

Asesorado por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

Guatemala, agosto de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CANTÓN LOS PUENTES,  
ALDEA SAN ANTONIO SERCHIL, SAN MARCOS Y EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA LA ESCUELA  
PRIMARIA DE LA ALDEA BELAJUYAPE, CONCEPCIÓN TUTUAPA, SAN MARCOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**ADRIANA DANIELA OROZCO MIRANDA**

ASESORADO POR EL ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERA CIVIL**

GUATEMALA, AGOSTO DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

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

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

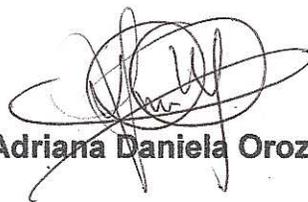
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CANTÓN LOS PUENTES,  
ALDEA SAN ANTONIO SERCHIL, SAN MARCOS Y EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA LA ESCUELA  
PRIMARIA DE LA ALDEA BELAJUYAPE, CONCEPCIÓN TUTUAPA, SAN MARCOS**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,  
con fecha 16 de abril de 2013.



**Adriana Daniela Orozco Miranda**



Guatemala, 22 de julio de 2014  
Ref.EPS.D.381.07.14

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CANTÓN LOS PUENTES, ALDEA SAN ANTONIO SERCHIL, SAN MARCOS Y EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA LA ESCUELA PRIMARIA DE LA ALDEA BELAJUYAPE, CONCEPCIÓN TUTUAPA, SAN MARCOS**, que fue desarrollado por la estudiante universitaria **Adriana Daniela Orozco Miranda, carné 200831476**, quien fue debidamente asesorada y supervisada por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano  
Director Unidad de EPS



SJRS/ra



Guatemala, 18 de julio de 2014  
Ref.EPS.DOC.792.07.14

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

Estimado Ingeniero Rodríguez Serrano.

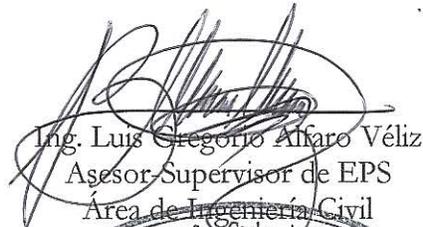
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), de la estudiante universitaria **Adriana Daniela Orozco Miranda** con carné No. **200831476**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CANTÓN LOS PUENTES, ALDEA SAN ANTONIO SERCHIL, SAN MARCOS Y EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA LA ESCUELA PRIMARIA DE LA ALDEA BELAJUYAPE, CONCEPCIÓN TUTUAPA, SAN MARCOS.**

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

  
Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz  
Asesor-Supervisor de EPS  
Área de Ingeniería Civil  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS  
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
Facultad de Ingeniería

c.c. Archivo



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

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

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



Guatemala,  
2 de mayo de 2014

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CANTÓN LOS PUENTES, ALDEA SAN ANTONIO SERCHIL, SAN MARCOS Y EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA LA ESCUELA PRIMARIA DE LA ALDEA BELAJUYAPE, CONCEPCIÓN TUTUAPA, SAN MARCOS, desarrollado por la estudiante de Ingeniería Civil Adriana Daniela Orozco Miranda, con Carnet No. 200831476, quien contó con la asesoría del Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

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



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
HIDRAULICA  
USAC

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua  
/bbdeb.





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

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

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



Guatemala,  
18 de julio de 2014

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CANTÓN LOS PUENTES, ALDEA SAN ANTONIO SERCHIL, SAN MARCOS Y DIFICIO DE DOS NIVELES PARA LA ESCUELA PRIMARIA DE LA ALDEA BELAJUYAPE, CONCEPCIÓN TUTUAPA, SAN MARCOS**, desarrollado por la estudiante de Ingeniería Civil Adriana Daniela Orozco Miranda, con Carnet No. 200831476, quien contó con la asesoría del Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

  
Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera  
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
ESTRUCTURAS  
USAC

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





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

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

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



El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz y del Director de la Unidad de E.P.S. Ing. Silvio José Rodríguez Serrano, al trabajo de graduación de la estudiante Adriana Daniela Orozco Miranda, titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CANTÓN LOS PUENTES, ALDEA SAN ANTONIO SERCHIL, SAN MARCOS Y EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA LA ESCUELA PRIMARIA DE LA ALDEA BELAJUYAPE, CONCEPCIÓN TUTUAPA, SAN MARCOS**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

  
 Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco  
 Director de Escuela Ingeniería Civil



Guatemala, agosto de 2014

/bbdeb.

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





DTG. 371.2014

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CANTÓN LOS PUENTES, ALDEA SAN ANTONIO SERCHIL, SAN MARCOS Y EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA LA ESCUELA PRIMARIA DE LA ALDEA BELAJUYAPE, CONCEPCIÓN TUTUAPA, SAN MARCOS,** presentado por la estudiante universitaria **Adriana Daniela Orozco Miranda**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano

Guatemala, 4 de agosto de 2014

/gdech



## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por ser perfecto en sabiduría, mi inspiración primera y porque al alzar mis ojos a los cielos Él escuchó mi oración e hizo resplandecer su rostro en mí.
- Mis padres** Jener Isaías Orozco González y Reyna Elizabeth Miranda Bautista, por adornar de gracia mi vida con su instrucción y dirección.
- Mis hermanos** Celestina, Daniel y Mariela Orozco Miranda, por su amor que ha llenado mi vida de alegría y la paciencia que me han dedicado.
- Mi abuela** Celestina Bravo, por cada oración que ha dispuesto en su corazón para bendecir mi vida.
- Mi familia** Abuelos, tíos y primos, por su apoyo incondicional en todo tiempo.
- Mis cuñados** Adolfo Valdés y Karen Ramírez de Orozco, por su cariño y apoyo.
- Mis amigos** Por su amistad sincera y por los momentos valiosos que me han brindado.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Dios</b>	Por ser el principio de toda sabiduría y entendimiento.
<b>La Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por abrir sus puertas y brindarme conocimientos.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por instruirme en el arte de la ingeniería civil.
<b>Ing. Luis Alfaro</b>	Por su amistad y su valioso apoyo como asesor en el trabajo de graduación de EPS.
<b>Municipalidad de San Marcos</b>	Por la oportunidad brindada y el apoyo en el desarrollo del presente trabajo de graduación.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS.....	XI
GLOSARIO.....	XIII
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN.....	XIX
1. FASE DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Aldea San Antonio Serchil, municipio de San Marcos, y aldea Belajuyape, municipio de Concepción Tutuapa, departamento de San Marcos.....	1
1.1.1. Monografía.....	1
1.1.1.1. Ubicación y localización.....	1
1.1.1.2. Clima.....	3
1.1.2. Aspectos de infraestructura.....	4
1.1.2.1. Vías de acceso.....	4
1.1.2.2. Servicios públicos.....	5
1.1.3. Aspectos socioeconómicos.....	5
1.1.3.1. Origen de la comunidad.....	6
1.1.3.2. Actividad económica.....	6
1.1.3.3. Etnia, religión y costumbres.....	7
1.1.3.4. Alfabetismo.....	7
1.1.3.5. Organización comunitaria.....	8

2.	SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL .....	9
2.1.	Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el cantón Los Puentes, aldea San Antonio Serchil, San Marcos, San Marcos. ....	9
2.1.1.	Descripción del proyecto .....	9
2.1.2.	Levantamiento topográfico .....	9
2.1.2.1.	Planimetría .....	10
2.1.2.2.	Altimetría .....	10
2.1.3.	Descripción del sistema a utilizar.....	10
2.1.4.	Partes de un alcantarillado .....	11
2.1.4.1.	Colector principal .....	11
2.1.4.2.	Pozos de visita .....	11
2.1.4.3.	Conexiones domiciliarias .....	12
2.1.5.	Período de diseño .....	12
2.1.6.	Población futura .....	13
2.1.7.	Determinación de caudales .....	13
2.1.7.1.	Población tributaria .....	14
2.1.7.2.	Dotación de agua potable .....	14
2.1.7.3.	Factor de retorno .....	14
2.1.7.4.	Caudal sanitario.....	14
2.1.7.4.1.	Caudal domiciliar .....	15
2.1.7.4.2.	Caudal comercial .....	15
2.1.7.4.3.	Caudal industrial .....	15
2.1.7.4.4.	Caudal por conexiones ilícitas.....	16
2.1.7.4.5.	Caudal de infiltración ....	16
2.1.7.5.	Caudal medio .....	16
2.1.7.6.	Factor de caudal medio .....	17
2.1.7.7.	Factor de Harmond.....	17

	2.1.7.8.	Caudal de diseño .....	18
2.1.8.		Fundamentos hidráulicos .....	18
	2.1.8.1.	Ecuación de Manning para flujo de canales.....	19
	2.1.8.2.	Relación de diámetros y caudales .....	20
	2.1.8.3.	Relaciones hidráulicas .....	20
2.1.9.		Parámetros de diseño hidráulico .....	21
	2.1.9.1.	Coeficiente de rugosidad.....	21
	2.1.9.2.	Sección llena y parcialmente llena .....	22
	2.1.9.3.	Velocidades máximas y mínimas .....	24
	2.1.9.4.	Pendientes .....	24
	2.1.9.5.	Diámetros de las tuberías .....	25
	2.1.9.6.	Diámetro de colector .....	25
	2.1.9.7.	Profundidad mínima del colector .....	25
		2.1.9.7.1. Profundidad mínima del colector.....	26
		2.1.9.7.2. Ancho de zanja .....	26
		2.1.9.7.3. Volumen de excavación .....	27
		2.1.9.7.4. Cotas Invert.....	28
2.1.10.		Obras complementarias .....	28
	2.1.10.1.	Conexiones domiciliarias .....	28
	2.1.10.2.	Cajas de registro .....	29
	2.1.10.3.	Tuberías secundarias.....	29
	2.1.10.4.	Pozos de visita .....	30
	2.1.10.5.	Profundidad de tubería .....	30
2.1.11.		Diseño hidráulico del sistema.....	34
2.1.12.		Ejemplo de diseño .....	34
2.1.13.		Descarga .....	37

2.1.13.1.	Ubicación.....	37
2.1.13.2.	Diseño de fosas sépticas .....	38
2.1.13.3.	Diseño de pozos de absorción.....	41
2.1.13.3.1.	Índice de absorción.....	41
2.1.14.	Evaluación de Impacto Ambiental (EIA).....	43
2.1.14.1.	En construcción .....	43
2.1.14.2.	En operación .....	44
2.1.15.	Evaluación socioeconómica .....	45
2.1.15.1.	Valor Presente Neto (VPN).....	45
2.1.15.2.	Tasa Interna de Retorno (TIR).....	45
2.1.16.	Presupuesto .....	46
2.1.17.	Cronograma de ejecución.....	47
2.1.18.	Elaboración de planos .....	47
2.2.	Diseño de edificio de dos niveles para escuela primaria de aldea Belajuyape, Concepción Tutuapa, San Marcos. ....	48
2.2.1.	Descripción del proyecto .....	48
2.2.1.1.	Infraestructura requerida para el centro educativo .....	49
2.2.1.2.	Descripción del área disponible .....	49
2.2.1.2.1.	Localización del terreno .....	49
2.2.1.2.2.	Topografía .....	49
2.2.1.3.	Diseño arquitectónico .....	50
2.2.1.4.	Predimensionamiento del edificio .....	50
2.2.1.5.	Selección del sistema estructural.....	51
2.2.1.6.	Características del suelo.....	51
2.2.1.6.1.	Valor soporte del suelo.....	52
2.2.2.	Análisis estructural .....	52

2.2.2.1.	Selección del sistema estructural .....	53
2.2.2.2.	Predimensionamiento estructural .....	53
2.2.2.3.	Modelo matemático de marcos rígidos .....	57
2.2.2.4.	Centro de masa y centro de rigidez.....	57
2.2.2.5.	Integración de cargas.....	58
2.2.2.5.1.	Cargas gravitacionales .....	58
2.2.2.5.2.	Cargas laterales de sismo.....	63
2.2.2.6.	Análisis de marcos rígidos por método numérico y comparación utilizando software .....	83
2.2.2.7.	Momentos últimos por envolventes .....	95
2.2.3.	Diseño estructural .....	107
2.2.3.1.	Losas .....	107
2.2.3.2.	Vigas.....	124
2.2.3.3.	Columnas.....	130
2.2.3.4.	Conexión viga-columna.....	141
2.2.3.5.	Cimientos .....	149
2.2.3.6.	Gradas .....	156
2.2.4.	Instalaciones .....	160
2.2.4.1.	Agua potable.....	160
2.2.4.2.	Drenajes.....	161
2.2.4.3.	Instalación eléctrica.....	162
2.2.4.4.	Instalaciones hidráulicas y sanitarias.....	163
2.2.5.	Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) .....	163
2.2.5.1.	En construcción.....	164

2.2.5.2.	En operación .....	164
2.2.6.	Presupuesto .....	165
2.2.7.	Cronograma de ejecución.....	166
2.2.8.	Elaboración de planos .....	166
CONCLUSIONES .....		167
RECOMENDACIONES .....		169
BIBLIOGRAFÍA .....		171
APÉNDICES .....		173

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Ubicación de aldea San Antonio Serchil, San Marcos, San Marcos.....	2
2.	Ubicación de aldea Belajuyape, Concepción Tutuapa, San Marcos.....	3
3.	Pozo de visita con cámara de caída.....	32
4.	Pozo de visita con disipador.....	32
5.	Cámara de caída escalonada.....	33
6.	Área tributaria en columna .....	56
7.	Área tributaria en columna .....	60
8.	Carga muerta y carga viva en eje 1.....	62
9.	Carga muerta y carga viva en eje 2.....	62
10.	Carga muerta y carga viva en eje A y G.....	63
11.	Carga muerta y carga viva en eje B, C, D, E y F .....	63
12.	Planta típica de edificio .....	71
13.	Localización del CM y CR en planta.....	77
14.	Carga de sismo en planta del nivel 1.....	82
15.	Carga de sismo en planta del nivel 2.....	82
16.	Carga Muerta (CM) en el marco A .....	86
17.	Análisis por el método de Kanni para el marco A, CM.....	94
18.	Diagrama de cortes últimos, vigas en eje 1 .....	96
19.	Diagrama de cortes últimos, columnas en eje 1 .....	96
20.	Diagrama de momentos últimos, vigas en eje 1 .....	97
21.	Diagrama de momentos últimos, columnas en eje 1 .....	97

22.	Diagrama de cortes últimos, vigas en eje 2 .....	98
23.	Diagrama de cortes últimos, columnas en eje 2.....	98
24.	Diagrama de momentos últimos, vigas en eje 2.....	99
25.	Diagrama de momentos últimos, columnas en eje 2.....	99
26.	Diagrama de cortes últimos del eje A.....	100
27.	Diagrama de momentos últimos del eje A.....	100
28.	Diagrama de cortes últimos en eje B .....	101
29.	Diagrama de momentos últimos en eje B .....	101
30.	Diagrama de cortes últimos en eje C .....	102
31.	Diagrama de momentos últimos en eje C .....	102
32.	Diagrama de cortes últimos en eje D .....	103
33.	Diagrama de momentos últimos en eje D .....	103
34.	Diagrama de cortes últimos en eje E .....	104
35.	Diagrama de momentos últimos en eje E .....	104
36.	Diagrama de cortes últimos en eje F .....	105
37.	Diagrama de momentos últimos en eje F.....	105
38.	Diagrama de cortes últimos en eje G .....	106
39.	Diagrama de momentos últimos en eje G .....	106
40.	Planta típica de losas.....	108
41.	Coeficientes para momentos en losas en ambos sentidos .....	111
42.	Momentos $a_{\pm}$ de losas en primer nivel en kg-m.....	112
43.	Momentos $b_{\pm}$ de losas en primer nivel en kg-m.....	113
44.	Momentos $a_{\pm}$ de losas en segundo nivel en kg-m .....	113
45.	Momentos $b_{\pm}$ de losas en segundo nivel en kg-m .....	114
46.	Balance de momentos 1 .....	115
47.	Balance de momentos 2 .....	116
48.	Momentos $a_{\pm}$ balanceados de losas en primer nivel.....	117
49.	Momentos $b_{\pm}$ balanceados de losas en primer nivel.....	118
50.	Momentos $a_{\pm}$ balanceados de losas en segundo nivel .....	118

51.	Momentos b± balanceados de losas en segundo nivel.....	119
52.	Armado final viga 1-2, eje D, nivel 1 .....	130
53.	Datos para el diseño de columnas críticas .....	131
54.	Armado final de columna.....	147
55.	Armado final en planta de zapata .....	156
56.	Módulo de gradas .....	158
57.	Distribución de carga y momentos en gradas.....	159

## TABLAS

I.	Parámetros de la estación meteorológica San Marcos.....	4
II.	Especificaciones hidráulicas .....	21
III.	Coeficiente de rugosidad (n) .....	22
IV.	Profundidad mínima de tubería .....	26
V.	Ancho mínimo de zanja de acuerdo con el diámetro externo de la tubería, para zanja de lados verticales.....	27
VI.	Ancho mínimo de zanja de acuerdo con la profundidad de la zanja .....	27
VII.	Datos generales de diseño.....	34
VIII.	Datos del tramo PV-63 y PV-64 .....	35
IX.	Relaciones hidráulicas de tramo PV-63 y PV-64 .....	36
X.	Datos para el diseño de la fosa séptica.....	38
XI.	Datos para el diseño de pozo de absorción .....	42
XII.	Integración de costos .....	46
XIII.	Cronograma de ejecución .....	47
XIV.	Tamaño de aulas y su capacidad.....	50
XV.	Resultado de la caracterización mineralógica – microscópica de la muestra .....	52
XVI.	Alturas o espesores mínimos de vigas .....	54

XVII.	Cargas muertas en la estructura .....	58
XVIII.	Cargas vivas en la estructura .....	59
XIX.	Datos para el corte basal de diseño .....	66
XX.	Fuerzas por nivel.....	69
XXI.	Fuerzas por marco en ejes literales.....	70
XXII.	Fuerzas por marco en ejes numéricos.....	70
XXIII.	Sobrecarga por eje .....	80
XXIV.	Fuerzas totales nivel por eje del nivel 2.....	81
XXV.	Fuerzas totales nivel por eje del nivel 1 .....	81
XXVI.	Momentos fijos según CM del marco A .....	87
XXVII.	Momentos de sujeción según CM del marco A.....	87
XXVIII.	Rigidez en elementos del marco A .....	88
XXIX.	Coeficientes de giro para el marco A.....	90
XXX.	Áreas de acero y separación para losas de primer nivel.....	122
XXXI.	Áreas de acero y separación para losas de segundo nivel .....	122
XXXII.	Comprobación por corte en losas del primer nivel .....	124
XXXIII.	Comprobación por corte en losas del segundo nivel .....	124
XXXIV.	Área de acero requerido para viga de tramo 1-2, eje D, nivel 1.....	126
XXXV.	Armado de refuerzo para viga de tramo 1-2, eje D, nivel 1 .....	127
XXXVI.	Clasificación de columnas por su esbeltez .....	133
XXXVII.	Esbeltez en X y Y de columna en segundo nivel .....	134
XXXVIII.	Esbeltez en X y Y de columna en primer nivel.....	134
XXXIX.	Geometría de elementos que llegan al nudo .....	142
XL.	Datos para el diseño de zapata .....	149
XLI.	Revisión de las condiciones que garantizan la comodidad en el módulo de gradas.....	157
XLII.	Integración de costos .....	165
XLIII.	Cronograma de ejecución .....	166

## LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
<b>A</b>	Área
<b><math>A_{s_{\text{mín}}}</math></b>	Área de acero mínimo
<b><math>b_w</math></b>	Base unitaria
<b>P</b>	Carga aplicada al elemento
<b>CM</b>	Carga muerta
<b>CU</b>	Carga última
<b>CV</b>	Carga viva
<b><math>Q_{\text{diseño}}</math></b>	Caudal de diseño
<b><math>Q_{\text{Dom}}</math></b>	Caudal domiciliar
<b><math>Q_{\text{med}}</math></b>	Caudal medio
<b><math>Q_{\text{ilíc}}</math></b>	Caudal por conexiones ilícitas
<b><math>\bar{x}_M</math></b>	Centro de masa en x
<b><math>\bar{y}_M</math></b>	Centro de masa en y
<b><math>\bar{x}</math></b>	Centro de rigidez en x
<b><math>\bar{y}</math></b>	Centro de rigidez en y
<b>PVC</b>	Cloruro de polivinilo
<b><math>\mu_{ik}</math></b>	Coefficiente de giro
<b>n</b>	Coefficiente de rugosidad
<b><math>V_{\text{act}}</math></b>	Corte actuante
<b>V</b>	Corte basal
<b><math>V_r</math></b>	Corte resistente
<b>CIE</b>	Cota Invert de entrada de pozo
<b>CIS</b>	Cota Invert de salida de pozo

<b>E</b>	Esbeltez
<b>t</b>	Espesor de losa
$e_{diseño}$	Excentricidad de diseño
$e_x$	Excentricidad en x
$e_y$	Excentricidad en y
<b>FQM</b>	Factor de caudal medio
$\vartheta$	Factor de corrimiento
<b>FH</b>	Factor de Harmond
<b>Fr</b>	Factor de retorno
<b>F<sub>m</sub></b>	Fuerzas por marco
<b>F<sub>i</sub></b>	Fuerzas por nivel
$\Psi_p$	Grado de empotramiento a la rotación
<b>I</b>	Inercia de la sección
$M'_{i-k}$	Influencia de giro
<b>J</b>	Momento torsional
<b>M<sub>r</sub></b>	Momentos de piso
<b>M<sub>i-k</sub></b>	Momentos fijos
<b>S</b>	Pendiente
<b>d</b>	Peralte efectivo
<b>Y<sub>c</sub></b>	Peso específico del concreto
<b>Pf</b>	Población futura en un tiempo n
<b>f<sub>y</sub></b>	Resistencia a la fluencia del acero
<b>f'c</b>	Resistencia de compresión del concreto
<b>k</b>	Rigidez del elemento
<b>T</b>	Torsión

## GLOSARIO

<b>ACI 318 - 2008</b>	Reglamento para concreto estructural revisado por el comité ACI 318.
<b>Alcantarillado sanitario</b>	Conducto artificial para conducir agua, que tiene por objeto suministrarla a una o varias poblaciones.
<b>Altitud</b>	Distancia vertical a partir de un origen determinado, considerado como nivel cero.
<b>ASTM</b>	American Estándar for Testing of Materials.
<b>Caudal</b>	Volumen de agua que pasa por unidad de tiempo.
<b>Cimiento corrido</b>	Elemento de concreto reforzado, que sirve de base para muros y transmite las cargas a las zapatas.
<b>COCODE</b>	Consejo Comunitario de Desarrollo.
<b>Cota de terreno</b>	Altura del terreno en referencia a un nivel determinado.
<b>Estructura</b>	Conjunto de elementos destinados a resistir los efectos de las fuerzas internas y externas.

<b>Excretas</b>	Materias fecales que el cuerpo humano expulsa por el intestino como producto del metabolismo de la ingesta.
<b>INFOM</b>	Instituto de Fomento Municipal.
<b>Iteración</b>	Serie de funciones repetitivas hasta obtener un valor más exacto.
<b>Latitud</b>	Distancia angular entre la línea ecuatorial y un punto determinado de la Tierra.
<b>Momento</b>	Esfuerzo al que se encuentra sometido un elemento, producto de la aplicación de una fuerza a cierta distancia de su centro de masa.
<b>Peso específico</b>	Relación entre el peso de una sustancia y su volumen.
<b>PTAR</b>	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.
<b>Solera</b>	Elemento estructural horizontal de concreto armado, conecta monolíticamente elementos estructurales y brinda mayor estabilidad en la estructura.
<b>UBC - 97</b>	Código uniforme de la edificación, 1997.
<b>UNEPAR</b>	Unidad Ejecutora del Programa para Acueductos Rurales.

## **RESUMEN**

El trabajo de graduación que a continuación se presenta es el resultado del Ejercicio Profesional Supervisado, que fue desarrollado en la Municipalidad de San Marcos. En su contenido se plantea como solución a la problemática de mayor prioridad descubierta en la investigación realizada, el diseño del alcantarillado sanitario del cantón Los Puentes de la aldea San Antonio Serchil del municipio de San Marcos y el diseño del edificio escolar para la aldea Belajuyape del municipio de Concepción Tutuapa, ambos pertenecientes al departamento de San Marcos.

Este informe se compone de dos capítulos, siendo el primero una fase de investigación de tipo monográfica de ambos municipios que, define aspectos históricos, localización geográfica, clima, aspectos de infraestructura y aspectos socioeconómicos; el segundo capítulo trata la fase del servicio técnico profesional en donde se desarrolla una memoria descriptiva de cada proyecto.

En ambos proyectos se ha realizado un presupuesto de ejecución y se presenta el juego de planos que servirá de guía para la ejecución futura de dichos proyectos.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Diseñar el sistema de alcantarillado sanitario para el cantón Los Puentes de la aldea San Antonio Serchil del municipio de San Marcos y diseñar un edificio de dos niveles para la escuela primaria de la aldea Belajuyape del municipio de Concepción Tutuapa, del departamento de San Marcos.

### **Específicos**

1. Determinar las necesidades de servicios básicos e infraestructura en el municipio de San Marcos y Concepción Tutuapa a través de una investigación profunda de aspectos monográficos, socioeconómicos y un diagnóstico de la población.
2. Elaborar ambos proyectos bajo parámetros de diseño técnicos, que reúnan las condiciones aptas para su buen desarrollo y funcionamiento, y así puedan aportar desarrollo en las comunidades y mejores ambientes en la población.
3. Capacitar a los usuarios y miembros de comité de ambas comunidades en el tema de mantenimiento preventivo necesario para el buen funcionamiento de ambos proyectos.



## INTRODUCCIÓN

La Universidad de San Carlos de Guatemala siendo la universidad del pueblo, en defensa de los recursos naturales del país y de los derechos de la población, realiza con ayuda del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) una proyección social para el desarrollo de proyectos factibles y precisos para los sectores de mayor necesidad en infraestructura, aplicando los conocimientos adquiridos a lo largo de los estudios universitarios, y con ello brindar soluciones reales que generen beneficios y mejores condiciones de vida para una comunidad.

Por ello, este trabajo de graduación prioriza en solventar los problemas que atraviesa la aldea de San Antonio Serchil del municipio de San Marcos y la aldea Belajuyape del municipio de Concepción Tutuapa ambos del departamento de San Marcos; mejorando aspectos importantes en la vida del ser humano como la salud y educación al implementar infraestructuras que brindan un mejor control de las aguas residuales, como también mejores instalaciones para impartir el conocimiento al estudiantado de primaria.

Por lo anterior, se propone el siguiente título para el trabajo de graduación: Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el cantón Los Puentes, aldea San Antonio Serchil, San Marcos y edificio de dos niveles para la escuela primaria de la aldea Belajuyape, Concepción Tutuapa, San Marcos.



# **1. FASE DE INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Aldea San Antonio Serchil, municipio de San Marcos, y aldea Belajuyape, municipio de Concepción Tutuapa, departamento de San Marcos**

A continuación se presenta la fase de investigación desarrollada en el departamento de San Marcos, que detalla las condiciones de vida de los habitantes en cada comunidad.

### **1.1.1. Monografía**

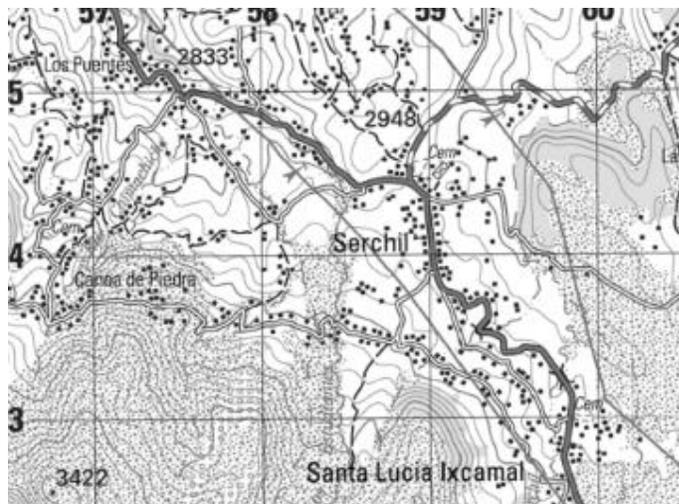
La monografía realizada al departamento de San Marcos consiste en presentar diferentes aspectos que definen al lugar de estudio, en este caso a cada comunidad, mediante la información recopilada a través de un estudio profundo.

#### **1.1.1.1. Ubicación y localización**

La aldea San Antonio Serchil pertenece al municipio de San Marcos, y está ubicada en las faldas del cerro Chil, situado al noroeste de la cabecera municipal, la cual posee una altitud de 2 800 metros sobre el nivel del mar, su latitud norte es de 15° 55' 00" y una longitud oeste de 91° 12' 00". Se encuentra ubicada a 15 kilómetros del municipio de San Marcos y a 265 kilómetros de la ciudad capital. Entre sus colindancias se encuentra la aldea San Sebastián al norte; la aldea Barranca de Gálvez al este; la aldea Santa Lucía Ixcamal al sur; Piedra de Fuego al oeste.

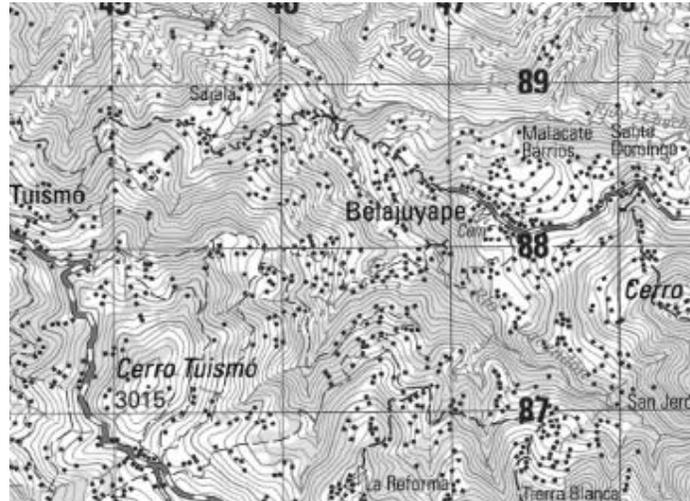
La aldea Belajuyape pertenece al municipio de Concepción Tutuapa, y posee una altitud de 2 960 metros sobre el nivel del mar, su latitud norte es de 15° 15' 44.20" y una longitud oeste de 91° 55' 17". Se encuentra ubicada a 12 kilómetros de la cabecera municipal y a 75 kilómetros de la cabecera departamental. Entre las colindancias se encuentra el poblado de Nuevo Progreso al norte; las aldeas El Remate al este; Tierra Blanca al sur; Tuizmo al oeste.

Figura 1. **Ubicación de aldea San Antonio Serchil, San Marcos, San Marcos**



Fuente: Instituto Geográfico Nacional mapa No. 1860-IV San Marcos.

Figura 2. **Ubicación de aldea Belajuyape, Concepción Tutuapa, San Marcos**

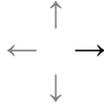


Fuente: Instituto Geográfico Nacional mapa No. 1860-IV San Marcos.

#### **1.1.1.2. Clima**

Por ser parte del altiplano marquense, el clima que predomina en ambas comunidades durante todo el año es templado; según la estación meteorológica San Marcos del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH) se presentan los parámetros en la siguiente tabla.

Tabla I. **Parámetros de la estación meteorológica San Marcos**

<b>Parámetro</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Temperatura media	14,40	°C
Temperatura máxima	19,70	°C
Temperatura mínima	7,00	°C
Temperatura máxima absoluta	22,40	°C
Temperatura mínima absoluta	- 2,00	°C
Lluvia	1 993,90	mm
Días de lluvia	125	días
Nubosidad	6	octas
Humedad relativa media	84	%
Velocidad del viento	4,90	km/h
Dirección del viento		este

Fuente: elaboración propia.

### **1.1.2. Aspectos de infraestructura**

Los aspectos de infraestructura en la fase de investigación definen las condiciones actuales que presentan las vías de acceso y los servicios públicos de cada comunidad.

#### **1.1.2.1. Vías de acceso**

El acceso para la comunidad de Los Puentes de la aldea San Antonio Serchil del municipio de San Marcos, es a través de la carretera que conduce a la zona del altiplano marquense, se encuentra asfaltada siendo transitable todo el tiempo por vehículos de carga pesado y liviano.

El acceso para la aldea Belajuyape del municipio de Concepción Tutuapa, también es por medio de la carretera que conduce a la zona del altiplano marquense. La red vial en la aldea no cuenta con carreteras asfaltadas, únicamente la cabecera municipal tiene pocas calles con pavimento, adoquín y empedrado; la red vial rural que comunica a la cabecera municipal es de terracería en moderado estado, propensa a derrumbes en época de lluvia.

#### **1.1.2.2. Servicios públicos**

La aldea San Antonio Serchil del municipio de San Marcos cuenta con el servicio de energía eléctrica desde 1978, actualmente con una cobertura del 100 por ciento, cuenta también con el servicio de agua entubada que funciona sin un tanque de cloración, este servicio cubre un 98 por ciento de la población. En esta comunidad no se cuenta con drenaje, pero si con un sistema de letrinas; de las cuales 451 se encuentran en buen estado y 50 en mal estado. La aldea funciona con un puesto de salud ubicado en el centro de la aldea para la accesibilidad a los diferentes cantones.

La aldea Belajuyape del municipio de Concepción Tutuapa cuenta con algunos servicios básicos, entre los cuales se pueden mencionar: la energía eléctrica, mini riego, carretera y el servicio de agua entubada: mayoría de las viviendas cuentan con sanitarios y agua. La aldea funciona con un puesto de salud que atiende a la comunidad.

#### **1.1.3. Aspectos socioeconómicos**

Los aspectos socioeconómicos en la fase de investigación presentan la actividad económica, cultura, costumbres, entre otros factores importantes que definen a cada comunidad.

### **1.1.3.1. Origen de la comunidad**

Según relatos de los habitantes mayores de edad, en la comunidad de la aldea San Antonio Serchil del municipio de San Marcos, los primeros habitantes fueron 3 familias, siendo la de don Pablo Rodríguez, Catarino De León y Daniel Guzmán, los jefes de ellas se dedicaban a la crianza de animales vacunos por ser un lugar montañoso y de mucha vegetación, desde entonces su población se dedica a la agricultura y la crianza de animales.

Según diagnóstico comunitario de la Municipalidad de Concepción Tutuapa, la aldea Belajuyape existe desde 1918. El nombre de la comunidad se origina del cerro Bejoj Ttab, donde se dice que fueron enterradas nueve personas, de lo cual se derivó el nombre. Los fundadores de la aldea Belajuyape fueron Antonio de León, Trinidad Aguilar y Alvino Hernández.

### **1.1.3.2. Actividad económica**

La actividad económica de la aldea San Antonio Serchil del municipio de San Marcos, se realiza a través de la crianza de animales como: vacas, cerdos, caballos, cabras, ovejas, chompipes y del cultivo de maíz, papa, avena, frijol. También se desarrollan actividades de pequeños comercios, albañilería entre otros.

La actividad económica de la aldea Belajuyape del municipio de Concepción Tutuapa principalmente proviene de las actividades de agricultura. La mayoría de la población depende de cultivar la tierra con la siembra de milpa, verduras, hortalizas, durazno, manzana, aguacate y papa. Otras fuentes de empleo son a través de tiendas y crianza de animales.

### **1.1.3.3. Etnia, religión y costumbres**

La población en la aldea San Antonio Serchil del municipio de San Marcos, está distribuida en un 90 por ciento ladina y un 10 por ciento indígena. La religión que predomina es la católica y dentro de las tradiciones de mayor predominancia está la celebración del patrono San Antonio Serchil el 13 de julio, la cual se realiza con gran júbilo. Desde hace 40 años las tradiciones han sufrido cambios, pues se han venido perdiendo cada día, debido a que no se tiene el mismo apoyo a causa de la división de cantones y religiones.

La población en la aldea Belajuyape del municipio de Concepción Tutuapa, por grupo étnico se representa con un 99 por ciento indígena de origen maya y un 1 por ciento no indígena. En la aldea se celebran dos ferias titulares, ambas en honor a la Virgen María. Otra tradición muy arraigada en la comunidad es al inicio de la siembra y también se realiza el corte de la primera hoja de milpa, como símbolo de agradecimiento por la próxima cosecha que se hará del cultivo, dichas hojas se guardan en un lugar especial

### **1.1.3.4. Alfabetismo**

El nivel de alfabetismo ha ido en aumento, La aldea de San Antonio Serchil del municipio de San Marcos, cuenta con un establecimiento que atiende el nivel primario y preprimario, de igual manera se cuenta con establecimiento educativo en los cantones siguientes: El Cerro, Los Cerezos y Los Puentes.

Los niveles educativos de la población en la aldea Belajuyape del municipio de Concepción Tutuapa son bajos, debido a la falta de inversión en el sector educativo, limitando con ello el desarrollo intelectual y condicionando con

ello la obtención de mejores oportunidades laborales en la vida adulta. Cuenta con instalaciones de 3 escuelas primarias, sin embargo, no se dan abasto debido a la cantidad de alumnos de la aldea.

#### **1.1.3.5. Organización comunitaria**

Las organizaciones fueron creadas con el propósito de apoyar a las comunidades mediante la cooperación y ayuda mutua, asimismo para cubrir las necesidades propias en busca del beneficio común. En ambas comunidades se encuentran comités de: Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE), promejoramiento, prosalud, padres de familia, deportes, vigilancia y agua potable.

## **2. SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL**

### **2.1. Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el cantón Los Puentes, aldea San Antonio Serchil, San Marcos, San Marcos**

A continuación se detalla el desarrollo del diseño para el sistema de alcantarillado sanitario, presentando las bases de diseño, criterios, especificaciones utilizadas y la memoria de cálculo respectiva.

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

El proyecto comprende el diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el cantón Los Puentes, perteneciente a la aldea de San Antonio Serchil, del municipio de San Marcos. Previo a la realización del diseño se desarrolló un levantamiento topográfico para obtener la altimetría y planimetría que describen las condiciones del terreno.

El sistema cuenta con colectores que suman 3 840,00 metros lineales, 116 pozos de visita de diferentes alturas y 94 conexiones domiciliarias. El diseño del sistema se desarrollará bajo las normas propuestas por el Instituto de Fomento Municipal (INFOM) para áreas rurales.

#### **2.1.2. Levantamiento topográfico**

Es esencial para el diseño de un alcantarillado sanitario y tiene por objeto medir extensiones de terreno, determinar los puntos situados sobre la superficie del terreno y su elevación.

En la realización del levantamiento topográfico se debe tomar en cuenta el área edificada en la actualidad, como también las que en un futuro puedan contribuir al sistema, incluyendo la localización exacta de todas las calles y todos aquellos puntos de importancia para el diseño.

#### **2.1.2.1. Planimetría**

Representa la proyección horizontal del terreno, con ella se fijan puntos y se localizan accidentes geográficos que pueden influir en el diseño del sistema, determinando así la longitud del proyecto. El método empleado para el levantamiento topográfico fue el de conservación de azimut.

#### **2.1.2.2. Altimetría**

Permite definir los niveles de una extensión de terreno, es decir la variación de alturas que existe respecto de un plano horizontal dentro del mismo. Se empleo la nivelación simple para el levantamiento topográfico.

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

La red de alcantarillado sanitario es un sistema que tiene como fin la recolección, transporte y evacuación de las aguas servidas de una comunidad. Existen tres tipos básicos de alcantarillado;

- Sistema sanitario: se utiliza únicamente para transportar aguas residuales.
- Sistema separativo: consiste en dos líneas de tuberías independientes, una para las aguas negras y otra para las aguas pluviales.

- Sistema combinado: este sistema se diseña para que transporte aguas negras y pluviales.

La adopción para el diseño será el sistema sanitario, debido a que el cantón Los Puentes no cuenta con sistema de alcantarillado. Este sistema excluye los caudales de agua de lluvia proveniente de las calles, techos y otras superficies.

#### **2.1.4. Partes de un alcantarillado**

A continuación, se presenta una breve descripción de los componentes principales de una red de alcantarillado sanitario.

##### **2.1.4.1. Colector principal**

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

##### **2.1.4.2. Pozos de visita**

Son estructuras empleadas como medio de mantenimiento, reparaciones al sistema, inspección, limpieza, entre otros. Según la sección 2.13.1 de las *Normas Generales para Diseño de Alcantarillado del INFOM*, establece localizar pozos de visita en los siguientes casos:

- En cambios de diámetro
- En cambios de pendiente

- En cambios de dirección horizontal por diámetro menor de 24”
- En las intersecciones de tuberías colectoras
- Distancias no mayores de 100 m en línea recta en diámetros hasta de 24”
- Distancias no mayores de 300 m en diámetros superiores a 24”

El fondo en cada pozo de visita debe dirigir los caudales hacia el tubo de salida por medio de canales o bien dando una ligera pendiente hacia el tubo de salida con el hormigón de fondo.

#### **2.1.4.3. Conexiones domiciliarias**

Estructura que tiene como fin reunir las aguas provenientes de las viviendas, para luego dirigirlas al colector principal. Al construir un sistema de alcantarillado, es costumbre establecer y dejar previsto una conexión en cada lote donde haya que conectar un desagüe doméstico.

#### **2.1.5. Período de diseño**

Es aquel en donde el funcionamiento del sistema es eficiente y capaz de satisfacer la demanda de la población. La selección del período de diseño para el sistema de alcantarillado debe tomar en cuenta aspectos como la durabilidad de los materiales y su capacidad para prestar un buen servicio según las condiciones previstas, por lo tanto el período adoptado para este proyecto corresponde a 25 años.

### 2.1.6. Población futura

Existen diversos métodos para obtener una proyección del crecimiento poblacional. Se recomienda utilizar el método de crecimiento geométrico para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario, ya que el mismo se adapta al comportamiento que se tiene en Guatemala y se define por la siguiente ecuación:

$$Pf = Po(1 + r)^n$$

Donde:

Pf = población futura

Po = población actual

r = tasa anual de crecimiento poblacional

n = número de años que se proyectan

Para realizar la estimación de la población futura se aplica una tasa anual de crecimiento de 2,16 por ciento, dato proporcionado por la Municipalidad de San Marcos.

$$Pf = (6 \text{ hab/viv} \times 128 \text{ viv})(1 + 0,0216)^{25} \approx 1\,310 \text{ habitantes}$$

### 2.1.7. Determinación de caudales

Los parámetros que se desarrollan a continuación forman parte del cálculo para determinar la cantidad de aguas servidas que genera el cantón Los Puentes.

#### **2.1.7.1. Población tributaria**

Es aquella que se obtiene a partir del número de casas localizadas en cada tramo, multiplicado por la densidad de habitantes por vivienda que, corresponde aproximadamente a 6 hab/viv para el cantón Los Puentes.

#### **2.1.7.2. Dotación de agua potable**

Es la cantidad de agua asignada en un día a cada usuario para satisfacer sus necesidades, se expresa en litros por habitantes por día y su consumo es en función de factores como: clima, condiciones socioeconómicas, costumbres de la región, actividad productiva, servicios comunales, medición, entre otros.

En la sección 2.6.2 de las *Normas Generales para Diseño de Alcantarillados* (INFOM) se recomienda una contribución mínima de 200 litros diarios por habitante, considerando la población de diseño, por lo tanto se asigna este valor para el respectivo diseño.

#### **2.1.7.3. Factor de retorno**

Es el porcentaje de agua entubada abastecida que, después de ser utilizada se incorpora al sistema de drenaje. Este valor puede oscilar entre 70 a 90 por ciento. Para el diseño del alcantarillado sanitario se toma un valor de 80 por ciento.

#### **2.1.7.4. Caudal sanitario**

Es la integración del caudal domiciliar, comercial, industrial, infiltraciones y conexiones ilícitas. Los mismos se desarrollan a continuación.

#### 2.1.7.4.1. Caudal domiciliar

Es la cantidad de agua que parte de las viviendas luego de ser utilizada por los usuarios. Se calcula de la siguiente manera:

$$Q_{Dom} = \frac{Dot \times hab \times Fr}{86\ 400\ s}$$

Donde:

$Q_{Dom}$  = caudal domiciliar

Dot = dotación

Hab = número de habitantes futuros

Fr = factor de retorno

$$Q_{Dom} = \frac{200\ l/hab/día \times (128\ viv \times 6\ hab/viv) \times 0,80}{86\ 400\ s} = 1,42\ l/s$$

#### 2.1.7.4.2. Caudal comercial

Es la cantidad de aguas servidas producidas por las actividades comerciales que se realizan en el cantón. En este caso su valor va incluido dentro del caudal domiciliar por ser comercios pequeños y por estar ubicados en las viviendas.

#### 2.1.7.4.3. Caudal industrial

Es aquel que proviene de las actividades que desarrollan las industrias que se encuentran dentro del territorio del cantón Los Puentes. En este caso no se estima por ser una zona residencial.

#### **2.1.7.4.4. Caudal por conexiones ilícitas**

Es el caudal producto de las aguas pluviales (lluvia, granizo, rocío) y son agregadas al sistema de alcantarillado sanitario. Según la sección 2.8, el caudal de conexiones ilícitas por agua de lluvia que se conecten por error al sistema, se estima como un 10 por ciento del caudal doméstico. Sin embargo, al no haber drenaje pluvial se tomará el 30 por ciento.

$$Q_{ilic} = 30\% \times Q_{Dom} = 0,30 \times 1,42 = 0,43 \text{ l/s}$$

#### **2.1.7.4.5. Caudal de infiltración**

Es producto de las deficiencias en la construcción, fallas del material, permeabilidad del terreno y el tipo de juntas. Este caudal no aplica para tubería de PVC, dadas las propiedades del material.

#### **2.1.7.5. Caudal medio**

Es el caudal obtenido de la multiplicación del número de habitantes futuros por el factor de caudal medio.

$$Q_{med} = No. \text{ habitantes futuro} \times FQM$$

Donde:

FQM = factor de caudal medio

#### 2.1.7.6. Factor de caudal medio

Es el factor que regula la aportación de caudal a la tubería. Es considerado como el caudal con que contribuye un habitante debido a sus actividades, sumando el caudal doméstico, de infiltración, por conexiones ilícitas, caudal comercial e industrial, entre la población total. El valor del factor debe estar comprendido entre 0,002 y 0,005, de lo contrario se utiliza el límite inmediato. Se determina con la siguiente expresión:

$$FQM = \frac{Q_{dom} + Q_{com} + Q_{ind} + Q_{ilic} + Q_{inf}}{No. de habitantes} = \frac{1,42 + 0,43}{768} = 0,0024$$

El valor está comprendido dentro del rango, por lo tanto se procede a realizar el diseño con el mismo.

#### 2.1.7.7. Factor de Harmond

Conocido también como factor de flujo instantáneo es el factor que se encarga de regular un valor máximo de las aportaciones por uso doméstico, determinando la probabilidad de que múltiples artefactos sanitarios de las viviendas se estén utilizando simultáneamente.

Estará siempre en función del número de habitantes localizados en el área de aporte y su cálculo se realiza según la siguiente expresión:

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

Donde:

FH = factor de Harmond

P = población futura acumulada en miles

Para este diseño:

$$FH = \frac{18 + \sqrt{768/1\ 000}}{4 + \sqrt{768/1\ 000}} = 3,87$$

#### 2.1.7.8. Caudal de diseño

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

$$Q_{diseño} = No. habitantes \times FH \times FQM$$

Donde:

$Q_{diseño}$  = caudal de diseño

FH = factor de Harmond

FQM = factor de caudal medio

$$Q_{diseño} = 768 \times 3,87 \times 0,0024 = 7,13 \text{ l/s}$$

#### 2.1.8. Fundamentos hidráulicos

El principio básico del funcionamiento de un sistema de alcantarillado sanitario es transportar las aguas negras por la tubería como un canal abierto,

por gravedad, y cuyo flujo está determinado por la rugosidad del material y la pendiente del canal.

Particularmente se emplean canales circulares cerrados para sistemas de alcantarillados sanitarios, los cuales son construidos a una profundidad tal que evite causar molestias a la población beneficiada. La superficie del agua es afectada solamente por la presión atmosférica y por muy pocas presiones provocadas por los gases de la materia en descomposición que dichos caudales transportan.

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

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

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

Donde:

- V = velocidad a sección llena (m/s)
- R = radio hidráulico
- S = pendiente del canal (%/100)
- n = coeficiente de rugosidad, propiedad del canal
- D = diámetro del tubo (pulgadas)

### **2.1.8.2. Relación de diámetros y caudales**

Se deberán determinar los valores de velocidad y caudal a sección llena por medio de las ecuaciones ya establecidas, se procederá a obtener la relación de caudales ( $q/Q$ ) y la relación entre el tirante y el diámetro interno del tubo ( $d/D$ ).

Donde:

- q = caudal de diseño
- Q = caudal a sección llena
- d = tirante
- D = diámetro de la tubería

### **2.1.8.3. Relaciones hidráulicas**

En el diseño del sistema, la relación entre el tirante y el diámetro interno del tubo ( $d/D$ ) depende del caudal que transporta la tubería y habitualmente en los tramos iniciales es menor a 0,10; para áreas rurales es aceptable que 5 tramos seguidos, posean una relación debajo del límite inferior.

Se deben considerar las especificaciones hidráulicas que se presentan en la siguiente tabla.

Tabla II. **Especificaciones hidráulicas**

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

Fuente: elaboración propia.

### **2.1.9. Parámetros de diseño hidráulico**

Son los lineamientos básicos con los cuales debe cumplir el diseño de alcantarillado sanitario, que son los siguientes:

#### **2.1.9.1. Coeficiente de rugosidad**

Es aquel que representa la variación de los gastos en una tubería. Existen diferentes coeficientes de rugosidad que están en función del material, algunos más empleados en el medio, de los que se pueden mencionar:

Tabla III. **Coefficiente de rugosidad (n)**

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

Fuente: elaboración propia.

### **2.1.9.2. Sección llena y parcialmente llena**

El flujo en tuberías circulares puede trabajar a sección llena y parcialmente llena. Es más frecuente que las tuberías trabajen parcialmente llenas debido a que el flujo que transita es variable, lo que provoca cambios en la altura del mismo, que de igual manera provoca variación en el área transversal y la velocidad del líquido.

El cálculo de la velocidad emplea el uso de la fórmula de Manning descrita anteriormente, la cual se define de la siguiente manera:

$$V = \frac{R^{2/3} \times \sqrt{S}}{n}$$

El caudal que transportará:

$$Q = A \times V \quad , \quad A = \pi/4 \times D^2$$

Donde:

Q = caudal a tubo lleno (L/s)

A = área de la tubería (m<sup>2</sup>)

V = velocidad a sección llena (m/s)

π = constante Pi

D = diámetro en metros

Simplificando la fórmula para obtener el área directamente en metros cuadrados en función del diámetro en pulgadas, se debe utilizar la fórmula siguiente:

$$A = 0,0005067 \times D^2$$

Donde:

D = diámetro del tubo en pulgadas

Las ecuaciones para calcular las características hidráulicas de la sección parcialmente llena del flujo de una tubería circular, se presentan a continuación:

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

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

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

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

Donde:

- D = diámetro del tubo
- d = tirante de la sección
- v = velocidad a sección parcial
- q = caudal a sección parcial
- $\theta$  = ángulo
- $\pi$  = constante Pi
- a = área del tubo

### **2.1.9.3. Velocidades máximas y mínimas**

La velocidad del flujo mínima será mayor o igual a 0,60 metros por segundo para evitar la sedimentación de los sólidos que se transportan en el flujo; la velocidad máxima será menor o igual a 5 metros por segundo, para evitar erosión en la tubería del sistema de drenaje.

No siempre es posible obtener la velocidad mínima, debido a que en algunos ramales hay escasas viviendas y producen caudales bajos, en tales casos se acepta una velocidad de hasta 0,40 metros por segundo.

### **2.1.9.4. Pendientes**

La pendiente en las tuberías debe seguir la inclinación del terreno natural hasta donde el mismo lo permita, cuidando que el caudal sanitario pueda conducirse cumpliendo con las especificaciones hidráulicas anteriormente descritas. Es importante también respetar las pendientes que generen las velocidades máximas y mínimas permisibles.

#### **2.1.9.5. Diámetros de las tuberías**

El diámetro en las tuberías del alcantarillado sanitario se determinará según las características y materiales existentes en el lugar, y que cumplan con las especificaciones hidráulicas presentadas anteriormente que son principalmente; la velocidad mínima, velocidad máxima y la relación de tirantes.

#### **2.1.9.6. Diámetro de colector**

El diámetro mínimo a utilizar en los alcantarillados sanitarios, según en la sección 2.10.1 de las *Normas Generales para Diseño de Alcantarillados* (INFOM), será de 6 pulgadas para tubos de PVC y 8 pulgadas para tubos de concreto, el cual podrá aumentar cuando a criterio del diseñador sea necesario. Este cambio puede ser por influencia de la pendiente, del caudal o de la velocidad.

Los diámetros en las diferentes tuberías deben cumplir con lo normado para evitar obstrucción en la misma. Según la sección 2.10.2 de las *Normas Generales para Diseño de Alcantarillados* (INFOM) indica que los diámetros para las conexiones domiciliarias será de 6 pulgadas en concreto y de 4 pulgadas en PVC.

#### **2.1.9.7. Profundidad mínima del colector**

La profundidad mínima del coronamiento de la tubería del colector con respecto a la superficie del terreno se dará en función de la pendiente del terreno, velocidad del flujo, caudal soportado y tirante hidráulico.

### 2.1.9.7.1. Profundidad mínima del colector

La profundidad mínima además de lo anterior debe considerar una altura mínima que permita proteger el sistema de las cargas de tránsito, de las inclemencias del tiempo y de los accidentes imprevistos.

Según la sección 2.12.2 de las *Normas Generales para Diseño de Alcantarillados* (INFOM), dice que la profundidad mínima del coronamiento de la tubería con respecto a la superficie del terreno será de 1,00 metro.

Tabla IV. Profundidad mínima de tubería

Diámetro	8"	10"	12"	16"	18"	21"	24"	30"	26"
Transito normal	1,22	1,28	1,33	1,41	1,50	1,58	1,66	1,84	1,99
Tránsito pesado	1,42	1,48	1,51	1,53	1,70	1,78	1,86	2,04	2,19

Fuente: elaboración propia.

### 2.1.9.7.2. Ancho de zanja

Para alcanzar las profundidades mínimas del colector se deben hacer excavaciones de pozo de visita a pozo de visita, en la dirección que se determinó en la topografía de la red general; la profundidad de la zanja está condicionada por el diámetro y profundidad requerida por la tubería a colocar.

Se presentan a continuación valores recomendados de ancho de zanja, cuando la zanja tiene paredes verticales, de acuerdo con el diámetro de la tubería o la profundidad de la zanja.

Tabla V. **Ancho mínimo de zanja de acuerdo con el diámetro externo de la tubería, para zanja de lados verticales**

<b>Diámetro nominal de la tubería (mm)</b>	<b>Ancho mínimo de zanja</b>
< 225	De + 0,00
225 – 350	De + 0,50
350 – 700	De + 0,70
700 – 1 200	De + 0,87
> 1 200	De + 1,00

Fuente: Empresas Públicas de Medellín (EPM). *Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado de EPM*. p. 109.

Tabla VI. **Ancho mínimo de zanja de acuerdo con la profundidad de la zanja**

<b>Profundidad de zanja (m)</b>	<b>Ancho mínimo de zanja</b>
< 1,0	No hay mínimo
1,0 – 1,75	0,80
1,75 – 4,0	0,90
> 4,0	1,00

Fuente: Empresas Públicas de Medellín (EPM). *Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado de EPM*. p. 109.

### **2.1.9.7.3. Volumen de excavación**

La cantidad de tierra que se removerá para colocar la tubería, se relaciona con la profundidad de los pozos de visita, el ancho de zanja que, depende del diámetro de la tubería que se va a instalar, y la longitud entre pozos, expresado en metros cúbicos.

$$V = \frac{h1 + h2}{2} \times d \times z$$

Donde:

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

h1 = profundidad del primer pozo (m)

h2 = profundidad del segundo pozo (m)

d = distancia entre pozos (m)

z = ancho de la zanja (m)

#### **2.1.9.7.4. Cotas Invert**

Se denomina Cota Invert a la distancia existente entre el nivel de la rasante del suelo y el nivel inferior de la tubería. Se debe tomar en cuenta para el diseño del colector, que la Cota Invert de salida de un pozo esté colocada por lo menos 3 centímetros más baja que la Cota Invert de llegada de la tubería más baja. Cuando la diferencia de Cotas Invert entre la tubería más alta que entra y la que sale en un pozo de visita sea mayor de 0,70 metros, deberá diseñarse un accesorio especial que encauce el caudal con un mínimo de turbulencia.

#### **2.1.10. Obras complementarias**

Son aquellos elementos pertenecientes a un sistema sanitario cuya función es la de facilitar la limpieza y mantenimiento del drenaje.

##### **2.1.10.1. Conexiones domiciliarias**

Consisten en una tubería que permite el paso de las aguas servidas de una vivienda a un colector general. Las conexiones domiciliarias usualmente se

conforman por una caja de registro que reúne las aguas provenientes de la vivienda, para luego transportarlas por una tubería secundaria hacia el colector principal.

#### **2.1.10.2. Cajas de registro**

Las cajas de registro permiten la inspección de la conexión domiciliar y pueden ser elaboradas de mampostería o tubos de concreto colocados verticalmente, usualmente con diámetro no menor de 12 pulgadas y una altura mínima de 1 metro. La inspección en la caja de registro es efectuada mediante una tapadera de concreto.

La caja de registro debe encontrarse debidamente impermeabilizada por dentro, para asegurar que no existan filtraciones de las aguas servidas en el terreno. La ubicación de la caja debe estar a una distancia entre 1,20 a 2,00 metros de la línea de propiedad, ya sea a la izquierda o derecha.

#### **2.1.10.3. Tuberías secundarias**

La tubería secundaria corresponde a la tubería que conecta la caja de registro en una conexión domiciliar hacia el colector principal en un sistema de alcantarillado sanitario. El diámetro a utilizar es de 4 pulgadas para PVC.

La tubería como mínimo deberá tener una pendiente del 2 por ciento y como máximo una pendiente del 6 por ciento. La unión de la tubería secundaria con el colector principal puede realizarse mediante una TEE o una YEE; sin embargo es preferible que la unión forme un ángulo de 45 grados en dirección del flujo que se transporta en el colector principal, para evitar un escurrimiento violento y así impedir que las aguas retornen por la conexión domiciliar.

El tubo de la conexión que sale de la candela domiciliar y que se une al sistema, debe presentar un diámetro menor a la tubería que corresponde al colector general. Con ello se protege el colector general de objetos que puedan obstruir el sistema.

#### **2.1.10.4. Pozos de visita**

Los pozos de visita pueden ser contruidos de mampostería o de concreto armado, siendo los primeros los que usualmente se utilizan para un alcantarillado sanitario. Guatemala se considera un país sísmico y cuando un alcantarillado sanitario requiere alturas de pozos mayores de 4 metros es preferible utilizar pozos de concreto armado o bien una combinación de ambas tecnologías que minimice el riesgo de colapso en caso de sismo u otro fenómeno que se pueda presentar.

#### **2.1.10.5. Profundidad de tubería**

La profundidad de tubería corresponde a la diferencia que existe entre la superficie del terreno o la rasante de la calle y el nivel del punto más alto de la sección transversal externa de una tubería de la red de alcantarillado.

En un sistema de alcantarillado sanitario pueden presentarse diferentes condiciones topográficas, que muchas veces implican profundizar las tuberías de la red. Los sistemas diseñados en áreas donde el terreno no presenta cambios de nivel considerables, es un caso frecuente que implica profundizar la tubería de la red para mantener las condiciones hidráulicas que demanda un sistema de alcantarillado; los cambios pronunciados en los niveles del terreno, es otro caso frecuente que afecta directamente la velocidad del flujo en la

tubería, provocando que la misma exceda los valores límites de las normas de diseño.

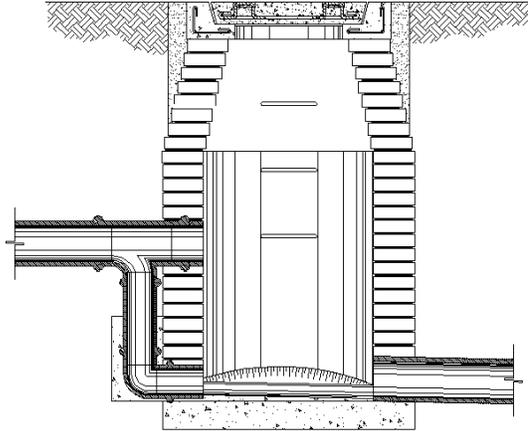
Para tales casos y otros, se emplean obras complementarias que ayudan a mantener las condiciones hidráulicas necesarias para el desempeño adecuado del alcantarillado.

- Cámaras de caídas

Es una estructura complementaria utilizada en tramos con alta pendiente, permiten disipar la energía del flujo que se transporta en la tubería y ayudan a que la velocidad cumpla con los valores recomendados en normas con el fin de evitar la corrosión de la tubería. En la aplicación de estas estructuras, el requerimiento mínimo es que se presente una diferencia mayor de 0,75 metros entre la cota de entrada y la cota de salida de la tubería en el pozo de visita, además se debe tener especial cuidado de mantener las profundidades mínimas según el tipo de tráfico que circule en el terreno o calle.

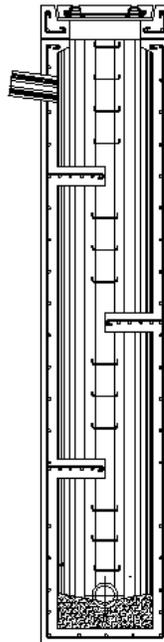
Las cámaras de caídas pueden ser de diferentes maneras, pero todas cumplen con el mismo fin. Las más comunes consisten en la colocación de una tubería bajante en la parte inferior de la tubería propia de la red en ese tramo. La ubicación de la tubería bajante es antes de la llegada al pozo de visita, cuyo diámetro como recomendación debe ser menor al de la tubería propia de la red en ese tramo. Los pozos de visita con disipadores, es otra opción frecuente que consiste en la adición de pestañas dentro del pozo de visita, las cuales permiten disipar la energía del flujo que llega al pozo al pasar por las pestañas creando una caída tipo cascada. Para colectores con diámetros mayores a 36 pulgadas se puede emplear una estructura escalonada o en rampa.

Figura 3. **Pozo de visita con cámara de caída**



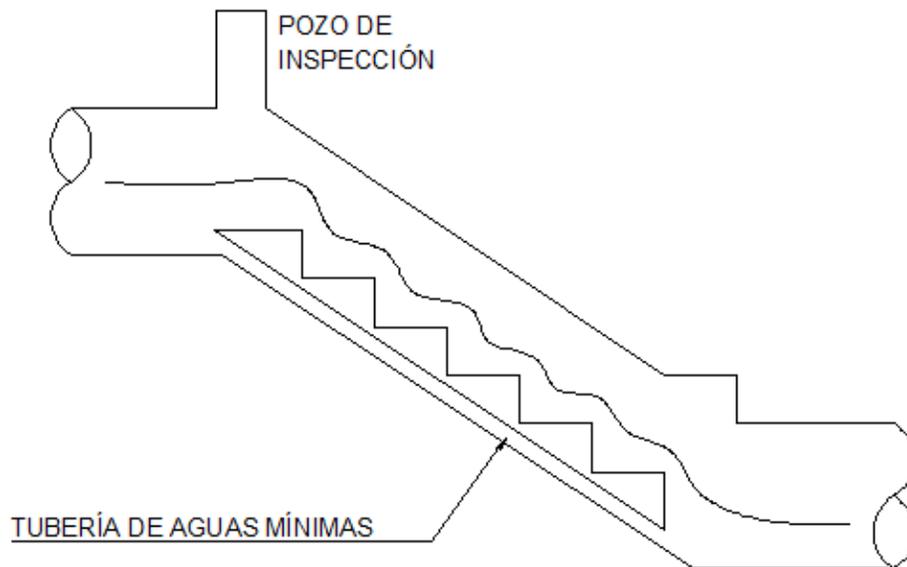
Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD.

Figura 4. **Pozo de visita con disipador**



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD.

Figura 5. **Cámara de caída escalonada**



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD.

- Pasos aéreos

Los pasos aéreos son estructuras que permiten que un sistema de alcantarillado sanitario pueda pasar depresiones topográficas, que pueden ser zanjones o ríos pequeños. Su aplicación además de considerar las condiciones hidráulicas debe tomar en cuenta que la tubería estará expuesta la mayoría de veces a corrientes superficiales que pueden implicar un riesgo al sistema.

Para ello se debe tener especial cuidado con las crecidas en el río que se puedan presentar, ya que el arrastre de sólidos en esas circunstancias pueden ocasionar serios daños a la tubería en ese tramo, afectando al sistema en general.

### 2.1.11. Diseño hidráulico del sistema

El diseño del alcantarillado sanitario se elabora de acuerdo a las normas que establece el INFOM. Este proyecto beneficiará al mayor porcentaje de las viviendas actuales de la población del cantón Los Puentes, y para su diseño se optó por utilizar un programa realizado en una hoja electrónica, para el cual se presenta las bases generales de diseño.

Tabla VII. Datos generales de diseño

<b>Datos generales</b>	
Tipo de sistema	Alcantarillado sanitario
Período de diseño	25 años
Población actual	768 habitantes
Población futura	1 310 habitantes
Tasa anual de crecimiento	2,16%
Tipo de tubería	PVC, norma ASTM D - 304
Dotación	200 L/h/d
Factor de retorno	80%
Densidad poblacional	6 hab/viv
Velocidad de diseño	$0,60 < v < 3$ m/s
Factor de caudal medio	0,0024
Coefficiente de rugosidad	0,01 (PVC)
Altura mínima de pozo	1,42 m
Conexión domiciliar	D = 4", pendiente mínima (2%)

Fuente: elaboración propia.

### 2.1.12. Ejemplo de diseño

En el desarrollo del ejemplo de diseño, se presenta el tramo comprendido entre el pozo de visita PV-63 y PV-64.

Tabla VIII. Datos del tramo PV-63 y PV-64

Datos	
Cota del terreno PV-63	416,46 m
Cota del terreno PV-64	411,42 m
Distancia horizontal	69,39 m
Pendiente del terreno	7,26%
Población actual	24 habitantes
Población futura	41 habitantes
Viviendas locales	1
Viviendas anteriores	3
Cota invert de salida PV-63	413,99 m
Diámetro propuesto	6 pulgadas
Pendiente de la tubería propuesto	5,71%

Fuente: elaboración propia.

- Factor de Harmon

$$FH_{actual} = \frac{18 + \sqrt{24/1\ 000}}{4 + \sqrt{24/1\ 000}} = 4,37$$

$$FH_{actual} = \frac{18 + \sqrt{41/1\ 000}}{4 + \sqrt{41/1\ 000}} = 4,33$$

- Caudal de diseño

$$Q_{diseño-actual} = 24 \times 4,37 \times 0,0024 = 0,25 \text{ l/s}$$

$$Q_{diseño-actual} = 41 \times 4,33 \times 0,0024 = 0,43 \text{ l/s}$$

- Velocidad a sección llena

$$V = \frac{0,03429 \times 6^{2/3} \times 0,0571^{1/2}}{0,01} = 2,71 \text{ m/s}$$

- Caudal a sección llena

$$Q = \left(\frac{\pi}{4}\right) \times (0,0254^2 \times 6^2) \times 2,71 \times 1\,000 = 49,35 \text{ l/s}$$

- Relaciones hidráulicas

Tabla IX. **Relaciones hidráulicas de tramo PV-63 y PV-64**

Descripción	Resultados
Caudal (q/Q)	Actual = 0,0050997 Futuro = 0,008636
Velocidad (v/V)	Actual = 0,260 Futuro = 0,306
Tirante (d/D)	Actual = 0,051 Futuro = 0,065

Fuente: elaboración propia.

- Velocidad de diseño

$$v_{actual} = 0,26 \times 2,71 = 0,705 \text{ m/s}$$

$$v_{futuro} = 0,306 \times 2,71 = 0,827 \text{ m/s}$$

- Cotas Invert

$$CIS = 413,99 - 0,03 = 413,96 \text{ m}$$

$$CIE = 413,96 - \left( \frac{5,71\% \times 69,39}{100} \right) = 409,99$$

- Altura de pozos

$$H_o = 416,46 - 413,96 = 2,50 \text{ m}$$

$$H_f = 411,42 - 409,99 = 1,43 \text{ m}$$

### **2.1.13. Descarga**

La descarga es el punto donde se reúnen las aguas residuales conducidas por el sistema que serán tratadas para luego dirigirlas a un cuerpo receptor. La comunidad cuenta con un área que fue proporcionada para este proyecto con el fin de disponerse para una planta de tratamiento. La ubicación para la descarga del sistema se puede observar en los planos.

Para las viviendas que no son consideradas en el diseño de la red de alcantarillado sanitario debido a las condiciones topográficas que presentan, se les propone un tratamiento unifamiliar que consiste en una caja trampa de grasas, una fosa séptica y un pozo de absorción.

#### **2.1.13.1. Ubicación**

El terreno de la PTAR del alcantarillado sanitario para el cantón Los Puentes se encuentra ubicado hacia el norte. La estación E-290 de la

topografía realizada representa la entrada al terreno con una altura de 355,71 metros y con una Cota Invert de entrada de 354,91 metros.

### 2.1.13.2. Diseño de fosas sépticas

Es una unidad de tratamiento primario, consiste en una o dos cámaras construidas para tratar las aguas residuales, antes de ser conducidas a los pozos de absorción o puntos de desfogue. Esta unidad cumple con la función de sedimentar y digerir los lodos y permite la transformación anaerobia de las grasas a sustancias y compuestos más simples. En esta unidad de tratamiento se conforman los lodos que corresponden a los sólidos mayores que se acumulan en el fondo de la fosa y las natas que son un conjunto de sólidos parcialmente sumergidos y flotantes en la superficie.

El período de retención de las aguas residuales en esta unidad, debe ser por lo menos 12 horas. Para este estudio se recomienda implementar un tiempo de retención de 36 horas. El volumen máximo recomendado para el diseño es aquel cuando se descarga simultáneamente el consumo de cada habitante en la vivienda.

Tabla X. **Datos para el diseño de la fosa séptica**

<b>Datos</b>	
Dotación	200 l/hab/día
Factor de retorno	80%
Densidad de habitantes por vivienda	6 hab/viv
Tiempo de retención	36 horas (1,5 días)

Fuente: elaboración propia.

- Aporte de aguas negras

$$Q_{AN} = Dot \times Fr$$

Donde:

Dot = dotación

Fr = factor de retorno

$$Q_{AN} = 200 \times 0,80 = 160 \text{ l/hab/día}$$

- Caudal de diseño

$$Q_d = Q_{AN} \times \rho_{viv}$$

Donde:

$Q_{AN}$  = aporte de aguas negras

$\rho_{viv}$  = densidad de vivienda

$$Q_d = 160 \times 6 = 960 \text{ l/día} = 0,96 \text{ m}^3/\text{día}$$

- Volumen de la fosa séptica

- Volumen útil

$$V_u = Q_d \times Tr$$

Donde:

$Q_d$  = caudal de diseño

Tr = tiempo de retención

$$V_u = 0,96 \times 1,5 = 1,44 \text{ m}^3$$

- Volumen de lodos

Usualmente para fosas unifamiliares se adopta el 50 por ciento del volumen útil o un volumen para lodos entre 50 a 75 litros por persona. Ambos parámetros recomendables para una limpieza de la fosa en períodos promedio de cada 2 o 3 años. Para este estudio se adoptará el 50 por ciento del volumen útil.

$$V_L = V_u \times \% \text{ de lodos}$$

Donde:

$V_u$  = volumen útil

$$V_L = 1,44 \times 0,5 = 0,72 \text{ m}^3$$

- Volumen total

$$V_T = V_u + V_L$$

$$V_T = 1,44 + 0,72 = 2,16 \text{ m}^3$$

- Dimensionamiento

En las dimensiones es recomendable utilizar una relación aproximada de largo ancho de 2:1. Para la fosa séptica se recomienda adoptar dimensiones útiles de 2 metros de largo, 1 metro de ancho y una profundidad de 1,2 metros. Estas dimensiones brindan un volumen de 2,4 metros cúbicos, siendo este un

valor mayor a los 2,16 metros cúbicos requeridos, lo que permite un margen adicional para los períodos de limpieza del tanque séptico.

### **2.1.13.3. Diseño de pozos de absorción**

El pozo de absorción consiste en una unidad de filtración mediante paredes y piso permeable, su desempeño depende de la permeabilidad que presente el suelo. Estas unidades solo se recomiendan en los siguientes casos:

- Cuando el nivel freático lo permita.
- Cuando la descarga proviene de aguas de lavado, desagües de piscinas o aguas pluviales.
- Cuando la descarga proviene de una fosa séptica.
- Cuando se dispone del área necesaria.
- Como solución transitoria.

#### **2.1.13.3.1. Índice de absorción**

Para el dimensionamiento del pozo debe realizarse la prueba de absorción y por medio de su resultado se determinan las características absorbentes del terreno en un sector determinado.

El desarrollo de esta prueba consiste en excavar un hoyo cuadrado de 0,30 x 0,30 metros y llenarlo con agua hasta una altura de 0,15 metros. Llenado el hoyo se toma el tiempo en que tarda en bajar el nivel del agua 2,5 centímetros. Se repite el procedimiento hasta obtener un valor promedio.

De los ensayos realizados, el suelo presenta 20 minutos de tiempo de filtración.

Tabla XI. **Datos para el diseño de pozo de absorción**

<b>Datos</b>	
Dotación	200 l/hab/día
Densidad de habitantes por vivienda	6 hab/viv
Factor de retorno	80%
Tiempo en que tarda en filtrar el suelo	20 min

Fuente: elaboración propia.

Determinado el valor del índice o coeficiente de filtración, se procede a dimensionar el pozo de absorción para el tratamiento unifamiliar.

- Capacidad de filtración

$$q = \frac{5}{\sqrt{t}}$$

Donde:

t = tiempo en que tarda en filtrar el suelo

$$q = \frac{5}{\sqrt{20}} = 1,12 \frac{gal}{día} \times \pi e^2 = 45,55 l/día/m^2$$

- Área de filtración

$$A_f = \frac{Q_{AN}}{q}$$

Donde:

$Q_{AN}$  = aporte de aguas negras

q = capacidad de filtración

$$A_f = \frac{200 \times 6 \times 0,8}{45,55} = 21,08 \text{ m}^2$$

- Altura del pozo

$$H = \frac{A_f}{\emptyset \times \pi}$$

Donde:

Af = área de filtración

∅ = diámetro del pozo

$$H = \frac{21,08}{1,5 \times \pi} = 4,47 \text{ m}$$

Se requiere un pozo de absorción para cada vivienda de 1,50 metros de diámetro con una profundidad útil no menor de 4,50 metros.

#### **2.1.14. Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)**

Es necesario conocer los factores que determinan el control en cada fase del proyecto, y con ello disminuir cualquier tipo de riesgo como: la seguridad personal, proceso aire-suelo-agua, flora, saneamiento.

##### **2.1.14.1. En construcción**

En la fase de construcción es importante considerar medidas de mitigación que ayudarán a reducir las condiciones que pueden representar un problema en

el ambiente en que se desenvuelve el proyecto. Para este proyecto se consideran las siguientes medidas de mitigación:

- La extracción de tierra conlleva la emanación de partículas y polvo como principales contaminantes, por lo tanto, previo a realizar esta actividad se deberá de humedecer constantemente el suelo. Asimismo la contaminación auditiva es producto de la utilización de maquinaria y equipo en esta actividad y por ello deberá mitigarse realizando los trabajos en horas hábiles.
- El material sobrante resultado de la excavación se deberá retirar del área de trabajo y depositarlo en lugares adecuados donde puedan ser asentados y no provoquen ninguna molestia a la comunidad.
- El saneamiento durante esta fase es importante y por ello se proveerán de letrinas y basureros provisionales a disposición de los trabajadores, para evitar la contaminación en los alrededores y focos potenciales de enfermedades.
- La circulación peatonal y vehicular podría verse interrumpida, por ello se deberá señalizar e informar los días y horas en que podría suceder.
- La ejecución del proyecto no debe modificar excesivamente el paisaje natural, de lo contrario se reforestará y se mejorara la vegetación.

#### **2.1.14.2. En operación**

Durante la etapa de funcionamiento del proyecto de drenaje sanitario del cantón Los Puentes, se presentan los impactos ambientales más significativos,

principalmente los residuos sólidos y líquidos que el sistema recolecta en la red de alcantarillado.

### **2.1.15. Evaluación socioeconómica**

Esta mide la contribución de los proyectos al crecimiento económico del país. Este análisis da a conocer la rentabilidad del proyecto enfocándose en la cantidad de beneficiarios.

El presente proyecto se asume como financiado, debido a que el dinero invertido no será recuperado económicamente, sino que, contribuirá en el crecimiento económico de la población. A continuación se presentan algunos métodos a utilizar:

#### **2.1.15.1. Valor Presente Neto (VPN)**

Indica el valor real del dinero a través del tiempo. Consiste en trasladar a una sola cantidad equivalente en el tiempo presente, los valores futuros y series de anualidades del flujo de efectivo de un proyecto.

Al solo existir una inversión inicial, el Valor Presente Neto de este proyecto será de correspondiente al costo del proyecto en el tiempo cero, por ser una inversión social, la cual no tendrá ningún ingreso o rentabilidad.

#### **2.1.15.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)**

Es un indicador que evalúa el rendimiento de una inversión; el presente proyecto por ser de carácter social y al no existir ningún ingreso inicial ni anual, no presenta una Tasa Interna de Retorno.

## 2.1.16. Presupuesto

Se presenta la integración de costos para el sistema de alcantarillado sanitario. Puede consultarse en anexos la integración y el desglose del presupuesto.

Tabla XII. Integración de costos

INTEGRACIÓN DE COSTOS					
PROYECTO:		ALCANTARILLADO SANITARIO			
UBICACIÓN:		CANTÓN LOS PUENTES, ALDEA SAN ANTONIO SERCHIL			
MUNICIPIO:		SAN MARCOS			
DEPARTAMENTO:		SAN MARCOS			
FECHA:		Noviembre de 2013.			
No.	Descripción del Renglón de Trabajo	Cantidad	Unidad	Precio U.	Total
1	TRABAJOS PRELIMINARES	1,00	Global	Q 25 454,00	Q 25 454,00
2	EXCAVACIÓN Y RELLENO	5010,00	m <sup>3</sup>	Q 144,00	Q 721 440,00
3	POZOS DE VISITA				
3.1	Pozo de Visita H = 1,10 m, Ø = 1,25 m	1,00	Unidad	Q 3 819,00	Q 3 819,00
3.2	Pozo de Visita H = 1,42 m, Ø = 1,25 m	83,00	Unidad	Q 3 900,00	Q 323 700,00
3.3	Pozo de Visita H = 1,70 m, Ø = 1,25 m	2,00	Unidad	Q 4 000,00	Q 8 000,00
3.4	Pozo de Visita H = 1,90 m, Ø = 1,25 m	2,00	Unidad	Q 4 195,00	Q 8 390,00
3.5	Pozo de Visita H = 2,00 m, Ø = 1,25 m	1,00	Unidad	Q 4 700,00	Q 4 700,00
3.6	Pozo de Visita H = 2,15 m, Ø = 1,25 m	1,00	Unidad	Q 4 980,00	Q 4 980,00
3.7	Pozo de Visita H = 2,25 m, Ø = 1,25 m	1,00	Unidad	Q 5 030,00	Q 5 030,00
3.8	Pozo de Visita H = 2,40 m, Ø = 1,25 m	1,00	Unidad	Q 5 285,00	Q 5 285,00
3.9	Pozo de Visita H = 2,45 m, Ø = 1,25 m	1,00	Unidad	Q 5 300,00	Q 5 300,00
3.1	Pozo de Visita H = 2,50 m, Ø = 1,25 m	1,00	Unidad	Q 5 340,00	Q 5 340,00
3.11	Pozo de Visita H = 2,55 m, Ø = 1,25 m	1,00	Unidad	Q 5 385,00	Q 5 385,00
3.12	Pozo de Visita H = 2,60 m, Ø = 1,25 m	2,00	Unidad	Q 5 435,00	Q 10 870,00
3.13	Pozo de Visita H = 2,65 m, Ø = 1,25 m	1,00	Unidad	Q 5 660,00	Q 5 660,00
3.14	Pozo de Visita H = 2,75 m, Ø = 1,25 m	1,00	Unidad	Q 5 720,00	Q 5 720,00
3.15	Pozo de Visita H = 2,85 m, Ø = 1,25 m	1,00	Unidad	Q 6 115,00	Q 6 115,00
3.16	Pozo de Visita H = 3,00 m, Ø = 1,25 m	1,00	Unidad	Q 6 180,00	Q 6 180,00
3.17	Pozo de Visita H = 3,20 m, Ø = 1,25 m	2,00	Unidad	Q 6 235,00	Q 12 470,00
3.18	Pozo de Visita H = 3,40 m, Ø = 1,25 m	1,00	Unidad	Q 6 655,00	Q 6 655,00
3.19	Pozo de Visita H = 3,50 m, Ø = 1,25 m	2,00	Unidad	Q 6 818,00	Q 13 636,00
3.2	Pozo de Visita H = 3,70 m, Ø = 1,25 m	2,00	Unidad	Q 7 000,00	Q 14 000,00
3.21	Pozo de Visita H = 3,75 m, Ø = 1,25 m	1,00	Unidad	Q 7 100,00	Q 7 100,00
3.22	Pozo de Visita H = 3,90 m, Ø = 1,25 m	1,00	Unidad	Q 7 524,00	Q 7 524,00
3.23	Pozo de Visita H = 4,10 m, Ø = 1,25 m	1,00	Unidad	Q 7 810,00	Q 7 810,00
4	ENCAMISADO				
4.1	Encamisado de tubería tipo 1	1,00	Global	Q 8 709,00	Q 8 709,00
4.2	Encamisado de tubería tipo 2	1,00	Global	Q 530,00	Q 530,00
5	COLECTOR PRINCIPAL				
5.1	Colector principal Tub. Ø = 6"	3395,00	ml	Q 205,00	Q 695 975,00
5.2	Colector principal (Tub. Ø = 8")	445,00	ml	Q 275,00	Q 122 375,00
6	CONEXIONES DOMICILIARES	94,00	Unidad	Q 1 350,00	Q 126 900,00
7	REACOMODAMIENTO EMPEDRADO	2880,00	m <sup>2</sup>	Q 65,00	Q 187 200,00
8	TRAMPA DE GRASAS UNIFAMILIAR	34,00	Unidad	Q 3 830,00	Q 130 220,00
9	FOSA SÉPTICA UNIFAMILIAR	7,00	Unidad	Q 12 512,00	Q 87 584,00
10	POZO DE ABSORCIÓN UNIFAMILIAR	7,00	Unidad	Q 6 460,00	Q 45 220,00
<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>					<b>Q2 635 276,00</b>

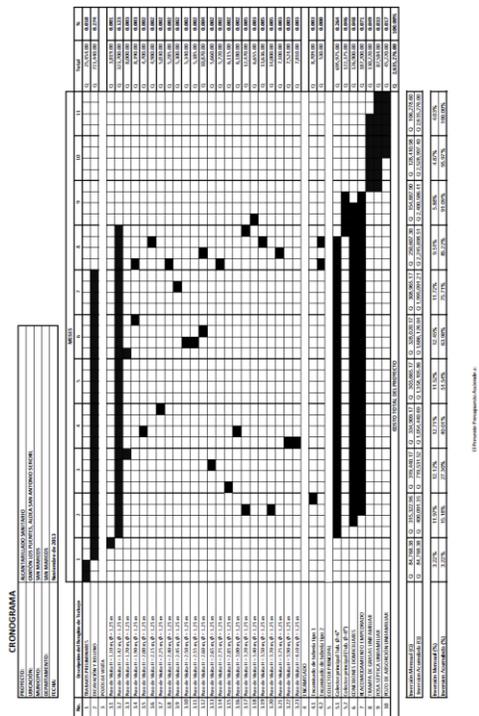
El Presente Presupuesto Ascende a:  
Dos millones seiscientos treinta y cinco mil doscientos setenta y seis quetzales exactos.

Fuente: elaboración propia.

### 2.1.17. Cronograma de ejecución

Se presenta el cronograma elaborado para el sistema de alcantarillado sanitario. Para visualizar mejor el cronograma de ejecución, consultar en los anexos.

Tabla XIII. Cronograma de ejecución



Fuente: elaboración propia.

### 2.1.18. Elaboración de planos

El sistema cuenta con un juego de planos que detalla las diferentes líneas de recolección que componen al sistema y también los detalles de las obras que lo componen. Consultar anexos.

## **2.2. Diseño de edificio de dos niveles para escuela primaria de aldea Belajuyape, Concepción Tutuapa, San Marcos**

A continuación se detalla el desarrollo del diseño para el edificio escolar de dos niveles, presentando las bases de diseño, criterios, especificaciones utilizadas y la memoria de cálculo respectiva.

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

Consiste en el diseño de un edificio de dos niveles en la aldea Belajuyape del municipio de Concepción Tutuapa. Las instalaciones del edificio serán utilizadas para desarrollar labores de educación primaria y corresponden a la ampliación de las instalaciones ya existentes.

El diseño cuenta con un total de 6 aulas y 1 módulo de gradas independiente. El área total de ocupación es de 78,30 metros cuadrados, un área total de construcción de 128,40 metros cuadrados y un área por aula de 60 metros cuadrados. La capacidad del edificio corresponde a 210 estudiantes en total y 35 estudiantes por aula.

La estructura del edificio escolar consiste en marcos rígidos y losas planas de concreto reforzado, diseñados bajo los criterios del reglamento ACI 318-08 y UBC-97. Entre los acabados se tienen muros cizados de block pómez visto, piso de concreto, puertas y ventanas metálicas, e instalaciones eléctricas.

### **2.2.1.1. Infraestructura requerida para el centro educativo**

La ampliación de la escuela primaria de la aldea Belajuyape, consiste en la construcción de un edificio de dos niveles que brinde la suficiente capacidad para recibir a los estudiantes de la aldea, como de las comunidades cercanas. Por lo tanto la infraestructura requerida corresponde a 3 aulas por nivel dimensionadas según los criterios de conjunto, criterios de iluminación, entre otros para atender a la población.

### **2.2.1.2. Descripción del área disponible**

Se presenta la información adquirida por medio de las visitas de campo realizadas al lugar, con la cual se realiza una descripción del área que se dispone para el proyecto.

#### **2.2.1.2.1. Localización del terreno**

El terreno para la construcción de la escuela se encuentra ubicado en la aldea Belajuyape del municipio de Concepción Tutuapa, departamento de San Marcos, Guatemala. La escuela cuenta con un área de 800 metros cuadrados aproximadamente.

#### **2.2.1.2.2. Topografía**

La topografía del terreno se encuentra nivelada en su mayoría, debido a que ya hay instalaciones; por lo tanto, no es necesario hacer un movimiento de tierras para la construcción.

### 2.2.1.3. Diseño arquitectónico

Consiste en una forma adecuada que permita la distribución de los ambientes que componen el edificio. Para lograrlo, se deben tomar en cuenta los diferentes criterios arquitectónicos, principalmente para este proyecto el Reglamento de Construcción de Centros Educativos.

### 2.2.1.4. Predimensionamiento del edificio

La forma de los ambientes y su distribución dentro del edificio se hace del modo tradicional para edificios educativos, donde se ajustan a las necesidades existentes y al espacio disponible. El edificio estará compuesto por 6 aulas distribuidas de la siguiente manera: 3 aulas en el primer nivel y 3 aulas en el segundo nivel.

En la siguiente tabla puede observarse el número de alumnos recomendable y el área requerida para el dimensionamiento de los espacios educativos.

Tabla XIV. **Tamaño de aulas y su capacidad**

<b>Nivel</b>	<b>No. de alumnos por aula</b>	<b>m<sup>2</sup> por alumno</b>	<b>m<sup>2</sup> aula</b>
Preescolar	30	2,00	60,00
I y II ciclo	35	1,50	54,00
III ciclo y diversificado	30	1,50	54,00

Fuente: elaboración propia.

Por lo tanto, las dimensiones para un aula son de 8 metros de largo por 7,5 metros de ancho y la altura mínima de piso a cielo será de 2,70 metros en cada nivel.

#### **2.2.1.5. Selección del sistema estructural**

El sistema estructural comprende los elementos que dan forma y resistencia a la estructura. Para este proyecto se selecciona el sistema por marcos rígidos debido a que la región es una zona sísmica, la cual se compone por vigas y columnas (marcos empotrados) con losas planas, sin muros de carga, que funciona como una unidad completa e independiente, que resiste de una manera efectiva, pues su resistencia al sismo es proporcional a la rigidez de los marcos.

#### **2.2.1.6. Características del suelo**

El estudio de las características del suelo es una de las primeras actividades a realizar en el diseño de una edificación, que tiene como objetivo describir las características físicas y mecánicas del suelo portante de la edificación, en especial la capacidad de carga admisible o valor soporte del suelo. Para determinar esta propiedad mecánica se realizó una perforación con 1,50 metros de profundidad y se extrajo una muestra de un pie cúbico para luego ser analizada mediante un ensayo de compresión axial.

El ensayo de compresión triaxial no fue posible de realizar, debido a las características del suelo; sin embargo se realizó una caracterización mineralógica – macroscópica de una muestra del sustrato extraído en el Centro de Estudios Superiores de Energía y Minas (CESEM) de la Facultad de Ingeniería.

Tabla XV. **Resultado de la caracterización mineralógica –  
microscópica de la muestra**

<b>Descripción</b>	<b>Resultado</b>
Estructura	Compacta
Textura	Fina
Nombre	Roca ígnea – Toba soldada, ignimbrita
Color	Baige
Brillo	No metálico
Composición	Félsica, Sílice, SiO <sub>2</sub>
Utilidad práctica	Posee escaso interés económico

Fuente: elaboración propia.

#### **2.2.1.6.1. Valor soporte del suelo**

El valor soporte del suelo se determina a partir de los resultados obtenidos del ensayo de compresión triaxial, pero al no contar con estos datos se asume un valor para este proyecto de 20 Toneladas por metro cuadrado.

#### **2.2.2. Análisis estructural**

Es un proceso que se desarrolla con base en las dimensiones de los elementos estructurales y condiciones que afectan al sistema, dando como resultado el comportamiento que tienen las cargas que interactúan en la estructura.

### 2.2.2.1. Selección del sistema estructural

El sistema por marcos rígidos será el sistema estructural para este proyecto. Por lo tanto en el predimensionamiento estructural se tomará en cuenta losas, vigas y columnas como elementos estructurales.

### 2.2.2.2. Predimensionamiento estructural

Consiste en el dimensionamiento preliminar de los elementos estructurales, y con ello estimar las acciones de las cargas en todo el sistema. Para este caso se aplican los métodos del ACI 318-2008 a continuación:

- Losas

El predimensionamiento de losa usa como variables las dimensiones de la superficie y el tipo de apoyos con los que se cuentan. En este caso, todas las losas están apoyadas en cuatro lados, pero se tienen dos medidas de losas, por tanto se toma la crítica y el peralte resultante se usa en ambas.

Para determinar el espesor de la losa, se utiliza la siguiente expresión:

$$t = \frac{\text{Perímetro}}{180}$$

$$t = \frac{(7,50 + 4,00) \times 2}{180} = 0,1278 \text{ m}$$

Por lo tanto se diseñará la losa con un espesor de 13 centímetros.

- Viga

El predimensionamiento del peralte de vigas se realizará según el ACI, en la sección 9.5.2.1 y según el criterio que el peralte de una viga es igual al 8 por ciento de su longitud.

La sección 9.5.2.1 dice que las alturas o espesores mínimos del elemento es establecida a partir de la luz libre entre apoyos y mediante la tabla siguiente.

Tabla XVI. **Alturas o espesores mínimos de vigas**

Descripción	Espesor mínimo, $h$			
	Simplemente apoyados	Con un extremo continuo	Ambos extremos continuos	En voladizo
Losas macizas en una dirección	$\frac{l}{20}$	$\frac{l}{24}$	$\frac{l}{28}$	$\frac{l}{10}$
Vigas o losas nervadas en una dirección	$\frac{l}{16}$	$\frac{l}{18,5}$	$\frac{l}{21}$	$\frac{l}{8}$

Fuente: elaboración propia.

Para determinar la altura se empleará la de mayor longitud. En este caso la altura para vigas con un extremo continuo será:

$$h = \frac{l}{18,50} = \frac{7,50}{18,50} = 0,40 \text{ m}$$

$$h = l * 8\% = 7,50 * 0,08 = 0,60 \text{ m}$$

Haciendo un promedio de los valores obtenidos anteriormente se tiene un peralte de 0,50 metros. Asimismo, en la sección 21.5.1.3 del ACI, dice que el ancho de la viga,  $b_w$ , no debe ser menor que el más pequeño de  $0,3h$  y 250 milímetros.

$$b_w = 0,30 \times h = 0,30 \times 2,70 = 0,81 \text{ m}$$

Por lo tanto,  $b_w$  tendrá que ser mayor o igual a 250 milímetros. Por lo que se propone utilizar vigas con una sección de 25 x 50 centímetros.

- Columna

El método para determinar la sección de las columnas se basa en la carga aplicada y el área tributaria. Para determinar la sección se tomará la columna más crítica que soporta la mayor carga y las dimensiones resultantes se aplican a todas las columnas.

- Carga aplicada

Para determinar la carga aplicada a la columna se tiene la siguiente expresión:

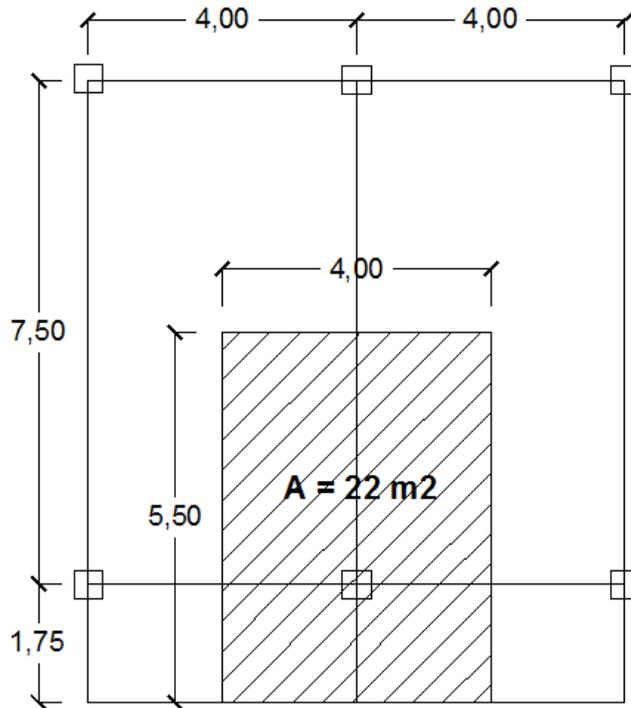
$$P = A_T \times \gamma_c$$

Donde:

P = carga aplicada al elemento en kg

$\gamma_c$  = peso específico del concreto en  $\text{kg/cm}^3$

Figura 6. Área tributaria en columna



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD.

$$P = 22 \times 2400 = 52\,800,00 \text{ kg/m}$$

Y según la sección 10.3.6.2, dice que para determinar la carga aplicada a la columna en función del área de acero se tiene la siguiente expresión:

$$P = 0,80[0,85f'_c(A_g - A_{st}) + f_y A_{st}]$$

Donde:

P = carga aplicada al elemento en kg

$f'_c$  = resistencia de compresión del concreto en  $\text{kg/cm}^2$

$A_g$  = área bruta de la sección en  $\text{cm}^2$

$f_y$  = resistencia a la fluencia del acero de refuerzo en  $\text{kg/cm}^2$   
 $A_{st}$  = área de acero de refuerzo, oscila entre  $0,01A_g < A_s < 0,08A_g$  en  $\text{cm}^2$   
 $A_T$  = área tributaria en  $\text{m}^2$

$$52,800 = 0,80[0,85 \times 210(A_g - 0,01A_g) + 2 \ 810 \times 0,01A_g]$$

$$A_g = 322,24 \text{ cm}^2$$

Es decir una sección de 16,68 x 16,68 centímetros y según ACI 318-08, 21.6.1.1, dice que la dimensión menor de la sección transversal, medida en una línea recta que pasa a través del centroide geométrico, no debe ser menor de 300 milímetros. Por lo tanto se propone una sección de:

$$30 \text{ cm} \times 30 \text{ cm} = 900 \text{ cm}^2$$

### **2.2.2.3. Modelo matemático de marcos rígidos**

El modelo matemático de un marco rígido es una gráfica que define la forma y las cargas que soporta el marco y se utiliza para el análisis estructural.

### **2.2.2.4. Centro de masa y centro de rigidez**

El centro de masa y centro de rigidez son valores necesarios para determinar las cargas de diseño en una estructura, principalmente para la distribución de fuerzas torsionales inducidas en el edificio. El procedimiento para determinar el centro de masa y centro de rigidez se realizará conjuntamente con las cargas horizontales.

### 2.2.2.5. Integración de cargas

Las cargas de diseño son aquellas que se supone actuarán en la estructura cuando ya esté construida, y por lo tanto se utilizan como referencia para el diseño de los elementos.

#### 2.2.2.5.1. Cargas gravitacionales

A continuación se describen las cargas verticales que actúan en el sistema estructural y se detalla el proceso de cómo se obtuvieron según los materiales utilizados y la ocupación del edificio.

- Carga muerta

Comprenden las cargas de elementos permanentes en la construcción. Para este caso se utilizan las cargas presentadas en la siguiente tabla.

Tabla XVII. **Cargas muertas en la estructura**

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Concreto	2 400	kg/m <sup>3</sup>
Muros	100	kg/m <sup>2</sup>
Acabado de piso + losa	100	kg/m <sup>2</sup>
Sobre carga	60	kg/m <sup>3</sup>

Fuente: AGIES NSE 2. Cap. 2 p. 2.

- Carga viva

Son las cargas producidas por el uso y la ocupación que tenga la edificación. Para este caso se utilizan las cargas presentadas en la siguiente tabla.

Tabla XVIII. **Cargas vivas en la estructura**

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Aulas	200	kg/m <sup>2</sup>
Pasillos y escaleras	500	kg/m <sup>2</sup>
Techo sin acceso	100	kg/m <sup>2</sup>

Fuente: AGIES NSE 2. Cap. 3 p. 4.

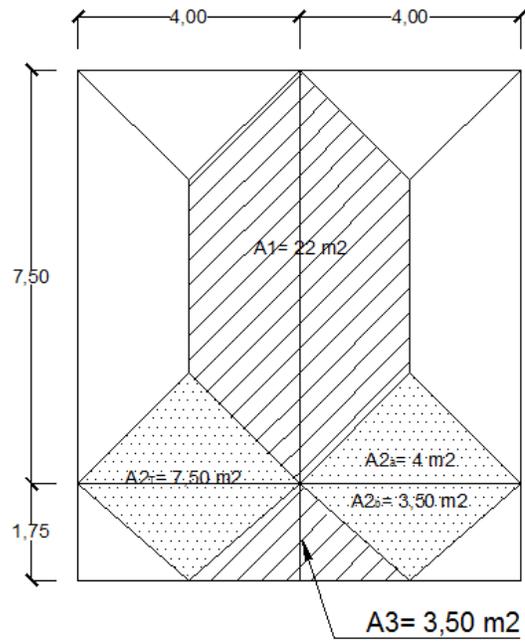
Para realizar el análisis estructural, se determinan las cargas linealmente distribuidas, tomando en cuenta los valores anteriores y la geometría de la planta utilizando el siguiente procedimiento.

Marco del eje 1, vano A – B

Nivel 1

$$CM = \frac{[W_{losa} + W_{viga} + W_{muro} + W_{acabado\ piso+losa}]}{L_{viga}}$$

Figura 7. Área tributaria en columna



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD.

$$CM = [(7,50 \times 2\ 400 \times 0,13) + (0,25 \times 0,50 \times 4 \times 2\ 400) + (4 \times 2,70 \times 100) + (7,50 \times 100)]/4 = 1\ 342,50\ kg/m$$

$$CV = [W_{aulas} + W_{pasillos}] / L_{viga}$$

$$CV = [(4 \times 200) + (3,50 \times 500)]/4 = 637,50\ kg/m$$

Nivel 2

$$CM = [W_{losa} + W_{viga} + W_{acabado\ losa} + W_{Sobre\ carga}] / L_{viga}$$

$$CM = [(7,50 \times 2\,400 \times 0,13) + (0,25 \times 0,50 \times 4 \times 2\,400) + (7,50 \times 100) + (7,50 \times 60)]/4 = 1\,185,00 \text{ kg/m}$$

$$CV = [W_{techo \text{ sin acceso}}]/L_{Viga}$$

$$CV = [(7,50 \times 100)]/4 = 187,50 \text{ kg/m}$$

Marco del eje B, vano 1 – 2

Nivel 1

$$CM = [W_{losa} + W_{viga} + W_{muro} + W_{acabado \text{ piso+losa}}]/L_{Viga}$$

$$CM = [(22 \times 2\,400 \times 0,13) + (0,25 \times 0,50 \times 7,50 \times 2\,400) + (7,50 \times 2,70 \times 100) + (22 \times 100)]/7,50 = 1\,778,53 \text{ kg/m}$$

El mismo procedimiento se realiza para obtener las cargas gravitacionales en el resto de marcos.

**Figura 8. Carga muerta y carga viva en eje 1**

CV	187,50 kg/m					
CM	1 185 kg/m					
	673,50 kg/m					
	1 342,5 kg/m					

Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD.

**Figura 9. Carga muerta y carga viva en eje 2**

CV	100 kg/m					
CM	772 kg/m					
	200 kg/m					
	982 kg/m					

Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD.

Figura 10. **Carga muerta y carga viva en eje A y G**

CV	146,67 kg/m	100 kg/m
CM	904,27 kg/m	772 kg/m
	293,33 kg/m	500 kg/m
	1 174,27 kg/m	712 kg/m

Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD.

Figura 11. **Carga muerta y carga viva en eje B, C, D, E y F**

CV	293,33	200 kg/m
CM	1 508,53	1 244 kg/m
	586,67 kg/m	1 000 kg/m
	1 778,53 kg/m	1 124 kg/m

Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD.

#### 2.2.2.5.2. Cargas laterales de sismo

Las cargas horizontales, son fuerzas inducidas a la estructura lateralmente, estas son producidas por viento, sismo o impacto y son

puramente dinámicas. Debido a que Guatemala se considera una zona sísmica, se aplica únicamente la fuerza del sismo.

- Corte basal

Es la fuerza sísmica que se transmite por el suelo al edificio. El corte basal será calculado de acuerdo a la sección 1630.2 del UBC-97, que dice que para determinar el corte basal de diseño en una dirección determinada se tiene la siguiente expresión:

$$V = \frac{C_v I}{RT} \times W$$

También dice que el corte basal de diseño no debe exceder según la siguiente expresión:

$$V_{m\acute{a}x} = \frac{2,5C_a I}{R} \times W$$

Además dice que el corte basal de diseño no debe ser menor según la siguiente expresión:

$$V_{m\acute{i}n} = 0,11C_a I W$$

Y en adición, para la zona sísmica 4, el corte basal de diseño también no debe ser menor según la siguiente expresión:

$$V_{m\acute{i}n} = \frac{0,8Z N_r I}{R}$$

Donde:

$$C_a = 0,36N_a$$

$$C_v = 0,96N_v$$

$$T = C_T(h_n)^{3/4}$$

W = carga muerta total del edificio + 25% de carga viva.

C<sub>a</sub> = coeficiente de sismicidad.

C<sub>v</sub> = coeficiente de sismicidad.

T = período de la estructura, se calcula según el método A, UBC-97.

C<sub>T</sub> = Coeficiente sísmico para pórticos de hormigón reforzado igual a 0,0731 (sistema métrico).

h<sub>n</sub> = altura total en metros del edificio a partir de la superficie del terreno, será igual a 5,40 m.

Tabla XIX. **Datos para el corte basal de diseño**

<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>	<b>Apartado</b>
Factor de zona sísmica para Guatemala	0,40	De la tabla (16 – I), pág. 2-30
Factor de importancia sísmica (I)	1,00	De la tabla (16 – K), pág. 2-30
Tipo de perfil de suelo ( $S_E$ )	Perfil de suelo sólido	De la tabla (16 - J), pág. 2-30
Coficiente numérico representativo de la resistencia inherente y capacidad de ductilidad global de sistemas resistentes a fuerzas laterales (R)	8,50	De la tabla (16 - N), pág. 2-32
Factor de cercanía a la fuente ( $N_a$ )	1,00	De la tabla (16 - S), pág. 2-35
Factor de cercanía a la fuente ( $N_v$ )	1,20	De la tabla (16 – T), pág. 2-35

Fuente: UBC 1997, Cap. 16.

$$C_a = 0,36 \times 1,0 = 0,36$$

$$C_v = 0,96 \times 1,2 = 1,152$$

$$T = 0,0731(5,40)^{3/4} = 0,2589 \text{ s}$$

Para determinar la carga muerta total del edificio más el 25 por ciento de la carga viva se tiene el siguiente procedimiento:

### Segundo nivel

$$\text{Losa} = 222 \text{ m}^2 \times 0,13 \text{ m} \times 2\,400 \text{ kg/m}^3 = 69\,264,00 \text{ kg}$$

$$\text{Vigas} = 0,25 \text{ m} \times 0,50 \text{ m} \times [(9,25 \text{ m} \times 7) + (24 \text{ m} \times 2)] \times 2\,400 \text{ kg/m}^3 = 33\,825,00 \text{ kg}$$

$$\text{Columnas} = 0,30 \text{ m} \times 0,30 \text{ m} \times (2,70 \text{ m} \times 14) \times 2\,400 \text{ kg/m}^3 = 8\,164,80 \text{ kg}$$

$$\text{Muros} = [(20,25 \times 7) + (64,796 \text{ m}^2 \times 2)] \times 100 \text{ kg/m}^2 = 27\,134,20 \text{ kg}$$

$$\text{Peso total del segundo nivel} = 138\,388,00 \text{ kg}$$

$$\text{CV} = 0,25 \times 100 \text{ kg/m} \times 180 \text{ m}^2 = 4\,500 \text{ kg}$$

$$\text{Peso total del segundo nivel} + 25\% \text{CV} = 142\,888,00 \text{ kg}$$

### Primer nivel

$$\text{Losa} = 222 \text{ m}^2 \times 0,13 \text{ m} \times 2\,400 \text{ kg/m}^3 = 69\,264,00 \text{ kg}$$

$$\text{Vigas} = 0,25 \text{ m} \times 0,50 \text{ m} \times [(9,25 \text{ m} \times 7) + (24 \text{ m} \times 2)] \times 2\,400 \text{ kg/m}^3 = 33\,825,00 \text{ kg}$$

$$\text{Columnas} = 0,30 \text{ m} \times 0,30 \text{ m} \times (2,70 \text{ m} \times 14) \times 2\,400 \text{ kg/m}^3 = 8\,164,80 \text{ kg}$$

$$\text{Muros} = [(20,25 \times 7) + (64,796 \text{ m}^2 \times 2)] \times 100 \text{ kg/m}^2 = 27\,134,20 \text{ kg}$$

$$\text{Peso total del primer nivel} = 138\,388,00 \text{ kg}$$

$$\text{CV} = [(200 \text{ kg/m} \times 180 \text{ m}^2) + (500 \text{ kg/m} \times 48 \text{ m}^2)] \times 0,25 = 15\,000 \text{ kg}$$

$$\text{Peso total del primer nivel} + 25\% \text{CV} = 153\,388,00 \text{ kg}$$

$$\text{Peso total del edificio} = 296\,276,00 \text{ kg}$$

Sustituyendo los valores en la fórmula para el corte basal de diseño se tiene:

$$V = \frac{1,152 \times 1,00}{8,5 \times 0,2589} \times 298\,166,00 \text{ kg} = 155\,095,064 \text{ kg}$$

El corte basal de diseño como se dijo anteriormente no debe exceder:

$$V_{\text{máx}} = \frac{2,5 \times 0,36 \times 1,00}{8,5} \times 298\,166,00 \text{ kg} = 31\,370,40 \text{ kg}$$

Y no debe ser menor que:

$$V_{\text{mín}} = 0,11 \times 0,36 \times 1,00 \times 298\,166,00 \text{ kg} = 11\,732,53 \text{ kg}$$

Además, para la zona sísmica 4, el corte basal no debe ser menor que:

$$V_{\text{mín}} = \frac{0,8 \times 0,4 \times 1,2 \times 1,00}{8,5} \times 298\,166,00 \text{ kg} = 13\,384,70 \text{ kg}$$

Por lo tanto el corte basal de diseño corresponde a 31 370,40 kilogramos.

- Fuerzas por nivel

La fuerza cortante que se produce en la base del edificio se distribuye en toda la estructura por nivel, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$F_i = \frac{(V - F_t) \times W_i \times h_i}{\sum(W_i \times h_i)}$$

Donde:

$$\text{Si } T > 0,25 \rightarrow F_t = 0,07 \times T \times V$$

$$\text{Si } T < 0,25 \rightarrow F_t = 0$$

V = corte basal de diseño

Wi = peso del nivel i

hi = altura desde la base del edificio hasta el nivel i.

En este caso,  $T > 0,25$  por lo tanto:

$$F_t = 0,07 \times 0,2589 \times 31\,370,40 = 568,53 \text{ kg}$$

Tabla XX. Fuerzas por nivel

Nivel	Altura (m)	V (kg)	W (kg)	FT (kg)	Wi*hi	Fi (kg)
2	5,40	31 370,40	142 888,00	568,53	771 595,20	20 043,62
1	2,70	31 370,40	153 388,00	568,53	414 147,60	10 758,25
$\Sigma =$					1 185 742,80	30 801,87

Fuente: elaboración propia.

- Fuerzas por marco

Para distribuir la fuerza por nivel en cada uno de sus marcos se divide la fuerza del nivel dentro del número de marcos que se tiene. Sin embargo, al no existir simetría estructural, se da un fenómeno conocido como excentricidad que relaciona el centro de masa con el centro de rigidez de la estructura, causando así un momento torsional que puede ser expresado como una sobrecarga en los ejes.

Tabla XXI. **Fuerzas por marco en ejes literales**

<b>Marco</b>	<b>Fm Nivel 2 (kg)</b>	<b>Fm Nivel 1 (kg)</b>
A	2863,37	1536,89
B	2863,37	1536,89
C	2863,37	1536,89
D	2863,37	1536,89
E	2863,37	1536,89
F	2863,37	1536,89
G	2863,37	1536,89

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII. **Fuerzas por marco en ejes numéricos**

<b>Marco</b>	<b>Fm Nivel 2 (kg)</b>	<b>Fm Nivel 1 (kg)</b>
1	10021,81	5379,13
2	10021,81	5379,13

Fuente: elaboración propia.

- Centro de masa

Se calcula a partir del peso de los elementos de la estructura y su ubicación respecto a un punto de origen, de acuerdo a las siguientes expresiones:

$$\bar{x}_M = \frac{\sum W_i \times X_i}{W_N}$$

$$\bar{y}_M = \frac{\sum W_i \times Y_i}{W_N}$$

Donde:

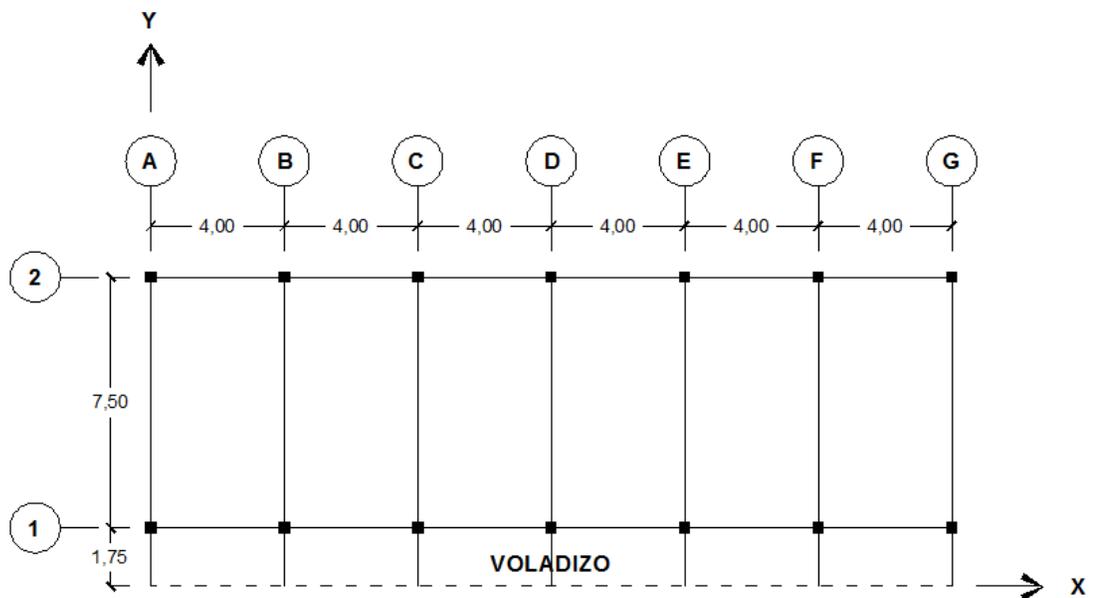
$W_i$  = peso del elemento

$X_i$  = centroide en x del elemento

$W_N$  = peso total del nivel

El centro de masa será el mismo para el primer y segundo nivel, debido a que ambos cuentan con la misma distribución de elementos en la planta.

Figura 12. Planta típica de edificio



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD.

Centro de masa en x

$$\bar{x}_M = \frac{(W_{Losa} \times X_i) + (W_{vigas} \times X_i) + (W_{Col} \times X_i) + (W_{Muros} \times X_i)}{W_N}$$

## Losa

$$W_{Losa} \times X_{Losa} = 2\,400 \text{ kg/m}^3 \times 0,13 \text{ m} \times 222 \text{ m}^2 \times 12 \text{ m} = 831\,168 \text{ kg} \times \text{m}$$

## Vigas en ejes numéricos

$$\begin{aligned} W_{v1} \times X_{v1} &= 2\,400 \text{ kg/m}^3 \times 0,25 \text{ m} \times 0,50 \text{ m} \times 2 \times 24 \text{ m} \times 12 \text{ m} \\ &= 172\,800 \text{ kg} \times \text{m} \end{aligned}$$

## Vigas en ejes literales

$$\begin{aligned} W_{v2} \times X_{v2} &= 2\,400 \text{ kg/m}^3 \times 0,25 \text{ m} \times 0,50 \text{ m} \times 9,25 \text{ m} \\ &\quad \times (0 \text{ m} + 4 \text{ m} + 8 \text{ m} + 12 \text{ m} + 16 \text{ m} + 20 \text{ m} + 24 \text{ m}) \\ &= 233\,100 \text{ kg} \times \text{m} \end{aligned}$$

## Columnas

$$\begin{aligned} W_c \times X_c &= 2\,400 \text{ kg/m}^3 \times 0,30 \text{ m} \times 0,30 \text{ m} \times 2,70 \text{ m} \\ &\quad \times [2 \times (0 \text{ m} + 4 \text{ m} + 8 \text{ m} + 12 \text{ m} + 16 \text{ m} + 20 \text{ m} + 24 \text{ m})] \\ &= 97\,977,60 \text{ kg} \times \text{m} \end{aligned}$$

## Muros en ejes numéricos

$$W_{M1} \times X_{M1} = 100 \text{ kg/m}^2 \times 64,796 \times 2 \times 12 \text{ m} = 155\,510,40 \text{ kg} \times \text{m}$$

Muros en ejes literales

$$\begin{aligned}W_{M2} \times X_{M2} &= 100 \text{ kg/m}^2 \times 20,25 \text{ m}^2 \\ &\times (0 \text{ m} + 4 \text{ m} + 8 \text{ m} + 12 \text{ m} + 16 \text{ m} + 20 \text{ m} + 24 \text{ m}) \\ &= 170\,100,00 \text{ kg} \times \text{m}\end{aligned}$$

$$\bar{x}_M = \frac{831\,168 + 172\,800 + 233\,100 + 97\,977,60 + 155\,510,40 + 170\,100}{138\,388,00} = 12 \text{ m}$$

Centro de masa en y

$$\bar{y} = \frac{(W_{Losa} \times Y_i) + (W_{vigas} \times Y_i) + (W_{Col} \times Y_i) + (W_{Muros} \times Y_i)}{W_N}$$

Losa

$$\begin{aligned}W_{Losa} \times Y_{Losa} &= (2\,400 \text{ kg/m}^3 \times 0,13 \text{ m} \times 222 \text{ m}^2 \times 4,275 \text{ m}) \\ &= 296\,103,60 \text{ kg} \times \text{m}\end{aligned}$$

Vigas en ejes numéricos

$$\begin{aligned}W_{v1} \times Y_{v1} &= 2\,400 \text{ kg/m}^3 \times 0,25 \text{ m} \times 0,50 \text{ m} \times 2 \times 24 \text{ m} \times (1,75 \text{ m} + 9,25) \\ &= 158\,400 \text{ kg} \times \text{m}\end{aligned}$$

Vigas en ejes literales

$$\begin{aligned}W_{v2} \times Y_{v2} &= 2\,400 \text{ kg/m}^3 \times 0,25 \text{ m} \times 0,50 \text{ m} \times 7 \times 9,25 \text{ m} \times 4,625 \text{ m} \\ &= 19\,425 \text{ kg} \times \text{m}\end{aligned}$$

Columnas

$$\begin{aligned}W_c \times Y_c &= 2\,400 \text{ kg/m}^3 \times 0,30 \text{ m} \times 0,30 \text{ m} \times 2,70 \text{ m} \times [7 \times (1,75 \text{ m} + 9,25 \text{ m})] \\ &= 44\,906,40 \text{ kg} \times \text{m}\end{aligned}$$

Muros en ejes numéricos

$$W_{M1} \times Y_{M1} = 100 \text{ kg/m}^2 \times 64,796 \times 2 \times (1,75 \text{ m} + 9,25 \text{ m}) = 142\,551,20 \text{ kg} \times \text{m}$$

Muros en ejes literales

$$W_{M2} \times Y_{M2} = 100 \text{ kg/m}^2 \times 20,25 \text{ m}^2 \times 7 \times 5,50 \text{ m} = 77\,962,50 \text{ kg} \times \text{m}$$

$$\begin{aligned}\bar{y}_M &= \frac{296\,103,60 + 158\,400 + 19\,425 + 44\,906,40 + 142\,551,20 + 77\,962,50}{139\,333} \\ &= 5,34 \text{ m}\end{aligned}$$

- Centro de rigidez

El centro de rigidez se calcula a partir de la rigidez de cada elemento, la cual estará en función de la sección que presentan los mismos. Para determinar el centro de rigidez se tienen las siguientes expresiones:

$$\bar{x} = \frac{\sum k_i \times X_i}{\sum k_i}$$

$$\bar{y} = \frac{\sum k_i \times Y_i}{\sum k_i}$$

Donde:

$k_i$  = rigidez del elemento

$X_i$  = centroide en x 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 a utilizar.

Voladizo: se refiere a edificios de un nivel o a los últimos niveles de edificios multiniveles. La rigidez se determina mediante la siguiente expresión:

$$k = \frac{1}{\frac{FH^3}{3E_cI} + \frac{1,2FH}{AG}}$$

Doblemente empotrado: se refiere a los primeros niveles o niveles intermedio de edificios multiniveles. La rigidez se determina mediante la siguiente expresión:

$$k = \frac{1}{\frac{FH^3}{12E_cI} + \frac{1,2FH}{AG}}$$

Donde:

$$I = \frac{1}{2}(b \times h^3)$$

$$E_c = 15\,100 \times \sqrt{f'c}$$

$$G = 0,4E_c$$

- F = fuerza lateral del nivel en kg  
H = altura del muro o columna analizada en cm  
f'c = resistencia a la compresión del concreto igual a 280 kg/cm<sup>2</sup>  
I = inercia de la sección en cm<sup>4</sup>  
A = sección transversal de columna analizada en cm<sup>2</sup>  
G = modulo cortante

Segundo nivel

$$k = \frac{1}{\frac{20\,043,62 \times 270^3}{3 \times (15\,100 \times \sqrt{280}) \times \left(\frac{1}{12} (30 \times 30^3)\right)} + \frac{1,2 \times 20\,043,62 \times 270}{(30^2) \times (0,4(15\,100 \times \sqrt{280}))}}$$

$$k = 0,13 \text{ cm}^{-1}$$

$$\bar{x}_R = \frac{2 \times 0,14 \text{ cm}^{-1} \times (0 \text{ m} + 4 \text{ m} + 8 \text{ m} + 12 \text{ m} + 16 \text{ m} + 20 \text{ m} + 24 \text{ m})}{14 \times 0,13 \text{ cm}^{-1}} = 12 \text{ m}$$

$$\bar{y}_R = \frac{7 \times 0,13 \text{ cm}^{-1} \times (1,75 \text{ m} + 9,25 \text{ m})}{14 \times 0,13 \text{ cm}^{-1}} = 5,50 \text{ m}$$

Primer nivel

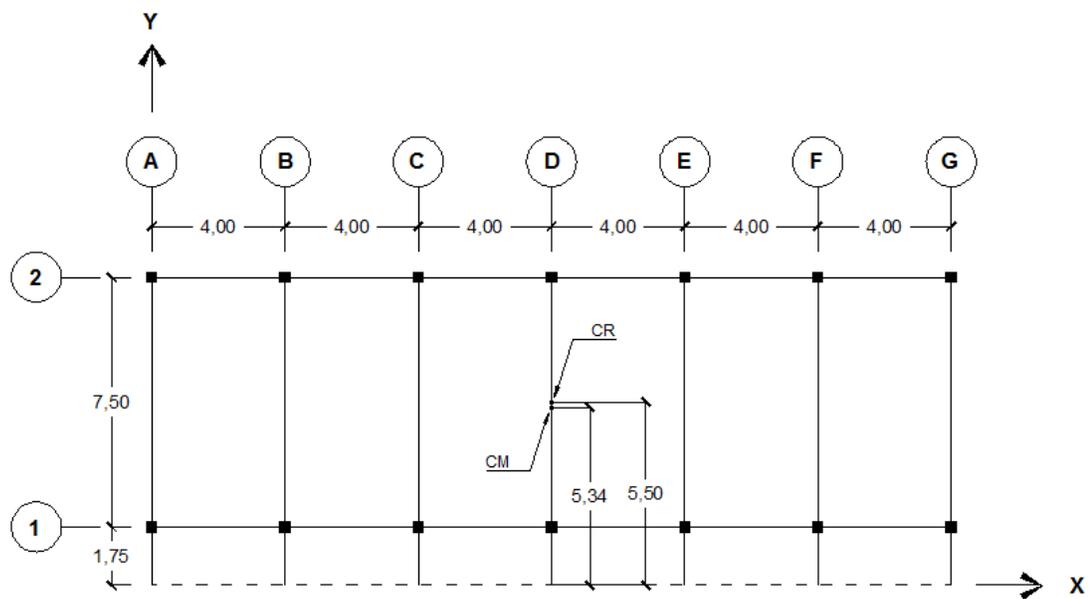
$$k = \frac{1}{\frac{10\,758,25 \times 270^3}{12 \times (15\,100 \times \sqrt{280}) \times \left(\frac{1}{12} (30 \times 30^3)\right)} + \frac{1,2 \times 10\,758,25 \times 270}{(30^2) \times (0,4(15\,100 \times \sqrt{280}))}}$$

$$k = 0,93 \text{ cm}^{-1}$$

$$\bar{x}_R = \frac{2 \times 0,93 \text{ cm}^{-1} \times (0 \text{ m} + 4 \text{ m} + 8 \text{ m} + 12 \text{ m} + 16 \text{ m} + 20 \text{ m} + 24 \text{ m})}{14 \times 0,93 \text{ cm}^{-1}} = 12 \text{ m}$$

$$\bar{y}_R = \frac{7 \times 0,93 \text{ cm}^{-1} \times (1,75 \text{ m} + 9,25 \text{ m})}{14 \times 0,93 \text{ cm}^{-1}} = 5,50 \text{ m}$$

Figura 13. Localización del CM y CR en planta



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD.

- Excentricidad real

La excentricidad en la estructura se da cuando el centro de rigidez no coincide con el centro de masa, esto se debe a que existe una distribución desigual y asimétrica de las masas y las rigideces en la estructura.

$$e_x = |12 \text{ m} - 12 \text{ m}| = 0 \text{ m}$$

$$e_y = |5,34 \text{ m} - 5,50 \text{ m}| = 0,16 \text{ m}$$

- Excentricidad de diseño

Para determinar la excentricidad de diseño, se tiene la siguiente expresión:

$$e_{diseño} = 1,5e_{real} + 10\%B$$

Donde:

B = base del edificio según el eje analizado

$$e_{diseño x} = (1,5 \times 0 \text{ m}) + (0,10 \times 24 \text{ m}) = 2,40 \text{ m}$$

$$e_{diseño y} = (1,5 \times 0,16 \text{ m}) + (0,10 \times 9,25 \text{ m}) = 1,16 \text{ m}$$

- Torsión

Para determinar la torsión, se tiene la siguiente expresión:

$$T_x = 100\% \times V \times e_{diseño x} + 30\% \times V \times e_{diseño y}$$

$$T_y = 100\% \times V \times e_{diseño y} + 30\% \times V \times e_{diseño x}$$

Donde:

V = corte basal

$$T_x = (1 \times 31\,370,40 \times 2,40) + (0,30 \times 31\,370,40 \times 1,16) = 86\,216,52 \text{ kg}$$

$$T_y = (1 \times 31\,370,40 \times 1,16) + (0,30 \times 31\,370,40 \times 2,40) = 59\,011,89 \text{ kg}$$

- Momento torsional

$$J = \sum (k_i \times x^2 + k_i \times y^2)$$

Donde:

$k_i$  = rigidez del elemento

$x$  = distancia en x desde el centro de masa hacia el elemento

$y$  = distancia en y desde el centro de masa hacia el elemento

$$J = 4k(12\text{ m})^2 + 4k(8\text{ m})^2 + 4k(4\text{ m})^2 + 4k(0\text{ m})^2 + 7k(5,34\text{ m} - 1,75\text{ m})^2 + 7k(9,25 - 5,34)^2 = 1\,093,23\text{ k} - \text{m}$$

Por facilidad, el momento torsional estará en función de la rigidez.

- Sobrecarga

$$\Delta V = \frac{T \times d_i \times k_i}{J}$$

Donde:

$T$  = torsión

$J$  = momento torcional

$d_i$  = distancia del centro de rigidez hacia el elemento

Tabla XXIII. **Sobrecarga por eje**

Marco	T	$d_i$	J	$\Delta V$
A	86 216,52	12	1 093,23	946,37
B	86 216,52	8	1 093,23	630,91
C	86 216,52	4	1 093,23	315,46
D	86 216,52	0	1 093,23	000,00
E	86 216,52	4	1 093,23	315,46
F	86 216,52	8	1 093,23	630,91
G	86 216,52	12	1 093,23	946,37
2	59 011,89	3,75	1 093,23	202,42
1	59 011,89	3,75	1 093,23	202,42

Fuente: elaboración propia.

- Fuerza total

Teniendo el valor de las sobrecargas y las fuerzas distribuidas en cada marco, las fuerzas por nivel en cada eje son las siguientes:

Nivel 2

Tabla XXIV. **Fuerzas totales nivel por eje del nivel 2**

<b>Marco</b>	<b>F<sub>m</sub></b>	<b>ΔV</b>	<b>F<sub>T</sub></b>
A	2 863,37	946,37	3 809,74
B	2 863,37	630,91	3 494,28
C	2 863,37	315,46	3 178,83
D	2 863,37	000,00	2 863,37
E	2 863,37	315,46	3 178,83
F	2 863,37	630,91	3 494,28
G	2 863,37	946,37	3 809,74
1	10 021,81	202,42	10 224,23
2	10 021,81	202,42	10 224,23

Fuente: elaboración propia.

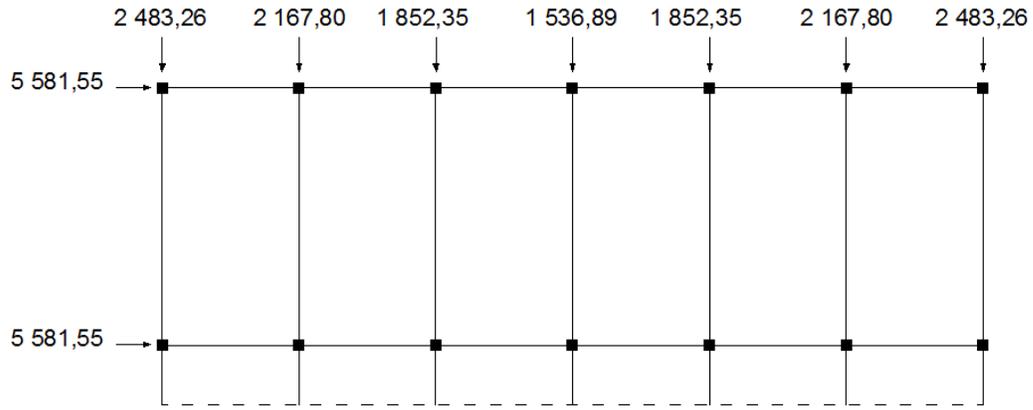
Nivel 1

Tabla XXV. **Fuerzas totales nivel por eje del nivel 1**

<b>Marco</b>	<b>F<sub>m</sub></b>	<b>ΔV</b>	<b>F<sub>T</sub></b>
A	1 536,89	946,37	2 483,26
B	1 536,89	630,91	2 167,80
C	1 536,89	315,46	1 852,35
D	1 536,89	000,00	1 536,89
E	1 536,89	315,46	1 852,35
F	1 536,89	630,91	2 167,80
G	1 536,89	946,37	2 483,26
1	5 379,13	202,42	5 581,55
2	5 379,13	202,42	5 581,55

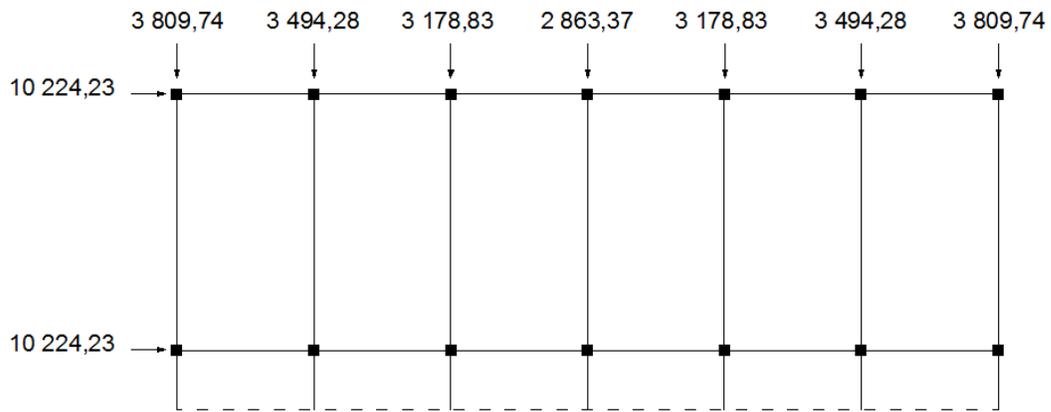
Fuente: elaboración propia.

Figura 14. **Carga de sismo en planta del nivel 1**



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD.

Figura 15. **Carga de sismo en planta del nivel 2**



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD.

#### **2.2.2.6. Análisis de marcos rígidos por método numérico y comparación utilizando software**

Definidas las cargas de diseño se procede a realizar un análisis estructural de los marcos para verificar si los elementos con sus dimensiones preliminares satisfacen los efectos producidos por las cargas aplicadas a la estructura. Este análisis puede desarrollarse mediante distintos métodos de cálculo que pueden ser exactos o inexactos; los métodos inexactos sirven para tener una aproximación rápida pero no muy precisa, mientras que los métodos exactos requieren de un proceso matemático más refinado que brindan resultados más confiables.

Para este proyecto se utilizará un método exacto para desarrollar el análisis estructural, ya que describe mejor el comportamiento real de la estructura ante la acción de las cargas y se hará una comprobación de los resultados obtenidos del método numérico con los resultados obtenidos mediante un software.

- Análisis de marcos rígidos por método numérico

El análisis estructural se desarrollará mediante el método de Kani. Este método efectúa una distribución de momentos que se desarrolla a través de aproximaciones sucesivas. Se tienen las siguientes notaciones:

- Momentos fijos o de empotramiento

Se calculan cuando la estructura se encuentra sometida a cargas verticales.

$$M_{i-k} = \pm \frac{W_{i-k} L_{i-k}^2}{12}$$

Donde:

$W_{i-k}$  = carga uniformemente distribuida del nudo  $i$  hacia el nudo  $k$

$L_{i-k}$  = longitud del tramo  $i - k$

- Momentos de sujeción

Sumatoria de los momentos fijos o de empotramiento que llegan a un nodo determinado.

- Fuerza cortante

Fuerza lateral propia de cada piso. La fuerza cortante en cada piso corresponde a la acumulación de las fuerzas superiores del mismo.

- Momentos de piso

Se calculan cuando la estructura se encuentra sometida a fuerzas laterales.

$$M_r = \frac{P_r h_r}{3}$$

Donde:

$P_r$  = fuerza cortante del piso  $r$

$h_r$  = altura del piso  $r$

- Coeficientes de giro

$$\mu_{ik} = -\frac{1}{2} \times \frac{k}{\sum k}$$

Donde:

$$k = \frac{I}{L}$$

$$I = \frac{bh^3}{12}$$

- $\mu_{ik}$  = coeficiente de giro
- k = rigidez del elemento
- I = inercia de elementos rectangulares

- Factor de corrimiento

Se calculan cuando hay ladeo causado por asimetría en la estructura o cuando se hace el análisis con fuerzas laterales aplicadas a la estructura.

$$\vartheta = -\frac{3}{2} \times \frac{k}{\sum k}$$

- Momentos finales

$$M_{ik} = \bar{M}_i + 2 \times M'_{ik} + M'_{ki}$$

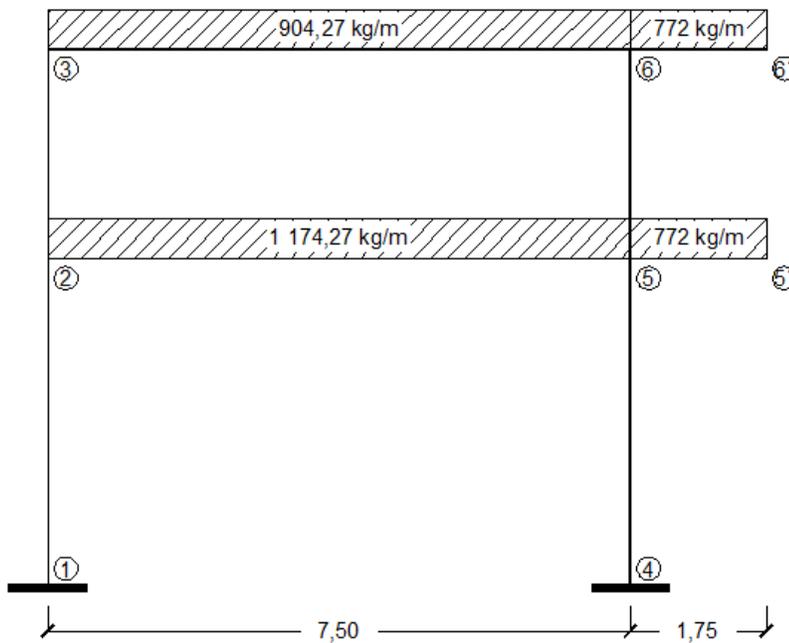
- Influencia de giro

$$M'_{ik} = \left( \bar{M}_i + \left( \sum M'_{ki} + M''_{ik} \right) \right) \times \mu_{ik}$$

- Procedimiento de análisis

Se desarrolla el análisis estructural para la carga muerta del marco A.

Figura 16. **Carga Muerta (CM) en el marco A**



Fuente: elaboración propia.

- Momentos fijos

$$M_{2-5} = -\frac{1\,174,27 \times (7,50)^2}{12} = -5\,504,3750 \text{ kg} - m$$

$$M_{5-2} = 5\,504,3750 \text{ kg} - m$$

Tabla XXVI. **Momentos fijos según CM del marco A**

$M_{i-k}$	
$M_{2-5} =$	$-5\,504,3750 \text{ kg} - m$
$M_{3-6} =$	$-4\,238,7500 \text{ kg} - m$
$M_{5-5'} =$	$-1\,090,2500 \text{ kg} - m$
$M_{6-6'} =$	$-1\,182,1250 \text{ kg} - m$
$M_{5-2} =$	$5\,504,3750 \text{ kg} - m$
$M_{2-5} =$	$4\,238,7500 \text{ kg} - m$

Fuente: elaboración propia.

- Momentos de sujeción

$$\sum M_2 = -5\,504,3750 \text{ kg} - m$$

Tabla XXVII. **Momentos de sujeción según CM del marco A**

$\bar{M}_i$	
$\sum M_2 =$	$-5\,504,3750 \text{ kg} - m$
$\sum M_3 =$	$-4\,238,7500 \text{ kg} - m$
$\sum M_5 =$	$4\,414,1250 \text{ kg} - m$
$\sum M_6 =$	$3\,056,6250 \text{ kg} - m$

Fuente: elaboración propia.

- Coeficientes de giro

$$I_{viga} = \frac{25 \times 50^3}{12} = 260\,416,67 \text{ vcm}^4$$

$$I_{columna} = \frac{30 \times 30^3}{12} = 67\,500,00 \text{ cm}^4$$

Inercia relativa propuesta

$$I_{columna} = \frac{67\,500,00}{67\,500,00} = 1$$

$$I_{viga} = \frac{260\,416,67}{67\,500,00} = 3,861$$

Rigidez de los elementos

$$k_{1-2} = \frac{1}{4,20} = 0,2381$$

$$k_{2-3} = \frac{1}{2,70} = 0,3704$$

$$k_{2-5} = \frac{1}{7,50} = 0,5144$$

Tabla XXVIII. **Rigidez en elementos del marco A**

<b><i>k</i></b>	
$k_{1-2} = k_{2-1} = k_{4-5} = k_{5-4} =$	0,2381
$k_{2-3} = k_{3-2} = k_{5-6} = k_{6-5} =$	0,3704
$k_{3-6} = k_{6-3} = k_{2-5} = k_{5-2} =$	0,5144
$k_{3-3'} = k_{2-2'} =$	0,0000

Fuente: elaboración propia.

En el caso de voladizo, el elemento cuenta con inercia pero no con rigidez.

Factor de giro

Nudo 2

$$\mu_{2-1} = -\frac{1}{2} \times \frac{0,2381}{(0,2381 + 0,5144 + 0,3704)} = -0,1060$$

$$\mu_{2-5} = -\frac{1}{2} \times \frac{0,5144}{(0,2381 + 0,5144 + 0,3704)} = -0,2291$$

$$\mu_{2-3} = -\frac{1}{2} \times \frac{0,3704}{(0,2381 + 0,5144 + 0,3704)} = -0,1649$$

Comprobación en nudo 2

$$\sum \mu_2 = (-0,1060) + (-0,2291) + (-0,1649) = -0,5000 \quad \text{Cumple.}$$

Tabla XXIX. **Coefficientes de giro para el marco A**

		$\mu$	
Nudo 3	$\mu_{3-2}$	-0,2093	$\Sigma\mu_2 = -0,5000$
	$\mu_{3-6}$	-0,2907	
Nudo 6	$\mu_{6-3}$	-0,2907	$\Sigma\mu_6 = -0,5000$
	$\mu_{6-5}$	0,2093	
Nudo 2	$\mu_{2-1}$	-0,1060	$\Sigma\mu_2 = -0,5000$
	$\mu_{2-5}$	-0,2291	
	$\mu_{2-3}$	-0,1649	
Nudo 5	$\mu_{5-2}$	-0,2291	$\Sigma\mu_5 = -0,5000$
	$\mu_{5-4}$	-0,1060	
	$\mu_{5-6}$	-0,1649	
Nudo 1	$\mu_{1-2}$	0,0000	$\Sigma\mu_1 = -0,0000$
Nudo 4	$\mu_{4-5}$	0,0000	$\Sigma\mu_1 = -0,0000$

Fuente: elaboración propia.

- Ruta de análisis propuesta

La secuencia del análisis para las iteraciones será: 3 → 6 → 5 → 2.

- Primer ciclo

Nudo 3

$$M'_{3-6} = (-4\ 238,7500) \times (-0,2907) = 1\ 232,1948$$

$$M'_{3-2} = (-4\ 238,7500) \times (-0,2093) = 887,1802$$

Nudo 6

$$M'_{6-3} = (3\ 056,6450 + 1\ 232,1948) \times (-0,2907) = -1\ 246,7499$$

$$M'_{6-5} = (3\,056,6450 + 1\,232,1948) \times (-0,2093) = -897,6600$$

Nudo 5

$$M'_{5-6} = (4\,414,1250 + (-897,66000)) \times (-0,1649) = -579,9406$$

$$M'_{5-2} = (4\,414,1250 + (-897,66000)) \times (-0,2291) = -805,4730$$

$$M'_{5-4} = (4\,414,1250 + (-897,66000)) \times (-0,1060) = -372,8189$$

Nudo 2

$$M'_{2-3} = (-5\,504,3750 + (-805,4730) + 887,1802) \times (-0,1649) = 849,3143$$

$$M'_{2-5} = (-5\,504,3750 + (-720,5871) + 887,1802) \times (-0,2291) = 1\,242,1032$$

$$M'_{2-1} = (-5\,504,3750 + (-720,5871) + 887,1802) \times (-0,1060) = 574,9163$$

Al concluir el recorrer los nudos según la secuencia propuesta se tiene concluido un ciclo. Se continúa el mismo procedimiento para los siguientes ciclos.

- Segundo ciclo

Nudo 3

$$M'_{3-6} = (-4\,238,7500 + 894,3143 + (-1\,246,7499)) \times (-0,2907) = 1\,334,6470$$

$$M'_{3-2} = (-4\,238,7500 + 894,3143 + (-1\,246,7499)) \times (-0,2093) = 960,9458$$

Nudo 6

$$M'_{6-3} = (3\,056,6450 + 1\,334,6470 + (579,9406)) \times (-0,2907) = -1\,107,9452$$

$$M'_{6-5} = (3\,056,6450 + 1\,334,6470 + (579,9406)) \times (-0,2093) = -797,7205$$

Nudo 5

$$M'_{5-6} = (4\,414,1250 + (-797,7205) + 1\,242,1032) \times (-0,1649) = -801,2722$$

$$M'_{5-2} = (4\,414,1250 + (-797,7205) + 1\,242,1032) \times (-0,2291) = -1\,112,8781$$

$$M'_{5-4} = (4\,414,1250 + (-797,7205) + 1\,242,1032) \times (-0,1060) = -515,1036$$

Nudo 2

$$M'_{2-3} = (-5\,504,3750 + (-1\,112,8781) + 960,9458) \times (-0,1649) = 932,8465$$

$$M'_{2-5} = (-5\,504,3750 + (-1\,112,8781) + 960,9458) \times (-0,2291) = 1\,295,6201$$

$$M'_{2-1} = (-5\,504,3750 + (-1\,112,8781) + 960,9458) \times (-0,1060) = 599,6870$$

Se continúa con los ciclos hasta obtener la aproximación deseada en cada nudo. En el desarrollo de este análisis se empleo la herramienta Excel y por lo tanto los resultados presentados anteriormente son los generados por el mismo en donde se toman en cuenta todos los decimales.

- Momentos finales

Nudo 3

$$M_{3-6} = (-4\,238,7500) + 2(1\,250,9071) + (-1\,012,3942) = -2\,749,3301 \text{ kg} - m$$

$$M_{3-2} = (0) + 2(900,6531) + 948,2148 = 2\,749,5210 \text{ kg} - m$$

$$\sum M_3 = -2\,749,3301 + 2\,749,5210 = 0,1909$$

Nudo 6

$$M_{6-3} = (3\,056,6250) + 2(-1\,012,3942) + 1\,250,9071 = 2\,282,7436 \text{ kg} - m$$

$$M_{6-5} = (0) + 2(-728,9239) + (-824,9550) = -2\,282,8027 \text{ kg} - m$$

$$\sum M_6 = 2\,282,7436 - 2\,282,8027 = 0,0590$$

Nudo 5

$$M_{5-6} = (0) + 2(-824,9550) + (-728,9239) = -2\,378,8338 \text{ kg} - m$$

$$M_{5-2} = (4\,414,1250) + 2(-1\,145,7708) + (1\,316,9649) = 3\,439,5484 \text{ kg} - m$$

$$M_{5-4} = (0) + 2(-530,3282) + (0) = -1\,060,6564 \text{ kg} - m$$

$$\sum M_5 = -2\,378,8338 + 3\,439,5484 - 1\,060,6564 = 0,00582$$

Nudo 2

$$M_{2-3} = (0) + 2(948,2148) + (900,6531) = 2\,797,0826 \text{ kg} - m$$

$$M_{2-5} = (-5\,504,3750) + 2(1\,316,9649) + (-1\,145,7708) = -4\,016,2159 \text{ kg} - m$$

$$M_{2-1} = (0) + 2(609,5666) + (0) = 1\,219,1333 \text{ kg} - m$$

$$\sum M_2 = 2\,797,0826 - 4\,016,2159 + 1\,219,1333 = 0,0000$$

Figura 17. Análisis por el método de Kanni para el marco A, CM

(1)				(2)			
-4238,75		-0,29		4238,75		-1182,125	
-0,21	3	904,30	-1151,43	-0,29	6	3056,63	-0,21
0,00	2268,86	1772,40	-453,02	744,00	0,00		
717,20	2268,85	2108,48	-141,91	743,77	-829,03		
1276,13	2268,75	2248,16	-50,38	742,67	-326,17		
1518,10	2268,30	2308,24	-26,12	739,48	-102,17		
1618,68	2266,45	2332,99	-19,59	730,35	-36,27		
1661,93	2259,38	2342,57	-17,77	704,84	-18,80		
1679,75	2234,05	2346,10	-17,27	635,56	-14,10		
1686,65	2149,14	2347,35	-17,13	455,60	-12,79		
1689,19	1868,40	2347,78	-17,10	33,59	-12,43		
1690,09	812,12			-695,37	-12,34		
1690,40	0,00			0,00	-12,31		
-5504,38		-0,15		5504,375		-1090,25	
-0,15	2	1127,95	-965,79	-0,20	5	4414,13	-0,15
0,00	2594,99	46,65		0,00			
812,12	2984,92	632,77		-695,37			
1868,40	3102,85	882,73		33,59			
2149,14	3138,02	978,94		455,60			
2234,05	3147,85	1014,37		635,56			
2259,38	3150,42	1027,06		704,84			
2266,45	3151,04	1031,49		730,35			
2268,30	3151,18	1033,01		739,48			
2268,75	3151,20	1033,34		742,67			
2268,85				743,77			
2268,86				744,00			
1	0,00			4			
1,75		7,5		1,75			

Fuente: elaboración propia.

- Comparación del análisis de marcos rígidos utilizando software

Para la comparación del análisis realizado con un método numérico se empleo el software ETABS; el cual es un programa de análisis y diseño estructural de obras de ingeniería civil.

La comprobación de los resultados del método numérico con los resultados del programa, permite visualizar diferencia entre los valores obtenidos. La divergencia se debe a que ETABS realiza una mayor cantidad de iteraciones que las realizadas manualmente, contempla una mayor cantidad de decimales en sus operaciones y además permite que el análisis pueda ser

realizado en conjunto. Por ello se considera para el diseño del edificio los resultados obtenidos por ETABS.

### **2.2.2.7. Momentos últimos por envolventes**

Es la representación de los esfuerzos máximos que pueden ocurrir debido a los efectos inducidos por carga muerta, carga viva y carga de sismo tanto en vigas como en columnas.

El ACI 318-08 dice en el apéndice C.2.1, que la resistencia requerida que debe resistir la carga muerta y la carga viva, no debe ser menos que:

$$MCU = 1,4MCM + 1,7MCV$$

Y en la sección C.2.2 se dice que para estructuras que también resisten carga por viento o los efectos de carga por sismo, la resistencia requerida no debe ser menor que:

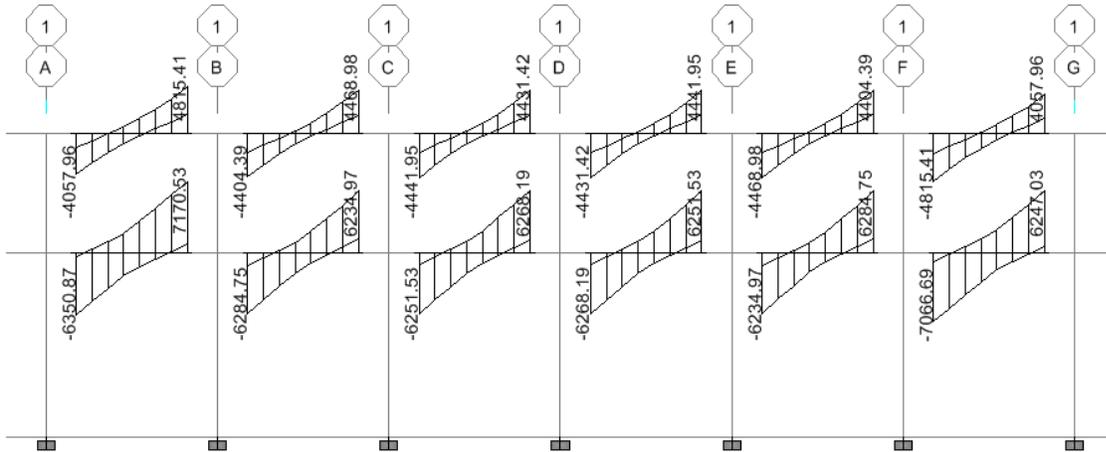
$$MCU = 0,75(1,4MCM + 1,7MCV) + CS$$

Y también:

$$MCU = 0,9MCM + CS$$

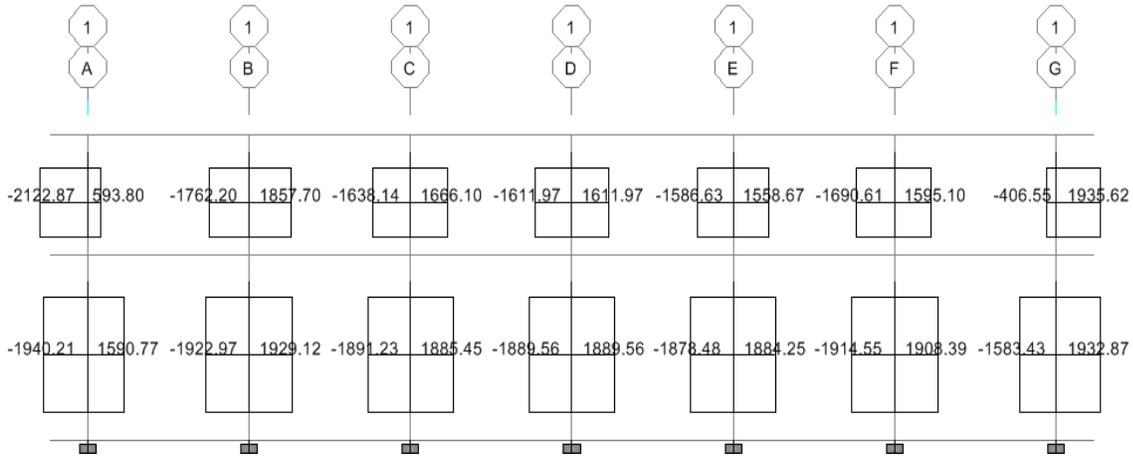
El software ETABS, con ayuda de sus diferentes herramientas nos permite desarrollar la envolvente de momentos para determinar los momentos y cortes últimos que se presentan en los elementos. A continuación se presentan los diagramas de corte y momentos últimos obtenidos del análisis estructural mediante el software ETABS.

Figura 18. Diagrama de cortes últimos, vigas en eje 1



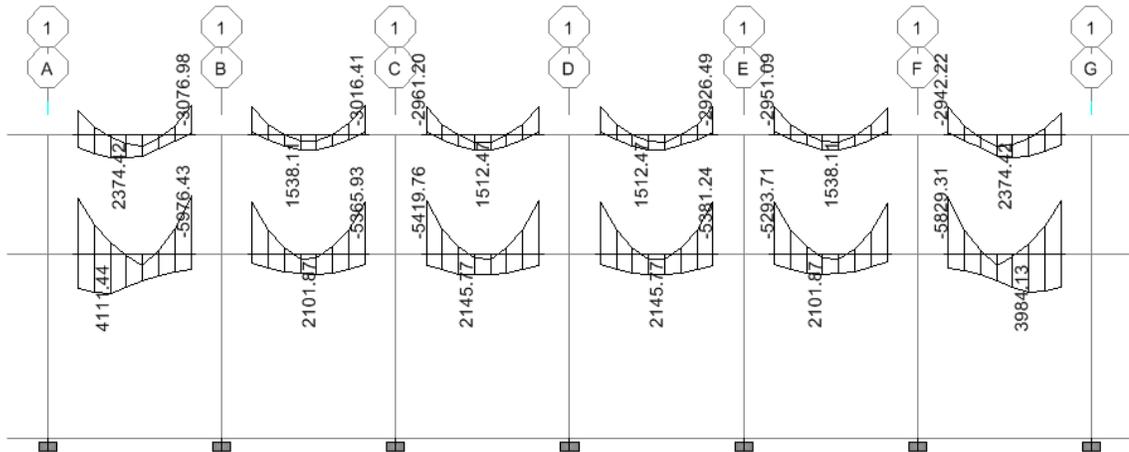
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS.

Figura 19. Diagrama de cortes últimos, columnas en eje 1



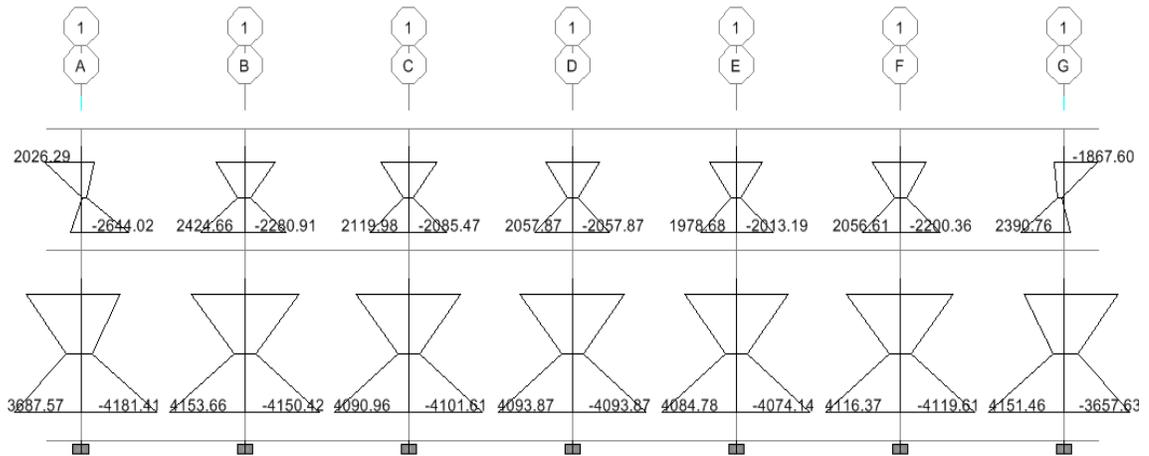
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS.

Figura 20. Diagrama de momentos últimos, vigas en eje 1



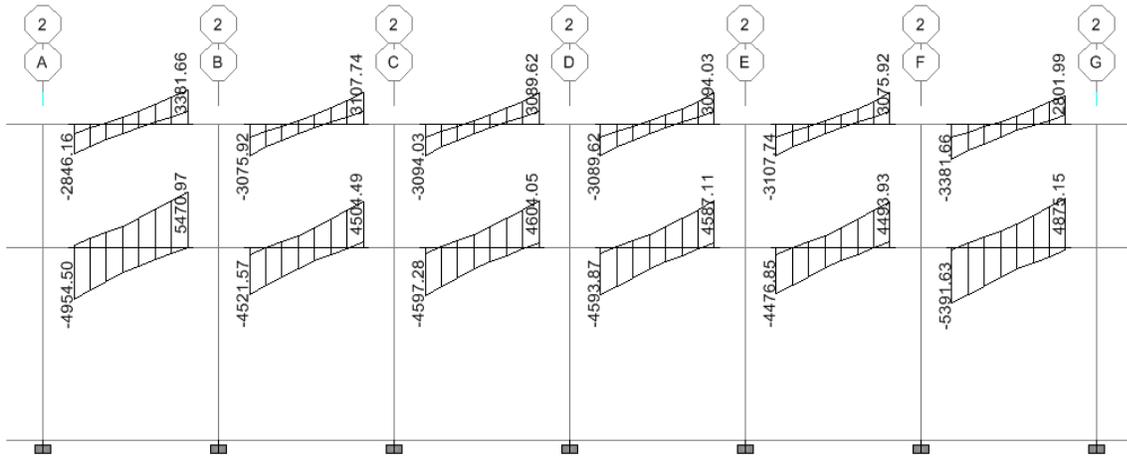
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS.

Figura 21. Diagrama de momentos últimos, columnas en eje 1



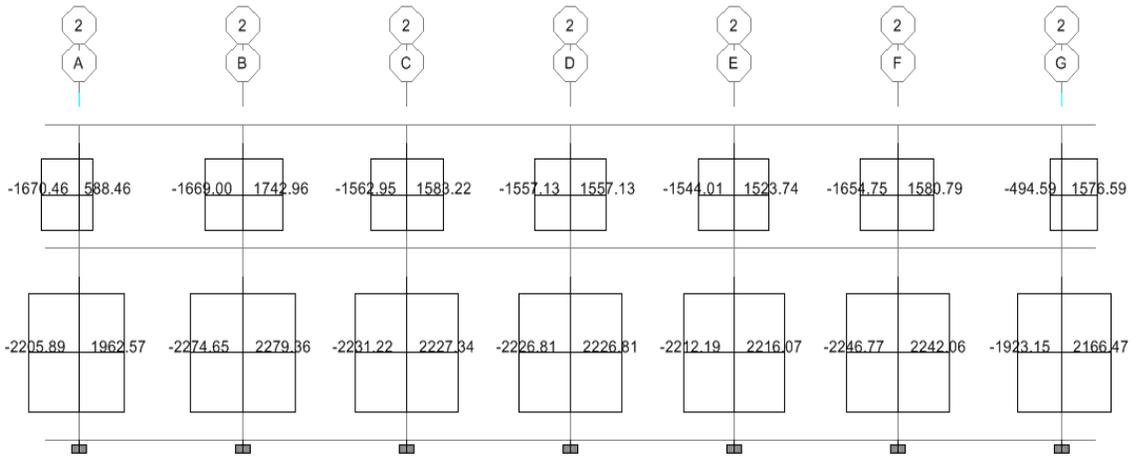
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS.

Figura 22. Diagrama de cortes últimos, vigas en eje 2



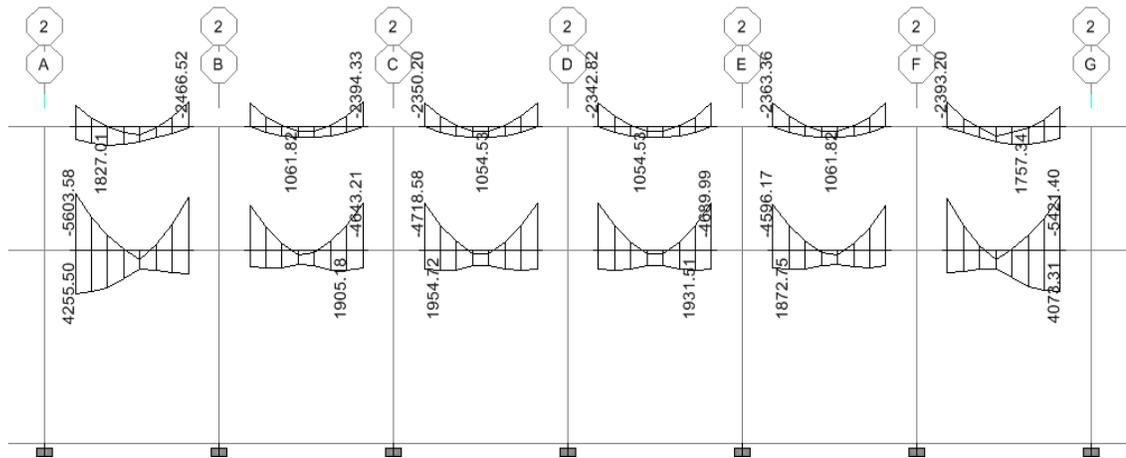
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS.

Figura 23. Diagrama de cortes últimos, columnas en eje 2



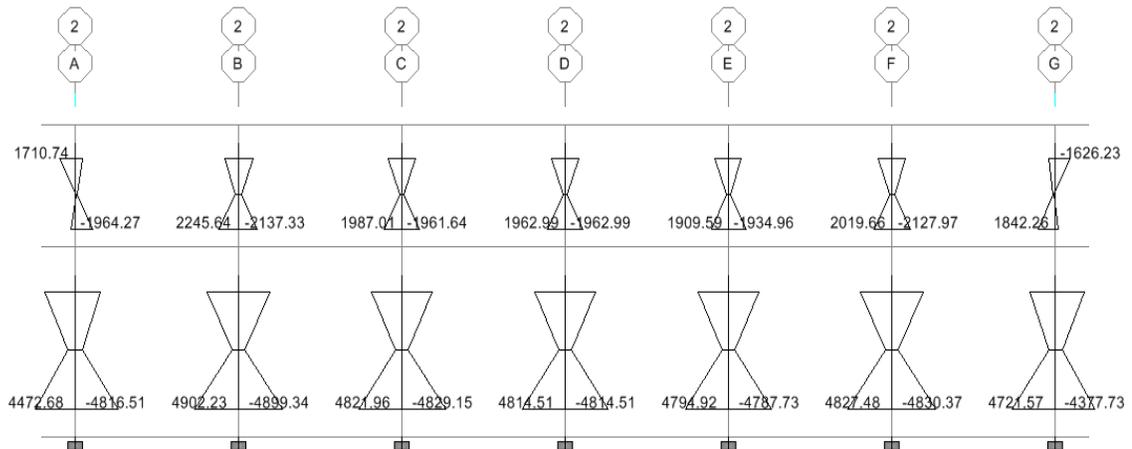
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS.

Figura 24. Diagrama de momentos últimos, vigas en eje 2



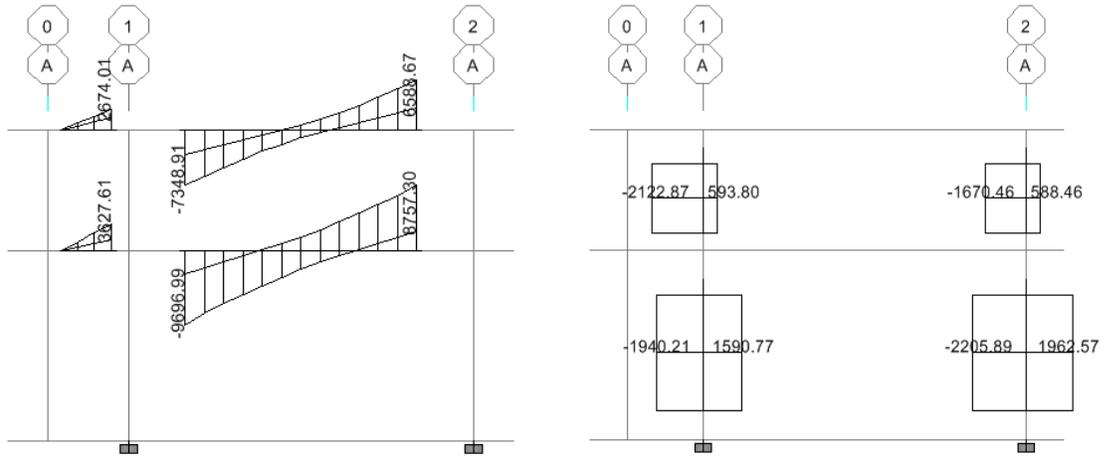
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS.

Figura 25. Diagrama de momentos últimos, columnas en eje 2



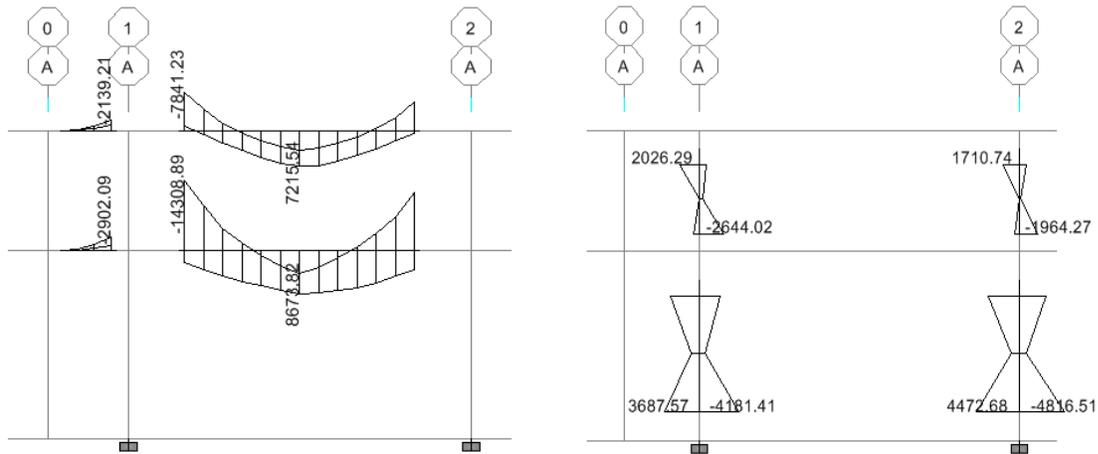
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS.

Figura 26. Diagrama de cortes últimos del eje A



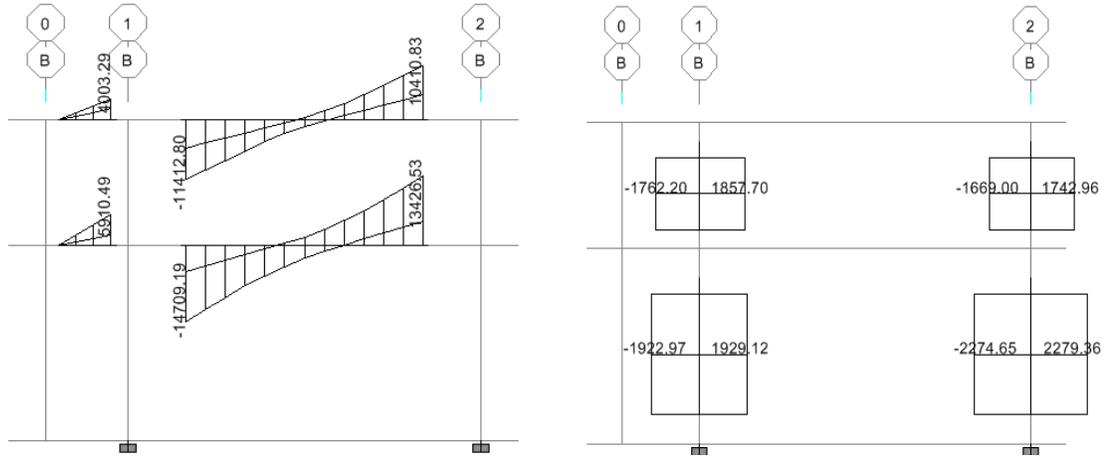
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS.

Figura 27. Diagrama de momentos últimos del eje A



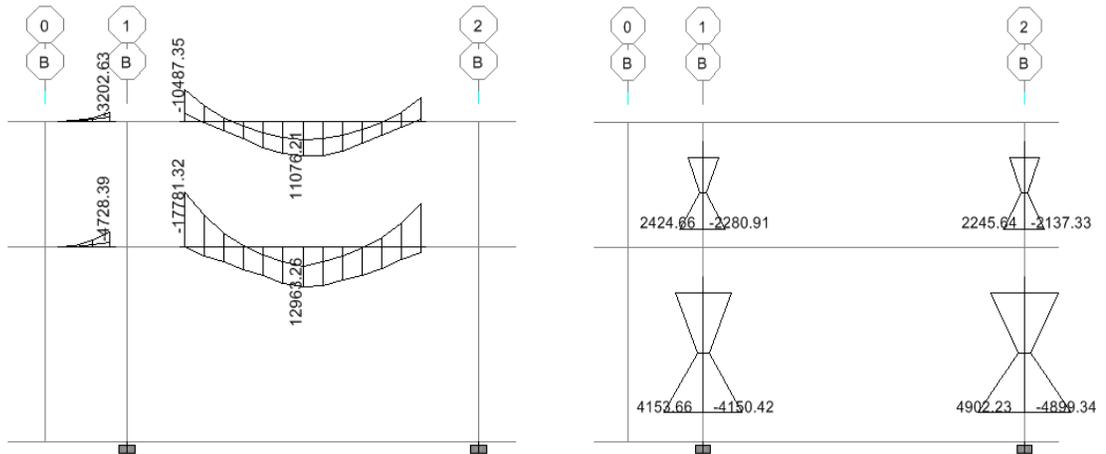
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS.

Figura 28. Diagrama de cortes últimos en eje B



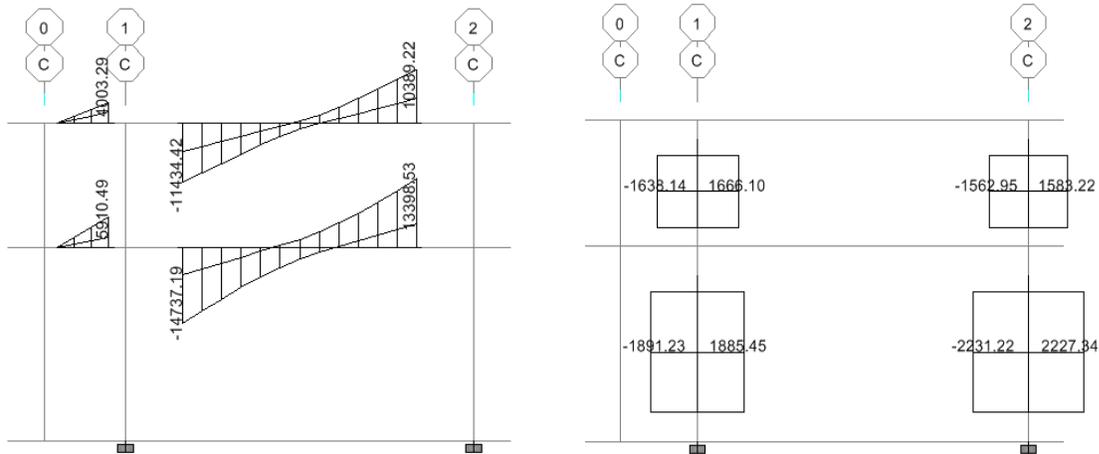
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS.

Figura 29. Diagrama de momentos últimos en eje B



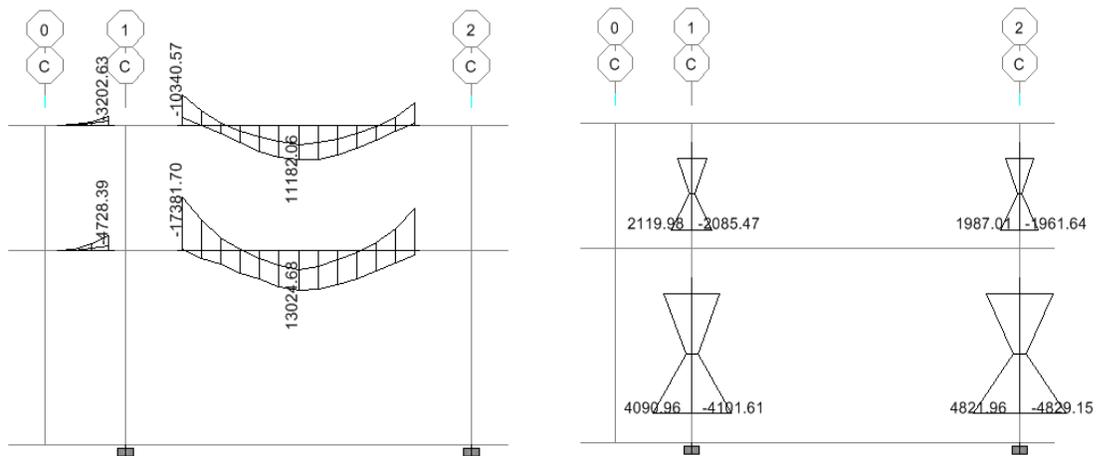
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS.

Figura 30. Diagrama de cortes últimos en eje C



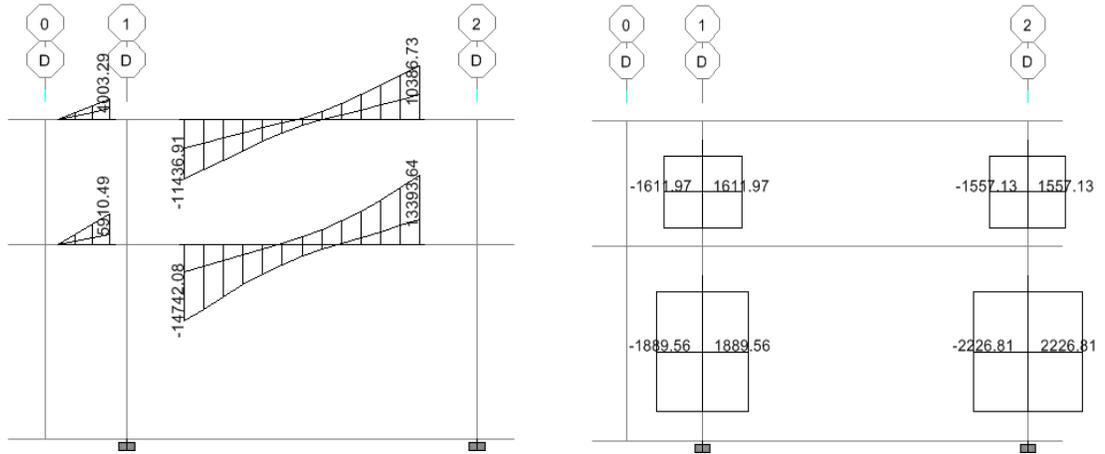
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS.

Figura 31. Diagrama de momentos últimos en eje C



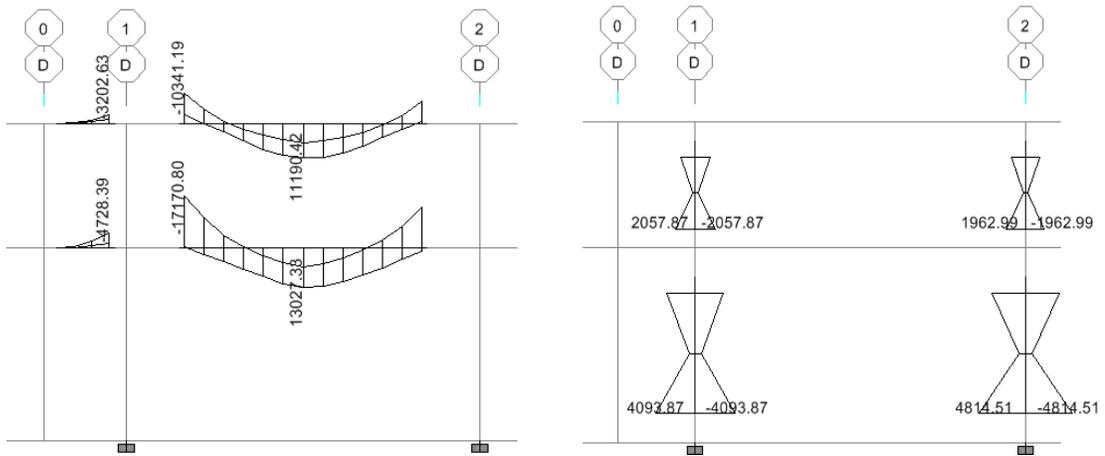
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS.

Figura 32. Diagrama de cortes últimos en eje D



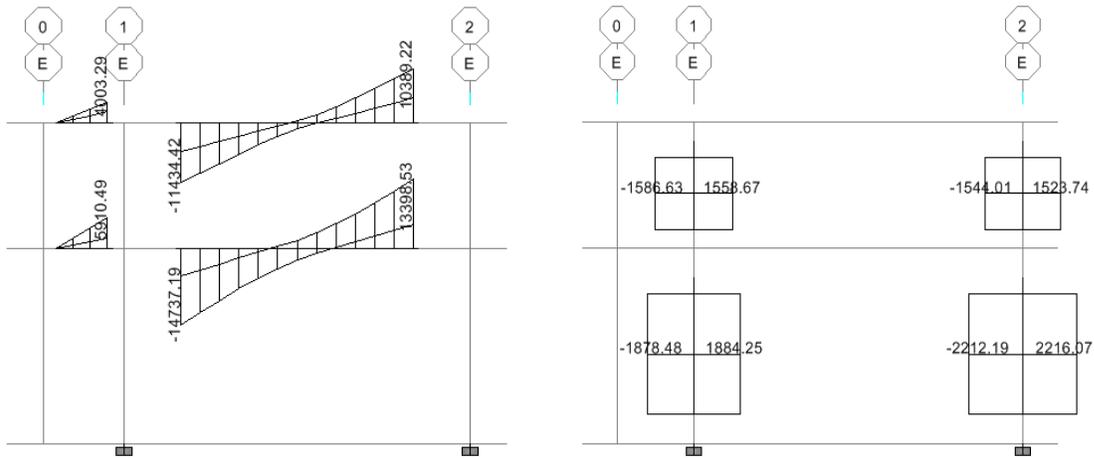
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS.

Figura 33. Diagrama de momentos últimos en eje D



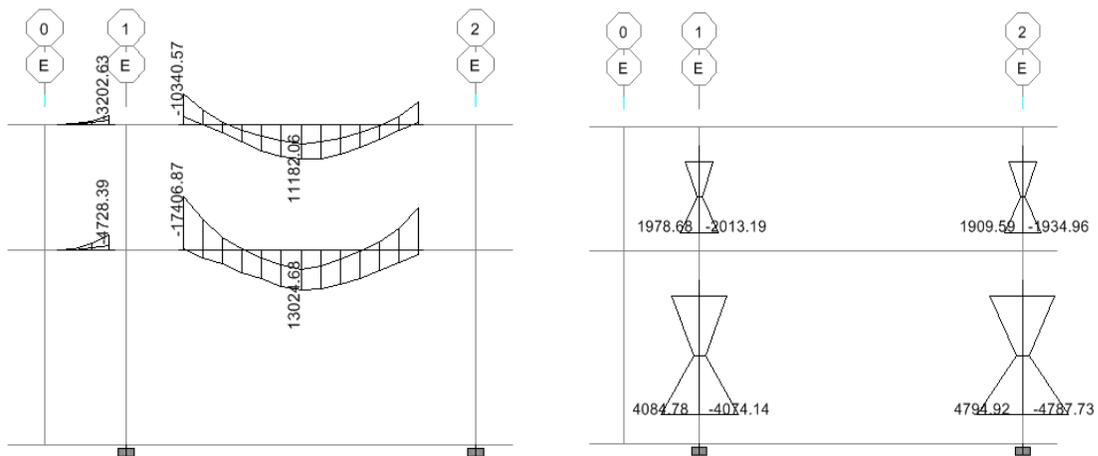
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS.

Figura 34. Diagrama de cortes últimos en eje E



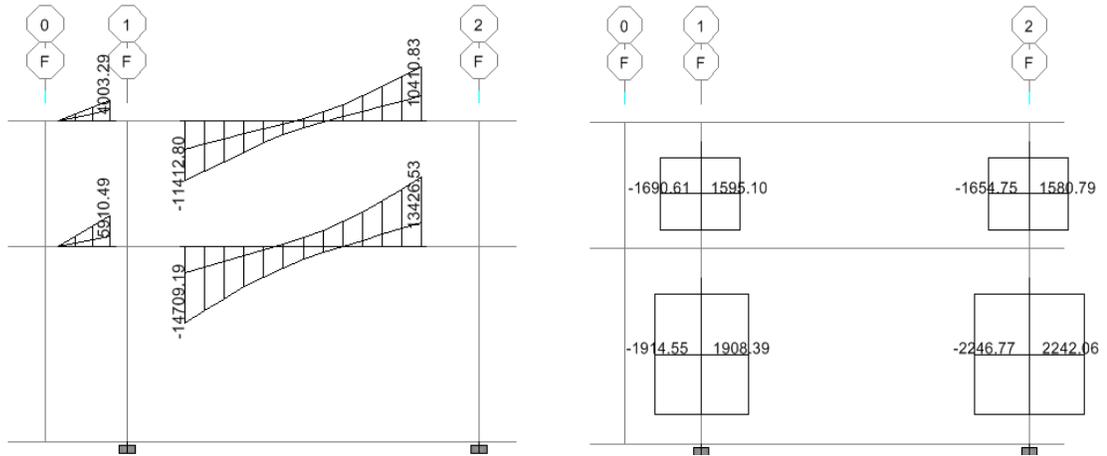
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS.

Figura 35. Diagrama de momentos últimos en eje E



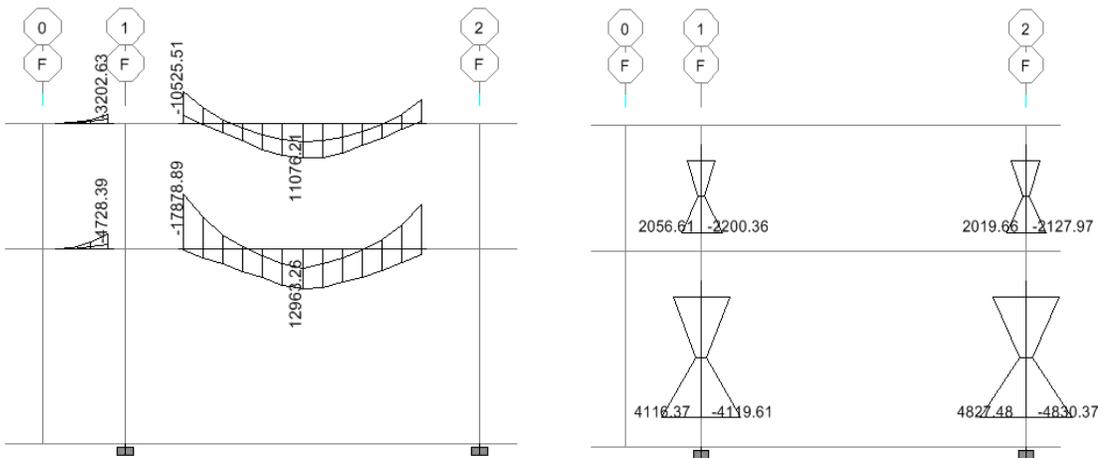
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS.

Figura 36. Diagrama de cortes últimos en eje F



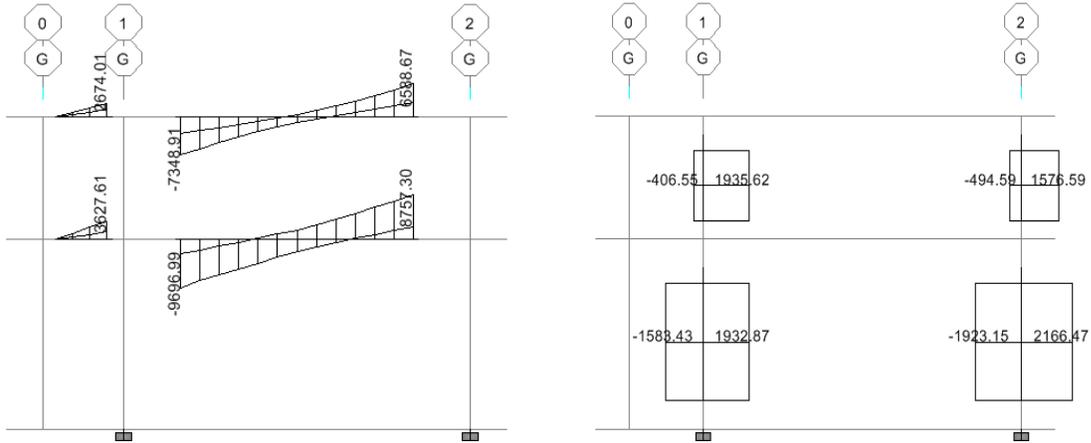
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS.

Figura 37. Diagrama de momentos últimos en eje F



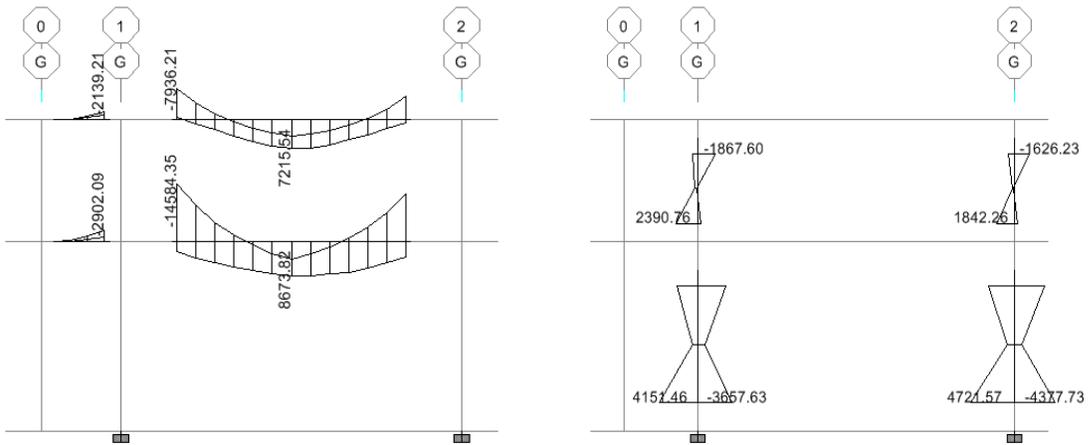
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS.

Figura 38. Diagrama de cortes últimos en eje G



Fuente: elaboración propia, con programa ETABS.

Figura 39. Diagrama de momentos últimos en eje G



Fuente: elaboración propia, con programa ETABS.

### 2.2.3. Diseño estructural

Comprende la definición de los elementos estructurales a manera de que los mismos puedan satisfacer la demanda de resistencia y estabilidad, según lo establecido por los reglamentos para su diseño.

#### 2.2.3.1. Losas

Son elementos estructurales que además de funcionar como diafragmas para transmitir cargas horizontales también sirven como cubiertas que protegen de la intemperie y como entrepisos en el edificio. Por su espesor pueden dividirse en losas planas ( $0,9 \leq t \leq 0,13 \text{ m}$ ) y nervadas ( $t > 0,13 \text{ m}$ ).

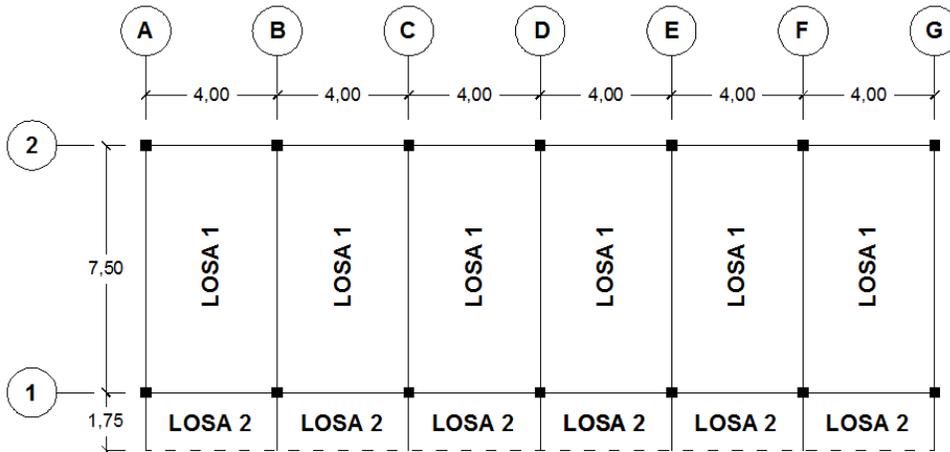
Dependiendo de la geometría de la losa, esta puede trabajar en uno o ambos sentidos. Para saber cómo trabaja una losa se tiene la siguiente expresión:

$$m = \frac{L_{menor}}{L_{mayor}}$$

Si  $m \geq 0,50$  la losa trabaja en ambos sentidos

Si  $m < 0,50$  la losa trabaja en un sentido

Figura 40. Planta típica de losas



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD.

$$m_1 = \frac{4}{7,50} = 0,53$$

$$m_2 = \frac{1,75}{4,00} = 0,44$$

Por lo tanto las losas tipo 1 trabajan en ambos sentidos y para su diseño se emplea el método 3 del Código ACI, también conocido como el método de los coeficientes; mientras que las losas tipo 2 que trabajan en un solo sentido, su diseño será igual que el diseño de una viga.

- Losas en un sentido
  - Carga de diseño

$$CU = 1,4CM + 1,7CV$$

Primer nivel

$$1,4CM = 1,4[W_{losa} + W_{acabado\ piso+losa}]$$

$$1,4CM = 1,4[(0,13\ m \times 2\ 400\ kg/m^2) + 100\ kg/m^2] = 576,80\ kg/m^2$$

$$1,7CV = 1,7[500\ kg/m^2] = 850,00\ kg/m^2$$

$$CU = 576,80 + 850,00 = 1\ 426,80\ kg/m^2$$

Segundo nivel

$$1,4CM = 1,4[W_{losa} + W_{acabado\ losa} + W_{Sobre\ carga}]$$

$$1,4CM = 1,4[(0,13\ m \times 2\ 400\ kg/m^3) + (0,13\ m \times 60\ kg/m^3) + 100\ kg/m^2] \\ = 587,72\ kg/m^2$$

$$1,7CV = 1,7[100\ kg/m^2] = 170,00\ kg/m^2$$

$$CU = 587,72 + 170,00 = 757,72\ kg/m^2$$

- Momentos actuantes

$$M_{i-} = \frac{WL^2}{2}$$

Donde:

$M_{i-}$  = momento negativo en la dirección i

W = carga uniforme total

L = longitud en dirección i

$$M_{a-} = \frac{1\,426,80 \times 1,75^2}{2} = 2\,184,79 \text{ kg} - m$$

El momento negativo será el mismo para las losas que trabajan en un sentido en el primer nivel. De igual manera se calcula el momento negativo para las losas que trabajan en un sentido en el segundo nivel.

- Losas en ambos sentidos
  - Carga de diseño

$$CU = 1,4CM + 1,7CV$$

Primer nivel

$$1,4CM = 576,80 \text{ kg/m}^2$$

$$1,7CV = 1,7[200 \text{ kg/m}^2] = 340,00 \text{ kg/m}^2$$

$$CU = 576,80 + 340,00 = 919,80 \text{ kg/m}^2$$

Segundo nivel

$$1,4CM = 587,72 \text{ kg/m}^2$$

$$1,7CV = 1,7[100 \text{ kg/m}^2] = 170,00 \text{ kg/m}^2$$

$$CU = 587,72 + 170,00 = 757,72 \text{ kg/m}^2$$

- Momentos actuantes

$$M_{i\pm} = C_{i\pm} \times W \times L_i^2$$

Donde:

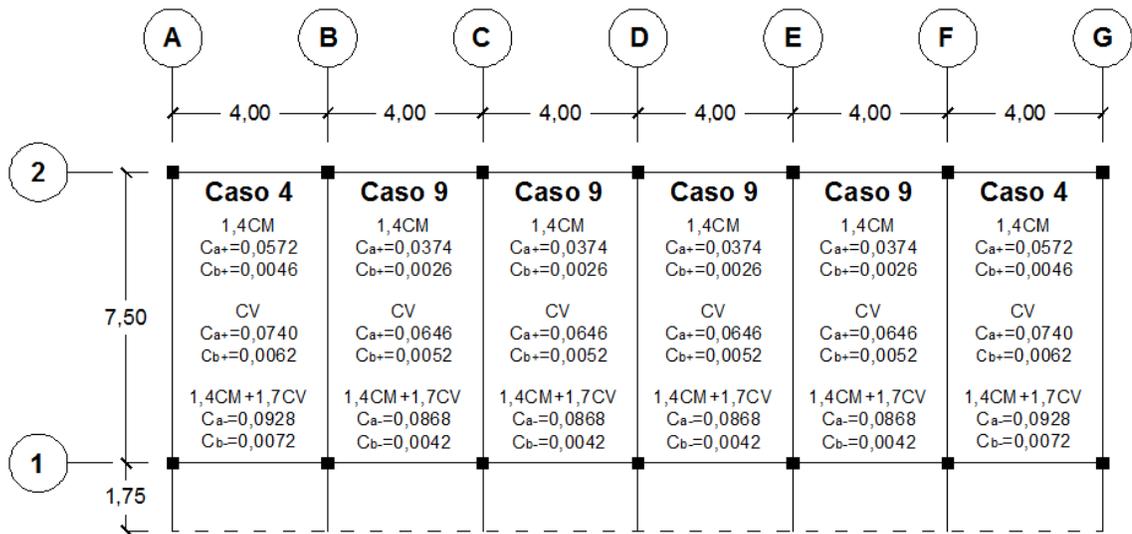
$M_{i\pm}$  = momento en la dirección i

$C_{i\pm}$  = factor de distribución para el lado i

W = carga uniforme total

L = longitud en dirección i

Figura 41. **Coeficientes para momentos en losas en ambos sentidos**



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD.

Los coeficientes para momentos positivos y momentos negativos para  $m = 0,53$  fueron obtenidos según su caso, mediante una interpolación de los valores para  $m = 0,55$  y  $m = 0,50$  de las tablas para momentos en losas.

Caso 4 - Primer nivel

$$M_{a+} = (0,0572 \times 576,80 \times 4^2) + (0,074 \times 340 \times 4^2) = 930,45 \text{ kg} - m$$

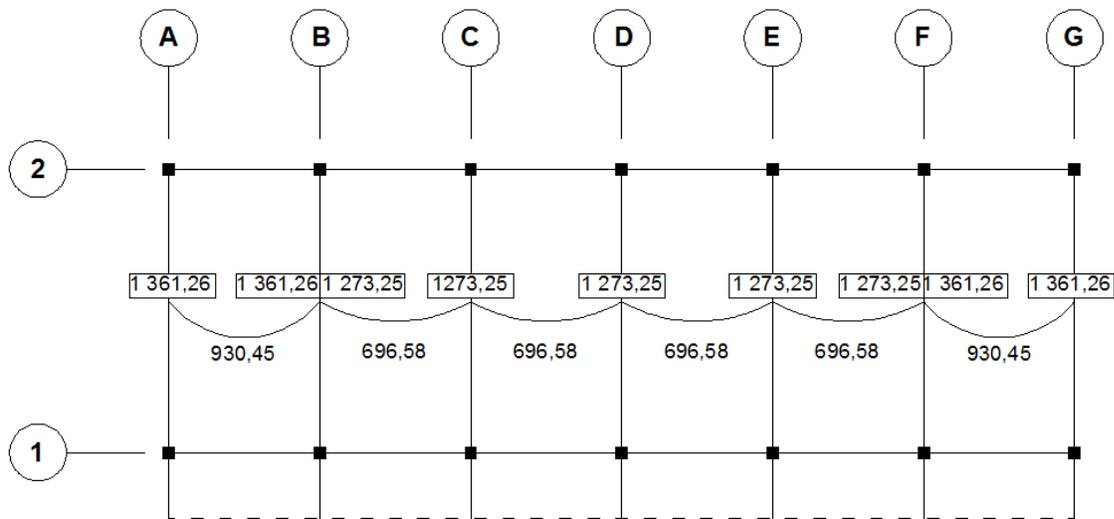
$$M_{b+} = (0,0046 \times 576,80 \times 7,50^2) + (0,0062 \times 340 \times 7,50^2) = 267,83 \text{ kg} - m$$

$$M_{a-} = 0,0928 \times 916,80 \times 4^2 = 1\,361,26 \text{ kg} - m$$

$$M_{b-} = 0,0072 \times 916,80 \times 7,50^2 = 371,30 \text{ kg} - m$$

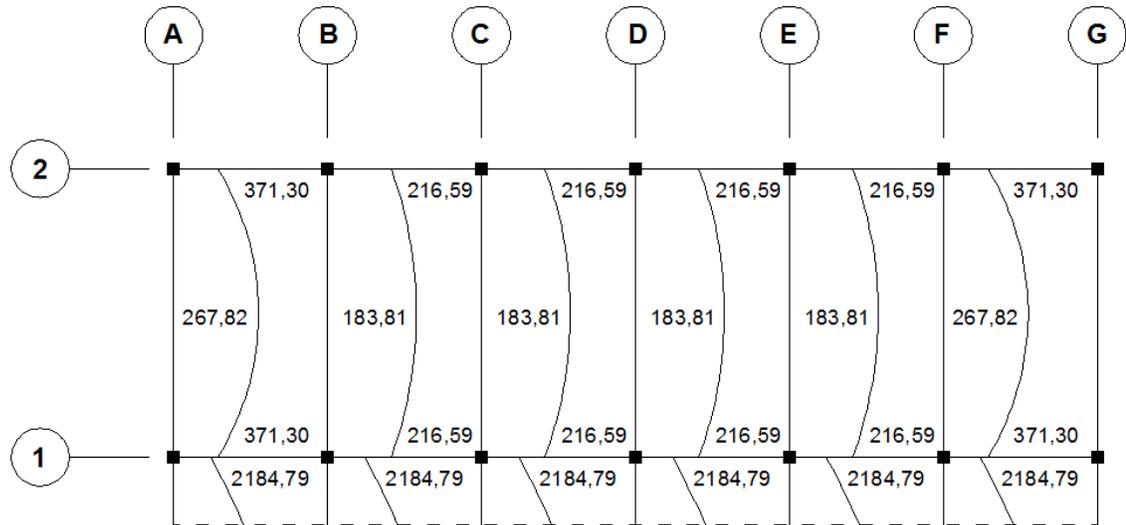
Según el procedimiento anterior, se calculan los momentos restantes en todas las losas.

Figura 42. **Momentos a± de losas en primer nivel en kg-m**



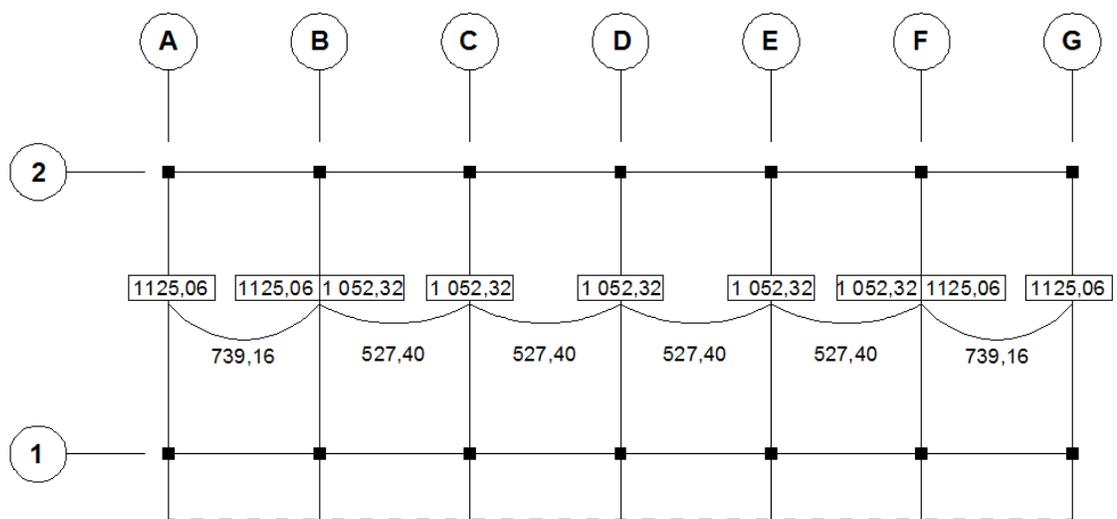
Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD.

Figura 43. **Momentos b± de losas en primer nivel en kg-m**



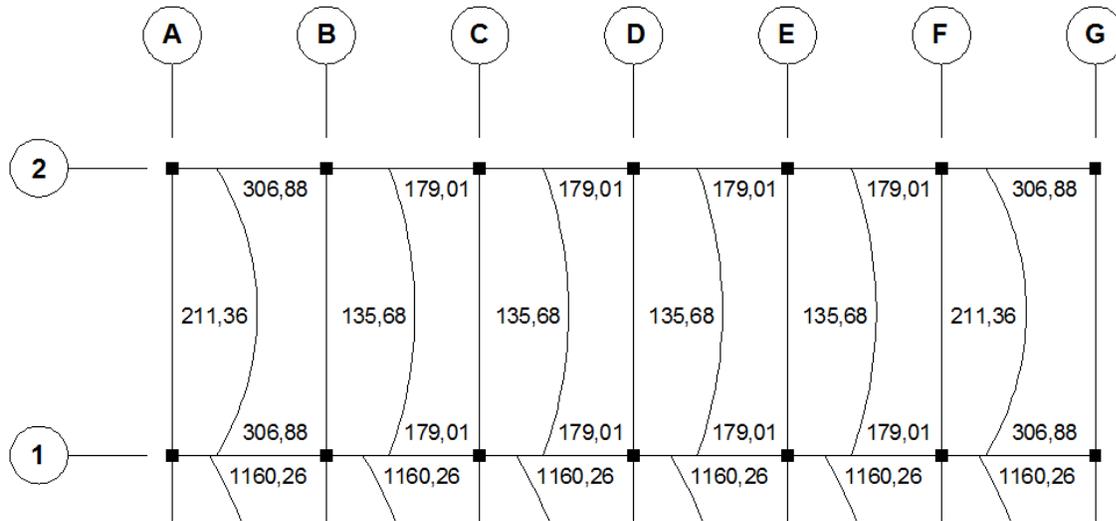
Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD.

Figura 44. **Momentos a± de losas en segundo nivel en kg-m**



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD.

Figura 45. Momentos b± de losas en segundo nivel en kg-m



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD.

○ Balanceo de momentos

Cuando dos losas presentan un lado en común con momentos diferentes se debe realizar un balance en los valores previo al diseño del acero de refuerzo que se requiere.

El balanceo de los momentos puede hacerse mediante un promedio de los valores, si se cumple la siguiente condición:

$$0,80 \times M_{mayor} < M_{menor}$$

Si no se cumple la condición, el balanceo de momentos se procede a hacer por su rigidez. Para determinar el balance de momentos por rigideces se tiene la siguiente expresión:

$$M_{-} = M_i \pm D_i(M_{mayor} - M_{menor})$$

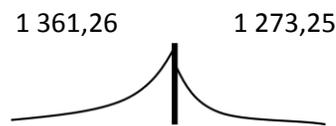
Donde:

$$D_i = \frac{K}{\sum K}$$

$$K = \frac{1}{L}$$

Balance de momentos 1

Figura 46. **Balance de momentos 1**



Fuente: elaboración propia.

$$0,80 \times 1\,361,26 \text{ kg} - m < 1\,273,25 \text{ kg} - m$$

$$1\,089,01 \text{ kg} - m < 1\,273,25 \text{ kg} - m$$

Cumple la condición, lo que indica que el balance de momentos puede realizarse mediante un promedio de los valores. Por lo tanto el momento balanceado corresponde a:

$$M_{a-} = \frac{1\,361,26 + 1\,273,25}{2} = 1\,317,26 \text{ kg} - m$$

## Balance de momentos 2

Figura 47. **Balance de momentos 2**



Fuente: elaboración propia.

$$0,80 \times 2184,79 \text{ kg} - m < 371,30 \text{ kg} - m$$

$$1747,83 \text{ kg} - m < 1273,25 \text{ kg} - m$$

No cumple la condición, el balance de momentos se realiza por rigideces.

$$K_1 = \frac{1}{L_1} = \frac{1}{1,75} = 0,57$$

$$K_2 = \frac{1}{L_2} = \frac{1}{7,50} = 0,13$$

$$D_1 = \frac{K_1}{K_1 + K_2} = \frac{0,57}{0,57 + 0,13} = 0,8108$$

$$D_2 = \frac{K_2}{K_1 + K_2} = \frac{0,13}{0,57 + 0,13} = 0,1892$$

Comprobación

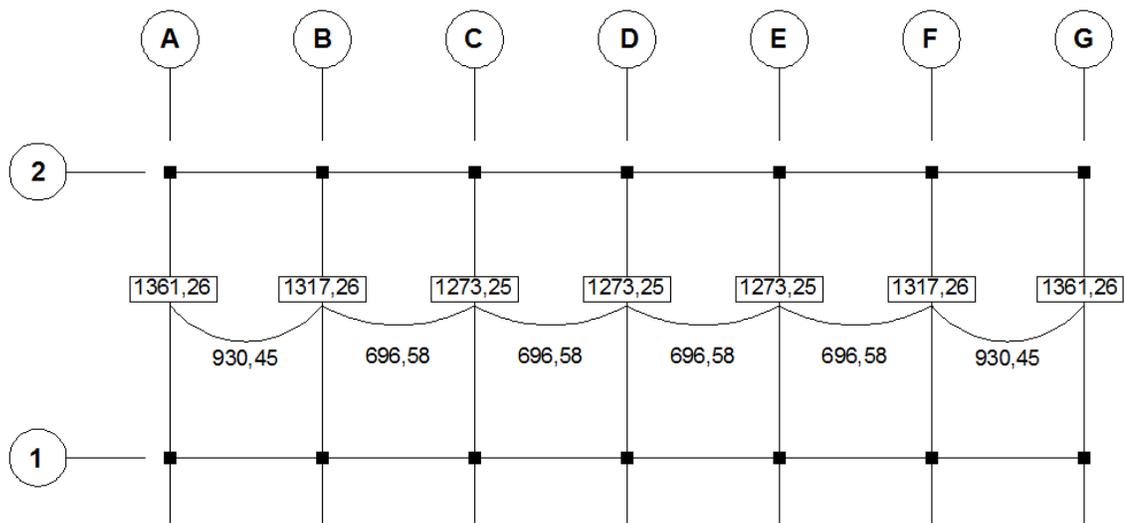
$$\sum D_i = 0,8108 + 0,1892 = 1$$

$$M = 2\,184,79 - 0,8108(2\,184,79 - 371,30) = 714,40 \text{ kg} - m$$

$$M = 371,30 + 0,1892(2\,184,79 - 371,30) = 714,40 \text{ kg} - m$$

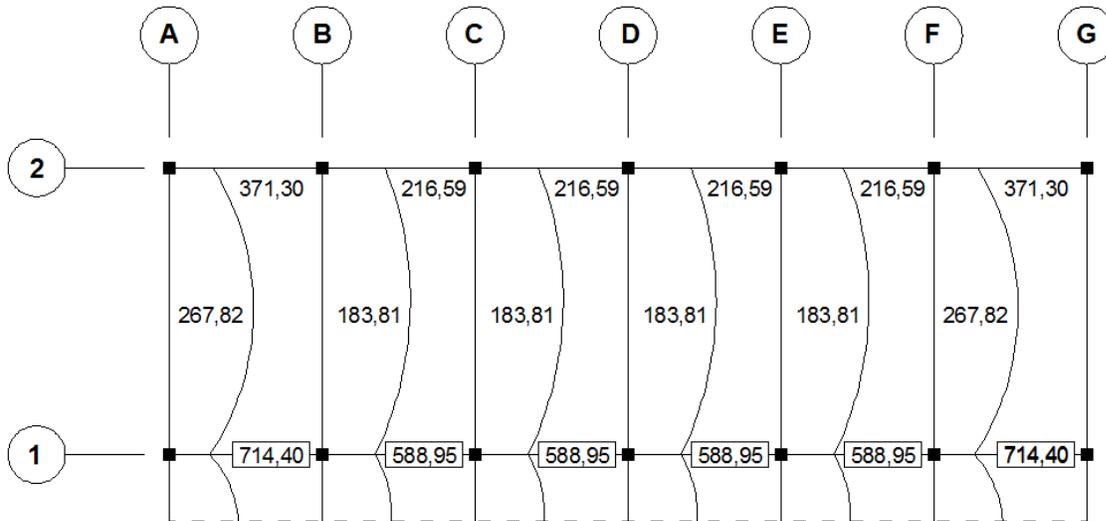
De igual manera se realiza el balance para todos los momentos que hagan falta.

Figura 48. **Momentos  $\pm$  balanceados de losas en primer nivel**



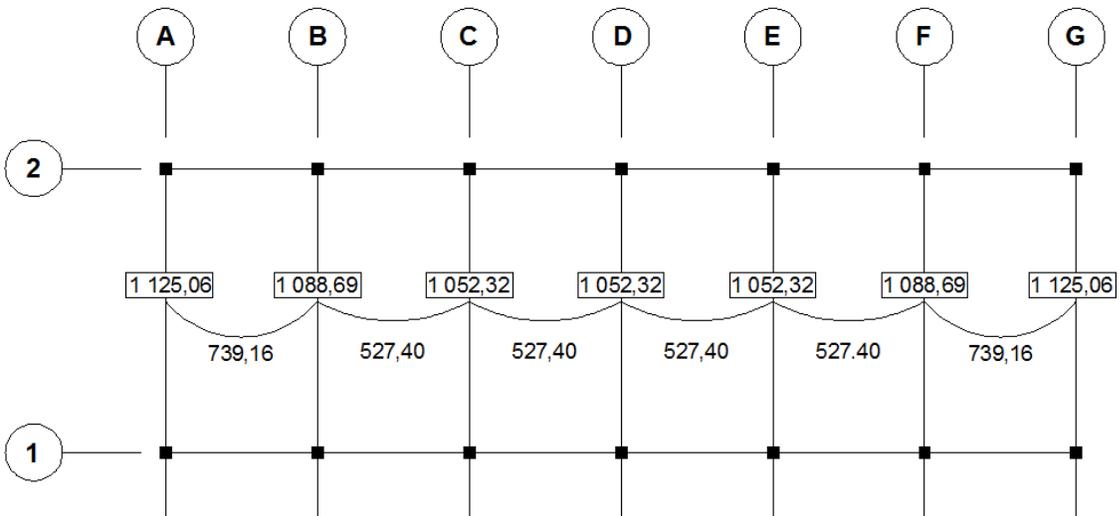
Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD.

Figura 49. **Momentos  $b\pm$  balanceados de losas en primer nivel**



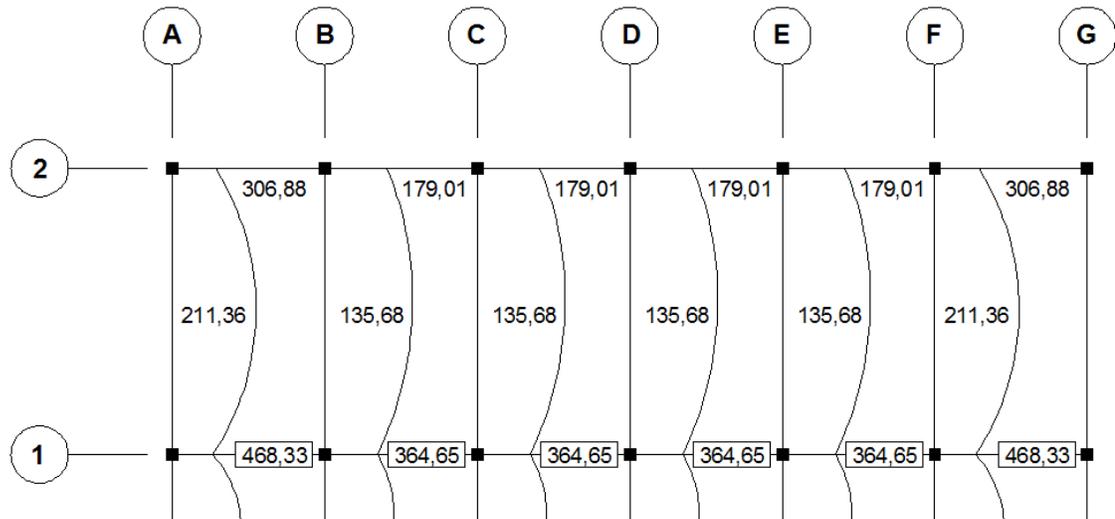
Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD.

Figura 50. **Momentos  $a\pm$  balanceados de losas en segundo nivel**



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD.

Figura 51. **Momentos b± balanceados de losas en segundo nivel**



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD.

- Diseño del acero de refuerzo
  - Peralte efectivo

Para determinar el peralte efectivo en la losa, se propone para el armado varillas con diámetro de 3/8 de pulgada y con un recubrimiento de 2,5 centímetros.

$$d = t - \text{recubrimiento} - \phi/2$$

Donde:

t = espesor de la losa en cm

$\phi$  = diámetro de la varilla de refuerzo en cm

$$d = 13 - 2,5 - \left(0,9525/2\right) = 10 \text{ cm}$$

- Acero mínimo

Según la sección 10.5 del ACI 318-08 dice que para elementos sometidos a flexión el área de acero no debe ser menor a:

$$A_{smin} = \frac{0,40 \times 14,1 \times b_w \times d}{f_y}$$

Donde:

$b_w$  = base unitaria igual a 100 cm

$f_y$  = resistencia específica a la fluencia del acero igual a 4 200 kg/cm<sup>2</sup>

$$A_{smin} = \frac{0,40 \times 14,1 \times 100 \times 10}{4\ 200} = 1,35 \text{ cm}^2/\text{cm}$$

- Espaciamiento

Para determinar el espaciamiento del refuerzo en la losa, se tiene la siguiente expresión:

$$S = \frac{A_{sref} \times b_w}{A_s}$$

Donde:

$A_{sref}$  = área del acero de refuerzo a utilizar.

$b_w$  = base unitaria igual a 100 cm

Según la sección 13.3.2 del ACI 310-08 dice que el espaciamiento del refuerzo no debe exceder dos veces el espesor de la losa.

$$S_{m\acute{a}x} = 2 \times 13\text{cm} = 26\text{ cm}$$

Por facilidad se adoptará 25 centímetros para el espaciamiento máximo y el área de acero requería para dicho espaciamiento corresponde a:

$$A_s = \frac{0,71\text{ cm} \times 100\text{ cm}}{25\text{ cm}} = 2,85\text{ cm}^2$$

- Momento mínimo

$$M_{min} = \phi \times A_{smin} \times f_y \times \left( d - \frac{A_{smin} \times f_y}{1,7 \times f'c \times b} \right)$$

Donde:

$f'c$  = resistencia específica a la compresión del concreto igual a 280 kg/cm<sup>2</sup>

$$M_{min} = \frac{\left[ 0,90 \times 2,85 \times 4\ 200 \times \left( 10 - \frac{2,85 \times 4\ 200}{1,7 \times 280 \times 100} \right) \right]}{100} = 1\ 052,85\text{ kg} - m$$

Para aquellos momentos que son menores al valor del momento mínimo, se utiliza el área de acero mínimo y para aquellos momentos que sobrepasan su valor se utiliza la siguiente expresión:

$$A_s = \left[ b \times d - \sqrt{(b \times d)^2 - \frac{Mu \times b}{0,003825 \times f'c}} \right] \times \frac{0,85 \times f'c}{f_y}$$

Tabla XXX. **Áreas de acero y separación para losas de primer nivel**

<b>Mu (kg-m)</b>	<b>As (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>S(cm)</b>	<b>S a utilizar (cm)</b>
1361,26	3,71	19,19	20
1317,26	3,59	19,85	20
1273,25	3,47	20,56	20
930,45	2,85	25,00	25
696,58	2,85	25,00	25
371,30	2,85	25,00	25
267,82	2,85	25,00	25
714,40	2,85	25,00	25
216,59	2,85	25,00	25
183,81	2,85	25,00	25
588,95	2,85	25,00	25

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXI. **Áreas de acero y separación para losas de segundo nivel**

<b>Mu</b>	<b>As</b>	<b>S(cm)</b>	<b>S a utilizar</b>
1125,06	3,05	23,35	25
1088,69	2,95	24,16	25
1052,32	2,85	25,00	25
739,16	2,85	25,00	25
527,40	2,85	25,00	25
306,88	2,85	25,00	25
211,36	2,85	25,00	25
468,33	2,85	25,00	25
179,01	2,85	25,00	25
135,68	2,85	25,00	25
364,65	2,85	25,00	25

Fuente: elaboración propia.

## Comprobación por corte

Las losas se encuentran sometidas a esfuerzos de corte que deben ser resistidos por los materiales que la conforman. El espesor de losa propuesto es el adecuado, solo sí se cumple la siguiente expresión:

$$V_{actuante} < V_{resistente}$$

Donde:

$$V_{max} = \frac{CU \times a}{2}$$

$$V_c = 0,85 \times 0,53 \times \sqrt{f'c} \times b_w \times d$$

CU = carga última de losa analizada

a = lado más corto de losa analizada

A continuación se verificará si el espesor de losa propuesto es el adecuado para las losas en una dirección del primer nivel.

$$\frac{1\,426,80 \times 1,75}{2} < 0,85 \times 0,53 \times \sqrt{280} \times 100 \times 10$$

$$1\,248,45 < 7\,556,21$$

Por lo tanto, el espesor de 13 centímetros es el adecuado para las losas que trabajan en un sentido para el primer nivel. De igual manera se verifica en las demás losas, dando como resultado que el espesor propuesto es el adecuado para todas las losas.

Tabla XXXII. **Comprobación por corte en losas del primer nivel**

<b>Losa</b>	<b>CU (kg)</b>	<b>a(m)</b>	<b>V<sub>actuante</sub></b>	<b>V<sub>resistente</sub></b>	<b>Condición</b>
Un sentido	1 426,80	1,75	1 248,45	7 556,21	Cumple
Dos sentidos	916,80	4,00	1 833,60	7 556,21	Cumple

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIII. **Comprobación por corte en losas del segundo nivel**

<b>Losa</b>	<b>CU (kg)</b>	<b>a(m)</b>	<b>V<sub>actuante</sub></b>	<b>V<sub>resistente</sub></b>	<b>Condición</b>
Un sentido	757,72	1,75	663,01	7 556,21	Cumple
Dos sentidos	757,72	4,00	1 515,44	7 556,21	Cumple

Fuente: elaboración propia.

### **2.2.3.2. Vigas**

Las vigas son elementos estructurales sometidos a esfuerzos de compresión, tensión y corte, transmiten la carga de la losa hacia las columnas. Para su diseño son necesarios los resultados obtenidos del análisis estructural.

A continuación se describe el procedimiento para el diseño de vigas, tomando como ejemplo el diseño de viga 1 – 2, del eje D en el primer nivel.

- Peralte efectivo

$$d = 50 \text{ cm} - 4 \text{ cm} = 46 \text{ cm}$$

Según la sección 7.7.1 del ACI 318-08 dice que la protección de concreto mínima para el refuerzo debe ser de 4 centímetros, cuando el concreto está construido en sitio y se encuentra expuesto a la intemperie.

- Límites del refuerzo
  - Acero mínimo

$$A_{smin} = \frac{14,1 \times b_w \times d}{f_y}$$

Donde:

b = base del elemento en cm

f<sub>y</sub> = resistencia específica a la fluencia del acero igual a 4 200 kg/cm<sup>2</sup>

$$A_{smin} = \frac{14,1 \times 25 \text{ cm} \times 46 \text{ cm}}{4\,200 \text{ kg/cm}^2} = 3,86 \text{ cm}^2$$

- Acero máximo

$$A_{smax} = 0,5 \times \rho_b \times b \times d$$

Donde:

$$\rho_b = \frac{0,85 \times \beta_1 \times f'c}{f_y} \left( \frac{6\,120}{6\,120 + f_y} \right)$$

β<sub>1</sub> = Factor igual a 0,85 cuando f'c es igual a 280 kg/cm<sup>2</sup>

$$\rho_b = \frac{0,85 \times 0,85 \times 280}{4\ 200} \left( \frac{6\ 120}{6\ 120 + 4\ 200} \right) = 0,002856$$

$$As_{m\acute{a}x} = 0,5 \times 0,002856 \times 25 \times 46 = 16,42\ cm^2$$

Para determinar el \u00e1rea de acero que requieren los momentos \u00faltimos se tiene la siguiente expresi\u00f3n:

$$As = \left[ b \times d - \sqrt{(b \times d)^2 - \frac{Mu \times b}{0,003825 \times f'c}} \right] \times \frac{0,85 \times f'c}{fy}$$

Tabla XXXIV. \u00c1rea de acero requerido para viga de tramo 1-2, eje D, nivel 1

	<b>M (kg-m)</b>	<b>As (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>As<sub>m\u00edn</sub> (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>As<sub>m\u00e1x</sub> (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Condici\u00f3n</b>
Mu <sub>i</sub> -	17 170,80	10,76	3,86	16,42	Simplemente reforzada
Mu <sub>ij+</sub>	13 027,33	7,98	3,86	16,42	Simplemente reforzada
Mu <sub>j</sub> -	13 538,35	8,32	3,86	16,42	Simplemente reforzada

Fuente: elaboraci\u00f3n propia.

La viga en todas sus secciones es simplemente reforzada, para aquellos momentos que se requiera un valor menor al del acero m\u00ednimo, se utiliza el \u00e1rea de acero m\u00ednimo.

Para definir el armado de la viga, se deben cumplir las siguientes condiciones que establece el ACI 318-08, cap\u00edtulo 21.

Para la cama superior colocar como mínimo, dos varillas longitudinales continuas, tomando el mayor de los siguientes valores:

- $As_{mín} = 3,86 \text{ cm}^2$
- $33\% As_{mayor} = 33\% \times 12,57 = 4,15 \text{ cm}^2$

Para la cama inferior se debe colocar como mínimo dos varillas longitudinales continuas, tomando el mayor de los siguientes valores:

- $As_{mín} = 3,86 \text{ cm}^2$
- $50\% As_{mayor} = 50\% \times 12,57 = 6,28 \text{ cm}^2$
- $50\% As_{+} = 50\% \times 9,08 = 4,54 \text{ cm}^2$

Tabla XXXV. **Armado de refuerzo para viga de tramo 1-2, eje D, nivel 1**

	<b>M (kg-m)</b>	<b>As (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Armado</b>	
Mu <sub>i-</sub>	17 170,80	10,76	2 No. 6 + 2 bastones No. 6	→ 11,40 cm <sup>2</sup>
Mu <sub>ij+</sub>	13 027,33	7,98	2 No. 6 + tensor No. 6	→ 8,55 cm <sup>2</sup>
Mu <sub>j-</sub>	13 538,35	8,32	2 No. 6 + 1 bastón No. 6	→ 8,55 cm <sup>2</sup>

Fuente: elaboración propia.

La propuesta de armado cubre las áreas requeridas y cumple con las condiciones anteriormente descritas.

- Diseño a corte

Los esfuerzos cortantes serán contrarrestados por un refuerzo transversal que consiste en estribos espaciados a intervalos variables a lo largo del eje

longitudinal de la viga. Además de contrarrestar los efectos de corte, el refuerzo transversal ayuda a mantener el refuerzo longitudinal en la posición deseada.

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

*Si  $V_r < V_{act} \rightarrow$  calcular  $S$  y longitud de confinamiento*

Donde:

$$V_r = \phi \times 0,53 \times \sqrt{f'c} \times b \times d$$

$V_u$  = corte resistente máximo en los extremos de elemento

$V_{act}$  = corte actuante

$S$  = espaciamiento

$$V_r = 0,85 \times 0,53 \times \sqrt{280} \times 50 \times 46 = 8\,669,05 \text{ kg}$$

Según el diagrama presentado en la figura 26, se tiene un corte actuante máximo en la viga de 14 742,08 kilogramos. Por lo tanto se procede a calcular el espaciamiento y longitud de confinamiento.

- Cortante de la viga

$$\tau_{act} = \frac{V_u}{b \times d} = \frac{14\,742,08}{25 \times 46} = 12,82 \text{ kg/cm}^2$$

- Cortante resistente del elemento

$$\tau_r = \phi \times 0,53 \times \sqrt{f'c} = 0,85 \times 0,53 \times \sqrt{280} = 7,54 \text{ kg/cm}^2$$

- Espaciamiento

$$S = \frac{0,85 \times 2 \times A_{varilla} \times f_y}{b \times \tau_{act}} = \frac{0,85 \times 2 \times 0,71}{25 \times 11,64} = 15.86 \text{ cm} \approx 15 \text{ cm}$$

- Confinamiento

Según la sección 21.5.3.1 del ACI 318-08 dice que estribos cerrados para el confinamiento se colocan en las regiones:

- En una longitud igual a dos veces la altura del elemento, medida desde la cara del elemento de apoyo hacia el centro de la luz, en ambos extremos del elemento en flexión.
- En longitudes iguales a dos veces la altura del elemento a ambos lados de una sección donde puede ocurrir fluencia por flexión debido a desplazamientos laterales inelásticos del pórtico.

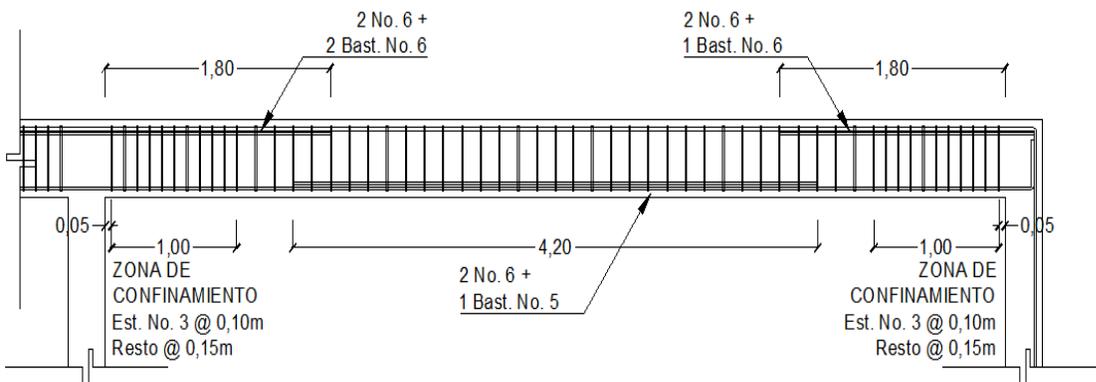
$$\text{Longitud de confinamiento} = 2 \times 50 \text{ cm} = 100 \text{ cm}$$

También dice en la sección 21.5.3.2 que el primer estribo cerrado para el confinamiento debe estar situado a no más de 50 milímetros de la cara del elemento de apoyo. Además, el espaciado en la zona de confinamiento de los estribos no debe exceder el menor de:

- $d/4 = 46/4 = 11,50 \text{ cm}$
- $8 \times \phi_{varilla \text{ longitudinal}} = 8 \times 1,90 = 15,24 \text{ cm}$
- $24 \times \phi_{varilla \text{ transversal}} = 24 \times 0,95 = 22,86 \text{ cm}$
- $30 \text{ cm}$

Por lo tanto el espaciamiento en la zona de confinamiento es de 10 centímetros.

Figura 52. Armado final viga 1-2, eje D, nivel 1



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD.

El diseño del resto de las vigas se desarrolla bajo el mismo procedimiento y su detalle de armado puede consultarse en los anexos.

### 2.2.3.3. Columnas

Las columnas son elementos verticales que trasladan la carga completa del edificio hacia la cimentación. Estos elementos se encuentran sometidos principalmente a esfuerzos de compresión axial y momentos flexionantes. Se diseña únicamente la columna crítica para el nivel completo. En este diseño se contemplan únicamente las columnas que se encuentran sometidas a los mayores esfuerzos de cada nivel. El resultado del diseño es aplicado a todas las columnas del nivel al que corresponde.

## Requisitos para columnas según ACI 318-08

- El número mínimo de barras longitudinales en elementos sometidos a compresión debe ser de 4 para barras dentro de estribos rectangulares, según sección 10.9.2.
- El área de refuerzo longitudinal no debe ser menor que  $0,01A_g$  ni mayor que  $0,06A_g$ , según sección 21.6.3.1.

Figura 53. **Datos para el diseño de columnas críticas**

<b>Datos</b>		
Mx (nivel 1)	4 153,66	kg-m
My (nivel 1)	4 153,66	kg-m
Mx (nivel 2)	2 424,66	kg-m
My (nivel 2)	2 424,66	kg-m
$V_{act}$ (nivel 1)	1 929,12	kg
$V_{act}$ (nivel 2)	1 857,70	kg
Ln (nivel 1)	2,70	m
Ln(nivel 2)	2,70	m
Área tributaria	22,00	m <sup>2</sup>

Fuente: elaboración propia.

- Carga axial

$$P_u = 1,4CM + 1,7CV$$

Nivel 2

$$CM_y = 1\,508,53 \text{ kg/m} \times 3,75 \text{ m} + 1\,244,00 \text{ kg/m} \times 1,75 \text{ m} = 7\,833,99 \text{ kg}$$

$$CM_x = 1\,185,00 \text{ kg/m} \times 4 \text{ m} = 4\,740,00 \text{ kg}$$

$$CV_y = 293,33 \text{ kg/m} \times 3,75 \text{ m} + 200 \text{ kg/m} \times 1,75 \text{ m} = 1\,449,99 \text{ kg}$$

$$CV_x = 187,50 \text{ kg/m} \times 4 \text{ m} = 750,00 \text{ kg}$$

$$Pu_2 = 1,4(7\,833,99 + 4\,740,00) + 1,7(1\,449,99 + 750,00) = 21\,343,57 \text{ kg}$$

Nivel 1

$$CM_y = 1\,778,53 \text{ kg/m} \times 3,75 \text{ m} + 1\,124,00 \text{ kg/m} \times 1,75 \text{ m} = 8\,147,39 \text{ kg}$$

$$CM_x = 1\,342,50,00 \text{ kg/m} \times 4 \text{ m} = 5\,370,00 \text{ kg}$$

$$CV_y = 586,67 \text{ kg/m} \times 3,75 \text{ m} + 1\,000 \text{ kg/m} \times 1,75 \text{ m} = 3\,950,01 \text{ kg}$$

$$CV_x = 673,50 \text{ kg/m} \times 4 \text{ m} = 2\,694,00 \text{ kg}$$

$$Pu_1 = 1,4(8\,147,39 + 5\,370,00) + 1,7(3\,950,01 + 2\,694,00) = 30\,219,16 \text{ kg}$$

- Esbeltez de columnas

La esbeltez se define a partir de la relación de longitud y la sección transversal. Para determinar la esbeltez se tiene la siguiente expresión:

$$E = \frac{K_p \times L_n}{r}$$

Donde:

$$K_{\psi_p < 2} = \frac{20 - \psi_p}{20} \times \sqrt{1 + \psi_p}$$

$$K_{\psi_p \geq 2} = 0,9 \times \sqrt{1 + \psi_p}$$

$$\psi_p = \frac{\psi_A + \psi_B}{2}$$

$$\psi_A = \frac{\sum \frac{E_m \times I_c}{L_n}}{\sum \frac{E_m \times I_v}{L_n}}$$

$$\psi_B = \frac{\sum \frac{E_m \times I_v}{L_n}}{\sum \frac{E_m \times I_c}{L_n}}$$

$$r = 30\% \times \text{lado menor de columna}$$

- K = factor de pandeo  
 Ln = longitud efectiva de pandeo  
 E<sub>m</sub> = 1 (por tratarse del mismo material)  
 ψ<sub>p</sub> = grado de empotramiento a la rotación

Tabla XXXVI. **Clasificación de columnas por su esbeltez**

<b>Clasificación</b>	<b>Rango</b>
Columna corta	E < 22
Columna intermedia	22 < E < 100
Columna larga	E > 100

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVII. **Esbeltez en X y Y de columna en segundo nivel**

Grado de empotramiento		Kp	E	Clasificación	
Ax	0,1920	→ 0,288	1,1185	33,5567	Columna intermedia
Bx	0,3840				
Ay	0,720	→ 1,080	1,3643	40,9302	Columna intermedia
By	1,4400				

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVIII. **Esbeltez en X y Y de columna en primer nivel**

Grado de empotramiento		Kp	E	Clasificación	
Ax	0,3840	→ 0,1920	1,0813	32,4392	Columna intermedia
Bx	0,0000				
Ay	1,4400	→ 0,7200	1,2643	37,9282	Columna intermedia
By	0,0000				

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con los valores de esbeltez obtenidos en el sentido X y Y, las columnas se clasifican como intermedias, por lo tanto se procede a magnificar los momentos actuantes.

El procedimiento para la magnificación de momentos se realiza según la sección 10.10 del ACI 318-08, y para ello se tiene la siguiente expresión:

$$M_c = \delta_{ns} M_u$$

Donde:

$$\delta_{ns} = \frac{C_m}{1 - \frac{P_u}{0,75 \times P_c}} \geq 1$$

$$P_c = \frac{\pi^2 \times EI}{(K_p \times L_u)^2}$$

$$EI = \frac{0,4E_c \times I_g}{1 + \beta_d}$$

$$\beta_d = \frac{CMU}{CU}$$

$M_c$  = momento mayorado amplificado

$M_u$  = momento último

$C_m$  = factor del efecto de extremo igual a 1

$E_c$  = módulo de elasticidad del concreto igual a  $15\,100\sqrt{f'c}$

$I_g$  = Inercia del elemento

$\beta_d$  = factor de flujo plástico ( $0 \leq \beta_d \leq 1$ )

A continuación se desarrolla la magnificación de momentos para la columna del segundo nivel en sentido X y Y.

$$\beta_d = \frac{1,4 \times 12\,573,99}{21\,343,57} = 0,8248$$

$$EI = \frac{0,4 \times 15\,100\sqrt{280} \times \frac{30^4}{12}}{1 + 0,8248} = 3,7386 \times 10^9 \text{ kg} - \text{cm}^2 \rightarrow 373\,861,75 \text{ kg} - \text{m}^2$$

$$P_{cx} = \frac{\pi^2 \times 373\,861,75}{(1,1185 \times 2,70)^2} = 404\,544,215 \text{ kg}$$

$$P_{cy} = \frac{\pi^2 \times 373\,861,75}{(1,3643 \times 2,70)^2} = 294\,233,830 \text{ kg}$$

$$\delta_{nsx} = \frac{1}{1 - \frac{21\,343,57}{0,75 \times 404\,544,215}} = 1,0756 \geq 1 \rightarrow \text{Cumple}$$

$$\delta_{nsy} = \frac{1}{1 - \frac{21\,343,57}{0,75 \times 294\,233,830}} = 1,1070 \geq 1 \rightarrow \text{Cumple}$$

$$M_{cx} = 1,0757 \times 2\,424,66 = 2\,608,13 \text{ kg} - m$$

$$M_{cy} = 1,1071 \times 2\,424,66 = 2\,684,28 \text{ kg} - m$$

El mismo procedimiento se realiza para la columna del primer nivel, dando como resultado:

$$M_{cx} = 4\,529,37 \text{ kg} - m$$

$$M_{cy} = 4\,604,59 \text{ kg} - m$$

### Refuerzo longitudinal

El refuerzo longitudinal en columnas puede diseñarse por varios métodos según el tipo de cargas al que se encuentra sometida la misma. En este caso, las columnas son del tipo axial y momento biaxial.

El método a emplear es el desarrollado por Bresler, el cual es un método sencillo que consiste en que dado un sistema de cargas actuantes, se debe calcular el sistema de cargas resistentes, la expresión utilizada es:

$$\frac{1}{P_{nu}} = \frac{1}{P_{nx}} + \frac{1}{P_{ny}} - \frac{1}{P_o}$$

- Límites de acero

$$As_{min} = 0,01 \times (30 \times 30) = 9 \text{ cm}^2$$

$$As_{m\acute{a}x} = 0,06 \times (30 \times 30) = 54 \text{ cm}^2$$

Para el refuerzo longitudinal se propone utilizar 4 varillas número 8 que es igual a 20,27 centímetros cuadrados, y un recubrimiento de 3 centímetros.

- Método de Bresler

Continuando con el diseño transversal para la columna del segundo nivel en sentido X y Y.

- Valor de la gráfica

$$\gamma_{x,y} = \frac{d - d'}{h} = \frac{27 - 3}{30} = 0,80$$

- Valor de la curva

$$\rho_{\mu} = \frac{As}{Ay} \left( \frac{fy}{0,85 \times f'c} \right) = \frac{20,27}{900} \left( \frac{4\ 200}{0,85 \times 280} \right) = 0,39$$

- Excentricidades

$$e_x = \frac{M_{dx}}{P_u} = \frac{2\,608,13}{21\,343,57} = 0,1222$$

$$e_y = \frac{M_{dy}}{P_u} = \frac{2\,684,28}{21\,343,57} = 0,1257$$

- Valor de diagonales

$$\frac{e_x}{h_x} = \frac{0,1222}{0,30} = 0,41$$

$$\frac{e_y}{h_y} = \frac{0,1257}{0,30} = 0,42$$

Con los valores obtenidos se buscan los valores de los coeficientes  $K_x$  y  $K_y$  en el diagrama de interacción, obteniendo:

$$K_x = 0,21$$

$$K_y = 0,53$$

- Cargas

$$P_{nx} = K_x \times f'c \times sección_{elemento} = 0,21 \times 280 \times 30 \times 30 = 52\,920\,kg$$

$$P_{ny} = K_y \times f'c \times sección_{elemento} = 0,53 \times 280 \times 30 \times 30 = 133\,560\,kg$$

$$P_o = \phi [0,85f'c(A_g - A_s) + A_sfy]$$

$$P_o = 0,70[0,85 \times 280(900 - 20,27) - 20,27 \times 4200] = 206\,152,33 \text{ kg}$$

$$\frac{1}{P_{nu}} = \frac{1}{52\,920} + \frac{1}{133\,560} - \frac{1}{206\,152,33}$$

$$P_{nu} = 46\,440,48$$

Debido a que  $P_{nu}$  es mayor que  $P_u$ , el área de acero propuesta si soporta los esfuerzos a los que se encuentra sometido el elemento. Por lo que no es necesario aumentar el área de acero.

#### Refuerzo transversal

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

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

$$\text{Si } V_r < V_{acy} \rightarrow \text{calcular } S \text{ y longitud de confinamiento}$$

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

Según el diagrama presentado en la figura 13, se tiene un corte máximo en la columna de 1 857,70 kilogramos. Por lo tanto se colocan los estribos a un espaciamiento máximo de  $d/2$ .

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

Por lo tanto se colocarán estribos número 3 @ 0,10 metros.

- Confinamiento

Según la sección 21.6.4.1 dice que debe suministrarse de refuerzo transversal en una longitud medida desde cada cara del nudo y a ambos lados de cualquier sección donde pueda ocurrir fluencia por flexión como resultado de desplazamientos laterales inelásticos. Dicha longitud no debe ser menor que la mayor de:

- $h = 0,30 \text{ m}$
- $1/6 \times Ln = 1/6 \times 2,70 = 0,45 \text{ m}$
- $0,45 \text{ m}$

Según la sección 21.6.4.3 dice que la separación del refuerzo transversal a lo largo del eje longitudinal del elemento no debe exceder el valor menor de:

- $1/4 \times b = 1/4 \times 30 \text{ cm} = 7,5 \text{ cm}$
- $6 \times \phi_{longitudinal} = 6 \times 2,54 = 15,24 \text{ cm}$
- $S_o = 100 + \left(\frac{300-hs}{3}\right) = 100 + \left(\frac{300-210,50}{3}\right) = 129,83 \text{ mm} = 12,98 \text{ cm}$

El valor  $S_o$  no debe ser mayor a 15 centímetros ni se necesita tomarlo menor de 10 centímetros. Por lo tanto la longitud de confinamiento es de 0,45 metros en ambos extremos de la columna con estribos número 3 a cada 0,05 metros.

El mismo procedimiento se desarrolla para el diseño del refuerzo longitudinal y transversal de la columna en el primer nivel, proponiendo el mismo armado el cual cumple también con las condiciones ya presentadas.

#### **2.2.3.4. Conexión viga-columna**

La conexión viga-columna se define según el ACI-352RS-02 como la porción de la columna localizada dentro de la altura de las vigas que llegan a la columna, que asegura la continuidad de la estructura al transmitir los diferentes esfuerzos adecuadamente de losas a vigas, de vigas a columnas, y de columnas a cimentación.

Las conexiones estructurales se clasifican en dos categorías según el ACI-352RS-02. La tipo 1 es aquella que conecta elementos en estructuras diseñadas para resistir cargas gravitacionales y normales de viento; mientras que la tipo 2 es aquella que conecta elementos en estructuras especiales diseñadas para resistir cargas de viento muy grandes o fuerzas sísmicas. Para este proyecto, las conexiones viga-columna se diseñarán como conexiones de tipo 2 según el ACI 352RS-02 y el ACI 318-08.

Requisitos generales según ACI

- Las fuerzas en el refuerzo longitudinal de vigas en la cara del nudo se determinan suponiendo que la resistencia en el refuerzo de tracción por flexión es  $1,25f_y$ .
- El refuerzo longitudinal de una viga que termine en una columna debe prolongarse hasta la cara más distante del núcleo confinado de la columna y anclarse en tracción según la sección 21.7.5 y en compresión según el capítulo 12.

- 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, sí el refuerzo longitudinal de una viga atraviesa un nudo viga-columna.

A continuación se desarrolla el diseño para la intersección de los ejes A y 2 del primer nivel.

Tabla XXXIX. **Geometría de elementos que llegan al nudo**

Elemento estructural	Ancho "b" (cm)	Peralte "h" (cm)	Longitud del elemento (cm)	Refuerzo	
				Superior "A <sub>s1</sub> "	Inferior "A <sub>s2</sub> "
Viga eje A	25	50	750	3 No. 6	2 No. 6
Viga eje 2	25	50	400	2 No. 5	2 No. 5
Losa	----	13	----	No. 3 @ 20 cm	No. 3 @ 25 cm
Columna	30	30	270	4 No. 8	

Fuente: elaboración propia.

Revisión de altura de la viga

Según la sección 21.7.2.3 del ACI 318-08 dice que la dimensión de la columna no debe ser menor que 20 veces el diámetro de la barra longitudinal de mayor diámetro de la viga.

$$\begin{aligned}
 \text{Condición} \rightarrow & \quad hc > 20\phi \\
 & \quad 50 \text{ cm} > 20 \times (8/8 \text{ pulgada}) \\
 & \quad 50 \text{ cm} > 50,80 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

La condición no se cumple por lo que debería aumentarse la altura de la viga, sin embargo no se considera cambiar las dimensiones de la viga porque la diferencia en la comprobación no es significativa.

#### Resistencia al cortante

El cortante en el nudo debe ser verificado en cada dirección perpendicular que llega a la conexión. Para ello se debe cumplir la siguiente condición según la sección 4.3 del Código ACI 352RS-02.

$$\phi V_{resistente} \geq V_{actuante}$$

- Momento en el punto de inflexión

$$M_{1,2} = A_{s1,s2} \times 1,25fy(d - a/2)$$

Donde:

$$a = \frac{A_{s1,s2} \times 1,25fy}{0,85f'c \times b}$$

$$A_s = A_s \text{ viga} + A_s \text{ losa}$$

- $A_{s1}$  = área de acero superior  
 $A_{s2}$  = área de acero inferior  
 $d$  = peralte efectivo de la viga  
 $b$  = base de la viga

Los momentos  $M_1$  y  $M_2$  se determinan sólo sí al nudo llegan dos vigas en la misma dirección, en el caso de nudos exteriores o esquineros donde solo se tenga una viga en la misma dirección, únicamente existe  $M_1$ , siendo  $M_2 = 0$ . Para el nudo analizado, por ser un esquinero solo se tiene una viga en cada dirección, por lo tanto solo se determina  $M_1$  para cada viga. A continuación se determina el  $M_1$  para la viga del eje A:

$$A_{s1} = (3 \times 2,8502) + (2 \times 0,7126) = 9,9758 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{9,9758 \times 1,25 \times 4\ 200}{0,85 \times 280 \times 25} = 8,80 \text{ cm}$$

$$M_1 = 9,9758 \times 1,25 \times 4\ 200 \left( 43,78 - \frac{8,80}{2} \right) = 2\ 062\ 446,771 \text{ kgf} - \text{cm}$$

De igual manera se determina el  $M_1$  para la viga del eje 2, dando como resultado 113 009,59 kilogramo fuerza - metro.

- Cortante en la columna

El cortante en la columna para el nudo según el sentido de análisis se determina mediante la siguiente expresión:

$$V_{columna} = \frac{\sum M_{1,2}}{l_c}$$

Donde:

$l_c$  = distancia entre puntos de inflexión de las columnas que llegan al nudo.

A continuación se determina el cortante en la columna según la viga del eje A:

$$V_{columna} = \frac{2\,062\,446,771}{270} = 7\,638,6917 \text{ kgf} = 7,64 \text{ Ton}$$

De igual manera se determina el cortante en la columna según la viga del eje 2, dando como resultado 4,19 toneladas.

- Cortante aplicado al nudo

$$V_{actuante} = A_{s1} \times 1,25fy + A_{s2} \times 1,25fy - V_{columna}$$

Para el nudo analizado no se toma en cuenta la fuerza transmitida de la adherencia del refuerzo  $A_{s2}$ .

$$V_{actuante} = \frac{9,9758 \times 1,25 \times 4\,200 - 7,64}{1\,000} = 52,36 \text{ Ton}$$

De igual manera se determina el corte actuante del nudo según la viga del eje 2, dando como resultado 28,57 toneladas.

- Corte resistido por el nudo

$$V_{resistente} = \gamma \sqrt{f'c} \times A_j$$

$$A_j = b_j \times h_c$$

$f'c$  = resistencia a la compresión expresada en psi

- $\gamma$  = coeficiente igual a 12, para este caso (de la tabla 1 del ACI 352RS-02)  
 $b_j$  = ancho efectivo del nudo  
 $h_c$  = peralte de la columna

El ancho efectivo del nudo que resiste el cortante último está definido según el ACI 352RS-02 en la sección 3.3.2 por el menor de:

- $h_c + b_{viga} = 30 + 25 = 55 \text{ cm}$
- $b_{viga} + 2\left(\frac{h_c - b_{viga}}{2}\right) = 30 \text{ cm}$

Por tener las mismas dimensiones ambas vigas, el ancho efectivo es el mismo y corresponde a 30 centímetros.

$$A_j = 30 \times 30 = 900 \text{ cm}^2 = 139,50 \text{ pulg}^2$$

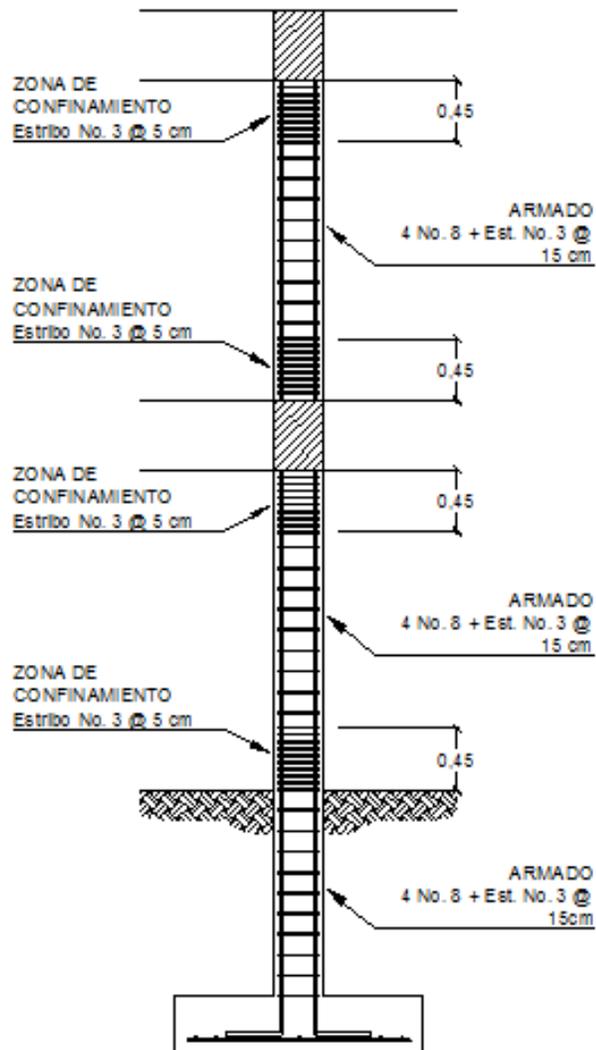
$$V_{resistente} = 12\sqrt{4\,000} \times 139,50 = 105\,873,06 \text{ lb} = 47,64 \text{ Ton}$$

El corte resistente será el mismo para ambas vigas por presentar las mismas dimensiones. Entonces se procede a verificar:

$$\begin{array}{rcl}
 0,85 \times 47,64 & \geq & 52,36 \\
 40,49 & \geq & 52,36
 \end{array}$$

Según la condición indica que el nudo no soporta en corte actuante. Se modificaron las dimensiones de la columna a 35 x 35 centímetros y se rediseño el refuerzo con 4 varillas longitudinales número 8 con refuerzo transversal confinado a 5 centímetros en una longitud de 45 centímetros y el resto a 15 centímetros. Con la nueva sección de columna si se cumple la condición del corte actuante y el corte resistente.

Figura 54. Armado final de columna



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD.

### Refuerzo transversal

Según la sección 21.7.3 del ACI 318-08 dice que se deben satisfacer las secciones 21.6.4.4, 21.6.4.3, donde la separación del refuerzo transversal no debe exceder el valor menor de:

- $1/4 \times b = 1/4 \times 35 \text{ cm} = 8,75 \text{ cm}$
- $6 \times \emptyset_{longitudinal} = 6 \times 2,54 = 15,24 \text{ cm}$
- $S_o = 100 + \left(\frac{300-hs}{3}\right) = 100 + \left(\frac{300-210,50}{3}\right) = 129,83 \text{ mm} = 12,98 \text{ cm}$

Y de la sección 21.6.4.4 del apartado (b), el área total del refuerzo transversal no debe ser menor que la requerida por las siguientes expresiones:

$$A_{sh} = 0,3 \times \frac{s_h \times h'' \times f'c}{fy} \times \left[ \frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right] \quad y \quad A_{sh} = 0,09 \times \frac{s_h \times h'' \times f'c}{fy}$$

Donde:

- $s_h$  = separación del refuerzo transversal dentro del nudo
- $h''$  = distancia de ramas exteriores del refuerzo transversal
- $A_{ch}$  = área del núcleo de la columna
- $A_g$  = área bruta de la sección de la columna

Se propone usar estribos de 2 ramas con varilla número 3 para el refuerzo y de las expresiones anteriores se determina la separación que se requiere.

$$s_h = \frac{(2 \times 0,7125) \times 4\,200}{0,3 \times (35 - 3 - 3) \times 280 \times \left[ \left( \frac{35^2}{(35 - 3 - 3)^2} \right) - 1 \right]} = 5,38 \text{ cm}$$

$$s_h = \frac{(2 \times 0,7125) \times 4\,200}{0,09 \times (35 - 3 - 3) \times 280} = 8,19 \text{ cm}$$

Según la sección 21.7.3.2 del ACI 318-08 dice que cuando existan elementos que llegan a los cuatro lados del nudo y el ancho de cada elemento mide por lo menos  $\frac{3}{4}$  del ancho de la columna, debe disponerse refuerzo

transversal igual, por lo menos, a la mitad de la cantidad requerida dentro de una distancia igual a la altura del elemento de menor dimensión que llegue al nudo y además se permite que el espaciamiento sea de 15 centímetros.

En el caso del nudo analizado no se puede reducir el área de acero a la mitad por el tipo de nudo y se procede a utilizar el espaciamiento ya calculado. Por lo tanto para el refuerzo transversal se utilizará varilla número 3 a cada 8 centímetros, donde la separación cumple con ser menor a la separación máxima. El mismo procedimiento se realizó para evaluar el resto de los nudos y sus condiciones, cumpliendo con la nueva sección propuesta para la columna.

### 2.2.3.5. Cimientos

Son elementos que reciben las cargas propias de la estructura y las cargas externas aplicadas a la misma. Los cimientos se encargan de transmitir estas cargas al suelo. Para este proyecto se utilizó una cimentación superficial que consiste en zapatas aisladas de concreto reforzado.

Tabla XL. **Datos para el diseño de zapata**

<b>Datos</b>		
$P_u$	30 219,16	kg
$M_{dx}$	4 529,37	kg-m
$M_{dy}$	4 604,59	kg-m
$V_s$	20,00	Ton-m <sup>2</sup>
$\gamma_s$	1 300,00	kg/m <sup>3</sup>
desplante	1,50	m
$W_{concreto}$	2 400,00	kg/m <sup>3</sup>

Fuente: elaboración propia.

- Cargas de trabajo

$$P_T = \frac{P_u}{F_{CU}}$$

$$M_{tx} = \frac{M_{ux}}{F_{CU}}$$

$$M_{ty} = \frac{M_{uy}}{F_{CU}}$$

Donde:

$$F_{cu} = \frac{CU}{CV + CM}$$

$P_u$  = carga axial última

$M_{uy}$  = momento último en y

$M_{ux}$  = momento último en x

$$F_{cu} = \frac{30\,219,16}{(3\,950,01 + 2\,694,00) + (8\,147,39 + 5\,370,00)} = 1,4989$$

Los valores de carga muerta y carga viva corresponden a los determinados para la carga axial en el diseño de columnas.

$$P_T = \frac{30\,219,16}{1,50} = 20\,161,40 \text{ kg}$$

$$M_{tx} = \frac{4\,529,37}{1,50} = 3\,021,87 \text{ kg} - m$$

$$M_{ty} = \frac{4\,604,59}{1,50} = 3\,072,06 \text{ kg} - \text{m}$$

- Área de zapata

$$A = \frac{1,5P_T}{V_s} = \frac{1,5 \times 20\,161,40}{20\,000} = 1,51 \text{ m}^2$$

Si se propone una zapata cuadrada para cubrir 1,51 metros cuadrados solo se toma en cuenta la carga de trabajo y no la acción de momentos, es por ello que se proponen dimensiones de 1,80 x 1,80 metros.

Comprobación de presión sobre el suelo

Para realizar la comprobación se debe cumplir la condición:

$$q_{\text{máx}} < V_s$$

$$q_{\text{mín}} > 0$$

Donde:

$$q_{\text{máx,mín}} = \frac{P}{A} \pm \frac{M_{tx}}{S_x} \pm \frac{M_{ty}}{S_y}$$

$$S_x = S_y = \frac{1}{6}bh^2$$

$$P = P_u + P_{\text{columna}} + P_{\text{suelo}} + P_{\text{cimiento}}$$

$$\begin{aligned}
P_{columna} &= (0,30)^2 \times 7,16 \times 2,400 &= & 1\,546,56 \text{ kg} \\
P_{suelo} &= 1,50 \times 1,80 \times 1,80 \times 1\,300 &= & 6\,318,00 \text{ kg} \\
P_{cimiento} &= 1,80 \times 1,80 \times 0,20 \times 2\,400 &= & 1\,555,20 \text{ kg} \\
Pu &= &= & 30\,219,16 \text{ kg} \\
P(\Sigma) &= &= & 39\,638,92 \text{ kg}
\end{aligned}$$

$$S_x = S_y = \frac{1}{6} \times 1,80 \times (1,80)^2 = 0,97$$

$$q_{m\acute{a}x} = \frac{39\,638,92}{1,80 \times 1,80} + \frac{3\,021,87}{0,97} + \frac{3\,072,06}{0,97} = 18\,503,71 \text{ kg/m}^2$$

$$q_{m\acute{i}n} = \frac{39\,638,92}{1,80 \times 1,80} - \frac{3\,021,87}{0,97} - \frac{3\,072,06}{0,97} = 5\,964,76 \text{ kg/m}^2$$

La presi3n máxima no excede el valor soporte del suelo, y la presi3n mínima es mayor que cero, lo que indica que no existe presi3n negativa. Por lo tanto las dimensiones propuestas para la zapata son adecuadas.

$$q_{dise\tilde{n}o} = 18\,503,71 \times 1,50 = 27\,734,51 \text{ kg/m}^2$$

- Espesor de zapata

Según la secci3n 15.7 del ACI 318-08 dice que la altura de zapatas sobre el refuerzo inferior no debe ser menor que 0,15 metros para zapatas apoyadas sobre el suelo. Tomando en cuenta lo anterior, se propone un espesor de 40 centímetros con un recubrimiento de 7,5 centímetros.

### Comprobación por corte simple

La falla debido al esfuerzo cortante ocurre a una distancia igual al peralte efectivo del borde de la columna. Por ello se debe comprobar si en esa zona el peralte resiste el esfuerzo cortante.

- Recubrimiento

Para el refuerzo de la zapata se propone un armado con varilla número 5.

$$d = 40 - 7,5 - \frac{1,56}{2} = 31,71 \text{ cm}$$

- Corte actuante

$$V_{act} = q_{diseño} \times A = 27\,734,51 \times \left( \frac{1,80 - 0,30}{2} - 0,3171 \right) \times 1,80 = 21\,613,16 \text{ kg}$$

- Corte resistente

$$V_{CU} = \phi \times 0,53 \times \sqrt{f'c} \times bd = 0,85 \times 0,53 \times \sqrt{280} \times 180 \times 31,71 = 43\,022,06 \text{ kg}$$

El corte actuante es menor que el corte resistente. El espesor propuesto resiste el esfuerzo cortante, por lo tanto es adecuado.

### Comprobación por corte punzante

La zapata se encuentra sometida a esfuerzos de corte punzante a causa de los esfuerzos de corte que se producen en ella en ella alrededor del

perímetro de la columna; esta falla ocurre a un límite de  $d/2$  del perímetro de la columna.

$$\frac{d}{2} = \frac{0,3171}{2} = 0,1585 \text{ cm}$$

- Área de punzonamiento

$$A_p = A_{zapata} - (c + d)^2 = 3,24 - (0,30 + 0,3171)^2 = 2,85 \text{ m}^2$$

- Perímetro de la sección de punzonamiento

$$B_o = 4(d + c) = 4 \times (31,71 + 30) = 128,02 \text{ cm}$$

- Corte actuante

$$V_{act} = q_{diseño} \times A_p = 29\,414,93 \times 2,85 = 79\,299,46 \text{ kg}$$

- Corte resistente

$$V_r = 0,85 \times 1,06 \times \sqrt{f'c} \times B_o \times d$$

$$V_r = 0,85 \times 1,06 \times \sqrt{280} \times 128,02 \times 31,71 = 130\,848,70 \text{ kg}$$

El corte actuante es menor que el corte resistente. El peralte es adecuado y resiste el corte punzante.

## Refuerzo por flexión

El empuje hacia arriba del suelo produce momentos flectores en la zapata, por esa razón, es necesario reforzarla con acero para soportar los esfuerzos inducidos.

El tramo de la zapata donde se debe reforzar por flexión, se analiza como una losa en voladizo. Debido a que la zapata es cuadrada y los momentos en los sentidos X y Y presentan similitud, el armado será similar para X y Y.

- Momento a flexión en el sentido Y:

$$M_u = \frac{q_{diseño} \times L^2}{2} = \frac{27\,734,51 \times \left(\frac{1,80 - 0,30}{2}\right)^2}{2} = 7\,800,33 \text{ kg} - m$$

Definido el momento producido por el empuje del suelo, se determinará el área de acero.

$$A_s = \left[ 180 \times 31,71 - \sqrt{(180 \times 31,71)^2 - \frac{7\,800,33 \times 180}{0,003825 \times 280}} \right] \times \frac{0,85 \times 280}{4\,200}$$

$$A_s = 6,58 \text{ cm}^2$$

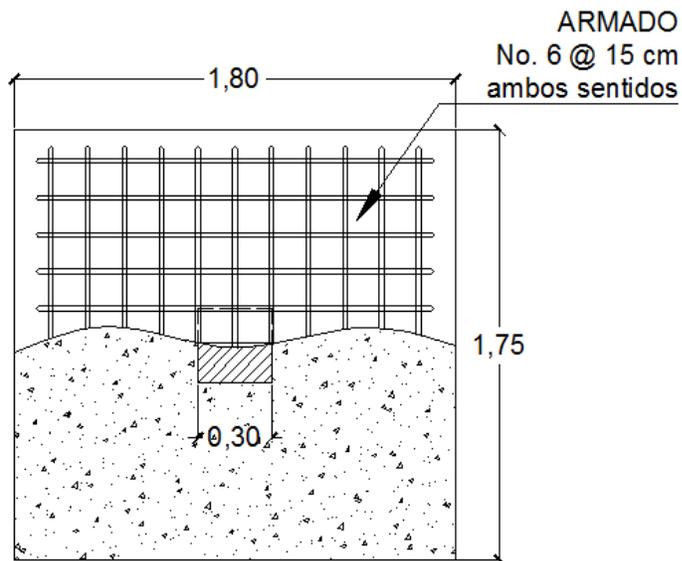
- Acero mínimo

$$A_{smin} = \frac{14,1 \times 180 \times 31,71}{4\,200} = 19,16 \text{ cm}^2$$

Debido a que el acero mínimo es mayor que el acero requerido, se utiliza el acero mínimo. Se procede a calcular el espaciamiento del refuerzo con varilla número 6 como propuesta de armado.

$$S = \frac{2,85}{19,16} = 0,15 \text{ m}$$

Figura 55. **Armado final en planta de zapata**



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD.

### 2.2.3.6. **Gradas**

La forma y disposición que se le da a un módulo de gradas depende principalmente de las dimensiones e importancia de la edificación, del espacio que el proyecto les otorgue y finalmente del material y tipo de construcción escogida.

- Número de escalones mínimo

Se propone una contrahuella de 0,17 centímetros y una huella de 0,30 centímetros.

$$No = \frac{h}{c} = \frac{2,85}{0,17} = 17 \text{ escalones}$$

Donde:

c = contrahuella

h = huella

H = altura del módulo de gradas

El que una escalera sea cómoda y segura depende de su relación de pendiente o relación de dimensiones de huella y contrahuella. Si las siguientes condiciones se cumplen con los valores propuestos se puede garantizar la comodidad en el módulo de gradas.

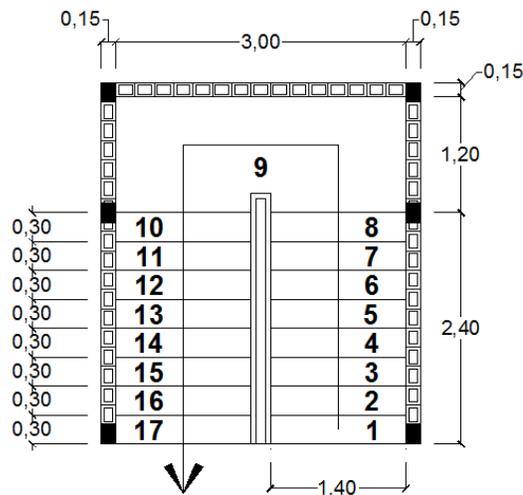
Tabla XLI. **Revisión de las condiciones que garantizan la comodidad en el módulo de gradas**

Condición		Revisión
$c \leq 20 \text{ cm}$	→ 20,00 cm	Cumple
$H > c$	→	Cumple
$2c + H \leq 64 \text{ cm}$	→ 64,00 cm	Cumple
$45 \text{ cm} < c + H < 48 \text{ cm}$	→ 47,00 cm	Cumple
$480 \text{ cm}^2 < c \times H < 510 \text{ cm}^2$	→ 510,00 cm <sup>2</sup>	Cumple

Fuente: elaboración propia.

Por lo tanto se tienen 9 contrahuellas de 0,17 centímetros y 8 huellas de 0,30 centímetros antes del descanso en el módulo de gradas.

Figura 56. **Módulo de gradas**



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD.

- Espesor de losa

$$t = \frac{(2 \times 3,30) + (2 \times 1,35)}{180} = 0,05$$

Se propone un espesor de 12 centímetros.

- Cargas de diseño

$$CM = PP_{escalera} + PP_{acabados}$$

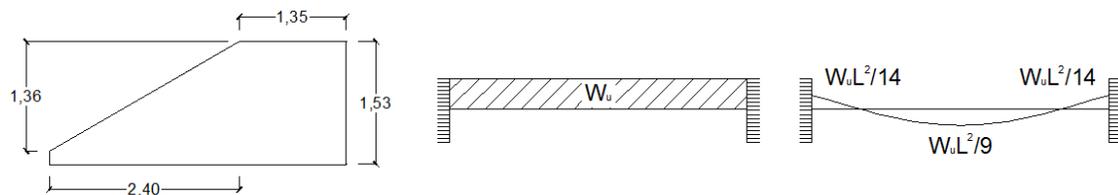
$$CM = \left[ 2400 \text{ kg/m}^3 \times \left( 0,12 \text{ m} + \frac{0,17 \text{ m}}{2} \right) \right] + [50 \text{ kg/m}^2] = 542 \text{ kg/m}^2$$

$$CV = 500 \text{ kg/m}^2$$

$$CU = 1,4CM + 1,7CV$$

$$CU = (1,4 \times 542 \text{ kg/m}^2) + (1,7 \times 500 \text{ kg/m}^2) = 1\,608,80 \text{ kg/m}^2$$

Figura 57. **Distribución de carga y momentos en gradas**



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD.

- Momentos actuantes

$$M_+ = \frac{W_u \times L^2}{9} = \frac{1\,608,80 \times \left[ \left( \sqrt{(2,40)^2 + (1,36)^2} \right) + 1,35 \right]^2}{9} = 3\,017,43 \text{ kg} - m$$

$$M_- = \frac{W_u \times L^2}{14} = \frac{1\,608,80 \times \left[ \left( \sqrt{(2,40)^2 + (1,36)^2} \right) + 1,35 \right]^2}{14} = 1\,939,77 \text{ kg} - m$$

- Acero de refuerzo

Para el diseño del acero de refuerzo se utilizará una franja unitaria de 1 metro de largo, además se utilizará un peralte efectivo de la losa igual a 10 centímetros.

$$As_+ = \left[ 100 \times 10 - \sqrt{(100 \times 10)^2 - \frac{3\,017,43 \times 100}{0,003825 \times 280}} \right] \times \frac{0,85 \times 280}{4\,200} = 8,64$$

Usar varillas número 4 @ 15 centímetros.

$$As_- = \left[ 100 \times 10 - \sqrt{(100 \times 10)^2 - \frac{1\,939,77 \times 100}{0,003825 \times 280}} \right] \times \frac{0,85 \times 280}{4\,200} = 5,39$$

Usar varillas número 4 @ 25 centímetros.

$$As_{Temperatura} = 0,002 \times b \times t = 0,002 \times 100 \times 12 = 2,40 \text{ cm}^2$$

Usar varillas número 3 @ 30 centímetros

## 2.2.4. Instalaciones

Se entiende por el conjunto de diferentes sistemas que suministran los servicios necesarios que, ayudan al edificio a operar en las condiciones adecuadas para los usuarios.

### 2.2.4.1. Agua potable

La escuela primaria de la aldea Belajuyape ya cuenta con los servicios de agua entubada. Por lo tanto para este diseño no se toma en cuenta ya que el edificio educativo corresponde a una ampliación del centro escolar.

### 2.2.4.2. Drenajes

De igual manera la escuela primaria de la aldea Belajuyape ya cuenta con los servicios de drenaje sanitario. Por lo tanto para este diseño solo se toma en cuenta el drenaje pluvial que corresponde a la recolección y evacuación de las aguas producidas de la precipitación pluvial en el lugar.

#### Consideraciones generales

- Las bajadas de agua se ubican en paredes exteriores y protegidas con concreto, nunca dentro de una columna.
- Se proponen tres bajadas de agua pluvial.
- El material empleado para las bajadas de agua pluvial será PVC, con una pendiente del 1 por ciento.

Para el diseño de la recolección de aguas pluviales se utiliza la ecuación racional, para un período de retorno de 2 años:

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

Donde:

$$I = \frac{a}{(b + t)^n}$$

Q = caudal m<sup>3</sup>/s

C = coeficiente de escorrentía (0,9 para concreto)

I = intensidad de lluvia en mm/h

A = área a drenar en Ha, igual a 74 m<sup>2</sup> (1 ha = 10 000 m<sup>2</sup>)

- a = constante igual a 1 215
- b = constante igual a 11
- t = tiempo de concentración en minutos (se asume 0,5 min)
- n = constante igual a 0,874

$$I = \frac{1\ 215}{(11 + 0,5)^{0,874}} = 143,72 \text{ mm/h}$$

$$Q = \frac{0,90 \times 143,72 \times 0,0074}{360} = 0,00265882 \text{ m}^3/\text{s}$$

Para determinar el diámetro de la tubería se despeja la variable de diámetro de la fórmula de Manning:

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

$$D = \left( \frac{691\ 000 \times 0,00265882 \times 0,009}{0,01^{1/2}} \right)^{3/8} = 6,79 \text{ cm}$$

Por lo tanto el diámetro a utilizar para las bajadas de agua pluvial será de 3 pulgadas.

### 2.2.4.3. Instalación eléctrica

Las instalaciones eléctricas son fundamentales en un edificio educativo, la propuesta para el edificio se encuentra en los planos, la cual se realizó con el fin de que los ambientales mantengan la iluminación necesaria para que los alumnos puedan desempeñarse en un ambiente agradable, así como la ubicación de tomacorrientes en lugares accesibles para su uso.

Para determinar el número de circuitos mínimo, se realizó el siguiente procedimiento:

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

$$w = 2 \times 9,25 \text{ m} \times 24 \text{ m} \times 20 \text{ watts/m}^2 = 8\,880 \text{ watts}$$

- Determinar la corriente a 110 voltios con alimentación monofásica

$$I = \frac{8\,880 \text{ watts}}{110 \text{ voltios}} = 80,73 \text{ amperios}$$

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

$$\text{No. de circuitos} = \frac{80,73 \text{ amperios}}{20 \text{ amperios/circuito}} = 4,04 \approx 4 \text{ circuitos}$$

#### **2.2.4.4. Instalaciones hidráulicas y sanitarias**

Es necesario contar con obras hidráulicas y sanitarias que garanticen las necesidades de los usuarios en un lugar higiénico. Las instalaciones actuales ya cuentan con los servicios, por lo tanto no se consideran dentro del diseño.

#### **2.2.5. Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)**

De igual manera, para este proyecto se presentan los factores que determinan el control en cada fase del proyecto, y con ello disminuir cualquier tipo de riesgo.

### **2.2.5.1. En construcción**

Asimismo en la etapa de construcción del edificio escolar es importante considerar las siguientes medidas de mitigación para reducir las condiciones que pueden representar un problema en el ambiente.

- La extracción de tierra conlleva la emanación de partículas y polvo como principales contaminantes, por lo tanto, previo a realizar esta actividad se deberá de humedecer constantemente el suelo.
- El ingreso de la cuadrilla de trabajadores, materiales y maquinaria liviana produce ruidos que pueden ser molestos en la población cercana; estas actividades deben de realizarse en horas hábiles.
- Durante la construcción de la obra hay probabilidad de que ocurran accidentes, es por ello que como medida de mitigación los trabajadores deben usar el equipo adecuado para desempeñar sus actividades y debe de colocarse la debida señalización cerca de la obra.
- Los residuos sólidos que son generados durante el proceso de construcción deben ser almacenados en contenedores adecuados.

### **2.2.5.2. En operación**

Durante la etapa de funcionamiento de la escuela se presentan otros impactos ambientales significativos que principalmente son aguas servidas y desechos sólidos generados por los usuarios que utilizan las instalaciones.

## 2.2.6. Presupuesto

Se presenta la integración de costos para el edificio escolar de dos niveles. Puede consultarse en anexos la integración y el desglose del presupuesto.

Tabla XLII. Integración de costos

INTEGRACIÓN DE COSTOS					
PROYECTO:	AMPLIACIÓN ESCUELA PRIMARIA				
UBICACIÓN:	ALDEA BELAJUYAPE				
MUNICIPIO:	CONCEPCIÓN TUTUAPA				
DEPARTAMENTO:	SAN MARCOS				
FECHA:	Enero 2014.				

No.	Descripción del Renglón de Trabajo	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
1	TRABAJOS PRELIMINARES	245,00	m <sup>2</sup>	Q 20,00	Q 4 900,00
2	ZAPATA (1,80m x 1,80m x 0,40m)	14,00	Unidad	Q 4 580,00	Q 64 120,00
5	SOLERA HIDROFUGA	80,00	ml	Q 150,00	Q 12 000,00
6	SOLERA INTERMEDIA	63,00	ml	Q 158,00	Q 9 954,00
7	SOLERA SILLAR	98,00	ml	Q 166,00	Q 16 268,00
8	COLUMNA C-1	105,00	ml	Q 810,00	Q 85 050,00
9	COLUMNA C-2	111,00	ml	Q 230,00	Q 25 530,00
10	COLUMNA C-3	20,00	ml	Q 223,00	Q 4 460,00
11	COLUMNA C-4	20,00	ml	Q 166,00	Q 3 320,00
12	COLUMNA C-5	8,80	ml	Q 130,00	Q 1 144,00
13	LEVANTADO DE MURO DE BLOCC CISADO	210,00	m <sup>2</sup>	Q 276,25	Q 58 012,50
14	VIGA TIPO 1	65,00	ml	Q 625,00	Q 40 625,00
15	VIGA TIPO 2	65,00	ml	Q 605,00	Q 39 325,00
16	VIGA TIPO 3	96,00	ml	Q 560,00	Q 53 760,00
17	LOSA	457,00	m <sup>2</sup>	Q 643,00	Q 293 851,00
18	REPELLO + CERNIDO EN VIGAS Y COLUMNAS	325,00	m <sup>2</sup>	Q 124,00	Q 40 300,00
19	VENTANERIA	68,00	m <sup>2</sup>	Q 750,00	Q 51 000,00
20	PUERTAS	6,00	Unidad	Q 2 885,00	Q 17 310,00
21	PISO DE CONCRETO	495,00	m <sup>2</sup>	Q 135,00	Q 66 825,00
22	INSTALACIÓN ELÉCTRICA	1,00	Global	Q 28 444,00	Q 28 444,00
23	MODULO DE GRADAS	1,00	Unidad	Q 51 850,00	Q 51 850,00
24	LIMPIEZA FINAL	1,00	Global	Q 3 500,00	Q 3 500,00
<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>					<b>Q971 548,50</b>

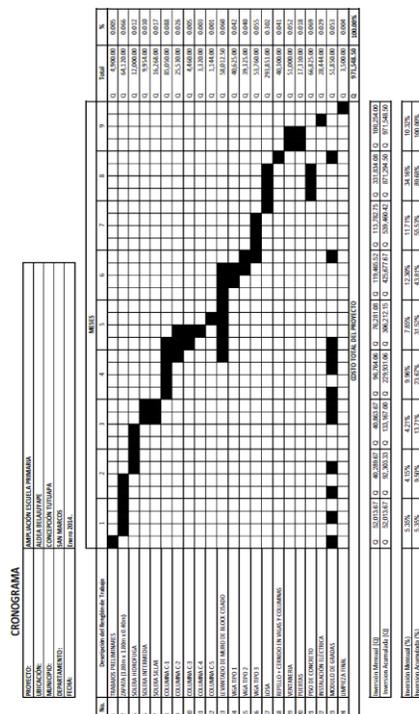
El Presente Presupuesto Asciede a:  
Novcientos setenta y un mil quinientos cuarenta y ocho con cincuenta centavos.

Fuente: elaboración propia.

## 2.2.7. Cronograma de ejecución

Se presenta el cronograma elaborado para el edificio escolar de dos niveles. Para visualizar mejor el cronograma de ejecución, consultar en los anexos.

Tabla XLIII. Cronograma de ejecución



Fuente: elaboración propia

## 2.2.8. Elaboración de planos

El edificio escolar cuenta con un juego de planos que detalla los ambientes que componen la estructura y también los detalles de los elementos estructurales que lo componen. Consultar anexos.

## CONCLUSIONES

1. Las propuestas en el presenta trabajo de graduación pretenden suplir las necesidades de servicios básicos e infraestructura en la población del cantón Los puentes de la aldea San Antonio Serchil del municipio de San Marcos y de la población de la aldea Belajuyape del municipio de Concepción Tutuapa, ambos pertenecientes al departamento de San Marcos.
2. El diseño del alcantarillado sanitario para el cantón Los Puentes, beneficiará el saneamiento en dicha población, reduciendo el índice de enfermedades gastrointestinales, mejorando las condiciones de vida en cada uno de sus habitantes.
3. El diseño del edificio escolar para la aldea Belajuyape beneficiará a 210 estudiantes del nivel primario con instalaciones adecuadas para desempeñar las actividades relacionadas. El proyecto contribuirá en el desarrollo de la población y de aquellas comunidades cercanas a la aldea.
4. El presente documento servirá como herramienta a las municipalidades y a los comités para la capacitación de ambos proyectos.



## RECOMENDACIONES

1. Dar prioridad en la ejecución de ambos proyectos debido a que son de necesidad primaria para la salud y desarrollo en las comunidades.
2. Realizar la ejecución de ambos proyectos de acuerdo a las especificaciones presentadas en los planos, cualquier cambio o modificación en la obra deberá ser autorizada por el ingeniero supervisor de la obra por parte de la municipalidad.
3. Establecer medidas de supervisión y control en la ejecución de los proyectos, para reducir los niveles de riesgo en los trabajadores y de la población de las comunidades.
4. Realizar el mantenimiento preventivo y periódico en cada proyecto, para asegurar su buen funcionamiento.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica. *Normas de seguridad estructural de edificaciones y obras de infraestructura para la República de Guatemala*. Guatemala: AGIES, 2010. 75 p.
2. Comité ACI 318. *Reglamento de las construcciones de concreto reforzado y comentarios*. México: ACI, 2008. 525 p.
3. Comité ACI 352RS. *Recomendaciones para el diseño de conexiones viga-columna en estructuras monolíticas de concreto reforzado*. México: ACI, 2002. 60 p.
4. Empresas Públicas de Medellín (ESP). *Normas de diseño de sistemas de alcantarillado de EPM*. Colombia: ESP, 2009. 239 p.
5. Instituto de Fomento Municipal, Unidad Ejecutora del programa Acueductos Rurales. *Guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales*. Guatemala: INFOM-UNEPAR, 1997. 82 p.
6. Organización Panamericana de la Salud. *Guía para el diseño de acueductos en zonas rurales*. Guatemala: OPS, 1987. 54 p.



## APÉNDICES

- A. Libreta topográfica del alcantarillado sanitario del cantón Los Puentes de la aldea San Antonio Serchil, San Marcos, San Marcos.
- B. Resumen del diseño hidráulico del alcantarillado sanitario del cantón Los Puentes de la aldea San Antonio Serchil, San Marcos, San Marcos.
- C. Presupuesto integrado, desglosado y cronograma de ejecución del alcantarillado sanitario del cantón Los Puentes de la aldea San Antonio Serchil, San Marcos, San Marcos.
- D. Planos del alcantarillado sanitario del cantón Los Puentes, aldea San Antonio Serchil, San Marcos, San Marcos.
- E. Caracterización Minerológica-Microscópica.
- F. Presupuesto integrado, desglosado y cronograma de ejecución de la ampliación de la escuela primaria de la aldea Belajuyape, Concepción Tutuapa, San Marcos.
- G. Planos de la ampliación para la escuela primaria de la aldea Belajuyape, Concepción Tutuapa, San Marcos.

APÉNDICE A: LIBRETA TOPOGRÁFICA

ALCANTARILLADO SANITARIO DEL CANTÓN LOS PUENTES, ALDEA SAN ANTONIO SERCHIL, SAN MARCOS, SAN MARCOS.

No.	Easting	Northing	Elev	Descrip	No.	Easting	Northing	Elev	Descrip
0	339538.58	344860.73	497.31	PV-2	72	339935.15	345485.68	397.55	PV-37
1	339492.53	344858.13	500.00	PV-0	73	339964.63	345529.34	383.42	PV-39
2	339497.65	344852.37	501.59	CASA	74	339926.71	345495.94	394.67	CASA
3	339514.83	344861.17	497.29	PV-1	75	339947.17	345504.13	391.95	CASA
4	339533.36	344871.52	495.22	PV-3	76	339946.46	345514.31	391.56	CASA
5	339543.99	344859.72	497.49	CASA	77	339956.70	345522.94	386.09	PV-38
6	339535.09	344856.52	498.55	CASA	78	339970.43	345533.90	382.22	C-40
7	339559.80	344888.52	491.11	PV-4	79	339973.29	345532.28	382.03	PUENTE
8	339573.57	344890.39	489.42	PV-5	80	339975.74	345535.16	382.05	PUENTE
10	339585.49	344905.66	486.90	CASA	81	339965.50	345536.31	381.84	CASA
11	339576.34	344899.73	487.56	CASA	82	339976.69	345541.08	382.00	CALLE
12	339635.07	344959.45	473.10	PV-6	83	339941.43	345534.50	387.38	CASA
13	339602.00	344924.22	481.32	CASA	84	339973.49	345522.10	383.89	CASA
15	339610.43	344936.03	478.53	CASA	85	339974.01	345538.28	382.03	C-41
16	339620.28	344945.13	476.52	CASA	86	339968.26	345585.78	380.64	PV-57
17	339631.73	344949.71	473.41	CASA	87	339983.01	345571.66	385.32	PV-56
18	339630.25	344962.82	473.18	CASA	89	340017.46	345552.69	394.55	PV-55
19	339643.90	344976.81	470.09	PV-7	90	339991.36	345569.52	387.43	CASA
20	339636.46	344975.62	470.11	CASA	91	340006.23	345567.31	392.16	CASA
21	339644.41	344994.62	465.94	PV-8	92	340035.67	345530.12	399.33	PV-54
22	339636.84	345004.31	462.80	PV-9	93	340030.96	345541.78	398.57	CASA
23	339647.89	345014.87	458.88	PV-10	94	340044.12	345517.53	400.71	PV-53
24	339668.59	345017.56	452.11	CASA	95	340033.81	345535.52	398.48	CASA
25	339635.82	345027.49	453.50	CASA	96	340053.21	345495.69	403.08	PV-52
26	339679.32	345009.78	453.08	PV-11	97	340037.24	345522.53	399.66	CASA
27	339699.27	344996.10	451.78	PUENTE	98	340067.74	345436.07	410.95	PV-51
28	339702.91	344994.06	451.86	PUENTE	99	340079.20	345408.26	413.19	PV-50
29	339722.75	344986.22	452.69	PV-12	100	340074.55	345404.24	411.17	CASA
30	339713.38	345039.87	448.73	CASA	101	340104.16	345364.68	414.41	PV-49
31	339744.38	344997.67	453.33	PV-13	102	340092.89	345404.03	413.49	CASA
32	339764.31	345005.07	456.38	CALLE	103	340125.44	345337.36	417.58	PV-48
34	339717.47	344950.27	460.50	CASA	105	340060.88	345282.86	417.27	PV-27
35	339728.32	344972.95	458.01	CASA	106	340063.67	345280.91	417.36	CASA
36	339768.28	345010.76	457.18	CASA	107	340023.16	345304.53	417.29	CASA
39	339817.80	345071.02	453.32	PV-14	108	340028.77	345311.64	415.23	PV-26
40	339819.48	345082.89	453.76	CASA	109	340074.74	345295.29	412.86	CASA
41	339818.24	345084.57	453.33	CASA	110	340081.10	345309.37	407.17	PV-29
42	339873.04	345080.13	445.50	PV-15	111	340046.71	345339.08	407.64	PV-31
43	339892.98	345089.82	441.96	PV-16	112	340063.88	345310.13	409.85	PV-28
45	339921.52	345119.68	443.59	CALLE	113	340062.20	345331.05	405.89	PV-30
46	339930.18	345143.24	442.81	PV-17	114	340088.84	345363.45	411.54	CALLE
47	339937.61	345163.46	437.58	PV-18	116	340088.63	345311.60	405.78	CALLE
48	339944.63	345194.27	432.44	PV-19	117	340084.95	345323.16	404.66	CALLE
50	339946.26	345273.41	423.39	PV-20	118	340119.88	345323.09	416.29	PV-47
51	339950.84	345308.21	420.58	PV-21	119	340150.74	345311.73	422.66	PV-46
52	339944.85	345333.98	418.29	PV-22	120	340102.05	345364.86	414.20	CASA
53	339949.23	345356.68	416.23	PV-23	121	340123.03	345322.03	418.09	CASA
54	339953.92	345337.76	418.10	CASA	122	340118.11	345319.35	415.45	CASA
55	339954.69	345304.17	420.63	CASA	123	340136.74	345332.91	418.47	CASA
56	339955.65	345275.21	423.86	CASA	124	340172.41	345284.30	427.34	PV-45
58	339943.00	345387.10	412.44	PV-24	125	340165.50	345272.51	427.21	CASA
60	339946.83	345402.92	409.92	PV-25	126	340182.03	345281.66	428.84	CASA
61	340031.48	345354.31	407.62	PV-32	127	340179.06	345302.26	425.88	CASA
63	339979.24	345377.42	408.97	PV-33	128	340207.58	345226.00	438.95	PV-44
64	339960.84	345395.53	408.78	PV-34	129	340221.98	345211.99	443.32	CALLE
65	339943.73	345425.43	407.58	PV-35	130	340236.90	345198.23	446.94	PV-43
67	339943.67	345420.14	407.49	CASA	131	340218.13	345222.43	441.20	CASA
68	339949.02	345425.07	406.64	CASA	132	340220.18	345209.12	444.70	CASA
69	339936.20	345465.50	401.75	PV-36	133	340246.37	345171.09	449.00	PV-42
70	339941.54	345441.62	405.69	CASA	134	340259.15	345146.06	449.80	CALLE
71	339932.03	345470.09	400.14	CASA	135	340230.93	345170.13	450.69	CASA
165	340146.32	344839.89	476.19	CALLE	245	339648.82	345453.78	440.74	CALLE
183	339957.36	345598.70	377.73	PV-58	246	339664.77	345470.41	432.27	CALLE
184	339953.18	345609.35	375.65	PV-59	247	339644.88	345424.47	447.49	CALLE
185	339949.66	345627.13	372.73	PV-60	248	339644.59	345380.26	456.27	CALLE
186	339961.67	345644.66	373.30	CASA	249	339630.56	345370.80	458.13	CASA
187	339949.53	345635.78	372.31	CASA	250	339878.90	345733.04	369.79	CALLE
188	339944.72	345643.03	372.05	PV-79	252	339868.94	345782.77	362.33	CASA
190	339915.35	345650.35	372.70	PV-77	253	339846.11	345762.27	368.35	CASA
191	339939.25	345641.93	371.91	PUENTE	254	339826.46	345783.37	364.45	CASA
192	339931.94	345639.58	372.01	PUENTE	255	339862.51	345762.67	366.82	CALLE
193	339927.86	345632.34	372.26	CASA	256	339792.87	345813.46	357.45	CALLE
194	339924.06	345635.93	372.32	C-78	257	339839.35	345794.67	362.87	CALLE
195	339917.14	345641.43	373.15	CASA	258	339817.73	345809.20	360.24	CALLE
196	339907.97	345656.72	372.96	CASA	259	339818.78	345802.31	360.43	CALLE
197	339897.25	345680.30	375.26	PV-76	260	339770.37	345804.29	355.15	CALLE
198	339914.87	345675.08	372.47	CASA	261	339820.93	345814.86	359.51	CASA
199	339930.23	345647.73	371.60	PUENTE	262	339841.77	345801.46	361.43	CASA
200	339937.58	345650.92	371.55	PUENTE	263	339743.49	345776.18	351.69	CALLE

**APÉNDICE A: LIBRETA TOPOGRÁFICA**  
 ALCANTARILLADO SANITARIO DEL CANTÓN LOS PUENTES, ALDEA SAN ANTONIO SERCHIL, SAN MARCOS, SAN MARCOS.

No.	Easting	Northing	Elev	Descrip	No.	Easting	Northing	Elev	Descrip
0	339538.58	344860.73	497.31	PV-2	72	339935.15	345485.68	397.55	PV-37
1	339492.53	344858.13	500.00	PV-0	73	339964.63	345529.34	383.42	PV-39
2	339497.65	344852.37	501.59	CASA	74	339926.71	345495.94	394.67	CASA
3	339514.83	344861.17	497.29	PV-1	75	339947.17	345504.13	391.95	CASA
4	339533.36	344871.52	495.22	PV-3	76	339946.46	345514.31	391.56	CASA
5	339543.99	344859.72	497.49	CASA	77	339956.70	345522.94	386.09	PV-38
6	339535.09	344856.52	498.55	CASA	78	339970.43	345533.90	382.22	C-40
7	339559.80	344888.52	491.11	PV-4	79	339973.29	345532.28	382.03	PUENTE
8	339573.57	344890.39	489.42	PV-5	80	339975.74	345535.16	382.05	PUENTE
10	339585.49	344905.66	486.90	CASA	81	339965.50	345536.31	381.84	CASA
11	339576.34	344899.73	487.56	CASA	82	339976.69	345541.08	382.00	CALLE
12	339635.07	344959.45	473.10	PV-6	83	339941.43	345534.50	387.38	CASA
13	339602.00	344924.22	481.32	CASA	84	339973.49	345522.10	383.89	CASA
15	339610.43	344936.03	478.53	CASA	85	339974.01	345538.28	382.03	C-41
16	339620.28	344945.13	476.52	CASA	86	339968.26	345585.78	380.64	PV-57
17	339631.73	344949.71	473.41	CASA	87	339983.01	345571.66	385.32	PV-56
18	339630.25	344962.82	473.18	CASA	89	340017.46	345552.69	394.55	PV-55
19	339643.90	344976.81	470.09	PV-7	90	339991.36	345569.52	387.43	CASA
20	339636.46	344975.62	470.11	CASA	91	340006.23	345567.31	392.16	CASA
21	339644.41	344994.62	465.94	PV-8	92	340035.67	345530.12	399.33	PV-54
22	339636.84	345004.31	462.80	PV-9	93	340030.96	345541.78	398.57	CASA
23	339647.89	345014.87	458.88	PV-10	94	340044.12	345517.53	400.71	PV-53
24	339668.59	345017.56	452.11	CASA	95	340033.81	345535.52	398.48	CASA
25	339635.82	345027.49	453.50	CASA	96	340053.21	345495.69	403.08	PV-52
26	339679.32	345009.78	453.08	PV-11	97	340037.24	345522.53	399.66	CASA
27	339699.27	344996.10	451.78	PUENTE	98	340067.74	345436.07	410.95	PV-51
28	339702.91	344994.06	451.86	PUENTE	99	340079.20	345408.26	413.19	PV-50
29	339722.75	344986.22	452.69	PV-12	100	340074.55	345404.24	411.17	CASA
30	339713.38	345039.87	448.73	CASA	101	340104.16	345364.68	414.41	PV-49
31	339744.38	344997.67	453.33	PV-13	102	340092.89	345404.03	413.49	CASA
32	339764.31	345005.07	456.38	CALLE	103	340125.44	345337.36	417.58	PV-48
34	339717.47	344950.27	460.50	CASA	105	340060.88	345282.86	417.27	PV-27
35	339728.32	344972.95	458.01	CASA	106	340063.67	345280.91	417.36	CASA
36	339768.28	345010.76	457.18	CASA	107	340023.16	345304.53	417.29	CASA
39	339817.80	345071.02	453.32	PV-14	108	340028.77	345311.64	415.23	PV-26
40	339819.48	345082.89	453.76	CASA	109	340074.74	345295.29	412.86	CASA
41	339818.24	345084.57	453.33	CASA	110	340081.10	345309.37	407.17	PV-29
42	339873.04	345080.13	445.50	PV-15	111	340046.71	345339.08	407.64	PV-31
43	339892.98	345089.82	441.96	PV-16	112	340063.88	345310.13	409.85	PV-28
45	339921.52	345119.68	443.59	CALLE	113	340062.20	345331.05	405.89	PV-30
46	339930.18	345143.24	442.81	PV-17	114	340088.84	345363.45	411.54	CALLE
47	339937.61	345163.46	437.58	PV-18	116	340088.63	345311.60	405.78	CALLE
48	339944.63	345194.27	432.44	PV-19	117	340084.95	345323.16	404.66	CALLE
50	339946.26	345273.41	423.39	PV-20	118	340119.88	345323.09	416.29	PV-47
51	339950.84	345308.21	420.58	PV-21	119	340150.74	345311.73	422.66	PV-46
52	339944.85	345333.98	418.29	PV-22	120	340102.05	345364.86	414.20	CASA
53	339949.23	345356.68	416.23	PV-23	121	340123.03	345322.03	418.09	CASA
54	339953.92	345337.76	418.10	CASA	122	340118.11	345319.35	415.45	CASA
55	339954.69	345304.17	420.63	CASA	123	340136.74	345332.91	418.47	CASA
56	339955.65	345275.21	423.86	CASA	124	340172.41	345284.30	427.34	PV-45
58	339943.00	345387.10	412.44	PV-24	125	340165.50	345272.51	427.21	CASA
60	339946.83	345402.92	409.92	PV-25	126	340182.03	345281.66	428.84	CASA
61	340031.48	345354.31	407.62	PV-32	127	340179.06	345302.26	425.88	CASA
63	339979.24	345377.42	408.97	PV-33	128	340207.58	345226.00	438.95	PV-44
64	339960.84	345395.53	408.78	PV-34	129	340221.98	345211.99	443.32	CALLE
65	339943.73	345425.43	407.58	PV-35	130	340236.90	345198.23	446.94	PV-43
67	339943.67	345420.14	407.49	CASA	131	340218.13	345222.43	441.20	CASA
68	339949.02	345425.07	406.64	CASA	132	340220.18	345209.12	444.70	CASA
69	339936.20	345465.50	401.75	PV-36	133	340246.37	345171.09	449.00	PV-42
70	339941.54	345441.62	405.69	CASA	134	340259.15	345146.06	449.80	CALLE
71	339932.03	345470.09	400.14	CASA	135	340230.93	345170.13	450.69	CASA
165	340146.32	344839.89	476.19	CALLE	245	339648.82	345453.78	440.74	CALLE
183	339957.36	345598.70	377.73	PV-58	246	339664.77	345470.41	432.27	CALLE
184	339953.18	345609.35	375.65	PV-59	247	339644.88	345424.47	447.49	CALLE
185	339949.66	345627.13	372.73	PV-60	248	339644.59	345380.26	456.27	CALLE
186	339961.67	345644.66	373.30	CASA	249	339630.56	345370.80	458.13	CASA
187	339949.53	345635.78	372.31	CASA	250	339878.90	345733.04	369.79	CALLE
188	339944.72	345643.03	372.05	PV-79	252	339868.94	345782.77	362.33	CASA
190	339915.35	345650.35	372.70	PV-77	253	339846.11	345762.27	368.35	CASA
191	339939.25	345641.93	371.91	PUENTE	254	339826.46	345783.37	364.45	CASA
192	339931.94	345639.58	372.01	PUENTE	255	339862.51	345762.67	366.82	CALLE
193	339927.86	345632.34	372.26	CASA	256	339792.87	345813.46	357.45	CALLE
194	339924.06	345635.93	372.32	C-78	257	339839.35	345794.67	362.87	CALLE
195	339917.14	345641.43	373.15	CASA	258	339817.73	345809.20	360.24	CALLE
196	339907.97	345656.72	372.96	CASA	259	339818.78	345802.31	360.43	CALLE
197	339897.25	345680.30	375.26	PV-76	260	339770.37	345804.29	355.15	CALLE
198	339914.87	345675.08	372.47	CASA	261	339820.93	345814.86	359.51	CASA
199	339930.23	345647.73	371.60	PUENTE	262	339841.77	345801.46	361.43	CASA
200	339937.58	345650.92	371.55	PUENTE	263	339743.49	345776.18	351.69	CALLE

**APÉNDICE B: RESUMEN DISEÑO HIDRÁULICO**  
 ALCANTARILLADO SANOTARIO DEL CANTÓN LOS PUENTES, ALDEA SAN ANTONIO SERCHIL, SAN MARCOS, SAN MARCOS.

Estacion		Cotas Terreno		DH	St	Viviendas		Habitantes		F. Flujo		Fqm	q Diseño (lts/s)		φ	Seccion Llena		q/Q		d/D		v/V		v diseño		Cotas Invert		Altura Pozos	
De	A	Inicio	Final	[m]	%	Local	Acumm	Actual	Futuro	Actual	Futuro		Actual	Futuro	[in]	Velocidad	Caudal	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	CIS	CIE	Inicio	Final
PV-0	PV-1	500.00	497.29	22.51	12.0	1	1	6	11	4.4	4.4	0.0024	0.1	0.1	6	3.93	71.66	0.0009	0.0016	0.02	0.03	0.1521	0.1830	0.60	0.72	498.58	495.90	1.42	1.39
PV-1	PV-3	497.29	495.22	21.23	9.8	0	1	6	11	4.4	4.4	0.0024	0.1	0.1	6	3.54	64.49	0.0010	0.0018	0.02	0.03	0.1579	0.1906	0.56	0.67	495.87	493.83	1.42	1.39
PV-2	PV-3	497.31	495.22	11.98	17.4	2	2	12	21	4.4	4.4	0.0024	0.1	0.2	6	4.73	86.26	0.0015	0.0026	0.03	0.04	0.1786	0.2119	0.84	1.00	495.89	493.83	1.42	1.39
PV-3	PV-4	495.22	491.11	31.98	12.9	0	3	18	31	4.4	4.4	0.0024	0.2	0.3	6	4.06	74.04	0.0026	0.0044	0.04	0.05	0.2119	0.2494	0.86	1.01	493.80	489.72	1.42	1.39
PV-4	PV-5	491.11	489.42	13.96	12.1	0	3	18	31	4.4	4.4	0.0024	0.2	0.3	6	3.94	71.86	0.0026	0.0045	0.04	0.05	0.2134	0.2510	0.84	0.99	489.69	488.03	1.42	1.39
PV-5	PV-6	489.42	473.10	92.48	17.6	6	9	54	93	4.3	4.3	0.0024	0.6	0.9	6	4.76	86.76	0.0064	0.0109	0.06	0.07	0.2797	0.3285	1.33	1.56	488.00	471.71	1.42	1.39
PV-6	PV-7	473.10	470.09	19.47	15.5	1	10	60	103	4.3	4.2	0.0024	0.6	1.0	6	4.45	81.21	0.0076	0.0129	0.06	0.08	0.2942	0.3466	1.31	1.54	471.68	468.70	1.42	1.39
PV-7	PV-8	470.09	465.94	17.82	23.3	1	11	66	113	4.3	4.2	0.0024	0.7	1.1	6	5.46	99.67	0.0068	0.0115	0.06	0.08	0.2845	0.3350	1.55	1.83	468.67	464.55	1.42	1.39
PV-8	PV-9	465.94	462.80	12.29	25.5	0	11	66	113	4.3	4.2	0.0024	0.7	1.1	6	5.72	104.39	0.0065	0.0110	0.06	0.07	0.2813	0.3301	1.61	1.89	464.52	461.41	1.42	1.39
PV-9	PV-10	462.80	458.88	15.28	25.7	0	11	66	113	4.3	4.2	0.0024	0.7	1.1	6	5.73	104.61	0.0065	0.0110	0.06	0.07	0.2813	0.3301	1.61	1.89	461.38	457.49	1.42	1.39
PV-10	PV-11	458.88	453.08	31.84	18.2	2	13	78	134	4.3	4.2	0.0024	0.8	1.4	6	4.83	88.13	0.0091	0.0153	0.07	0.09	0.3105	0.3647	1.50	1.76	457.46	451.69	1.42	1.39
PV-11	PV-12	453.08	452.45	49.41	1.3	0	13	78	134	4.3	4.2	0.0024	0.8	1.4	6	1.28	23.36	0.0342	0.0579	0.13	0.16	0.4645	0.5438	0.59	0.70	451.66	451.06	1.42	1.39
PV-12	PV-13	452.45	454.62	24.47	-8.9	3	16	96	164	4.2	4.2	0.0024	1.0	1.6	6	0.74	13.54	0.0723	0.1214	0.18	0.24	0.5812	0.6762	0.43	0.50	451.03	450.95	1.42	3.67
PV-13	PV-14	454.62	454.10	103.79	0.5	1	17	102	175	4.2	4.2	0.0024	1.0	1.8	6	0.81	14.69	0.0707	0.1192	0.18	0.23	0.5764	0.6716	0.46	0.54	450.92	450.43	3.70	3.67
PV-14	PV-15	454.10	445.50	56.03	15.3	2	19	114	195	4.2	4.2	0.0024	1.2	1.9	6	3.80	69.37	0.0167	0.0280	0.09	0.11	0.3747	0.4378	1.42	1.66	450.40	444.11	3.70	1.39
PV-15	PV-16	445.50	441.96	22.12	16.0	0	19	114	195	4.2	4.2	0.0024	1.2	1.9	6	4.53	82.62	0.0140	0.0235	0.08	0.11	0.3548	0.4145	1.61	1.88	444.08	440.57	1.42	1.39
PV-16	PV-17	441.96	443.59	41.30	-3.9	0	19	114	195	4.2	4.2	0.0024	1.2	1.9	6	0.68	12.39	0.0933	0.1568	0.21	0.27	0.6261	0.7277	0.43	0.49	440.54	440.42	1.42	3.17
PV-17	PV-18	443.59	437.58	46.64	12.9	0	19	114	195	4.2	4.2	0.0024	1.2	1.9	6	3.41	62.23	0.0186	0.0312	0.09	0.12	0.3863	0.4512	1.32	1.54	440.39	436.19	3.20	1.39
PV-18	PV-19	437.58	432.44	31.61	16.3	0	19	114	195	4.2	4.2	0.0024	1.2	1.9	6	4.57	83.28	0.0139	0.0233	0.08	0.11	0.3532	0.4145	1.61	1.89	436.16	431.05	1.42	1.39
PV-19	PV-20	432.44	423.39	79.15	11.4	0	19	114	195	4.2	4.2	0.0024	1.2	1.9	6	3.83	69.84	0.0166	0.0278	0.09	0.11	0.3730	0.4362	1.43	1.67	431.02	422.00	1.42	1.39
PV-20	PV-21	423.39	420.58	35.11	8.0	2	21	126	215	4.2	4.1	0.0024	1.3	2.1	6	3.20	58.43	0.0218	0.0365	0.10	0.13	0.4062	0.4744	1.30	1.52	421.97	419.19	1.42	1.39
PV-21	PV-22	420.58	418.29	26.45	8.7	0	21	126	215	4.2	4.1	0.0024	1.3	2.1	6	3.33	60.77	0.0210	0.0351	0.10	0.13	0.4012	0.4678	1.34	1.56	419.16	416.90	1.42	1.39
PV-22	PV-23	418.29	416.23	23.11	8.9	1	22	132	226	4.2	4.1	0.0024	1.3	2.2	6	3.38	61.66	0.0216	0.0363	0.10	0.13	0.4046	0.4728	1.37	1.60	416.87	414.84	1.42	1.39
PV-23	PV-24	416.23	412.44	31.06	12.2	0	22	132	226	4.2	4.1	0.0024	1.3	2.2	6	3.96	72.15	0.0185	0.0310	0.09	0.12	0.3863	0.4512	1.53	1.78	414.81	411.05	1.42	1.39
PV-24	PV-25	412.44	409.92	16.28	15.5	0	22	132	226	4.2	4.1	0.0024	1.3	2.2	6	4.45	81.26	0.0164	0.0276	0.09	0.11	0.3730	0.4345	1.66	1.94	411.02	408.53	1.42	1.39
PV-25	PV-25	409.92	407.01	22.72	12.8	1	23	138	236	4.2	4.1	0.0024	1.4	2.3	6	4.95	90.24	0.0154	0.0259	0.09	0.11	0.3647	0.4278	1.80	2.12	408.50	404.19	1.42	2.82
PV-26	PV-28	415.23	409.85	35.00	15.4	1	1	6	11	4.4	4.4	0.0024	0.1	0.1	6	4.44	80.97	0.0008	0.0014	0.02	0.03	0.1478	0.1771	0.66	0.79	413.81	408.46	1.42	1.39
PV-27	PV-28	417.27	409.85	27.41	27.1	2	2	12	21	4.4	4.4	0.0024	0.1	0.2	6	5.89	107.47	0.0012	0.0021	0.03	0.03	0.1667	0.1981	0.98	1.17	415.85	408.46	1.42	1.39
PV-28	PV-31	409.85	407.64	33.58	6.6	0	3	18	31	4.4	4.4	0.0024	0.2	0.3	6	2.91	53.00	0.0036	0.0061	0.04	0.06	0.2336	0.2749	0.68	0.80	408.43	406.25	1.42	1.39
PV-31	PV-32	407.64	407.62	21.65	0.1	0	3	18	31	4.4	4.4	0.0024	0.2	0.3	6	1.35	24.70	0.0077	0.0131	0.06	0.08	0.2959	0.3482	0.40	0.47	406.22	405.94	1.42	1.67
PV-32	PV-33	407.62	408.97	56.98	-2.4	0	3	18	31	4.4	4.4	0.0024	0.2	0.3	6	1.37	25.04	0.0076	0.0129	0.06	0.08	0.2942	0.3466	0.40	0.48	405.91	405.10	1.70	3.87
PV-33	PV-34	408.97	408.78	25.93	0.7	0	3	18	31	4.4	4.4	0.0024	0.2	0.3	6	1.39	25.29	0.0075	0.0128	0.06	0.08	0.2926	0.3449	0.41	0.48	405.07	404.71	3.90	4.07
PV-34	PV-35	408.78	407.01	34.44	5.1	0	3	18	31	4.4	4.4	0.0024	0.2	0.3	6	1.39	25.29	0.0075	0.0128	0.06	0.08	0.2926	0.3449	0.41	0.48	404.68	404.20	4.10	2.82
PV-35	PV-36	407.01	401.75	40.77	12.9	2	28	168	287	4.2	4.1	0.0024	1.7	2.8	6	3.47	63.25	0.0266	0.0445	0.11	0.14	0.4312	0.5026	1.50	1.74	404.16	400.36	2.85	1.39
PV-36	PV-37	401.75	397.55	20.21	20.8	1	29	174	297	4.2	4.1	0.0024	1.7	2.9	6	5.16	94.15	0.0185	0.0309	0.09	0.12	0.3863	0.4512	1.99	2.33	400.33	396.16	1.42	1.39
PV-37	PV-38	397.55	386.09	43.05	26.6	3	32	192	328	4.2	4.1	0.0024	1.9	3.2	6	5.99	109.23	0.0175	0.0293	0.09	0.12	0.3796	0.4428	2.27	2.65	396.13	384.12	1.42	1.97
PV-38	PV-39	386.09	382.46	10.18	35.7	3	35	210	359	4.1	4.0	0.0024	2.1	3.5	6	6.70	122.19	0.0171	0.0285	0.09	0.12	0.3763	0.4395	2.52	2.94	384.09	380.56	2.00	1.90
PV-39	PV-40	382.46	382.00	7.39	6.2	0	35	210	359	4.1	4.0	0.0024	2.1	3.5	6	1.01	18.47	0.1130	0.1886	0.23	0.29	0.6623	0.7670	0.67	0.78	379.81	379.78	2.65	2.22
PV-40	PV-57	382.00	380.64	48.47	2.8	0	35	210	359	4.1	4.0	0.0024	2.1	3.5	6	1.18	21.56	0.0968	0.1616	0.21	0.27	0.6325	0.7336	0.75	0.87	379.75	379.25	2.25	1.39
PV-42	PV-43	449.00	446.94	28.78	7.2	1	1	6	11	4.4	4.4	0.0024	0.1	0.1	6	3.03	55.26	0.0012	0.0021	0.03	0.03	0.1652	0.1997	0.50	0.60	447.58	445.55	1.42	1.39
PV-43	PV-44	446.94	438.95	40.38	19.8	2	3	18	31	4.4	4.4	0.0024	0.2	0.3	6	5.04	91.87	0.0021	0.0035	0.03	0.04	0.1981	0.2336	1.00	1.18	445.52	437.56	1.42	1.39
PV-44	PV-45	438.95	427.34	68.09	17.1	2	5	30	52	4.4	4.3	0.0024	0.3	0.5	6	4.68	85.28	0.0037	0.0063	0.04	0.06	0.2368	0.2781	1.11	1.30	437.53	425.95	1.42	1.39
PV-45	PV-46	427.34	422.66	34.96	13.4	1	6	36	62	4.3	4.3	0.0																	

**APÉNDICE B: RESUMEN DISEÑO HIDRÁULICO**  
 ALCANTARILLADO SANOTARIO DEL CANTÓN LOS PUENTES, ALDEA SAN ANTONIO SERCHIL, SAN MARCOS, SAN MARCOS.

Estacion		Cotas Terreno		DH	St	Viviendas		Habitantes		F. Flujo		Fqm	q Diseño (lts/s)		φ	Seccion Llena		q/Q		d/D		v/V		v diseño		Cotas Invert		Altura Pozos	
De	A	Inicio	Final	[m]	%	Local	Acumm	Actual	Futuro	Actual	Futuro		Actual	Futuro	[in]	Velocidad	Caudal	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	CIS	CIE	Inicio	Final
PV-57	PV-58	380.64	377.73	16.92	17.2	0	52	312	533	4.1	4.0	0.0024	3.0	5.1	8	5.69	184.46	0.0165	0.0275	0.09	0.11	0.3730	0.4345	2.12	2.47	379.22	376.34	1.42	1.39
PV-58	PV-59	377.73	375.65	11.43	18.2	0	52	312	533	4.1	4.0	0.0024	3.0	5.1	8	5.85	189.74	0.0161	0.0267	0.09	0.11	0.3697	0.4312	2.16	2.52	376.31	374.26	1.42	1.39
PV-59	PV-60	375.65	372.73	18.13	16.1	0	52	312	533	4.1	4.0	0.0024	3.0	5.1	8	5.50	178.51	0.0171	0.0284	0.09	0.12	0.3763	0.4395	2.07	2.42	374.23	371.34	1.42	1.39
PV-60	PV-79	372.73	372.05	16.64	4.1	1	53	318	543	4.1	4.0	0.0024	3.1	5.2	8	2.77	89.92	0.0345	0.0573	0.13	0.16	0.4661	0.5421	1.29	1.50	371.31	370.66	1.42	1.39
PV-61	PV-62	417.38	415.87	31.47	4.8	2	2	12	21	4.4	4.4	0.0024	0.1	0.2	6	2.48	45.17	0.0028	0.0049	0.04	0.05	0.2181	0.2573	0.54	0.64	415.96	414.48	1.42	1.39
PV-62	PV-63	415.87	416.46	31.87	-1.9	1	3	18	31	4.4	4.4	0.0024	0.2	0.3	6	1.40	25.55	0.0074	0.0127	0.06	0.08	0.2926	0.3449	0.41	0.48	414.45	413.99	1.42	2.47
PV-63	PV-64	416.46	411.42	69.39	7.3	1	4	24	41	4.4	4.3	0.0024	0.3	0.4	6	2.71	49.35	0.0051	0.0086	0.05	0.07	0.2605	0.3056	0.70	0.83	413.96	410.03	2.50	1.39
PV-64	PV-65	411.42	407.94	36.09	9.6	1	5	30	52	4.4	4.3	0.0024	0.3	0.5	6	3.52	64.13	0.0049	0.0084	0.05	0.06	0.2573	0.3040	0.90	1.07	410.00	406.55	1.42	1.39
PV-65	PV-66	407.94	406.07	30.05	6.2	2	7	42	72	4.3	4.3	0.0024	0.4	0.7	6	2.82	51.52	0.0085	0.0144	0.06	0.08	0.3040	0.3581	0.86	1.01	406.52	404.68	1.42	1.39
PV-66	PV-67	406.07	401.70	30.79	14.2	0	7	42	72	4.3	4.3	0.0024	0.4	0.7	6	4.27	77.81	0.0056	0.0095	0.05	0.07	0.2685	0.3154	1.15	1.35	404.65	400.31	1.42	1.39
PV-67	PV-68	401.70	396.65	25.22	20.0	0	7	42	72	4.3	4.3	0.0024	0.4	0.7	6	5.07	92.42	0.0047	0.0080	0.05	0.06	0.2541	0.2991	1.29	1.52	400.28	395.26	1.42	1.39
PV-68	PV-69	396.65	394.44	10.55	20.9	0	7	42	72	4.3	4.3	0.0024	0.4	0.7	6	5.18	94.53	0.0046	0.0078	0.05	0.06	0.2526	0.2975	1.31	1.54	395.23	393.05	1.42	1.39
PV-69	PV-70	394.44	391.00	19.10	18.0	0	7	42	72	4.3	4.3	0.0024	0.4	0.7	6	4.81	87.65	0.0050	0.0084	0.05	0.06	0.2589	0.3040	1.24	1.46	393.02	389.61	1.42	1.39
PV-70	PV-71	391.00	385.68	29.33	18.1	3	10	60	103	4.3	4.2	0.0024	0.6	1.0	6	4.82	87.96	0.0070	0.0119	0.06	0.08	0.2878	0.3383	1.39	1.63	389.58	384.29	1.42	1.39
PV-71	PV-72	385.68	381.96	25.63	14.5	3	13	78	134	4.3	4.2	0.0024	0.8	1.4	6	4.31	78.68	0.0102	0.0172	0.07	0.09	0.3219	0.3780	1.39	1.63	384.26	380.57	1.42	1.39
PV-72	PV-73	381.96	379.03	18.51	15.8	0	13	78	134	4.3	4.2	0.0024	0.8	1.4	6	4.50	82.17	0.0097	0.0165	0.07	0.09	0.3170	0.3730	1.43	1.68	380.54	377.64	1.42	1.39
PV-73	PV-75	379.03	375.26	32.85	11.5	2	15	90	154	4.3	4.2	0.0024	0.9	1.5	6	3.98	72.52	0.0127	0.0213	0.08	0.10	0.3449	0.4029	1.37	1.60	377.61	373.59	1.42	1.67
PV-74	PV-75	375.69	375.26	18.13	2.4	1	1	6	11	4.4	4.4	0.0024	0.1	0.1	6	2.25	41.10	0.0016	0.0028	0.03	0.04	0.1815	0.2181	0.41	0.49	374.27	373.58	1.42	1.67
PV-75	PV-77	375.26	372.70	39.35	6.5	1	17	102	175	4.2	4.2	0.0024	1.0	1.8	6	2.72	49.65	0.0209	0.0353	0.10	0.13	0.4012	0.4694	1.09	1.28	373.55	371.31	1.70	1.39
PV-76	PV-77	375.26	372.70	35.00	7.3	3	3	18	31	4.4	4.4	0.0024	0.2	0.3	6	3.06	55.81	0.0034	0.0058	0.04	0.05	0.2305	0.2717	0.71	0.83	373.84	371.31	1.42	1.39
PV-77	PV-78	372.70	372.32	16.85	2.3	3	23	138	236	4.2	4.1	0.0024	1.4	2.3	6	0.64	11.68	0.1191	0.1998	0.23	0.30	0.6716	0.7799	0.43	0.50	371.28	371.25	1.42	1.07
PV-78	PV-79	372.32	372.05	21.85	1.2	0	23	138	236	4.2	4.1	0.0024	1.4	2.3	6	1.86	33.94	0.0410	0.0688	0.14	0.18	0.4910	0.5715	0.91	1.06	371.22	370.66	1.10	1.39
PV-79	PV-80	372.05	372.91	38.46	-2.2	1	77	462	789	4.0	3.9	0.0024	4.4	7.3	8	0.92	29.84	0.1483	0.2452	0.26	0.34	0.7157	0.8266	0.66	0.76	370.63	370.49	1.42	2.42
PV-81	PV-82	400.00	399.56	23.58	1.9	1	1	6	11	4.4	4.4	0.0024	0.1	0.1	6	2.24	40.79	0.0016	0.0029	0.03	0.04	0.1815	0.2181	0.41	0.49	398.58	397.69	1.42	1.87
PV-82	PV-83	399.56	398.79	37.40	2.1	0	1	6	11	4.4	4.4	0.0024	0.1	0.1	6	2.24	40.89	0.0016	0.0028	0.03	0.04	0.1815	0.2181	0.41	0.49	397.66	396.22	1.90	2.57
PV-84	PV-85	408.59	406.52	31.71	6.5	1	1	6	11	4.4	4.4	0.0024	0.1	0.1	6	2.89	52.77	0.0012	0.0022	0.03	0.03	0.1682	0.2012	0.49	0.58	407.17	405.13	1.42	1.39
PV-85	PV-86	406.52	402.27	23.75	17.9	0	1	6	11	4.4	4.4	0.0024	0.1	0.1	6	4.79	87.37	0.0007	0.0013	0.02	0.03	0.1435	0.1726	0.69	0.83	405.10	400.88	1.42	1.39
PV-86	PV-87	402.27	398.81	35.57	9.7	0	1	6	11	4.4	4.4	0.0024	0.1	0.1	6	3.53	64.41	0.0010	0.0018	0.02	0.03	0.1579	0.1906	0.56	0.67	400.85	397.42	1.42	1.39
PV-87	PV-83	398.81	398.79	10.68	0.2	3	4	24	41	4.4	4.3	0.0024	0.3	0.4	6	3.79	69.12	0.0036	0.0062	0.04	0.06	0.2352	0.2765	0.89	1.05	397.39	396.22	1.42	2.57
PV-83	PV-88	398.79	395.82	42.66	7.0	0	5	30	52	4.4	4.3	0.0024	0.3	0.5	6	2.32	42.33	0.0074	0.0127	0.06	0.08	0.2926	0.3449	0.68	0.80	396.19	394.43	2.60	1.39
PV-88	PV-102	395.82	391.91	49.66	7.9	0	5	30	52	4.4	4.3	0.0024	0.3	0.5	6	3.18	57.95	0.0054	0.0093	0.05	0.07	0.2653	0.3137	0.84	1.00	394.40	390.52	1.42	1.39
PV-90	PV-91	403.72	394.99	63.40	13.8	2	2	12	21	4.4	4.4	0.0024	0.1	0.2	6	4.20	76.62	0.0017	0.0029	0.03	0.04	0.1845	0.2196	0.78	0.92	402.30	393.60	1.42	1.39
PV-91	PV-93	394.99	393.26	20.63	8.4	0	2	12	21	4.4	4.4	0.0024	0.1	0.2	6	3.28	59.88	0.0021	0.0037	0.03	0.04	0.1997	0.2368	0.66	0.78	393.57	391.87	1.42	1.39
PV-92	PV-96	396.01	393.26	25.52	10.8	1	1	6	11	4.4	4.4	0.0024	0.1	0.1	6	3.72	67.80	0.0009	0.0017	0.02	0.03	0.1550	0.1875	0.58	0.70	394.59	391.87	1.42	1.39
PV-93	PV-94	393.26	392.03	26.98	4.6	0	3	18	31	4.4	4.4	0.0024	0.2	0.3	6	2.42	44.10	0.0043	0.0073	0.05	0.06	0.2478	0.2910	0.60	0.70	391.84	390.64	1.42	1.39
PV-94	PV-100	392.03	389.79	48.99	4.6	1	4	24	41	4.4	4.3	0.0024	0.3	0.4	6	2.90	52.98	0.0048	0.0080	0.05	0.06	0.2557	0.2991	0.74	0.87	390.61	387.42	1.42	2.37
PV-95	PV-97	406.42	403.58	41.54	6.8	1	1	6	11	4.4	4.4	0.0024	0.1	0.1	6	2.96	54.02	0.0012	0.0022	0.03	0.03	0.1667	0.1997	0.49	0.59	405.00	402.19	1.42	1.39
PV-96	PV-97	410.91	403.58	45.82	16.0	1	1	6	11	4.4	4.4	0.0024	0.1	0.1	6	4.53	82.61	0.0008	0.0014	0.02	0.03	0.1464	0.1756	0.66	0.80	409.49	402.19	1.42	1.39
PV-97	PV-98	403.58	397.26	63.52	10.0	0	2	12	21	4.4	4.4	0.0024	0.1	0.2	6	3.57	65.15	0.0019	0.0034	0.03	0.04	0.1936	0.2305	0.69	0.82	402.16	395.87	1.42	1.39
PV-98	PV-99	397.26	392.43	55.23	8.7	0	2	12	21	4.4	4.4	0.0024	0.1	0.2	6	3.35	61.07	0.0021	0.0036	0.03	0.04	0.1981	0.2352	0.66	0.79	395.84	391.04	1.42	1.39
PV-99	PV-100	392.43	389.79	18.12	14.6	0	2	12	21	4.4	4.4	0.0024	0.1	0.2	6	5.06	92.36	0.0014	0.0024	0.03	0.04	0.1741	0.2073	0.88	1.05	391.01	387.42	1.42	2.37
PV-100	PV-101	389.79	389.68	29.50	0.4	0	6	36	62	4.3	4.3	0.0024	0.4	0.6	6	1.04	19.04	0.0197	0.0336	0.10	0.12	0.3929	0.4611	0.41	0.48	387.39	387.16	2.40	2.52
PV-101	PV-103	389.68	389.46	52.58	0.4	0	6	36	62	4.3	4.3	0.0024	0.4	0.6	6														

**APÉNDICE C: PRESUPUESTO INTEGRADO, DESGLOSADO Y CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN**  
**ALCANTARILLADO SANITARIO DEL CANTÓN LOS PUENTES DE LA ALDEA SAN ANTONIO SERCHIL, SAN MARCOS, SAN MARCOS.**

**INTEGRACIÓN DE COSTOS**

<b>PROYECTO:</b>	<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>
<b>UBICACIÓN:</b>	<b>CANTÓN LOS PUENTES, ALDEA SAN ANTONIO SERCHIL</b>
<b>MUNICIPIO:</b>	<b>SAN MARCOS</b>
<b>DEPARTAMENTO:</b>	<b>SAN MARCOS</b>
<b>FECHA:</b>	<b>Noviembre de 2013.</b>

No.	Descripción del Renglón de Trabajo	Cantidad	Unidad	Precio U.	Total
1	TRABAJOS PRELIMINARES	1.00	Global	Q 25,454.00	Q 25,454.00
2	EXCAVACIÓN Y RELLENO	5010.00	m <sup>3</sup>	Q 144.00	Q 721,440.00
3	POZOS DE VISITA				
3.1	Pozo de Visita H = 1.10 m, Ø = 1.25 m	1.00	Unidad	Q 3,819.00	Q 3,819.00
3.2	Pozo de Visita H = 1.42 m, Ø = 1.25 m	83.00	Unidad	Q 3,900.00	Q 323,700.00
3.3	Pozo de Visita H = 1.70 m, Ø = 1.25 m	2.00	Unidad	Q 4,000.00	Q 8,000.00
3.4	Pozo de Visita H = 1.90 m, Ø = 1.25 m	2.00	Unidad	Q 4,195.00	Q 8,390.00
3.5	Pozo de Visita H = 2.00 m, Ø = 1.25 m	1.00	Unidad	Q 4,700.00	Q 4,700.00
3.6	Pozo de Visita H = 2.15 m, Ø = 1.25 m	1.00	Unidad	Q 4,980.00	Q 4,980.00
3.7	Pozo de Visita H = 2.25 m, Ø = 1.25 m	1.00	Unidad	Q 5,030.00	Q 5,030.00
3.8	Pozo de Visita H = 2.40 m, Ø = 1.25 m	1.00	Unidad	Q 5,285.00	Q 5,285.00
3.9	Pozo de Visita H = 2.45 m, Ø = 1.25 m	1.00	Unidad	Q 5,300.00	Q 5,300.00
3.10	Pozo de Visita H = 2.50 m, Ø = 1.25 m	1.00	Unidad	Q 5,340.00	Q 5,340.00
3.11	Pozo de Visita H = 2.55 m, Ø = 1.25 m	1.00	Unidad	Q 5,385.00	Q 5,385.00
3.12	Pozo de Visita H = 2.60 m, Ø = 1.25 m	2.00	Unidad	Q 5,435.00	Q 10,870.00
3.13	Pozo de Visita H = 2.65 m, Ø = 1.25 m	1.00	Unidad	Q 5,660.00	Q 5,660.00
3.14	Pozo de Visita H = 2.75 m, Ø = 1.25 m	1.00	Unidad	Q 5,720.00	Q 5,720.00
3.15	Pozo de Visita H = 2.85 m, Ø = 1.25 m	1.00	Unidad	Q 6,115.00	Q 6,115.00
3.16	Pozo de Visita H = 3.00 m, Ø = 1.25 m	1.00	Unidad	Q 6,180.00	Q 6,180.00
3.17	Pozo de Visita H = 3.20 m, Ø = 1.25 m	2.00	Unidad	Q 6,235.00	Q 12,470.00
3.18	Pozo de Visita H = 3.40 m, Ø = 1.25 m	1.00	Unidad	Q 6,655.00	Q 6,655.00
3.19	Pozo de Visita H = 3.50 m, Ø = 1.25 m	2.00	Unidad	Q 6,818.00	Q 13,636.00
3.20	Pozo de Visita H = 3.70 m, Ø = 1.25 m	2.00	Unidad	Q 7,000.00	Q 14,000.00
3.21	Pozo de Visita H = 3.75 m, Ø = 1.25 m	1.00	Unidad	Q 7,100.00	Q 7,100.00
3.22	Pozo de Visita H = 3.90 m, Ø = 1.25 m	1.00	Unidad	Q 7,524.00	Q 7,524.00
3.23	Pozo de Visita H = 4.10 m, Ø = 1.25 m	1.00	Unidad	Q 7,810.00	Q 7,810.00
4	ENCAMISADO				
4.1	Encamisado de tubería tipo 1	1.00	Global	Q 8,709.00	Q 8,709.00
4.2	Encamisado de tubería tipo 2	1.00	Global	Q 530.00	Q 530.00
5	COLECTOR PRINCIPAL				
5.1	Colector principal Tub. Ø=6"	3395.00	ml	Q 205.00	Q 695,975.00
5.2	Colector principal (Tub. Ø=8")	445.00	ml	Q 275.00	Q 122,375.00
6	CONEXIONES DOMICILIARES	94.00	Unidad	Q 1,350.00	Q 126,900.00
7	RECOMODAMIENTO EMPEDRADO	2880.00	m <sup>2</sup>	Q 65.00	Q 187,200.00
8	TRAMPA DE GRASAS UNIFAMILIAR	34.00	Unidad	Q 3,830.00	Q 130,220.00
9	FOSA SÉPTICA UNIFAMILIAR	7.00	Unidad	Q 12,512.00	Q 87,584.00
10	POZO DE ABSORCIÓN UNIFAMILIAR	7.00	Unidad	Q 6,460.00	Q 45,220.00
<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>					<b>Q2,635,276.00</b>

El Presente Presupuesto Asciende a:

**Dos millones seiscientos treinta y cinco mil doscientos setenta y seis quetzales exactos.**

## DESGLOSE DEL PRESUPUESTO

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO
UBICACIÓN:	CANTÓN LOS PUENTES, ALDEA SAN ANTONIO SERCHIL
MUNICIPIO:	SAN MARCOS
DEPARTAMENTO:	SAN MARCOS
FECHA:	Noviembre de 2013.

### 1. TRABAJOS PRELIMINARES

Descripción Actividad	Cantidad	Unidad	Precio U	Total
Trazo y Replanteo	1.00	Global	Q 25,454.00	Q 25,454.00

MATERIALES Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Estacas	1300	U	Q 2.00	Q 2,600.00
Hilo Nylon	8	Rollo	Q 10.00	Q 80.00
Cal	30	bolsa	Q 30.00	Q 900.00
<b>sub total</b>				<b>Q 3,580.00</b>
MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Replanteo Topográfico	1.00	Global	Q 9,000.00	Q 9,000.00
Trazo y Estaqueado	1.00	Global	Q 7,000.00	Q 7,000.00
<b>sub total</b>				<b>Q 16,000.00</b>
<b>Costos Indirectos</b>				<b>Q 5,874.00</b>
<b>TOTAL DEL RENGLÓN</b>				<b>Q 25,454.00</b>

### 2. EXCAVACIÓN Y RELLENO

Descripción Actividad	Cantidad	Unidad	Precio U	Total
Excavación, relleno y compactación	5010.00	m <sup>3</sup>	Q 144.00	Q 721,440.00

MAQUINARIA Y EQUIPO	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Excavadora	1400	horas	Q 350.00	Q 490,000.00
Compactadora	40	horas	Q 25.00	Q 1,000.00
Camiones para retiro de material desperdicio	170	M3	Q 22.00	Q 3,740.00
<b>sub total</b>				<b>Q 494,740.00</b>
MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Levantado de empedrado existente	5010.00	m <sup>3</sup>	Q 7.85	Q 39,328.50
Excavación	5010.00	m <sup>3</sup>	Q 2.90	Q 14,529.00
Relleno y compactación	5010.00	m <sup>3</sup>	Q 1.00	Q 5,010.00
<b>sub total</b>				<b>Q 58,867.50</b>
<b>Costos Indirectos</b>				<b>Q 167,832.50</b>
<b>TOTAL DEL RENGLÓN</b>				<b>Q 721,440.00</b>

### 3. POZOS DE VISITA

Descripción Actividad	Cantidad	Unidad	Precio U	Total
3.1 Pozo de Visita H = 1.10 m, Ø = 1.25 m	1.00	Unidad	Q3,819.00	Q3,819.00

MATERIALES Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Cemento	10.00	Saco	Q 80.00	Q 800.00
Arena	1.00	m <sup>3</sup>	Q 200.00	Q 200.00
Piedrín	1.00	m <sup>3</sup>	Q 250.00	Q 250.00
Formaleta	0.10	docena	Q 390.00	Q 39.00
Hierro No.3	14.00	varilla	Q 30.00	Q 420.00
Hierro No.4	4.00	varilla	Q 53.00	Q 212.00
Hierro No.6	1.00	varilla	Q 120.00	Q 120.00
Alambre de amarre	1.00	Libra	Q 8.00	Q 8.00
<b>sub total</b>				<b>Q 2,049.00</b>

**APÉNDICE C: PRESUPUESTO INTEGRADO, DESGLOSADO Y CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN**  
**ALCANTARILLADO SANITARIO DEL CANTÓN LOS PUENTES DE LA ALDEA SAN ANTONIO SERCHIL, SAN MARCOS, SAN MARCOS.**

MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Armado y enconfrado	1.00	Unidad	Q 320.00	Q 320.00
Fundición	1.00	Unidad	Q 650.00	Q 650.00
<b>sub total</b>				<b>Q 970.00</b>
<b>Costos Indirectos</b>				<b>Q 800.00</b>
<b>TOTAL DEL RENGLÓN</b>				<b>Q 3,819.00</b>

Descripción Actividad	Cantidad	Unidad	Precio U	Total
3.2 Pozo de Visita H = 1.42 m, Ø = 1.25 m	83.00	Unidad	Q3,900.00	Q323,700.00

MATERIALES Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Cemento	965.00	Saco	Q 80.00	Q 77,200.00
Arena	68.00	m³	Q 200.00	Q 13,600.00
Piedrín	34.00	m³	Q 250.00	Q 8,500.00
Formaleta	7.00	docena	Q 390.00	Q 2,730.00
Hierro No.3	1,328.00	varilla	Q 30.00	Q 39,840.00
Hierro No.4	332.00	varilla	Q 53.00	Q 17,596.00
Hierro No.6	83.00	varilla	Q 120.00	Q 9,960.00
Alambre de amarre	190.00	Libra	Q 8.00	Q 1,520.00
<b>sub total</b>				<b>Q 170,946.00</b>
MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Armado y enconfrado	1.00	Unidad	Q 32,000.00	Q 32,000.00
Fundición	1.00	Unidad	Q 50,000.00	Q 50,000.00
<b>sub total</b>				<b>Q 82,000.00</b>
<b>Costos Indirectos</b>				<b>Q 70,754.00</b>
<b>TOTAL DEL RENGLÓN</b>				<b>Q 323,700.00</b>

Descripción Actividad	Cantidad	Unidad	Precio U	Total
3.3 Pozo de Visita H = 1.70 m, Ø = 1.25 m	2.00	Unidad	Q4,000.00	Q8,000.00

MATERIALES Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Cemento	24.00	Saco	Q 80.00	Q 1,920.00
Arena	2.00	m³	Q 200.00	Q 400.00
Piedrín	1.00	m³	Q 250.00	Q 250.00
Formaleta	0.30	docena	Q 390.00	Q 117.00
Hierro No.3	30.00	varilla	Q 30.00	Q 900.00
Hierro No.4	8.00	varilla	Q 53.00	Q 424.00
Hierro No.6	1.00	varilla	Q 120.00	Q 120.00
Alambre de amarre	3.00	Libra	Q 8.00	Q 24.00
<b>sub total</b>				<b>Q 4,155.00</b>
MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Armado y enconfrado	1.00	Unidad	Q 800.00	Q 800.00
Fundición	1.00	Unidad	Q 1,200.00	Q 1,200.00
<b>sub total</b>				<b>Q 2,000.00</b>
<b>Costos Indirectos</b>				<b>Q 1,845.00</b>
<b>TOTAL DEL RENGLÓN</b>				<b>Q 8,000.00</b>

Descripción Actividad	Cantidad	Unidad	Precio U	Total
3.4 Pozo de Visita H = 1.90 m, Ø = 1.25 m	2.00	Unidad	Q4,195.00	Q8,390.00

MATERIALES Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Cemento	26.00	Saco	Q 80.00	Q 2,080.00
Arena	2.00	m³	Q 200.00	Q 400.00
Piedrín	1.00	m³	Q 250.00	Q 250.00
Formaleta	0.30	docena	Q 390.00	Q 117.00
Hierro No.3	32.00	varilla	Q 30.00	Q 960.00
Hierro No.4	8.00	varilla	Q 53.00	Q 424.00
Hierro No.6	1.00	varilla	Q 120.00	Q 120.00
Alambre de amarre	5.00	Libra	Q 8.00	Q 40.00
<b>sub total</b>				<b>Q 4,391.00</b>

**APÉNDICE C: PRESUPUESTO INTEGRADO, DESGLOSADO Y CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN**  
**ALCANTARILLADO SANITARIO DEL CANTÓN LOS PUENTES DE LA ALDEA SAN ANTONIO SERCHIL, SAN MARCOS, SAN MARCOS.**

MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Armado y enconfrado	1.00	Unidad	Q 850.00	Q 850.00
Fundición	1.00	Unidad	Q 1,220.00	Q 1,220.00
<b>sub total</b>				<b>Q 2,070.00</b>
<b>Costos Indirectos</b>				<b>Q 1,929.00</b>
<b>TOTAL DEL RENGLÓN</b>				<b>Q 8,390.00</b>

Descripción Actividad	Cantidad	Unidad	Precio U	Total
3.5 Pozo de Visita H = 2.00 m, Ø = 1.25 m	1.00	Unidad	Q4,700.00	Q4,700.00

MATERIALES Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Cemento	13.00	Saco	Q 80.00	Q 1,040.00
Arena	1.00	m³	Q 200.00	Q 200.00
Piedrín	1.00	m³	Q 250.00	Q 250.00
Formaleta	0.10	docena	Q 390.00	Q 39.00
Hierro No.3	17.00	varilla	Q 30.00	Q 510.00
Hierro No.4	4.00	varilla	Q 53.00	Q 212.00
Hierro No.6	1.00	varilla	Q 120.00	Q 120.00
Alambre de amarre	4.00	Libra	Q 8.00	Q 32.00
<b>sub total</b>				<b>Q 2,403.00</b>
MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Armado y enconfrado	1.00	Unidad	Q 420.00	Q 420.00
Fundición	1.00	Unidad	Q 800.00	Q 800.00
<b>sub total</b>				<b>Q 1,220.00</b>
<b>Costos Indirectos</b>				<b>Q 1,077.00</b>
<b>TOTAL DEL RENGLÓN</b>				<b>Q 4,700.00</b>

Descripción Actividad	Cantidad	Unidad	Precio U	Total
3.6 Pozo de Visita H = 2.15 m, Ø = 1.25 m	1.00	Unidad	Q4,980.00	Q4,980.00

MATERIALES Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Cemento	14.00	Saco	Q 80.00	Q 1,120.00
Arena	1.00	m³	Q 200.00	Q 200.00
Piedrín	1.00	m³	Q 250.00	Q 250.00
Formaleta	0.20	docena	Q 390.00	Q 78.00
Hierro No.3	18.00	varilla	Q 30.00	Q 540.00
Hierro No.4	4.00	varilla	Q 53.00	Q 212.00
Hierro No.6	1.00	varilla	Q 120.00	Q 120.00
Alambre de amarre	5.00	Libra	Q 8.00	Q 40.00
<b>sub total</b>				<b>Q 2,560.00</b>
MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Armado y enconfrado	1.00	Unidad	Q 400.00	Q 400.00
Fundición	1.00	Unidad	Q 870.00	Q 870.00
<b>sub total</b>				<b>Q 1,270.00</b>
<b>Costos Indirectos</b>				<b>Q 1,150.00</b>
<b>TOTAL DEL RENGLÓN</b>				<b>Q 4,980.00</b>

Descripción Actividad	Cantidad	Unidad	Precio U	Total
3.7 Pozo de Visita H = 2.25 m, Ø = 1.25 m	1.00	Unidad	Q5,030.00	Q5,030.00

MATERIALES Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Cemento	14.00	Saco	Q 80.00	Q 1,120.00
Arena	1.00	m³	Q 200.00	Q 200.00
Piedrín	1.00	m³	Q 250.00	Q 250.00
Formaleta	0.20	docena	Q 390.00	Q 78.00
Hierro No.3	19.00	varilla	Q 30.00	Q 570.00
Hierro No.4	4.00	varilla	Q 53.00	Q 212.00
Hierro No.6	1.00	varilla	Q 120.00	Q 120.00
Alambre de amarre	5.00	Libra	Q 8.00	Q 40.00
<b>sub total</b>				<b>Q 2,590.00</b>

**APÉNDICE C: PRESUPUESTO INTEGRADO, DESGLOSADO Y CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN**  
**ALCANTARILLADO SANITARIO DEL CANTÓN LOS PUENTES DE LA ALDEA SAN ANTONIO SERCHIL, SAN MARCOS, SAN MARCOS.**

MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Armado y enconfrado	1.00	Unidad	Q 400.00	Q 400.00
Fundición	1.00	Unidad	Q 900.00	Q 900.00
<b>sub total</b>				<b>Q 1,300.00</b>
<b>Costos Indirectos</b>				<b>Q 1,140.00</b>
<b>TOTAL DEL RENGLÓN</b>				<b>Q 5,030.00</b>

Descripción Actividad	Cantidad	Unidad	Precio U	Total
<b>3.8</b> Pozo de Visita H = 2.40 m, Ø = 1.25 m	1.00	Unidad	Q5,285.00	Q5,285.00

MATERIALES Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Cemento	15.00	Saco	Q 80.00	Q 1,200.00
Arena	1.00	m³	Q 200.00	Q 200.00
Piedrín	1.00	m³	Q 250.00	Q 250.00
Formaleta	0.30	docena	Q 390.00	Q 117.00
Hierro No.3	19.00	varilla	Q 30.00	Q 570.00
Hierro No.4	4.00	varilla	Q 53.00	Q 212.00
Hierro No.6	1.00	varilla	Q 120.00	Q 120.00
Alambre de amarre	6.00	Libra	Q 8.00	Q 48.00
<b>sub total</b>				<b>Q 2,717.00</b>
MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Armado y enconfrado	1.00	Unidad	Q 420.00	Q 420.00
Fundición	1.00	Unidad	Q 930.00	Q 930.00
<b>sub total</b>				<b>Q 1,350.00</b>
<b>Costos Indirectos</b>				<b>Q 1,218.00</b>
<b>TOTAL DEL RENGLÓN</b>				<b>Q 5,285.00</b>

Descripción Actividad	Cantidad	Unidad	Precio U	Total
<b>3.9</b> Pozo de Visita H = 2.45 m, Ø = 1.25 m	1.00	Unidad	Q5,300.00	Q5,300.00

MATERIALES Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Cemento	15.00	Saco	Q 80.00	Q 1,200.00
Arena	1.00	m³	Q 200.00	Q 200.00
Piedrín	1.00	m³	Q 250.00	Q 250.00
Formaleta	0.30	docena	Q 390.00	Q 117.00
Hierro No.3	19.00	varilla	Q 30.00	Q 570.00
Hierro No.4	4.00	varilla	Q 53.00	Q 212.00
Hierro No.6	1.00	varilla	Q 120.00	Q 120.00
Alambre de amarre	6.00	Libra	Q 8.00	Q 48.00
<b>sub total</b>				<b>Q 2,717.00</b>
MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Armado y enconfrado	1.00	Unidad	Q 430.00	Q 430.00
Fundición	1.00	Unidad	Q 930.00	Q 930.00
<b>sub total</b>				<b>Q 1,360.00</b>
<b>Costos Indirectos</b>				<b>Q 1,223.00</b>
<b>TOTAL DEL RENGLÓN</b>				<b>Q 5,300.00</b>

Descripción Actividad	Cantidad	Unidad	Precio U	Total
<b>3.10</b> Pozo de Visita H = 2.50 m, Ø = 1.25 m	1.00	Unidad	Q5,340.00	Q5,340.00

MATERIALES Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Cemento	15.00	Saco	Q 80.00	Q 1,200.00
Arena	1.00	m³	Q 200.00	Q 200.00
Piedrín	1.00	m³	Q 250.00	Q 250.00
Formaleta	0.30	docena	Q 390.00	Q 117.00
Hierro No.3	19.00	varilla	Q 30.00	Q 570.00
Hierro No.4	4.00	varilla	Q 53.00	Q 212.00
Hierro No.6	1.00	varilla	Q 120.00	Q 120.00
Alambre de amarre	6.00	Libra	Q 8.00	Q 48.00
<b>sub total</b>				<b>Q 2,717.00</b>

**APÉNDICE C: PRESUPUESTO INTEGRADO, DESGLOSADO Y CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN**  
**ALCANTARILLADO SANITARIO DEL CANTÓN LOS PUENTES DE LA ALDEA SAN ANTONIO SERCHIL, SAN MARCOS, SAN MARCOS.**

MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Armado y enconfrado	1.00	Unidad	Q 530.00	Q 530.00
Fundición	1.00	Unidad	Q 860.00	Q 860.00
<b>sub total</b>				<b>Q 1,390.00</b>
<b>Costos Indirectos</b>				<b>Q 1,233.00</b>
<b>TOTAL DEL RENGLÓN</b>				<b>Q 5,340.00</b>

Descripción Actividad	Cantidad	Unidad	Precio U	Total
3.11 Pozo de Visita H = 2.55 m, Ø = 1.25 m	1.00	Unidad	Q5,385.00	Q5,385.00

MATERIALES Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Cemento	15.00	Saco	Q 80.00	Q 1,200.00
Arena	1.00	m³	Q 200.00	Q 200.00
Piedrín	1.00	m³	Q 250.00	Q 250.00
Formaleta	0.30	docena	Q 390.00	Q 117.00
Hierro No.3	19.00	varilla	Q 30.00	Q 570.00
Hierro No.4	4.00	varilla	Q 53.00	Q 212.00
Hierro No.6	1.00	varilla	Q 120.00	Q 120.00
Alambre de amarre	6.00	Libra	Q 8.00	Q 48.00
<b>sub total</b>				<b>Q 2,717.00</b>
MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Armado y enconfrado	1.00	Unidad	Q 550.00	Q 550.00
Fundición	1.00	Unidad	Q 880.00	Q 880.00
<b>sub total</b>				<b>Q 1,430.00</b>
<b>Costos Indirectos</b>				<b>Q 1,238.00</b>
<b>TOTAL DEL RENGLÓN</b>				<b>Q 5,385.00</b>

Descripción Actividad	Cantidad	Unidad	Precio U	Total
3.12 Pozo de Visita H = 2.60 m, Ø = 1.25 m	2.00	Unidad	Q5,435.00	Q10,870.00

MATERIALES Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Cemento	31.00	Saco	Q 80.00	Q 2,480.00
Arena	3.00	m³	Q 200.00	Q 600.00
Piedrín	2.00	m³	Q 250.00	Q 500.00
Formaleta	0.50	docena	Q 390.00	Q 195.00
Hierro No.3	40.00	varilla	Q 30.00	Q 1,200.00
Hierro No.4	8.00	varilla	Q 53.00	Q 424.00
Hierro No.6	2.00	varilla	Q 120.00	Q 240.00
Alambre de amarre	10.00	Libra	Q 8.00	Q 80.00
<b>sub total</b>				<b>Q 5,719.00</b>
MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Armado y enconfrado	1.00	Unidad	Q 970.00	Q 970.00
Fundición	1.00	Unidad	Q 1,680.00	Q 1,680.00
<b>sub total</b>				<b>Q 2,650.00</b>
<b>Costos Indirectos</b>				<b>Q 2,501.00</b>
<b>TOTAL DEL RENGLÓN</b>				<b>Q 10,870.00</b>

Descripción Actividad	Cantidad	Unidad	Precio U	Total
3.13 Pozo de Visita H = 2.65 m, Ø = 1.25 m	1.00	Unidad	Q5,660.00	Q5,660.00

MATERIALES Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Cemento	16.00	Saco	Q 80.00	Q 1,280.00
Arena	2.00	m³	Q 200.00	Q 400.00
Piedrín	1.00	m³	Q 250.00	Q 250.00
Formaleta	0.30	docena	Q 390.00	Q 117.00
Hierro No.3	20.00	varilla	Q 30.00	Q 600.00
Hierro No.4	4.00	varilla	Q 53.00	Q 212.00
Hierro No.6	1.00	varilla	Q 120.00	Q 120.00
Alambre de amarre	6.00	Libra	Q 8.00	Q 48.00
<b>sub total</b>				<b>Q 3,027.00</b>

**APÉNDICE C: PRESUPUESTO INTEGRADO, DESGLOSADO Y CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN**  
**ALCANTARILLADO SANITARIO DEL CANTÓN LOS PUENTES DE LA ALDEA SAN ANTONIO SERCHIL, SAN MARCOS, SAN MARCOS.**

MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Armado y enconfrado	1.00	Unidad	Q 480.00	Q 480.00
Fundición	1.00	Unidad	Q 850.00	Q 850.00
<b>sub total</b>				<b>Q 1,330.00</b>
<b>Costos Indirectos</b>				<b>Q 1,303.00</b>
<b>TOTAL DEL RENGLÓN</b>				<b>Q 5,660.00</b>

Descripción Actividad	Cantidad	Unidad	Precio U	Total
3.14 Pozo de Visita H = 2.75 m, Ø = 1.25 m	1.00	Unidad	Q5,720.00	Q5,720.00

MATERIALES Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Cemento	16.00	Saco	Q 80.00	Q 1,280.00
Arena	2.00	m³	Q 200.00	Q 400.00
Piedrín	1.00	m³	Q 250.00	Q 250.00
Formaleta	0.30	docena	Q 390.00	Q 117.00
Hierro No.3	21.00	varilla	Q 30.00	Q 630.00
Hierro No.4	4.00	varilla	Q 53.00	Q 212.00
Hierro No.6	1.00	varilla	Q 120.00	Q 120.00
Alambre de amarre	6.00	Libra	Q 8.00	Q 48.00
<b>sub total</b>				<b>Q 3,057.00</b>
MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Armado y enconfrado	1.00	Unidad	Q 500.00	Q 500.00
Fundición	1.00	Unidad	Q 980.00	Q 980.00
<b>sub total</b>				<b>Q 1,480.00</b>
<b>Costos Indirectos</b>				<b>Q 1,183.00</b>
<b>TOTAL DEL RENGLÓN</b>				<b>Q 5,720.00</b>

Descripción Actividad	Cantidad	Unidad	Precio U	Total
3.15 Pozo de Visita H = 2.85 m, Ø = 1.25 m	1.00	Unidad	Q6,115.00	Q6,115.00

MATERIALES Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Cemento	17.00	Saco	Q 80.00	Q 1,360.00
Arena	2.00	m³	Q 200.00	Q 400.00
Piedrín	1.00	m³	Q 250.00	Q 250.00
Formaleta	0.40	docena	Q 390.00	Q 156.00
Hierro No.3	22.00	varilla	Q 30.00	Q 660.00
Hierro No.4	4.00	varilla	Q 53.00	Q 212.00
Hierro No.6	1.00	varilla	Q 120.00	Q 120.00
Alambre de amarre	7.00	Libra	Q 8.00	Q 56.00
<b>sub total</b>				<b>Q 3,214.00</b>
MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Armado y enconfrado	1.00	Unidad	Q 530.00	Q 530.00
Fundición	1.00	Unidad	Q 990.00	Q 990.00
<b>sub total</b>				<b>Q 1,520.00</b>
<b>Costos Indirectos</b>				<b>Q 1,381.00</b>
<b>TOTAL DEL RENGLÓN</b>				<b>Q 6,115.00</b>

Descripción Actividad	Cantidad	Unidad	Precio U	Total
3.16 Pozo de Visita H = 3.00 m, Ø = 1.25 m	1.00	Unidad	Q6,180.00	Q6,180.00

MATERIALES Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Cemento	17.00	Saco	Q 80.00	Q 1,360.00
Arena	2.00	m³	Q 200.00	Q 400.00
Piedrín	1.00	m³	Q 250.00	Q 250.00
Formaleta	0.40	docena	Q 390.00	Q 156.00
Hierro No.3	23.00	varilla	Q 30.00	Q 690.00
Hierro No.4	4.00	varilla	Q 53.00	Q 212.00
Hierro No.6	1.00	varilla	Q 120.00	Q 120.00
Alambre de amarre	7.00	Libra	Q 8.00	Q 56.00
<b>sub total</b>				<b>Q 3,244.00</b>

**APÉNDICE C: PRESUPUESTO INTEGRADO, DESGLOSADO Y CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN**  
**ALCANTARILLADO SANITARIO DEL CANTÓN LOS PUENTES DE LA ALDEA SAN ANTONIO SERCHIL, SAN MARCOS, SAN MARCOS.**

MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Armado y enconfrado	1.00	Unidad	Q 540.00	Q 540.00
Fundición	1.00	Unidad	Q 1,000.00	Q 1,000.00
<b>sub total</b>				<b>Q 1,540.00</b>
<b>Costos Indirectos</b>				<b>Q 1,396.00</b>
<b>TOTAL DEL RENGLÓN</b>				<b>Q 6,180.00</b>

Descripción Actividad	Cantidad	Unidad	Precio U	Total
3.17 Pozo de Visita H = 3.20 m, Ø = 1.25 m	2.00	Unidad	Q6,235.00	Q12,470.00

MATERIALES Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Cemento	35.00	Saco	Q 80.00	Q 2,800.00
Arena	3.00	m³	Q 200.00	Q 600.00
Piedrín	2.00	m³	Q 250.00	Q 500.00
Formaleta	0.70	docena	Q 390.00	Q 273.00
Hierro No.3	47.00	varilla	Q 30.00	Q 1,410.00
Hierro No.4	8.00	varilla	Q 53.00	Q 424.00
Hierro No.6	2.00	varilla	Q 120.00	Q 240.00
Alambre de amarre	7.00	Libra	Q 8.00	Q 56.00
<b>sub total</b>				<b>Q 6,303.00</b>
MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Armado y enconfrado	1.00	Unidad	Q 1,200.00	Q 1,200.00
Fundición	1.00	Unidad	Q 2,100.00	Q 2,100.00
<b>sub total</b>				<b>Q 3,300.00</b>
<b>Costos Indirectos</b>				<b>Q 2,867.00</b>
<b>TOTAL DEL RENGLÓN</b>				<b>Q 12,470.00</b>

Descripción Actividad	Cantidad	Unidad	Precio U	Total
3.18 Pozo de Visita H = 3.40 m, Ø = 1.25 m	1.00	Unidad	Q6,655.00	Q6,655.00

MATERIALES Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Cemento	18.00	Saco	Q 80.00	Q 1,440.00
Arena	2.00	m³	Q 200.00	Q 400.00
Piedrín	1.00	m³	Q 250.00	Q 250.00
Formaleta	0.70	docena	Q 390.00	Q 273.00
Hierro No.3	25.00	varilla	Q 30.00	Q 750.00
Hierro No.4	4.00	varilla	Q 53.00	Q 212.00
Hierro No.6	1.00	varilla	Q 120.00	Q 120.00
Alambre de amarre	8.00	Libra	Q 8.00	Q 64.00
<b>sub total</b>				<b>Q 3,509.00</b>
MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Armado y enconfrado	1.00	Unidad	Q 570.00	Q 570.00
Fundición	1.00	Unidad	Q 1,060.00	Q 1,060.00
<b>sub total</b>				<b>Q 1,630.00</b>
<b>Costos Indirectos</b>				<b>Q 1,516.00</b>
<b>TOTAL DEL RENGLÓN</b>				<b>Q 6,655.00</b>

Descripción Actividad	Cantidad	Unidad	Precio U	Total
3.19 Pozo de Visita H = 3.50 m, Ø = 1.25 m	2.00	Unidad	Q6,818.00	Q13,636.00

MATERIALES Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Cemento	38.00	Saco	Q 80.00	Q 3,040.00
Arena	3.00	m³	Q 200.00	Q 600.00
Piedrín	2.00	m³	Q 250.00	Q 500.00
Formaleta	1.00	docena	Q 390.00	Q 390.00
Hierro No.3	50.00	varilla	Q 30.00	Q 1,500.00
Hierro No.4	8.00	varilla	Q 53.00	Q 424.00
Hierro No.6	2.00	varilla	Q 120.00	Q 240.00
Alambre de amarre	14.00	Libra	Q 8.00	Q 112.00
<b>sub total</b>				<b>Q 6,806.00</b>

**APÉNDICE C: PRESUPUESTO INTEGRADO, DESGLOSADO Y CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN**  
**ALCANTARILLADO SANITARIO DEL CANTÓN LOS PUENTES DE LA ALDEA SAN ANTONIO SERCHIL, SAN MARCOS, SAN MARCOS.**

MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Armado y enconfrado	1.00	Unidad	Q 1,350.00	Q 1,350.00
Fundición	1.00	Unidad	Q 2,360.00	Q 2,360.00
<b>sub total</b>				<b>Q 3,710.00</b>
<b>Costos Indirectos</b>				<b>Q 3,120.00</b>
<b>TOTAL DEL RENGLÓN</b>				<b>Q 13,636.00</b>

Descripción Actividad	Cantidad	Unidad	Precio U	Total
3.20 Pozo de Visita H = 3.70 m, Ø = 1.25 m	2.00	Unidad	Q7,000.00	Q14,000.00

MATERIALES Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Cemento	39.00	Saco	Q 80.00	Q 3,120.00
Arena	3.00	m³	Q 200.00	Q 600.00
Piedrín	2.00	m³	Q 250.00	Q 500.00
Formaleta	1.00	docena	Q 390.00	Q 390.00
Hierro No.3	53.00	varilla	Q 30.00	Q 1,590.00
Hierro No.4	8.00	varilla	Q 53.00	Q 424.00
Hierro No.6	2.00	varilla	Q 120.00	Q 240.00
Alambre de amarre	16.00	Libra	Q 8.00	Q 128.00
<b>sub total</b>				<b>Q 6,992.00</b>
MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Armado y enconfrado	1.00	Unidad	Q 1,380.00	Q 1,380.00
Fundición	1.00	Unidad	Q 2,410.00	Q 2,410.00
<b>sub total</b>				<b>Q 3,790.00</b>
<b>Costos Indirectos</b>				<b>Q 3,218.00</b>
<b>TOTAL DEL RENGLÓN</b>				<b>Q 14,000.00</b>

Descripción Actividad	Cantidad	Unidad	Precio U	Total
3.21 Pozo de Visita H = 3.75 m, Ø = 1.25 m	1.00	Unidad	Q7,100.00	Q7,100.00

MATERIALES Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Cemento	20.00	Saco	Q 80.00	Q 1,600.00
Arena	2.00	m³	Q 200.00	Q 400.00
Piedrín	1.00	m³	Q 250.00	Q 250.00
Formaleta	0.70	docena	Q 390.00	Q 273.00
Hierro No.3	27.00	varilla	Q 30.00	Q 810.00
Hierro No.4	4.00	varilla	Q 53.00	Q 212.00
Hierro No.6	1.00	varilla	Q 120.00	Q 120.00
Alambre de amarre	8.00	Libra	Q 8.00	Q 64.00
<b>sub total</b>				<b>Q 3,729.00</b>
MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Armado y enconfrado	1.00	Unidad	Q 600.00	Q 600.00
Fundición	1.00	Unidad	Q 1,080.00	Q 1,080.00
<b>sub total</b>				<b>Q 1,680.00</b>
<b>Costos Indirectos</b>				<b>Q 1,691.00</b>
<b>TOTAL DEL RENGLÓN</b>				<b>Q 7,100.00</b>

Descripción Actividad	Cantidad	Unidad	Precio U	Total
3.22 Pozo de Visita H = 3.90 m, Ø = 1.25 m	1.00	Unidad	Q7,524.00	Q7,524.00

MATERIALES Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Cemento	21.00	Saco	Q 80.00	Q 1,680.00
Arena	2.00	m³	Q 200.00	Q 400.00
Piedrín	1.00	m³	Q 250.00	Q 250.00
Formaleta	1.00	docena	Q 390.00	Q 390.00
Hierro No.3	28.00	varilla	Q 30.00	Q 840.00
Hierro No.4	4.00	varilla	Q 53.00	Q 212.00
Hierro No.6	1.00	varilla	Q 120.00	Q 120.00
Alambre de amarre	10.00	Libra	Q 8.00	Q 80.00
<b>sub total</b>				<b>Q 3,972.00</b>

**APÉNDICE C: PRESUPUESTO INTEGRADO, DESGLOSADO Y CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN**  
**ALCANTARILLADO SANITARIO DEL CANTÓN LOS PUENTES DE LA ALDEA SAN ANTONIO SERCHIL, SAN MARCOS, SAN MARCOS.**

MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Armado y encofrado	1.00	Unidad	Q 700.00	Q 700.00
Fundición	1.00	Unidad	Q 1,100.00	Q 1,100.00
<b>sub total</b>				<b>Q 1,800.00</b>
<b>Costos Indirectos</b>				<b>Q 1,752.00</b>
<b>TOTAL DEL RENGLÓN</b>				<b>Q 7,524.00</b>

Descripción Actividad	Cantidad	Unidad	Precio U	Total
3.23 Pozo de Visita H = 4.10 m, Ø = 1.25 m	1.00	Unidad	Q7,810.00	Q7,810.00

MATERIALES Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Cemento	21.00	Saco	Q 80.00	Q 1,680.00
Arena	2.00	m³	Q 200.00	Q 400.00
Piedrín	1.00	m³	Q 250.00	Q 250.00
Formaleta	1.00	docena	Q 390.00	Q 390.00
Hierro No.3	29.00	varilla	Q 30.00	Q 870.00
Hierro No.4	4.00	varilla	Q 53.00	Q 212.00
Hierro No.6	1.00	varilla	Q 120.00	Q 120.00
Alambre de amarre	12.00	Libra	Q 8.00	Q 96.00
<b>sub total</b>				<b>Q 4,018.00</b>
MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Armado y encofrado	1.00	Unidad	Q 750.00	Q 750.00
Fundición	1.00	Unidad	Q 1,240.00	Q 1,240.00
<b>sub total</b>				<b>Q 1,990.00</b>
<b>Costos Indirectos</b>				<b>Q 1,802.00</b>
<b>TOTAL DEL RENGLÓN</b>				<b>Q 7,810.00</b>

#### 4. ENCAMISADO

Descripción Actividad	Cantidad	Unidad	Precio U	Total
4.1 Encamisado de tubería tipo 1	1.00	Global	Q8,709.00	Q8,709.00

MATERIALES Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Cemento	23.00	Saco	Q 80.00	Q 1,840.00
Arena	2.00	m³	Q 200.00	Q 400.00
Piedrín	1.00	m³	Q 250.00	Q 250.00
Hierro No. 2	1.00	varilla	Q 15.00	Q 15.00
Hierro No. 3	24.00	varilla	Q 30.00	Q 720.00
Hierro No. 4	6.00	varilla	Q 53.00	Q 318.00
Hierro No. 5	9.00	varilla	Q 84.00	Q 756.00
<b>sub total</b>				<b>Q 4,299.00</b>
MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Armado y encofrado	1.00	global	Q 1,000.00	Q 1,000.00
Fundición	1.00	global	Q 1,400.00	Q 1,400.00
<b>sub total</b>				<b>Q 2,400.00</b>
<b>Costos Indirectos</b>				<b>Q 2,010.00</b>
<b>TOTAL DEL RENGLÓN</b>				<b>Q 8,709.00</b>

Descripción Actividad	Cantidad	Unidad	Precio U	Total
4.2 Encamisado de tubería tipo 2	1.00	Global	Q530.00	Q19,058.00

MATERIALES Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Cemento	134.00	Saco	Q 80.00	Q 10,720.00
Arena	5.00	m³	Q 200.00	Q 1,000.00
Piedrín	3.00	m³	Q 250.00	Q 750.00
Piedra bola	9.00	m³	Q 160.00	Q 1,440.00
<b>sub total</b>				<b>Q 13,910.00</b>

**APÉNDICE C: PRESUPUESTO INTEGRADO, DESGLOSADO Y CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN**  
**ALCANTARILLADO SANITARIO DEL CANTÓN LOS PUENTES DE LA ALDEA SAN ANTONIO SERCHIL, SAN MARCOS, SAN MARCOS.**

MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Fundición	1.00	global	Q 750.00	Q 750.00
<b>sub total</b>				<b>Q 750.00</b>
<b>Costos Indirectos</b>				<b>Q 4,398.00</b>
<b>TOTAL DEL RENGLÓN</b>				<b>Q 19,058.00</b>

**5. COLECTOR PRINCIPAL**

Descripción Actividad	Cantidad	Unidad	Precio U	Total
5.1 Colector principal Tub. Ø=6"	3395.00	ml	Q205.00	Q695,975.00

MATERIALES Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Cemento	48.00	saco	Q 80.00	Q 3,840.00
Arena	4.00	m <sup>3</sup>	Q 200.00	Q 800.00
Piedrín	5.00	m <sup>3</sup>	Q 250.00	Q 1,250.00
Tubo PVC, Ø = 6", ASTM F494	566.00	unidad	Q 495.00	Q 280,170.00
Empaque, Ø = 6"	567.00	unidad	Q 12.00	Q 6,804.00
Pintura anticorrosiva	1.00	galon	Q 180.00	Q 180.00
Adhesivo	6.00	unidad	Q 130.00	Q 780.00
<b>sub total</b>				<b>Q 293,824.00</b>
MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Colocación de Colector Principal	3395.00	ml	Q 69.20	Q 234,934.00
<b>sub total</b>				<b>Q 234,934.00</b>
<b>Costos Indirectos</b>				<b>Q 167,217.00</b>
<b>TOTAL DEL RENGLÓN</b>				<b>Q 695,975.00</b>

Descripción Actividad	Cantidad	Unidad	Precio U	Total
5.2 Colector principal (Tub. Ø=8")	445.00	ml	Q275.00	Q122,375.00

MATERIALES Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Tubo PVC, Ø = 8", ASTM F494	75.00	unidad	Q 836.00	Q 62,700.00
Empaque, Ø = 8"	76.00	unidad	Q 16.00	Q 1,216.00
Adhesivo	1.00	unidad	Q 130.00	Q 130.00
<b>sub total</b>				<b>Q 64,046.00</b>
MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Colocación de Colector Principal	445.00	ml	Q 67.40	Q 29,993.00
<b>sub total</b>				<b>Q 29,993.00</b>
<b>Costos Indirectos</b>				<b>Q 28,336.00</b>
<b>TOTAL DEL RENGLÓN</b>				<b>Q 122,375.00</b>

**6. CONEXIONES DOMICILIARES**

Descripción Actividad	Cantidad	Unidad	Precio U	Total
Conexión de Caja de Registro Tub. Ø=4	94.00	Unidad	1350	Q126,900.00

MATERIALES Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Tubo PVC, Ø = 4"	94.00	unidad	Q 235.00	Q 22,090.00
Empaque, Ø = 4"	95.00	unidad	Q 6.00	Q 570.00
Adhesivo	1.00	unidad	Q 130.00	Q 130.00
Silleta YEE SXG 6"X4"	88.00	unidad	Q 235.00	Q 20,680.00
Silleta YEE SXG 8"X4"	6.00	unidad	Q 485.00	Q 2,910.00
Tubo de Concreto 12"	94.00	unidad	Q 60.00	Q 5,640.00
Hierro No.2	33.00	varilla	Q 15.00	Q 495.00
Hierro No.3	171.00	varilla	Q 30.00	Q 5,130.00
Cemento	82.00	Saco	Q 80.00	Q 6,560.00
Arena	6.00	m <sup>3</sup>	Q 200.00	Q 1,200.00
Piedrín	7.00	m <sup>3</sup>	Q 250.00	Q 1,750.00
<b>sub total</b>				<b>Q 67,155.00</b>

**APÉNDICE C: PRESUPUESTO INTEGRADO, DESGLOSADO Y CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN**  
**ALCANTARILLADO SANITARIO DEL CANTÓN LOS PUENTES DE LA ALDEA SAN ANTONIO SERCHIL, SAN MARCOS, SAN MARCOS.**

MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Colocación Tubería de 4"	1.00	Unidad	Q 5,400.00	Q 5,400.00
Hechura de caja de Registro	1.00	Unidad	Q 25,000.00	Q 25,000.00
<b>sub total</b>				<b>Q 30,400.00</b>
<b>Costos Indirectos</b>				<b>Q 29,345.00</b>
<b>TOTAL DEL RENGLÓN</b>				<b>Q 126,900.00</b>

**7. REACOMODAMIENTO DE EMPEDRADO**

Descripción Actividad	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
Colocación de empedrado	2880.00	m <sup>2</sup>	Q65.00	Q187,200.00

MATERIALES Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNIT.	TOTAL
Piedra bola	20.00	m <sup>3</sup>	Q 240.00	Q 4,800.00
Selecto (base + sello)	460.00	m <sup>3</sup>	Q 90.00	Q 41,400.00
<b>sub total</b>				<b>Q 46,200.00</b>
MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNIT.	TOTAL
Colocación de base + compactación	2,880.00	m <sup>2</sup>	Q 13.20	Q 38,016.00
Colocación de empedrado + sello	2,880.00	m <sup>2</sup>	Q 19.10	Q 55,008.00
<b>sub total</b>				<b>Q 93,024.00</b>
<b>Costos Indirectos</b>				<b>Q 47,976.00</b>
<b>TOTAL DEL RENGLÓN</b>				<b>Q 187,200.00</b>

**8. TRAMPA DE GRASAS UNIFAMILIAR**

Descripción Actividad	Cantidad	Unidad	Precio U	Total
Trampa de grasas unifamiliar 1.10 X 1.10 m	34.00	Unidad	3830	Q130,220.00

MATERIALES Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Cemento	103.00	Saco	Q 80.00	Q 8,240.00
Arena	8.00	m <sup>3</sup>	Q 200.00	Q 1,600.00
Piedrín	7.00	m <sup>3</sup>	Q 250.00	Q 1,750.00
Hierro No. 2	50.00	varilla	Q 15.00	Q 750.00
Hierro No. 4	110.00	varilla	Q 53.00	Q 5,830.00
Ladrillo tayuyo (0.065x0.11x0.23)	7,152.00	Unidad	Q 4.00	Q 28,608.00
Tubo PVC, Ø = 4"	34.00	Unidad	Q 235.00	Q 7,990.00
TEE PVC, Ø = 4" GXGXG	68.00	Unidad	Q 300.00	Q 20,400.00
<b>sub total</b>				<b>Q 75,168.00</b>
MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Hechura de trampa de grasas	34.00	Unidad	Q 735.30	Q 25,000.20
<b>sub total</b>				<b>Q 25,000.20</b>
<b>Costos Indirectos</b>				<b>Q 30,051.80</b>
<b>TOTAL DEL RENGLÓN</b>				<b>Q 130,220.00</b>

**9. FOSA SÉPTICA UNIFAMILIAR**

Descripción Actividad	Cantidad	Unidad	Precio U	Total
Fosa séptica unifamiliar 1.22 X 2.22 m	7.00	Unidad	Q 12,512.00	Q87,584.00

MATERIALES Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Cemento	40.00	Saco	Q 80.00	Q 3,200.00
Arena	3.00	m <sup>3</sup>	Q 200.00	Q 600.00
Piedrín	3.00	m <sup>3</sup>	Q 250.00	Q 750.00
Hierro No. 2	16.00	varilla	Q 15.00	Q 240.00
Hierro No. 3	101.00	varilla	Q 30.00	Q 3,030.00
Ladrillo tayuyo (0.065x0.11x0.23)	411.00	Unidad	Q 4.00	Q 1,644.00
Tubo PVC, Ø = 4"	1.00	Unidad	Q 235.00	Q 235.00
TEE PVC, Ø = 4" GXGXG	14.00	Unidad	Q 300.00	Q 4,200.00
<b>sub total</b>				<b>Q 13,899.00</b>

**APÉNDICE C: PRESUPUESTO INTEGRADO, DESGLOSADO Y CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN**  
**ALCANTARILLADO SANITARIO DEL CANTÓN LOS PUENTES DE LA ALDEA SAN ANTONIO SERCHIL, SAN MARCOS, SAN MARCOS.**

<b>MANO DE OBRA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>PRECIO U.</b>	<b>TOTAL</b>
Hechura de fosa séptica	7.00	Unidad	Q 1,142.85	Q 7,999.95
<b>sub total</b>				<b>Q 7,999.95</b>
<b>Costos Indirectos</b>				<b>Q 65,685.05</b>
<b>TOTAL DEL RENGLÓN</b>				<b>Q 87,584.00</b>

**10. POZO DE ABSORCIÓN UNIFAMILIAR**

Descripción Actividad	Cantidad	Unidad	Precio U	Total
Pozo de absorción Ø=1.50 m, h=6.10 m	7.00	Unidad	Q 6,460.00	Q45,220.00

<b>MATERIALES Y HERRAMIENTA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>PRECIO U.</b>	<b>TOTAL</b>
Cemento	20.00	Saco	Q 80.00	Q 1,600.00
Arena	27.00	m <sup>3</sup>	Q 200.00	Q 5,400.00
Piedrín	27.00	m <sup>3</sup>	Q 250.00	Q 6,750.00
Hierro No. 3	62.00	varilla	Q 30.00	Q 1,860.00
Hierro No. 4	1.00	varilla	Q 53.00	Q 53.00
Ladrillo tayuyo (0.065x0.11x0.23)	1,820.00	Unidad	Q 4.00	Q 7,280.00
Tubo PVC, Ø = 4"	1.00	Unidad	Q 235.00	Q 235.00
<b>sub total</b>				<b>Q 23,178.00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>PRECIO U.</b>	<b>TOTAL</b>
Excavación y hechura	7.00	Unidad	Q 1,657.15	Q 11,600.05
<b>sub total</b>				<b>Q 11,600.05</b>
<b>Costos Indirectos</b>				<b>Q 10,441.95</b>
<b>TOTAL DEL RENGLÓN</b>				<b>Q 45,220.00</b>

**APÉNDICE C: PRESUPUESTO INTEGRADO, DESGLOSADO Y CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN**  
**ALCANTARILLADO SANITARIO DEL CANTÓN LOS PUENTES DE LA ALDEA SAN ANTONIO SERCHIL, SAN MARCOS, SAN MARCOS.**

<b>PROYECTO:</b>	ALCANTARILLADO SANITARIO
<b>UBICACIÓN:</b>	CANTÓN LOS PUENTES, ALDEA SAN ANTONIO SERCHIL
<b>MUNICIPIO:</b>	SAN MARCOS
<b>DEPARTAMENTO:</b>	SAN MARCOS

**CRONOGRAMA**

No.	Descripción del renglón de Trabajo	MES												Total	%	
		MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11				
1	TRABAJOS PRELIMINARES														Q 25,454.00	0.010
2	EXCAVACIÓN Y RELLENO														Q 721,440.00	0.274
3	POZOS DE VISITA														Q 3,819.00	0.001
3.1	Pozo de Visita H = 1.10 m, $\phi$ = 1.25 m														Q 323,700.00	0.123
3.2	Pozo de Visita H = 1.42 m, $\phi$ = 1.25 m														Q 8,000.00	0.003
3.3	Pozo de Visita H = 1.70 m, $\phi$ = 1.25 m														Q 8,390.00	0.003
3.4	Pozo de Visita H = 1.90 m, $\phi$ = 1.25 m														Q 4,700.00	0.002
3.5	Pozo de Visita H = 2.00 m, $\phi$ = 1.25 m														Q 4,980.00	0.002
3.6	Pozo de Visita H = 2.15 m, $\phi$ = 1.25 m														Q 5,030.00	0.002
3.7	Pozo de Visita H = 2.25 m, $\phi$ = 1.25 m														Q 5,285.00	0.002
3.8	Pozo de Visita H = 2.40 m, $\phi$ = 1.25 m														Q 5,300.00	0.002
3.9	Pozo de Visita H = 2.45 m, $\phi$ = 1.25 m														Q 5,340.00	0.002
3.10	Pozo de Visita H = 2.50 m, $\phi$ = 1.25 m														Q 5,385.00	0.002
3.11	Pozo de Visita H = 2.55 m, $\phi$ = 1.25 m														Q 10,870.00	0.004
3.12	Pozo de Visita H = 2.60 m, $\phi$ = 1.25 m														Q 5,660.00	0.002
3.13	Pozo de Visita H = 2.65 m, $\phi$ = 1.25 m														Q 5,720.00	0.002
3.14	Pozo de Visita H = 2.75 m, $\phi$ = 1.25 m														Q 6,115.00	0.002
3.15	Pozo de Visita H = 2.85 m, $\phi$ = 1.25 m														Q 6,180.00	0.002
3.16	Pozo de Visita H = 3.00 m, $\phi$ = 1.25 m														Q 12,470.00	0.005
3.17	Pozo de Visita H = 3.20 m, $\phi$ = 1.25 m														Q 6,655.00	0.003
3.18	Pozo de Visita H = 3.40 m, $\phi$ = 1.25 m														Q 13,636.00	0.005
3.19	Pozo de Visita H = 3.50 m, $\phi$ = 1.25 m														Q 14,000.00	0.005
3.20	Pozo de Visita H = 3.70 m, $\phi$ = 1.25 m														Q 7,100.00	0.003
3.21	Pozo de Visita H = 3.75 m, $\phi$ = 1.25 m														Q 7,524.00	0.003
3.22	Pozo de Visita H = 3.90 m, $\phi$ = 1.25 m														Q 7,810.00	0.003
3.23	Pozo de Visita H = 4.10 m, $\phi$ = 1.25 m														Q 7,810.00	0.003
4	ENCAMISADO														Q 8,709.00	0.003
4.1	Encamisado de tubería tipo 1														Q 530.00	0.000
4.2	Encamisado de tubería tipo 2															
5	COLECTOR PRINCIPAL														Q 695,975.00	0.264
5.1	Colector principal Tub. $\phi$ =6"														Q 122,375.00	0.046
5.2	Colector principal (Tub. $\phi$ =8")														Q 126,900.00	0.048
6	CONEXIONES DOMICILIARES														Q 187,200.00	0.071
7	REACOMODAMIENTO EMPEDRADO														Q 130,220.00	0.049
8	TRAMPA DE GRASAS UNIFAMILIAR														Q 87,584.00	0.033
9	FOSA SÉPTICA UNIFAMILIAR														Q 45,220.00	0.017
10	POZO DE ABSORCIÓN UNIFAMILIAR														Q 2,635,276.00	100.00%
<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>																
	Inversión Mensual (Q)	Q 84,768.38	Q 315,322.96	Q 319,440.17	Q 334,909.17	Q 303,665.17	Q 328,020.17	Q 308,965.17	Q 250,607.30	Q 154,887.90	Q 128,410.98	Q 106,278.60				
	Inversión Acumulada (Q)	Q 84,768.38	Q 400,091.35	Q 719,531.52	Q 1,054,440.69	Q 1,358,105.86	Q 1,686,126.04	Q 1,995,091.21	Q 2,245,698.51	Q 2,400,586.41	Q 2,528,997.40	Q 2,635,276.00				
	Inversión Mensual (%)	3.22%	11.97%	12.12%	12.71%	11.52%	12.45%	11.72%	9.51%	5.88%	4.87%	4.03%				
	Inversión Acumulada (%)	3.22%	15.18%	27.30%	40.01%	51.54%	63.98%	75.71%	85.22%	91.09%	95.97%	100.00%				

El Presente Presupuesto Ascende a:

**Dos millones seiscientos treinta y cinco mil doscientos setenta y seis quetzales exactos.**

HACIA TEJUTLA

TERRENO PTAR

CANTÓN LOS PUENTES, ALDEA SAN ANTONIO  
SERCHIL SAN MARCOS, SAN MARCOS



TRAMO 5

LÍNEA CENTRAL

TRAMO 4

HACIA SAN MARCOS

TRAMO 1

TRAMO 1.1

TRAMO 2

TRAMO 1

BASES DE DISEÑO	
Periodo de diseño	25 años
Población Inicial	768 hab
Tasa de crecimiento anual	2.16 hab/vivienda
Factor de Retorno	80 %
Dotación	200 L/hab/día
Número de Vivienda	128
Rugosidad del material	0.01 (PVC)
Diámetro de pozo	1 m



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

E.P.S. INGENIERIA CIVIL 2012-2013

PROYECTO:  
ALCANTARILLADO SANITARIO  
UBICACIÓN:  
Cantón Los Puentes, Aldea San Antonio Serchil, San Marcos.

DISEÑO:  
ADRIANA OROZCO

PLANOS:  
PLANTA TOPOGRAFICA Y DENSIDAD DE VIVIENDA

CÁLCULO:  
ADRIANA OROZCO

ESCALA:  
INDICADA

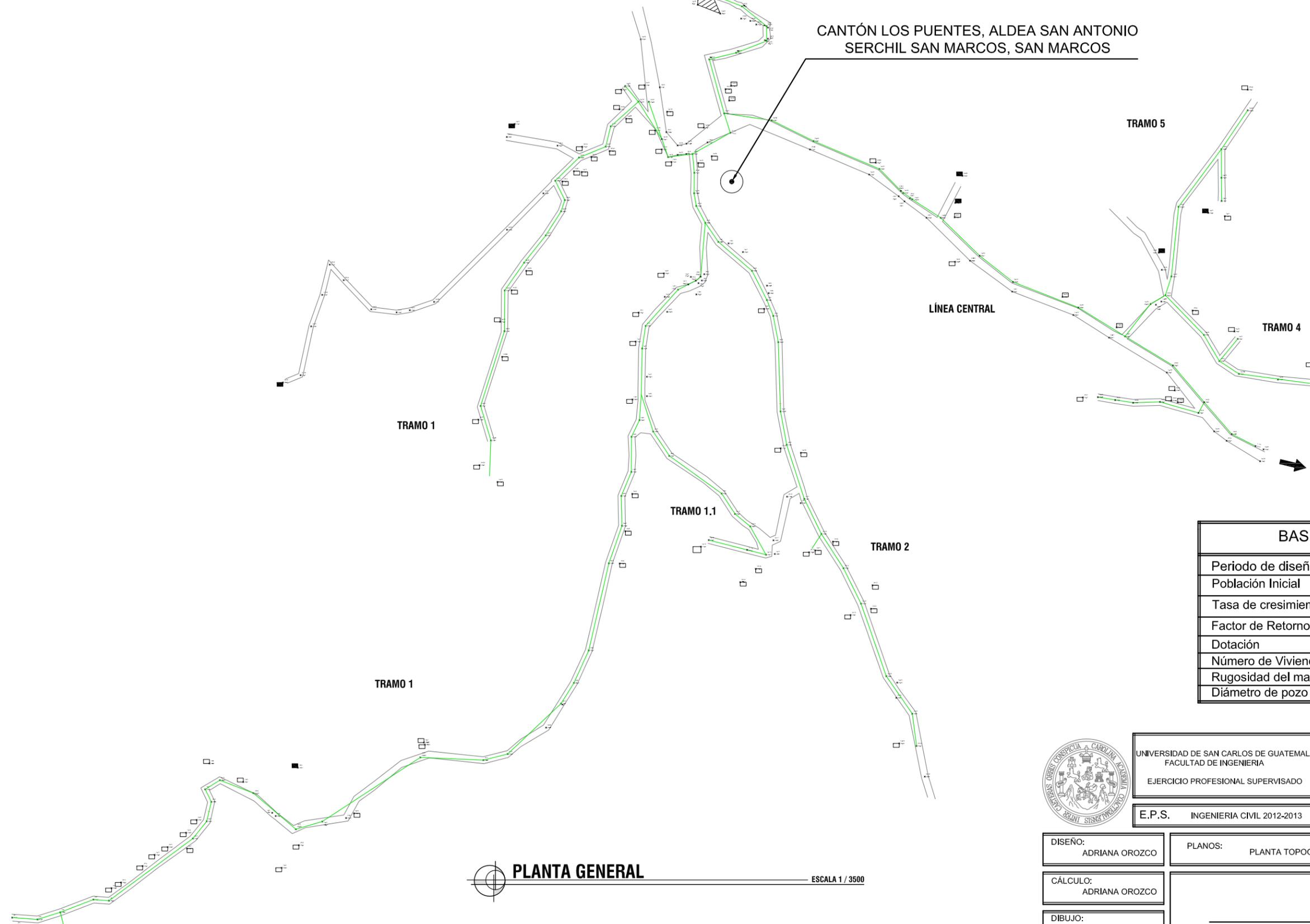
DIBUJO:  
ADRIANA OROZCO

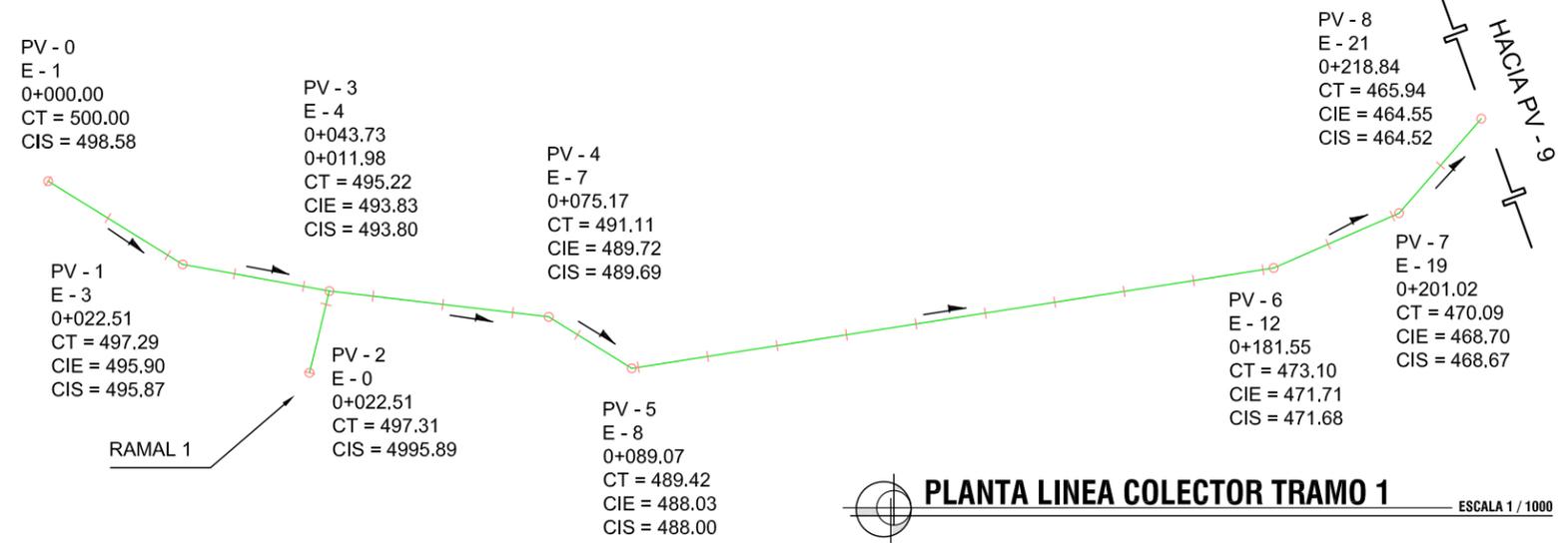
ASESOR-SUPERVISOR DE EPS: Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

HOJA: 1 / 21

PLANTA GENERAL

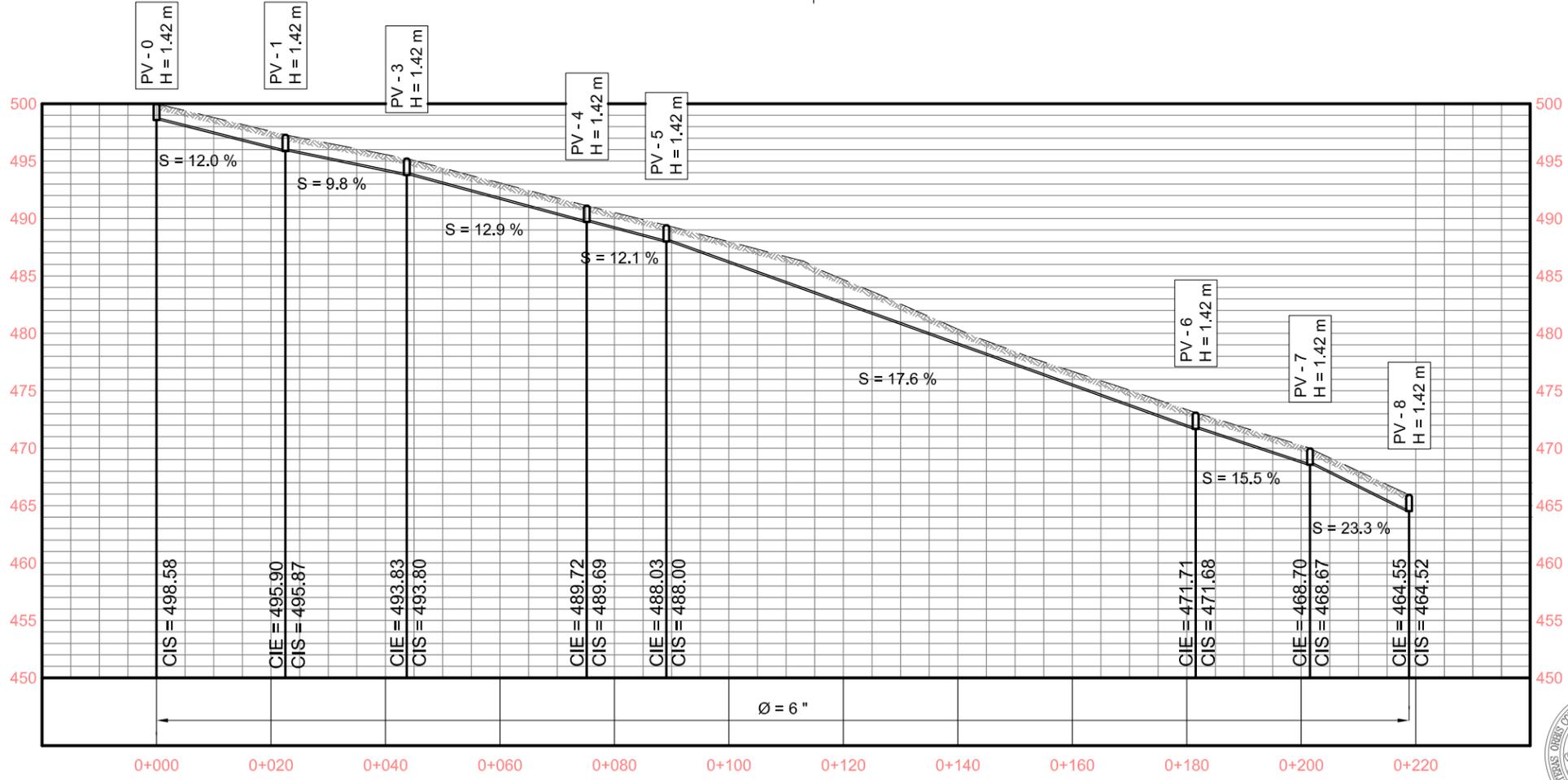
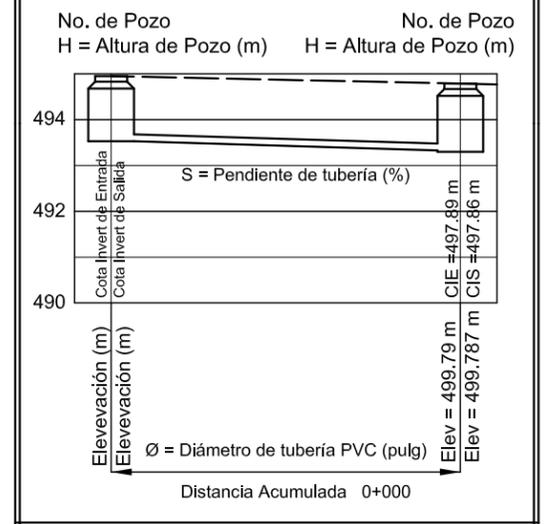
ESCALA 1 / 3500



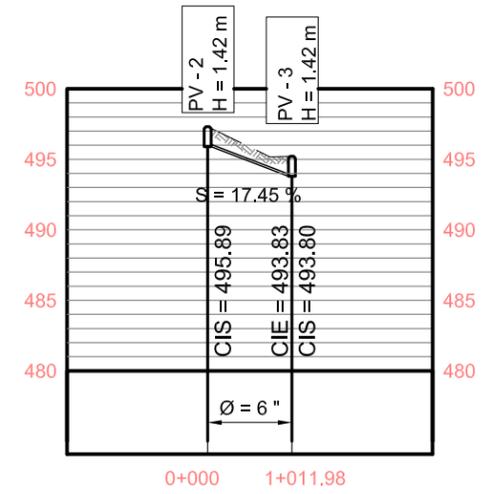


**PLANTA LINEA COLECTOR TRAMO 1** ESCALA 1 / 1000

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
⊙	Pozo de Visita
⊕	Ramal de Drenaje
→	Dirección del Flujo
E -	Estación
∅	Diámetro de la Tubería
C -	Caja de Visita No.
PV -	Pozo de Visita No.
CT	Cota del Terreno
—	Tubería de PVC



**PERFIL A - TRAMO 1** ESCALA HORIZONTAL 1 / 1000 ESCALA VERTICAL 1 / 500



**PERFIL RAMAL 1** ESCALA HORIZONTAL 1 / 1000 ESCALA VERTICAL 1 / 500



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
 E.P.S. INGENIERIA CIVIL 2012-2013

PROYECTO:  
 ALCANTARILLADO SANITARIO  
 UBICACIÓN:  
 Cantón Los Puentes, Aldea San Antonio Serchil, San Marcos.

DISEÑO:  
 ADRIANA OROZCO

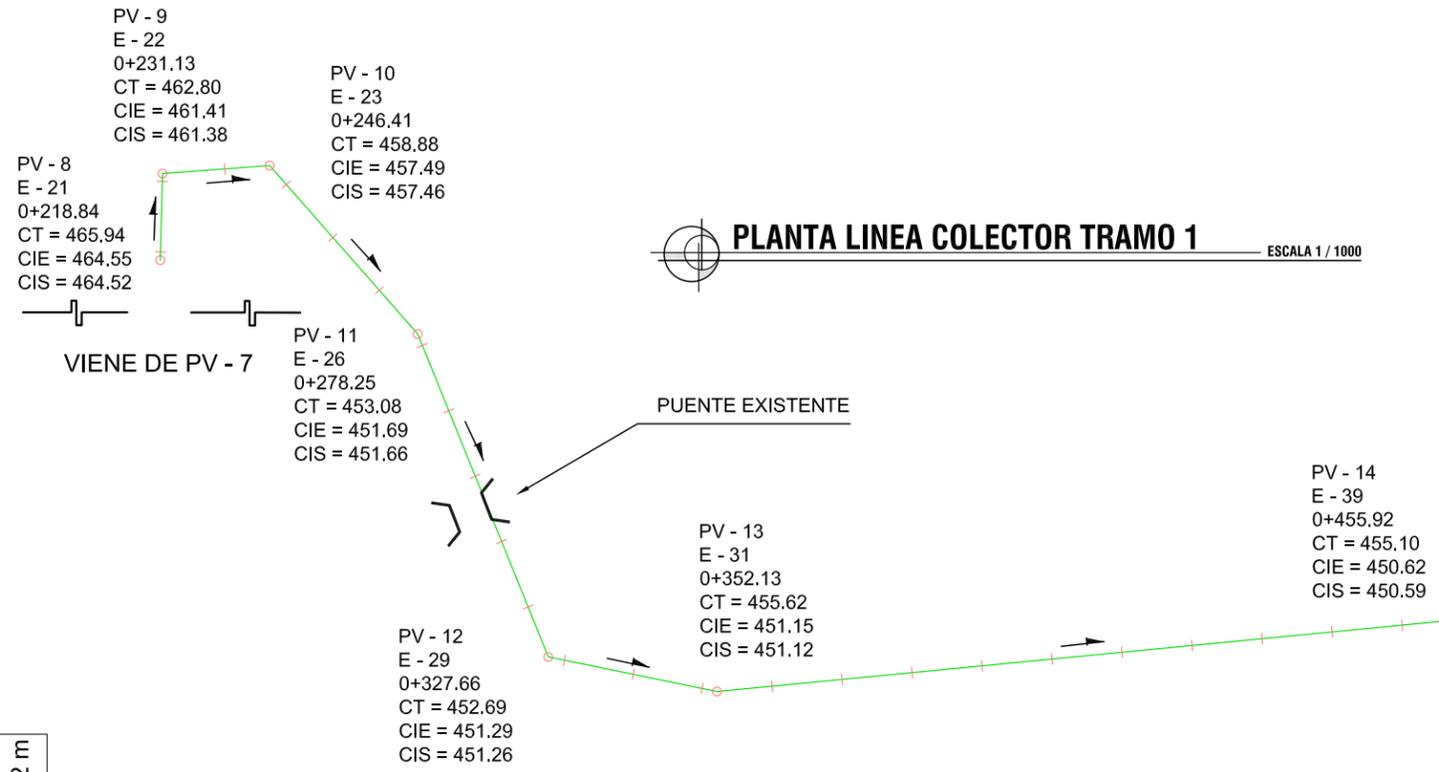
PLANOS:  
 PLANTA - PERFIL DE DISTRIBUCIÓN DE POZOS

CÁLCULO:  
 ADRIANA OROZCO

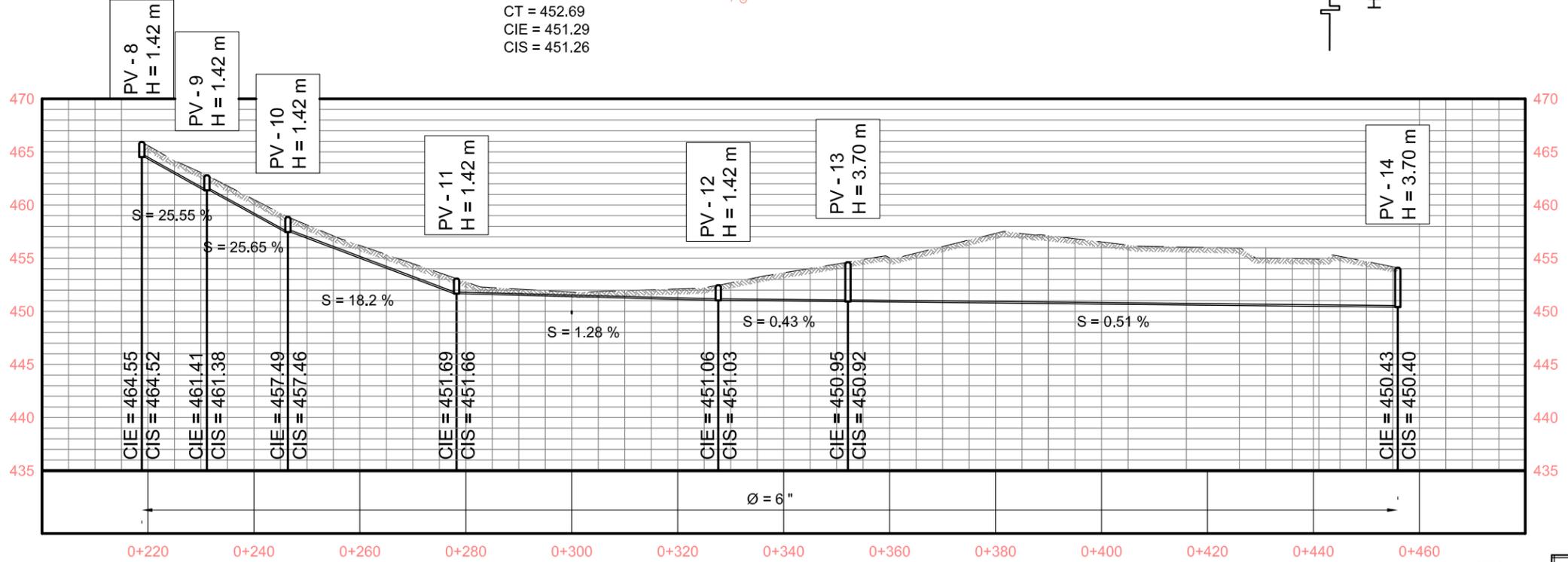
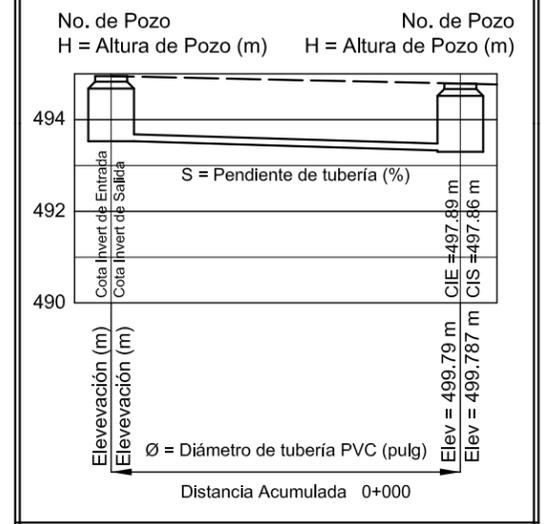
ESCALA:  
 INDICADA

DIBUJO:  
 ADRIANA OROZCO

ASESOR-SUPERVISOR DE EPS: Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz  
 HOJA: 2 / 21



NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
⊕	Pozo de Visita
⊕	Ramal de Drenaje
→	Dirección del Flujo
E -	Estación
∅	Diámetro de la Tubería
C -	Caja de Visita No.
PV -	Pozo de Visita No.
CT	Cota del Terreno
—	Tubería de PVC



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
E.P.S. INGENIERIA CIVIL 2012-2013

PROYECTO:  
ALCANTARILLADO SANITARIO  
UBICACIÓN:  
Cantón Los Puentes, Aldea San Antonio Serchil, San Marcos.

DISEÑO:  
ADRIANA OROZCO

PLANOS:  
PLANTA - PERFIL DE DISTRIBUCIÓN DE POZOS

CÁLCULO:  
ADRIANA OROZCO

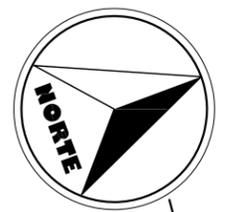
ESCALA:  
INDICADA

DIBUJO:  
ADRIANA OROZCO

ASESOR-SUPERVISOR DE EPS: Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz  
HOJA: 3 / 21

PV - 14  
E - 39  
0+455.92  
CT = 455.10  
CIE = 450.62  
CIS = 450.59

**PLANTA LINEA COLECTOR TRAMO 1** ESCALA 1 / 1000



NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
⊕	Pozo de Visita
⊕ →	Ramal de Drenaje
→	Dirección del Flujo
E -	Estación
∅	Diámetro de la Tubería
C -	Caja de Visita No.
PV -	Pozo de Visita No.
CT	Cota del Terreno
—	Tubería de PVC

PV - 15  
E - 42  
0+511.91  
CT = 445.50  
CIE = 444.11  
CIS = 444.08

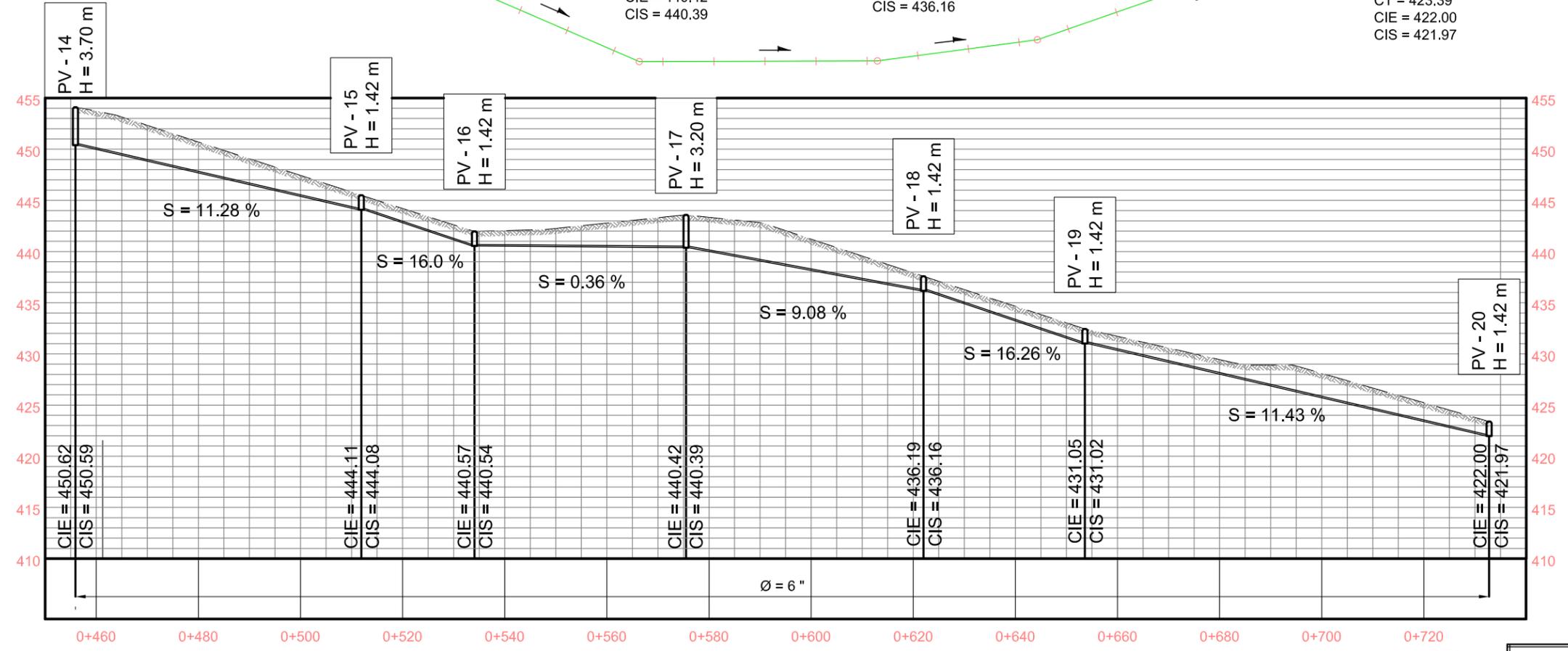
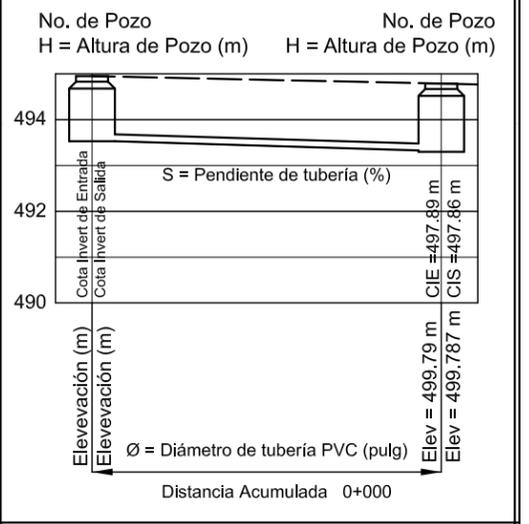
PV - 16  
E - 43  
0+534.07  
CT = 441.96  
CIE = 440.57  
CIS = 440.54

PV - 17  
E - 46  
0+575.37  
CT = 443.59  
CIE = 440.42  
CIS = 440.39

PV - 18  
E - 47  
0+622.70  
CT = 437.58  
CIE = 436.19  
CIS = 436.16

PV - 19  
E - 48  
0+653.62  
CT = 432.44  
CIE = 431.05  
CIS = 431.02

PV - 20  
E - 50  
0+732.77  
CT = 423.39  
CIE = 422.00  
CIS = 421.97



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
E.P.S. INGENIERIA CIVIL 2012-2013

PROYECTO:  
ALCANTARILLADO SANITARIO  
UBICACIÓN:  
Cantón Los Puentes, Aldea San Antonio Serchil, San Marcos.

DISEÑO:  
ADRIANA OROZCO

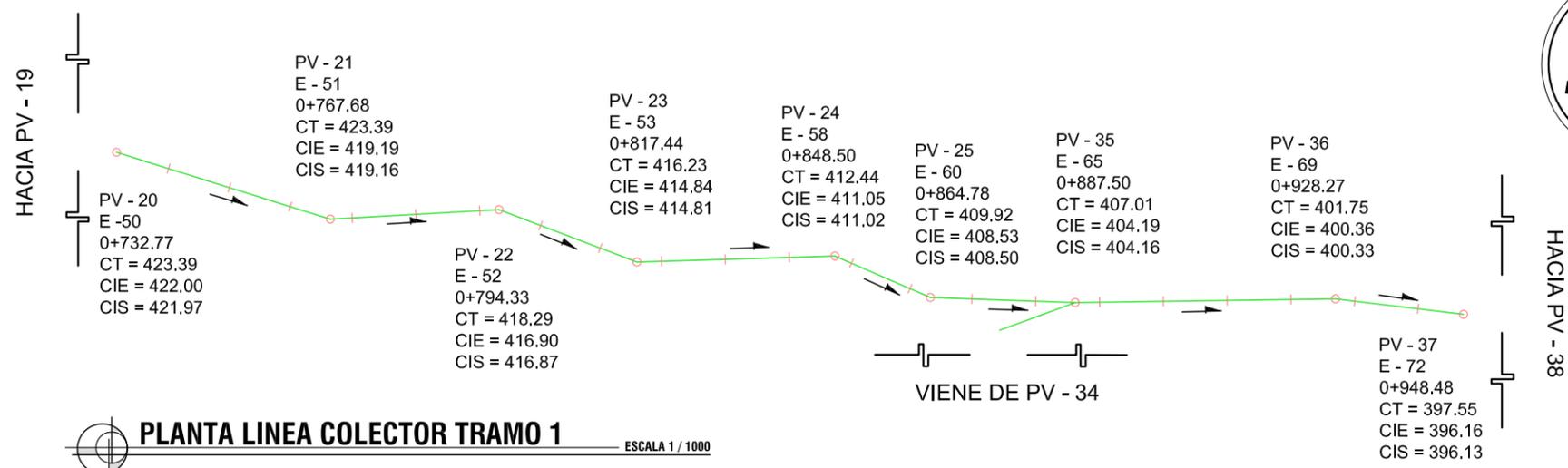
PLANOS:  
PLANTA - PERFIL DE DISTRIBUCIÓN DE POZOS

CÁLCULO:  
ADRIANA OROZCO

ESCALA:  
INDICADA

DIBUJO:  
ADRIANA OROZCO

ASESOR-SUPERVISOR DE EPS: Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz  
HOJA: 4 / 21



NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
⊕	Pozo de Visita
⊕ ⊖	Ramal de Drenaje
→	Dirección del Flujo
E -	Estación
∅	Diámetro de la Tubería
C -	Caja de Visita No.
PV -	Pozo de Visita No.
CT	Cota del Terreno
—	Tubería de PVC

No. de Pozo	No. de Pozo
H = Altura de Pozo (m)	H = Altura de Pozo (m)
494	494
492	492
490	490

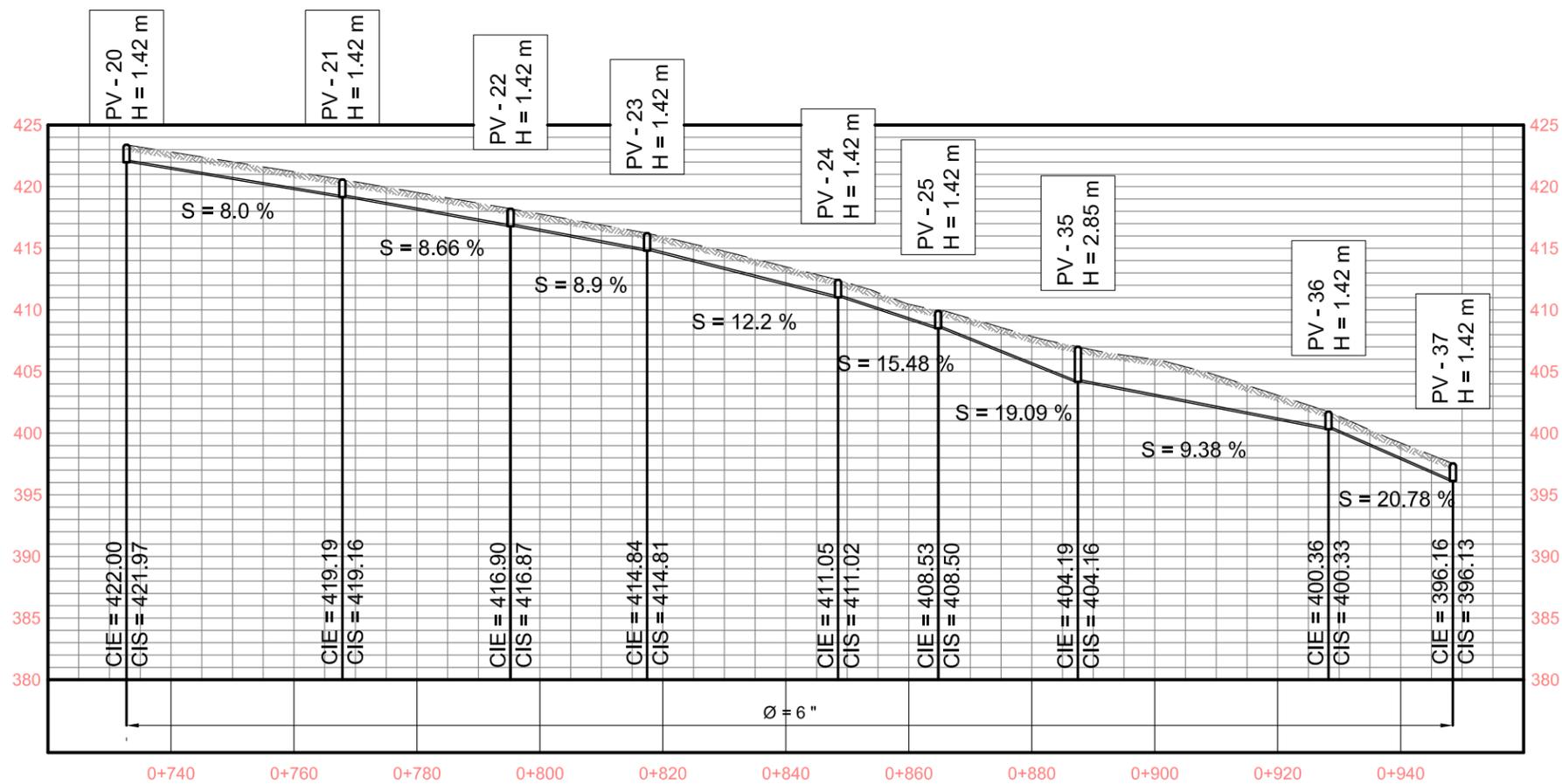
S = Pendiente de tubería (%)

Eleveación (m)

Eleveación (m)

∅ = Diámetro de tubería PVC (pulg)

Distancia Acumulada 0+000



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
E.P.S. INGENIERIA CIVIL 2012-2013

PROYECTO:  
ALCANTARILLADO SANITARIO  
UBICACIÓN:  
Cantón Los Puentes, Aldea San Antonio Serchil, San Marcos.

DISEÑO:  
ADRIANA OROZCO

PLANOS:  
PLANTA - PERFIL DE DISTRIBUCIÓN DE POZOS

CÁLCULO:  
ADRIANA OROZCO

ASESOR-SUPERVISOR DE EPS: Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

ESCALA:  
INDICADA

DIBUJO:  
ADRIANA OROZCO

ASESOR-SUPERVISOR DE EPS: Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

HOJA: 5 / 21

PV - 27  
E - 106  
0+000.00  
CT = 417.27  
CIS = 415.85

PV - 26  
E - 108  
0+000.00  
CT = 415.23  
CIS = 413.81

PV - 34  
E - 64  
0+173.14  
CT = 408.78  
CIE = 403.71  
CIS = 403.68

PV - 32  
E - 61  
0+090.23  
CT = 406.61  
CIE = 404.94  
CIS = 404.91

PV - 28  
E - 112  
0+035.00  
0+027.43  
CT = 409.85  
CIE = 408.46  
CIS = 408.43

PV - 31  
E - 111  
0+068.58  
CT = 406.64  
CIE = 404.25  
CIS = 405.22

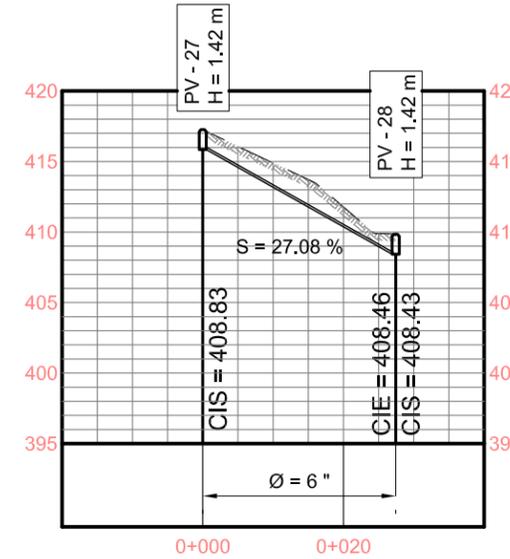
PV - 33  
E - 63  
0+147.21  
CT = 407.97  
CIE = 404.10  
CIS = 404.07

PV - 35  
E - 65  
0+207.58  
CT = 408.01  
CIE = 403.19  
CIS = 403.16

**PLANTA LINEA COLECTOR TRAMO 1.1** ESCALA 1 / 1000



HACIA PV - 36



**PERFIL RAMAL 2** ESCALA HORIZONTAL 1 / 1000  
ESCALA VERTICAL 1 / 500

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
⊙	Pozo de Visita
⊕	Ramal de Drenaje
→	Dirección del Flujo
E -	Estación
∅	Diámetro de la Tubería
C -	Caja de Visita No.
PV -	Pozo de Visita No.
CT	Cota del Terreno
—	Tubería de PVC

No. de Pozo	H = Altura de Pozo (m)	No. de Pozo	H = Altura de Pozo (m)
494		494	
492		492	
490		490	

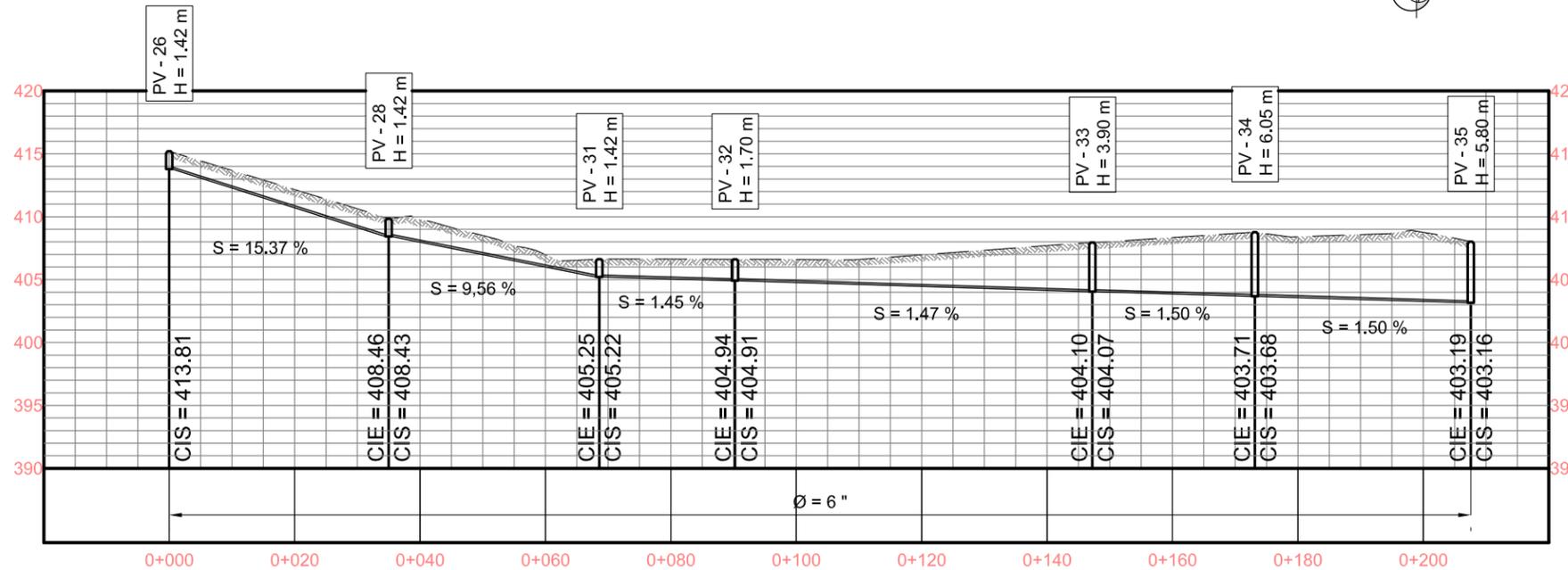
  

Elevevación (m)	Elevevación (m)
Cota Invert de Entrada	Cota Invert de Salida
CIE = 408.46	CIE = 408.43
Elelev = 499.79 m	Elelev = 497.86 m
Elelev = 499.787 m	Elelev = 497.86 m

S = Pendiente de tubería (%)

∅ = Diámetro de tubería PVC (pulg)

Distancia Acumulada 0+000



**PERFIL - TRAMO 1.1** ESCALA HORIZONTAL 1 / 1000  
ESCALA VERTICAL 1 / 500



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
E.P.S. INGENIERIA CIVIL 2012-2013

PROYECTO:  
ALCANTARILLADO SANITARIO  
UBICACIÓN:  
Cantón Los Puentes, Aldea San Antonio Serchil, San Marcos.

DISEÑO:  
ADRIANA OROZCO

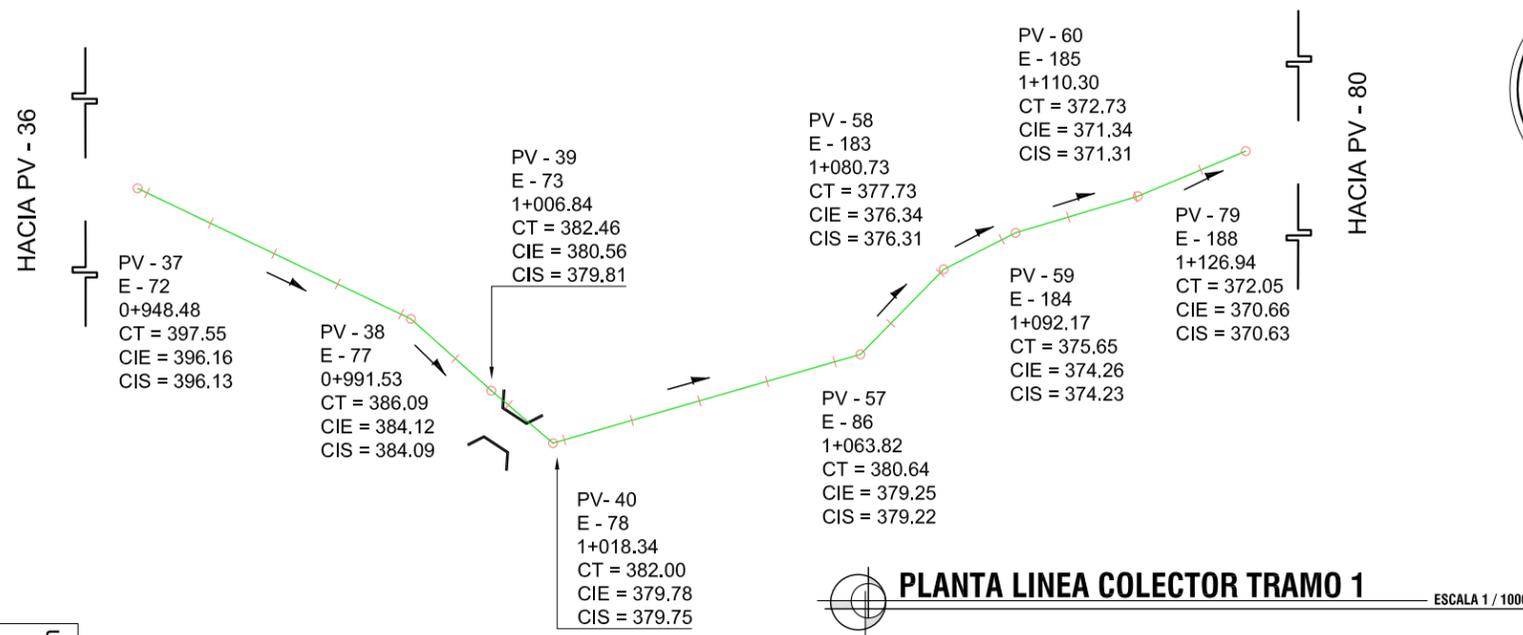
PLANOS:  
PLANTA - PERFIL DE DISTRIBUCIÓN DE POZOS

CÁLCULO:  
ADRIANA OROZCO

ESCALA:  
INDICADA

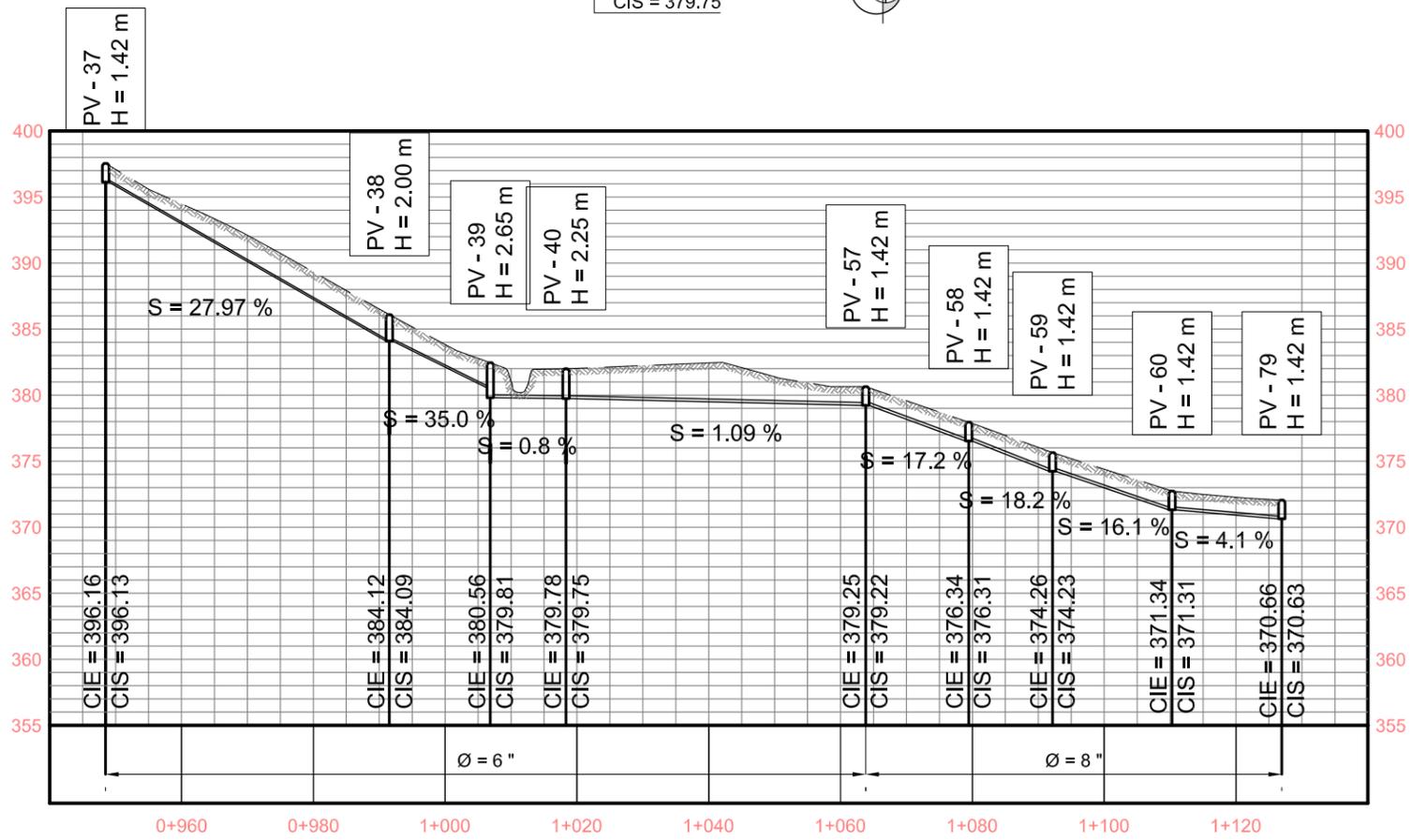
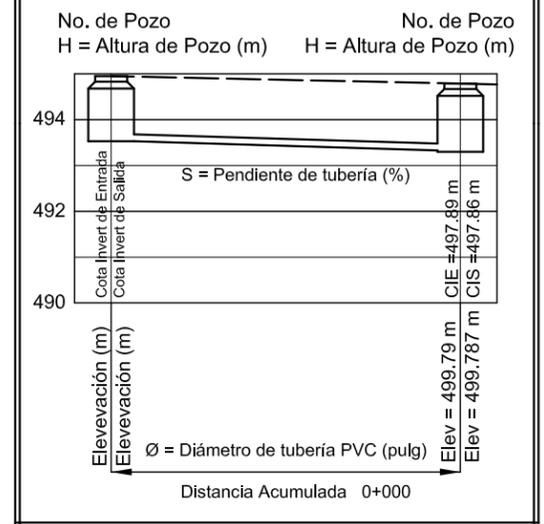
DIBUJO:  
ADRIANA OROZCO

ASESOR-SUPERVISOR DE EPS: Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz  
HOJA: 6 / 21



**PLANTA LINEA COLECTOR TRAMO 1** ESCALA 1 / 1000

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
⊙	Pozo de Visita
⊕	Ramal de Drenaje
→	Dirección del Flujo
E -	Estación
∅	Diámetro de la Tubería
C -	Caja de Visita No.
PV -	Pozo de Visita No.
CT	Cota del Terreno
—	Tubería de PVC



**PERFIL E - TRAMO 1** ESCALA HORIZONTAL 1 / 1000 ESCALA VERTICAL 1 / 500



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
E.P.S. INGENIERIA CIVIL 2012-2013

PROYECTO:  
ALCANTARILLADO SANITARIO  
UBICACIÓN:  
Cantón Los Puentes, Aldea San Antonio Serchil, San Marcos.

DISEÑO:  
ADRIANA OROZCO

PLANOS:  
PLANTA - PERFIL DE DISTRIBUCIÓN DE POZOS

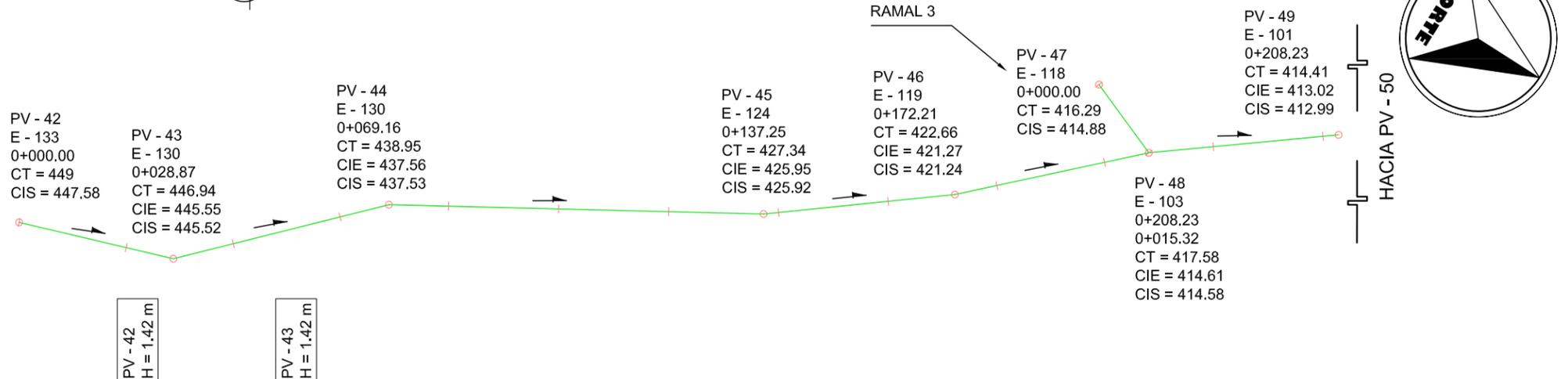
CÁLCULO:  
ADRIANA OROZCO

ESCALA:  
INDICADA

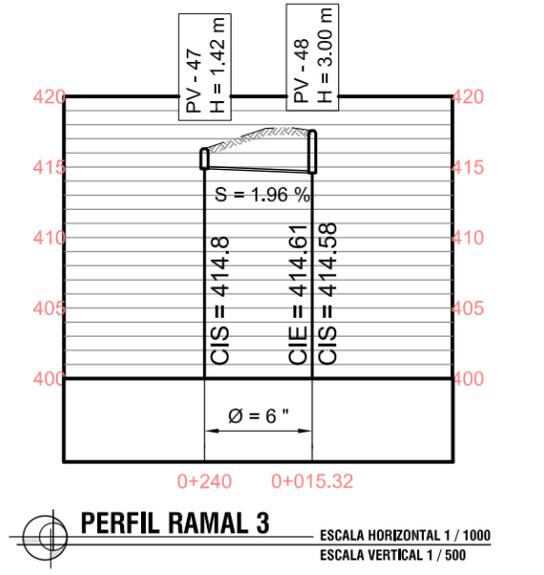
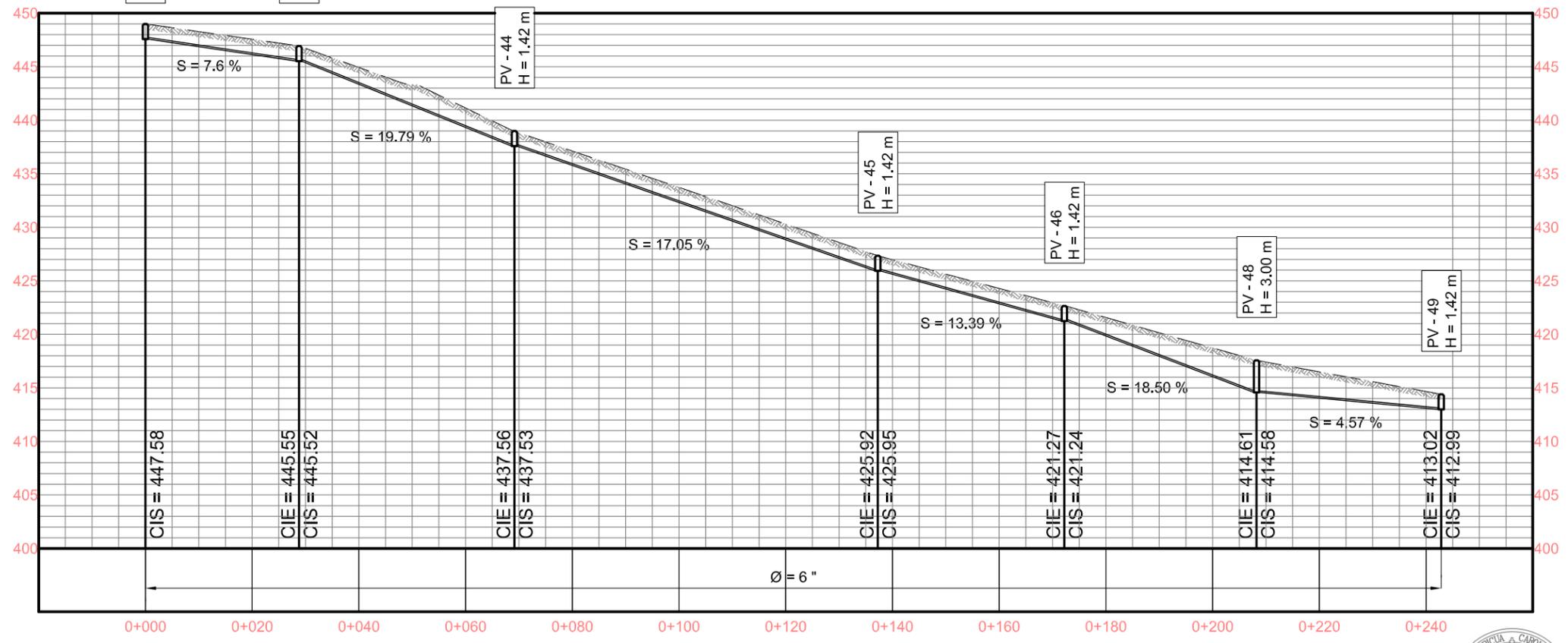
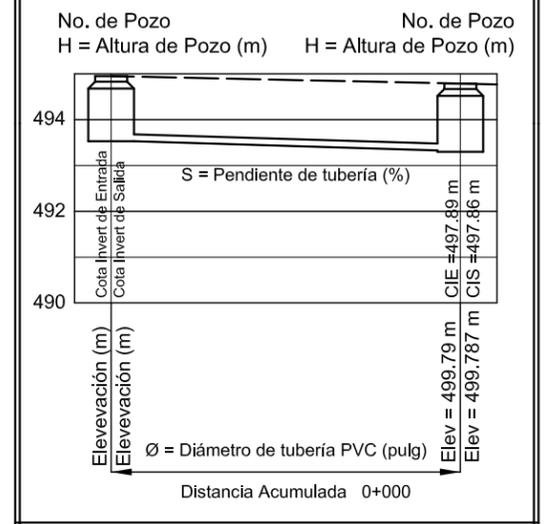
DIBUJO:  
ADRIANA OROZCO

ASESOR-SUPERVISOR DE EPS: Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz  
HOJA: 7 / 21

**PLANTA LINEA COLECTOR TRAMO 2** ESCALA 1 / 1000



NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
⊕	Pozo de Visita
⊕	Ramal de Drenaje
→	Dirección del Flujo
E -	Estación
∅	Diámetro de la Tubería
C -	Caja de Visita No.
PV -	Pozo de Visita No.
CT	Cota del Terreno
---	Tubería de PVC



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
E.P.S. INGENIERIA CIVIL 2012-2013

PROYECTO:  
ALCANTARILLADO SANITARIO  
UBICACIÓN:  
Cantón Los Puentes, Aldea San Antonio Serchil, San Marcos.

DISEÑO:  
ADRIANA OROZCO

PLANOS:  
PLANTA - PERFIL DE DISTRIBUCIÓN DE POZOS

CÁLCULO:  
ADRIANA OROZCO

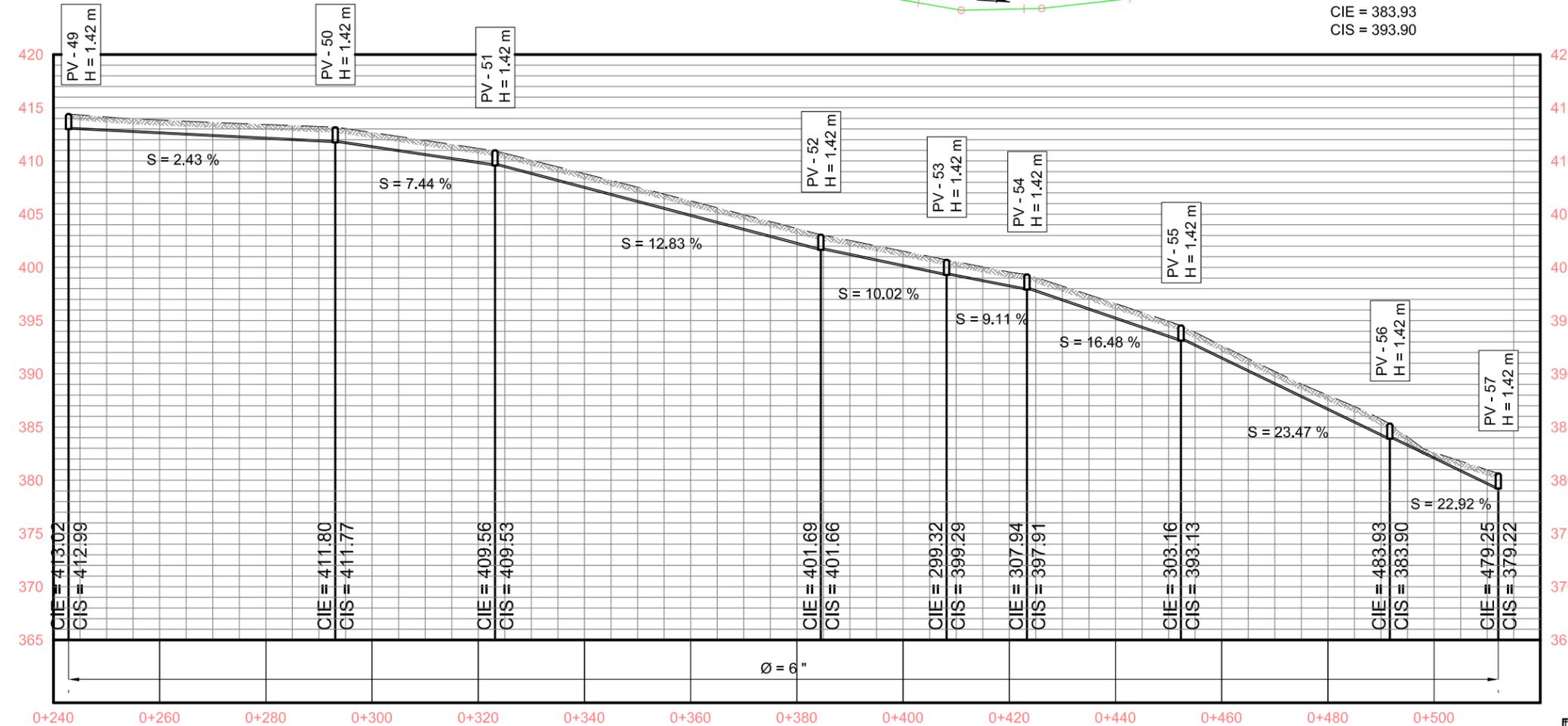
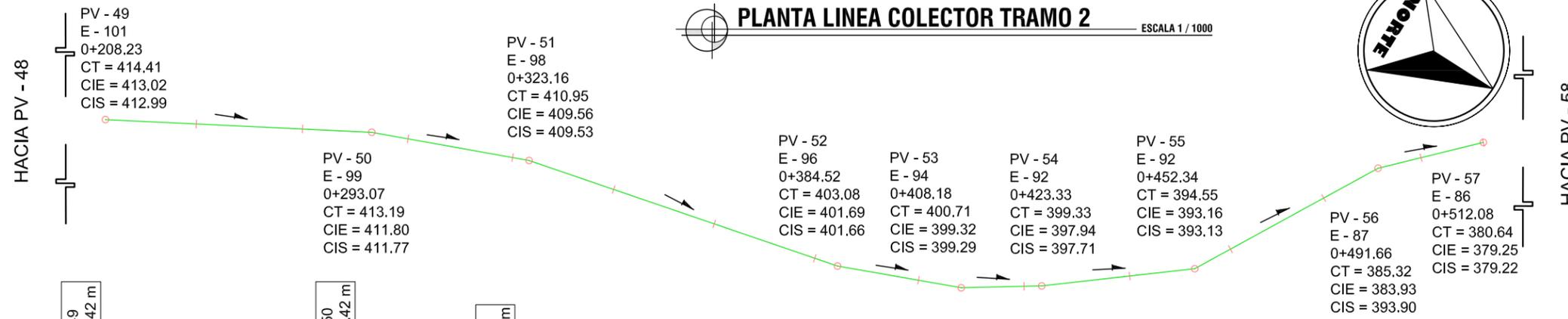
ESCALA:  
INDICADA

DIBUJO:  
ADRIANA OROZCO

ASESOR-SUPERVISOR DE EPS: Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

### PLANTA LINEA COLECTOR TRAMO 2

ESCALA 1 / 1000



### PERFIL B - TRAMO 2

ESCALA HORIZONTAL 1 / 1000  
ESCALA VERTICAL 1 / 500

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
⊙	Pozo de Visita
⊕	Ramal de Drenaje
→	Dirección del Flujo
E -	Estación
∅	Diámetro de la Tubería
C -	Caja de Visita No.
PV -	Pozo de Visita No.
CT	Cota del Terreno
---	Tubería de PVC

No. de Pozo	H = Altura de Pozo (m)	No. de Pozo	H = Altura de Pozo (m)
494		494	
492		492	
490		490	

S = Pendiente de tubería (%)

Eleveación (m)

Eleveación (m)

Ø = Diámetro de tubería PVC (pulg)

Distancia Acumulada 0+000



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
E.P.S. INGENIERIA CIVIL 2012-2013

PROYECTO:  
ALCANTARILLADO SANITARIO  
UBICACIÓN:  
Cantón Los Puentes, Aldea San Antonio Serchil, San Marcos.

DISEÑO:  
ADRIANA OROZCO

CÁLCULO:  
ADRIANA OROZCO

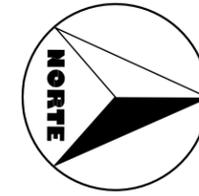
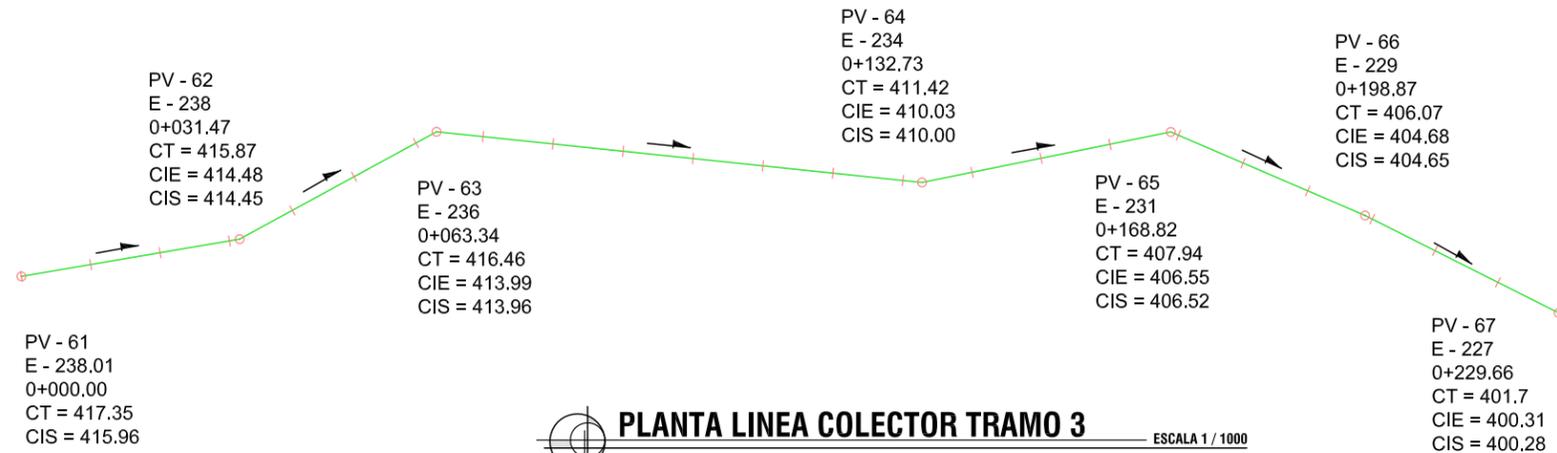
DIBUJO:  
ADRIANA OROZCO

PLANOS:  
PLANTA - PERFIL DE DISTRIBUCIÓN DE POZOS

ESCALA:  
INDICADA

HOJA: 9 / 21

ASESOR-SUPERVISOR DE EPS: Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz



NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
⊕	Pozo de Visita
⊕ ⊕	Ramal de Drenaje
→	Dirección del Flujo
E -	Estación
∅	Diámetro de la Tubería
C -	Caja de Visita No.
PV -	Pozo de Visita No.
CT	Cota del Terreno
---	Tubería de PVC

No. de Pozo	H = Altura de Pozo (m)	No. de Pozo	H = Altura de Pozo (m)
494		494	
492		492	
490		490	

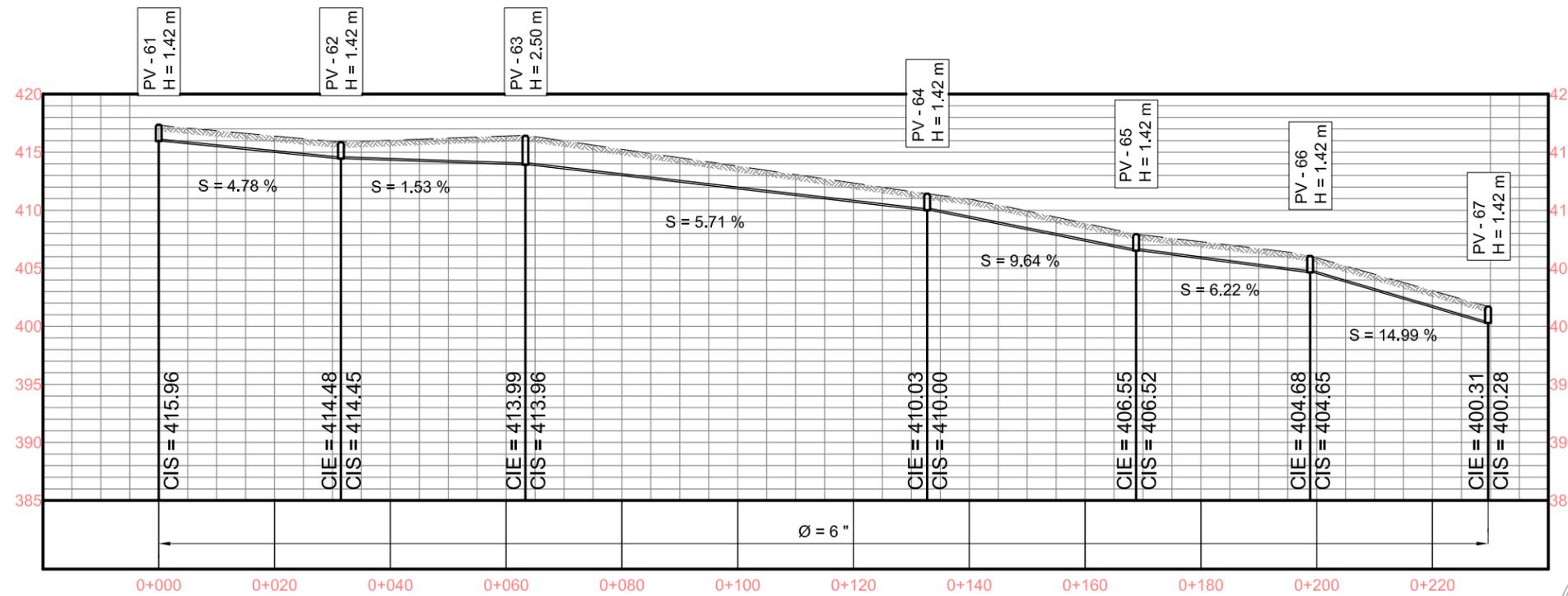
S = Pendiente de tubería (%)

Eleveación (m)

Eleveación (m)

∅ = Diámetro de tubería PVC (pulg)

Distancia Acumulada 0+000



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
E.P.S. INGENIERIA CIVIL 2012-2013

PROYECTO:  
ALCANTARILLADO SANITARIO  
UBICACIÓN:  
Cantón Los Puentes, Aldea San Antonio Serchil, San Marcos.

DISEÑO:  
ADRIANA OROZCO

PLANOS:  
PLANTA - PERFIL DE DISTRIBUCIÓN DE POZOS

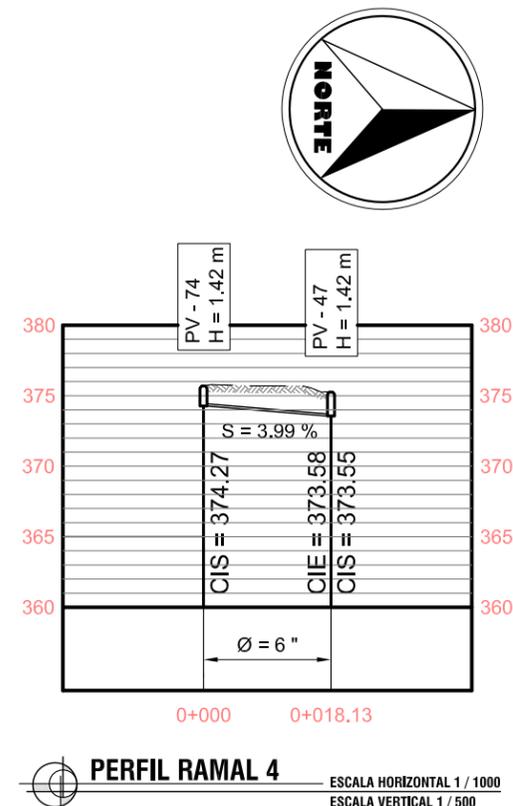
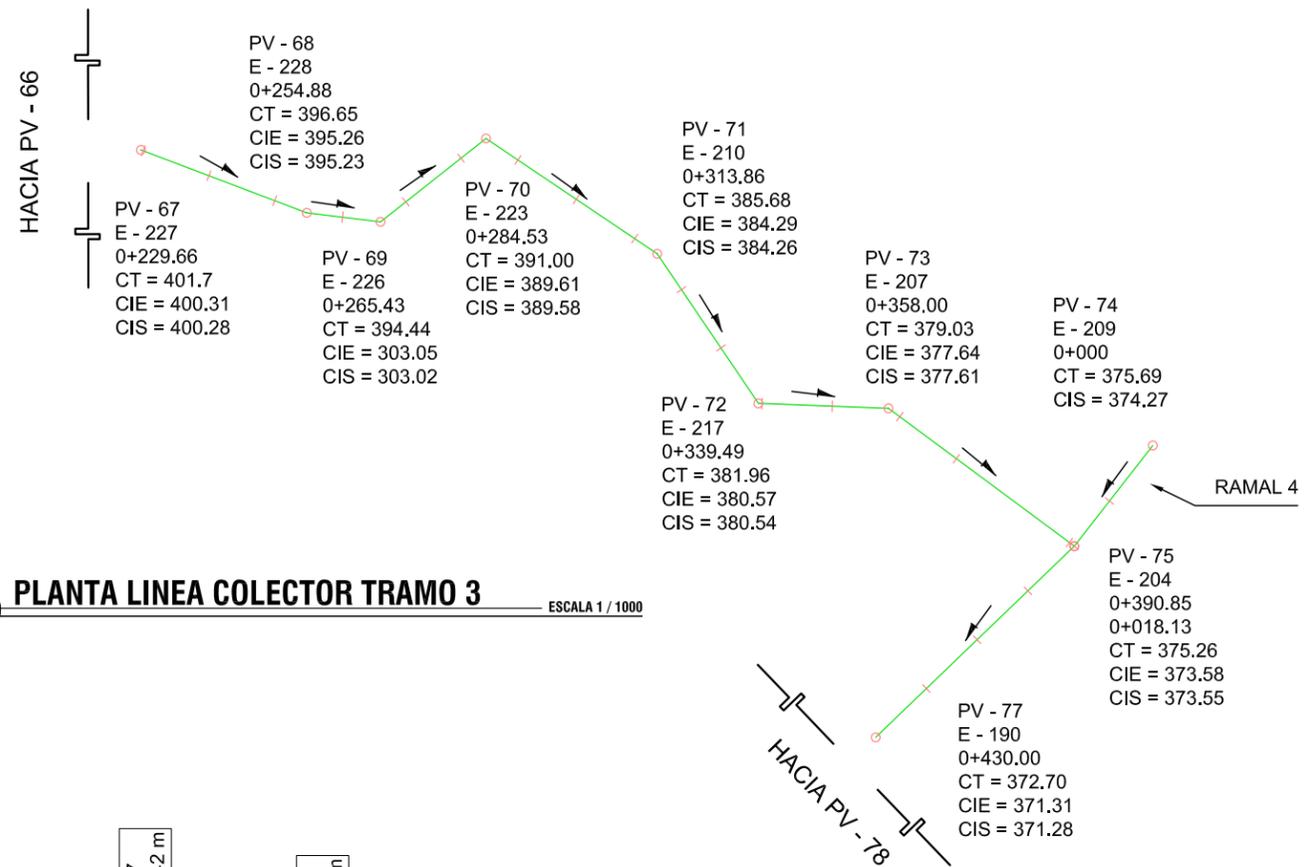
CÁLCULO:  
ADRIANA OROZCO

ESCALA:  
INDICADA

DIBUJO:  
ADRIANA OROZCO

ASESOR-SUPERVISOR DE EPS: Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

HOJA: 10 / 21



NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
⊙	Pozo de Visita
⊕	Ramal de Drenaje
→	Dirección del Flujo
E -	Estación
∅	Diámetro de la Tubería
C -	Caja de Visita No.
PV -	Pozo de Visita No.
CT	Cota del Terreno
—	Tubería de PVC

No. de Pozo	H = Altura de Pozo (m)	No. de Pozo	H = Altura de Pozo (m)
494		494	
492		492	
490		490	

S = Pendiente de tubería (%)

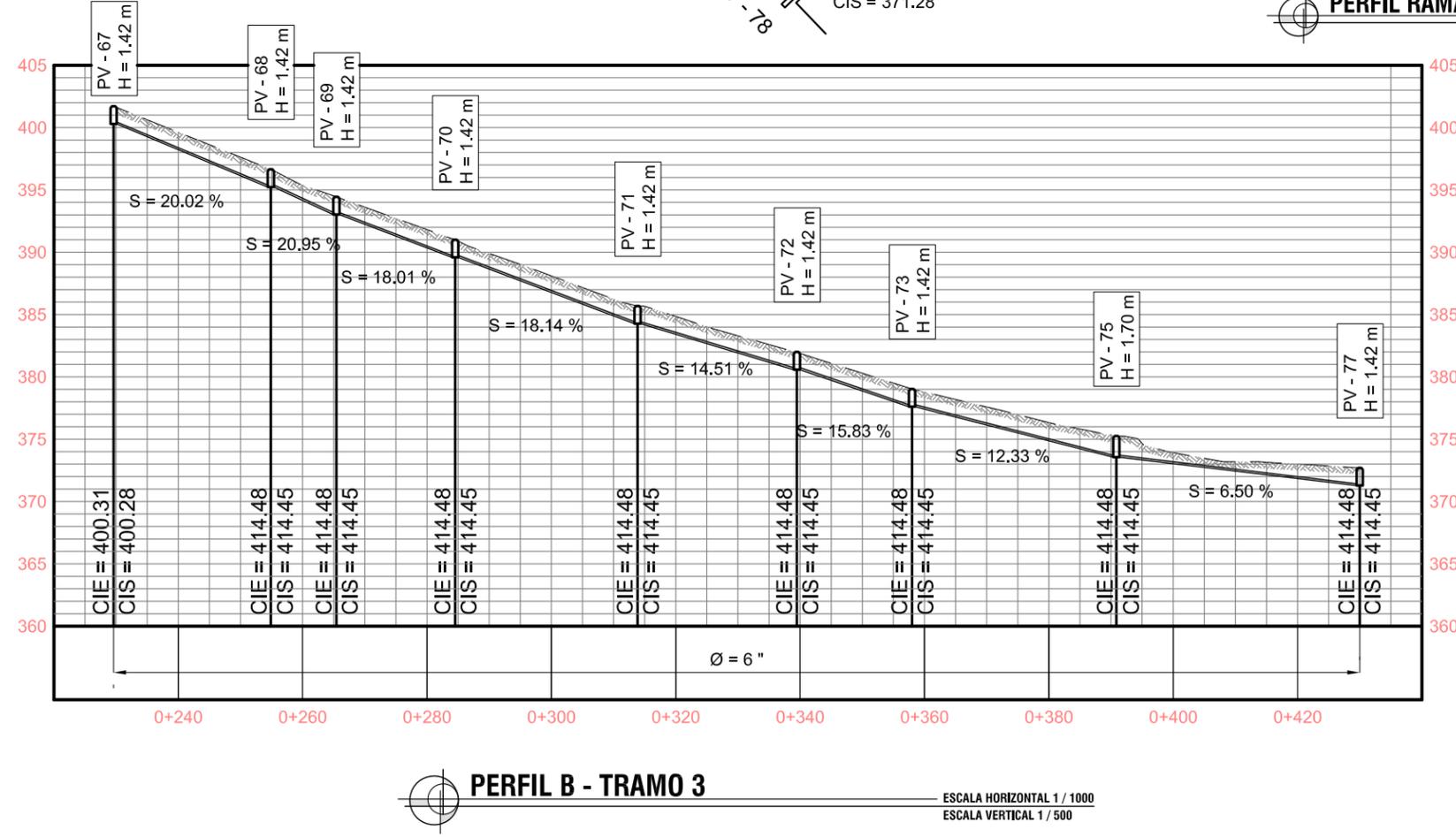
Cota Invert de Entrada  
Cota Invert de Salida

Elevevación (m)

Elevev = 499.79 m  
Elevev = 497.89 m  
Elevev = 497.86 m  
Elevev = 499.787 m

Ø = Diámetro de tubería PVC (pulg)

Distancia Acumulada 0+000



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
E.P.S. INGENIERIA CIVIL 2012-2013

PROYECTO:  
ALCANTARILLADO SANITARIO  
UBICACIÓN:  
Cantón Los Puentes, Aldea San Antonio Serchil, San Marcos.

DISEÑO:  
ADRIANA OROZCO

CÁLCULO:  
ADRIANA OROZCO

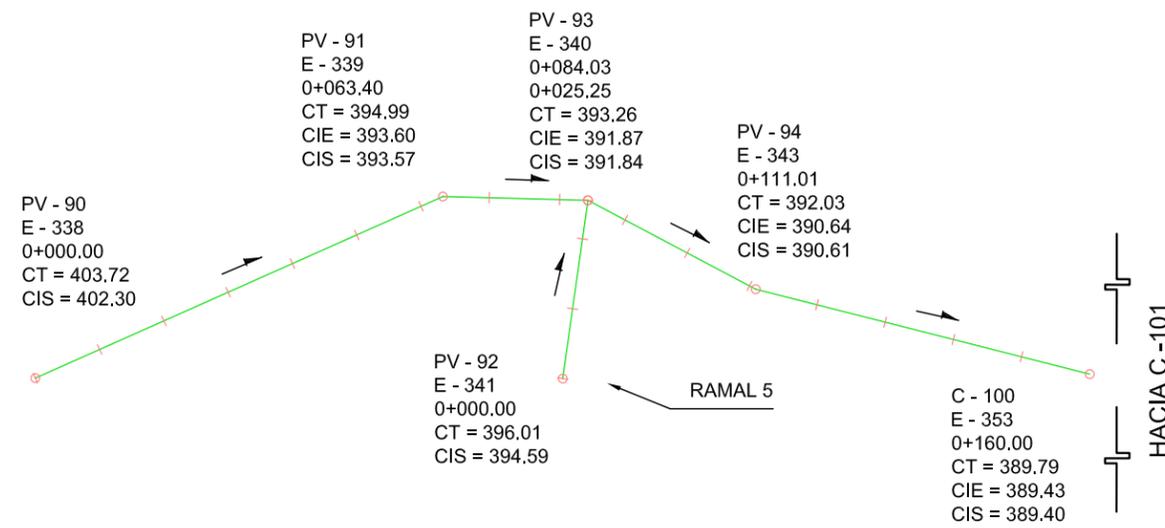
DIBUJO:  
ADRIANA OROZCO

PLANOS:  
PLANTA - PERFIL DE DISTRIBUCIÓN DE POZOS

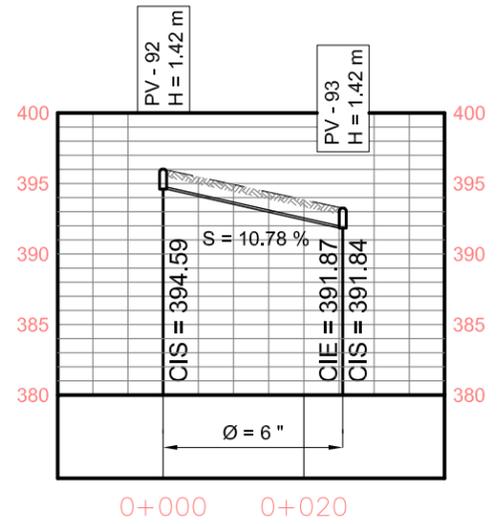
ESCALA:  
INDICADA

HOJA: 11 / 21

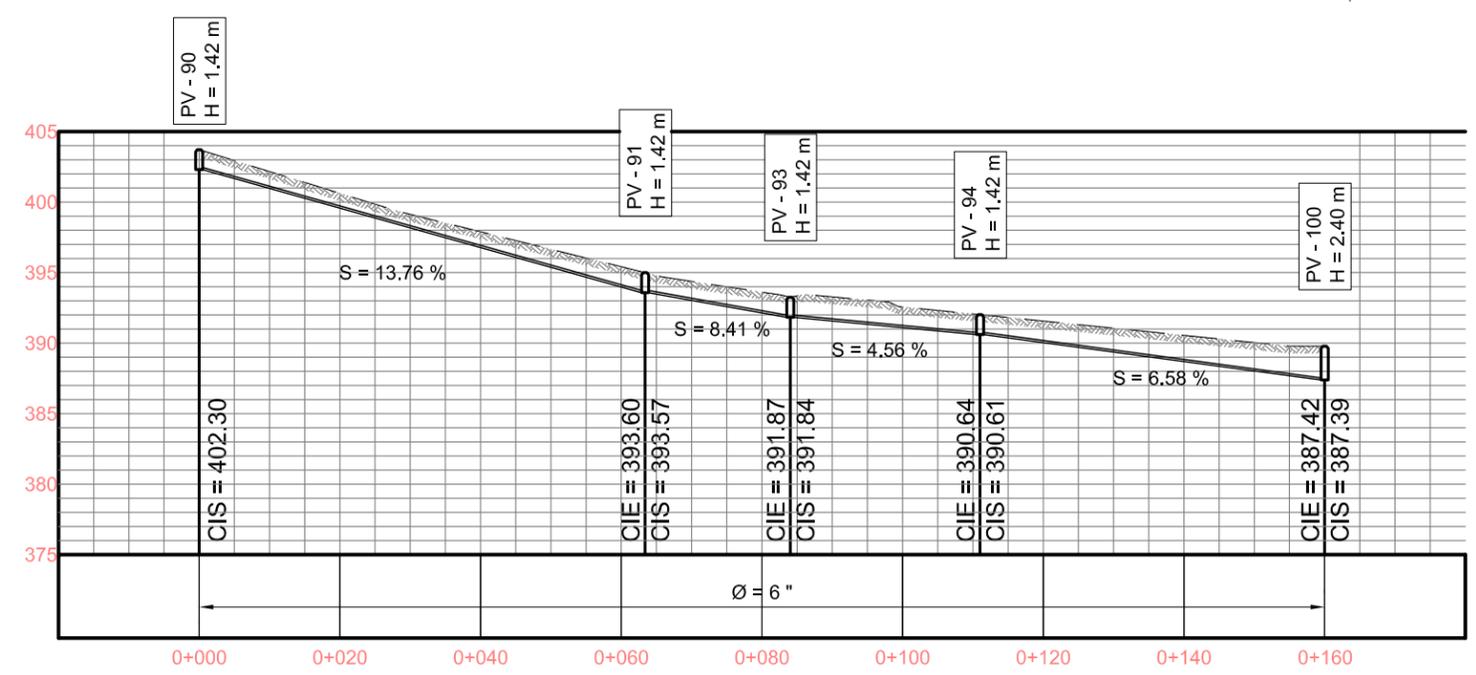
ASESOR-SUPERVISOR DE EPS: Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz



**PLANTA LINEA COLECTOR TRAMO 4** ESCALA 1 / 1000



**PERFIL RAMAL 5** ESCALA HORIZONTAL 1 / 1000 ESCALA VERTICAL 1 / 500



**PERFIL - TRAMO 4** ESCALA HORIZONTAL 1 / 1000 ESCALA VERTICAL 1 / 500

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
⊙	Pozo de Visita
⊕	Ramal de Drenaje
→	Dirección del Flujo
E -	Estación
∅	Diámetro de la Tubería
C -	Caja de Visita No.
PV -	Pozo de Visita No.
CT	Cota del Terreno
—	Tubería de PVC

No. de Pozo	No. de Pozo
H = Altura de Pozo (m)	H = Altura de Pozo (m)
494	494
492	492
490	490
S = Pendiente de tubería (%)	
Cota Invert de Entrada	Cota Invert de Salida
Cota Invert de Entrada	Cota Invert de Salida
Elevación (m)	Elevación (m)
∅ = Diámetro de tubería PVC (pulg)	∅ = Diámetro de tubería PVC (pulg)
Distancia Acumulada 0+000	Distancia Acumulada 0+000



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
E.P.S. INGENIERIA CIVIL 2012-2013

PROYECTO:  
ALCANTARILLADO SANITARIO  
UBICACIÓN:  
Cantón Los Puentes, Aldea San Antonio Serchil, San Marcos.

DISEÑO:  
ADRIANA OROZCO

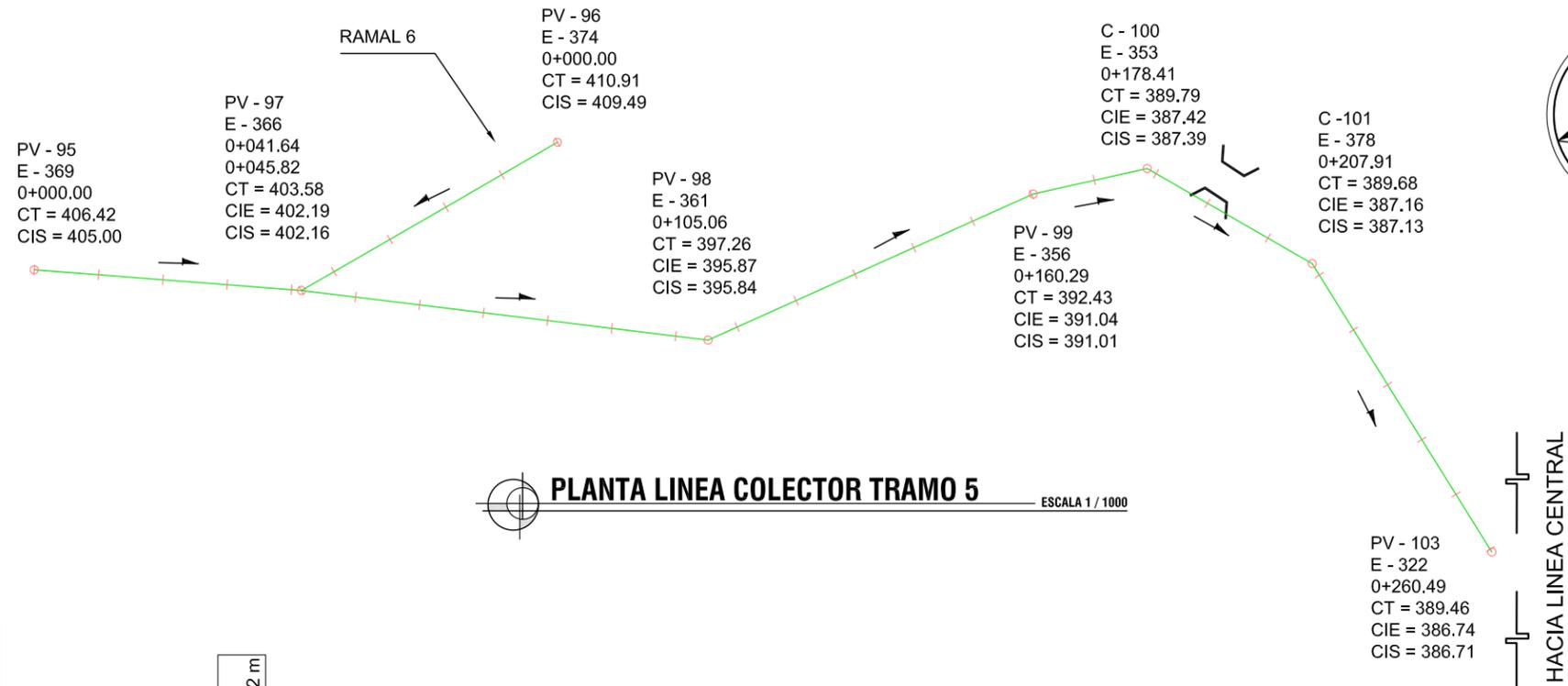
PLANOS:  
PLANTA - PERFIL DE DISTRIBUCIÓN DE POZOS

CÁLCULO:  
ADRIANA OROZCO

ESCALA:  
INDICADA

DIBUJO:  
ADRIANA OROZCO

ASESOR-SUPERVISOR DE EPS: Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz  
HOJA: 12 / 21



**PLANTA LINEA COLECTOR TRAMO 5** ESCALA 1 / 1000

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
⊙	Pozo de Visita
⊕	Ramal de Drenaje
→	Dirección del Flujo
E -	Estación
∅	Diámetro de la Tubería
C -	Caja de Visita No.
PV -	Pozo de Visita No.
CT	Cota del Terreno
---	Tubería de PVC

No. de Pozo	No. de Pozo
H = Altura de Pozo (m)	H = Altura de Pozo (m)
494	494
492	492
490	490

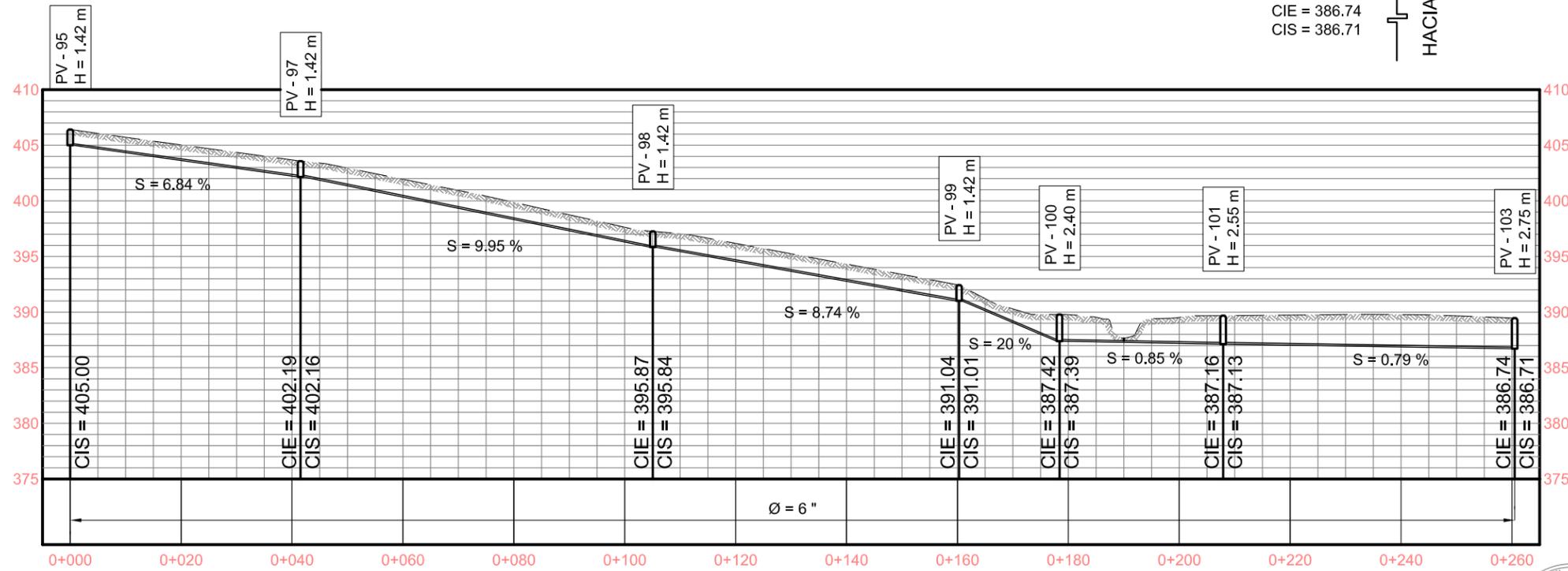
S = Pendiente de tubería (%)

Eleveación (m)

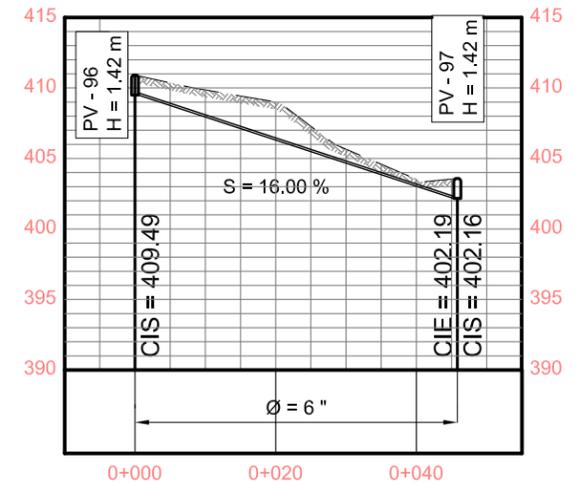
Eleveación (m)

∅ = Diámetro de tubería PVC (pulg)

Distancia Acumulada 0+000



**PERFIL - TRAMO 5** ESCALA HORIZONTAL 1 / 1000 ESCALA VERTICAL 1 / 500



**PERFIL RAMAL 6** ESCALA HORIZONTAL 1 / 1000 ESCALA VERTICAL 1 / 500



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

E.P.S. INGENIERIA CIVIL 2012-2013

PROYECTO:  
ALCANTARILLADO SANITARIO  
UBICACIÓN:  
Cantón Los Puentes, Aldea San Antonio Serchil, San Marcos.

DISEÑO:  
ADRIANA OROZCO

PLANOS:  
PLANTA - PERFIL DE DISTRIBUCIÓN DE POZOS

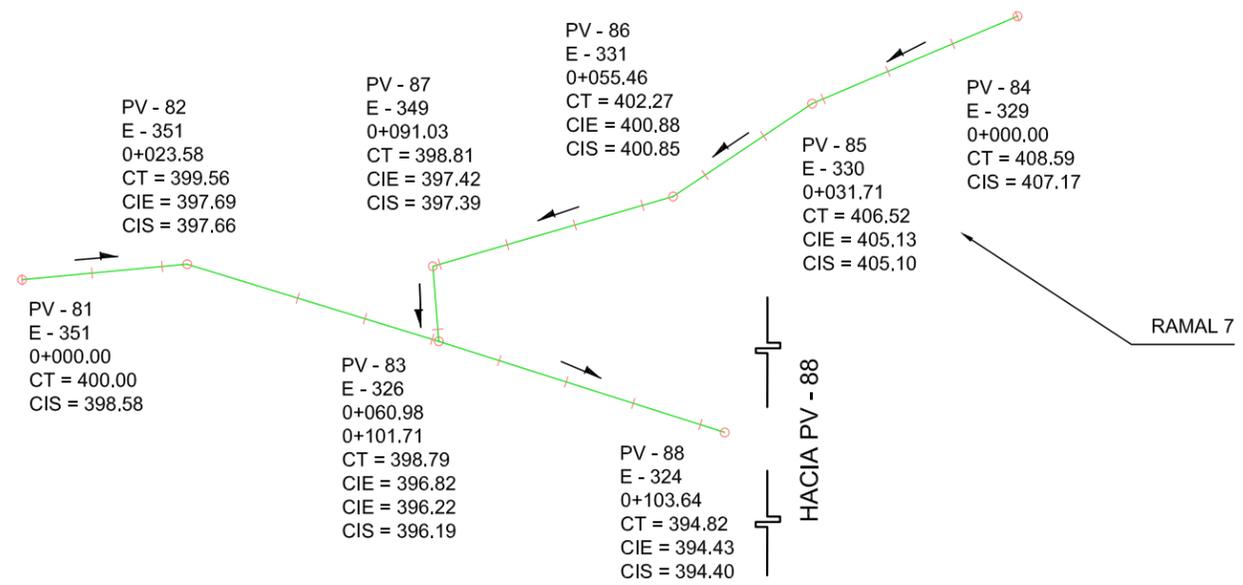
CÁLCULO:  
ADRIANA OROZCO

ESCALA:  
INDICADA

DIBUJO:  
ADRIANA OROZCO

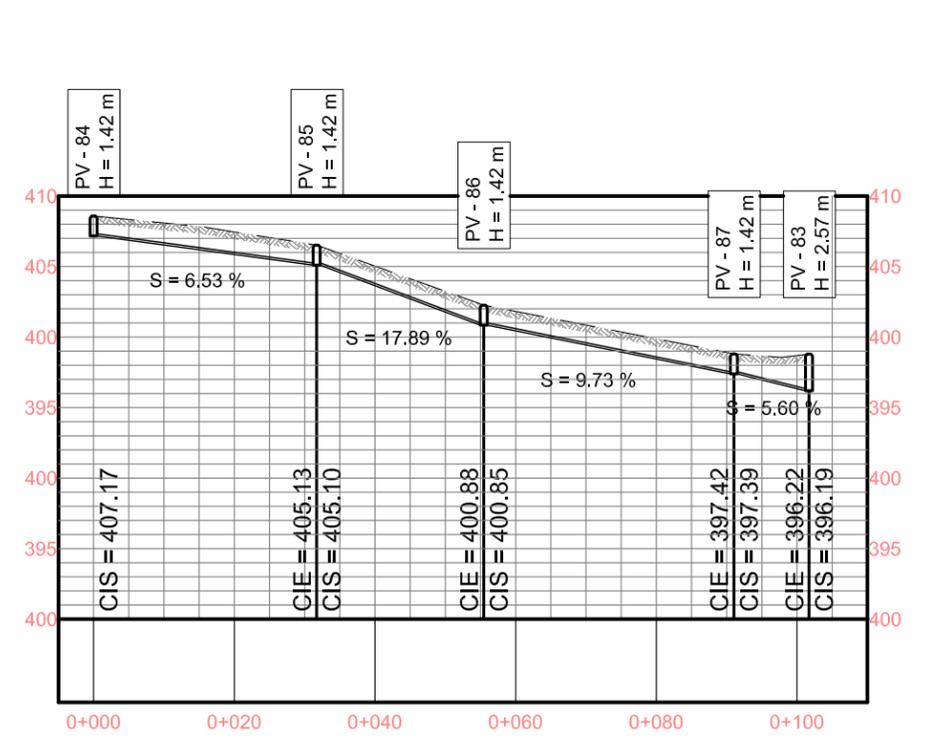
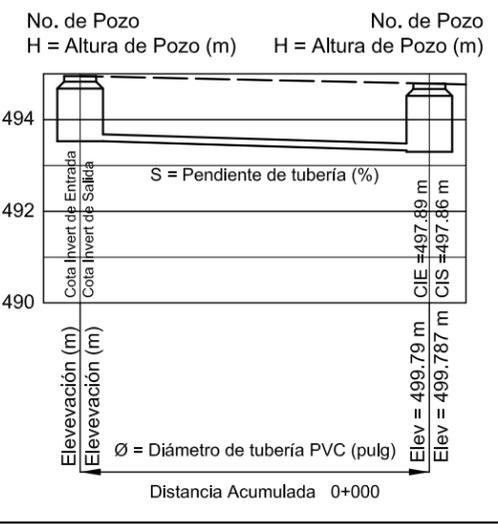
ASESOR-SUPERVISOR DE EPS: Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

HOJA: 13 / 21

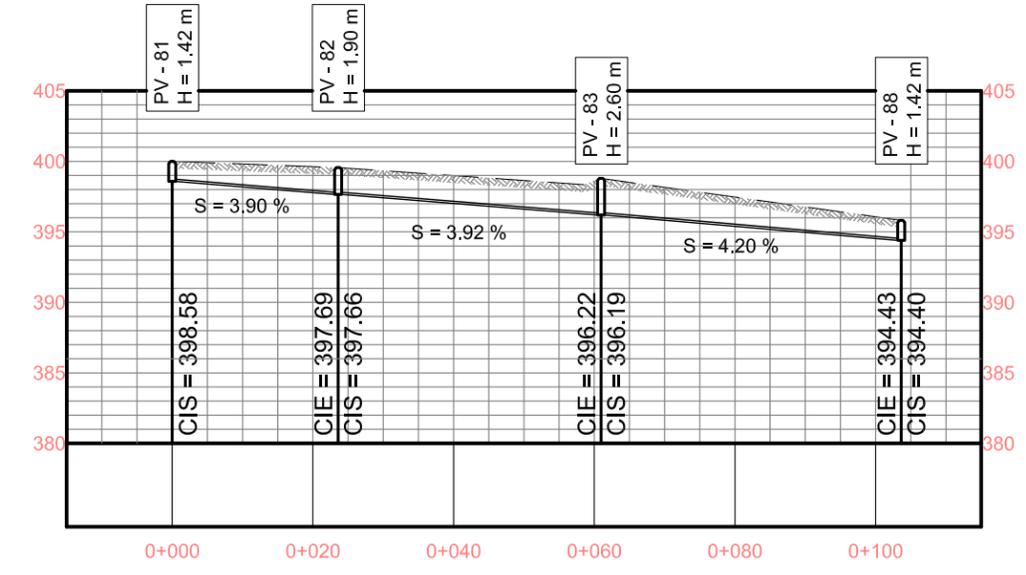


**PLANTA LINEA COLECTOR - LINEA CENTRAL** ESCALA 1 / 1000

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
⊙	Pozo de Visita
⊕	Ramal de Drenaje
→	Dirección del Flujo
E -	Estación
∅	Diámetro de la Tubería
C -	Caja de Visita No.
PV -	Pozo de Visita No.
CT	Cota del Terreno
---	Tubería de PVC



**PERFIL RAMAL 7** ESCALA HORIZONTAL 1 / 1000  
ESCALA VERTICAL 1 / 500



**PERFIL A - LINEA CENTRAL** ESCALA HORIZONTAL 1 / 1000  
ESCALA VERTICAL 1 / 500



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
E.P.S. INGENIERIA CIVIL 2012-2013

PROYECTO:  
ALCANTARILLADO SANITARIO  
UBICACIÓN:  
Cantón Los Puentes, Aldea San Antonio Serchil, San Marcos.

DISEÑO:  
ADRIANA OROZCO

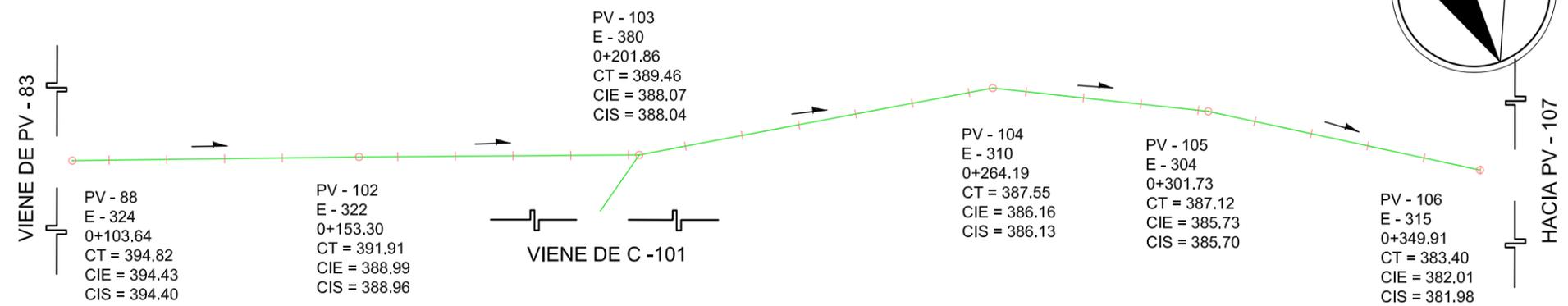
PLANOS:  
PLANTA - PERFIL DE DISTRIBUCIÓN DE POZOS

CÁLCULO:  
ADRIANA OROZCO

ESCALA:  
INDICADA

DIBUJO:  
ADRIANA OROZCO

ASESOR-SUPERVISOR DE EPS: Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz  
HOJA: 14 / 21



**PLANTA LINEA COLECTOR - LINEA CENTRAL** ESCALA 1 / 1000

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
⊙	Pozo de Visita
⊕	Ramal de Drenaje
→	Dirección del Flujo
E -	Estación
∅	Diámetro de la Tubería
C -	Caja de Visita No.
PV -	Pozo de Visita No.
CT	Cota del Terreno
---	Tubería de PVC

No. de Pozo	H = Altura de Pozo (m)	No. de Pozo	H = Altura de Pozo (m)
494			
492			
490			

S = Pendiente de tubería (%)

Cota Invert de Entrada

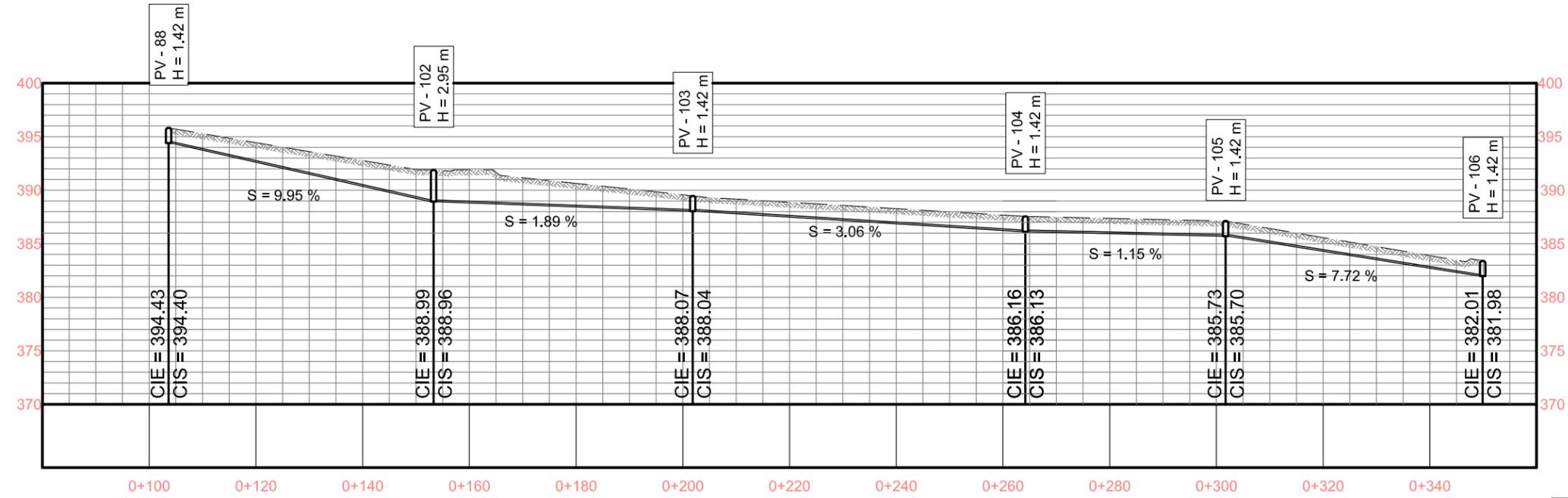
Cota Invert de Salida

Elevevación (m)

Elevevación (m)

∅ = Diámetro de tubería PVC (pulg)

Distancia Acumulada 0+000



**PERFIL B - LINEA CENTRAL** ESCALA HORIZONTAL 1 / 1000  
ESCALA VERTICAL 1 / 500



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
E.P.S. INGENIERIA CIVIL 2012-2013

PROYECTO:  
ALCANTARILLADO SANITARIO  
UBICACIÓN:  
Cantón Los Puentes, Aldea San Antonio Serchil, San Marcos.

DISEÑO:  
ADRIANA OROZCO

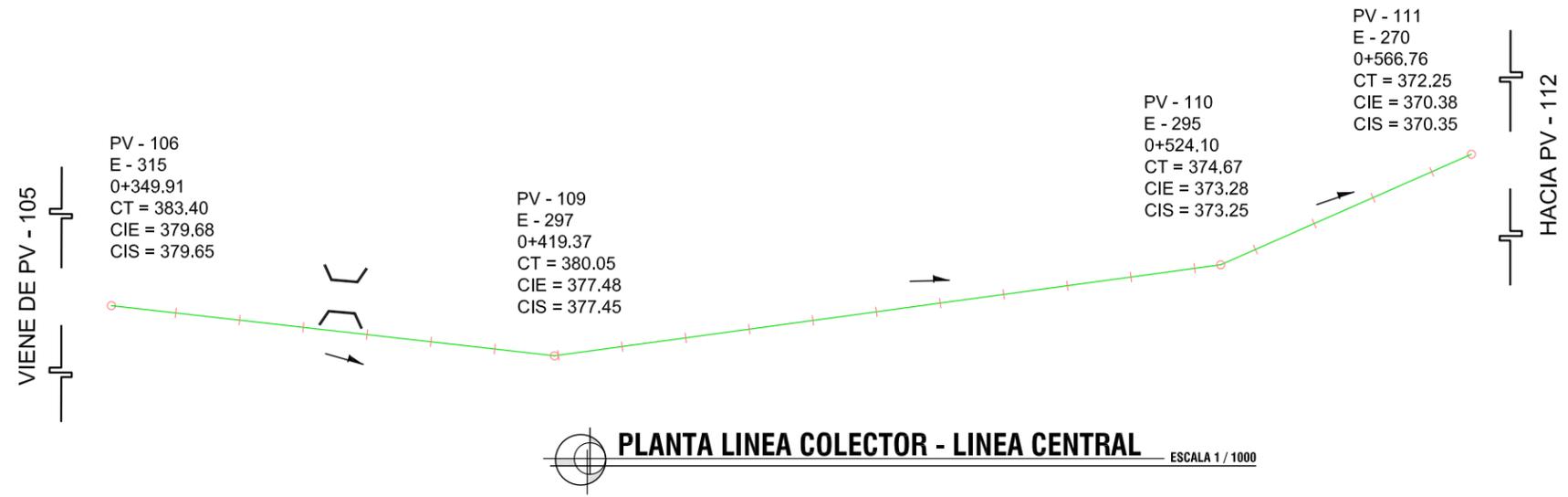
PLANOS:  
PLANTA - PERFIL DE DISTRIBUCIÓN DE POZOS

CÁLCULO:  
ADRIANA OROZCO

ESCALA:  
INDICADA

DIBUJO:  
ADRIANA OROZCO

ASESOR-SUPERVISOR DE EPS: Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz



NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
⊕	Pozo de Visita
⊕	Ramal de Drenaje
→	Dirección del Flujo
E -	Estación
∅	Diámetro de la Tubería
C -	Caja de Visita No.
PV -	Pozo de Visita No.
CT	Cota del Terreno
—	Tubería de PVC

No. de Pozo	No. de Pozo
H = Altura de Pozo (m)	H = Altura de Pozo (m)
494	494
492	492
490	490

S = Pendiente de tubería (%)

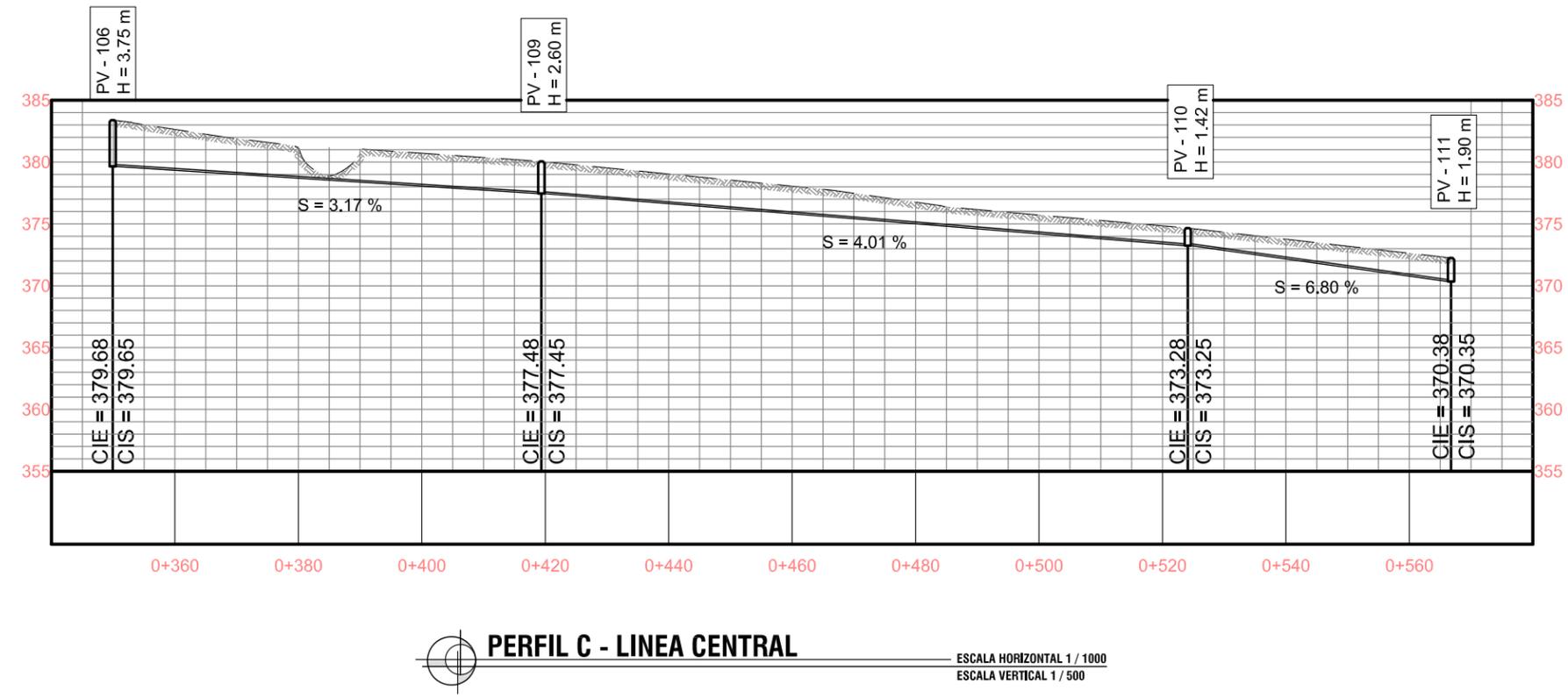
Elevevación (m) Cota Invert de Entrada Cota Invert de Salida

Elevevación (m) CIE = 497.89 m CIS = 497.86 m

Elevevación (m) CIE = 499.79 m CIS = 499.787 m

∅ = Diámetro de tubería PVC (pulg)

Distancia Acumulada 0+000



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
E.P.S. INGENIERIA CIVIL 2012-2013

PROYECTO:  
ALCANTARILLADO SANITARIO  
UBICACIÓN:  
Cantón Los Puentes, Aldea San Antonio Serchil, San Marcos.

DISEÑO:  
ADRIANA OROZCO

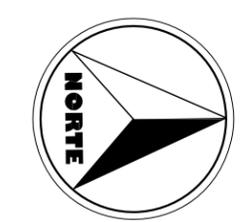
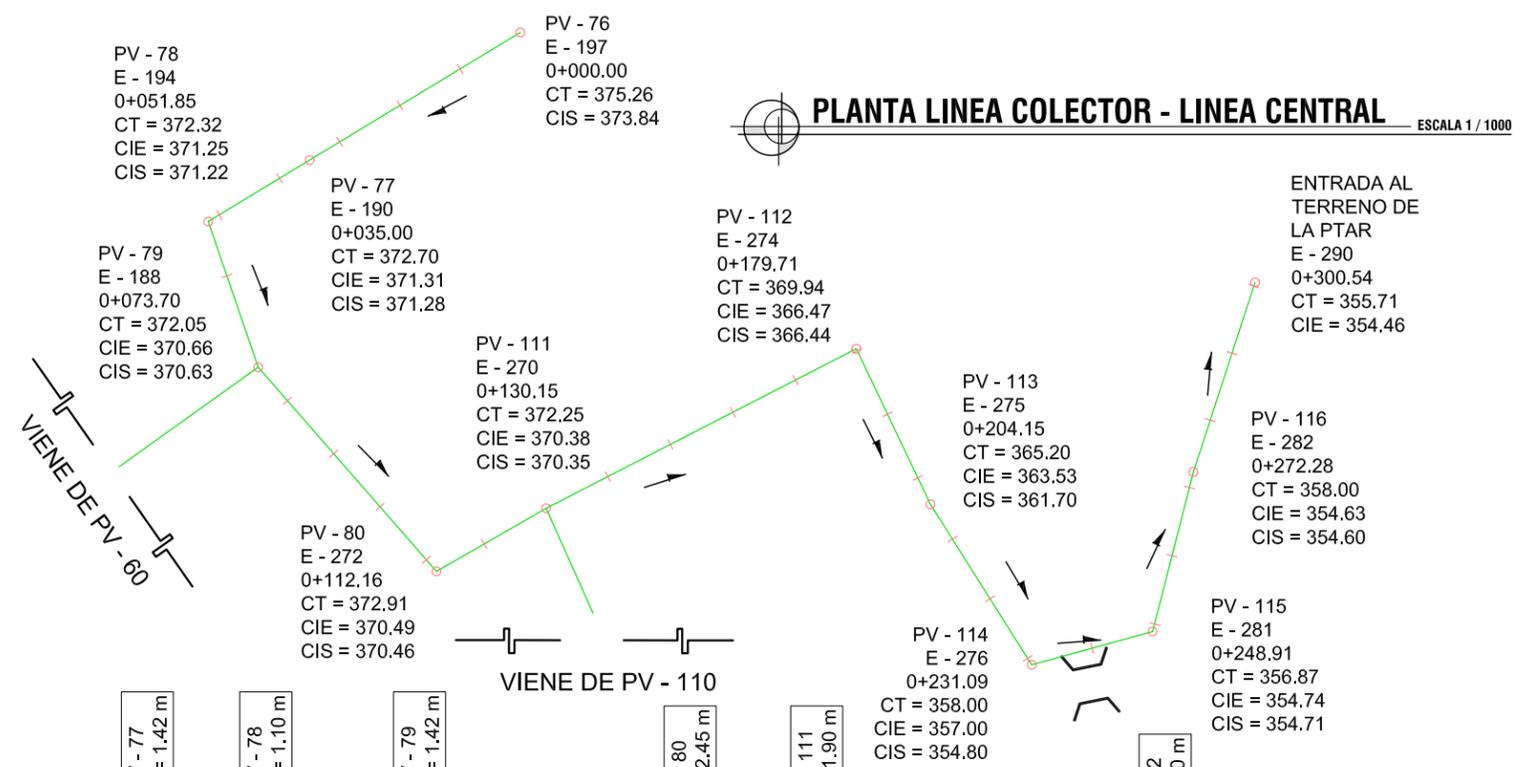
PLANOS:  
PLANTA - PERFIL DE DISTRIBUCIÓN DE POZOS

CÁLCULO:  
ADRIANA OROZCO

ESCALA:  
INDICADA

DIBUJO:  
ADRIANA OROZCO

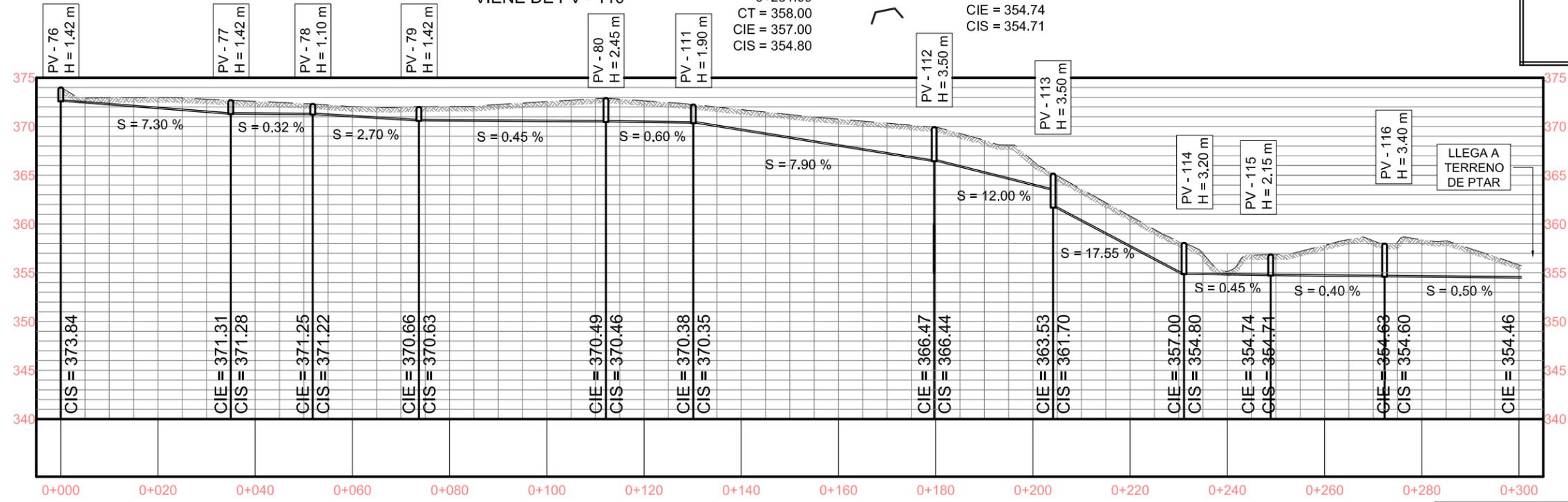
ASESOR-SUPERVISOR DE EPS: Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz  
HOJA: 16 / 21



NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	Pozo de Visita
	Ramal de Drenaje
	Dirección del Flujo
	Estación
	Diámetro de la Tubería
	Caja de Visita No.
	Pozo de Visita No.
	Cota del Terreno
	Tubería de PVC

No. de Pozo	No. de Pozo
H = Altura de Pozo (m)	H = Altura de Pozo (m)
494	494
492	492
490	490
S = Pendiente de tubería (%)	
Cota Invert de Entrada	Cota Invert de Salida
Cota Invert de Entrada	Cota Invert de Salida
Elevación (m)	Elevación (m)
Ø = Diámetro de tubería PVC (pulg)	Ø = Diámetro de tubería PVC (pulg)
Distancia Acumulada 0+000	Distancia Acumulada 0+000



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
E.P.S. INGENIERIA CIVIL 2012-2013

PROYECTO:  
ALCANTARILLADO SANITARIO  
UBICACIÓN:  
Cantón Los Puentes, Aldea San Antonio Serchil, San Marcos.

DISEÑO:  
ADRIANA OROZCO

PLANOS:  
PLANTA - PERFIL DE DISTRIBUCIÓN DE POZOS

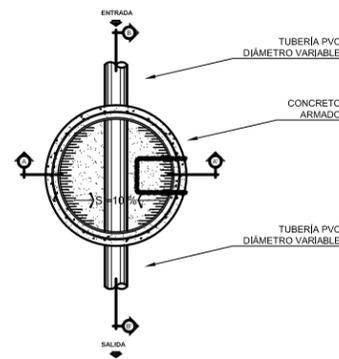
CÁLCULO:  
ADRIANA OROZCO

ESCALA:  
INDICADA

DIBUJO:  
ADRIANA OROZCO

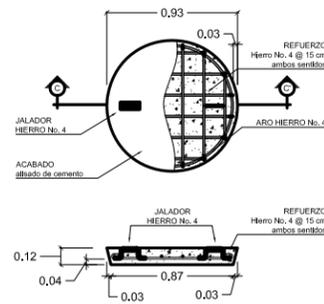
ASESOR-SUPERVISOR DE EPS: Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

HOJA: 17 / 21



**PLANTA**  
**POZO DE VISITA**

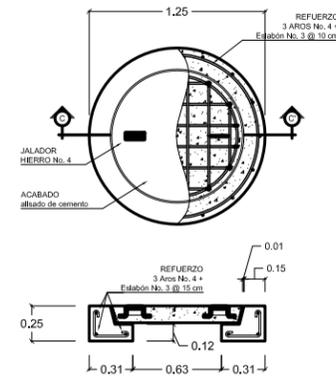
ESCALA 1/50



**PLANTA + SECCIÓN**

**TAPADERA**  
**POZO DE VISITA**

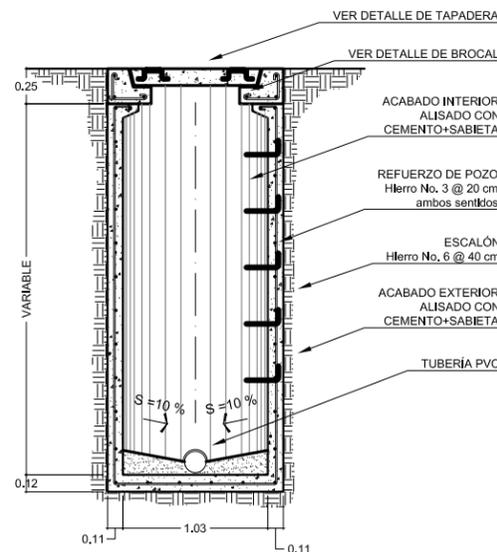
ESCALA 1/50



**PLANTA + SECCIÓN**

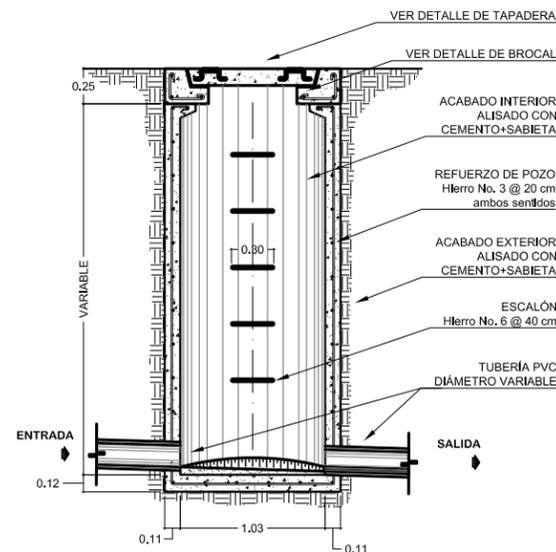
**BROCAL**  
**POZO DE VISITA**

ESCALA 1/50



**SECCION " A-A' "**  
**POZO DE VISITA**

ESCALA 1/40



**SECCION " B-B' "**  
**POZO DE VISITA**

ESCALA 1/40

**ESPECIFICACIONES:**

**ACERO:**

1.- El acero deberá tener un  $f_y = 2,800 \text{ kg/cm}^2$ .

**CONCRETO:**

2.- El concreto deberá tener un  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

3.- El agregado grueso deberá tener un diámetro mínimo de  $\frac{1}{2}$  pulg.

4.- El recubrimiento para concreto armado será de 3cm a 5cm.

**SABIETA:**

5.- El mortero a utilizar será de proporción 1:3 (Cemento gris, arena de río).

6.- El interior y exterior de los pozos irá con alizado (Espesor de 1cm).

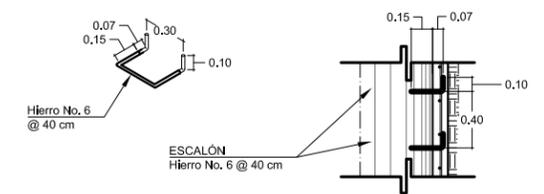
**NOTAS:**

7.- La tubería deberá unirse al colector general con una Yee de  $45^\circ$  a favor de la dirección del flujo.

8.- Las tapaderas de los pozos de visita deberán identificarse con la nomenclatura del plano de red general, en bajo relieve.

9.- La tubería para el colector principal debe ser según norma ASTM F949.

A) cualquier cambio ó modificacion en obra deberá ser autorizada por el arquitecto ó ingeniero supervisor de la obra.



**DETALLE**  
**ESCALONES**

ESCALA 1/50



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
E.P.S. INGENIERIA CIVIL 2012-2013

PROYECTO:  
ALCANTARILLADO SANITARIO  
UBICACIÓN:  
Cantón Los Puentes, Aldea San Antonio Serchil, San Marcos.

DISEÑO:  
ADRIANA OROZCO

PLANOS:  
DETALLE - POZOS DE VISITA

CÁLCULO:  
ADRIANA OROZCO

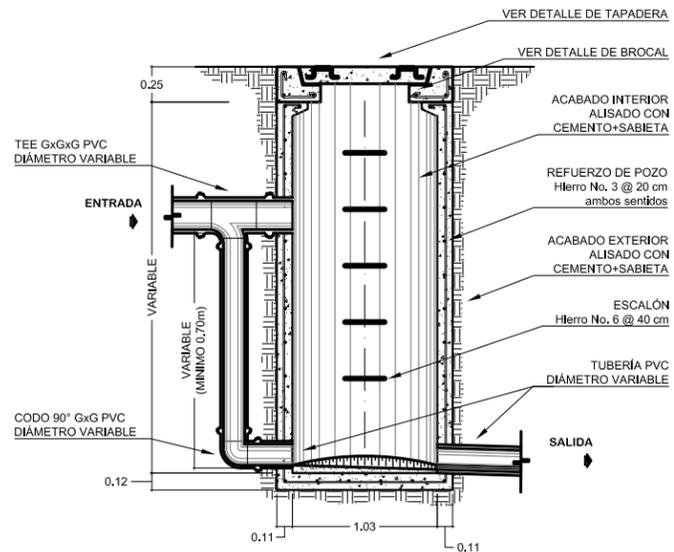
ASESOR-SUPERVISOR DE EPS: Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

ESCALA:  
INDICADA

DIBUJO:  
ADRIANA OROZCO

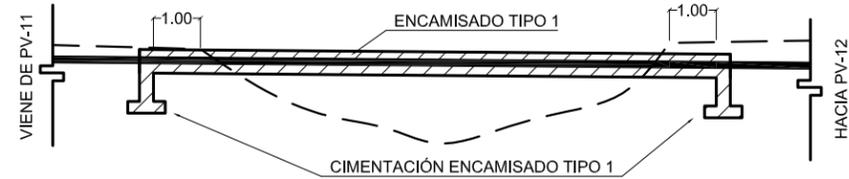
ASESOR-SUPERVISOR DE EPS: Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

HOJA: 18 / 21



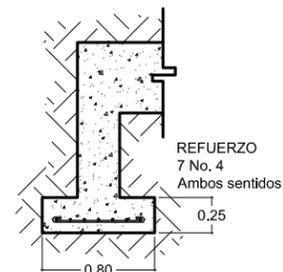
**DETALLE**  
**CÁMARA DE CAÍDA**

ESCALA 1/50



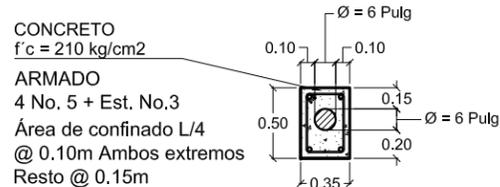
**DETALLE**  
**ENCAMISADO TIPO 1**  
**TUBERÍA**

ESCALA 1/50



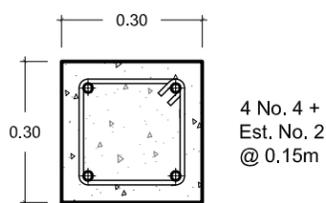
**SECCIÓN**  
**ZAPATA**  
**CIMENTACIÓN ENCAMISADO TIPO 1**

ESCALA 1/50



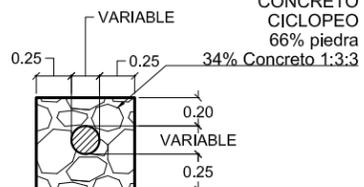
**SECCIÓN**  
**ENCAMISADO TIPO 1**  
**TUBERÍA**

ESCALA 1/50



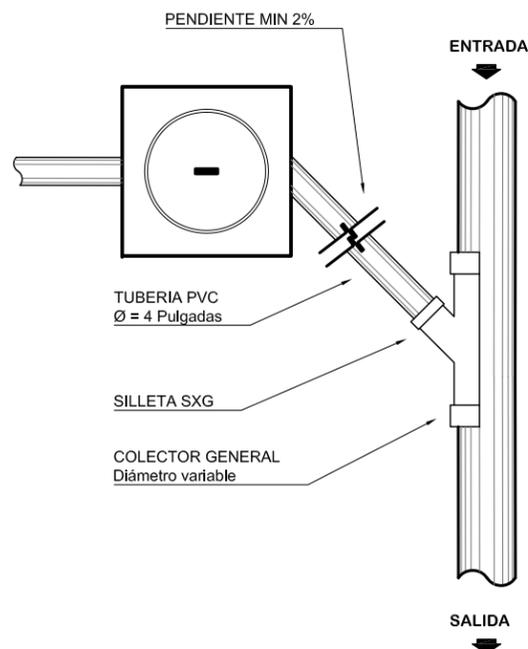
**SECCIÓN**  
**COLUMNA**  
**CIMENTACIÓN ENCAMISADO TIPO 1**

ESCALA 1/15



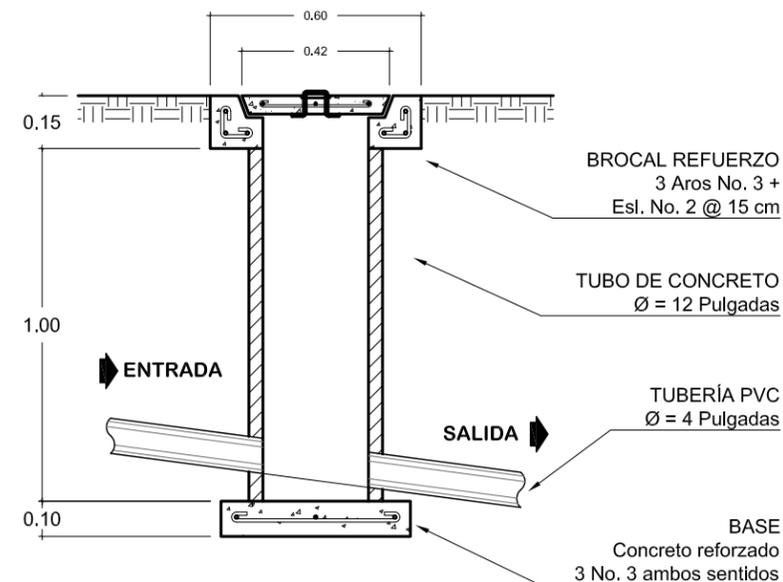
**SECCIÓN**  
**ENCAMISADO TIPO 2**  
**TUBERÍA**

ESCALA 1/50



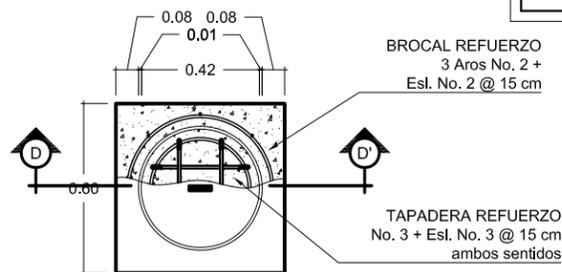
**PLANTA**  
**UNIÓN CONEXIÓN DOMICILIAR**  
**A COLECTOR GENERAL**

ESCALA 1/25



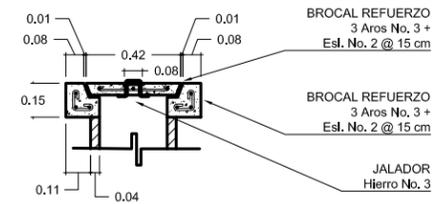
**SECCION**  
**TAPADERA + BROCAL**  
**CONEXIÓN DOMICILIAR**

ESCALA 1/10



**PLANTA**  
**TAPADERA + BROCAL**  
**CONEXIÓN DOMICILIAR**

ESCALA 1/25



**SECCIÓN**  
**TAPADERA + BROCAL**  
**CONEXIÓN DOMICILIAR**

ESCALA 1/50

**ESPECIFICACIONES:**

**ACERO:**

1.- El acero deberá tener un  $f_y = 2,800 \text{ kg/cm}^2$ .

**CONCRETO:**

- 2.- El concreto deberá tener un  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .
- 3.- El agregado grueso deberá tener un diámetro mínimo de  $\frac{1}{2}$  pulg.
- 4.- El recubrimiento para concreto armado será de 3cm a 5cm.

**SABIETA:**

- 5.- El mortero a utilizar será de proporción 1:3 (Cemento gris, arena de río).
- 6.- El interior y exterior de los pozos irá con alizado (Espesor de 1cm).

**NOTAS:**

- 7.- La tubería para las conexiones será de 4 pulg. de diámetro según norma ASTM F949.
- 8.- El encamisado tipo 1 se realizará solamente en el tramo del PV-11 a PV-12.
- 9.- El encamisado tipo 2 se colocará en tuberías que se encuentren enterradas a menos de 1 metro de la superficie del terreno y cuando la misma pase por debajo de ríos.

A) cualquier cambio ó modificacion en obra deberá ser autorizada por el arquitecto ó ingeniero supervisor de la obra.



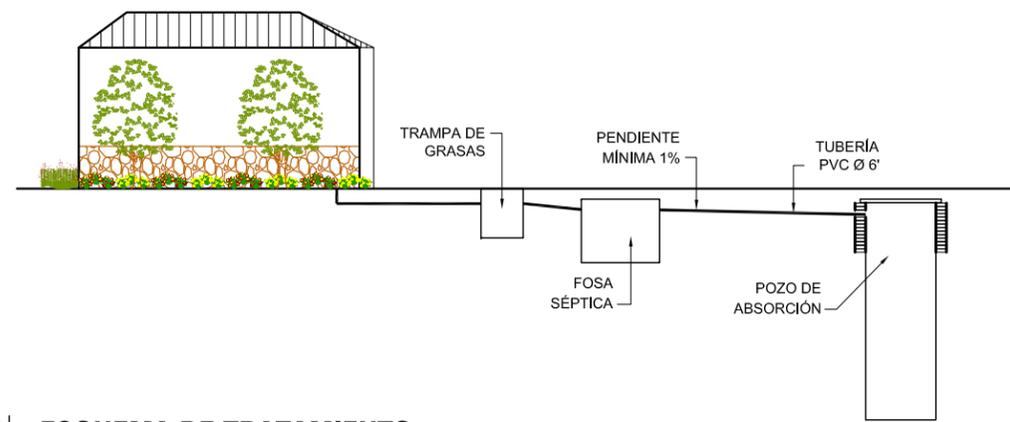
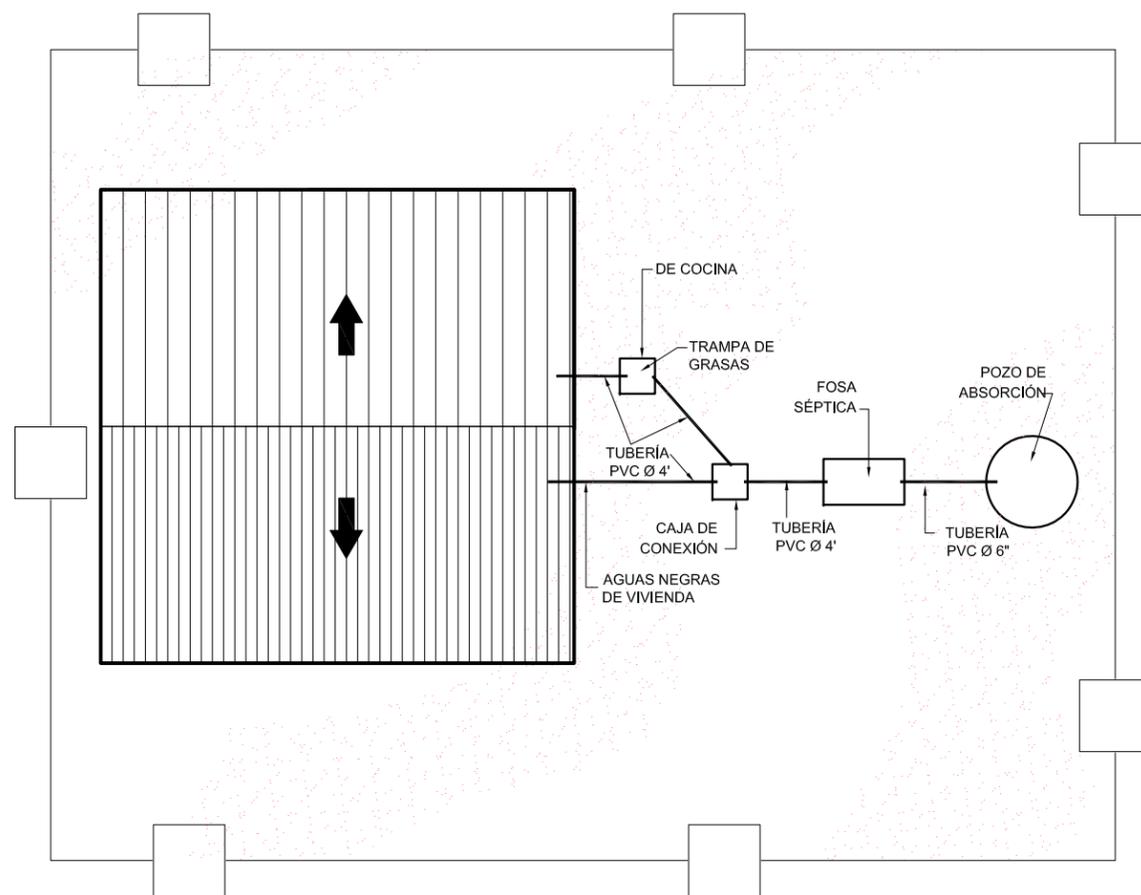
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
E.P.S. INGENIERIA CIVIL 2012-2013

PROYECTO:  
ALCANTARILLADO SANITARIO  
UBICACIÓN:  
Cantón Los Puentes, Aldea San Antonio Serchil, San Marcos.

DISEÑO:  
ADRIANA OROZCO  
CÁLCULO:  
ADRIANA OROZCO  
DIBUJO:  
ADRIANA OROZCO

PLANOS:  
DETALLE - OBRAS COMPLEMENTARIAS  
ASESOR-SUPERVISOR DE EPS: Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

ESCALA:  
INDICADA  
HOJA: 19 / 21



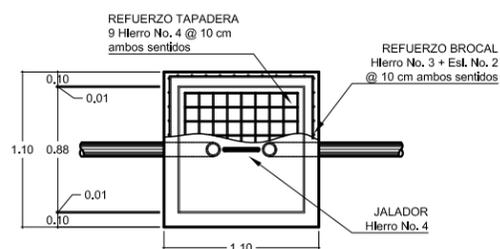
**ESQUEMA DE TRATAMIENTO**

SIN ESCALA

**NOTA:**

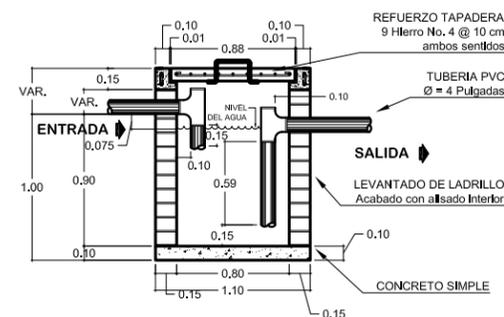
El sistema de tratamiento unifamiliar será para aquellas casas que no pudieron entrar en el alcantarillado sanitario debido a sus condiciones topográficas. Las unidades que conforman el sistema de tratamiento unifamiliar deberán cumplir con el esquema presentado; sin embargo la ubicación de cada unidad puede variar según el área que se disponga para el sistema de tratamiento en cada vivienda.

Cualquier cambio ó modificacion en obra deberá ser autorizada por el arquitecto ó ingeniero supervisor de la obra.



**PLANTA**  
**TRAMPA DE GRASAS**  
TRATAMIENTO UNIFAMILIAR

ESCALA 1/40



**SECCIÓN**  
**TRAMPA DE GRASAS**  
TRATAMIENTO UNIFAMILIAR

ESCALA 1/40



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
E.P.S. INGENIERIA CIVIL 2012-2013

PROYECTO:  
ALCANTARILLADO SANITARIO  
UBICACIÓN:  
Cantón Los Puentes, Aldea San Antonio Serchil, San Marcos.

DISEÑO:  
ADRIANA OROZCO

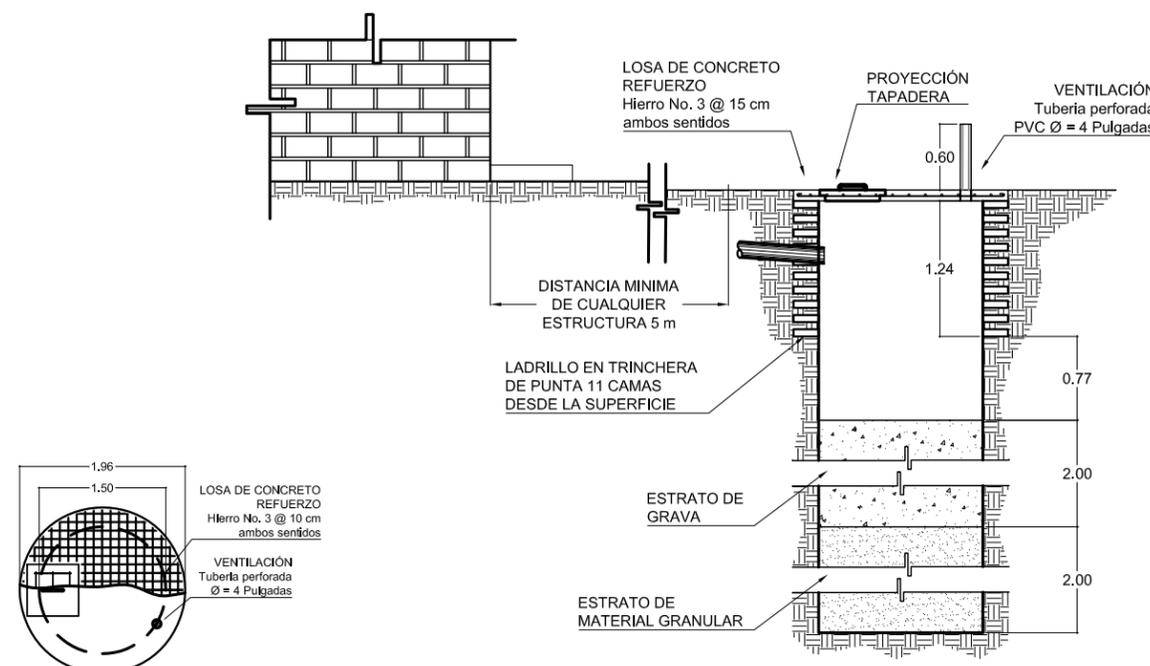
PLANOS:  
SISTEMA DE TRATAMIENTO UNIFAMILIAR

CÁLCULO:  
ADRIANA OROZCO

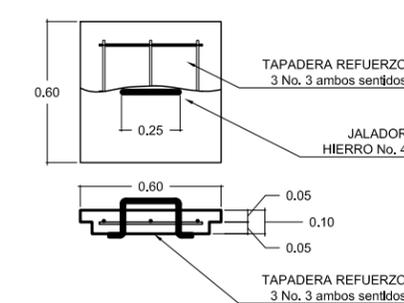
ESCALA:  
INDICADA

DIBUJO:  
ADRIANA OROZCO

ASESOR-SUPERVISOR DE EPS: Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz  
HOJA: 20 / 21

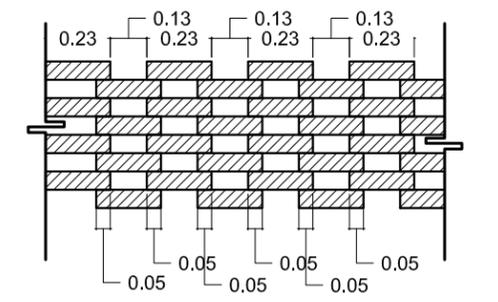


**PLANTA**  
**LOZA DE CONCRETO ARMADO**  
 TRATAMIENTO UNIFAMILIAR

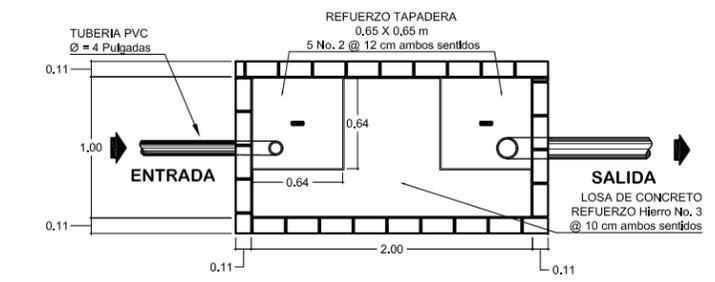


**PLANTA + SECCIÓN**  
**TAPADERA**  
 POZO DE ABSORCIÓN

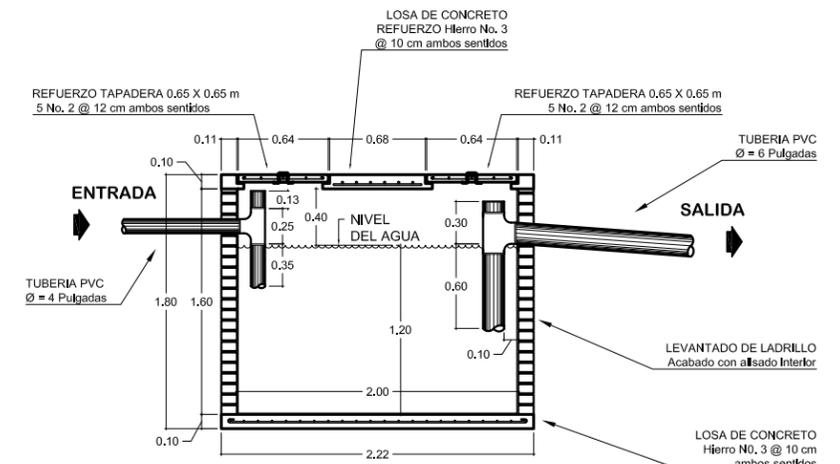
**SECCIÓN**  
**POZO DE ABSORCIÓN**  
 TRATAMIENTO UNIFAMILIAR



**DETALLE**  
**LADRILLO EN TRINCHERA**  
 POZO DE ABSORCIÓN



**PLANTA**  
**FOSA SÉPTICA**  
 TRATAMIENTO UNIFAMILIAR



**SECCIÓN**  
**FOSA SÉPTICA**  
 TRATAMIENTO UNIFAMILIAR



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
 E.P.S. INGENIERIA CIVIL 2012-2013

PROYECTO:  
 ALCANTARILLADO SANITARIO  
 UBICACIÓN:  
 Cantón Los Puentes, Aldea San Antonio Serchil, San Marcos.

DISEÑO:  
 ADRIANA OROZCO

PLANOS:  
 SISTEMA DE TRATAMIENTO UNIFAMILIAR

CÁLCULO:  
 ADRIANA OROZCO

ESCALA:  
 INDICADA

DIBUJO:  
 ADRIANA OROZCO

ASESOR-SUPERVISOR DE EPS: Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

HOJA: 21 / 21



Guatemala, 31 de mayo 2013

**Adriana Daniela Orozco Miranda**

Presente

Por este medio me es grato saludarle y desearle éxitos en las actividades que realiza. Al mismo tiempo me permito presentarle el resultado de la Caracterización Mineralógico - Macroscópico de la muestra de roca, recibida el día 23 de mayo de 2013, con ubicación en Aldea Belajuyape, Concepción Tutuapa, San Marcos, Guatemala.

**Muestra**

Estructura:	Compacta
Textura:	Fina
Nombre:	Roca Ígnea - Toba soldada, ignimbrita
Color:	Beige
Brillo:	No metálico
Composición:	Félsica, Síliceo, SiO <sub>2</sub>
Utilidad Práctica:	Posee escaso interés económico

Sin otro particular, me suscribo.

Respetuosamente,

*"Id y enseñad a todos"*

**Ing. Carla Gordillo de Marchena**  
Geólogo - Minero  
Profesora - Investigadora  
CESEM - USAC



**APÉNDICE F: PRESUPUESTO INTEGRADO, DESGLOSADO Y CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN  
AMPLIACIÓN DE LA ESCUELA PRIMARIA DE LA ALDEA BELAJUYAPE, CONCEPCIÓN TUTUAPA, SAN MARCOS.**

**INTEGRACIÓN DE COSTOS**

<b>PROYECTO:</b>	<b>AMPLIACIÓN ESCUELA PRIMARIA</b>
<b>UBICACIÓN:</b>	<b>ALDEA BELAJUYAPE</b>
<b>MUNICIPIO:</b>	<b>CONCEPCIÓN TUTUAPA</b>
<b>DEPARTAMENTO:</b>	<b>SAN MARCOS</b>
<b>FECHA:</b>	<b>Enero 2014.</b>

No.	Descripción del Renglón de Trabajo	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
1	TRABAJOS PRELIMINARES	245.00	m <sup>2</sup>	Q 20.00	Q 4,900.00
2	ZAPATA (1.80m x 1.80m x 0.40m)	14.00	Unidad	Q 4,580.00	Q 64,120.00
5	SOLERA HIDROFUGA	80.00	ml	Q 150.00	Q 12,000.00
6	SOLERA INTERMEDIA	63.00	ml	Q 158.00	Q 9,954.00
7	SOLERA SILLAR	98.00	ml	Q 166.00	Q 16,268.00
8	COLUMNA C-1	105.00	ml	Q 810.00	Q 85,050.00
9	COLUMNA C-2	111.00	ml	Q 230.00	Q 25,530.00
10	COLUMNA C-3	20.00	ml	Q 223.00	Q 4,460.00
11	COLUMNA C-4	20.00	ml	Q 166.00	Q 3,320.00
12	COLUMNA C-5	8.80	ml	Q 130.00	Q 1,144.00
13	LEVANTADO DE MURO DE BLOCK CISADO	210.00	m <sup>2</sup>	Q 276.25	Q 58,012.50
14	VIGA TIPO 1	65.00	ml	Q 625.00	Q 40,625.00
15	VIGA TIPO 2	65.00	ml	Q 605.00	Q 39,325.00
16	VIGA TIPO 3	96.00	ml	Q 560.00	Q 53,760.00
17	LOSA	457.00	m <sup>2</sup>	Q 643.00	Q 293,851.00
18	REPELLO + CERNIDO EN VIGAS Y COLUMNAS	325.00	m <sup>2</sup>	Q 124.00	Q 40,300.00
19	VENTANERIA	68.00	m <sup>2</sup>	Q 750.00	Q 51,000.00
20	PUERTAS	6.00	Unidad	Q 2,885.00	Q 17,310.00
21	PISO DE CONCRETO	495.00	m <sup>2</sup>	Q 135.00	Q 66,825.00
22	INSTALACIÓN ELÉCTRICA	1.00	Global	Q 28,444.00	Q 28,444.00
23	MODULO DE GRADAS	1.00	Unidad	Q 51,850.00	Q 51,850.00
24	LIMPIEZA FINAL	1.00	Global	Q 3,500.00	Q 3,500.00
<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>					<b>Q971,548.50</b>

El Presente Presupuesto Ascende a:

**Novcientos setenta y un mil quinientos cuarenta y ocho con cincuenta centavos.**

### DESGLOSE DEL PRESUPUESTO

PROYECTO:	AMPLIACIÓN ESCUELA PRIMARIA
UBICACIÓN:	ALDEA BELAJUYAPE
MUNICIPIO:	CONCEPCIÓN TUTUAPA
DEPARTAMENTO:	SAN MARCOS
FECHA:	Enero 2014.

#### 1. TRABAJOS PRELIMINARES

Descripción Actividad	Cantidad	Unidad	Precio U	Total
Trazo y Replanteo	245.00	m <sup>2</sup>	Q 20.00	Q 4,900.00

MATERIALES Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Cal hidratada	2	Sacos	Q 35.00	Q 70.00
Hilo plástico	2	Rollos	Q 6.00	Q 12.00
Clavos	5	Libras	Q 8.00	Q 40.00
Estacas	40	Unidad	Q 5.00	Q 200.00
Machetes	2	Unidad	Q 40.00	Q 80.00
Azadón	3	Unidad	Q 60.00	Q 180.00
<b>sub total</b>				<b>Q 582.00</b>
MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Limpieza	1.00	Global	Q 1,000.00	Q 1,000.00
Trazo	1.00	Global	Q 1,200.00	Q 1,200.00
Estaqueado	1.00	Global	Q 1,000.00	Q 1,000.00
<b>sub total</b>				<b>Q 3,200.00</b>
<b>Costos Indirectos</b>				<b>Q 1,118.00</b>
<b>TOTAL DEL RENGLÓN</b>				<b>Q 4,900.00</b>

#### 2. ZAPATA (1.80m x 1.80m x 0.40m)

Descripción Actividad	Cantidad	Unidad	Precio U	Total
ZAPATA (1.80m x 1.80m x 0.40m)	14.00	Unidad	Q 4,580.00	Q 64,120.00

MATERIALES Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Cemento	191	Saco	Q 78.00	Q 14,898.00
Arena de río	7	m <sup>3</sup>	Q 280.00	Q 1,960.00
Piedrín triturado	13	m <sup>3</sup>	Q 320.00	Q 4,160.00
Hierro No. 6	91	Varillas	Q 120.00	Q 10,920.00
Alambre de amarre	200	Libras	Q 8.00	Q 1,600.00
<b>sub total</b>				<b>Q 33,538.00</b>
MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Excavación	98.00	m <sup>3</sup>	Q 35.00	Q 3,430.00
Armado hierro No. 6	176.00	ml	Q 56.00	Q 9,856.00
Fundición	14.00	Unidad	Q 180.00	Q 2,520.00
<b>sub total</b>				<b>Q 15,806.00</b>
<b>Costos Indirectos</b>				<b>Q 14,776.00</b>
<b>TOTAL DEL RENGLÓN</b>				<b>Q 64,120.00</b>

#### 3. SOLERA HIDROFUGA

Descripción Actividad	Cantidad	Unidad	Precio U	Total
SOLERA HIDROFUGA (0.15m x 0.20m)	80.00	ml	Q 150.00	Q 12,000.00

MATERIALES Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Cemento	25	Saco	Q 78.00	Q 1,950.00
Arena de río	1	m <sup>3</sup>	Q 280.00	Q 280.00
Piedrín triturado	2	m <sup>3</sup>	Q 320.00	Q 640.00
Hierro No. 2	50	Varillas	Q 15.00	Q 750.00

**APÉNDICE F: PRESUPUESTO INTEGRADO, DESGLOSADO Y CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN**  
**AMPLIACIÓN DE LA ESCUELA PRIMARIA DE LA ALDEA BELAJUYAPE, CONCEPCIÓN TUTUAPA, SAN MARCOS.**

Hierro No. 3	56	Varillas	Q	35.00	Q	1,960.00
Madera para formaleta	1	Global	Q	390.00	Q	390.00
Alambre de amarre	25	Libras	Q	8.00	Q	200.00
<b>sub total</b>					<b>Q</b>	<b>6,170.00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>		<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>PRECIO U.</b>	<b>TOTAL</b>	
Armado hierro No. 2 y No. 3	80.00	ml	Q	12.50	Q	1,000.00
Encofrado	80.00	ml	Q	12.50	Q	1,000.00
Fundición	80.00	ml	Q	15.00	Q	1,200.00
<b>sub total</b>					<b>Q</b>	<b>3,200.00</b>
<b>Costos Indirectos</b>					<b>Q</b>	<b>2,630.00</b>
<b>TOTAL DEL RENGLÓN</b>					<b>Q</b>	<b>12,000.00</b>

**4. SOLERA INTERMEDIA**

Descripción Actividad	Cantidad	Unidad	Precio U	Total
<b>SOLERA INTERMEDIA (0.15m x 0.20m)</b>	63.00	ml	Q 158.00	Q 9,954.00

<b>MATERIALES Y HERRAMIENTA</b>		<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>PRECIO U.</b>	<b>TOTAL</b>	
Cemento	20	Saco	Q	78.00	Q	1,560.00
Arena de río	1	m <sup>3</sup>	Q	280.00	Q	280.00
Piedrín triturado	2	m <sup>3</sup>	Q	320.00	Q	640.00
Hierro No. 2	39	Varillas	Q	15.00	Q	585.00
Hierro No. 3	44	Varillas	Q	35.00	Q	1,540.00
Madera para formaleta	1	Global	Q	390.00	Q	390.00
Alambre de amarre	20	Libras	Q	8.00	Q	160.00
<b>sub total</b>					<b>Q</b>	<b>5,155.00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>		<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>PRECIO U.</b>	<b>TOTAL</b>	
Armado hierro No. 2 y No. 3	63.00	ml	Q	12.00	Q	756.00
Encofrado	63.00	ml	Q	15.00	Q	945.00
Fundición	63.00	ml	Q	13.00	Q	819.00
<b>sub total</b>					<b>Q</b>	<b>2,520.00</b>
<b>Costos Indirectos</b>					<b>Q</b>	<b>2,279.00</b>
<b>TOTAL DEL RENGLÓN</b>					<b>Q</b>	<b>9,954.00</b>

**5. SOLERA SILLAR**

Descripción Actividad	Cantidad	Unidad	Precio U	Total
<b>SOLERA SILLAR</b>	98.00	ml	Q 166.00	Q 16,268.00

<b>MATERIALES Y HERRAMIENTA</b>		<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>PRECIO U.</b>	<b>TOTAL</b>	
Cemento	29	Saco	Q	78.00	Q	2,262.00
Arena de río	1	m <sup>3</sup>	Q	280.00	Q	280.00
Piedrín triturado	5	m <sup>3</sup>	Q	320.00	Q	1,600.00
Hierro No. 2	40	Varillas	Q	15.00	Q	600.00
Hierro No. 3	52	Varillas	Q	35.00	Q	1,820.00
Madera para formaleta	1	Global	Q	390.00	Q	390.00
Block "U"	264	Unidad	Q	6.50	Q	1,716.00
Alambre de amarre	30	Libras	Q	8.00	Q	240.00
<b>sub total</b>					<b>Q</b>	<b>8,908.00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>		<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>PRECIO U.</b>	<b>TOTAL</b>	
Armado hierro No. 2 y No. 3	98.00	ml	Q	9.70	Q	950.60
Encofrado	98.00	ml	Q	15.30	Q	1,499.40
Fundición	98.00	ml	Q	12.25	Q	1,200.50
<b>sub total</b>					<b>Q</b>	<b>3,650.50</b>
<b>Costos Indirectos</b>					<b>Q</b>	<b>3,709.50</b>
<b>TOTAL DEL RENGLÓN</b>					<b>Q</b>	<b>16,268.00</b>

**APÉNDICE F: PRESUPUESTO INTEGRADO, DESGLOSADO Y CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN**  
**AMPLIACIÓN DE LA ESCUELA PRIMARIA DE LA ALDEA BELAJUYAPE, CONCEPCIÓN TUTUAPA, SAN MARCOS.**

**6. COLUMNA C-1**

Descripción Actividad	Cantidad	Unidad	Precio U	Total
<b>COLUMNA C-1 (0.35m x 0.35m)</b>	105.00	ml	Q 810.00	Q 85,050.00

MATERIALES Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Cemento	99	Saco	Q 78.00	Q 7,722.00
Arena de río	4	m <sup>3</sup>	Q 280.00	Q 1,120.00
Piedrín triturado	7	m <sup>3</sup>	Q 320.00	Q 2,240.00
Hierro No. 3	252	Varillas	Q 35.00	Q 8,820.00
Hierro No. 8	77	Varillas	Q 400.00	Q 30,800.00
Madera para folmaleta	1	Global	Q 1,170.00	Q 1,170.00
Alambre de amarre	100	Libras	Q 8.00	Q 800.00
<b>sub total</b>				<b>Q 52,672.00</b>
MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Armado de columna C-1	105.00	ml	Q 28.55	Q 2,997.75
Encofrado	105.00	ml	Q 36.20	Q 3,801.00
Fundición	105.00	ml	Q 57.15	Q 6,000.75
<b>sub total</b>				<b>Q 12,799.50</b>
<b>Costos Indirectos</b>				<b>Q 19,578.50</b>
<b>TOTAL DEL RENGLÓN</b>				<b>Q 85,050.00</b>

**7. COLUMNA C-2**

Descripción Actividad	Cantidad	Unidad	Precio U	Total
<b>COLUMNA C-2 (0.20m x 0.15m)</b>	111.00	ml	Q 230.00	Q 25,530.00

MATERIALES Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Cemento	35	Saco	Q 78.00	Q 2,730.00
Arena de río	2	m <sup>3</sup>	Q 280.00	Q 560.00
Piedrín triturado	3	m <sup>3</sup>	Q 320.00	Q 960.00
Hierro No. 2	73	Varillas	Q 15.00	Q 1,095.00
Hierro No. 3	74	Varillas	Q 35.00	Q 2,590.00
Madera para folmaleta	1	Global	Q 1,170.00	Q 1,170.00
Alambre de amarre	100	Libras	Q 8.00	Q 800.00
<b>sub total</b>				<b>Q 9,905.00</b>
MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Armado de columna C-2	111.00	ml	Q 23.40	Q 2,597.40
Encofrado	111.00	ml	Q 23.45	Q 2,602.95
Fundición	111.00	ml	Q 40.55	Q 4,501.05
<b>sub total</b>				<b>Q 9,701.40</b>
<b>Costos Indirectos</b>				<b>Q 5,923.60</b>
<b>TOTAL DEL RENGLÓN</b>				<b>Q 25,530.00</b>

**8. COLUMNA C-3**

Descripción Actividad	Cantidad	Unidad	Precio U	Total
<b>COLUMNA C-3 (0.15m x 0.15m)</b>	20.00	ml	Q 223.00	Q 4,460.00

MATERIALES Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Cemento	5	Saco	Q 78.00	Q 390.00
Arena de río	1	m <sup>3</sup>	Q 280.00	Q 280.00
Piedrín triturado	1	m <sup>3</sup>	Q 320.00	Q 320.00
Hierro No. 2	10	Varillas	Q 15.00	Q 150.00
Hierro No. 3	14	Varillas	Q 35.00	Q 490.00
Madera para folmaleta	1	Global	Q 390.00	Q 390.00
Alambre de amarre	15	Libras	Q 8.00	Q 120.00
<b>sub total</b>				<b>Q 2,140.00</b>

**APÉNDICE F: PRESUPUESTO INTEGRADO, DESGLOSADO Y CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN**  
**AMPLIACIÓN DE LA ESCUELA PRIMARIA DE LA ALDEA BELAJUYAPE, CONCEPCIÓN TUTUAPA, SAN MARCOS.**

MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Armado de columna C-3	20.00	ml	Q 20.00	Q 400.00
Encofrado	20.00	ml	Q 20.00	Q 400.00
Fundición	20.00	ml	Q 25.00	Q 500.00
<b>sub total</b>				<b>Q 1,300.00</b>
<b>Costos Indirectos</b>				<b>Q 1,020.00</b>
<b>TOTAL DEL RENGLÓN</b>				<b>Q 4,460.00</b>

**9. COLUMNA C-4**

Descripción Actividad	Cantidad	Unidad	Precio U.	Total
<b>COLUMNA C-4 (0.10m x 0.15m)</b>	20.00	ml	Q 166.00	Q 3,320.00

MATERIALES Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Cemento	3	Saco	Q 78.00	Q 234.00
Arena de río	1	m <sup>3</sup>	Q 280.00	Q 280.00
Piedrín triturado	1	m <sup>3</sup>	Q 320.00	Q 320.00
Hierro No. 2	2	Varillas	Q 15.00	Q 30.00
Hierro No. 3	7	Varillas	Q 35.00	Q 245.00
Madera para folmaleta	1	Global	Q 390.00	Q 390.00
Alambre de amarre	10	Libras	Q 8.00	Q 80.00
<b>sub total</b>				<b>Q 1,579.00</b>
MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Armado de columna C-4	20.00	ml	Q 10.00	Q 200.00
supervisión	20.00	ml	Q 20.00	Q 400.00
Fundición	20.00	ml	Q 19.00	Q 380.00
<b>sub total</b>				<b>Q 980.00</b>
<b>Costos Indirectos</b>				<b>Q 761.00</b>
<b>TOTAL DEL RENGLÓN</b>				<b>Q 3,320.00</b>

**10. COLUMNA C-5**

Descripción Actividad	Cantidad	Unidad	Precio U.	Total
<b>COLUMNA C-5 (0.10m x 0.10m)</b>	8.80	ml	Q 130.00	Q 1,144.00

MATERIALES Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Cemento	1	Saco	Q 78.00	Q 78.00
Arena de río	0.1	m <sup>3</sup>	Q 280.00	Q 28.00
Piedrín triturado	0.2	m <sup>3</sup>	Q 320.00	Q 64.00
Hierro No. 2	1	Varillas	Q 15.00	Q 15.00
Hierro No. 3	3	Varillas	Q 35.00	Q 105.00
Madera para folmaleta	1	Global	Q 195.00	Q 195.00
Alambre de amarre	5	Libras	Q 8.00	Q 40.00
<b>sub total</b>				<b>Q 525.00</b>
MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Armado y fundición	8.80	ml	Q 17.00	Q 149.60
supervisión	8.80	ml	Q 22.75	Q 200.20
<b>sub total</b>				<b>Q 349.80</b>
<b>Costos Indirectos</b>				<b>Q 269.20</b>
<b>TOTAL DEL RENGLÓN</b>				<b>Q 1,144.00</b>

**11. LEVANTADO DE MURO DE BLOCK CISADO**

Descripción Actividad	Cantidad	Unidad	Precio U.	Total
<b>LEVANTADO DE MURO DE BLOCK CISADO</b>	210.00	m <sup>2</sup>	Q 276.25	Q 58,012.50

MATERIALES Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Cemento	62	Saco	Q 78.00	Q 4,836.00
Arena de río	6	m <sup>3</sup>	Q 280.00	Q 1,680.00

**APÉNDICE F: PRESUPUESTO INTEGRADO, DESGLOSADO Y CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN**  
**AMPLIACIÓN DE LA ESCUELA PRIMARIA DE LA ALDEA BELAJUYAPE, CONCEPCIÓN TUTUAPA, SAN MARCOS.**

Block (0.14m x 0.19m x 0.39m)	2940	Unidad	Q 8.00	Q 23,520.00
Poliestireno (Duroport)	35	Unidad	Q 12.00	Q 420.00
<b>sub total</b>				<b>Q 30,036.00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>		<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>PRECIO U.</b>
Levantado y pegado de muro de block cisado	210.00	m <sup>2</sup>	Q 71.00	Q 14,910.00
<b>sub total</b>				<b>Q 14,910.00</b>
<b>Costos Indirectos</b>				<b>Q 13,066.50</b>
<b>TOTAL DEL RENGLÓN</b>				<b>Q 58,012.50</b>

**12. VIGA TIPO 1**

Descripción Actividad	Cantidad	Unidad	Precio U	Total
VIGA TIPO 1 (0.25m x 0.50m)	65.00	ml	Q 625.00	Q 40,625.00

MATERIALES Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Cemento	82	Saco	Q 78.00	Q 6,396.00
Arena de río	3	m <sup>3</sup>	Q 280.00	Q 840.00
Piedrín triturado	6	m <sup>3</sup>	Q 320.00	Q 1,920.00
Hierro No. 3	85	Varillas	Q 35.00	Q 2,975.00
Hierro No. 5	5	Varillas	Q 94.00	Q 470.00
Hierro No. 6	54	Varillas	Q 120.00	Q 6,480.00
Madera para folmaleta	1	Global	Q 780.00	Q 780.00
Alambre de amarre	40	Libras	Q 8.00	Q 320.00
<b>sub total</b>				<b>Q 20,181.00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>		<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>PRECIO U.</b>
Armado de viga tipo 1	65.00	ml	Q 49.20	Q 3,198.00
Encofrado	65.00	ml	Q 46.15	Q 2,999.75
Fundición	65.00	ml	Q 77.00	Q 5,005.00
<b>sub total</b>				<b>Q 11,202.75</b>
<b>Costos Indirectos</b>				<b>Q 9,241.25</b>
<b>TOTAL DEL RENGLÓN</b>				<b>Q 40,625.00</b>

**13. VIGA TIPO 2**

Descripción Actividad	Cantidad	Unidad	Precio U	Total
VIGA TIPO 2 (0.25m x 0.50m)	65.00	ml	Q 605.00	Q 39,325.00

MATERIALES Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Cemento	82	Saco	Q 78.00	Q 6,396.00
Arena de río	3	m <sup>3</sup>	Q 280.00	Q 840.00
Piedrín triturado	6	m <sup>3</sup>	Q 320.00	Q 1,920.00
Hierro No. 3	85	Varillas	Q 35.00	Q 2,975.00
Hierro No. 5	5	Varillas	Q 94.00	Q 470.00
Hierro No. 6	46	Varillas	Q 120.00	Q 5,520.00
Madera para folmaleta	1	Global	Q 780.00	Q 780.00
Alambre de amarre	40	Libras	Q 8.00	Q 320.00
<b>sub total</b>				<b>Q 19,221.00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>		<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>PRECIO U.</b>
Armado de viga tipo 2	65.00	ml	Q 46.15	Q 2,999.75
Encofrado	65.00	ml	Q 46.15	Q 2,999.75
Fundición	65.00	ml	Q 76.90	Q 4,998.50
<b>sub total</b>				<b>Q 10,998.00</b>
<b>Costos Indirectos</b>				<b>Q 9,106.00</b>
<b>TOTAL DEL RENGLÓN</b>				<b>Q 39,325.00</b>

**APÉNDICE F: PRESUPUESTO INTEGRADO, DESGLOSADO Y CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN**  
**AMPLIACIÓN DE LA ESCUELA PRIMARIA DE LA ALDEA BELAJUYAPE, CONCEPCIÓN TUTUAPA, SAN MARCOS.**

**14. VIGA TIPO 3**

Descripción Actividad	Cantidad	Unidad	Precio U	Total
VIGA TIPO 2 (0.25m x 0.50m)	96.00	ml	Q 560.00	Q 53,760.00

MATERIALES Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Cemento	126	Saco	Q 78.00	Q 9,828.00
Arena de río	5	m <sup>3</sup>	Q 280.00	Q 1,400.00
Piedrín triturado	9	m <sup>3</sup>	Q 320.00	Q 2,880.00
Hierro No. 3	142	Varillas	Q 35.00	Q 4,970.00
Hierro No. 5	67	Varillas	Q 94.00	Q 6,298.00
Madera para folmaleta	1	Global	Q 1,560.00	Q 1,560.00
Alambre de amarre	80	Libras	Q 8.00	Q 640.00
<b>sub total</b>				<b>Q 27,576.00</b>
MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Armado de viga tipo 3	96.00	ml	Q 39.55	Q 3,796.80
Encofrado	96.00	ml	Q 39.60	Q 3,801.60
Fundición	96.00	ml	Q 64.60	Q 6,201.60
<b>sub total</b>				<b>Q 13,800.00</b>
<b>Costos Indirectos</b>				<b>Q 12,384.00</b>
<b>TOTAL DEL RENGLÓN</b>				<b>Q 53,760.00</b>

**15. LOSA**

Descripción Actividad	Cantidad	Unidad	Precio U	Total
LOSA (t=0.13m)	457.00	m <sup>2</sup>	Q 643.00	Q 293,851.00

MATERIALES Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Cemento	624	Saco	Q 78.00	Q 48,672.00
Arena de río	21	m <sup>3</sup>	Q 280.00	Q 5,880.00
Piedrín triturado	42	m <sup>3</sup>	Q 320.00	Q 13,440.00
Hierro No. 3	1317	Varillas	Q 35.00	Q 46,095.00
Madera para folmaleta	1	Global	Q 19,500.00	Q 19,500.00
Alambre de amarre	800	Libras	Q 8.00	Q 6,400.00
<b>sub total</b>				<b>Q 139,987.00</b>
MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Armado de losa	457.00	m2	Q 61.25	Q 27,991.25
Encofrado	457.00	m2	Q 39.40	Q 18,005.80
Fundición	457.00	m2	Q 87.55	Q 40,010.35
<b>sub total</b>				<b>Q 86,007.40</b>
<b>Costos Indirectos</b>				<b>Q 67,856.60</b>
<b>TOTAL DEL RENGLÓN</b>				<b>Q 293,851.00</b>

**16. REPELLO + CERNIDO EN VIGAS Y COLUMNAS**

Descripción Actividad	Cantidad	Unidad	Precio U	Total
REPELLO + CERNIDO EN VIGAS Y COLUMNAS	325.00	m <sup>2</sup>	Q 124.00	Q 40,300.00

MATERIALES Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Cemento	48	Saco		Q -
Arena de río	50	m <sup>3</sup>	Q 280.00	Q 14,000.00
Cal hidratada	75	Saco	Q 35.00	Q 2,625.00
Arena blanca	35	m <sup>3</sup>	Q 290.00	Q 10,150.00
<b>sub total</b>				<b>Q 26,775.00</b>
MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Acabados	325.00	Global	Q 12.90	Q 4,192.50
<b>sub total</b>				<b>Q 4,192.50</b>
<b>Costos Indirectos</b>				<b>Q 9,332.50</b>
<b>TOTAL DEL RENGLÓN</b>				<b>Q 40,300.00</b>

**APÉNDICE F: PRESUPUESTO INTEGRADO, DESGLOSADO Y CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN**  
**AMPLIACIÓN DE LA ESCUELA PRIMARIA DE LA ALDEA BELAJUYAPE, CONCEPCIÓN TUTUAPA, SAN MARCOS.**

**17. VENTANERIA**

Descripción Actividad	Cantidad	Unidad	Precio U	Total
<b>VENTANERIA</b>	68.00	m <sup>2</sup>	Q 750.00	Q 51,000.00

MATERIALES Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Vidrio claro de 4mm	74	m <sup>2</sup>	Q 40.00	Q 2,960.00
Angular de 3/4"	118	Unidad	Q 130.00	Q 15,340.00
Varilla plana de 3/16"	14	Unidad	Q 150.00	Q 2,100.00
Tornillos expansivos	250	Unidad	Q 3.00	Q 750.00
Sellador elástico	4	Galon	Q 300.00	Q 1,200.00
Pintura anticorrosiva	3	Cubeta	Q 650.00	Q 1,950.00
Pintura de aciete color azul nacional	2	Cubeta	Q 750.00	Q 1,500.00
Electrodo	1	Global	Q 400.00	Q 400.00
<b>sub total</b>				<b>Q 26,200.00</b>
MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Hechura e instalación	68.00	m2	Q 191.15	Q 12,998.20
<b>sub total</b>				<b>Q 12,998.20</b>
<b>Costos Indirectos</b>				<b>Q 11,801.80</b>
<b>TOTAL DEL RENGLÓN</b>				<b>Q 51,000.00</b>

**18. PUERTAS**

Descripción Actividad	Cantidad	Unidad	Precio U	Total
<b>PUERTAS</b>	6.00	Unidad	Q 2,885.00	Q 17,310.00

MATERIALES Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Lámina lisa calibre 3/64	5	Unidad	Q 450.00	Q 2,250.00
Tubo cuadrado 3/4	9	Varila	Q 130.00	Q 1,170.00
Agunlar de 1"	10	Varilla	Q 120.00	Q 1,200.00
Tornillos para fijación	24	Unidad	Q 2.00	Q 48.00
Chapa	6	Galon	Q 200.00	Q 1,200.00
Pintura anticorrosiva	3	Cubeta	Q 650.00	Q 1,950.00
Pintura de aciete color azul nacional	2	Cubeta	Q 750.00	Q 1,500.00
Electrodo	1	Global	Q 400.00	Q 400.00
<b>sub total</b>				<b>Q 9,718.00</b>
MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Hechura e instalación	6.00	Unidad	Q 600.00	Q 3,600.00
<b>sub total</b>				<b>Q 3,600.00</b>
<b>Costos Indirectos</b>				<b>Q 3,992.00</b>
<b>TOTAL DEL RENGLÓN</b>				<b>Q 17,310.00</b>

**19. PISO DE CONCRETO**

Descripción Actividad	Cantidad	Unidad	Precio U	Total
<b>PISO DE CONCRETO (Planchas 2.00m x 2.00m)</b>	495.00	m2	Q 135.00	Q 66,825.00

MATERIALES Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Cemento	391	Saco	Q 78.00	Q 30,498.00
Arena de río	13	m <sup>3</sup>	Q 280.00	Q 3,640.00
Piedrín triturado	26	m <sup>3</sup>	Q 320.00	Q 8,320.00
Madera para folmaleta	1	Global	Q 780.00	Q 780.00
<b>sub total</b>				<b>Q 43,238.00</b>
MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Fundición	495.00	m2	Q 18.20	Q 9,009.00
<b>sub total</b>				<b>Q 9,009.00</b>
<b>Costos Indirectos</b>				<b>Q 14,578.00</b>
<b>TOTAL DEL RENGLÓN</b>				<b>Q 66,825.00</b>

**20. INSTALACIÓN ELÉCTRICA**

Descripción Actividad	Cantidad	Unidad	Precio U	Total
PISO DE CONCRETO (Planchas 2.00m x 2.00m)	1.00	Global	Q 28,444.00	Q 28,444.00

MATERIALES Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Tablero de distribución (12polos)	1	Unidad	Q 400.00	Q 400.00
Lampara tipo listón de 2 x 40	30	Unidad	Q 320.00	Q 9,600.00
Cable 12 HWG	700	ml	Q 4.00	Q 2,800.00
Poliducto de 3/4"	110	ml	Q 4.00	Q 440.00
Caja rectangular	30	Unidad	Q 4.00	Q 120.00
Interruptor doble	6	Unidad	Q 90.00	Q 540.00
Tomacorriente doble 110 voltios	18	Unidad	Q 110.00	Q 1,980.00
<b>sub total</b>				<b>Q 15,880.00</b>
MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Instalación	1.00	Global	Q 6,000.00	Q 6,000.00
<b>sub total</b>				<b>Q 6,000.00</b>
<b>Costos Indirectos</b>				<b>Q 6,564.00</b>
<b>TOTAL DEL RENGLÓN</b>				<b>Q 28,444.00</b>

**21. MODULO DE GRADAS**

Descripción Actividad	Cantidad	Unidad	Precio U	Total
MODULO DE GRADAS	1.00	Global	Q 51,850.00	Q 51,850.00

MATERIALES Y HERRAMIENTA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Cemento	74	Saco	Q 78.00	Q 5,772.00
Arenade río	3	m <sup>3</sup>	Q 280.00	Q 840.00
Piedrín triturado	5	m <sup>3</sup>	Q 320.00	Q 1,600.00
Hierro No. 2	35	Varillas	Q 15.00	Q 525.00
Hierro No. 3	33	Varillas	Q 35.00	Q 1,155.00
Hierro No. 4	78	Varillas	Q 60.00	Q 4,680.00
Tubo galvanizado	13	Unidad	Q 630.00	Q 8,190.00
Madera para formaleta	1	Global	Q 3,120.00	Q 3,120.00
Alambre de amarre	100	Libras	Q 8.00	Q 800.00
<b>sub total</b>				<b>Q 26,682.00</b>
MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Elaboración módulo de gradas	1.00	Global	Q 13,200.00	Q 13,200.00
<b>sub total</b>				<b>Q 13,200.00</b>
<b>Costos Indirectos</b>				<b>Q 11,968.00</b>
<b>TOTAL DEL RENGLÓN</b>				<b>Q 51,850.00</b>

**22. LIMPIEZA FINAL**

Descripción Actividad	Cantidad	Unidad	Precio U	Total
LIMPIEZA FINAL	1.00	Global	Q 3,500.00	Q 3,500.00

MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Limpieza final	1.00	Global	Q 3,000.00	Q 3,000.00
<b>sub total</b>				<b>Q 3,000.00</b>
<b>Costos Indirectos</b>				<b>Q 500.00</b>
<b>TOTAL DEL RENGLÓN</b>				<b>Q 3,500.00</b>

**APÉNDICE F: PRESUPUESTO INTEGRADO, DESGLOSADO Y CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN**  
**AMPLIACIÓN DE LA ESCUELA PRIMARIA DE LA ALDEA BELAUYAPE, CONCEPCIÓN TUTUAPA, SAN MARCOS.**

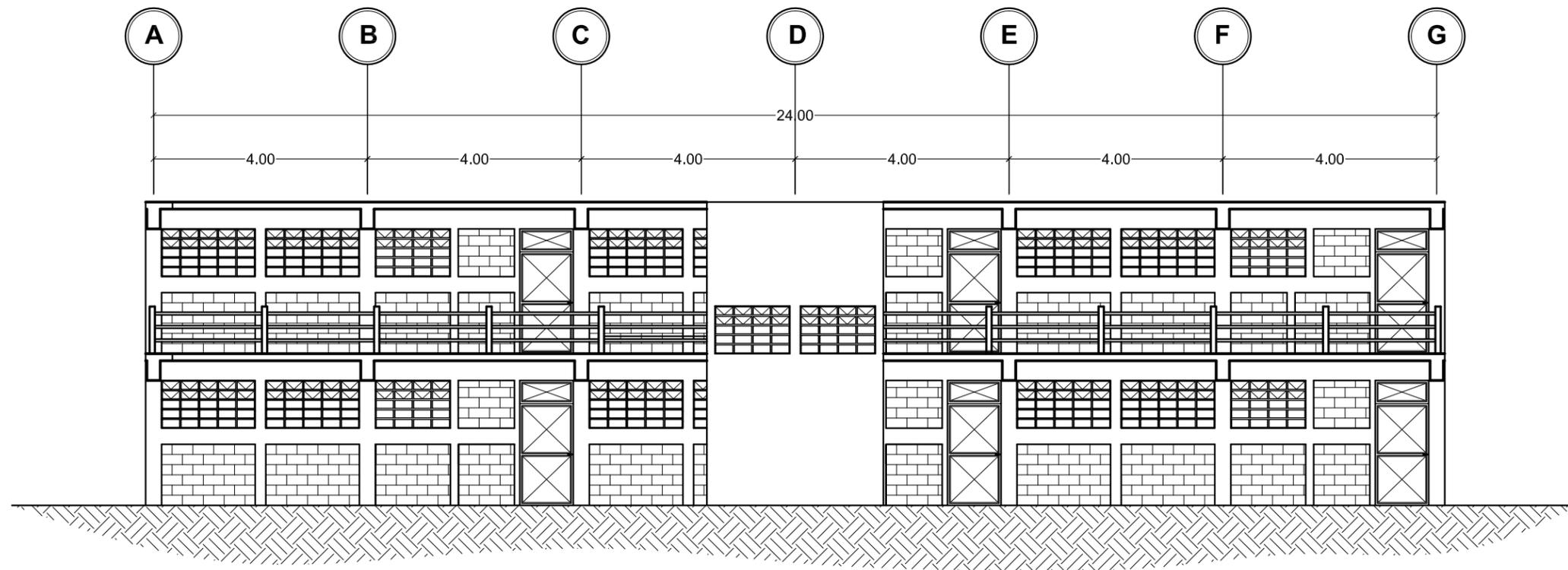
<b>PROYECTO:</b>	AMPLIACIÓN ESCUELA PRIMARIA
<b>UBICACIÓN:</b>	ALDEA BELAUYAPE
<b>MUNICIPIO:</b>	CONCEPCIÓN TUTUAPA
<b>DEPARTAMENTO:</b>	SAN MARCOS

**CRONOGRAMA**

No.	Descripción del Renglón de Trabajo	MES												Total	%
		MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9					
1	TRABAJO PRELIMINARES	■												Q. 4,900.00	0.005
2	ZAPATA (1.80m x 1.80m x 0.40m)	■	■											Q. 64,120.00	0.066
5	SOLERA HIDROFUGA		■	■										Q. 12,000.00	0.012
6	SOLERA INTERMEDIA		■	■										Q. 9,954.00	0.010
7	SOLERA SILLAR		■	■										Q. 16,268.00	0.017
8	COLUMNA C-1		■	■	■									Q. 85,050.00	0.088
9	COLUMNA C-2		■	■	■	■								Q. 25,530.00	0.026
10	COLUMNA C-3		■	■	■	■	■							Q. 4,460.00	0.005
11	COLUMNA C-4		■	■	■	■	■	■						Q. 3,320.00	0.003
12	COLUMNA C-5		■	■	■	■	■	■	■					Q. 1,144.00	0.001
13	LEVANTADO DE MURO DE BLOCK CISADO		■	■	■	■	■	■	■	■				Q. 58,012.50	0.060
14	VIGA TIPO 1		■	■	■	■	■	■	■	■				Q. 40,625.00	0.042
15	VIGA TIPO 2		■	■	■	■	■	■	■	■				Q. 39,325.00	0.040
16	VIGA TIPO 3		■	■	■	■	■	■	■	■				Q. 53,760.00	0.055
17	LOSA		■	■	■	■	■	■	■	■				Q. 293,851.00	0.302
18	REPELO + CERNIDO EN VIGAS Y COLUMNAS		■	■	■	■	■	■	■	■				Q. 40,300.00	0.041
19	VENTANERÍA		■	■	■	■	■	■	■	■				Q. 51,000.00	0.052
20	PUERTAS		■	■	■	■	■	■	■	■				Q. 17,310.00	0.018
21	PISO DE CONCRETO		■	■	■	■	■	■	■	■				Q. 66,825.00	0.069
22	INSTALACIÓN ELÉCTRICA		■	■	■	■	■	■	■	■				Q. 28,444.00	0.029
23	MODULO DE GRADAS		■	■	■	■	■	■	■	■				Q. 51,850.00	0.053
24	LIMPIEZA FINAL		■	■	■	■	■	■	■	■				Q. 3,500.00	0.004
		<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>												<b>Q. 971,548.50</b>	<b>100.00%</b>

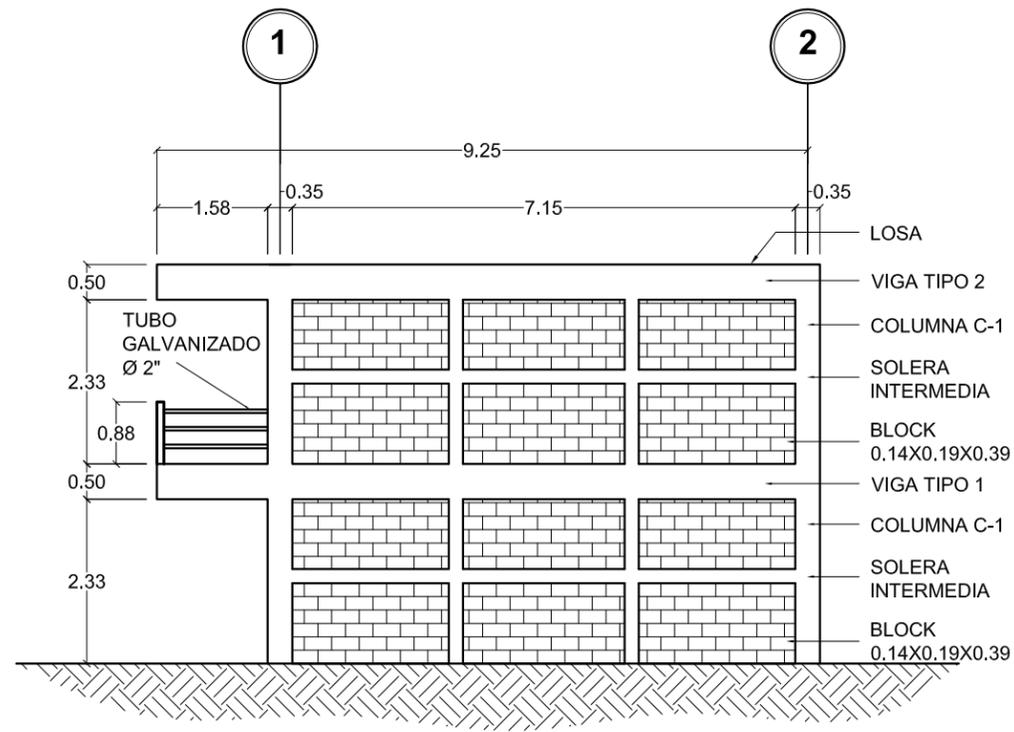
	Q	52.013.67	Q	40,289.67	Q	40,863.67	Q	96,764.06	Q	76,281.08	Q	119,465.52	Q	113,782.75	Q	331,834.08	Q	100,254.00
Inversión Mensual (Q)	Q	52,013.67	Q	92,303.33	Q	133,167.00	Q	229,931.06	Q	306,212.15	Q	425,677.67	Q	539,460.42	Q	871,294.50	Q	971,548.50
Inversión Acumulada (Q)		5.35%	4.15%	9.96%	13.71%	23.67%	31.52%	43.81%	55.53%	68.68%	81.19%	89.68%	95.53%	98.68%	100.00%			
Inversión Mensual (%)		5.35%	4.15%	9.96%	13.71%	23.67%	31.52%	43.81%	55.53%	68.68%	81.19%	89.68%	95.53%	98.68%	100.00%			
Inversión Acumulada (%)		5.35%	9.50%	13.71%	23.67%	31.52%	43.81%	55.53%	68.68%	81.19%	89.68%	95.53%	98.68%	100.00%				

El Presente Presupuesto Ascende a:  
**Novcientos setenta y un mil quinientos cuarenta y ocho con cincuenta centavos.**



**ELEVACIÓN FRONTAL**

ESCALA 1 / 100



**ELEVACIÓN LATERAL**

ESCALA 1 / 100



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
E.P.S. INGENIERIA CIVIL 2012-2013

PROYECTO:  
AMPLIACIÓN ESCUELA  
PRIMARIA  
UBICACIÓN:  
Aldea Belajuyape, Concepción  
Tutuapa, San Marcos.

DISEÑO:  
ADRIANA OROZCO

PLANOS:  
ELEVACIONES

CÁLCULO:  
ADRIANA OROZCO

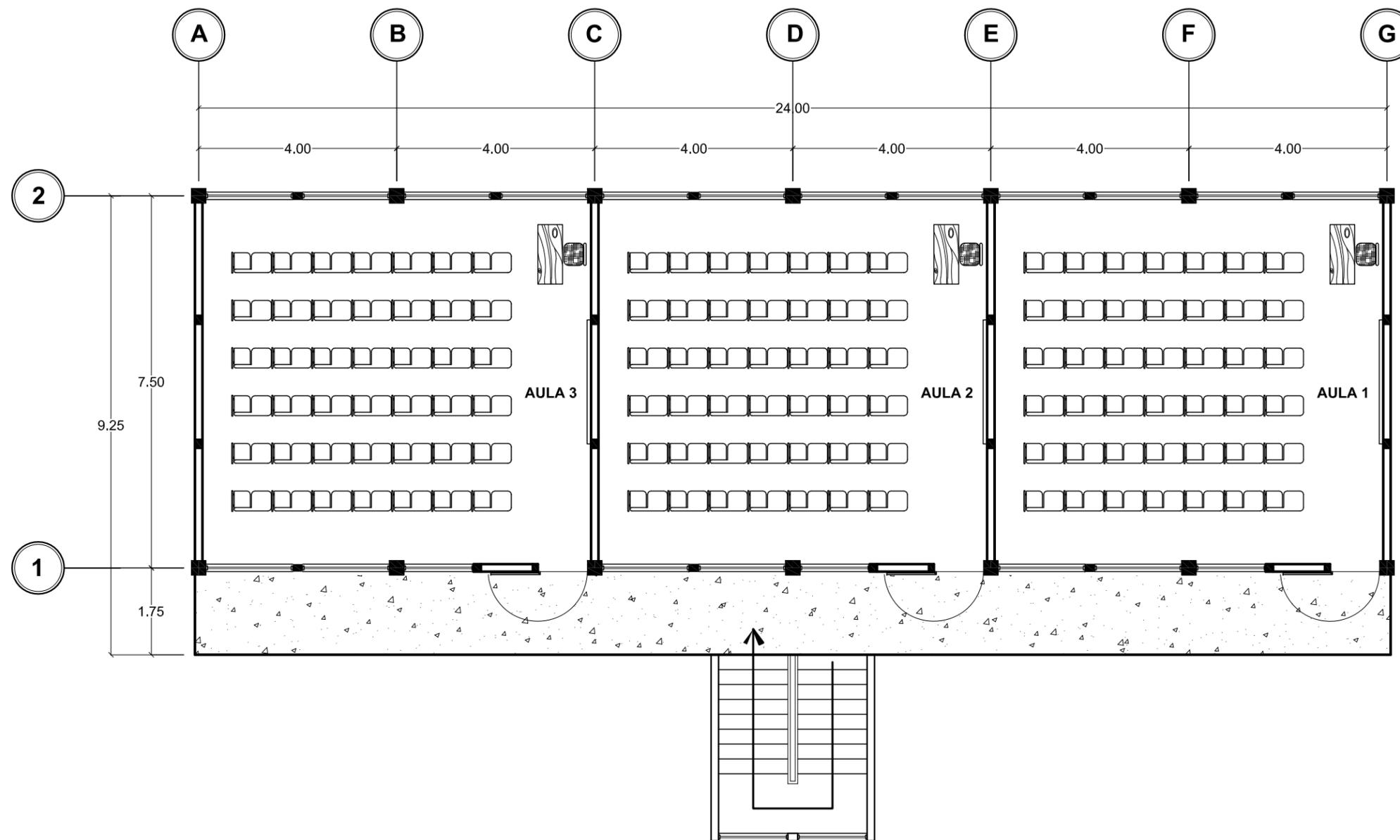
ASESOR-SUPERVISOR DE EPS: Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

ESCALA:  
INDICADA

DIBUJO:  
ADRIANA OROZCO

ASESOR-SUPERVISOR DE EPS: Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

HOJA: 1 / 13



 **PLANTA AMUEBLADA - 1er. y 2do. NIVEL** ESCALA 1 / 100



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
E.P.S. INGENIERIA CIVIL 2012-2013

PROYECTO:  
AMPLIACIÓN ESCUELA  
PRIMARIA  
UBICACIÓN:  
Aldea Belajuyape, Concepción  
Tutuapa, San Marcos.

DISEÑO:  
ADRIANA OROZCO

PLANOS:  
PLANTA AMUEBLADA

CÁLCULO:  
ADRIANA OROZCO

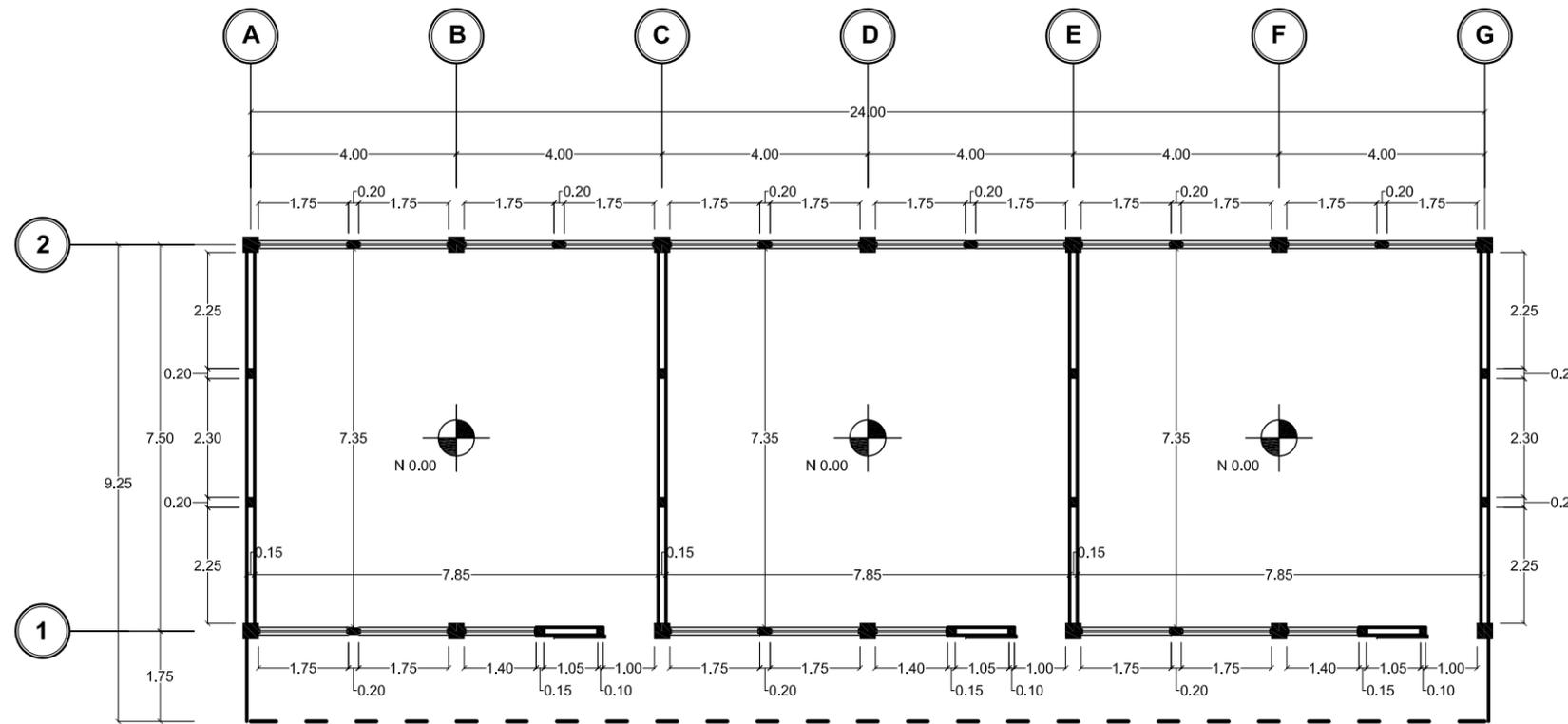
ASESOR-SUPERVISOR DE EPS: Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

ESCALA:  
INDICADA

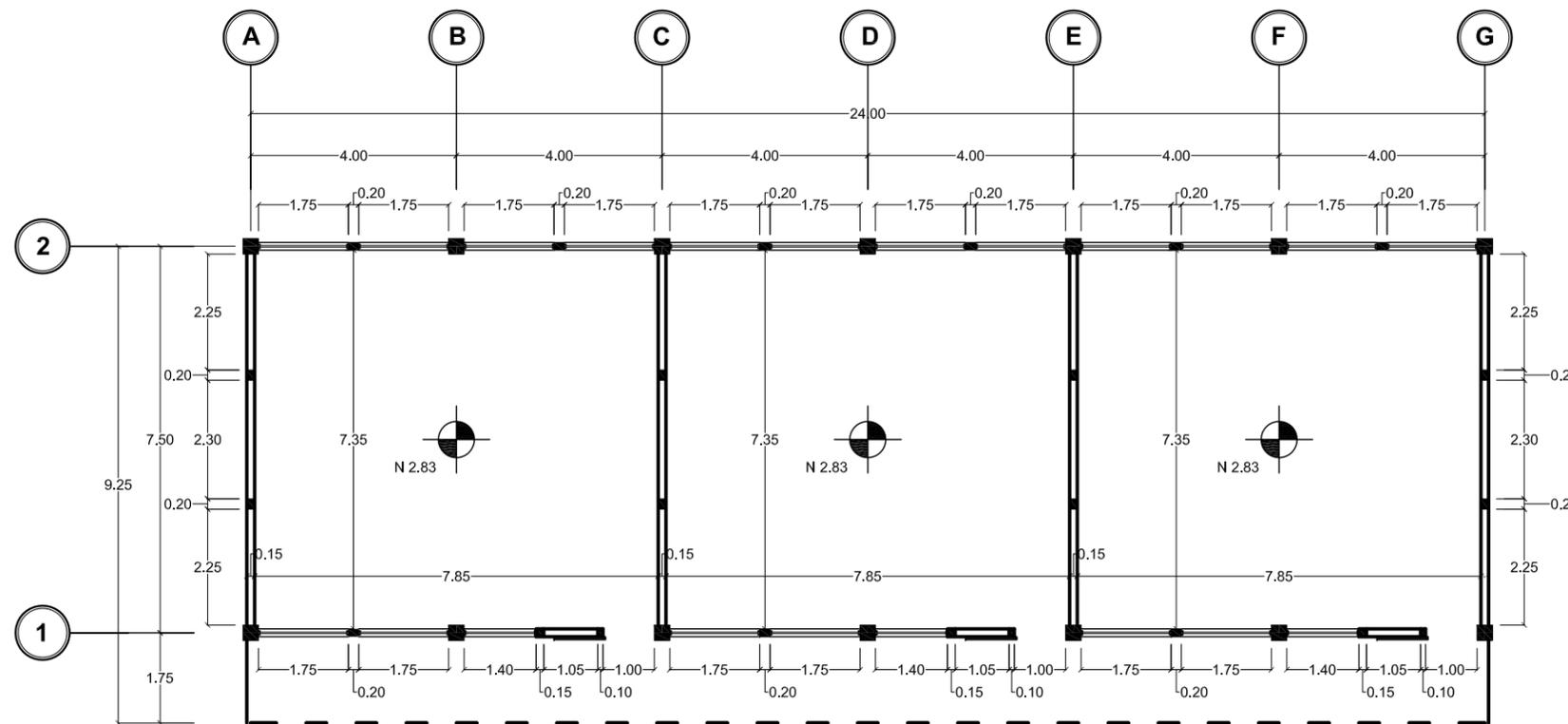
DIBUJO:  
ADRIANA OROZCO

ASESOR-SUPERVISOR DE EPS: Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

HOJA: 2 / 13



PLANTA DE COTAS + NIVELES - PRIMER NIVEL ESCALA 1 / 130



PLANTA DE COTAS + NIVELES - SEGUNDO NIVEL ESCALA 1 / 130

**NOTAS:**

**ESPECIFICACIONES TECNICAS  
DISEÑO**

**MATERIALES:**

1. El acero deberá tener un  $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$
2. Concreto clase 4,000 PSI (280  $\text{kg/cm}^2$ )

**RECUBRIMIENTOS MÍNIMOS**

cimientos	7.50 cms.
vigas	3 - 4 cms.
columnas	2.5 - 3 cms.

**CARGA MUERTA:**

3. Concreto	2,400 $\text{kg/m}^3$
4. Muros	100 $\text{kg/m}^2$
5. Acabado de piso + losa	100 $\text{kg/m}^2$
6. Sobre carga	60 $\text{kg/m}^3$

**CARGA VIVA:**

4. Aulas	2,400 $\text{kg/m}^2$
5. Pasillas y escaleras	500 $\text{kg/m}^2$
6. Techo sin acceso	100 $\text{kg/m}^2$

**NOTA:**

A) cualquier cambio ó modificacion en obra deberá ser autorizada por el arquitecto ó ingeniero supervisor de la obra.



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

E.P.S. INGENIERIA CIVIL 2012-2013

PROYECTO:  
AMPLIACIÓN ESCUELA  
PRIMARIA  
UBICACIÓN:  
Aldea Belajuyape, Concepción  
Tutuapa, San Marcos.

DISEÑO:  
ADRIANA OROZCO

PLANOS:  
PLANTA ACOTADA + NIVELES

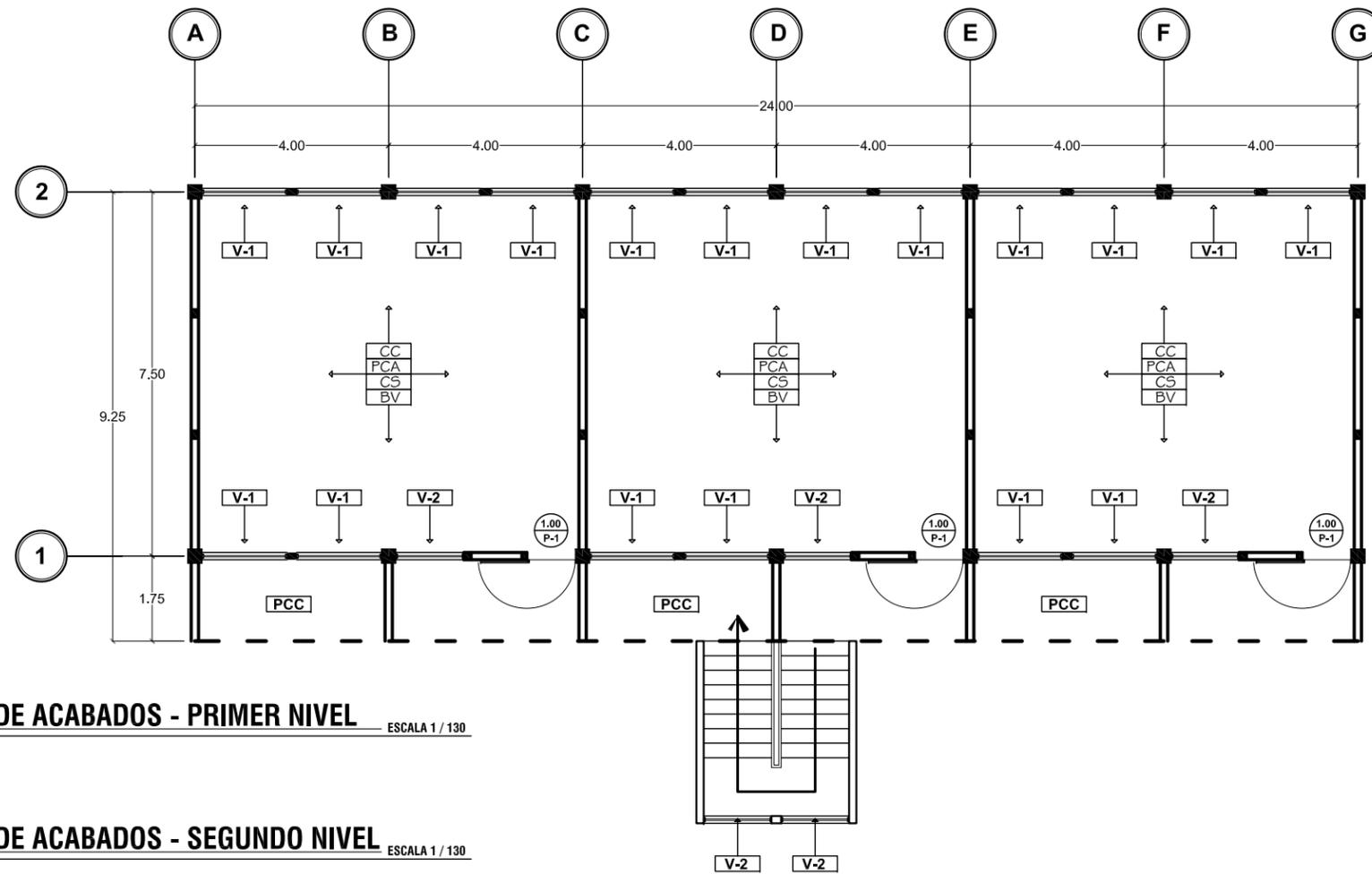
CÁLCULO:  
ADRIANA OROZCO

ESCALA:  
INDICADA

DIBUJO:  
ADRIANA OROZCO

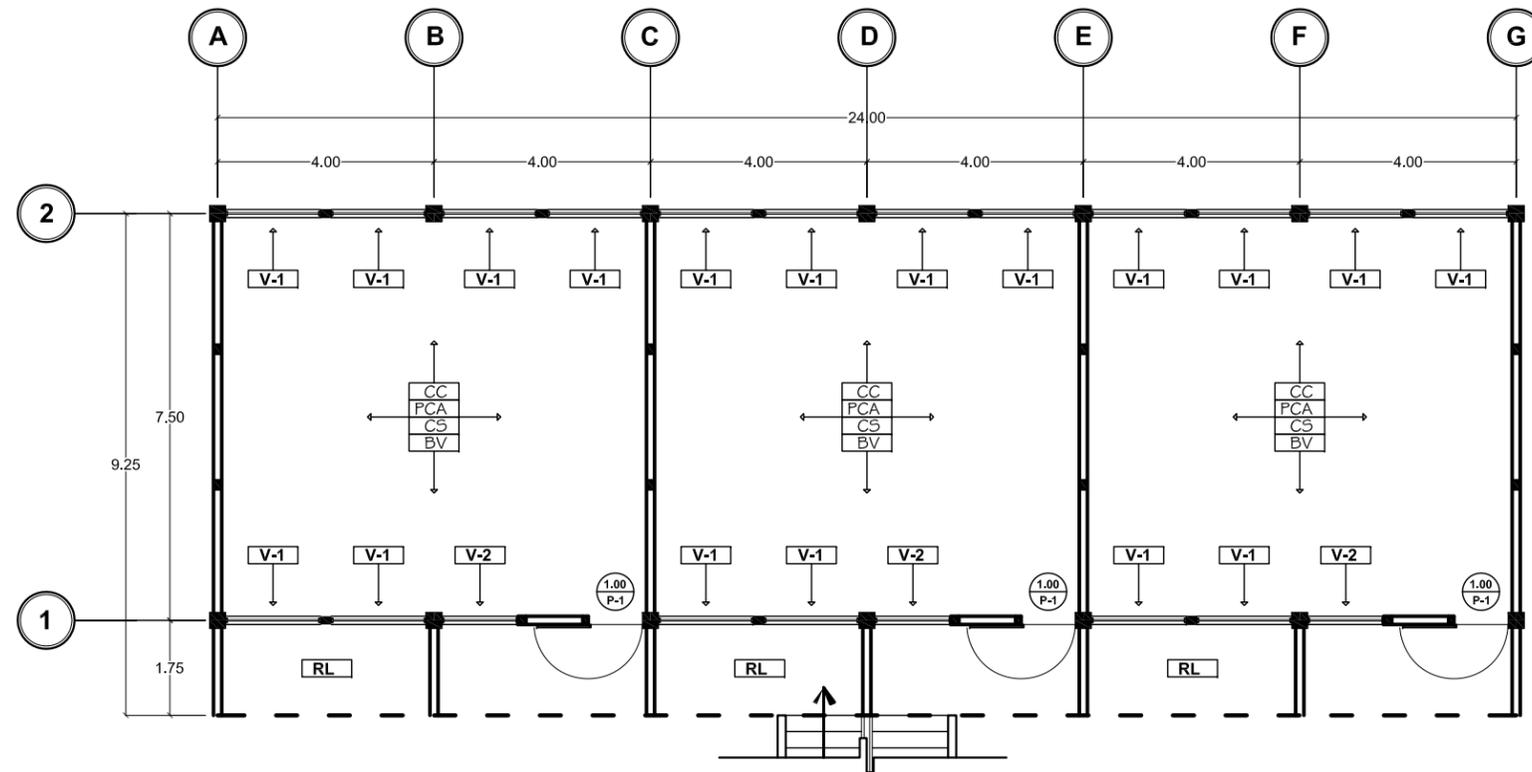
ASESOR-SUPERVISOR DE EPS: Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

HOJA: 3 / 13



PLANTA DE ACABADOS - PRIMER NIVEL ESCALA 1 / 130

PLANTA DE ACABADOS - SEGUNDO NIVEL ESCALA 1 / 130



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
E.P.S. INGENIERIA CIVIL 2012-2013

PROYECTO:  
AMPLIACIÓN ESCUELA  
PRIMARIA  
UBICACIÓN:  
Aldea Belajuyape, Concepción  
Tutuapa, San Marcos.

DISEÑO:  
ADRIANA OROZCO

PLANOS:  
PLANTA DE ACABADOS

CÁLCULO:  
ADRIANA OROZCO

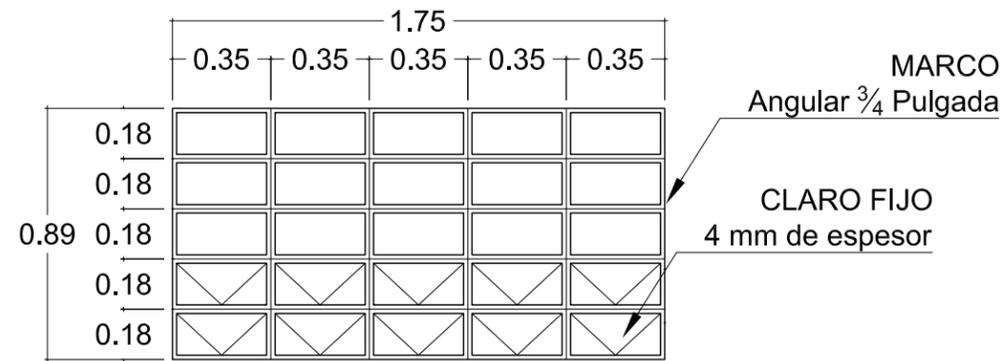
ASESOR-SUPERVISOR DE EPS: Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

ESCALA:  
INDICADA

DIBUJO:  
ADRIANA OROZCO

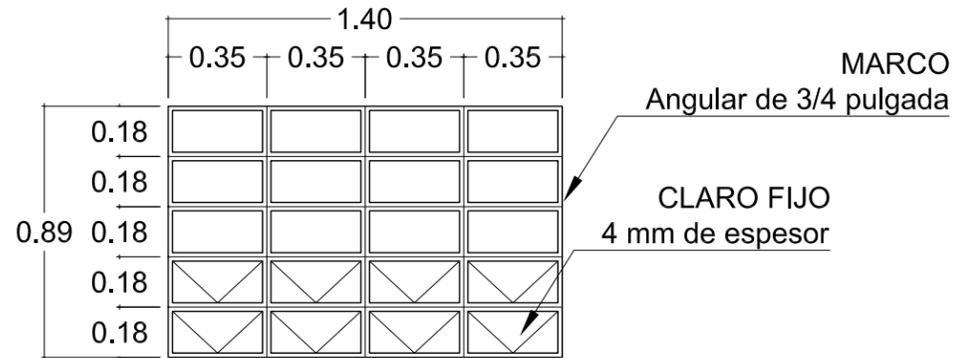
ASESOR-SUPERVISOR DE EPS: Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

HOJA: 4 / 13



**DETALLE V-1**  
**PUERTA**

ESCALA 1/40

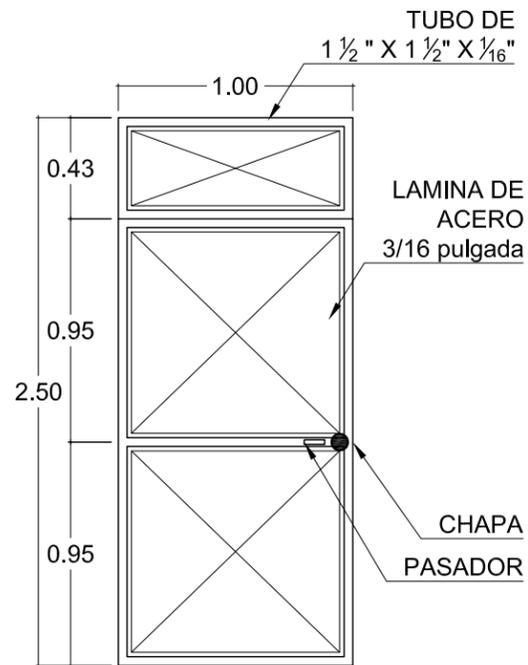


**DETALLE V-2**  
**PUERTA**

ESCALA 1/40

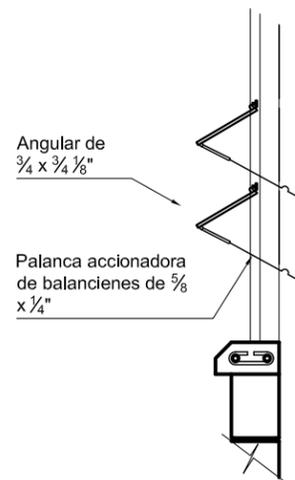
PLANILLA DE VENTADAS						
TIPO	ANCHO	SILLAR	DINTEL	ALTO	CANTIDAD	MATERIAL
V-1	1.75 m	1.44 m	2.33 m	0.89 m	36	Metal
V-2	1.40 m	1.44 m	2.33 m	0.89 m	04	Metal

PLANILLA DE PUERTAS				
TIPO	ANCHO	ALTO	CANTIDAD	MATERIAL
P-1	1.00 m	2.50 m	8	Metal



**DETALLE P-1**  
**PUERTA**

ESCALA 1/35



**DETALLE**  
**BALANCINES**

SIN ESCALA

**NOTAS:** **ESPECIFICACIONES TECNICAS ACABADOS PUERTAS Y VENTANAS**

**PUERTAS Y VENTANAS:**

**PUERTAS DE METAL:** Tubo cuadrado de 1"x1" + láminas de acero calibre 3/16" pintadas con dos manos de pintura anticorrosiva color azul nacional.

**VENTANAS DE METAL** con angular de 1"x1/8" + tee de 1"x1"x1/8" + angular 3/4"x1/8" y con vidrio transparente de 5mm fijo y abatible, pintadas con dos manos de pintura anticorrosiva color azul nacional.

**ACABADOS:**

El cemento a utilizar será portland tipo 1 modificada con puzolana PM y deberá cumplir con las especificaciones para cemento portland (ASTMC-595).

LA BANQUETA exterior y gradas serán de concreto fundido con una resistencia a la compresión de 280 kg/cm<sup>2</sup> de 0.075 m de espesor un acabado uniforme pero no liso, de textura cerrada las dimensiones de las planchas para la banqueta y el corredor deberán ser como máximo de 2m x ancho de banqueta.

El piso interior será de concreto fundido con una resistencia a la compresión de 280 kg/cm<sup>2</sup> de 0.075 m de espesor un acabado uniforme y liso, las dimensiones de las planchas para el piso deberán ser como máximo de 2.00m X 2.00m.

**SIMBOLOGIA:**

- V-1** indica tipo de ventana.
- CC** indica acabado en cielo tipo cernido.
- BV** indica Block Visto, sisado ambas caras
- CS** indica acabado en columnas, tallado con cernido, sillares alizados con cemento blanco.
- PCC** indica acabado en piso exterior, planchas de concreto cernidas fundidas en planchas de 2.00m x 2.00m x 0.075m o el ancho de banquetas y corredor.
- PCA** indica acabado en piso interior, planchas de concreto alisadas fundidas en planchas de 2.00m x 2.00m x 0.075m.
- P-1 1.00** indica tipo de puerta.
- RL** repaso en losa.

**NOTA:**

A) cualquier cambio ó modificación en obra deberá ser autorizada por el arquitecto ó ingeniero supervisor de la obra.



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

E.P.S. INGENIERIA CIVIL 2012-2013

PROYECTO:  
AMPLIACIÓN ESCUELA PRIMARIA  
UBICACIÓN:  
Aldea Belajuyape, Concepción Tutuapa, San Marcos.

DISEÑO:  
ADRIANA OROZCO

PLANOS:  
DETALLE DE ACABADOS

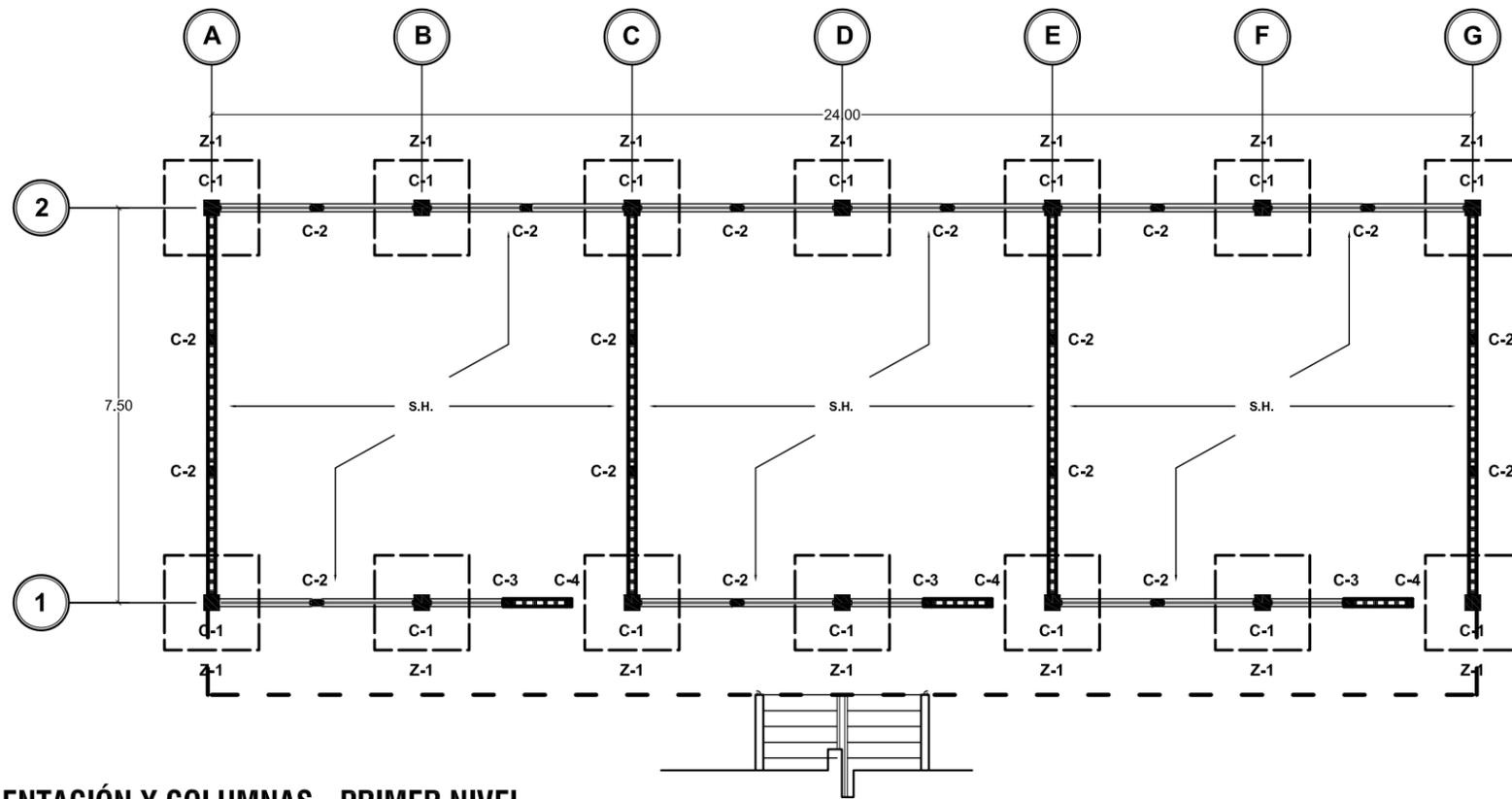
CÁLCULO:  
ADRIANA OROZCO

ESCALA:  
INDICADA

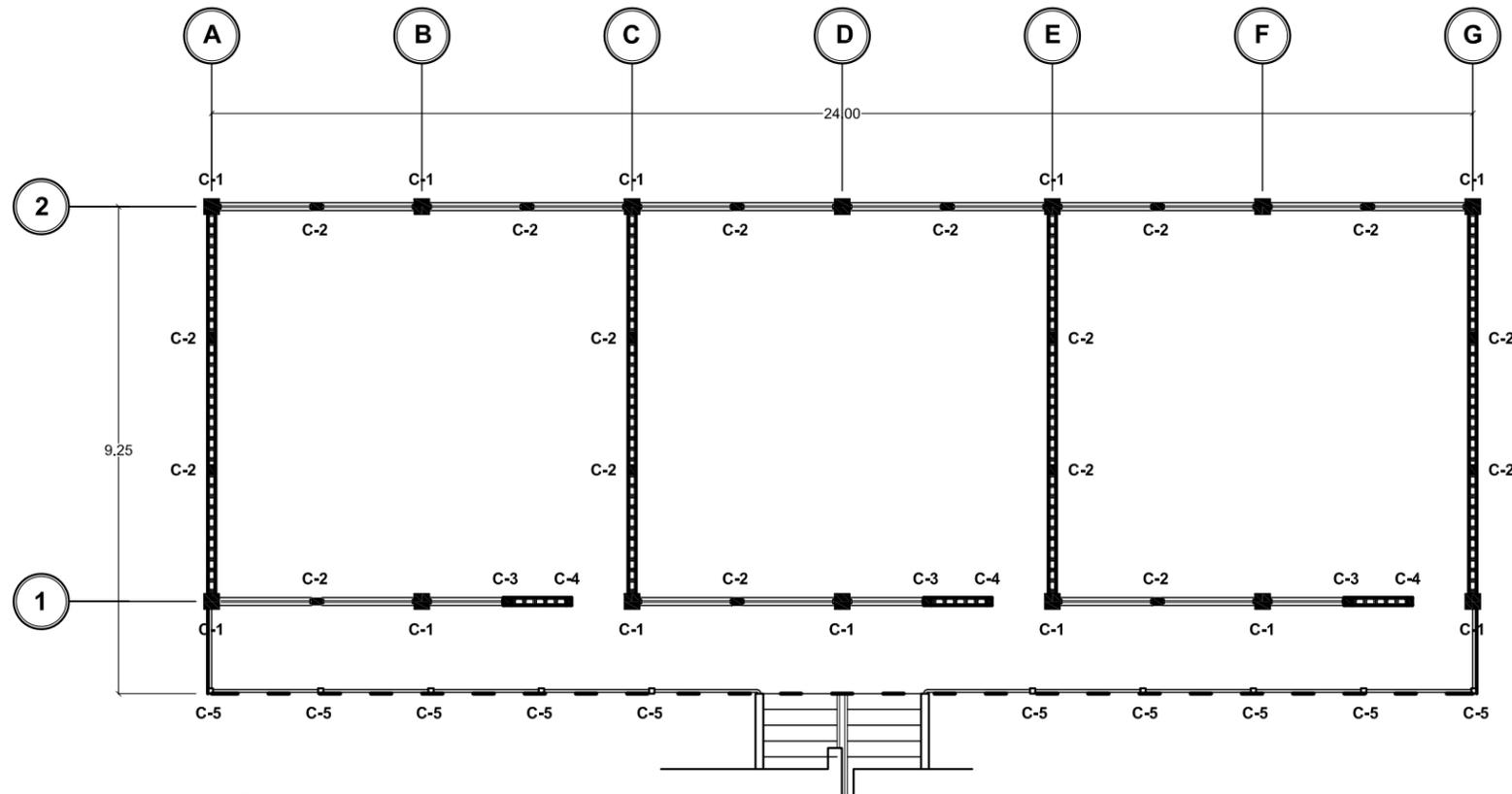
DIBUJO:  
ADRIANA OROZCO

ASESOR-SUPERVISOR DE EPS: Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

HOJA: 5 / 13



**PLANTA DE CIMENTACIÓN Y COLUMNAS - PRIMER NIVEL** ESCALA 1 / 130



**PLANTA DE COLUMNAS - SEGUNDO NIVEL** ESCALA 1 / 130



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
E.P.S. INGENIERIA CIVIL 2012-2013

PROYECTO:  
AMPLIACIÓN ESCUELA  
PRIMARIA  
UBICACIÓN:  
Aldea Belajuyape, Concepción  
Tutuapa, San Marcos.

DISEÑO:  
ADRIANA OROZCO

PLANOS:  
PLANTA DE CIMENTACIÓN + COLUMNAS

CÁLCULO:  
ADRIANA OROZCO

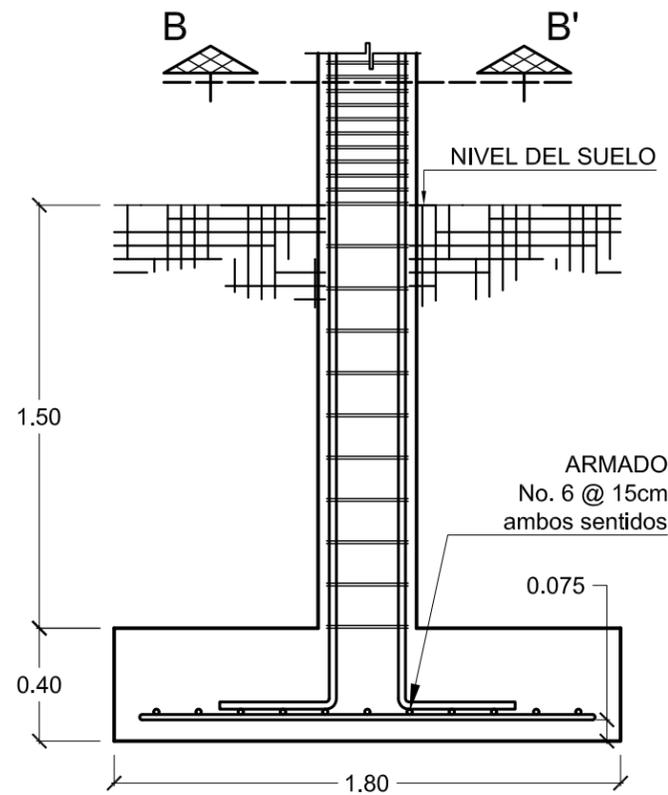
ASESOR-SUPERVISOR DE EPS: Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

ESCALA:  
INDICADA

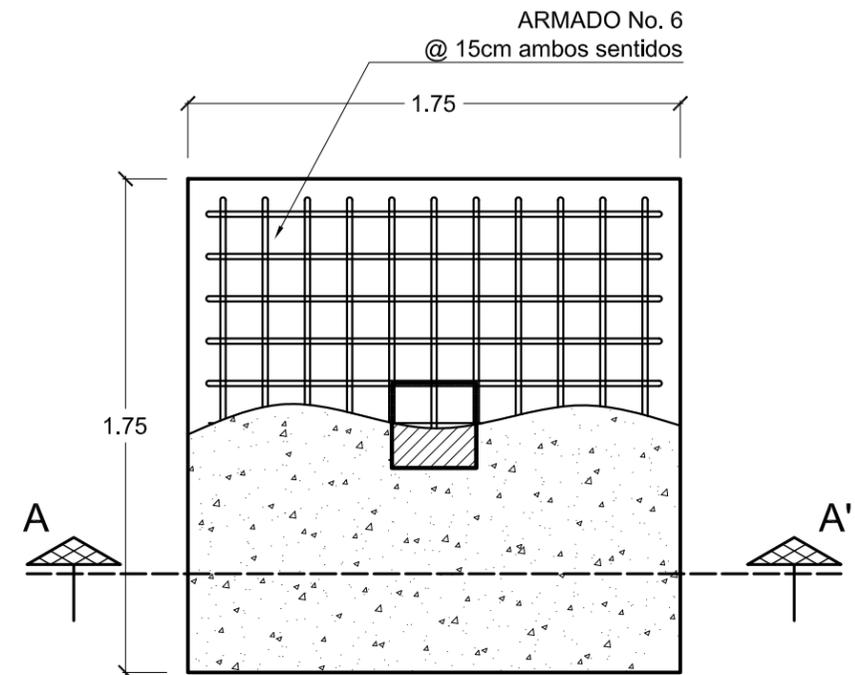
DIBUJO:  
ADRIANA OROZCO

ASESOR-SUPERVISOR DE EPS: Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

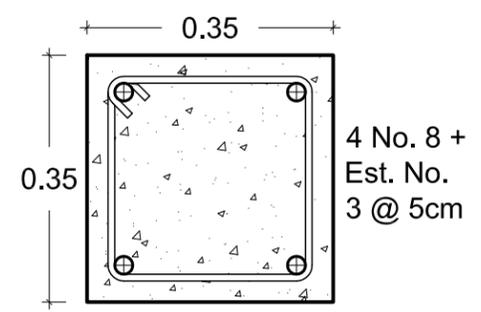
HOJA: 6 / 13



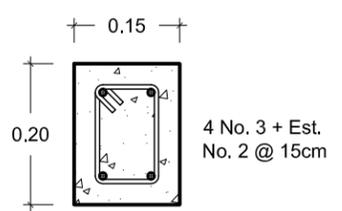
**SECCIÓN A-A'**  
**ZAPATA** — ESCALA 1/25



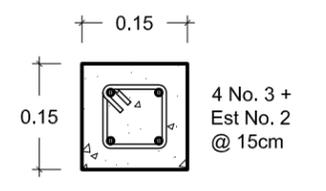
**PLANTA**  
**ZAPATA** — ESCALA 1/25



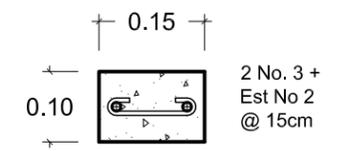
**SECCIÓN B-B'**  
**COLUMNA C - 1** — ESCALA 1/10



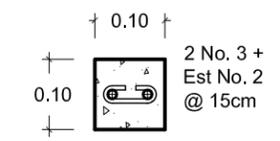
**SECCIÓN**  
**COLUMNA C - 2** — ESCALA 1/10



**SECCIÓN**  
**COLUMNA C - 3** — ESCALA 1/10



**SECCIÓN**  
**COLUMNA C - 4** — ESCALA 1/10



Colocada únicamente en 2do nivel H=0.88m.

**SECCIÓN**  
**COLUMNA C - 5** — ESCALA 1/10

**NOTAS: ESPECIFICACIONES TECNICAS CIMENTOS + COLUMNAS**

**ACERO DE REFUERZO:**

- El acero deberá tener un  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- Ganchos diámetro mínimo de doblez para varillas del No. 3 al No. 6; 6 diámetros en la varilla.
- Longitudes de desarrollo de varillas a tensión y traslapes.
  - No. 3 , 0.30 mts.
  - No. 4 , 0.30 mts.
  - O. 5 y No. 6, 0.36 mts.
- Todas las varillas se doblarán en frío.
- Código de diseño ACI 318-08.

**MUROS:**

- El levantado de muro se hará con block de 0.14 x 0.19 x 0.39 m unidos con sabieta en proporción 1:3 ( cemento+arena de río )

**CONCRETO:**

- El concreto deberá tener un  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$
- El agregado grueso (pedrín) deberá tener un diámetro mínimo de 1/2" y un diámetro máximo de 1,1/2"
- Recubrimiento mínimos:
  - cimientos 7.5 cms.
  - columnas 2.5 a 3 cms.

**NOTA:**

A) cualquier cambio ó modificacion en obra deberá ser autorizada por el arquitecto ó ingeniero supervisor de la obra.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
E.P.S. INGENIERIA CIVIL 2012-2013

PROYECTO:  
AMPLIACIÓN ESCUELA PRIMARIA  
UBICACIÓN:  
Aldea Belajuyape, Concepción Tutuapa, San Marcos.

DISEÑO:  
ADRIANA OROZCO

PLANOS:  
DETALLE DE CIMENTACIÓN + COLUMNAS

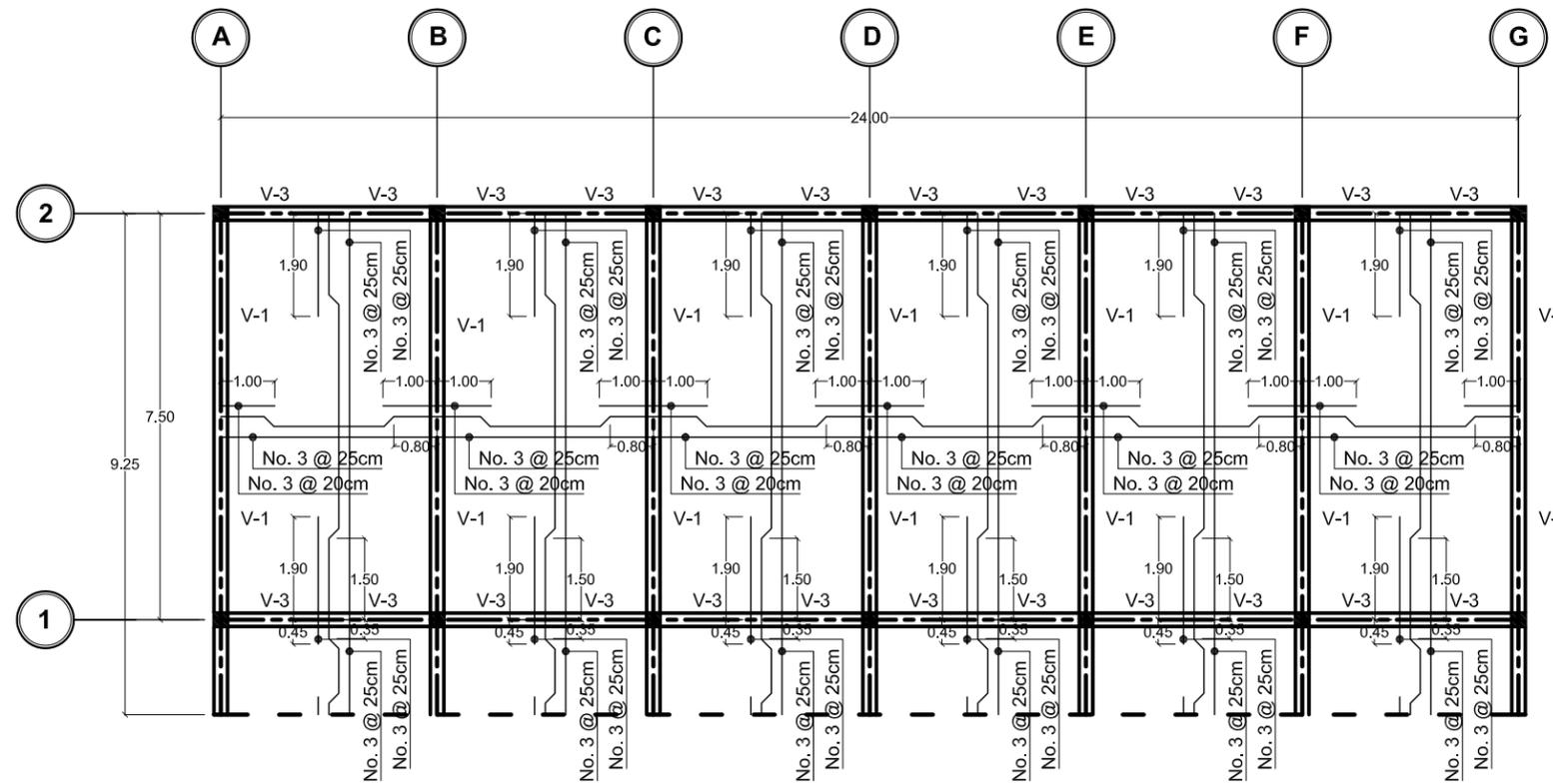
CÁLCULO:  
ADRIANA OROZCO

ASESOR-SUPERVISOR DE EPS: Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

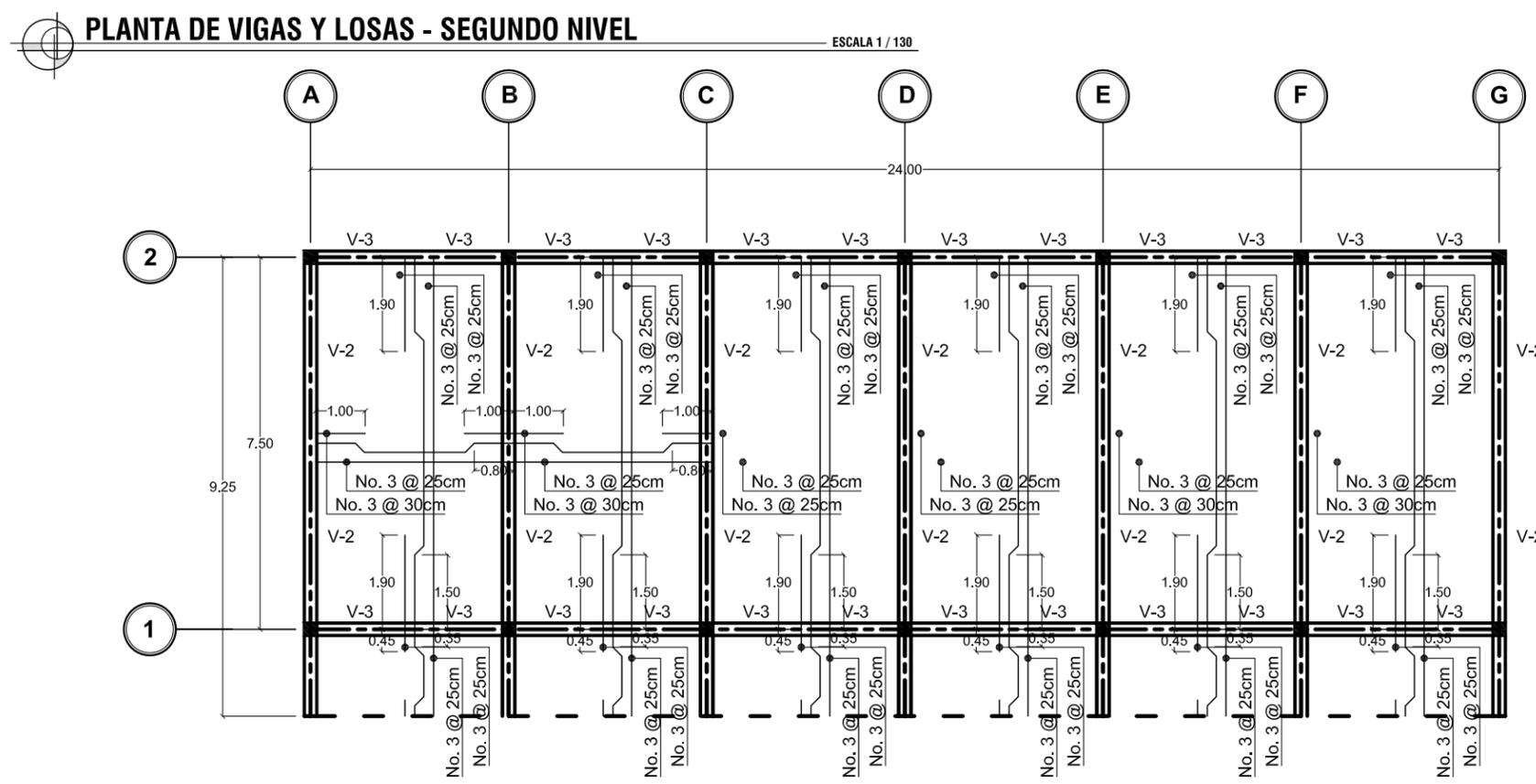
ESCALA:  
INDICADA

DIBUJO:  
ADRIANA OROZCO

HOJA: 7 / 13



**PLANTA DE VIGAS Y LOSAS - PRIMER NIVEL** ESCALA 1 / 130



**PLANTA DE VIGAS Y LOSAS - SEGUNDO NIVEL** ESCALA 1 / 130

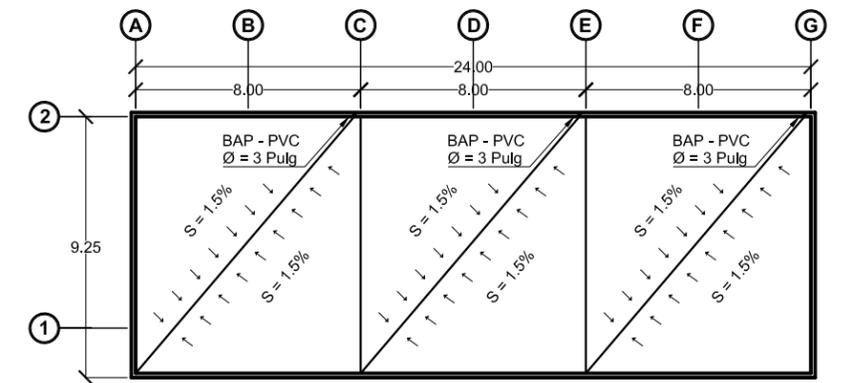
**NOTAS:** ESPECIFICACIONES TECNICAS LOSAS Y VIGAS

- ACERO DE REFUERZO:**
- El acero deberá tener un  $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$
  - Longitudes de desarrollo de varillas a tensión y traslapes.
    - No. 3, 0.30 mts.
    - No. 4, 0.30 mts.
    - O. 5 y No. 6, 0.36 mts.
  - Todas las varillas se doblarán en frío.
  - Código de diseño ACI 318-08.

- CONCRETO:**
- El concreto deberá tener un  $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$
  - El agregado grueso (pedrín) deberá tener un diámetro mínimo de 1/2" y un diámetro máximo de 1,1/2"
  - Recubrimientos mínimos:
    - vigas 3 a 4 cms.
    - losas 2.5 a 3 cms.

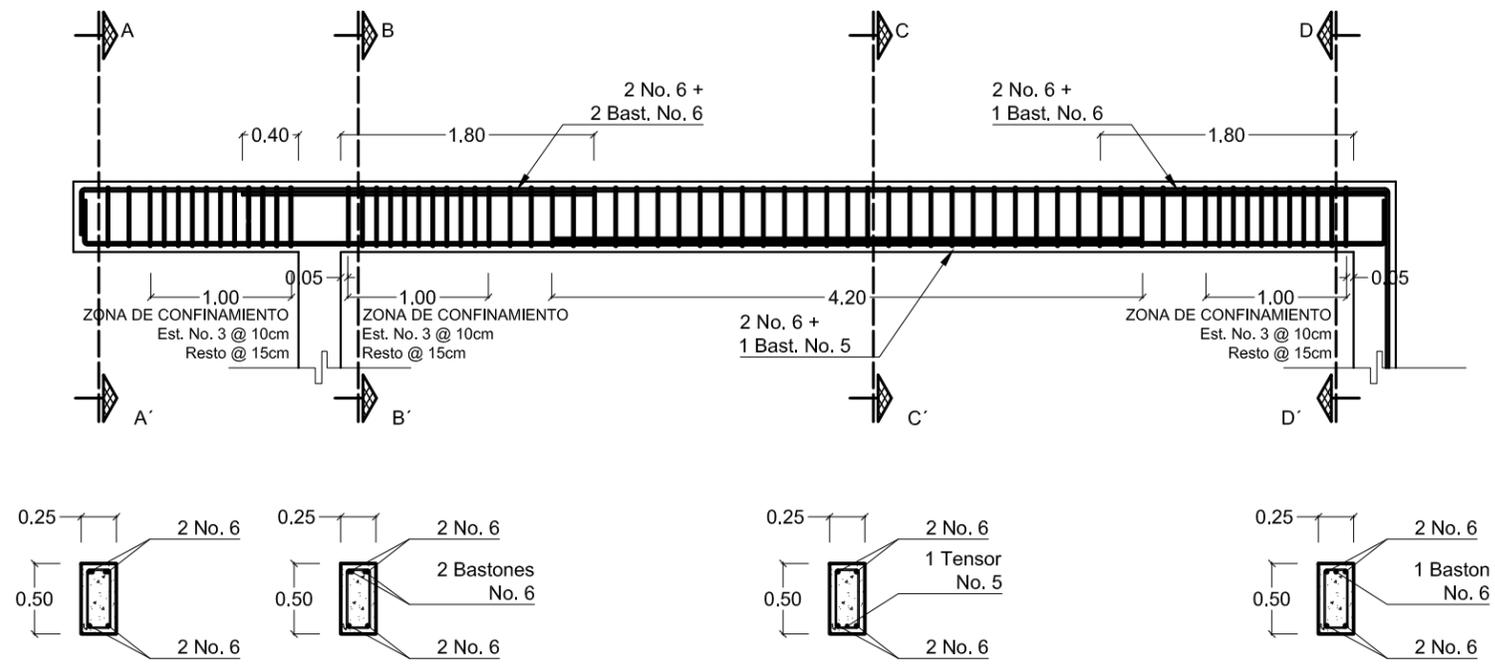
- OTRAS CONSIDERACIONES:**
- Las bajadas de agua se ubican en paredes exteriores y protegidas con concreto. El material empleado será PVC.

NOTA:  
A) cualquier cambio ó modificación en obra deberá ser autorizada por el arquitecto ó ingeniero supervisor de la obra.



**PLANTA DE TECHOS + DRENAJE PLUVIAL** ESCALA 1/250

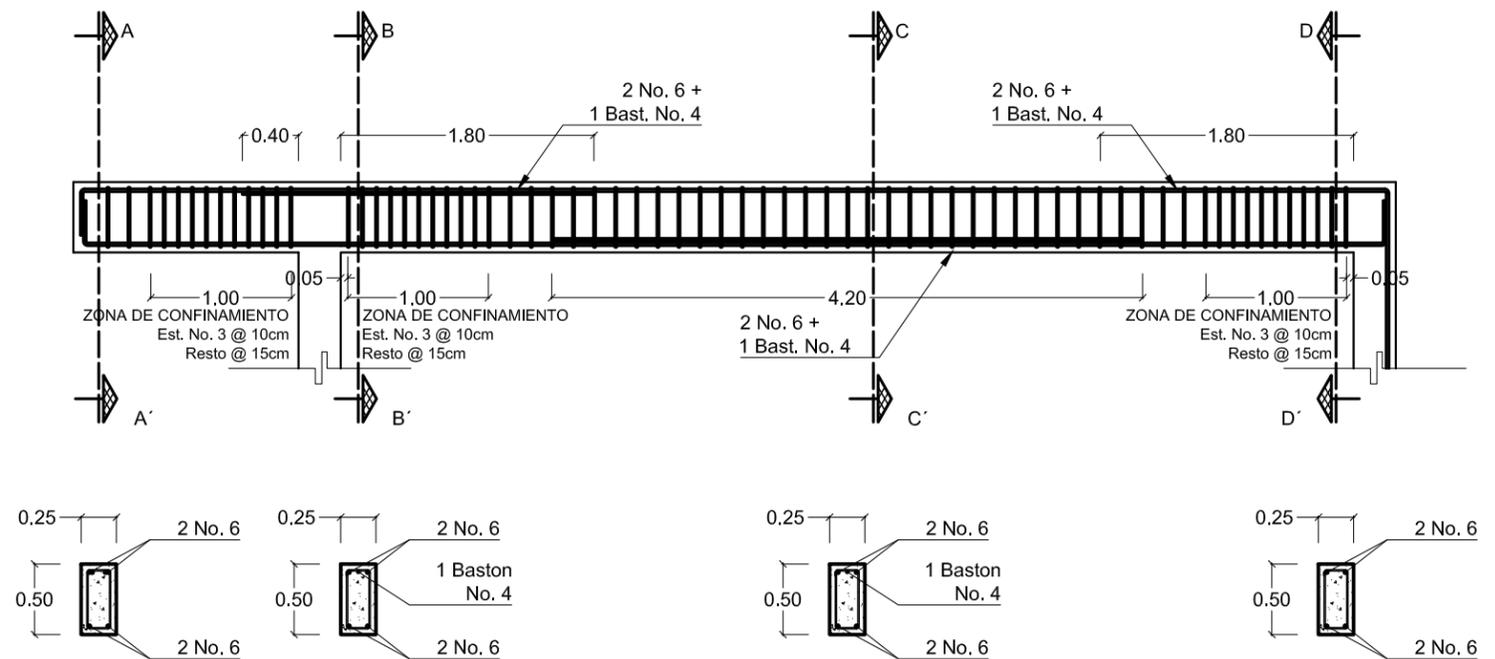
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	PROYECTO: AMPLIACIÓN ESCUELA PRIMARIA UBICACIÓN: Aldea Belajuyape, Concepción Tutuapa, San Marcos.
	E.P.S. INGENIERIA CIVIL 2012-2013	
DISEÑO: ADRIANA OROZCO	PLANOS: PLANTA DE LOSAS Y VIGAS + TECHOS	
CÁLCULO: ADRIANA OROZCO		ESCALA: INDICADA
DIBUJO: ADRIANA OROZCO	ASESOR-SUPERVISOR DE EPS: Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz	HOJA: 8 / 13



**DETALLE LONGITUDINAL + SECCIONES**

**VIGA V-1**

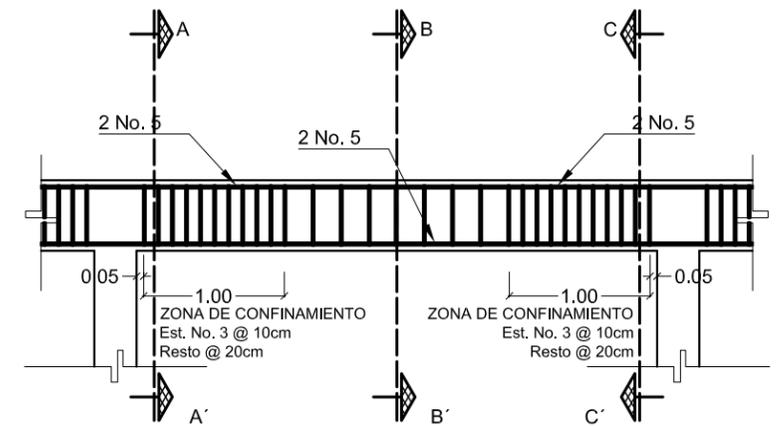
ESCALA 1/50



**DETALLE LONGITUDINAL + SECCIONES**

**VIGA V-2**

ESCALA 1/50



**DETALLE LONGITUDINAL + SECCIONES**

**VIGA V-3**

ESCALA 1/50



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
E.P.S. INGENIERIA CIVIL 2012-2013

PROYECTO:  
AMPLIACIÓN ESCUELA  
PRIMARIA  
UBICACIÓN:  
Aldea Belajuyape, Concepción  
Tutuapa, San Marcos.

DISEÑO:  
ADRIANA OROZCO

PLANOS:  
DETALLE DE CORTE DE VIGAS + SECCIONES

CÁLCULO:  
ADRIANA OROZCO

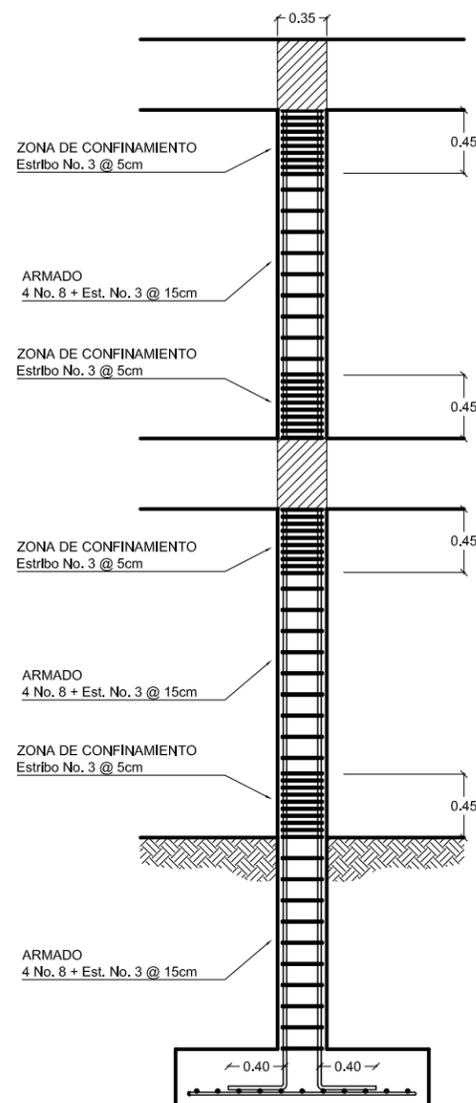
ASESOR-SUPERVISOR DE EPS: Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

ESCALA:  
INDICADA

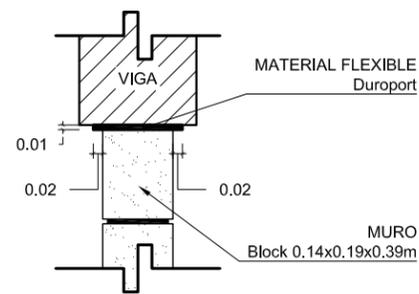
DIBUJO:  
ADRIANA OROZCO

ASESOR-SUPERVISOR DE EPS: Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

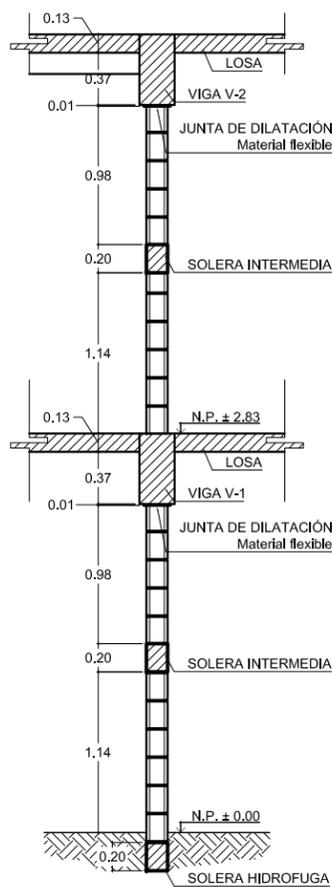
HOJA: 9 / 13



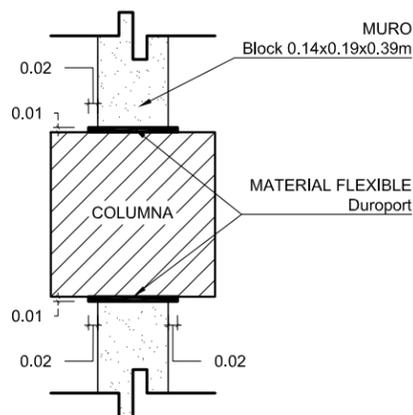
**DETALLE LONGITUDINAL**  
COLUMN C-1



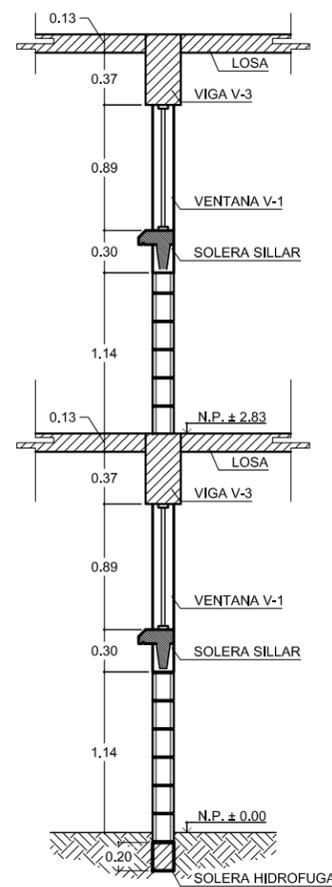
**DETALLES**  
JUNTA DE MUROS EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES



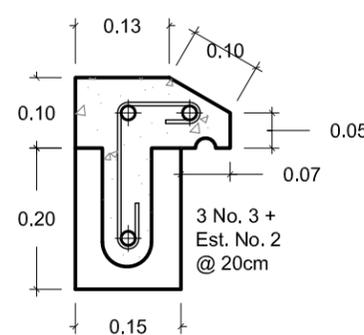
**CORTE TÍPICO**  
MURO EN EJES LATERALES



ESCALA 1/15

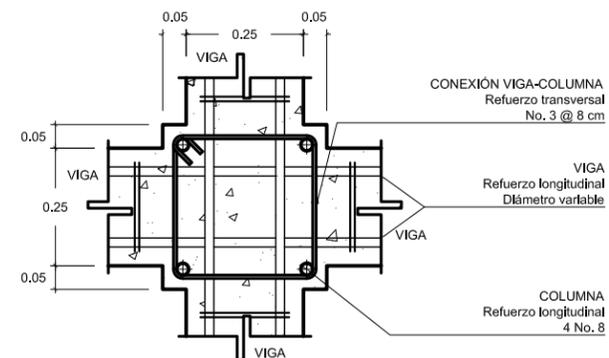


**CORTE TÍPICO**  
MURO EN EJES NUMERALES



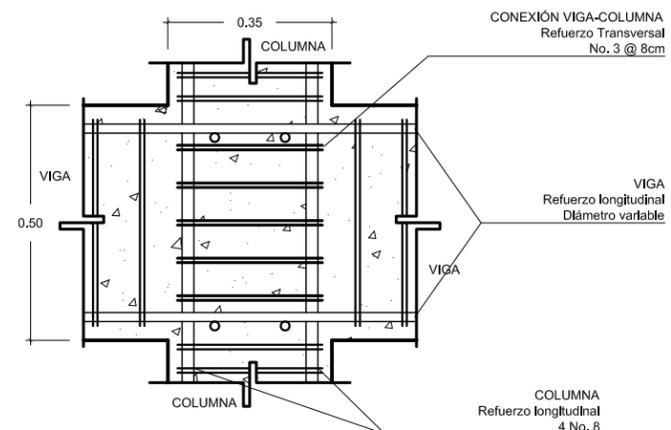
**SECCIÓN**  
SOLERA SILLAR

ESCALA 1/10



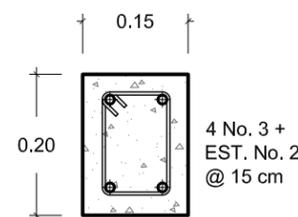
**PLANTA**  
CONEXIÓN VIGA-COLUMNA

ESCALA 1/15



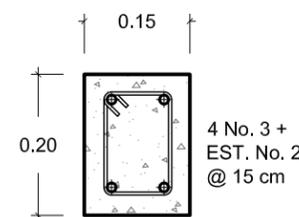
**SECCIÓN**  
CONEXIÓN VIGA-COLUMNA

ESCALA 1/15



**SECCIÓN**  
SOLERA HIDROFUGA

ESCALA 1/10



**SECCIÓN**  
SOLERA INTERMEDIA

ESCALA 1/10



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
E.P.S. INGENIERIA CIVIL 2012-2013

PROYECTO:  
AMPLIACIÓN ESCUELA  
PRIMARIA  
UBICACIÓN:  
Aldea Belajuyape, Concepción  
Tutuapa, San Marcos.

DISEÑO:  
ADRIANA OROZCO

PLANOS:  
DETALLE DE CORTE DE COLUMNA + MUROS

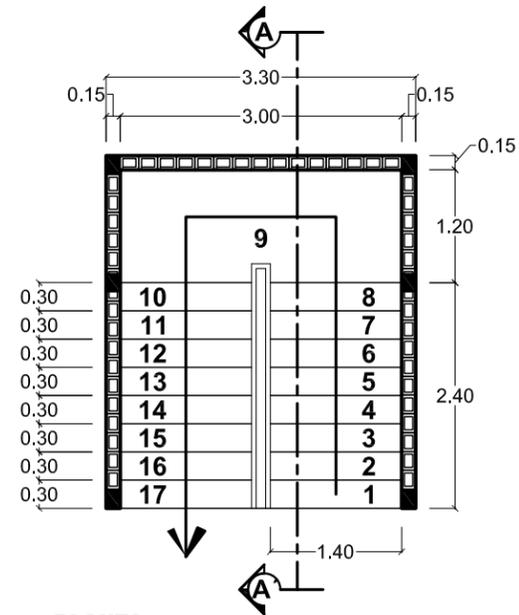
CÁLCULO:  
ADRIANA OROZCO

ESCALA:  
INDICADA

DIBUJO:  
ADRIANA OROZCO

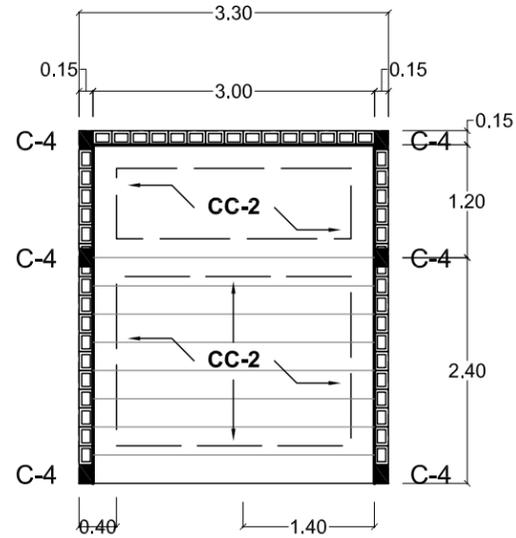
ASESOR-SUPERVISOR DE EPS: Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

HOJA: 10 / 13



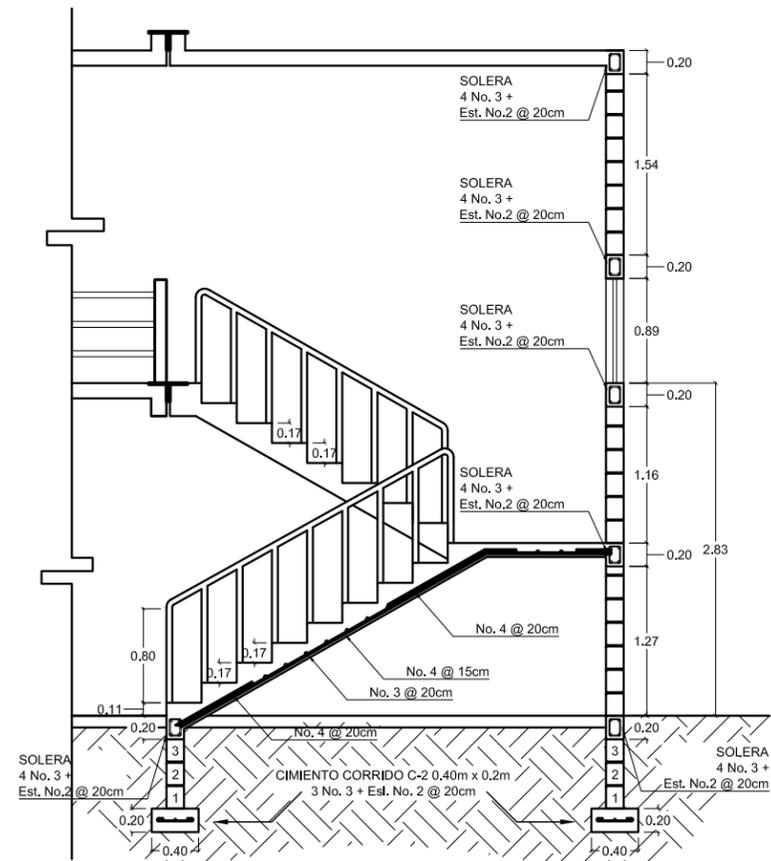
**PLANTA**  
**MODULO DE GRADAS**

ESCALA 1/75



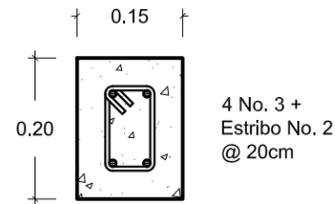
**PLANTA DE CIMENTACIÓN + COLUMNAS**  
**MODULO DE GRADAS**

ESCALA 1/75



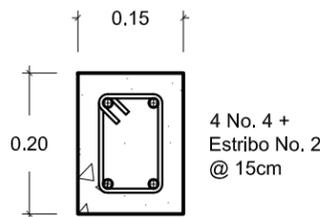
**CORTE A-A**  
**MODULO DE GRADAS**

ESCALA 1/75



**SECCIÓN**  
**SOLERA**

ESCALA 1/10



**SECCIÓN**  
**COLUMNA C-4**

ESCALA 1/10

**NOTAS:**

**ESPECIFICACIONES TECNICAS  
MODULO DE GRADAS**

**ACERO DE REFUERZO:**

1. El acero deberá tener un  $f_y = \text{grado } 60^\circ$
2. Ganchos diámetro mínimo de doblez para varillas del No. 3 al No. 6; 6 diámetros en la varilla.
3. Longitudes de desarrollo de varillas a tensión y traslapes.

No. 3 , 0.30 mts.  
No. 4, 0.30 mts.  
No. 5 y No. 6, 0.36 mts.

4. Todas las varillas se doblarán en frío.
5. Código de diseño ACI 318-08.

**MUROS:**

6. El levantado de muro se hará con block de 0.14x0.19x0.39 mts. unidos con sabieta en proporción 1:3 ( cemento+arena de río )

**CONCRETO:**

7. El concreto deberá tener un  $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$
8. La relación agua/cemento máxima permisible 29.3 Lts./saco de cemento
9. El agregado grueso (pedrín) deberá tener un diámetro mínimo de 1/2" y un diámetro máximo de 1,1/2"
11. Recubrimientos mínimos:
  - cimientos 7 cms.
  - vigas 3 a 4 cms.
  - columnas 2.5 a 3 cms.

**NOTA:**

A) cualquier cambio ó modificación en obra deberá ser autorizada por el arquitecto ó ingeniero supervisor de la obra.



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

E.P.S. INGENIERIA CIVIL 2012-2013

PROYECTO:  
AMPLIACIÓN ESCUELA PRIMARIA  
UBICACIÓN:  
Aldea Belajuyape, Concepción Tutuapa, San Marcos.

DISEÑO:  
ADRIANA OROZCO

PLANOS: MÓDULO DE GRADAS

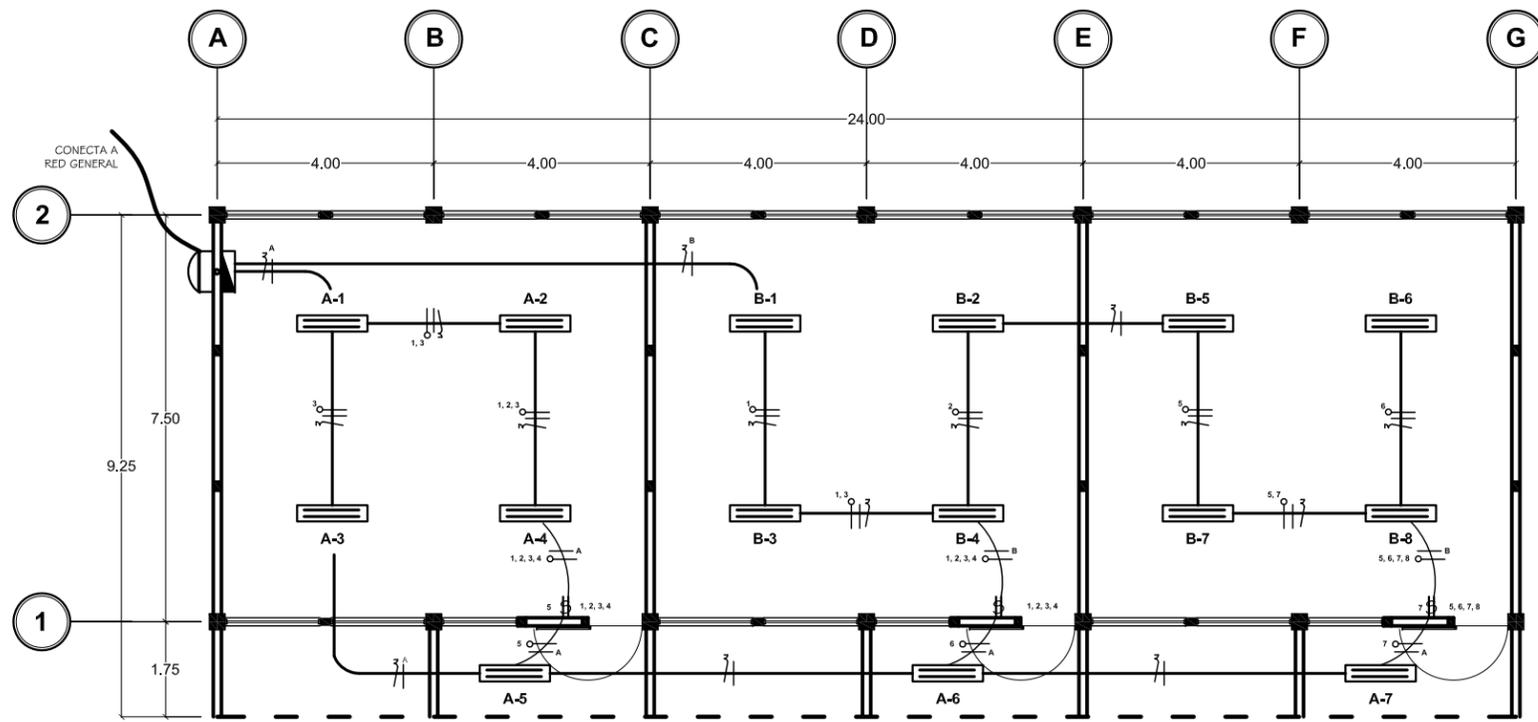
CÁLCULO:  
ADRIANA OROZCO

ESCALA:  
INDICADA

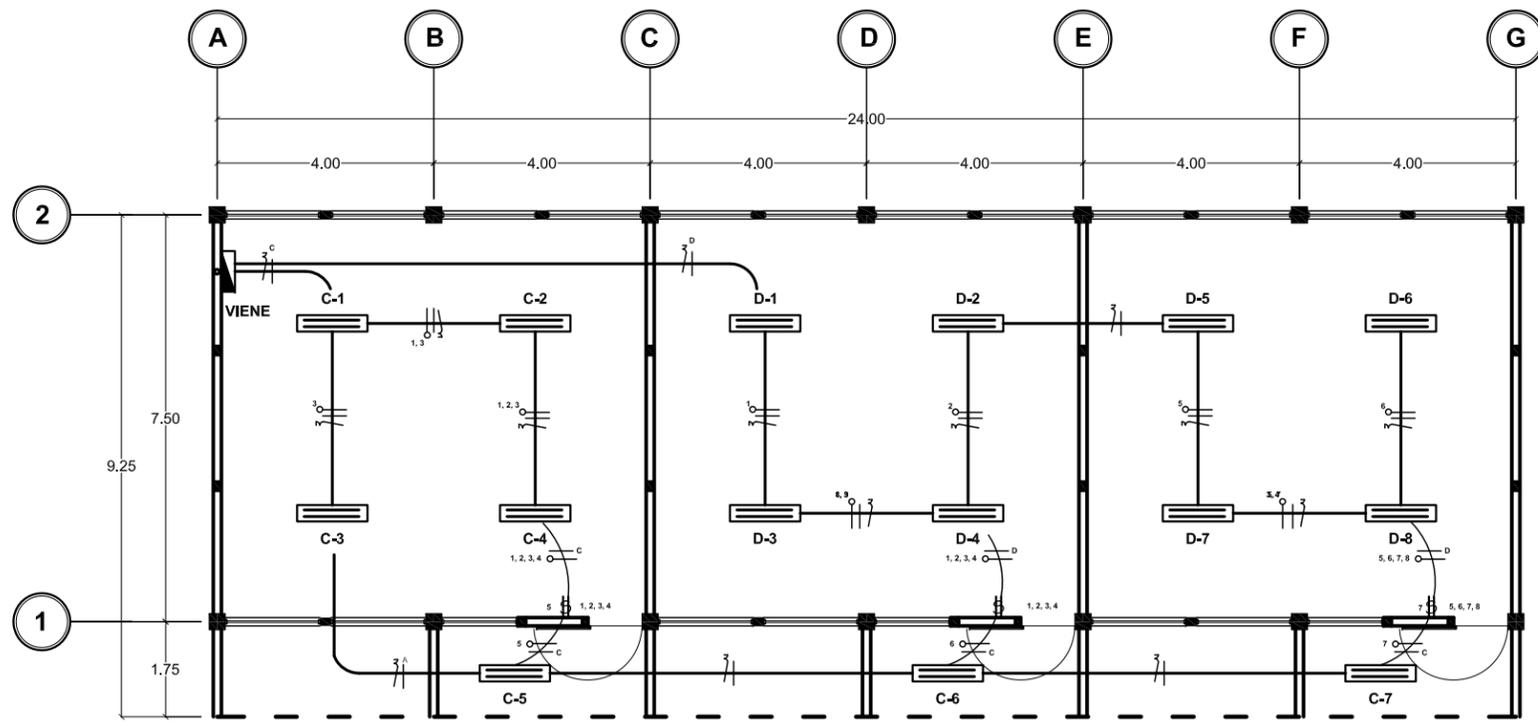
DIBUJO:  
ADRIANA OROZCO

ASESOR-SUPERVISOR DE EPS: Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

HOJA: 11 / 13



**PLANTA DE ILUMINACIÓN - PRIMER NIVEL** ESCALA 1 / 130



**PLANTA DE ILUMINACIÓN - SEGUNDO NIVEL** ESCALA 1 / 130

**NOTAS:** ESPECIFICACIONES TECNICAS ILUMINACION

COMPONENTES DE LA RED:  
 1. Tablero de distribución de 4 circuitos 120/240 voltios 60 ciclos c.a. carga nominal de 260 W. flipones de 20A

colocar para alambrar:

- positivo = rojo
- negativo = negro
- retorno = blanco

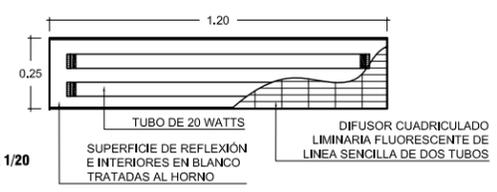
2. Tubería de acometida HG Ø 1 1/4", long. 1.50m + accesorio de entrada

3. toda la tubería de iluminación será poliducto de 3/4" el calibre de los conductores sera THHN No. 12 AGW

**NOMENCLATURA ILUMINACION**

SIMBOLO	DESCRIPCION
	CONTADOR
	LAMPARA FLUORESCENTE 2X40w TIPO LISTON
	TABLERO DE DISTRIBUCION DE CIRCUITOS
	TUBERIA POLIDUCTO DE 3/4" EN PRIMER NIVEL TUBERIA PVC DE 3/4" EN SEGUNDO NIVEL
	INTERRUPTOR DOBLE
	LINEA NEUTRA CALIBRE No. 12
	LINEA VIVA CALIBRE No. 12
	LINEA RETORNO CALIBRE No. 12
INDICA CIRCUITO  INDICA LINEA VIVA INDICA UNIDAD  INDICA LINEA NEUTRA  INDICA LINEA RETORNO	

**DETALLE LAMPARA**



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
 E.P.S. INGENIERIA CIVIL 2012-2013

PROYECTO:  
 AMPLIACIÓN ESCUELA PRIMARIA  
 UBICACIÓN:  
 Aldea Belajuyape, Concepción Tutuapa, San Marcos.

DISEÑO:  
 ADRIANA OROZCO

PLANOS:  
 PLANTA DE ILUMINACIÓN

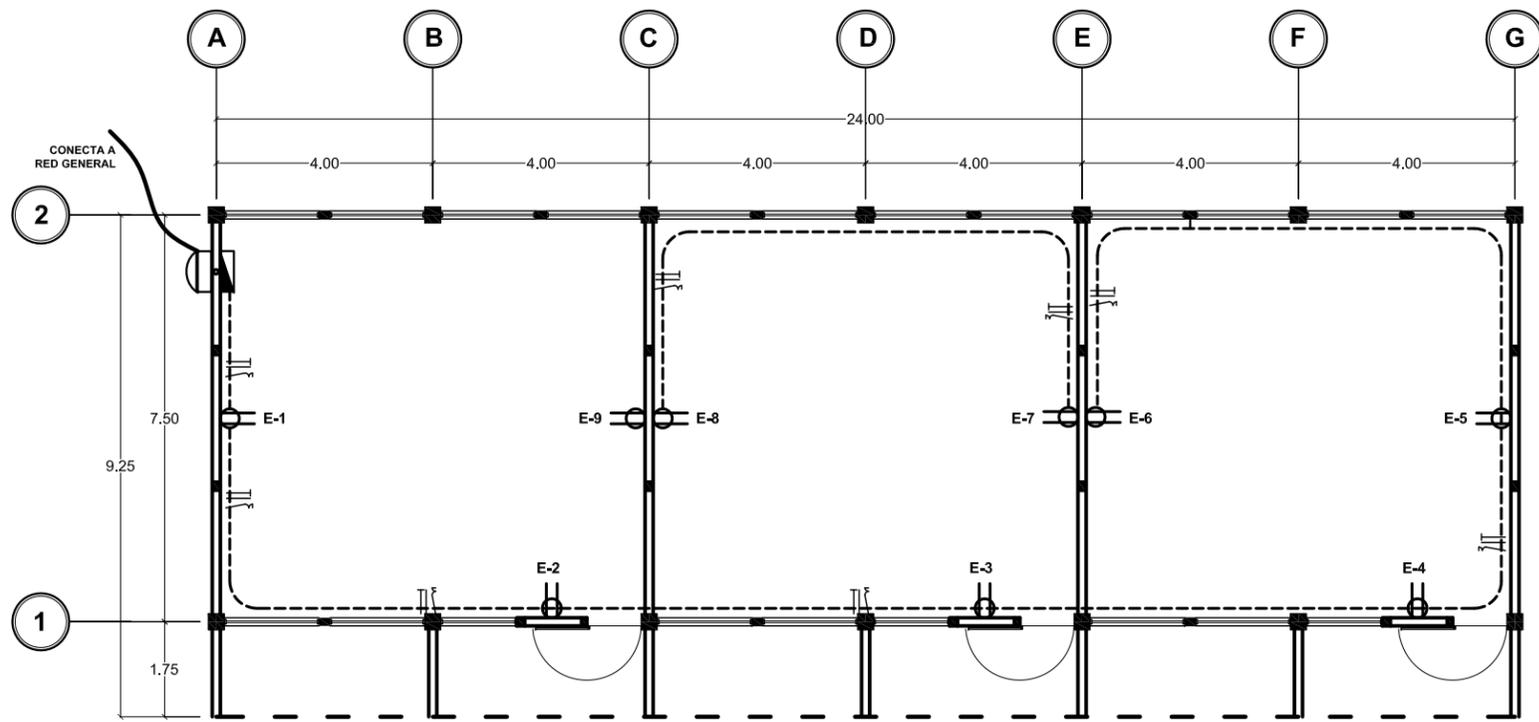
CÁLCULO:  
 ADRIANA OROZCO

ASESOR-SUPERVISOR DE EPS: Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

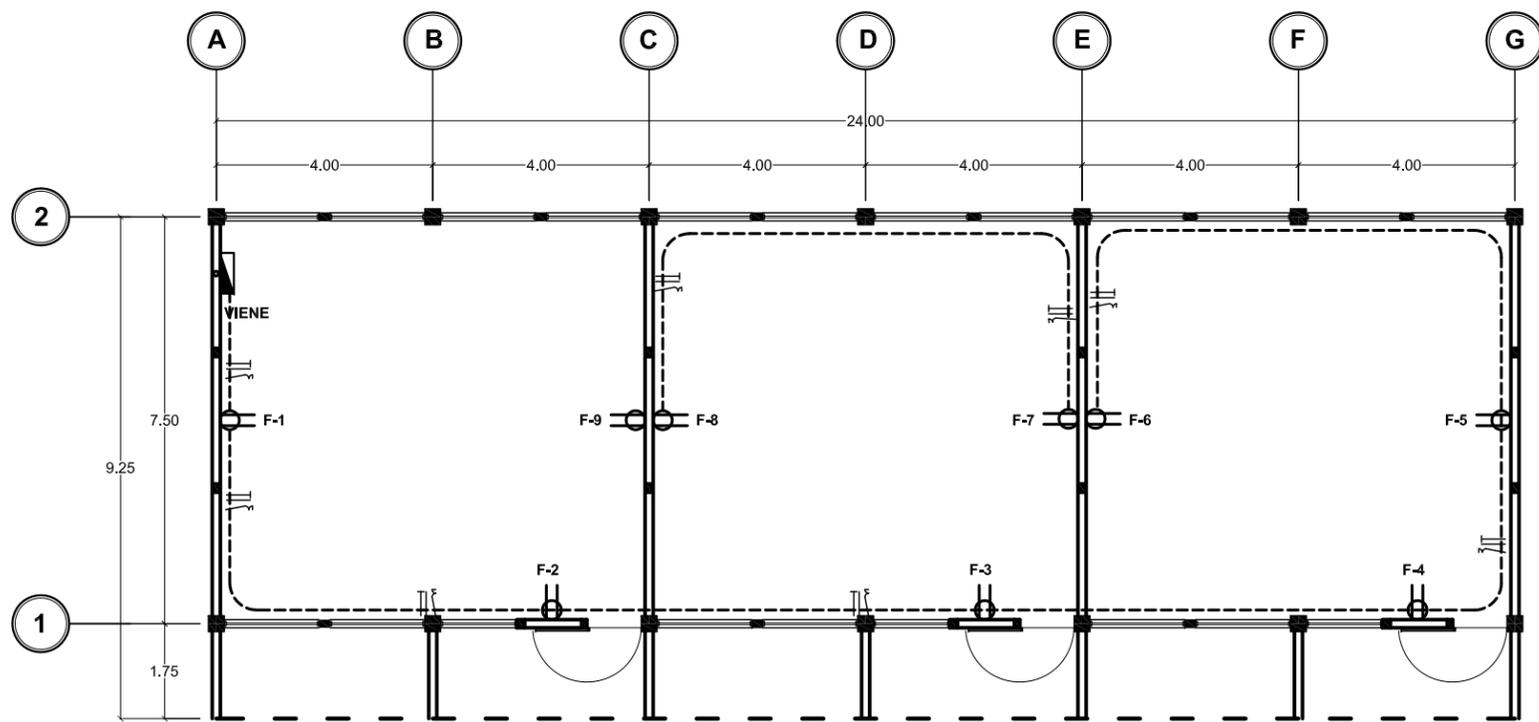
ESCALA:  
 INDICADA

DIBUJO:  
 ADRIANA OROZCO

HOJA: 12 / 13



PLANTA DE FUERZA - PRIMER NIVEL ESCALA 1 / 130



PLANTA DE FUERZA - SEGUNDO NIVEL ESCALA 1 / 130

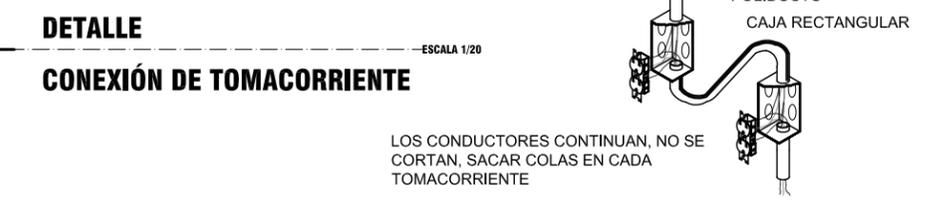
**NOTAS:** ESPECIFICACIONES TECNICAS DE ELECTRICIDAD

1. Tablero de distribución de 2 circuitos 120/240 voltios 60 ciclos c.a. carga nominal de 260 W. flípones de 20A  
 colocar para alambrar:  
 positivo = rojo  
 negativo = negro  
 retorno = blanco  
 Todos los tomacorrientes serán de 110 voltios 2 en cada caja, irán colocados a una altura de 0.40 mts. sobre el nivel de piso terminado horizontalmente el lado mayor  
 Los tomacorrientes serán polarizados tipo dado  
 Toda la alimentación será con cable THHN No. 12  
 El alambrado será llevado por poliducto de diámetro 3/4", se utilizarán cajas metálicas rectangulares

NOMENCLATURA ILUMINACION	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	CONTADOR
	TOMACORRIENTE 110 V. h 0.40 M.
	TABLERO DE DISTRIBUCION DE CIRCUITOS
	TUBERIA SUBTERRANEA POLIDUCTO DE 3/4"
	LINEA NEUTRA CALIBRE No. 12
	LINEA VIVA CALIBRE No. 12
	LINEA RETORNO CALIBRE No. 12

INDICA CIRCUITO	A-1	INDICA LINEA VIVA	A-2
INDICA UNIDAD		INDICA LINEA NEUTRA	



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
 E.P.S. INGENIERIA CIVIL 2012-2013

PROYECTO:  
 AMPLIACIÓN ESCUELA PRIMARIA  
 UBICACIÓN:  
 Aldea Belajuyape, Concepción Tutuapa, San Marcos.

DISEÑO: ADRIANA OROZCO	PLANOS: PLANTA DE FUERZA	ESCALA: INDICADA
CÁLCULO: ADRIANA OROZCO	ASESOR-SUPERVISOR DE EPS: Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz	HOJA: 13 / 13
DIBUJO: ADRIANA OROZCO		