



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

**DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA LA  
ALDEA CHIJOU Y EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA  
EL CASERÍO VALPARAISO, SANTA CRUZ VERAPAZ, ALTA VERAPAZ**

**Selvin Gamaliel Laj Canahui**

Asesorado por el Ing. Juan Merck Cos

Guatemala, noviembre de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA LA  
ALDEA CHIJOY Y EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA  
EL CASERÍO VALPARAISO, SANTA CRUZ VERAPAZ, ALTA VERAPAZ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**SELVIN GAMALIEL LAJ CANAHUI**  
ASESORADO POR EL ING. JUAN MERCK COS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

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

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADORA	Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra
EXAMINADORA	Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto
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 DE LA EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA LA ALDEA CHIJOU Y EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO VALPARAISO, SANTA CRUZ VERAPAZ, ALTA VERAPAZ**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 7 de febrero de 2013.

  
**Selvin Gamaliel Laj Canahui**





Guatemala, 02 de julio de 2014  
Ref.EPS.DOC.669.07.14

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.), del estudiante universitario **Selvin Gamaliel Laj Canahui** con carné No. **200640123**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA LA ALDEA CHIJOU Y EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO VALPARAISO, SANTA CRUZ VERAPAZ, ALTA VERAPAZ.**

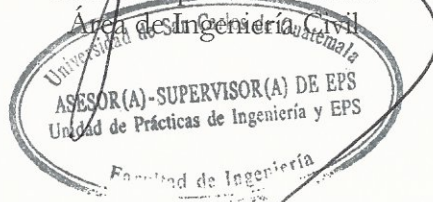
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Juan Merck Cos  
Asesor-Supervisor de EPS



c.c. Archivo  
JMC/ra



Guatemala, 04 de noviembre de 2014  
Ref.EPS.D.651.11.14

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 DE LA EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA LA ALDEA CHIJOU Y EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO VALPARAISO, SANTA CRUZ VERAPAZ, ALTA VERAPAZ**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Selvin Gamaliel Laj Canahui, carné 200640123**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Juan Merck Cos.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano  
Director Unidad de EPS

SJRS/ra





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

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



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

Guatemala,  
15 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 DE LA EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA LA ALDEA CHIJOU Y EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO VALPARAISO, SANTA CRUZ VERAPAZ, ALTA VERAPAZ, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Selvin Gamaliel Laj Canahui, con Carnet No. 200640123, quien contó con la asesoría del Ing. Juan Merck Cos.

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,

Y ENSEÑAR A TODOS

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



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
HIDRAULICA  
USAC

Más de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua







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

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

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



Guatemala,  
3 de noviembre de 2014

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA LA ALDEA CHIJOU Y EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO VALPARAISO, SANTA CRUZ VERAPAZ, ALTA VERAPAZ, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Selvin Gamaliel Laj Canahui, con Carnet No. 200640123, quien contó con la asesoría del Ing. Juan Merck Cos.

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. Juan Merck Cos y del Coordinador de E.P.S. Ing. Silvio José Rodríguez Serrano, al trabajo de graduación del estudiante Selvin Gamaliel Laj Canahui, titulado **DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA LA ALDEA CHIJOU Y EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO VALPARAISO, SANTA CRUZ VERAPAZ, ALTA VERAPAZ**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

  
Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, noviembre 2014

/bbdeb.

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





DTG. 647.2014

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 DE LA EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA LA ALDEA CHIJOU Y EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO VALPARAÍSO, SANTA CRUZ VERAPAZ, ALTA VERAPAZ**, presentado por el estudiante universitario **Selvin Gamaliel Laj Canahui**, 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, 14 de noviembre de 2014

/gdech



## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Quien es el dador de la vida, amor, sabiduría y salud. Su misericordia me ha acompañado cada día de mi vida.
<b>Mis padres</b>	Victor Laj y Blanca Herminia Canahui Requena, por ser fuente de inspiración, por su paciencia, amor y apoyo incondicional.
<b>Mis hermanos</b>	Claudia Aurely, Victor Eliezer, Avida Sofia, Deyna Priscila y Dorcas Herminia Laj Canahui, cada uno diferente pero especial, cada uno esforzándose por alcanzar una meta y visión de vida.
<b>Mi abuelo (q.e.p.d.)</b>	Emiliano Canahui Requena.
<b>Mi familia en general</b>	Con mucho afecto.
<b>Mis compañeros</b>	Muy especialmente.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Dios</b>	Por darme la vida, salud, sabiduría, y bendecirme cada día a alcanzar esta meta.
<b>Mis padres</b>	Por ser ejemplo de amor, de esfuerzo, dedicación, servicio y trabajo. Siempre tengo que aprender de ellos, son mi ejemplo y líderes.
<b>Mis hermanos</b>	Por ser mis mejores amigos, mis consejeros, por estar junto a mí esta etapa de mi vida y por su apoyo incondicional.
<b>Mi familia</b>	Tíos y primos por estar al pendiente de mi formación académica.
<b>Mi asesor</b>	Ing. Juan Merck, por su tiempo, oportuna asesoría y acompañamiento para culminar con éxito este trabajo de graduación.
<b>Mis catedráticos</b>	Por brindar todos sus conocimientos de manera desinteresada.
<b>Mis compañeros</b>	Por todos los buenos momentos compartidos en los años de estudio, y algunos por no ser solo compañeros sino también amigos.



**Municipalidad de Santa Cruz Verapaz**

Por darme la oportunidad de realizar mi EPS y permitir desarrollarme profesionalmente.

**Facultad de Ingeniería**

Por permitirme ser parte y egresar como miembro de esta Facultad.

**Universidad de San Carlos de Guatemala**

Por ser en Guatemala el principal centro de formación superior, por brindar excelencia académica.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XI
GLOSARIO .....	XIII
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN .....	XXI
1. FASE DE INVESTIGACIÓN .....	1
1.1. Monografía de la aldea Chijou y del caserío Valparaiso.....	1
1.1.1. Características físicas.....	1
1.1.1.1. Ubicación y localización.....	1
1.1.1.2. Colindancias .....	2
1.1.1.3. Topografía .....	3
1.1.1.4. Clima .....	3
1.1.1.5. Tipo de vivienda y actividad económica .....	4
1.1.1.6. Población y demografía .....	4
1.1.2. Características de infraestructura .....	4
1.1.2.1. Vías de acceso .....	5
1.1.2.2. Servicios públicos .....	5
1.1.3. Características socioeconómicas .....	5
1.1.3.1. Origen de la comunidad.....	6
1.1.3.2. Idioma y religión.....	7
1.2. Diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura de la aldea Chijou y del caserío Vaparaiso.....	7

1.2.1.	Descripción de las necesidades .....	7
1.2.2.	Evaluación y priorización de las necesidades .....	8
2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL .....	9
2.1.	Diseño de la edificación escolar de dos niveles para la aldea Chijou .....	9
2.1.1.	Descripción del proyecto .....	9
2.1.2.	Descripción del área disponible .....	10
2.1.3.	Estudio de suelos .....	10
2.1.4.	Normas para el diseño de edificios .....	11
2.1.4.1.	Criterios generales .....	11
2.1.4.2.	Criterios de conjunto .....	12
2.1.4.3.	Criterios de iluminación .....	12
2.1.4.4.	Otros criterios .....	14
2.1.5.	Diseño arquitectónico .....	15
2.1.5.1.	Ubicación del edificio en el terreno .....	15
2.1.5.2.	Distribución de ambientes .....	15
2.1.5.3.	Altura del edificio .....	16
2.1.6.	Selección del sistema estructural a usar .....	17
2.1.6.1.	Predimensionamiento de elementos estructurales .....	17
2.1.6.2.	Cargas de diseño .....	22
2.1.6.2.1.	Cargas verticales en marcos dúctiles con nudos rígidos .....	23
2.1.6.2.2.	Cargas horizontales en marcos dúctiles con nudos rígidos .....	33
2.1.6.3.	Fuerzas sísmicas .....	33

2.1.6.4.	Modelos matemáticos para marcos dúctiles con nudos rígidos .....	49
2.1.6.5.	Análisis de marcos dúctiles por medio de software y comprobación por medio de un método de análisis estructural numérico .....	49
2.1.6.6.	Envolvente de momentos .....	57
2.1.6.7.	Diagrama de corte y momento.....	60
2.1.7.	Diseño estructural.....	63
2.1.7.1.	Diseño de losas .....	63
2.1.7.2.	Diseño de vigas .....	75
2.1.7.3.	Diseño de columnas .....	79
2.1.7.4.	Diseño de cimientos .....	92
2.1.7.5.	Diseño de gradas.....	99
2.1.8.	Instalaciones.....	104
2.1.8.1.	Agua potable.....	104
2.1.8.2.	Drenaje .....	108
2.1.8.3.	Pluvial .....	109
2.1.8.4.	Electricidad .....	111
2.1.9.	Elaboración de planos .....	114
2.1.10.	Elaboración de presupuesto .....	115
2.1.11.	Evaluación de Impacto Ambiental Inicial .....	117
2.2.	Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el caserío Valparaiso .....	118
2.2.1.	Descripción del proyecto .....	118
2.2.2.	Levantamiento topográfico .....	119
2.2.2.1.	Altimetría.....	119
2.2.2.2.	Planimetría.....	120
2.2.3.	Diseño del sistema .....	120

2.2.3.1.	Descripción del sistema a utilizar .....	120
2.2.3.2.	Período de diseño .....	121
2.2.3.3.	Población de diseño .....	121
2.2.3.4.	Dotación .....	122
2.2.3.5.	Factor de retorno.....	123
2.2.3.6.	Factor de flujo instantáneo (FH) .....	123
2.2.3.7.	Caudal sanitario .....	124
2.2.3.7.1.	Caudal domiciliar.....	124
2.2.3.7.2.	Caudal de infiltración...	124
2.2.3.7.3.	Caudal conexiones ilícitas .....	125
2.2.3.7.4.	Caudal comercial .....	126
2.2.3.7.5.	Factor de caudal medio .....	126
2.2.3.7.6.	Caudal de diseño .....	127
2.2.3.8.	Selección del tipo de tubería .....	128
2.2.3.9.	Diseño de secciones y pendientes .....	128
2.2.3.9.1.	Velocidades máximas y mínimas de diseño ...	130
2.2.3.9.2.	Cotas Invert.....	130
2.2.3.10.	Pozos de visita .....	132
2.2.3.11.	Conexiones domiciliarias.....	133
2.2.3.12.	Profundidad de tubería .....	134
2.2.3.13.	Principios hidráulicos.....	136
2.2.3.13.1.	Relaciones hidráulicas	136
2.2.3.14.	Cálculo hidráulico .....	137
2.2.3.14.1.	Especificaciones técnicas .....	137

	2.2.3.14.2.	Ejemplo de diseño de tramo de PV-7 a PV-8	137
2.2.4.		Propuesta de tratamiento	140
	2.2.4.1.	Diseño de fosa séptica	141
2.2.5.		Elaboración de planos finales	158
2.2.6.		Presupuesto	159
2.2.7.		Análisis socioeconómico	160
	2.2.7.1.	Valor Presente Neto	161
	2.2.7.2.	Tasa Interna de Retorno	162
	2.2.7.3.	Relación beneficio/costo	163
2.2.8.		Evaluación de Impacto Ambiental Inicial	163
CONCLUSIONES			167
RECOMENDACIONES			169
BIBLIOGRAFÍA			171
APÉNDICES			173
ANEXOS			177



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Mapa de localización, aldea Chijou y caserío Valparaiso, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz. ....	2
2.	Distribución arquitectónica de ambientes .....	16
3.	Altura del edificio .....	17
4.	Sección de viga .....	19
5.	Sección de columna .....	20
6.	Tipos de losas .....	21
7.	Carga muerta y carga viva, marco 1 .....	29
8.	Carga muerta y carga viva marco A .....	30
9.	Pesos por nivel.....	31
10.	Carga por sismo, marco crítico eje Y.....	48
11.	Carga por sismo, marco critico eje X.....	48
12.	Diagrama de momentos de carga muerta en vigas, marco típico Y (kg/m) .....	51
13.	Diagrama de momentos de carga muerta en columnas, marco típico sentido Y (kg/m).....	51
14.	Diagrama de momentos de carga viva en vigas, marco típico sentido Y (kg/m) .....	52
15.	Diagrama de momentos de carga viva en columnas, marco típico sentido Y (kg/m) .....	52
16.	Diagrama de momentos de carga sísmica en vigas, marco típico sentido Y (kg/m) .....	53



17.	Diagrama de momentos de carga sísmica en columnas, marco típico sentido Y (kg/m) .....	53
18.	Diagrama de momentos de carga muerta en vigas, marco típico X (kg/m).....	54
19.	Diagrama de momentos de carga muerta en columnas, marco típico X (kg/m).....	54
20.	Diagrama de momentos de carga viva en vigas, marco típico sentido X (kg/m).....	55
21.	Diagrama de momentos de carga viva en columnas, marco típico sentido X (kg/m) .....	55
22.	Diagrama de momentos de carga sísmica en vigas, marco típico sentido X (kg/m).....	56
23.	Diagrama de momentos de carga sísmica en columnas, marco típico sentido X (kg/m) .....	56
24.	Diagrama de envolvente de momentos en vigas, marco típico sentido Y (kg/m).....	58
25.	Diagrama de envolvente de momentos en columnas, marco típico sentido Y (kg/m).....	59
26.	Diagrama de envolvente de momentos en vigas, marco típico sentido X (kg/m).....	59
27.	Diagrama de envolvente de momentos en columnas, marco típico sentido X (kg/m).....	60
28.	Diagrama de envolvente de corte último en vigas, marco típico sentido Y (kg/m).....	61
29.	Diagrama de envolvente de corte último en columnas, marco típico sentido Y (kg/m) .....	61
30.	Diagrama de envolvente de corte último en vigas, marco típico sentido X (kg/m).....	62

31.	Diagrama de envolvente de corte último en columnas, marco típico sentido X (kg/m).....	62
32.	Planta de distribución de losas.....	64
33.	Diseño armado de losa típica.....	74
34.	Detalle de armado de vigas típica.....	79
35.	Carga resistente, programa JC-Diseño Concreto.....	87
36.	Detalle de armado de columna típica.....	91
37.	Chequeo por corte simple.....	95
38.	Chequeo por corte punzonante.....	96
39.	Detalle de armado de zapata típica.....	98
40.	Planta módulo de gradas.....	100
41.	Detalle de carga.....	101
42.	Sección transversal módulo de gradas.....	104

## TABLAS

I.	Valor soporte según el tipo de suelo.....	10
II.	Alturas y espesores mínimos de vigas y losas.....	18
III.	Cargas vivas en edificaciones.....	23
IV.	Cargas vivas especiales.....	25
V.	Factor de Z de zona sísmica.....	35
VI.	Factor de importancia de la estructura.....	35
VII.	Coeficientes de sitio.....	37
VIII.	Fuerzas por marco eje X nivel 2.....	46
IX.	Fuerza por marco eje Y nivel 2.....	46
X.	Fuerzas por marco eje X nivel 1.....	47
XI.	Fuerzas por marco eje Y nivel 1.....	47
XII.	Cálculo de UH para la edificación escolar.....	107
XIII.	Cálculo unidades de descarga para la edificación escolar.....	108

XIV.	Cálculo de pendiente, según unidades de descarga .....	109
XV.	Propuesta de diámetro de tuberías .....	109
XVI.	Cálculo demanda en watts .....	112
XVII.	Presupuesto edificación escolar de dos niveles .....	116
XVIII.	Profundidad mínima en metros, según el diámetro de tubería .....	134
XIX.	Ancho mínimo de zanja, según el diámetro de tubería.....	135
XX.	Cálculo de peso y momento resultante .....	154
XXI.	Presupuesto sistema de alcantarillado sanitario .....	160

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>As</b>	Área de acero de fuerza a tracción o compresión
<b>Ag</b>	Área de sección transversal gruesa
<b>qu</b>	Capacidad de carga última
<b>Pc</b>	Carga crítica de Euler
<b>CM</b>	Carga muerta
<b>CV</b>	Carga viva
<b>Q</b>	Caudal a sección llena
<b>q</b>	Caudal a sección parcialmente llena
<b>Cs</b>	Coefficiente sísmico
<b>CIE</b>	Cota Invert de entrada
<b>CIS</b>	Cota Invert de salida
<b><math>\rho_b</math></b>	Cuantía balanceada
<b><math>\rho</math></b>	Cuantía de acero de refuerzo
<b>Xcm</b>	Distancia sobre el eje X del centro de masa
<b>Xcr</b>	Distancia sobre el eje X del centro de rigidez
<b>Ycm</b>	Distancia sobre el eje Y del centro de masa
<b>Ycr</b>	Distancia sobre el eje Y del centro de rigidez
<b>Pu</b>	Fuerza axial última
<b>Vu</b>	Fuerza cortante última
<b>Q</b>	Índice de estabilidad
<b>Es</b>	Módulo de elasticidad del acero
<b>Ec</b>	Módulo de elasticidad del concreto
<b>Mux</b>	Momento mayorado sobre el eje X

<b>Muy</b>	Momento mayorado sobre el eje Y
<b>ft</b>	Pies
<b>in</b>	Pulgadas
<b>f'c</b>	Resistencia a compresión del concreto
<b>Vs</b>	Resistencia a cortante proporcionada por el refuerzo a corte
<b>fy</b>	Resistencia a fluencia del acero
<b>fs</b>	Resistencia a tensión del acero por la resistencia probable
<b>Vc</b>	Resistencia al cortante proporcionada por el concreto
<b>K</b>	Rigidez lateral
<b>r</b>	Tasa de crecimiento
<b>V</b>	Velocidad de flujo a sección llena
<b>v</b>	Velocidad de flujo a sección parcialmente llena

## GLOSARIO

<b>ACI 318S-05</b>	Instituto Americano del Concreto (por las siglas en inglés). Comité 318: Reglamento Estructural para Edificaciones. Edición en español; 2005.
<b>AGIES</b>	Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica.
<b>Alcantarillado sanitario</b>	Sistema de recolección diseñado para llevar exclusivamente aguas residuales.
<b>Análisis estructural</b>	Proceso que busca encontrar la forma que adquiere una estructura al ser sometida a cargas y los consecuentes esfuerzos a que se ven sometidos los miembros.
<b>ASTM</b>	Asociación Americana para pruebas y materiales (por las siglas en inglés).
<b>Capacidad de carga</b>	Esfuerzo máximo por unidad de área que el suelo puede soportar antes que ocurra la falla por cortante.

<b>Cargas</b>	Fuerzas u otras acciones resultantes del peso de los materiales de construcción, los ocupantes y las pertenencias, efectos ambientales, movimientos diferenciales y restricciones a la deformación que afectan a la estructura.
<b>Cargas de servicio</b>	Son todas las cargas, estáticas o transitorias, que se imponen a la estructura, o elemento estructural, debido al uso de la edificación, sin factores de carga.
<b>Cargas mayoradas</b>	También llamadas cargas de diseño son todas las cargas de servicio multiplicadas por el respectivo factor de mayoración de carga.
<b>Caudal</b>	Volumen de flujo que pasa en una sección por unidad de tiempo
<b>Cohesión</b>	Es una medida de la adherencia que hay entre las partículas del suelo debido a la atracción molecular que existe entre ellas.
<b>Corte basal</b>	Carga inducida para reemplazar el efecto de sismo en un edificio, por fuerzas laterales equivalentes que actúan en la base del mismo.
<b>Cuantía</b>	Porcentaje de acero relativo al área de la sección transversal efectiva del concreto.

<b>Diagrama de interacción</b>	Representa el conjunto de pares de esfuerzos, de carga axial y momento, internos máximos que la columna es capaz de soportar sin llegar a la falla.
<b>Dotación</b>	Volumen de agua consumida por un habitante durante un día.
<b>Envolvente</b>	Es la superposición de las gráficas que representa los esfuerzos máximos y mínimos sobre un elemento estructural.
<b>Esbeltez</b>	Es la relación que existe entre la sección transversal de un elemento y la longitud.
<b>Estrato de suelo</b>	Capa de suelo aproximadamente paralela a la superficie del mismo, con propiedades especiales producidas durante la formación, que la distingue de otras capas adyacentes.
<b>Estructura</b>	Es la unidad resistente constituida por una diversidad de materiales que tiene como objetivo soportar una variedad de cargas.
<b>Excentricidad</b>	Parámetro que determina el grado de desviación entre dos puntos de referencia.
<b>Fluencia</b>	Deformación que se produce cuando un material está sometido a un esfuerzo constante.



<b>INE</b>	Instituto Nacional de Estadística.
<b>INFOM</b>	Instituto de Fomento Municipal.
<b>Manto freático</b>	Manto de agua subterránea que se localiza entre dos capas de materiales térreos relativamente permeables.
<b>MARN</b>	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.
<b>Retracción</b>	Disminución del volumen del concreto durante el proceso de fraguado del mismo.
<b>UBC</b>	Código Uniforme de la Edificación (por las siglas en inglés).
<b>Vida útil</b>	Es el período durante el cual una estructura es capaz de mantener el nivel requerido de resistencia y de servicio.

## **RESUMEN**

El caserío Valparaiso se encuentra localizado a 7 km de la cabecera municipal, donde es necesaria la implementación de un sistema de alcantarillado sanitario, para conducir y tratar las aguas residuales.

Los habitantes de la comunidad iniciaron la gestión de este proyecto, para resolver la problemática que existe en la comunidad y así reducir las enfermedades, malos olores y mortalidad infantil.

La aldea Chijou se encuentra a 9 km de la cabecera municipal es una de las comunidades más grandes del municipio, tiene la necesidad de construir un edificio escolar para atender la demanda estudiantil.

La idea de construir un edificio escolar surge por la migración de estudiantes a otras comunidades y casco urbano, elevando el costo de educación ya que incurren en gastos como transporte y alimentación.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Diseñar la edificación escolar de dos niveles para la aldea Chijou y el sistema de alcantarillado sanitario para el caserío Valparaiso, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz.

### **Específicos**

1. Realizar una investigación de carácter monográfica y un diagnóstico de necesidades de servicios básicos e infraestructura del caserío Valparaiso y aldea Chijou, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz.
2. Capacitar a miembros de Concejo Comunitario de Desarrollo (COCODE) del caserío Valparaiso en aspectos de operación y mantenimiento de un sistema de alcantarillado sanitario.



## INTRODUCCIÓN

El municipio de Santa Cruz Verapaz está localizado a 16 km de la cabecera departamental, a la altura de los kilómetros 195 y 196 de la carretera CA-14, ubicada en latitud norte 15° 22' 25" y longitud oeste 90° 25' 50". Es un municipio cuya fuerza de trabajo de hombres y mujeres carecen de empleo a falta de empresas que acojan dicho recurso, la principal ocupación es la agricultura, el caserío Valparaíso y la aldea Chijou forman parte del municipio, de los cuales la primera población no cuenta con sistema de alcantarillado sanitario, proyecto de primera necesidad que mejorará la calidad de vida de los habitantes, el tratamiento de las aguas residuales permitirá disminuir la contaminación ambiental, al igual que para la protección de la salud pública.

En tanto que la aldea Chijou no cuenta con infraestructura escolar para satisfacer la necesidad de educación en la población estudiantil, debido a que por falta de espacios los estudiantes tienen la necesidad de continuar los estudios en centros educativos de otras comunidades, en el casco urbano del municipio, o bien abandonar los estudios. La construcción de una edificación de dos niveles es necesaria para reducir el número de alumnos que no continúan los estudios por falta de espacio, generando mejores ambientes para la educación de la población.



# **1. FASE DE INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Monografía de la aldea Chijou y del caserío Valparaiso**

Santa Cruz Verapaz data de tiempos prehispánicos, como tal fue fundado el 3 de mayo de 1543 por los frailes dominicos Juan de Torres, Luis Cáncer y Pedro de Angulo, cuenta con 40 comunidades entre aldeas y caseríos entre los que se encuentran la aldea Chijou y el caserío Valparaíso.

### **1.1.1. Características físicas**

Dentro de las principales características físicas que se investigaron se encuentra la ubicación y localización, colindancias, topografía, clima, tipo de vivienda, actividad económica, población y demografía; las cuales se describen en los siguientes numerales.

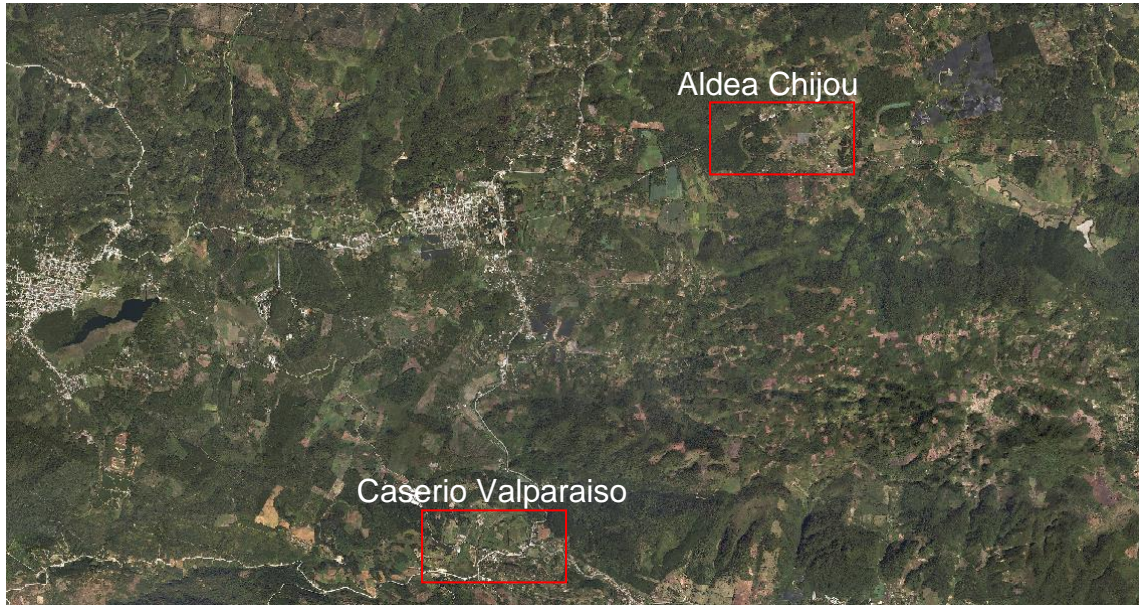
#### **1.1.1.1. Ubicación y localización**

La aldea Chijou se encuentra ubicada al noreste y a nueve kilómetros de la cabecera municipal, sobre la carretera pavimentada que conduce del municipio de Santa Cruz Verapaz al municipio de San Juan Chamelco.

El caserío Valparaiso se encuentra ubicado al oeste y a siete kilómetros de la cabecera municipal, situado sobre la carretera de terracería que conduce a Pueblo Viejo.



Figura 1. **Mapa de localización, aldea Chijou y caserío Valparaiso, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz**



Fuente: mapa 1: 50 000 municipio de Santa Cruz Verapaz.

#### **1.1.1.2. Colindancias**

La aldea Chijou colinda al norte con el caserío Santa Elena; al sur con finca Satex y caserío Cak'abaj; al este con finca Chichen y el municipio de Cobán; al oeste con finca Las Pacayas.

El caserío Valparaiso colinda al norte con finca Valparaiso; al sur con aldea Najquitob; al este los caseríos Río Frio y Moxenja; al oeste con finca Valparaíso.

### **1.1.1.3. Topografía**

La aldea Chijou tiene una topografía mixta de montañas y valles, la edificación escolar se construirá en la cima de una montaña.

El caserío Valparaiso presenta una topografía montañosa quebrada posee el hecho hidrográfico río Cahabón en la parte noreste de la comunidad.

### **1.1.1.4. Clima**

Respecto al clima, predominan el templado y frío para ambas comunidades, la época lluviosa se inicia en el mes de mayo y culmina en octubre, registrando un 87 % de humedad. La estación meteorológica más cercana es la de Cobán, la cual se encuentra ubicada en la pista de aterrizaje del municipio de Cobán, Alta Verapaz.

- Vientos: el promedio es de 5,60 km/hora entre los meses de enero a junio y un promedio de 4,13 km/hora entre julio y diciembre, generando un promedio anual de 4,90 km/hora.
- Temperatura: temperatura media anual 19,5 °C, temperatura máxima media anual 25,1 °C, temperatura mínima media anual 13,6 °C, temperatura máxima absoluta 32,6 °C, temperatura mínima absoluta 2,5 °C.
- Precipitación pluvial: en Santa Cruz Verapaz los meses más lluviosos son mayo y octubre, cuando se reportan lluvias que alcanzan los 568,72 mm y 551,34 mm, mientras que la precipitación anual promedio es de 2798,62 mm.

- Soleamiento: el promedio anual de exposición solar es de 174,1 horas.

#### **1.1.1.5. Tipo de vivienda y actividad económica**

El tipo de vivienda para ambas comunidades es de paredes de mampostería de block, piso de concreto y techo de lámina galvanizada en un 50 %, la otra mitad está construida con paredes de adobe, madera y lámina galvanizada. Presentando únicamente dos ambientes, dormitorios y concina.

La actividad económica para la aldea Chijou está enfocada en la agricultura y artesanías.

En el caserío Valparaiso la principal ocupación para hombres es la agricultura, explotación de bancos de arena y trabajos de jornales en fábricas, fincas e industrias.

#### **1.1.1.6. Población y demografía**

En la aldea Chijou existen 305 casas y una población de 1 994 habitantes de los cuales 938 son hombres (47,04 %) y 1 056 mujeres (52,96 %). Para el caserío Valparaiso el número de casas es de 155 y una población de 977 habitantes de los cuales 532 son hombres (55,45 %) y 445 mujeres (44,55 %).

#### **1.1.2. Características de infraestructura**

El 50 % de las comunidades que comprenden el municipio de Santa Cruz Verapaz, cuenta con infraestructura y servicios básicos, a continuación se describen las características de infraestructura de las comunidades en estudio.

#### **1.1.2.1. Vías de acceso**

El acceso para la aldea Chijou es por la carretera CA-14, sobre el kilómetro 195 frente al hotel del parque Park Hotel, luego sobre la carretera asfaltada que conduce al municipio de San Juan Chamelco.

Para llegar al caserío Valparaiso se transita sobre la carretera CA-14 rumbo al municipio de Tactic, se desvía en el lugar conocido como cruce del Cid o Río Frio, para tomar la carretera de terracería que conduce a Pueblo Viejo.

#### **1.1.2.2. Servicios públicos**

La aldea Chijou tiene los servicios de escuela primaria, sistema de agua potable, canchas deportivas, telefonía celular, energía eléctrica, iglesia católica y evangélica, servicio de cable, centro de salud, letrinas, molinos de nixtamal, tiendas, carretera principal pavimentada y carreteras y caminos vecinales de terracería. El caserío Valparaiso posee los servicios de escuela primaria, sistema de agua potable, energía eléctrica, telefonía celular, servicio de cable, molinos de nixtamal, tiendas, centro de internet, canchas deportivas, casa de salud, salón comunal, letrinas, iglesia católica, evangélica y mormona, caminos vecinal pavimentados y carretera de terracería.

#### **1.1.3. Características socioeconómicas**

Estas características se refieren al carácter social y económico en general de las comunidades en estudio. Las más importantes y que fueron investigadas son las mencionadas en los siguientes numerales.

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

La aldea Chijou, en idioma poq'omchi' *Chi* significa lugar y *Jou* árbol de hojas traducido significa lugar de palos. Sin embargo, se refieren a un árbol específico el que usan para vigas en la construcción de viviendas. En 1910 el señor José María Véliz, Alcalde Municipal de esa época, distribuyó los terrenos que hasta ese momento eran comunales. Se encuentra asentada en el valle de la Virgen de Xut'há.

El caserío Valparaiso se dice que anteriormente se le conocía con el nombre de saqb'iin, en este lugar los abuelos recibieron por primera vez la luz y el día, indican asimismo, que en el saqb'iin, no existía el sol, la luna, ni las estrellas, el día era casi nublado, pues no había claridad, en los años de 1915 a 1930 se dedicaban a la siembra de caña y café, en los años de 1930 a 1969 se hacían los mismos trabajos y además se empezó a trabajar con la elaboración de panela, siembra de frijol, en los años de 1969 a 1993 llegó un nuevo dueño a la finca llamado Cordel Andersen, el cual cortó toda la plantación de caña, quemó todos los trapiches donde se elaboraba la panela haciendo de todo el lugar un potrero, empezó con la crianza de pollos, ganado lechero y hortalizas, enseñó a las personas del lugar a comer alimentos enlatados y embolsados, los hizo cambiar de religión, enseñó la limpieza personal, previno enfermedades y muertes infantiles y les dio educación a los niños, construyendo una escuela para los niños y para toda la comunidad.

### **1.1.3.2. Idioma y religión**

En la aldea Chijou se hablan los idiomas español y poq'omchi y los habitantes profesan las religiones católica y evangélica. En el caserío Valparaiso se hablan los idiomas español y poq'omchi y los habitantes profesan las religiones católica, evangélica y mormona.

## **1.2. Diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura de la aldea Chijou y del caserío Vaparaiso**

Se refiere al conjunto de necesidades de servicios básico e infraestructura presentes de las comunidades en estudio, para luego priorizar la necesidad de mayor impacto dentro de las comunidades.

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

Aldea Chijou

- Edificio escolar: por la creciente demanda de alumnos que atiende la escuela, los habitantes de la comunidad tienen la necesidad de contar con un edificio que satisfaga la demanda estudiantil.
- Sistema de alcantarillado sanitario: el servicio sanitario con el que cuentan son letrinas y pozos ciegos y en algunos casos las aguas servidas son depositadas directamente a riachuelos que atraviesan la comunidad.
- Mantenimiento de calles de terracería: por las condiciones climáticas de las carreteras se encuentran en mal estado.

- Sistema de abastecimiento de agua potable: debido a que el actual sistema fue construido por habitantes de la comunidad, el agua no llega a todas las casas y se ven en la necesidad de utilizar llenar cántaros.

#### Caserío Valparaíso

- Sistema de alcantarillado sanitario: existe contaminación y enfermedades que producen las aguas servidas que corren a flor de tierra debido al colapso parcial de letrinas y pozos ciegos.
- Edificación escolar: por la ubicación geográfica de la comunidad, actualmente atiende a 145 estudiantes de nivel diversificado de distintas comunidades por lo que hay necesidad de un nuevo edificio escolar.
- Pavimentación de carretera de terracería: la vía de acceso es de terracería y por el tránsito que circula por el lugar, se encuentran en mal estado ya que no reciben el mantenimiento adecuado y ocasiona grandes cantidades de polvo en época de verano.

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

Haciendo un análisis de las necesidades que existen en las diferentes comunidades, conjuntamente con el Concejo Comunitario de Desarrollo (COCODE) y la municipalidad se determinó priorizar para la aldea Chijou el diseño de un edificio escolar de dos niveles y para el caserío Valparaíso el diseño un sistema de alcantarillado sanitario.

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

### **2.1. Diseño de la edificación escolar de dos niveles para la aldea Chijou**

Para el diseño de la edificación escolar se consideraron factores como el área disponible, tipo de suelo y se aplicaron códigos de construcción, normas y criterios básicos para el diseño de edificios escolares.

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

El proyecto consiste en realizar el diseño de una edificación escolar de dos niveles para la aldea Chijou, del municipio de Santa Cruz Verapaz, que cuente con tres salones de clases, servicios sanitarios de hombres y mujeres, bodega y dirección en la planta baja y dos salones de clases y laboratorio de computación en la planta alta.

La estructura será con base en marcos dúctiles que incluyen nudos rígidos (sistema de vigas y columnas de concreto reforzado) y losas de concreto armado, muros de mampostería de block para delimitar los ambientes, piso cerámico y puertas de metal.

El objetivo principal de la edificación es proporcionar a los estudiantes de la comunidad y lugares aledaños, una infraestructura adecuada para desarrollar actividades académicas de nivel medio; de manera que los estudiantes cuenten con instalaciones optimas que mejoren el proceso de enseñanza-aprendizaje y mejoren las posibilidades de desarrollo.



### 2.1.2. Descripción del área disponible

El terreno se encuentra ubicado en la aldea Chijou es un polígono regular de forma rectangular, que en planimetría tiene las siguientes dimensiones: 20 m de ancho y 50 m de largo, con un área de 1 000 metros cuadrados. Con referencia a la altimetría, el terreno presenta variación de niveles ya que se encuentra en la cima de un cerro.

### 2.1.3. Estudio de suelos

El estudio de suelos tiene como principal objetivo describir las características físicas y mecánicas, la capacidad de carga admisible o valor soporte del mismo. El suelo encontrado en esta área es un manto rocoso; para evaluar la calidad y el valor soporte del suelo, se realizó una excavación a 0,30 metros de profundidad, donde no se pudo obtener ninguna muestra del suelo. Ver fotografías y resultados de ensayos de caracterización mineralógica y extracción del núcleo, aplicados a muestra de roca en anexos.

El área donde se ubicará la edificación está asentada sobre un manto rocoso, por lo que se adoptó un valor soporte de  $(V_s) = 29,0 \text{ ton/m}^2$ , para el efecto se tomó como referencia la tabla I.

Tabla I. Valor soporte según el tipo de suelo

Material del suelo	Ton/m <sup>2</sup>	Observaciones
Roca sana no intemperizada	645	No hay estructura de grietas
Roca regular	430	
Roca intermedia	215	
Roca agrietada o porosa	22-86	

Continuación de la tabla I.

Suelos gravillosos	107	Compactados, buena granulometría
Suelos gravillosos	86	Compactados con más del 10 % de grava
Suelos gravillosos	64	Flojos, mala granulometría
Suelos gravillosos	43	Flojos, con mucha arena
Suelos arenosos	32-64	Densos
Arena fina	22-43	Densa
Suelos arcillosos	53	Duros
Suelos arcillosos	22	Solidez media
Suelos limosos	32	Densos
Suelos limosos	16	Densidad media

Fuente: CABRERA Seis, Jadenon Vinicio. *Guía teórica y práctica del curso de cimentaciones 1*. p. 44.

#### **2.1.4. Normas para el diseño de edificios**

Para el diseño arquitectónico y estructural se consideraron las necesidades a cubrir, el requerimiento de espacios y los criterios de diseño de los Códigos ACI, AGIES y UBC.

##### **2.1.4.1. Criterios generales**

Se tomaron en cuenta las necesidades actuales y futuras que requiere la estructura, ubicación dentro del terreno, iluminación, orientación, relación de ambientes, forma de la estructura, altura del edificio, acabados, etc.

#### **2.1.4.2. Criterios de conjunto**

- Emplazamiento: un correcto emplazamiento del conjunto arquitectónico en el terreno, se logra cuando el área construida en la planta baja no exceda al 40 % del área total del terreno.
- Orientación del edificio: la correcta orientación proporciona una óptima iluminación, ventilación y asoleamiento de todos los ambientes del edificio. La orientación ideal para las ventanas es de norte a sur, de preferencia abriéndolas hacia el norte; sin embargo, la orientación será definida en el terreno, tomando en cuenta que el sentido del viento dominante es el ideal para abrir las ventanas bajas.
- Superficie y altura del edificio: la superficie varía en función de las necesidades que se tengan que satisfacer, tanto en capacidad como en tipo de enseñanza; la altura no debe exceder de tres niveles, tratando de ubicar los talleres y laboratorios en el primer nivel.

#### **2.1.4.3. Criterios de iluminación**

La iluminación debe ser abundante y de manera uniformemente distribuida, evitando la proyección de sombras y contrastes muy marcados. Para lograr lo anterior, deben tomarse en cuenta los siguientes criterios:

Es importante el número, tamaño y ubicación de las ventanas y/o lámparas.

Un local pequeño recibe mejor iluminación que uno grande, pero las dimensiones dependen de los requerimientos de espacio.

Los acabados más brillantes permiten mayor reflexión de la luz y dan como resultado, una mejor iluminación.

- Tipos de iluminación

Por la procedencia, la iluminación se divide en natural y artificial. La iluminación natural, por la ubicación de las ventanas, se divide en: unilateral, bilateral y cenital. Estos tipos de iluminación, aceptados para centros educativos, se describen a continuación:

- Iluminación natural: el diseño de ventanas para iluminación debe proporcionar luz pareja y uniforme en todos los puntos del área sin incidencia de rayos solares, conos de sombra o reflejos.
  - Iluminación natural unilateral: el área de ventanas debe ser del 25 % al 30 % del área de piso. El techo y los muros opuestos deben ser de color claro y el muro opuesto no debe estar a una distancia mayor de 2,5 veces la altura del muro donde están las ventanas.
  - Iluminación natural bilateral: las ventanas en los muros del fondo ayudarán a mejorar las condiciones de iluminación siempre y cuando estas den al exterior. Este caso se da cuando existen ventanas en las paredes laterales del aula.

- Iluminación natural cenital: en este caso, la iluminación es por medio de ventanas colocadas en el techo del aula. Para esta iluminación se toma como área de ventanas del 15 % al 20 % del área total de piso.
- Iluminación artificial: debe usarse como apoyo a la iluminación natural. Como se requiere iluminación nocturna en algunas áreas se debe considerar iluminar los ambientes en forma idéntica a la natural, con el fin de mantener condiciones generales y deberá ser difusa para que no moleste la vista.

#### **2.1.4.4. Otros criterios**

Ventilación: la ventilación debe ser alta, constante, cruzada y sin corrientes de aire. La cantidad disponible de aire en el ambiente, tiene gran importancia en el desarrollo de la educación. La dirección de los vientos en Guatemala es de norte a sur y viceversa, por lo que el área de ventilación debe estar orientada en este sentido, para lograr así proveer la ventilación cruzada. El área recomendada de ventilación debe ser el 50 % del área de ventanas.

Confort acústico: este influye grandemente en el estado anímico y el grado de concentración del alumno. Es necesario que no exista ninguna interferencia sonora entre los ambientes, ni ruidos que sobrepasen los límites aceptables de tolerancia.

Instalaciones: regularmente se colocan en los edificios educativos las instalaciones hidráulicas, sanitarias, eléctricas. En el diseño y colocación se debe garantizar lo siguiente:

- Seguridad de operación
- Capacidad adecuada para prestar el servicio
- Servicio constante
- Protección contra agentes nocivos, principalmente ambientales

### **2.1.5. Diseño arquitectónico**

El diseño arquitectónico consiste en distribuir de forma adecuada y armónica los ambientes, esto se hará con criterios arquitectónicos. Para lograrlo, se deben diseñar de acuerdo a las necesidades que se tengan por el espacio disponible y las normas de diseño que existan, se debe tomar en cuenta para el diseño, el número de personas que utilizará cada ambiente, la ubicación y localización del terreno y los recursos financieros.

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

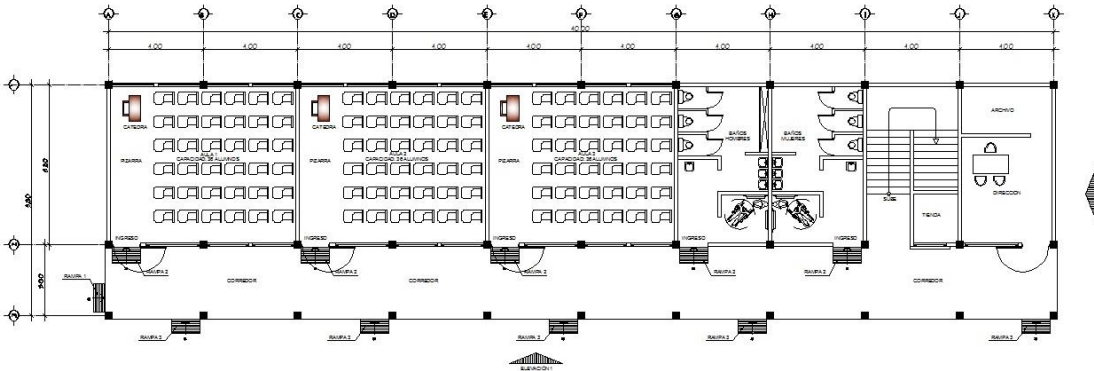
La ubicación del edificio se determinó por las condiciones topográficas del terreno, optimizando el área de construcción y área verde. Se ubicó en la parte este del terreno, de forma horizontal y dejar la parte del centro para recreación de los estudiantes.

#### **2.1.5.2. Distribución de ambientes**

La forma y distribución de los ambientes se diseñó con base en los criterios básicos para estos tipos de edificios, ya que se ha comprobado que esta es funcional y se ajusta a las necesidades demandadas por la población estudiantil, como el área de pasillo que es necesario para la comunicación entre aulas y la protección de las lluvias, la iluminación es natural.

Las dimensiones de los ambientes y distribución arquitectónica es la siguiente: el edificio consta de dos niveles de altura; posee las siguientes dimensiones: cada salón de clase es de 6,80 m x 8 m, el pasillo es de 3 m de ancho por 40 m de largo, el módulo de gradas y los servicios sanitarios de hombres y mujeres son de 6,80 m x 4 m.

Figura 2. **Distribución arquitectónica de ambientes**

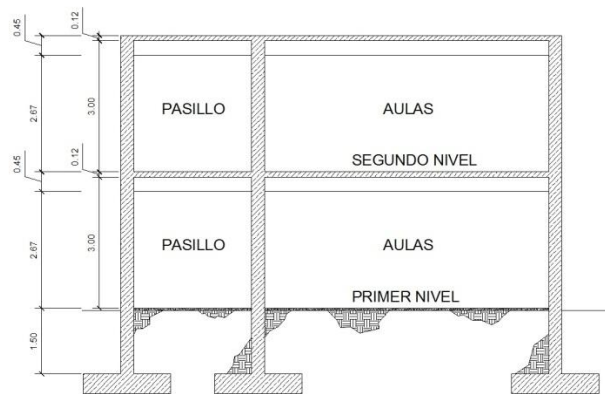


Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2010.

### 2.1.5.3. **Altura del edificio**

Tomando en cuenta los criterios de iluminación, ventilación, confort y según la norma que regula el número de niveles de dos a tres, se determinó diseñar un edificio de dos niveles con una altura total de 6,00 metros, cada nivel de 3,00 metros de piso a cielo.

**Figura 3. Altura del edificio**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2010.

### **2.1.6. Selección del sistema estructural a usar**

La selección del sistema estructural es la primera etapa del diseño estructural, si no existe un buen criterio de selección se pueden llegar a tener consecuencias como por ejemplo: costos elevados de diseño, planificación y construcción, funcionamiento inadecuado de los elementos estructurales y de la estructura en general. El sistema seleccionado para la estructura es el descrito a continuación: marcos dúctiles con nudos rígidos (sistema de vigas y columnas de concreto reforzado), muros de mampostería de block pómez, losas tradicionales de concreto armado.

#### **2.1.6.1. Predimensionamiento de elementos estructurales**

Es el procedimiento que se realiza para determinar una medida preliminar a los elementos estructurales, basado en parámetros y criterios establecidos



por los códigos, normas y manuales de diseño estructural, los cuales serán utilizadas para soportar las cargas aplicadas.

- Vigas

Para el predimensionamiento de las vigas se utilizaron los siguientes métodos, el recomendado para zonas sísmicas, según el Código ACI 318-05 en la sección 21,3,1,3, requiere que la dimensión mínima del ancho para elementos sometidos a flexión no debe de ser menor que 25 cm y  $0,3 \cdot h$ , según la sección 9,5,2,1, tabla 9,5(a), del Código ACI 318-05 el cual calcula el peralte o altura de la viga, dependiendo de la luz que cubre la viga y de los apoyos y el criterio de que la altura debe ser el 8 % de la luz.

Tabla II. **Alturas y espesores mínimos de vigas y losas**

Alturas o peraltes mínimos de vigas no presforzadas o losas armadas en una dirección a menos que se calculen las deflexiones				
Peralte mínimo, h				
Simplemente apoyados	Con un extremo continuo	Ambos extremos continuos		En voladizo
Elementos	Elementos que no soporten o estén ligados a divisiones u otro tipo de elementos susceptibles a dañarse por grandes deformaciones			
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: ACI 318 S-05, *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural*. p. 118.

Longitud de viga: 6,80 metros

$$h_{\text{viga}} = 8\% * \text{longitud de viga}$$

$$h_{\text{viga1}} = 8\% * 6,80 \text{ m} = 0,54 \text{ m}$$

$$h_{\text{viga2}} = \frac{l}{21} = \frac{6.80}{21} = 0,32 \text{ m}$$

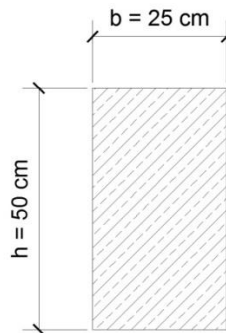
Haciendo un promedio entre los dos resultados

$$h_{\text{promedio}} = \frac{0,54 + 0,32}{2} = 0,43 \text{ m}$$

$$b = \frac{h_{\text{promedio}}}{2} = \frac{0,45}{2} = 0,22 \text{ m}$$

Se propone utilizar una sección de viga de 45 cm x 30 cm.

Figura 4. **Sección de viga**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2010.

- **Columnas**

Para predimensionar las columnas se utilizó la ecuación (10-2) del Código ACI 318-05 capítulo 10 sección 10,3,6,2, que basado en el cálculo de la carga

axial aplicada a la columna crítica y de esta manera se determina el área bruta de la sección de la columna.

$$P = 0,8 (0,8 * f'c * (Ag - As) + fy * As)$$

$$1 \% Ag \leq As \leq 6 \% Ag \text{ (ACI 318-05, sección 21.4.3.1)}$$

Suponiendo un  $A_s$  mínimo de 1 %  $ag$ ,  $f'c$  de 210  $kg/cm^2$  y  $f_y$  de 2 810  $kg/cm$  la solución es:

$P = 47\ 040$  kg (tomado de áreas tributarias)

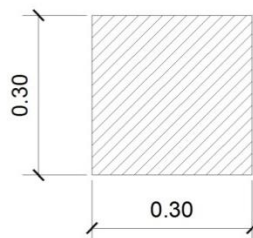
$$47\ 040 = 0.8 (0,8 * 210 * (Ag - 1 \%) + 2\ 810 * 1 \%)$$

Despejando  $Ag$  se obtiene

$Ag = 300$   $cm^2$ , para una sección cuadrada de 17  $cm * 17$   $cm$

Área de sección mínima = 900  $cm^2$ , por lo que se propone una sección mínima de 30  $cm * 30$   $cm > Ag$  determinada.

Figura 5. **Sección de columna**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2010.

- Losas

El criterio para predimensionar el espesor de una losa depende de la forma de trabajo que tendrá la misma, es decir si será diseñada para trabajar en un sentido o en dos sentidos; esto se puede determinar utilizando la siguiente relación:

$$m = \frac{A}{B}$$

Donde:

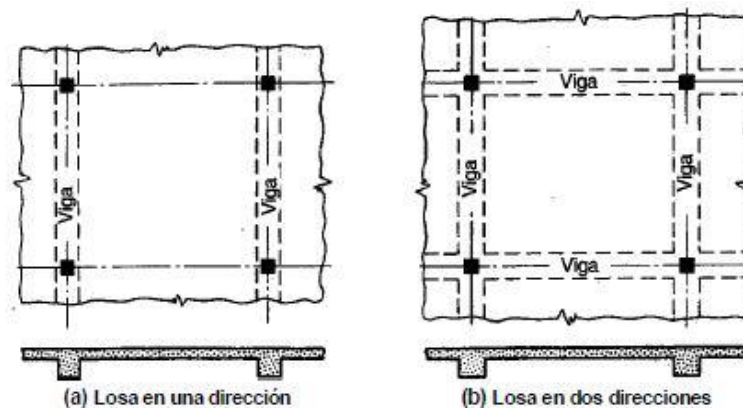
A = lado corto de la losa.

B = lado largo de la losa.

Si  $m = \frac{A}{B} < 0,5$  trabaja en un sentido

Si  $m = \frac{A}{B} > 0,5$  trabaja en dos sentidos

Figura 6. Tipos de losas



Fuente: NILSON, Arthur. *Diseño de estructuras de concreto*. p. 366.

Se toma los datos de la losa crítica

$$m = \frac{4}{6.8} = 0,58 > 0,5 \quad \text{trabaja en dos direcciones}$$

Como la losa crítica o de mayor dimensión trabaja en dos sentidos, el criterio para determinar el espesor es mediante el uso de la siguiente expresión:

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

Donde:

P= perímetro de la losa

$$t = \frac{2 * (6,8 + 4)}{180} = 0,12 \text{ cm}$$

Se propone una losa de 12 centímetros de espesor

- Cimientos

El predimensionamiento de los cimientos está inmerso en el diseño de estos. Se usarán zapatas aisladas.

### **2.1.6.2. Cargas de diseño**

Las estructuras están sometidas a varios tipos de cargas y diferente dirección de aplicación, en este trabajo se clasificarán de acuerdo con la dirección de aplicación.

### 2.1.6.2.1. Cargas verticales en marcos dúctiles con nudos rígidos

Las cargas verticales se dividen en: cargas vivas y cargas muertas. Las cargas vivas consisten principalmente en cargas de ocupación en edificios son todas aquellas cargas que no están permanentemente aplicadas en el edificio o que son movibles, estos pueden ser objetos o mobiliario que se puedan colocar en distintas ubicaciones durante la vida útil del edificio, también pueden ser todos aquellos elementos para el cual fue diseñado el edificio como personas o maquinaria; la magnitud y ubicación de este elemento puede ser en un dado caso incierto o dificultoso de definir. Las cargas muertas son aquellas que se mantienen constantes en magnitud y fijas en posición durante la vida de la estructura.

Tabla III. Cargas vivas en edificaciones

Tipo de ocupación o uso	Wv (kg/m <sup>2</sup> )
Vivienda	200
Oficina	250
Hospitales - encamamiento y habitaciones	200
Hospitales - servicios médicos y laboratorio	350
Hoteles - alas de habitaciones	200
Hoteles - servicios y áreas públicas	500
Escaleras privadas	300
Escaleras públicas o de escape	500
Balcones, cornisas y marquesinas	300
Áreas de salida y/o escape	500
Vestíbulos Públicos	500
Plazas y áreas públicas a nivel de calle	500
Salones de reunión	
Con asientos fijos	300
Sin asientos fijos	500
Escenarios y circulaciones	500

Continuación de la tabla III.

Instalaciones deportivas públicas	
Zonas de circulación	500
Zonas de asientos	400
Canchas deportivas	Ver nota(a)
Aulas y escuelas	200
Bibliotecas	
Áreas de lectura	200
Depósitos de libros	600
Almacenes	
Minoristas	350
Mayoristas	500
Estacionamientos y garajes	
Automóviles	250
Vehículos pesados	Según vehículo
Rampas de uso colectivo	750
Corredores de circulación	500
Servicio y reparación	500
Bodegas	
Cargas livianas	600
Cargas pesadas	1200
Fábricas	
Cargas livianas	400
Cargas pesadas	600
Cubiertas pesadas	
Azoteas de concreto con acceso	200
Azoteas sin acceso horizontal o inclinadas	100
Azoteas inclinadas más de 20°	75(b)
Cubiertas livianas	
Techos de láminas, tejas, cubiertas plásticas, lonas, etc. Aplica a la estructura que soporta la cubierta final)	50(a)
Notas: (a) carga depende del tipo de cancha (b) sobre proyección horizontal	

Fuente: Normas AGIES NSE-2: 2010, p. 28.

Tabla IV. **Cargas vivas especiales**

<b>Uso</b>	<b>Carga vertical</b>	<b>Carga horizontal</b>
Sistema portante del cielo falso	20 kg/m <sup>2</sup>	
Particiones y tabiques		15 kg/m <sup>2</sup>
Elevadores (carga muerta + viva)	2 veces carga total	
Grúas (carga muerta + viva)	1,25 veces carga total	
Estanterías (más de 2 m de altura)		50 kg puntual, arriba
Sistemas de fijación de lámparas y colgadores de tuberías	peso o 50 kg mínimo	
Barandales de uso público		75 kg/m, lineal
Barandales de uso privado		30 kg/m, lineal
Nota: Todas estas cargas se aplicarán como si fueran cargas de servicio y para diseño deben factorarse como corresponde a cargas vivas. La provisión para impacto y cargas dinámicas ya están implícitas en las cantidades especificadas en el cuadro. Adicionalmente, existen requisitos de diseño sísmico especificados en el capítulo 7 de la norma NR-3.		

Fuente: Normas AGIES NSE-2: 2010, p. 29.

### Carga muerta

Peso del concreto = 2 400 kg/m<sup>3</sup>

Muros = 200 kg/m<sup>2</sup>

Acabados = 100 kg/m<sup>2</sup>

Sobrecarga = 60 kg/m<sup>2</sup>

### Carga viva

Aulas = 300 kg/m<sup>2</sup>

Pasillos = 500 kg/m<sup>2</sup>

Techo inaccesible = 100 kg/m<sup>2</sup>



- Integración de cargas

- Segundo nivel

$$CM = \frac{(W_{losa} + W_{acabados}) * \text{Area tributaria} + W_{vigas}}{\text{Longitud de viga}}$$

$$CV = \frac{\text{Carga viva techo} * \text{area tributaria}}{\text{Longitud de viga}}$$

- Marco rígido en X.

$$CM = \frac{\left(2\,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0,12 \text{ m} * 7,75\text{m}^2\right) + \left(0,30\text{m} * 0,45\text{m} * 2\,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 4\text{m}\right) + \left(100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 7,75\text{m}^2\right)}{4\text{m}}$$

$$= 1\,075,75 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$CV = \frac{100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 7,75\text{m}^2}{4\text{m}} = 193,75 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

- Marco rígido en Y

- ✓ Aulas

$$\begin{aligned}
 \text{CM} &= \frac{\left(2\,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0,12 \text{ m} * 19,20\text{m}^2\right) + \left(0,30\text{m} * 0,45\text{m} * 2\,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 6,80\text{m}\right)}{6,80\text{m}} \\
 &\quad + \left(100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 19,20\text{m}^2\right) \\
 &= 1\,419,53 \frac{\text{kg}}{\text{m}}
 \end{aligned}$$

$$\text{CV} = \frac{100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 19,20\text{m}^2}{6,80\text{m}} = 282,35 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

- ✓ Pasillos

$$\text{CM} = \frac{\left(2\,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0,12 \text{ m} * 4,50\text{m}^2\right) + \left(0,30\text{m} * 0,45\text{m} * 2\,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 3\text{m}\right)}{4\text{m}} + \left(100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 4,50\text{m}^2\right) = 906 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$\text{CV} = \frac{100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 4,5\text{m}^2}{3\text{m}} = 150 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

- Primer nivel

CM

$$= \frac{(\text{Wlosa} + \text{Wacabados} + \text{Wsobrecarga}) * \text{Area tributaria} + \text{Wvigas} + \text{Wmuros}}{\text{Longitud de viga}}$$

$$\text{CV} = \frac{\text{Carga viva entre pisos} * \text{area tributaria}}{\text{Longitud de viga}}$$

- Marco rígido en X

$$CM = \frac{\left(2\,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0,12 \text{ m} * 7,75\text{m}^2\right) + \left(0,30\text{m} * 0,45\text{m} * 2\,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 4\text{m}\right) + \left(100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 7,75\text{m}^2\right) + \left(200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 12\text{m}^2\right) + \left(60 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 7,75 \text{m}^2\right)}{4\text{m}}$$

$$= 1\,792 \text{ kg/m}$$

$$CV = \frac{\left(300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 4\text{m}\right) + \left(500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 3,75\text{m}\right)}{4\text{m}} = 768,75 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

- Marco rígido en Y

✓ Aula

$$CM = \frac{\left(2\,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0,12 \text{ m} * 19,20\text{m}^2\right) + \left(0,30\text{m} * 0,45\text{m} * 2\,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 6,80\text{m}\right) + \left(100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 19,20\text{m}^2\right) + \left(200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 20,40\text{m}^2\right) + \left(60 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 19,20 \text{m}^2\right)}{6,80\text{m}}$$

$$= 2\,135,55 \text{ kg/m}$$

$$CV = \frac{\left(300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 19,20\text{m}\right)}{6,80\text{m}} = 847,05 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

✓ Pasillo

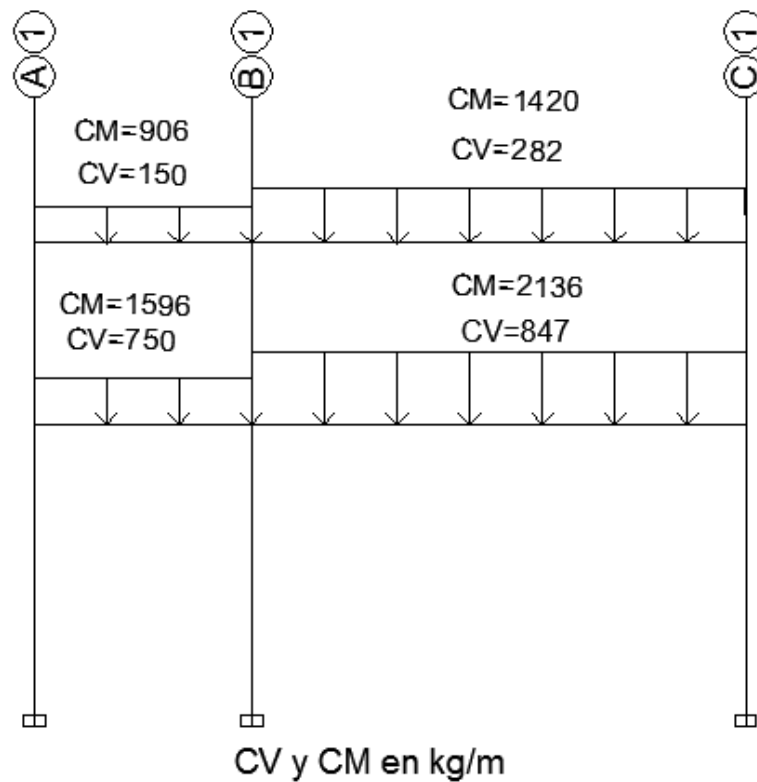
$$CM = \frac{\left(2\,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0,12 \text{ m} * 4,5\text{m}^2\right) + \left(0,30\text{m} * 0,45\text{m} * 2\,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 3\text{m}\right) + \left(100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 4,5\text{m}^2\right) + \left(200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 9\text{m}^2\right) + \left(60 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 4,5 \text{m}^2\right)}{6,80\text{m}}$$

$$= 1\,596 \text{ kg/m}$$

$$CV = \frac{\left(500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 4,5\text{m}\right)}{3\text{m}} = 750 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

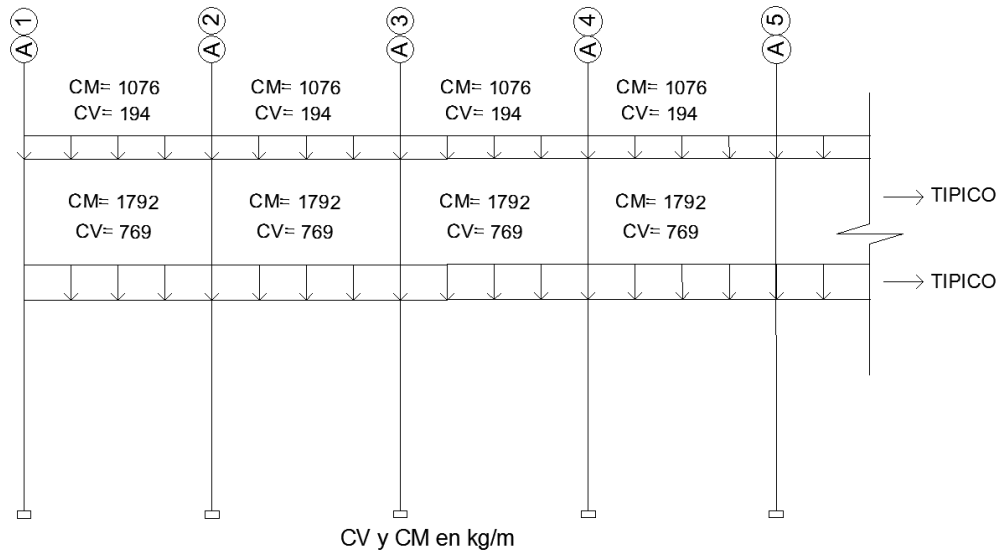
Se aplicó el mismo procedimiento a todos los marcos de la estructura. Las figuras 6 y 7, muestran los modelos que se obtienen de la carga muerta y carga viva.

Figura 7. **Carga muerta y carga viva, marco 1**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2010.

Figura 8. **Carga muerta y carga viva marco A**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2010.

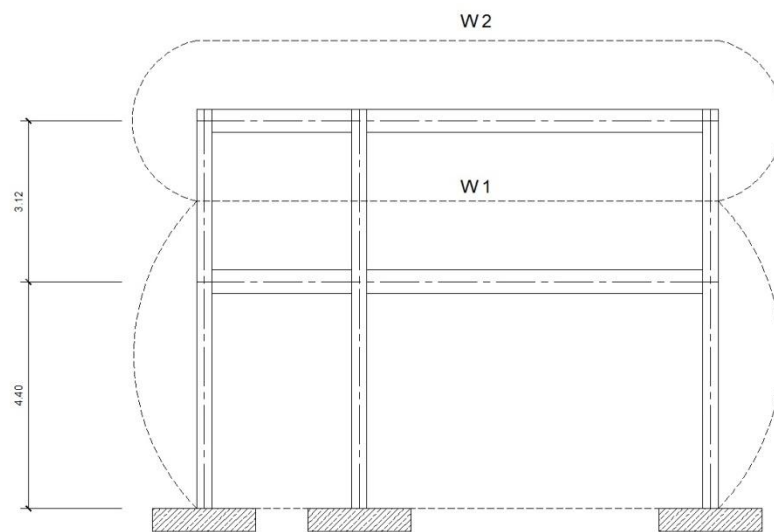
- **Peso de la estructura**
  - **Peso por nivel**

El peso por nivel incluye el peso de la losa, vigas, columnas, muros, ventanas, piso, acabados, y cualquier otro material o elemento que forme parte fija de la edificación. Para la determinación del peso de un nivel hay que tomar en cuenta lo siguiente:

- El peso de las columnas del primer nivel, debe tomarse desde la cimentación hasta la mitad de las columnas del segundo nivel.

- El peso de las columnas de los niveles intermedios debe tomarse de la mitad de las columnas del nivel inferior a la mitad de las columnas del nivel superior.

Figura 9. **Pesos por nivel**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2010.

### Segundo nivel

#### Carga muerta

$$W_{\text{losa}} = (2\,400\text{kg/m}^3 \cdot 0,12 \cdot 392\text{m}^2) = 112\,896\text{ kg}$$

$$W_{\text{viga}} =$$

$$(0,30\text{m} \cdot 0,45\text{m} \cdot 9,80\text{m} \cdot 2\,400\text{kg/m}^3 \cdot 11) + (0,3\text{m} \cdot 0,45\text{m} \cdot 40 \cdot 2\,400\text{kg/m}^3 \cdot 3) =$$

$$73\,807,20\text{ kg}$$

$$W_{\text{columnas}} = (0,30\text{m} \cdot 0,30\text{m} \cdot 1,5\text{m} \cdot 2\,400\text{kg/m}^3 \cdot 33) = 10\,692\text{ kg}$$

$$W_{\text{acabados}} = (100\text{kg/m}^2 \cdot 392\text{m}^2) = 39\,200\text{ kg}$$

$$T_{\text{cm}} = 236\,595,20\text{ kg}$$

Carga viva

$$CV = (392\text{m}^2 \cdot 100\text{kg/m}^2) \cdot 0,25 = 9\,800\text{ kg}$$

$$W_{\text{segundo nivel}} = 246\,395,20\text{ kg}$$

Primer nivel

Carga muerta

$$W_{\text{losa}} = 112\,896\text{ kg}$$

$$W_{\text{viga}} = 73\,807,20\text{ kg}$$

$$W_{\text{columnas}} = 39\,204\text{ kg}$$

$$W_{\text{acabados}} = 39\,200\text{ kg}$$

$$W_{\text{muros}} = 18\,400\text{ kg}$$

$$T_{\text{cm}} = 283\,507,20$$

Carga viva

$$CV = (272\text{m}^2 \cdot 300\text{kg/m}^2) + (120\text{m}^2 \cdot 500\text{kg/m}^2) \cdot 0,25 = 35\,400\text{ kg}$$

$$W_{\text{primer nivel}} = 318\,907,20\text{ kg}$$

$$W_{\text{TOTAL}} = 565\,302,40\text{ kg}$$

### **2.1.6.2.2. Cargas horizontales en marcos dúctiles con nudos rígidos**

Se refiere a la estimación de todas las cargas laterales que afectan la estructura, se considera principalmente la acción de sismo, cuyo efecto está representado numéricamente por el cortante basal de diseño.

### **2.1.6.3. Fuerzas sísmicas**

- Cálculo del corte basal de diseño

Para una estructura dada, las fuerzas sísmicas pueden determinarse mediante distintos métodos establecidos por códigos internacionales de diseño de estructuras, entre estos se puede mencionar: método de la fuerza estática equivalente, métodos de análisis dinámico elástico, métodos de análisis dinámico inelástico, y métodos de análisis alternos. En el presente diseño se describirá únicamente el primero de ellos.

- Método estático equivalente

El método de la fuerza estática equivalente o corte basal, consiste en reemplazar el efecto de sismo en un edificio, por fuerzas horizontales equivalentes; esto se logra calculando una fuerza en la base del edificio, la cual se distribuirá posteriormente en toda la altura del mismo, y esta a su vez se distribuirá en los elementos sismorresistentes de forma proporcional a su rigidez.

Se recomienda que este método sea utilizado para estructuras de hasta 5 niveles de altura, ya que para edificaciones más altas el método no proporciona



resultados adecuados, por lo que en estos casos, es necesario utilizar métodos de análisis dinámico.

Las fuerzas debidas al viento, temblores o empujes de tierras, deben considerarse como cargas horizontales o paralelas a la superficie terrestre y son a las que están expuestos los edificios, pero nunca se integran ambas, ya que los fenómenos naturales que las provocan no se presentan simultáneamente. Guatemala está en una zona de gran actividad sísmica; por lo tanto, se tomó en cuenta este fenómeno para el diseño del edificio.

Para el cálculo del corte basal se aplicará el método propuesto por el Código UBC 1994 (Uniform Building Code). El cual establece que la fuerza del corte basal total de diseño en una dirección determinada, debe calcularse con base en la siguiente ecuación:

- Método UBC 94

$$V = \frac{ZIC W}{R_w}$$

Donde:

Z = es un factor de ajuste de la probabilidad de riesgo

I = factor de importancia

W = peso total de la estructura

C = coeficiente de sitio

$R_w$  = sistema estructural básico resistente a carga lateral

El valor de Z, depende de la zona sísmica donde se localice la estructura.

Tabla V. **Factor de Z de zona sísmica**

ZONA	1	2A	2B	3	4
Z	0,075	0,15	0,2	0,3	0,4

Fuente: JAMES, Ambrose. *Diseño simplificado de edificios*. p. 284.

El valor que se le asigne al factor de importancia debe ser mayor que 1 y menor que 1,25, el valor de este coeficiente depende de la importancia del edificio y de sus características.

Tabla VI. **Factor de importancia de la estructura**

Categoría de ocupación	Factor de importancia I
I. Instalaciones esenciales	1,25
II. Instalaciones peligrosas	1,25
III. Estructuras de ocupación especial	1,00
IV. Estructuras de ocupación estándar	1,00

Fuente: JAMES, Ambrose. *Diseño simplificado de edificios*. p. 286.

Instalaciones esenciales: hospitales y otras instalaciones médicas con áreas de tratamiento de urgencia y cirugía. Estaciones de policía y bomberos. Tanques u otras estructuras que contiene, alojan o soportan agua u otros materiales supresores de incendios o equipo requerido para la protección de instalaciones esenciales o peligrosas, o estructuras de ocupación especial. Albergues y parqueos para vehículos de urgencia. Equipo auxiliar de generación de energía para instalaciones esenciales. Estructuras y equipo en centros de comunicación gubernamental y otras instalaciones requeridas para respuesta a urgencias.

Instalaciones peligrosas: estructuras que alojan, soportan o contienen cantidades suficientes de sustancias tóxicas o explosivas que serían peligrosas para el público en general en caso de fugas.

Instalaciones de ocupación especial: estructuras cubiertas, cuya ocupación principal es la reunión de público (capacidad > 300 personas). Edificios para escuelas secundarias o centros de atención diurna (capacidad > 250 estudiantes). Edificios para universidades o escuelas de educación para adultos (capacidad > 500 estudiantes). Instalaciones médicas con 50 o más pacientes incapacitados, no incluidas anteriormente. Cárceles y centros de detención. Todas las estructuras con ocupación > 500 personas. Estructuras y equipo en plantas eléctricas y otras instalaciones de servicios públicos no incluidas anteriormente y requeridas para operación continua.

Estructuras de ocupación estándar: todas las estructuras con ocupaciones o funciones no consideradas anteriormente.

El valor de C no debe exceder 2,75 y se utiliza para diseñar toda estructura, sin importar el tipo de suelo o el período de la estructura.

$$C = \frac{1,25 S}{T^{\frac{2}{3}}} = \frac{1,25 * 1,5}{0,32^{\frac{2}{3}}} = 4,007$$

Donde:

T = período fundamental de la estructura

S = coeficiente de sitio = 1,50

$$C = 4,007 > 2,75 \text{ usar } C = 2,75$$

El valor de T se determinara con la siguiente ecuación.

$$T = C_t * H_n^{\frac{3}{4}} = 0,030 * 23,25^{\frac{3}{4}} = 0.32$$

Donde:

Ct = 0,030 para marcos de concreto reforzado resistentes a momentos y marcos arriostrados excéntricos.

Hn = altura del edificio en pies

$$T = 0,32 \leq 0,70 \quad \text{no existe fuerza en la cúspide}$$

El valor de sitio se establecerá a partir de datos geotécnicos adecuadamente comprobados. En sitios donde las propiedades del suelo no se conocen con suficiente detalle para determinar el tipo de perfil del suelo, se utilizara el perfil S<sub>3</sub>. No se supondrá el perfil de suelo S<sub>4</sub> a menos que la dependencia reguladora de construcción determine que el perfil de suelo S<sub>4</sub> está presente en el sitio, o en el caso en que se establezca el perfil de suelo S<sub>4</sub> mediante datos geotécnicos.

Tabla VII. **Coefficientes de sitio**

Tipo	Descripción	Factor S
S <sub>1</sub>	Un perfil de suelo con alguna de las siguientes características: a) Un material parecido a la roca caracterizado por una velocidad de onda de cortante mayor a 2500 pies por segundo o mediante otro método adecuado de clasificación, o bien. b) Una condición de suelo rígido o denso, donde la profundidad es menor a 200 pies.	1,0

Continuación de la tabla VII.

S <sub>2</sub>	Un perfil de suelo con condiciones de suelo rígido o denso, donde la profundidad excede 200 pies.	1,2
S <sub>3</sub>	Un perfil de suelo de 40 pies de profundidad mayor, que contiene más de 20 pies de arcilla blanda a medianamente rígida, pero más de 40 pies de arcilla blanda.	1,5
S <sub>4</sub>	Un perfil de suelo que contenga más de 40 pies de arcilla blanda.	2,0

Fuente: JAMES, Ambrose. *Diseño simplificado de edificios*. p. 285.

Considerando los datos obtenidos de las ecuaciones anteriores y los datos asumidos, el corte basal de la estructura da como resultado.

Z = 0,4 para zona sísmica 4

I = 1 para escuelas

C = 2,75

R<sub>w</sub> = 12 (sistema estructural básico resistente a carga lateral)

W = 565 302,40 kg

$$V = \frac{ZIC W}{R_w} = \frac{0,4 * 1 * 2,75 * 565\ 302,40}{12} = 51\ 819,38\ \text{kg} = 51,81\ \text{ton}$$

- Fuerzas por nivel

La fuerza total lateral se distribuye en los niveles de la estructura, mediante la siguiente ecuación se calcula la correspondiente a cada nivel.

$$F_{ni} = \frac{(V - ft) * W * h_i}{\sum W_i * h_i}$$

Donde:

$F_{ni}$  = fuerza por nivel

$V$  = corte basal

$F_t$  = fuerza adicional de cúspide del edificio, cuando  $t$  (período natural de vibración) es menor que 0,70 segundos, entonces  $F_t=0$

$W$  = peso propio de la estructura

$W_i$  = peso propio de la estructura por nivel

$H_i$  = altura tomada desde la base de la estructura al centro de cada nivel de piso de la estructura.

Fuerza del segundo nivel = 29 788,18 kg

Fuerza del primer nivel = 22 031,20 kg

- Torsión

Las respuestas por torsión en las estructuras provienen de dos fuentes: la excentricidad en la distribución de las masas y rigideces, y la torsión accidental, debida a la incertidumbre de la distribución de masas y rigideces.

Se debe determinar el centro de rigidez, tomando en cuenta las rigideces de todos los elementos verticales sismorresistentes de la estructura.

- Rigideces

Los cortantes de piso que se originan de la respuesta torsional y traslacional, se distribuyen sobre la altura del edificio, proporcionalmente, a las rigideces de los diversos elementos resistentes a cargas laterales del edificio.

La rigidez calculada de la estructura debería tomar en cuenta la rigidez y la estructura de los pisos, actuando como un elemento distribuidor.

- Condiciones de apoyo

Según el tipo de estructura que se esté analizando, así será el tipo de apoyo y por lo tanto, la ecuación de rigidez que se deba usar; existente dos tipos de apoyo: en voladizo y doblemente empotrado.

Voladizo: condición presentada en edificios de un nivel o en los últimos niveles de edificios multiniveles, la ecuación de rigidez K es:

$$K = \frac{1}{\frac{P H^3}{3EI} + \frac{1.2 P H}{AG}}$$

Doblemente empotrado: condición que se da en los primeros niveles y niveles intermedios de edificios multiniveles, la ecuación de rigidez K es:

$$K = \frac{1}{\frac{P H^3}{12EI} + \frac{1.2 P H}{AG}}$$

Donde:

H = altura del muro o columna analizada

Ec = módulo de elasticidad del concreto. Donde  $E_c = 15\,100\sqrt{f'c}$ ,  $f'c$  en  $\text{kg/cm}^2$

A = sección transversal del muro o columna analizada ( $\text{cm}^2$ )

G = módulo de rigidez, donde  $G = 0,4 * E_c$

I = inercia del elemento analizado ( $\text{cm}^4$ )

Donde:

$$I = \frac{1}{12}bh^3$$

b= base de la sección del elemento

h= altura de la sección del elemento

- Cálculo del centro de rigidez

El centro de rigidez (CR) es el punto donde se concentra la rigidez total del edificio, en este se resisten las cargas laterales que afectan a la estructura; representa a los elementos sismorresistentes (columnas, muros de corte, arriostramientos, etc.), los cuales se oponen a la fuerza producida por el sismo. La localización del centro de rigidez del edificio, se encuentra en función de los elementos estructurales verticales sismorresistentes de este. En estructuras asimétricas, el centro de rigidez no coincide con el centro de masa, por lo que para encontrar las fuerzas por marco es necesario determinarlo. En estructuras simétricas el valor de K es igual a 1.

$$Cry = (1+9,80m+1*3m+1*0m)/3 = 4,26 \text{ m}$$

$$CRx = (1*0m+1*4m+1*8m+1*12m+.....1*40m) = 20 \text{ m}$$

Debido a la simetría que existe, el centro de rigidez es aplicable para los dos niveles del edificio.



- Determinación del centro de masa

El centro de masa (CM) es el punto donde se aplica la fuerza sísmica a la estructura, es también el centro de gravedad del edificio. Para edificaciones con una distribución simétrica de masa, el centro de masa coincide con el centroide geométrico de la planta del edificio y sus coordenadas están dadas por:

$$CM_x = \frac{x}{2} = 20 \text{ m} \quad x = \text{longitud de la estructura en el sentido } x$$

$$CM_y = \frac{y}{2} = 4,90 \text{ m} \quad y = \text{longitud de la estructura en el sentido } y$$

Debido a la simetría que existe, las coordenadas del centro de masa son aplicables para los dos niveles del edificio.

- Cálculo de excentricidades

Cuando el centro de rigidez (CR) no coincide con el centro de masa (CM), se produce una excentricidad (e) en la estructura, esto debido a que existe una distribución en planta de las masas y de las rigideces laterales. Se dan las siguientes modalidades:

Excentricidad directa: se determina por medio de la diferencia que existe entre el valor del centro de masa (CM) y el valor del centro de rigidez (CR)

$$\text{Exc. Directa} = e_{x,y} = |CM_{x,y} - CR_{x,y}|$$

Excentricidad accidental: aun cuando en planta, los niveles del edificio fueran perfectamente simétricos y el centro de rigidez coincidiera exactamente con el centro de masa, deberá considerarse una excentricidad accidental para la aplicación de las fuerzas por nivel.

$$\text{Exc.Accidental} = e_{\text{mínima}} = 0,05 * b$$

Donde:

$e_{\text{mínima}}$  = excentricidad mínima en dirección x o y. también conocida como excentricidad accidental.

b = dimensión perpendicular a la del movimiento sísmico en planta.

Excentricidad de diseño: para calcular el incremento de corte por torsión en los elementos estructurales sismorresistentes, debe determinarse la excentricidad de diseño, esta resulta de la combinación de la excentricidad directa con la excentricidad accidental; debe tomarse el valor más grande de las dos combinaciones que son las siguientes:

$$e1_{x,y} = |CM_{x,y} - CR_{x,y}| + 0,05 * b$$

$$e2_{x,y} = |CM_{x,y} - CR_{x,y}| - 0,05 * b$$

Donde:

CM = centro de masa

CR = centro de rigidez

b = dimensión perpendicular a la del movimiento sísmico en planta

Ambos niveles del edificio son simétricos en distribución de masa y rigideces, las excentricidades serán iguales, se calculan como sigue:

$$e_x = |4,90 - 4,26| = 0,64 \text{ m}$$

$$e_y = |20 - 20| = 0 \text{ m}$$

$$e_y = 0,05 * 9,80 = 0,49 \text{ m}$$

- Fuerzas por marco

Para distribuir la fuerza lateral de sismo por nivel  $F_i$  a cada marco en el análisis simple, se consideran solo los marcos paralelos a la dirección en que esta actúa. Existente dos efectos que actúan sobre los marcos: uno de traslación en esa misma dirección y otro de rotación o corte respecto del centro de rigidez, cuando este no coincide con el centro de masa.

En el análisis simple, la fuerza total que llega a cada marco, se determina por medio de la suma algebraica de la fuerza directamente proporcional a la rigidez de los marcos  $F_i'$  (fuerza traslacional) y la fuerza por torsión  $F_i''$  (fuerza rotacional). La fuerza total que actúa en cada marco está dada por la siguiente expresión:

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

Donde:

$F_m$  = fuerza total en el marco "i"

$F_i'$  = fuerza de origen traslacional (proporcional a la rigidez del marco).

$F_i''$  = fuerza de origen torsional

La fuerza traslacional  $F_i'$  se define por:

$$F_i' = \frac{K_m}{\Sigma K_m} * F_i$$

La fuerza torsional  $F_i''$  se define por:

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

Donde:

$K_m$  = rigidez del marco que se está analizando

$\Sigma K_m$  = rigidez total del nivel. Sumatoria de las rigideces de los marcos paralelos a la carga

$F_i$  = fuerza por nivel

$e$  = excentricidad (se tomara la mayor)

$E_i$  = relación entre rigideces y brazo de cada marco

Donde:

$$E_i = \frac{\Sigma K_m * D_i^2}{K_m * D_i^2}$$

$D_i$  = distancia entre el centro de rigidez del edificio y el eje de cada marco.

Todos los marcos que queden hacia la izquierda o hacia abajo del CR tendrán brazos con signo negativo (-), y todos los marcos que queden hacia la derecha o hacia arriba del CR tendrán brazos con signo positivo (+). Por otro lado, si  $F_m < F_i'$ , se debe tomar  $F_i'$  como la fuerza del marco.

Pero si el valor de  $F_m > F_i'$ , se debe tomar  $F_m$  como el valor de la fuerza del marco analizado; es decir, se toman los valores más críticos.

Tabla VIII. Fuerzas por marco eje X nivel 2

<b>FUERZAS POR MARCO EJE "X" NIVEL 2</b>									
MARCO	Km	Di	Km* Di	Km* Di <sup>2</sup>	Ei	Fi'	Fi''	Fm	FUERZAS
1	1	-4,26	-4,26	18,15	-11,8	9 929,39	-1 611,5	8 317,9	9 929,4
2	1	-1,26	-1,26	1,59	-40	9 929,39	-476,6	9 452,8	9 929,4
3	1	5,54	5,54	30,69	9,09	9 929,39	2 097,3	12 026,7	12 026,7

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. Fuerza por marco eje Y nivel 2

<b>FUERZAS POR MARCO EJE "Y" NIVEL 2</b>									
MARCO	Km	Di	Km* Di	Km* Di <sup>2</sup>	Ei	Fi'	Fi''	Fm	FUERZAS
A	1	-20	-20	400	-88	2 708,02	-165,87	2 542,15	2 708,02
B	1	-16	-16	256	-110	2 708,02	-132,69	2 575,32	2 708,02
C	1	-12	-12	144	-147	2 708,02	-99,52	2 608,49	2 708,02
D	1	-8	-8	64	-220	2 708,02	-66,35	2 641,67	2 708,02
E	1	-4	-4	16	-440	2 708,02	-33,17	2 674,84	2 708,02
F	1	0	0	0	0	2 708,02	0,00	2 708,02	2 708,02
G	1	4	4	16	440	2 708,02	33,17	2 741,19	2 741,19
H	1	8	8	64	220	2 708,02	66,35	2 774,36	2 774,36
I	1	12	12	144	146,7	2 708,02	99,52	2 807,54	2 807,54
J	1	16	16	256	110	2 708,02	132,69	2 840,71	2 840,71
K	1	20	20	400	88	2 708,02	165,87	2 873,88	2 873,88

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. Fuerzas por marco eje X nivel 1

FUERZAS POR MARCO EJE "X" NIVEL 1									
MARCO	Km	Di	Km*Di	Km*Di <sup>2</sup>	Ei	Fi'	Fi''	Fm	FUERZAS
1	1	-4,26	-4,26	18,15	-11,3	7 343,73	-1 244,48	6 099,25	7 343,73
2	1	-1,26	-1,26	1,59	-40	7 343,73	-352,50	6 991,23	7 343,73
3	1	5,54	5,54	30,69	9,09	7 343,73	1 551,15	8 894,88	8 894,88

Fuente: elaboración propia.

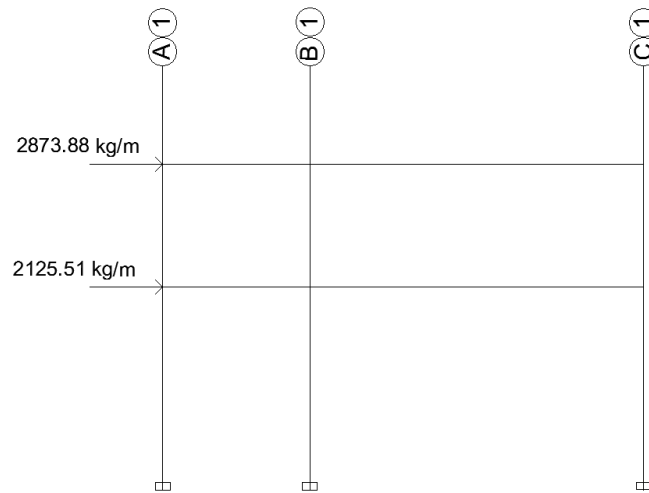
Tabla XI. Fuerzas por marco eje Y nivel 1

FUERZAS POR MARCO EJE "Y" NIVEL 1									
MARCO	Km	Di	Km*Di	Km*Di <sup>2</sup>	Ei	Fi'	Fi''	Fm	FUERZAS
A	1	-20	-20	400	-88	2 002,84	-122,67	1 880,16	2 002,84
B	1	-16	-16	256	-110	2 002,84	-98,14	1 904,70	2 002,84
C	1	-12	-12	144	-146,67	2 002,84	-73,60	1 929,23	2 002,84
D	1	-8	-8	64	-220	2 002,84	-49,07	1 953,77	2 002,84
E	1	-4	-4	16	-440	2 002,84	-24,53	1 978,30	2 002,84
F	1	0	0	0	0	2 002,84	0,00	2 002,84	2 002,84
G	1	4	4	16	440	2 002,84	24,53	2 027,37	2 027,37
H	1	8	8	64	220	2 002,84	49,07	2 051,91	2 051,91
I	1	12	12	144	146,67	2 002,84	73,60	2 076,44	2 076,44
J	1	16	16	256	110	2 002,84	98,14	2 100,98	2 100,98
K	1	20	20	400	88	2 002,84	122,67	2 125,51	2 125,51

Fuente: elaboración propia.

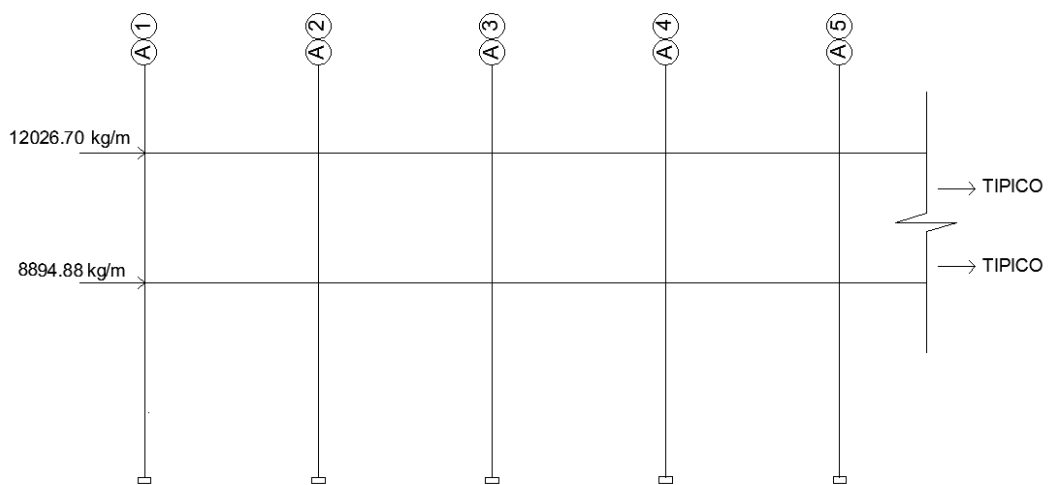
Las figuras 9 y 10 muestran la distribución de carga sísmica para el marco A y el marco 1.

Figura 10. **Carga por sismo, marco crítico eje Y**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2010.

Figura 11. **Carga por sismo, marco crítico eje X**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2010.

#### **2.1.6.4. Modelos matemáticos para marcos dúctiles con nudos rígidos**

Análisis estructural es el proceso que busca encontrar las deformaciones y esfuerzos, que se producen en los miembros de una estructura al ser sometida a cargas.

De la integración de cargas verticales y horizontales se obtienen los modelos matemáticos de los marcos. Las cargas verticales uniformemente distribuidas representan la acción de la carga muerta y carga viva, mientras que la carga lateral puntual representa la carga sísmica que afecta a cada marco.

#### **2.1.6.5. Análisis de marcos dúctiles por medio de software y comprobación por medio de un método de análisis estructural numérico**

El análisis estructural de la estructura se realizó utilizando el programa ETABS®, que es uno de los programas de propósito específico, con el que se pueden realizar los análisis dinámico y estático para edificaciones y se comprobaron los resultados a través del método matemático de Kani.

#### **Resumen general del programa ETABS®**

ETABS® Extended Three Dimensional Analysis of Building Systems es un programa de análisis y diseño estructural basado en el método de los elementos finitos con características especiales para el análisis y diseño estructural de edificaciones.



Los métodos numéricos usados en el programa, los procedimientos y los códigos internacionales de diseño, le permiten ser versátil y productivo, tanto si se está diseñando un pórtico bidimensional o realizando un análisis dinámico de un edificio de gran altura, con aisladores en la base.

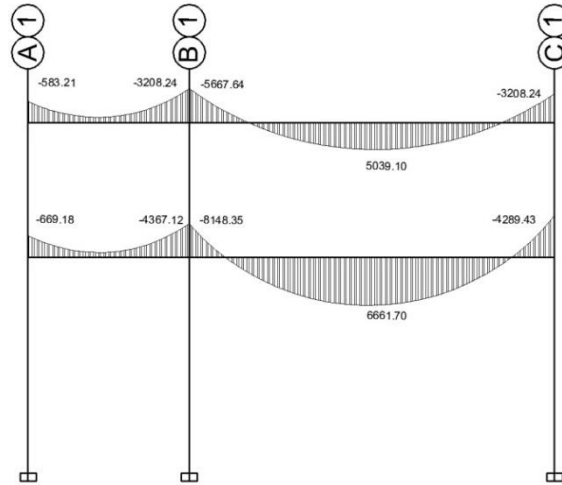
Los modelos de análisis incluyen una gran variedad de opciones para el análisis estático y dinámico. El modelo integrado puede incluir, entre otros, sistemas de marcos y losa compuesta, con aberturas y voladizos, sistemas de vigas de acero, marcos resistentes, complejos sistemas de paredes de corte, losas de piso rígido y flexible, techos inclinados, rampas y estructuras de parqueo, sistemas de tijeras, edificaciones múltiples y sistemas de diafragma escalonado.

Los resultados del análisis estructural efectuado por computadora utilizando el programa ETABS® se presentan en las siguientes figuras. Se muestran los diagramas de momentos de vigas y columnas para los marcos típicos analizados en el sentido X e Y, respectivamente.

Los diagramas de momentos que se muestran están separados de acuerdo con cada estado de carga analizado, los cuales son: carga muerta, carga viva y carga sísmica.

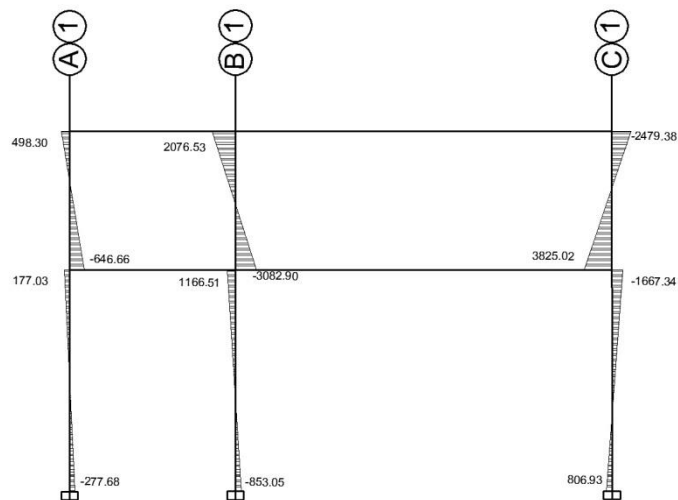
Se analizó la estructura por el método de Kanni; llegando a la conclusión de que, los resultados variaron en un margen del 10 %, por lo que se decidió utilizar para el diseño de los elementos los valores del programa, confiando en que son valores que provienen de un análisis dinámico más completo.

Figura 12. **Diagrama de momentos de carga muerta en vigas, marco típico Y (kg/m)**



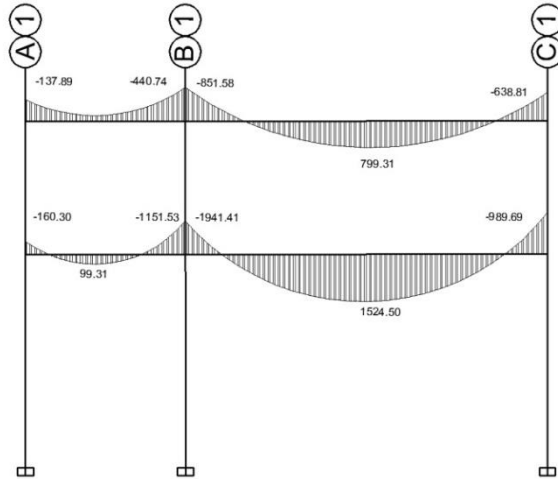
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2010.

Figura 13. **Diagrama de momentos de carga muerta en columnas, marco típico sentido Y (kg/m)**



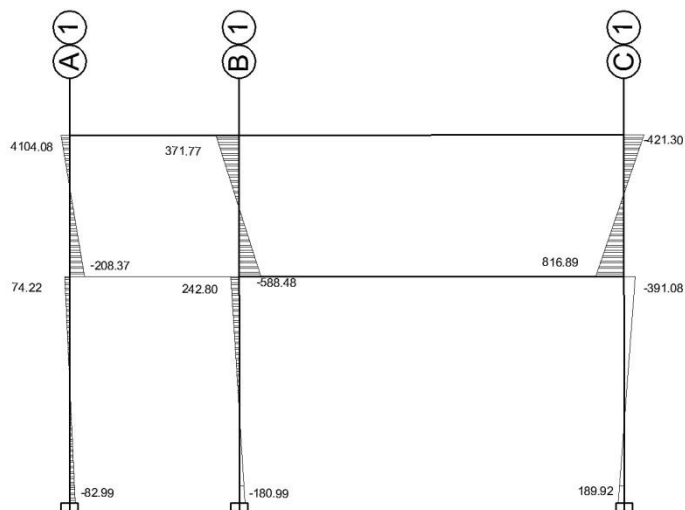
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2010.

Figura 14. **Diagrama de momentos de carga viva en vigas, marco típico sentido Y (kg/m)**



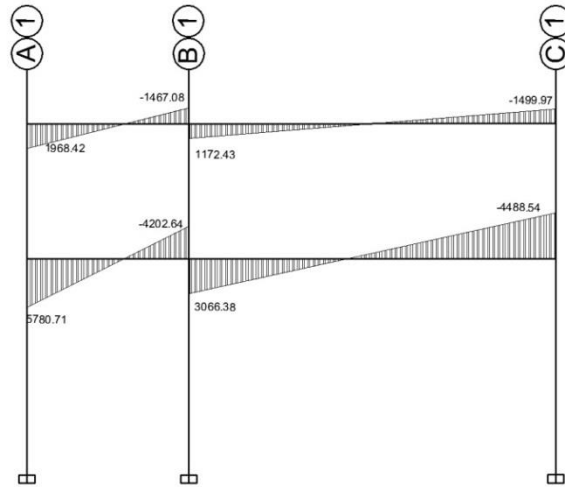
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2010.

Figura 15. **Diagrama de momentos de carga viva en columnas, marco típico sentido Y (kg/m)**



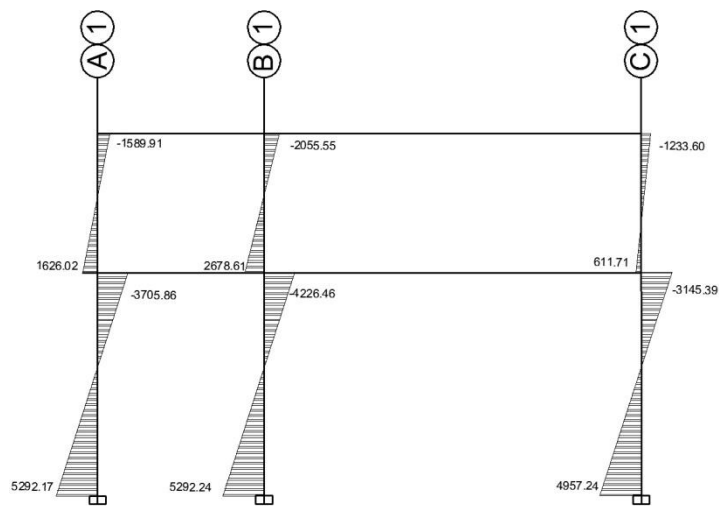
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2010.

Figura 16. **Diagrama de momentos de carga sísmica en vigas, marco típico sentido Y (kg/m)**



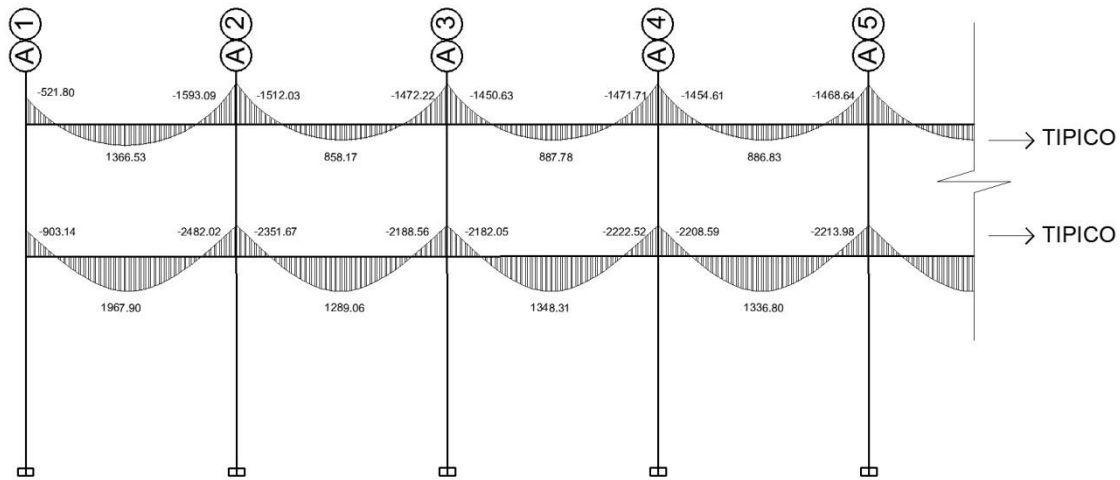
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2010.

Figura 17. **Diagrama de momentos de carga sísmica en columnas, marco típico sentido Y (kg/m)**



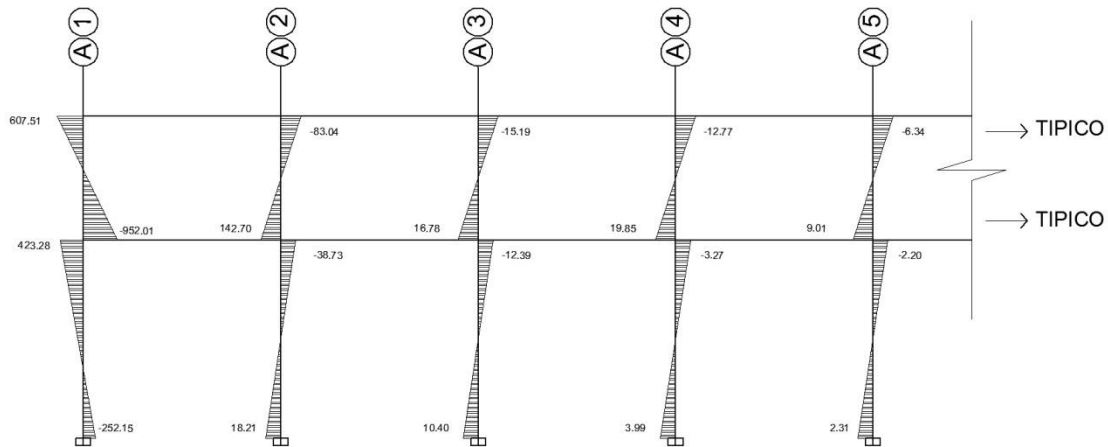
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2010.

Figura 18. Diagrama de momentos de carga muerta en vigas, marco típico X (kg/m)



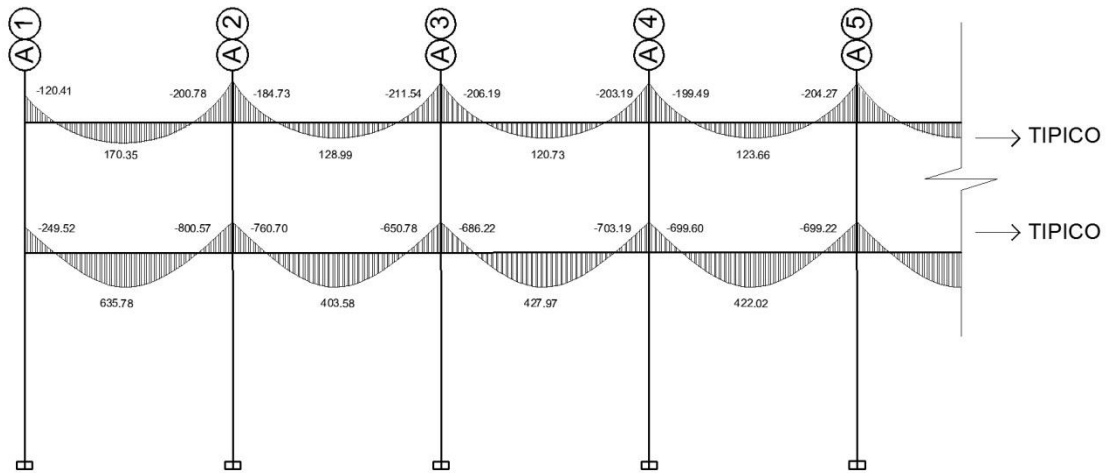
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2010.

Figura 19. Diagrama de momentos de carga muerta en columnas, marco típico X (kg/m)



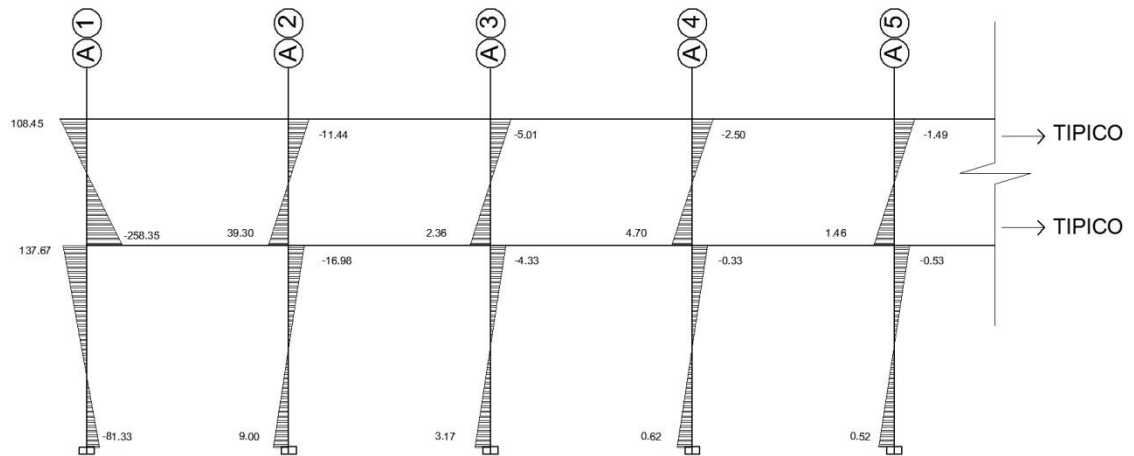
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2010.

Figura 20. Diagrama de momentos de carga viva en vigas, marco típico sentido X (kg/m)



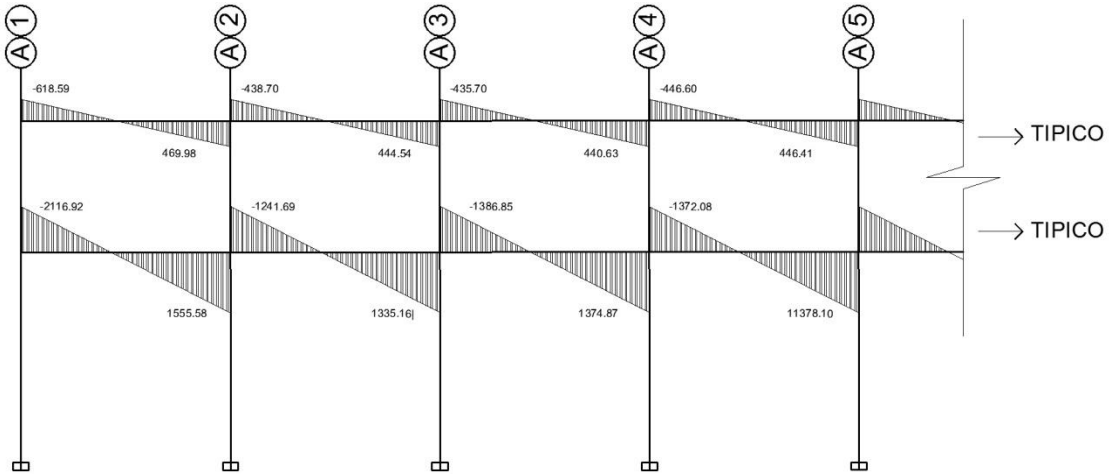
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2010.

Figura 21. Diagrama de momentos de carga viva en columnas, marco típico sentido X (kg/m)



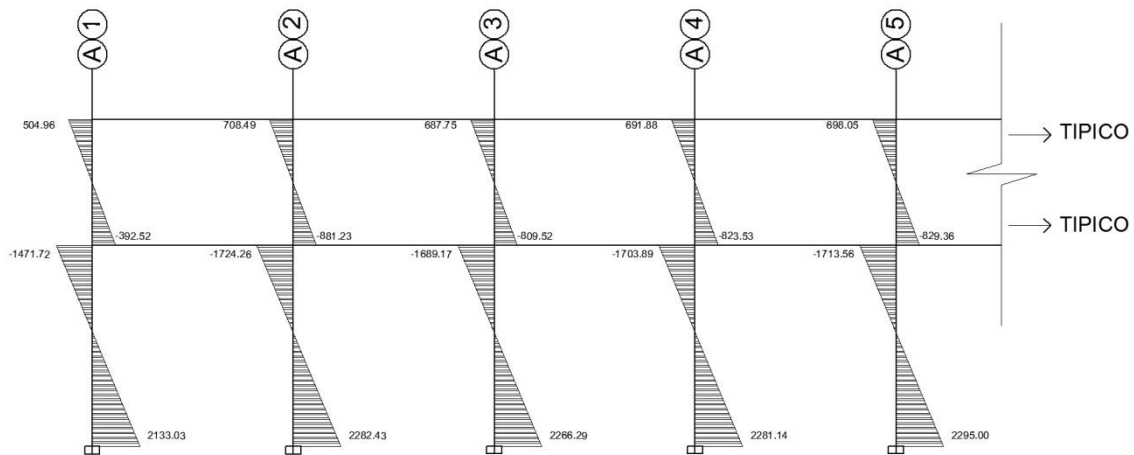
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2010.

Figura 22. Diagrama de momentos de carga sísmica en vigas, marco típico sentido X (kg/m)



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2010.

Figura 23. Diagrama de momentos de carga sísmica en columnas, marco típico sentido X (kg/m)



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2010.

### 2.1.6.6. Envolvente de momentos

La envolvente de momentos representa el efecto de la superposición de las cargas muertas, vivas y de sismo.

Para proceder con el diseño estructural del edificio se tienen que considerar las distintas combinaciones de cargas dentro del análisis estructural, con el fin de determinar las condiciones más severas. Con estos valores se realiza el diseño de los elementos que componen la estructura (vigas, columnas y cimientos), de manera que estos puedan resistir las condiciones más críticas de carga a las que se verá sometida la estructura.

El ACI 318-05 en el inciso 9.2.1, exige que si se incluyen en el diseño los estados de carga mencionados anteriormente, deben aplicarse las siguientes combinaciones:

$$C1 = 1,4CM + 1,7CV$$

$$C2 = 1,4CM + 1,0CV \pm 1,0S$$

$$C3 = 0,9CM \pm 1,0S$$

Donde:

CM = carga muerta,

CV = carga viga

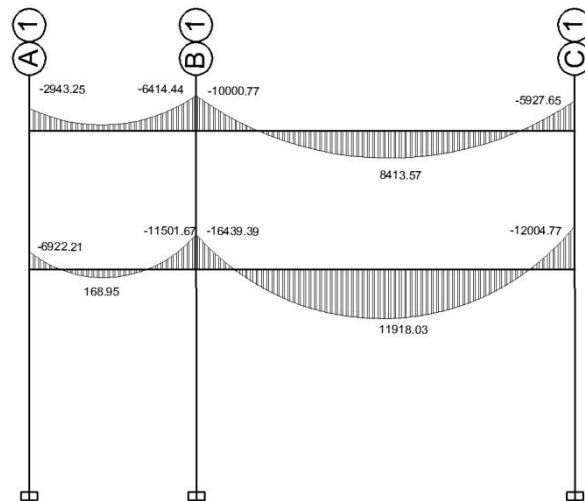
S = carga sísmica aplicada a la estructura.

Los factores de carga pueden aplicarse ya sea a las cargas de servicio directamente, o a los efectos internos de las cargas, calculadas a partir de las cargas de servicio.



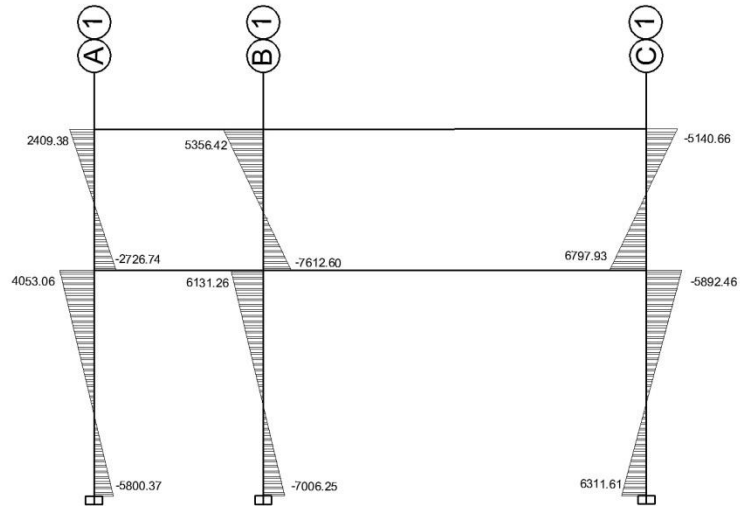
Empleando las combinaciones de las ecuaciones, se calculan todas las envolventes de momentos para marcos en los sentidos X e Y, los valores obtenidos son conocidos también como momentos últimos o de diseño, cuyos resultados pueden observarse en las figuras presentadas a continuación.

Figura 24. **Diagrama de envolvente de momentos en vigas, marco típico sentido Y (kg/m)**



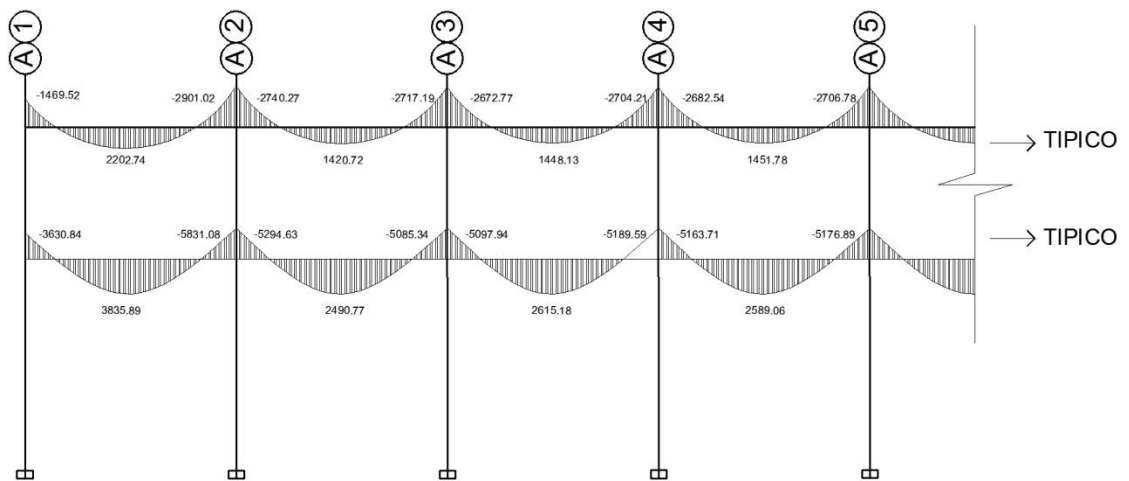
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2010.

Figura 25. **Diagrama de envolvente de momentos en columnas, marco típico sentido Y (kg/m)**



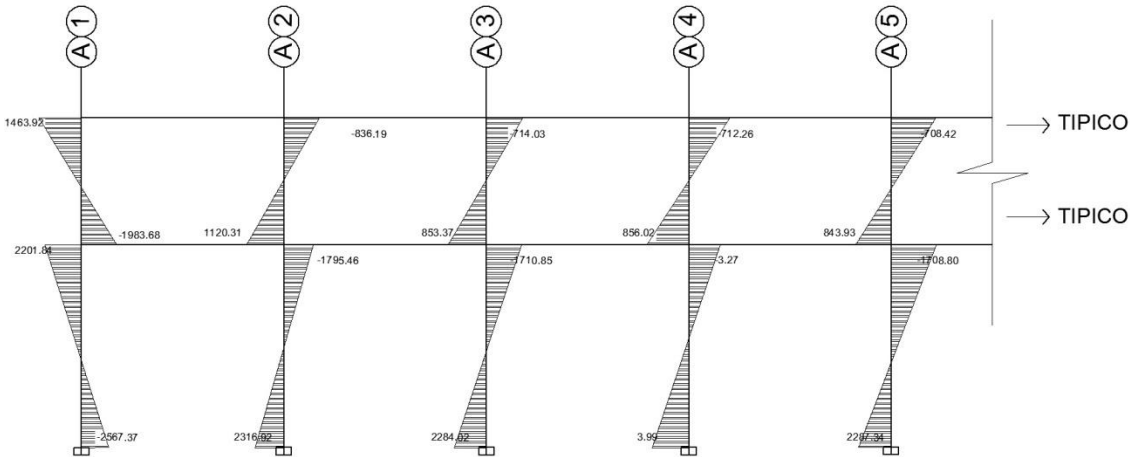
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2010.

Figura 26. **Diagrama de envolvente de momentos en vigas, marco típico sentido X (kg/m)**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2010.

Figura 27. Diagrama de envolvente de momentos en columnas, marco típico sentido X (kg/m)



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2010.

**2.1.6.7. Diagrama de corte y momento**

Los cortes en los marcos se calculan con las fórmulas siguientes:

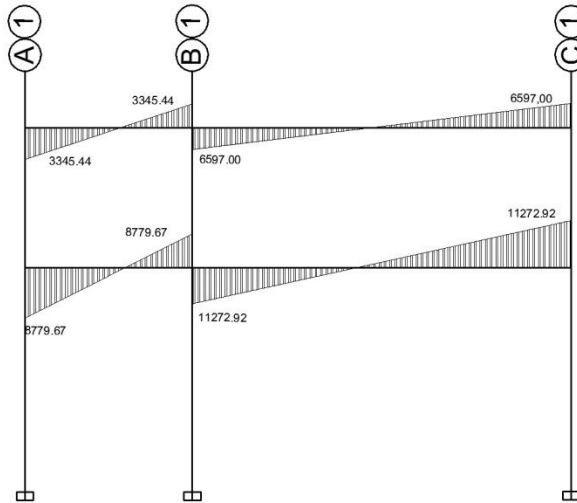
Corte en vigas

$$V_v = 0,75 \left[ \frac{1,4(W_{cm} * L)}{2} + \frac{1,7(W_{cv} * L)}{2} + \frac{1,87(\sum M_s)}{L} \right]$$

Corte en columnas

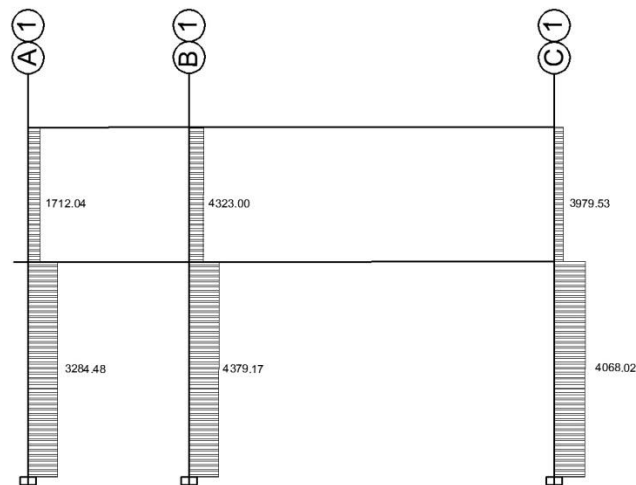
$$V_c = \frac{\sum M_{col}}{L}$$

Figura 28. **Diagrama de envolvente de corte último en vigas, marco típico sentido Y (kg/m)**



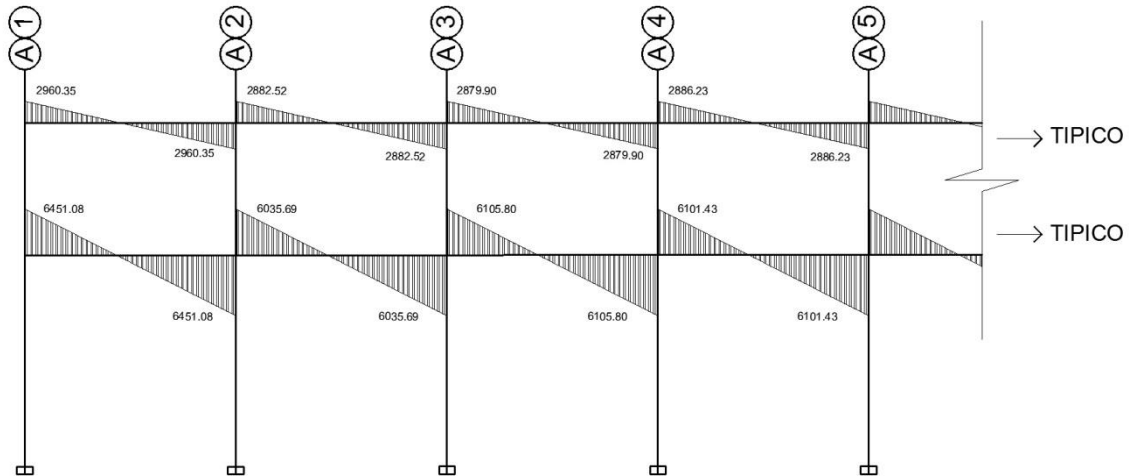
Fuente: elaboración propia con programa de AutoCAD 2010.

Figura 29. **Diagrama de envolvente de corte último en columnas, marco típico sentido Y (kg/m)**



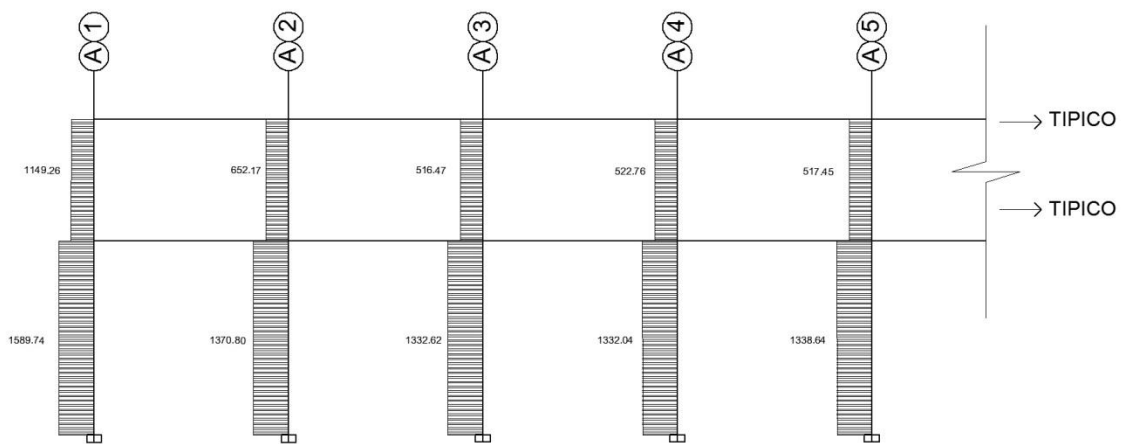
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2010.

Figura 30. **Diagrama de envolvente de corte último en vigas, marco típico sentido X (kg/m)**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2010.

Figura 31. **Diagrama de envolvente de corte último en columnas, marco típico sentido X (kg/m)**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2010.

### **2.1.7. Diseño estructural**

El diseño estructural consiste en determinar la cantidad necesaria de acero de refuerzo, para los distintos elementos estructurales y que estos puedan soportar las condiciones más críticas de combinación de momentos. De esta manera, la estructura es funcional y segura. Los diseños de los respectivos elementos se presentan a continuación:

#### **2.1.7.1. Diseño de losas**

Las losas son elementos estructurales cuya función primordial es transmitir las cargas que soportan hacia las vigas, las cargas se dividen proporcionalmente por medio de áreas tributarias que dependen de la longitud.

Las losas pueden ser clasificadas dependiendo del espesor y del tipo de apoyos que la sostengan.

Espesor:  $0,09\text{m} \leq \text{espesor} \leq 0,12\text{m}$  losa plana

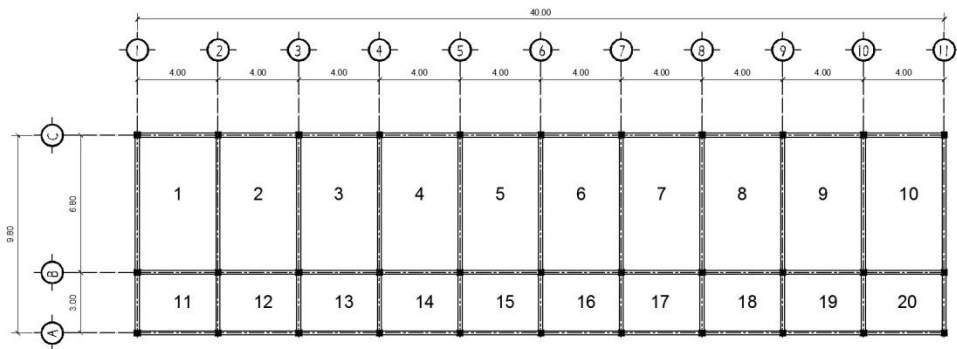
Espesor:  $\geq 0,12\text{m}$  losa nervada

Número de apoyos: sobre 2 lados losa en 1 sentido

sobre 4 lados losa en 2 sentidos

El método utilizado para el diseño de losas es el llamado Método 3 del ACI, que en vez de determinar la distribución exacta de los momentos flectores, se divide la losa en zonas de columna y central y se asume que el valor del momento permanece constante en el ancho total de la franja.

Figura 32. **Planta de distribución de losas**



Fuente: elaboración propia, con programade AutoCAD 2010.

- **Losa primer nivel**

Losas: las losas que conforman el primer nivel están soportadas por 4 vigas perimetrales, por lo que se consideran: losas en dos sentidos.

Espesor:  $t = 0,12\text{m}$ , según predimensionamiento.

- **Carga última o carga de diseño**

- **Losas de 1 - 10**

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

$$C_m = (2 \cdot 400 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,12 \text{ m} + 200 \text{ kg/m}^2 + 100 \text{ kg/m}^2 + 60 \text{ kg/m}^2)$$

$$C_u = 1,7C_v + 1,4C_m$$

$$C_u = 1 \, 417,20 \text{ kg/m}^2$$

- Losas 11 – 20

$$C_u = 1\,757,20 \text{ kg/m}^2$$

- Momentos actuantes

Para los momentos, se consideran franjas unitarias de un metro de ancho.

Fórmulas:

Momentos negativos

$$M_{a(-)} = C_{a(-)} * C_{UT} * a^2$$

$$M_{b(-)} = C_{b(-)} * C_{UT} * b^2$$

Momentos positivos

$$M_{a(+)} = C_{a(+)}_{CV} * C_{VU} * a^2 + C_{a(+)}_{CM} * C_{MU} * a^2$$

$$M_{b(+)} = C_{b(+)}_{CV} * C_{VU} * b^2 + C_{b(+)}_{CM} * C_{MU} * b^2$$

Donde:

$C_{a(-)}$  y  $C_{b(-)}$  = coeficientes para momentos negativos en losas

$C_{a(+)}_{CV}$  y  $C_{b(+)}_{CV}$  = coeficientes para momentos por carga viva

$C_{a(+)}_{CM}$  y  $C_{b(+)}_{CM}$  = coeficientes para momentos por carga muerta

$C_{UT}$  = carga última total

$C_{VU}$  = carga viva última

$C_{MU}$  = carga muerta última



a = lado corto de la losa

b = lado largo de la losa

En los bordes discontinuos se usará un momento negativo igual a un tercio (1/3) del momento positivo.

- Losas 1 y 10 caso 4

✓ Momentos negativos

$$m = \frac{a}{b} = \frac{3,70}{6,50} = 0,57$$

Donde:

a = lado corto

b = lado largo

m = 0,57

Ca = 0,089

Cb = 0,011

$$Ma = 0,089*(1\ 417,20\ \text{kg/m})*(3,70\text{m})^2 = 1\ 792,52\ \text{kg-m}$$

$$Mb = 0,011*(1\ 417,20\ \text{kg/m})*(6,50\text{m})^2 = 683,74\ \text{kg-m}$$

✓ Momentos positivos

Carga muerta

Carga viva

Ca = 0,053

Ca = 0,067

Cb = 0,007

Cb = 0,009

$$M_a = 0,053 \cdot (907,20 \text{ kg/m}) \cdot (3,70 \text{ m})^2 + 0,067 \cdot (510 \text{ kg/m}) \cdot (3,70 \text{ m})^2 = 1\,126,02 \text{ kg-m}$$

$$M_b = 0,007 \cdot (907,20 \text{ kg/m}) \cdot (6,50 \text{ m})^2 + 0,009 \cdot (510 \text{ kg/m}) \cdot (6,50 \text{ m})^2 = 462,23 \text{ kg-m}$$

- Losas 2 – 9 caso 9

✓ Momentos negativos

$$m = 0,57$$

$$C_a = 0,085$$

$$C_b = 0,006$$

$$M_a = 0,085 \cdot (1\,417,20 \text{ kg/m}) \cdot (3,70 \text{ m})^2 = 1\,649,12 \text{ kg-m}$$

$$M_b = 0,006 \cdot (1\,417,20 \text{ kg/m}) \cdot (6,50 \text{ m})^2 = 359,26 \text{ kg-m}$$

✓ Momentos positivos

Carga muerta

$$C_a = 0,036$$

$$C_b = 0,004$$

Carga viva

$$C_a = 0,059$$

$$C_b = 0,007$$

$$M_a = 0,036 \cdot (907,20 \text{ kg/m}) \cdot (3,70 \text{ m})^2 + 0,059 \cdot (510 \text{ kg/m}) \cdot (3,70 \text{ m})^2 = 859,03 \text{ kg-m}$$

$$M_b = 0,004 \cdot (907,20 \text{ kg/m}) \cdot (6,50 \text{ m})^2 + 0,007 \cdot (510 \text{ kg/m}) \cdot (6,50 \text{ m})^2 = 304,14 \text{ kg-m}$$

- Losas 11 y 20 caso 4

✓ Momentos negativos

$$m = 0,75$$

$$C_a = 0,076$$

$$C_b = 0,024$$

$$M_a = 0,076 \cdot (1\,757,20 \text{ kg/m}) \cdot (2,70\text{m})^2 = 973,55 \text{ kg-m}$$

$$M_b = 0,024 \cdot (1\,757,20 \text{ kg/m}) \cdot (3,70\text{m})^2 = 577,34 \text{ kg-m}$$

✓ Momentos positivos

Carga muerta

$$C_a = 0,043$$

$$C_b = 0,013$$

Carga viva

$$C_a = 0,052$$

$$C_b = 0,016$$

$$M_a = 0,076 \cdot (907,20\text{kg/m}) \cdot (2,70\text{m})^2 + 0,043 \cdot (850\text{kg/m}) \cdot (2,70\text{m})^2 = 769,06 \text{ kg-m}$$

$$M_b = 0,013 \cdot (907,20\text{kg/m}) \cdot (3,70\text{m})^2 + 0,016 \cdot (850\text{kg/m}) \cdot (3,70\text{m})^2 = 347,63 \text{ kg-m}$$

▪ Losas 12 – 19 caso 8

✓ Momentos negativos

$$m = 0,75$$

$$C_a = 0,061$$

$$C_b = 0,036$$

$$M_a = 0,061 \cdot (1\,757,20 \text{ kg/m}) \cdot (2,70\text{m})^2 = 781,40 \text{ kg-m}$$

$$M_b = 0,013 \cdot (1\,757,20 \text{ kg/m}) \cdot (3,70\text{m})^2 = 886,01 \text{ kg-m}$$

✓ Momentos positivos

Carga muerta

$$C_a = 0,036$$

Carga viva

$$C_a = 0,049$$

$$C_b = 0,013$$

$$C_b = 0,016$$

$$M_a = 0,036*(907,20\text{kg/m})*(2,70\text{m})^2 + 0,049*(850\text{kg/m})*(2,70\text{m})^2 = 541,71 \text{ kg-m}$$

$$M_b = 0,013*(907,20\text{kg/m})*(3,70\text{m})^2 + 0,016*(850\text{kg/m})*(3,70\text{m})^2 = 347,63 \text{ kg-m}$$

- Balance de momentos

Si el momento negativo en un lado de un apoyo es menor que el del otro lado, la diferencia se distribuye en proporción a la rigidez; esto se hace para determinar el valor del momento balanceado, para el cual el código ACI, recomienda el siguiente procedimiento:

$$\text{Si } M_1 > 80 \% M_2 \Rightarrow M_B = (M_1 + M_2)/2$$

Siendo:  $M_1$  = momento menor y  $M_2$  = momento mayor

Si  $M_1 < M_2 \Rightarrow$  Se procede a determinar el balance de momentos proporcional a la rigidez ( $K$ ).

$$K_1 = \frac{1}{L_1}$$

$$K_2 = \frac{1}{L_2}$$

Donde:

$K_1, K_2$  = las rigideces de las losas a y b

$L_1, L_2$  = longitudes de losa consideradas

$D_1, D_2$  = los factores de distribución de las losas a y b

Donde:

$$D_1 = \frac{K_1}{K_1+K_2} \qquad D_2 = \frac{K_2}{K_1+K_2}$$

Para la distribución se realiza el siguiente cálculo:

$$MB = M1 + (M2-M1)*D1$$

$$MB = M2 - (M2-M1)*D2$$

- Losas 1 y 2

$$M1 = 1\ 649,12$$

$$M2 = 1\ 792,52$$

$$M2*0,8 = 1\ 434,01$$

$$MB = \frac{M1+M2}{2} = 1\ 720,82 \text{ kg-m}$$

- Losas11 y 12

$$M1 = 577,34$$

$$M2 = 886,60$$

$$K1 = 0,27$$

$$K2 = 0,27$$

$$D1 = 0,5$$

$$D2 = 0,5$$

$$MB = 577,34 + (886,01 - 577,34) * 0,5 = 731,67 \text{ kg-m}$$

$$MB = 886,01 - (886,01 - 577,34) * 0,5 = 731,67 \text{ kg-m}$$

- Losas 1 y 11

$$M1 = 683,74$$

$$M2 = 973,55$$

$$K1 = 0,15$$

$$K2 = 0,37$$

$$D1 = 0,29$$

$$D2 = 0,71$$

$$MB = 683,74 + (973,55 - 683,74) * 0,29 = 767,78 \text{ kg-m}$$

$$MB = 973,55 - (973,55 - 683,74) * 0,71 = 767,78 \text{ kg-m}$$

- Losas 2 y 12

$$M1 = 359,26$$

$$M2 = 781,40$$

$$K1 = 0,15$$

$$K2 = 0,37$$

$$D1 = 0,29$$

$$D2 = 0,71$$

$$MB = 359,26 + (781,40 - 359,26) * 0,29 = 481,68 \text{ kg-m}$$

$$MB = 781,40 - (781,40 - 359,26) * 0,71 = 481,68 \text{ kg-m}$$

- Diseño de losa nivel 1

Recubrimiento = 2,5 cm

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

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

$h = 12 \text{ cm}$  según pre dimensionamiento

$\emptyset$ propuesto = 3/8"

$b = 100 \text{ cm}$  franja unitaria

- Peralte efectivo

$d = h - r - \emptyset/2$

$d = 12 - 2,5 - 0,95 \text{ cm}/2$

$d = 9,025 \text{ cm}$

- Refuerzo mínimo [ACI 7.12.1]

$$\rho_{\text{Min}} = \frac{14,1}{f_y} * bd = 4,52 \text{ cm}^2$$

- Espaciamiento [ACI 13.3.2]

$\text{Esp. Max} = 2t = 2(12\text{cm}) = 24 \text{ cm}$

$\text{Esp. Minimo} =$

$$\frac{4,52}{0,71} = \frac{100 \text{ cm}^2}{S \text{ cm}}$$

$S = 15,70 \text{ cm}$

Usar un espaciamiento igual a 15 cm

- Momento resistido por el  $\rho_{Min}$

$$MAs = \phi * \left[ As * fy * \left( d - \frac{As * fy}{1.7 * f'c * b} \right) \right]$$

$\phi = 0,90$  segun ACI 9.3.2.1

Mas = 99 098,60 kg-cm

Mas = 990,98 kg-m

- Áreas de acero requeridas

Se usará la expresión para el área de acero, usando refuerzo Nro.3

$$As = 0,85 * \frac{f'c}{2810} \left[ b * d - \sqrt{\left( (b * d)^2 - \frac{Mu * b}{0,003825 * f'c} \right)} \right]$$

b, d esta en cm

Mu esta en kg-m

f'c, fy están en kg/cm<sup>2</sup>

As esta en cm<sup>2</sup>

As = 6,92 cm<sup>2</sup>

Espaciamiento = 10 cm



## Propuesta de armado final

Usar Nro. 3 @ 0,10 m, en el sentido corto.

Usar Nro. 3 @ 0,15 m, en el sentido largo.

- Revisión por corte

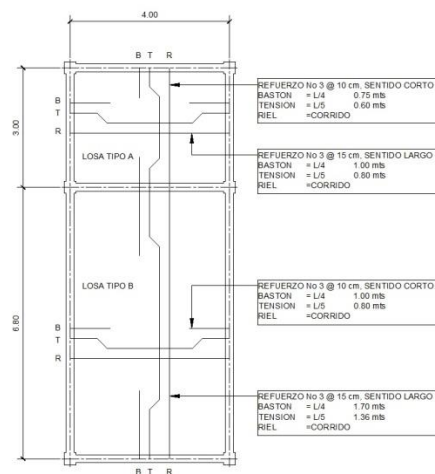
El esfuerzo de corte lo resiste el concreto, por tal razón, se verifica si el espesor de la losa es el adecuado

$$V_{\max} = \frac{\text{Cut} * L}{2} = 4\,053,40 \text{ kg} - \text{m}$$

$$V_{\text{res}} = \phi * 0,53 * b d * \sqrt{f'c} = 5\,891,84 \text{ kg} - \text{m}$$

Como  $V_{\text{res}} > V_{\max}$ , el espesor de la losa es adecuado, en caso contrario sería necesario aumentar el espesor.

Figura 33. **Diseño armado de losa típica**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2010.

El diseño de las losas del segundo nivel es similar, ver detalles en planos del apéndice.

### 2.1.7.2. Diseño de vigas

Las vigas se diseñan para resistir principalmente los esfuerzos de flexión y corte provocados por las combinaciones más críticas de cargas; aunque también pueden resistir esfuerzos de torsión y deformaciones plásticas.

El procedimiento seguido para diseñar vigas, se describe a continuación, aplicado a la viga crítica del primer nivel del marco 3. Los datos se obtienen del análisis estructural.

$f_y = 2\,810 \text{ kg/cm}^2$	$M(-)1 = 16\,439,39 \text{ kg-m}$
$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	$M(-)2 = 12\,004,77 \text{ kg-m}$
Sección = $0,30 * 0,45 \text{ m}$	$M(+) = 11\,918,03 \text{ kg-m}$
$E_s = 2,1 \text{ E-6 kg/cm}^2$	$V_{\text{critico}} = 11\,272,92 \text{ kg-m}$
Recubrimiento = $4 \text{ cm ACI 7.7.1}$	$d = 0,41 \text{ m}$

- Límites de acero

$$As. \text{ Min} = \frac{14,1}{f_y} * bd$$

$$As. \text{ Max} = 0,5 * \rho_{\text{Balanceado}} * bd$$

$$\rho_{\text{Balanceado}} = \frac{\beta_1 * 0,85 * f'_c}{f_y} * \frac{6\,115}{6\,115 * f_y}$$

$$As. \text{ Min} = 6,17 \text{ cm}^2$$

$$As.Max = 22,75 \text{ cm}^2$$

- Refuerzo longitudinal

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

$$M(-)1 = 16\,439,89 \text{ kg-m}$$

$$As = 17,90 \text{ cm}^2$$

$$M(-)2 = 12\,004,77 \text{ kg-m}$$

$$As = 12,59 \text{ cm}^2$$

$$M(+) = 11\,918,03 \text{ kg-m}$$

$$As = 12,49 \text{ cm}^2$$

Para calcular el armado de la viga, se debe cumplir con los siguientes requisitos sísmicos, según el código ACI-318 Cáp.21:

- Cama superior:

Colocar 2 varillas como mínimo

$$As_{\text{mín}} = 6,17 \text{ cm}^2$$

Se coloca el mayor

$$33 \% As(-) \text{ mayor} = 5,90 \text{ cm}^2$$

$$As_{\text{min}} = 6,17 \text{ cm}^2$$

Armado propuesto 3 varillas Nro. 6 corridas = 8,52 cm<sup>2</sup>, si cumple

Para cubrir los momentos negativos en las vigas, se completa el As requerido con bastones, tomando en cuenta que la diferencia de diámetros no exceda 2 números consecutivos

$$M(-)1 = 17,90 \text{ usar 2 bastones Nro.8}$$

$$M(-)2 = 12,59 \text{ usar 1 bastón Nro. 8}$$

- Cama inferior:

Colocar 2 varillas como mínimo

$$A_{s\text{mín}} = 6,17 \text{ cm}^2$$

$$50 \%A_s(+) = 6,24 \text{ cm}^2$$

Se coloca el mayor

$$33 \%A_s (-) \text{ mayor} = 5,90 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ min}} = 6,24 \text{ cm}^2$$

Armado propuesto 3 varillas Nro. 6 corridas = 8,52 cm<sup>2</sup>, si cumple

$$M(+) = 12,49 \text{ usar 1 bastón No. 8}$$

- Cálculo del corte resistente

Según el Reglamento ACI 318-05 21.3.3.1, se deben colocar estribos en los siguientes casos:

- En una longitud igual a dos veces la altura del elemento, medida desde la cara del elemento de apoyo hasta la mitad del claro, en ambos extremos de la viga:  $L_o = 2d = 2 \cdot 41 = 82 \text{ cm}$ .
- En una longitud igual a dos veces el peralte de la viga, a ambos lados, donde puede ocurrir fluencia por flexión en conexión con desplazamientos laterales inelásticos del marco.

El primer estribo debe estar situado a no más de 50mm de la cara del elemento de apoyo. El espaciamiento máximo de los estribos no debe exceder de:

- $d/4 = 41/4 = 10,25 \cong 10 \text{ cm}$

- $8 \cdot \emptyset$  barra longitudinal =  $8 \cdot 1,9 = 15,2$  cm
- $24 \cdot \emptyset$  barra de estribo =  $24 \cdot 0,95 = 22,8$  cm
- 300 mm = 30 cm

Cuando no se requieran estribos, estos deben espaciarse a no más de:

- $d/2 = 41/2 = 20,5 \cong 20$  cm (en toda la longitud del elemento)
- Corte que resiste el concreto

$$V_r = 0,85 \cdot 0,53 \cdot f'c \cdot b \cdot d = 0,85 \cdot 0,53 \cdot \sqrt{(210)} \cdot 30 \cdot 41 = 8\,029,88 \text{ kg-m.}$$

Comparar corte resistente con corte último:

Si  $V_r > V_u$  la viga necesita estribos solo por armado, a  $S_{\text{máx.}} = d/2 < 30$  cm.

Si  $V_r < V_u$  se diseñan estribos por corte, por medio de las expresiones

$$S = \frac{2 \cdot A_v \cdot f_y \cdot d}{V_u}$$

Donde:

$A_v$  = área de la varilla

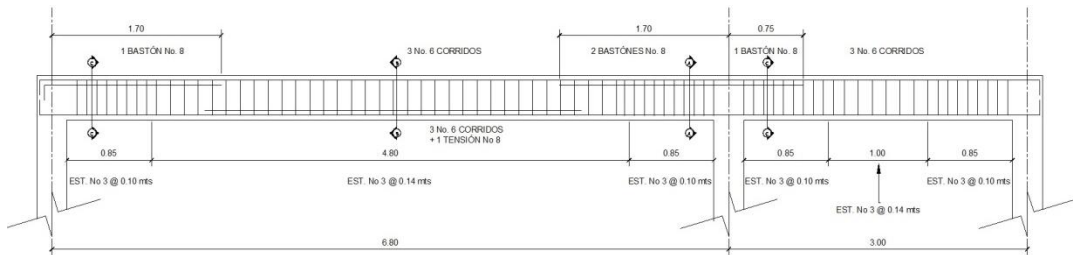
$V_u$  = corte último

$S$  = espaciamiento

$$S = 14,84 \text{ cm} \cong 14 \text{ cm}$$

El armado de estribos final para la viga es: el primer estribo No. 3 a 0,05 m + Estribos No. 3 a 0,10 m en zona confinada en ambos extremos y el resto @ 0,14 m en zona no confinada.

Figura 34. **Detalle de armado de vigas típica**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2010.

Las vigas de los marcos sobre los ejes restantes, del primer y segundo nivel, fueron diseñadas siguiendo el mismo procedimiento utilizado anteriormente; los resultados de dichos diseños se encuentran plasmados en los planos constructivos del proyecto, ver anexos.

### 2.1.7.3. **Diseño de columnas**

Son elementos estructurales sometidos a carga axial y momentos flexionantes. La carga axial es el valor de todas las cargas últimas verticales que soporta la columna, está determinada por el área tributaria. Los momentos flexionantes provienen del análisis estructural, para diseñar la columna, se toma el mayor de los dos momentos actuantes en extremos de esta.

Se diseñarán únicamente las columnas críticas por cada nivel, es decir, las que están sometidas a mayores esfuerzos. El diseño resultante para cada columna es aplicado a todas las columnas del nivel respectivo.

Se presenta a continuación, el proceso de diseño de la columna crítica del nivel 1, localizada entre los ejes B y 2 del edificio; se considera que es la columna con mayores solicitaciones de carga y momento de ese nivel.

Sección columna: 0,30\*0,30 m

Sección viga: 0,30\*0,45 m

Longitud de columna: 4,50 m

Longitud de la viga: 9,80 m

Espesor de losa: 0,12 m

$M_x = 7\,006,25 \text{ kg-m}$

$M_y = 2\,750,15 \text{ kg-m}$

$V_x = 6\,568,76 \text{ kg-m}$

$V_y = 2\,536,81 \text{ kg-m}$

Área tributaria = 19,6 m<sup>2</sup>

La carga axial  $P_u$ , que resiste la columna, es el peso de las columnas sobre la columna que se analizará, incluyendo el área tributaria de las columnas por encima de la que se está analizando.

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

Segundo nivel:  $CU = 1,4 (388) + 1,7 (100) = 713,20 \text{ kg/m}^2$

Primer nivel:  $CU = 1,4 (648) + 1,7 (500) = 1\,757,20 \text{ kg/m}^2$

- Factor de carga última

$$F_{cu} = \frac{CU}{CV + CM}$$

Fcu segundo nivel = 1,46

Fcu primer nivel = 1,53

- Cálculo de la carga axial

$$Pu = (At \cdot Cu) + (PP_{vigas} + PP_{columnas}) \cdot Fcu$$

Pu segundo nivel = 19 560,59 kg

Pu primer nivel = 40 786,33 kg

Pu total = 60 346,92 kg

- Clasificación de columnas por la esbeltez (E)

Por la relación de esbeltez, las columnas se clasifican en:

Cortas ( $E < 22$ ),

Intermedias ( $22 < E < 100$ )

Largas ( $E > 100$ ).

El objetivo de clasificar las columnas, es ubicarlas en un rango; si son cortas se diseñan con los datos originales del diseño estructural, si son intermedias se deben de magnificar los momentos actuantes, y si son largas, no se construyen.



$$E = \frac{K * Lu}{R}$$

Donde:

k = coeficiente de rigidez de la columna.

Lu = longitud efectiva

R = radio de giro (0,3 h)

Cálculo de coeficiente que miden, el grado de empotramiento a la rotación en las columnas ( $\Psi$ ):

$$\Psi = \frac{\Sigma K_{columnas}}{\Sigma K_{vigas}}$$

$$K_{rigidez} = \frac{I}{L}$$

$$I_{columnas} = 67\,500 \text{ cm}^4$$

$$I_{vigas} = 227\,812,5 \text{ cm}^4$$

○ Sentido X

$$\Psi_a = \frac{37500}{109\,439,33} = 0,34$$

$\Psi_b = 0$  extremo inferior por estar empotrado

$$\Psi_{promedio} = 0,17$$

- Coeficiente K

$$K = \frac{(20 - \Psi_{\text{promedio}})}{20} * \sqrt{1} + \Psi_{\text{promedio}} \quad \text{si } \Psi_{\text{promedio}} < 2$$

$$K = \frac{(20 - 0,17)}{20} * \sqrt{1} + 0,17 = 1,072$$

$$E = \frac{1,072 * 4,50}{0,30 * 0,30} = 53,5$$

Se clasifica como columna intermedia.

- El cálculo de la esbeltez de esta columna, en el sentido Y, se resume a continuación:

$$\Psi_{\text{promedio}} = 0,14$$

$$K = 1,13$$

$$E = 56,5$$

Se clasifica como columna intermedia.

Dados los valores de esbeltez tanto en el sentido X como en el sentido Y, la columna se clasifica como columna intermedia, por lo que se tienen que magnificar los momentos que actúan sobre la misma.

- Magnificador de momentos

Sentido X

- Cálculo del flujo plástico del concreto

$$\beta_d = \frac{CM_u}{CU} = \frac{907,20}{1757,20} = 0,51$$

- Cálculo del EI total del material

$$EI = \frac{E_c * I_g}{2,5 * (1 + \beta_d)}$$

$$E_c = 15\ 100 * \sqrt{f'_c}$$

$$EI = \frac{15\ 100 * \sqrt{210} * \left(\frac{1}{12}\right) * 30^4}{2,5 * (1 + 0,51)} = 3\ 912\ 671\ 721 \text{ kg} - \text{cm}^2 = 391,26 \text{ T} - \text{m}^2$$

- Cálculo de la carga crítica de pandeo de Euler:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 * EI}{(K * Lu)^2} = 374,51 \text{ T}$$

- Magnificador de momentos

$\delta > 1$  y  $\phi = 0,70$  si se usan estribos

$$\delta = \frac{1}{1 - \frac{P_u}{\phi * P_{cr}}} = 1,18$$

- Cálculo del momento de diseño

$$M_{dx} = \delta * M_u = 1,18 * 7\,006,25 = 8\,267,38 \text{ kg-m}$$

Sentido Y

$$\beta d = 0,51$$

$$EI = 391,26 \text{ T} - \text{m}^2$$

$$P_{cr} = 335,79 \text{ T}$$

$$\delta = 1,20$$

$$M_{dy} = \delta * M_u = 1,20 * 2\,750,15 = 3\,300,18 \text{ kg-m}$$

- Cálculo del acero longitudinal por el método BRESLER

El Método de BRESLER es un método aproximado, es sencillo y produce resultados satisfactorios. Consiste en aproximar el valor  $1/P'u$ , a través de un punto del plano, determinado por tres valores: carga axial pura ( $P'o$ ), carga de falla para una excentricidad  $e_x$  ( $P'ux$ ) y carga de falla para una excentricidad  $e_y$  ( $P'uy$ ).

Límites de acero.

Según ACI, el área de acero en una columna debe estar dentro de los siguientes límites  $1 \% A_g < A_s < 6 \% A_g$ , en zona sísmica.

$$A_{s\text{mín}} = 0,01 (30*30) = 9 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\text{máx}} = 0,06 (30*30) = 54 \text{ cm}^2$$

Se propone un armado, se aconseja iniciar con un valor cerca de Asmín.  
Armado propuesto 8 Nro. 6 = 22,80 cm<sup>2</sup>

Para este método se usan los diagramas de interacción, para diseño de columnas. Los valores a utilizar en los diagramas son:

Valor de la gráfica

$$Y = X = \frac{d}{h} = \frac{0,30 - 2(0,30)}{0 - 30} = 0,80$$

Valores de la curva

$$P_{tu} = \frac{A_s * f_y}{0,85 * f'_c * A_g} = \frac{22,80 * 2\ 810}{0,85 * 210 * 900} = 0,40$$

Excentricidades

$$eX = \frac{M_{dx}}{P_u} = \frac{8267,90}{60346,92} = 0,137$$

$$eY = \frac{M_{dy}}{P_u} = \frac{3\ 300,18}{60\ 346,92} = 0,054$$

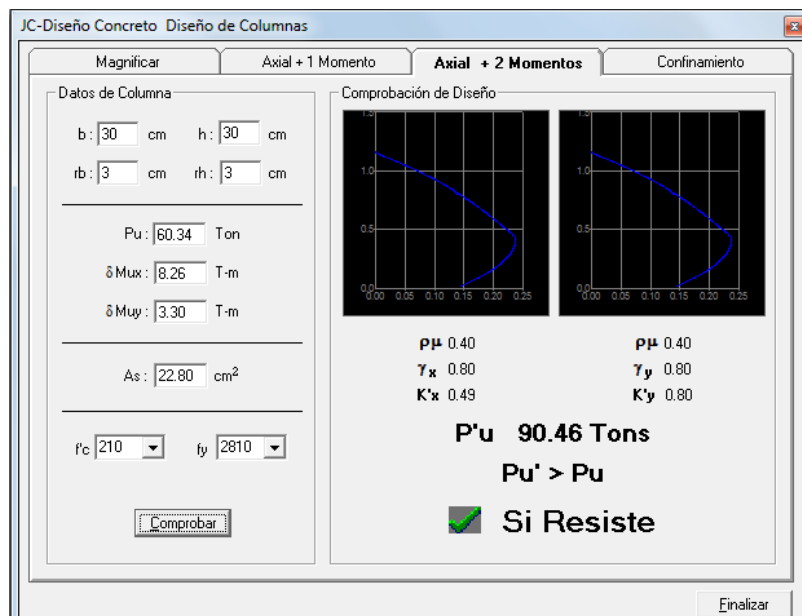
Valor de las diagonales

$$e_x/h_x = 0,137/0,3 = 0,45$$

$$e_y/h_y = 0,054/0,3 = 0,18$$

Con los valores obtenidos, se buscan los valores de los coeficientes  $K_x$  y  $K_y$ , en la gráfica de los diagramas de interacción. La gráfica se encontró aplicando el programa JC Diseño de concreto.

Figura 35. **Carga resistente, programa JC-Diseño Concreto**



Fuente: Programa JC-Diseño Concreto.

Cálculo de cargas

Carga de resistencia de la columna a una excentricidad  $e_x$ :

$$P'_{ux} = K_x * f'c * b * h = (0,49)(210)(30*30) = 92\ 610\ \text{kg}$$

Carga de resistencia de la columna a una excentricidad  $e_y$ :

$$P'_{uy} = K_y * f'c * b * h = (0,80)(210)(30*30) = 151\ 200\ \text{kg}$$

Carga axial de resistencia de la columna

$$\begin{aligned}P'o &= \phi (0,85 * f 'c (A_g - A_s) + A_s * F_y ) \\P'o &= 0.7 * (0,85 * 210 * (900 - 22,8) + 22,8 * 2 810) \\P'o &= 154 453,74 \text{ kg.}\end{aligned}$$

Carga de resistencia de la columna

$$P'u = \frac{1}{\frac{1}{P'_{ux}} + \frac{1}{P'_{uy}} - \frac{1}{P'o}} = \frac{1}{\frac{1}{92 610} + \frac{1}{151 200} - \frac{1}{154 453,74}} = 91 430 \text{ kg}$$

El valor de P'u debe ser mayor o igual a Pu/0,7

$$\frac{60 346,92}{0,7} = 86 209,88 \leq P'u$$

Como  $P'u > Pu/0,7$ , el armado de la columna propuesto es adecuado porque resiste las fuerzas aplicadas, si esto no fuera así se debe aumentar el área de acero hasta que cumpla.

- Refuerzo transversal

Además de diseñar las columnas para resistir flexo compresión, es necesario dotarlas con suficiente ductilidad, para que absorban parte de la energía del sismo, esto se logra mediante un mayor confinamiento en los extremos. Se ha determinado que si las columnas se confinan, la capacidad de carga es mucho mayor y mejora notablemente la ductilidad de la columna.

Se debe chequear Vr con Vu con los siguientes criterios:

Si  $V_r > V_u$  se colocan estribos a  $S = d / 2$

Si  $V_r < V_u$  se diseñan los estribos por corte

#### Corte resistente

$$V_r = 0,85 \cdot 0,53 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d = 5\,287,97$$

$$V_u = 6\,568,76$$

Debido a que  $V_r < V_u$ , la columna necesita estribos por corte

Usando estribos con varilla Nro. 3

$$S = \frac{2 \cdot A_v \cdot f_y \cdot d}{V_u} = \frac{2 \cdot 0,71 \cdot 2\,810 \cdot 27}{6\,568,76} = 16,40 \text{ cm}$$

$$S_{\max} = d/2 = 13,5 \text{ cm}$$

Dado que la separación solicitada por  $V_u$  es mayor que la separación máxima, se considera una separación igual a 10 cm, con la finalidad de facilitar el armado.

#### Refuerzo por confinamiento

La longitud de confinamiento se escoge entre la mayor de las siguientes opciones.

- $L_u / 6 = 2,85 / 6 = 0,47 \text{ m}$
- Lado mayor de la columna = 0,30 m
- 48Ø varilla transv. = 0,34 m



- 16Ø varilla long. = 0,45 m

La longitud de confinamiento propuesta es de 0,50 m, para ambos extremos.

Cálculo de la relación volumétrica

$$P_s = 0,45 * ((A_g / A_{ch}) - 1) * (0,85 * f'_c / f_y)$$

Donde:

$$A_{ch} = \text{área chica} = d_x * d_y = 24 * 24 = 576 \text{ cm}^2$$

$$P_s = 0,01607$$

Debe cumplir con  $P_s \geq 0,12 * \frac{f'_c}{f_y}$  chequea

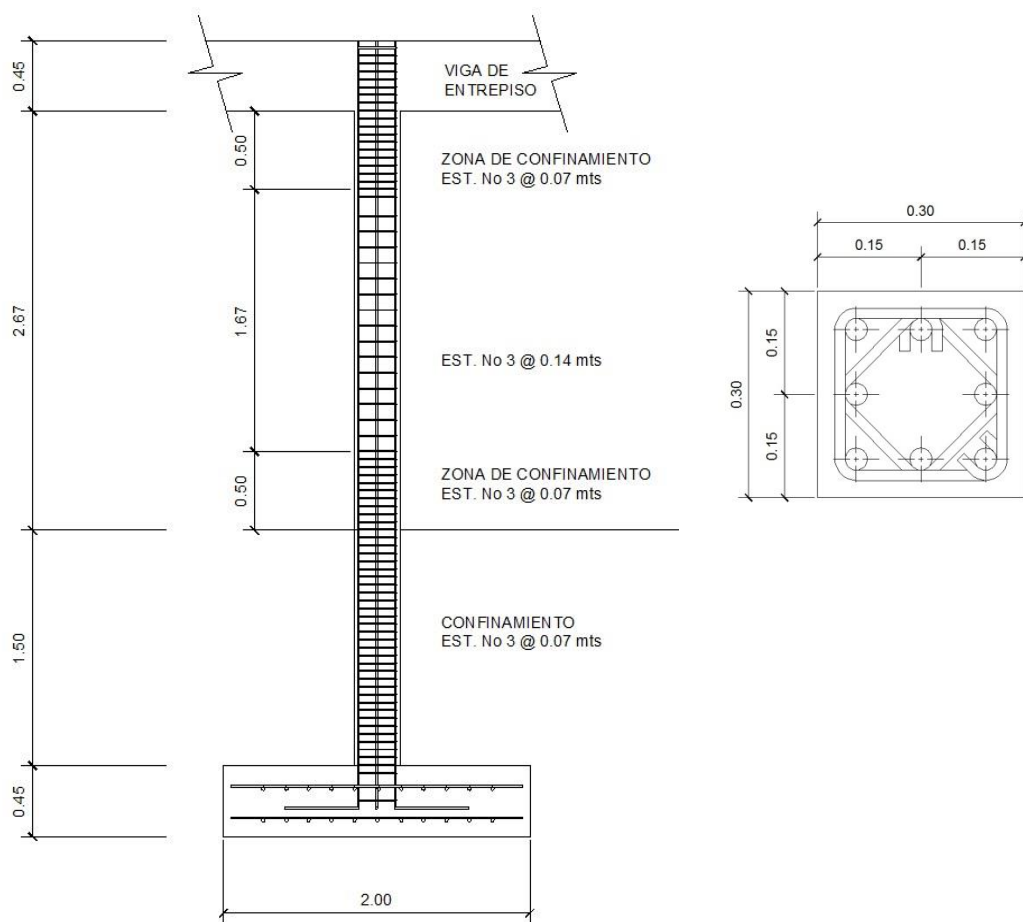
Utilizando varillas número 3 para los estribos, el espaciamiento en la zona confinada es:

$$S = \frac{4 * A_v}{P_s * L_n} = \frac{4 * 0,71}{0,01607 * 24} = 7,36 \text{ cm}$$

Por lo tanto se colocan estribos #3 @ 7 centímetros en la zona de confinamiento. Por tener varillas longitudinales en todas las caras se colocarán estribos intermedios rotados a 45°, para proveer mayor confinamiento y adherencia del concreto.

En segundo nivel se colocaran columnas con el mismo diseño. El armado de la columna consta de 8 varillas número 6 longitudinales con estribos número 3 confinados, ver planos del apéndice.

Figura 36. **Detalle de armado de columna típica**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2010.

#### 2.1.7.4. Diseño de cimientos

Los cimientos son los elementos que recibirán todas las cargas de la estructura y transmitirán la acción de las cargas al suelo. Existen varios tipos de cimientos y para elegir cual se usará, se debe considerar el tipo de estructura, la naturaleza de las cargas, las condiciones del suelo y el costo de la misma. Para este proyecto se utiliza una zapata aisladas típica concéntrica.

$$P_u = 60,34 \text{ T}$$

$$M_x = 7\,006,25 \text{ kg-m}$$

$$M_y = 2\,750,15 \text{ kg-m}$$

$$F_{cu} = 1,53$$

$$\text{Desplante} = 1,5 \text{ m}$$

$$V_s = 29 \text{ T/m}^2$$

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

$$f_y = 2\,810 \text{ kg/cm}^2$$

Cargas de trabajo

$$P'_t = \frac{P_u}{F_{cu}} = \frac{60,34}{1,53} = 39,43 \text{ T}$$

$$M'_{tx} = \frac{M_x}{F_{cu}} = \frac{7,00}{1,53} = 4,58 \text{ T}$$

$$M'_{ty} = \frac{M_y}{F_{cu}} = \frac{2,75}{1,53} = 1,80 \text{ T}$$

Área de la zapata

$$A_z = \frac{1,5 * P't}{V_s} = \frac{1,5 * 39,43}{29} = 2,04 \text{ m}^2$$

Se propone usar una zapata de 2 m \* 2 m, para un área de zapata de 4 metros.

- Chequeo de presión sobre el suelo

La zapata transmite verticalmente al suelo las cargas aplicadas a ella por medio de la superficie en contacto con éste, ejerce una presión cuyo valor se define por la fórmula:

$$q = \frac{P}{A_z} \pm \frac{Mtx}{S_x} \pm \frac{Mty}{S_y}$$

Donde:

$$S_x = S_y = \frac{bh^2}{6} = 1,33$$

$P = P' + P_{\text{columna}} + P_{\text{suelo}} + P_{\text{cimiento}}$

$P = 39,43 + (0,30 * 0,30 * 2,4 * 4,5) + (4 * 2 * 1) + (4 * 2,4 * 0,45)$

$P = 52,72 \text{ T}$

$$q_{\text{max}} = \frac{52,72}{4} + \frac{4,58}{1,33} + \frac{1,80}{1,33} = 17,97 \frac{\text{T}}{\text{m}^2}$$

Cumple no excede el  $V_s$

$$q_{\min} = \frac{52,72}{4} - \frac{4,58}{1,33} - \frac{1,80}{1,33} = 9,63 \frac{\text{T}}{\text{m}^2}$$

Cumple, mayor que cero, por lo que no hay empuje del suelo.

- Presión última

$$q_u = F_{cu} * q_{\max} = 1,53 * 17,97 = 27,49 \frac{\text{T}}{\text{m}^2}$$

- Espesor de la zapata

Para determinar el espesor de la zapata, se debe chequear corte simple y corte punzonante causado por la columna y las cargas actuantes.

Espesor predeterminado = 45 cm

Recubrimiento: 7,5 cm

Peralte efectivo

$$d = t - \text{rec.} - \varnothing_{\text{var}}/2$$

t asumido = 0,45 m

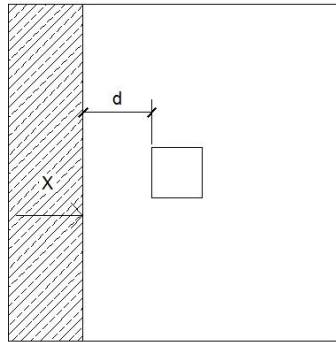
$$d = 0,45 - 0,075 - 0,05$$

$$d = 37 \text{ cm}$$

- Chequeo por corte simple

La falla de las zapatas por esfuerzo cortante ocurre a una distancia igual a d (peralte efectivo) del borde de la columna, por tal razón se debe comparar en ese límite, si el corte resistente es mayor que el actuante.

Figura 37. **Chequeo por corte simple**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2010.

$$X = B/2 - b/2 - d = 0,48 \text{ m}$$

Corte actuante

$$V_{act} = Area \cdot q_u = 2 \cdot 0,48 \cdot 27,49 = 26,29 \text{ T}$$

Corte resistente

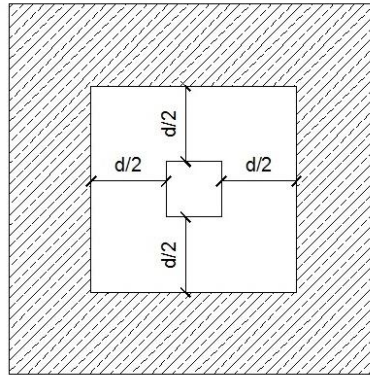
$$V_{res} = 0,53 \cdot \phi \cdot b \cdot d \cdot \sqrt{f'_c} = 0,53 \cdot 0,85 \cdot 200 \cdot 37 \cdot \sqrt{210} = 48,31 \text{ T}$$

$V_{res} > V_{act}$ , el espesor resiste el corte simple

Revisión por corte punzonante

La columna tiende a punzonar la zapata debido a los esfuerzos de corte que se producen en el perímetro de la columna; el límite donde ocurre la falla se encuentra a una distancia igual a  $d / 2$  del perímetro de la columna.

Figura 38. **Chequeo por corte punzonante**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2010.

$bo = \text{perímetro interno} = 4 \cdot (d + \text{sección de columna})$

$d + \text{sección de columna} = 37 + 30 = 57 \text{ cm.}$

$bo = 4 \cdot 57 = 228 \text{ cm.}$

Corte actuante por punzonamiento

$$V_{act} = A \cdot q_u = (2 \cdot 2 - 0,67 \cdot 0,67) \cdot 27,49$$

$$V_{act} = 97,49 \text{ T}$$

Corte resistente a punzonamiento

$$V_{res} = 1,06 \cdot 0,85 \cdot \phi \cdot bo \cdot d \cdot \sqrt{f'c} = 1,06 \cdot 0,85 \cdot 228 \cdot \sqrt{210 \cdot 37}$$

$$V_{res} = 110,14 \text{ T}$$

$V_{res} > V_{act}$ , el espesor resiste el corte punzonante, las dimensiones son adecuadas, se procede al diseño a flexión.

Diseño del refuerzo por flexión

$$M_u = \frac{q_u * L^2}{2} = \frac{27,49 * \left(\frac{2}{2} - \frac{0,3}{2}\right)^2}{2} = 9,93 \text{ T - m}$$

Donde L es la distancia medida del rostro de la columna al final de la zapata. Área de acero: el área de acero se define por la ecuación:

$$A_s = 0,85 * \frac{f'_c}{f_y} \left[ b * d - \sqrt{\left( (b * d)^2 - \frac{M_u * b}{0,003825 * f'_c} \right)} \right] = 10,86 \text{ cm}^2$$

$$A_s. \text{Min} = \frac{14,1}{f_y} * b d = 18,56 \text{ cm}^2$$

Colocar  $A_s$  mínimo

Espaciamiento utilizando varillas Núm. 6 y aplicando una regla de tres la separación es:

$$S = 2,85 * 100 / 18,56$$

$$S = 15,35$$

Colocar varillas Núm. 6 @ 15 cm en ambos sentidos de la cama inferior de la zapata.



Acero por temperatura

$$A_{st} = 0,002 \cdot b \cdot t$$

$$A_{st} = 0,002 \cdot 100 \cdot 45 = 9 \text{ cm}^2$$

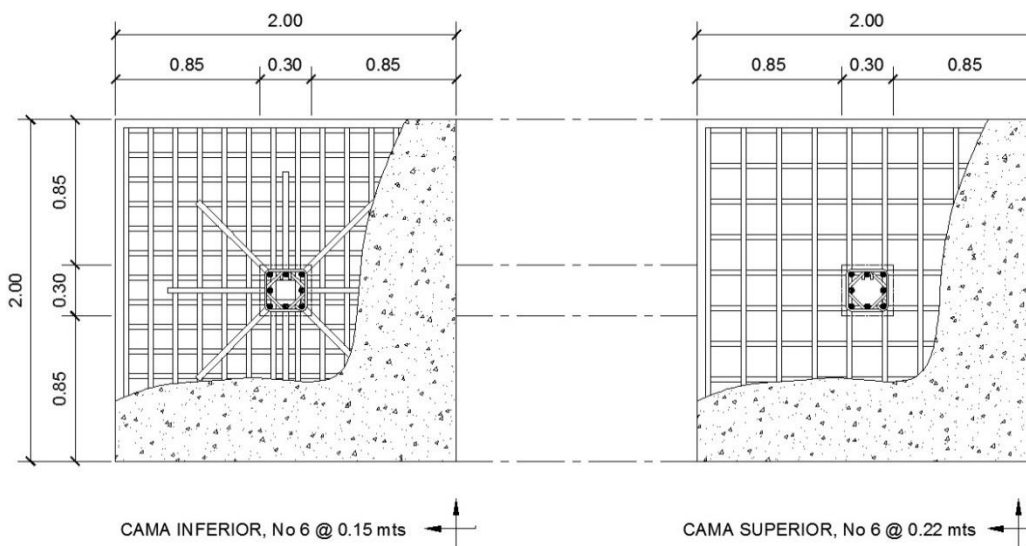
Utilizando varillas

$$S = 1,99 \cdot 100 / 9$$

$$S = 22 \text{ cm}$$

Por facilidad en la modulación, el armado de la zapata será varillas. Núm. 6 @ 15 cm en ambos sentidos en cama inferior, en la cama superior varillas. Núm. 5 @ 22 cm en ambos sentidos.

Figura 39. **Detalle de armado de zapata típica**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2010.

### 2.1.7.5. Diseño de gradas

Las gradas deben ser cómodas y seguras, dependiendo de la relación de los peldaños; es decir, la relación de huella y contrahuella.

Relaciones de comodidad

$$C \leq 0,20 \text{ m}$$

$$H > C$$

$$2C + H \leq 0,64 \text{ m}$$

$$C + H \approx 0,45\text{m} - 0,48 \text{ m}$$

$$CH \approx 480 \text{ cm}^2 - 500 \text{ cm}^2$$

Chequear

$$C = 0,16 \text{ m} \leq 0,20 \text{ m}$$

$$H = 0,30 \text{ m} > 0,16 \text{ m}$$

$$0,62 \text{ m} \leq 0,64 \text{ m}$$

$$C + H = 46 \text{ cm}$$

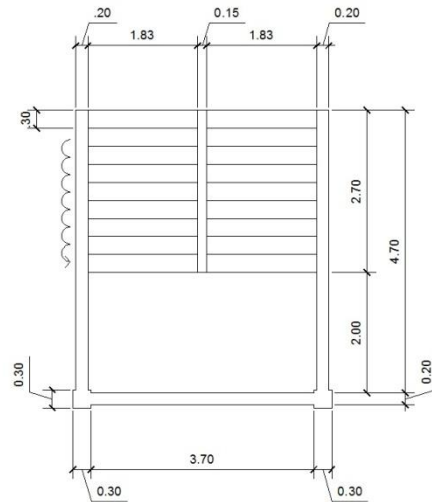
$$CH = 480 \text{ cm}^2$$

Usar

$$C = 16,00 \text{ cm}$$

$$H = 30,00 \text{ cm}$$

Figura 40. **Planta módulo de gradas**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2010.

Espesor de la losa

$$t = \frac{ln}{24} = \frac{2,70}{24} = 0,12 \text{ m}$$

Integración de cargas

- Carga muerta

$$CM = \gamma_{\text{conc}}(A_{\text{Esc}} + A_{\text{Losa}} + A_{\text{Descanso}})$$

$$CM = 2\,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * \left[ \left( \frac{0,30 * 0,16}{2} \right) + 0,12 \left( \sqrt{0,30^2 + 0,16^2} \right) + 0,12(2) \right]$$

$$CM = 731,52 \text{ kg/m}^2$$

- Carga viva

$$CV = 500 \text{ kg/m}^2$$

- Carga última

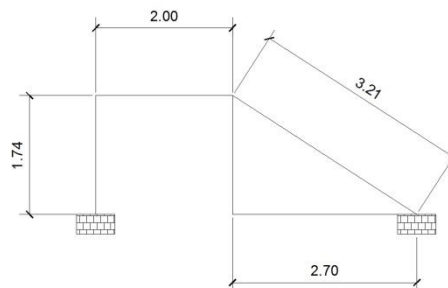
$$W = 1,4(731,52) + 1,7(500) = 1\ 874,13 \text{ kg/m}^2$$

Considerando una franja unitaria de 1 m = 1 874,13 kg/m

Tomando en cuenta que la longitud de la losa es inclinada se calcula la longitud:

$$d = \sqrt{(1,74)^2 + (2,70)^2} = 3,21 \text{ m}$$

Figura 41. **Detalle de carga**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2010.

- Cálculo de los momentos actuantes en la losa:

$$M_{(+)} = \frac{WL^2}{9} \quad M_{(-)} = \frac{WL^2}{14}$$

$$M_{(+)} = \frac{WL^2}{9} = \frac{1\,874,13 * 3,21^2}{9} = 2\,145,69 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_{(-)} = \frac{WL^2}{14} = \frac{1\,874,13 * 3,21^2}{14} = 1\,379,37 \text{ kg} - \text{m}$$

- Cálculo del área de acero mínimo y máximo:

$$As_{\text{min}} = \frac{14,1}{f_y} * b * d = \frac{14,1}{2\,810} * 100 * 10 = 5,02 \text{ cm}^2$$

$$As_{\text{max}} = 0,5 * \gamma_b * b * d = 0,5 * 0,03695 * 100 * 10 = 18,48 \text{ cm}^2$$

- Cálculo de acero para momento positivo:

$$As = 0,85 * \frac{f'_c}{f_y} \left[ b * d - \sqrt{\left( (b * d)^2 - \frac{Mu * b}{0,003825 * f'_c} \right)} \right] = 7,43 \text{ cm}^2$$

- Cálculo de acero para momento negativo:

$$As = 0,85 * \frac{f'_c}{f_y} \left[ b * d - \sqrt{\left( (b * d)^2 - \frac{Mu * b}{0,003825 * f'_c} \right)} \right] = 4,68 \text{ cm}^2$$

Se utilizará la expresión siguiente para el espaciamiento del refuerzo, utilizando acero número 4.

$$\frac{A_s \text{ requerida cm}^2}{100} = \frac{1.27 \text{ cm}^2}{5 \text{ cm}}$$

El armado de las gradas queda de la siguiente manera:

M (-) =  $A_s = 7,43 \text{ cm}^2$ ; varilla Nro.4 @ 0,25 m

Revisión de acero por temperatura:

$$\begin{aligned} \text{Acero por temperatura} = A_s &= 0,002 * b * t \\ &= 0,002 (100) * (12) = 2,4 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$S_{\max} = 3 * t = 3 * 12 = 36 \text{ cm}$ ; varilla Nro. 3 @ 0,25 m

Revisión por corte:

Corte máximo actuante

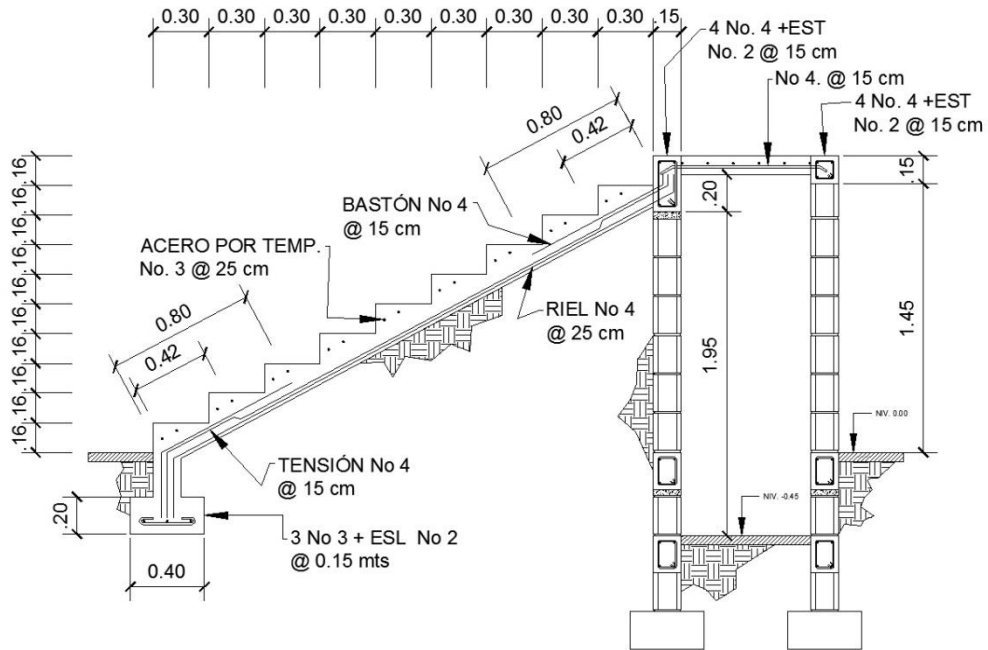
$$V_{\max} = \frac{C_u L}{2} = \frac{1\,874,13 * 3,21}{2} = 3\,007,97 \text{ kg} - \text{m}$$

Corte máximo resistente

$$V_r = 45 * \sqrt{f_c} * t = 45 * \sqrt{210} * 12 = 7\,825,34 \text{ kg} - \text{m}$$

$V_r > V_{\max}$  OK

Figura 42. **Sección transversal módulo de gradas**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2010.

### 2.1.8. Instalaciones

Parte importante aparte de los elementos estructurales y obra gris son las instalaciones, dentro de las cuales se contemplaron para el diseño de la edificación las descritas en los numerales siguientes.

#### 2.1.8.1. Agua potable

El sistema de agua potable consta de 3 componentes básicos: acometida de agua potable, red de distribución (circuitos y accesorios) y los artefactos

sanitarios en la edificación. Se describen a continuación los criterios básicos de diseño y los parámetros que debe cumplir cada componente de su instalación:

#### Acometida de agua potable

Es el conjunto de elementos interconectados que unen la tubería de distribución con la instalación domiciliar (red interior) de agua potable, la principal función es suministrar el vital líquido a la edificación que lo necesita. La acometida está compuesta por varios elementos básicos que aseguran su buen funcionamiento, en una acometida domiciliar típica estos elementos son:

Medidor de caudal (mejor conocido como contador de agua, mide el flujo y consumo de agua, puede ser análogo o digital).

Llave de paso (controla el ingreso del flujo de agua, puede impedirse para realizar inspecciones y reparaciones en la tubería).

Llave de cheque (impide que el agua que se encuentra en la tubería regrese y salga del sistema).

#### Dotación de agua potable

La dotación es la cantidad de agua (en volumen) que se le asigna a una unidad consumidora por día. Esta unidad consumidora pueden ser personas, animales, artefactos, maquinaria, entre otras. En este caso, por tratarse de un centro educativo donde los alumnos solamente permanecerán temporalmente dentro de las instalaciones, la dotación de agua puede usarse entre 20-30 Lt/alumno/día. Por ser un área rural, se decidió usar la dotación mínima para estos casos.



Dotación = 20 Lt/alumno/día

### Almacenamiento

Se refiere al volumen de agua potable que debe almacenarse en un tanque cisterna o elevado, de manera que si se interrumpiera el servicio de agua, las instalaciones puedan seguir funcionando en forma regular por cierta cantidad de tiempo. Los días de reserva se establecen dependiendo del tipo de servicio de agua, es decir si es regular y constante, o se trata de un servicio irregular y por intervalos de tiempo; se puede considerar de 1 a 3 días de reserva para almacenamiento de agua potable.

El volumen de almacenamiento se calcula de la siguiente manera:

$$V_c = \text{Consumo diario} * D$$

Donde:

$V_c$  = volumen de almacenamiento de cisterna (Lt)

Consumo diario = consumo medio diario (Lt/día)

D = días de reserva (día),

La edificación tiene capacidad para albergar a 240 alumnos, entonces, usando una dotación de 20 Lt/alumno/día y considerando 2 días de reserva se puede calcular el volumen que debe tener el tanque cisterna:

$$V_c = (20 \text{ Lt/alumno/día}) * (240 \text{ alumnos}) * (2 \text{ días})$$

$$V_c = 9\,600 \text{ Lt} = 9,6 \text{ m}^3$$

## Diseño hidráulico

Se hace con base en el Método de Hunter, el cual consiste en asignar a cada aparato sanitario un número de unidades denominadas unidades de gasto o unidades Hunter.

Tabla XII. **Cálculo de UH para la edificación escolar**

Cantidad	Aparato	UH	Total.
12	Inodoros	5	60
14	Lavamanos	2	28
6	Urinal	3	18
		TOTAL	106 UH

Fuente: elaboración propia.

El valor obtenido se aproxima a 120 UH y con base a este valor se busca en las tablas de la Guía para las instalaciones sanitarias, el valor de la demanda probable en litros sobre segundo.

$$120 \text{ UH} = 1,83 \text{ lts/seg}$$

Como el método es probabilístico se aplica un factor de corrección de 0,6.

$$\text{Demanda} = 1,83 * 0,6 = 1,1 \frac{\text{lts}}{\text{seg}} = 1,1 * 10^{-3} \text{ m}^3/\text{seg}$$

Diámetro de la tubería:

$$Q = A * V$$

La velocidad se obtuvo mediante aforos realizados por parte de la municipalidad, la cual tiene un valor de 5 m/seg.

$$A = \frac{Q}{V} = \frac{1,1 * 10^{-3}}{5} = 2,2 * 10^{-4} \text{ m}^2 = 0,34 \text{ in}^2$$

Se propone utilizar tubería de ¾" de 250 PSI para la red principal y tubería de ½" de 250 PSI para el circuito de abasto de aparatos.

### 2.1.8.2. Drenaje

Es el destinado para retirar las aguas servidas (aguas negras, grises y jabonosas) y conducir las al drenaje municipal. El sistema de drenaje sanitario, llamado también drenaje de aguas negras se compone de tuberías verticales (bajadas) y tuberías horizontales (ramales).

Diseño hidráulico

Para el cálculo sanitario se realiza el mismo procedimiento utilizado para el cálculo del diseño hidráulico, con la diferencia que las unidades asignadas son unidades de descarga.

Tabla XIII. **Cálculo unidades de descarga para la edificación escolar**

Cantidad	Aparato	U. Descarga	Total.
12	Inodoros	5	60
14	Lavamanos	2	28
6	Urinal	2	12
		TOTAL	100 U. Descarga

Fuente: elaboración propia.

El método considera un diámetro de tubería para unidades de descarga y para la pendiente utilizada, el cual se presenta a continuación.

Tabla XIV. **Cálculo de pendiente, según unidades de descarga**

Tubo PVC ø (in)	Unidades de descarga		
	Pendiente		
	1%	2%	3%
2	5	6	8
4	84	96	114
6	330	440	580
8	870	1 150	1 680

Fuente: elaboración propia.

Con base en los datos obtenidos y tabla anterior se propone la siguiente tubería para sistema de drenaje sanitario.

Tabla XV. **Propuesta de diámetro de tuberías**

APARATO	DIAMETRO
Inodoros	4 in
Orinal	3 in
Lavamanos	3 in
Red de Evacuación	4 in

Fuente: elaboración propia.

### 2.1.8.3. Pluvial

El caudal de diseño para agua pluvial está en función de la intensidad de precipitación y el área de captación considerada. En el caso de casas

habitación y pequeños edificios, las áreas tributarias o de captación y el tiempo de concentración son pequeños, por lo que los gastos pluviales se considerarán en azoteas para un tiempo de concentración de 5 a 12 minutos y para un período de retorno de 20 años.

La intensidad de las precipitaciones pluviales se mide en mm/hr y se considera que alcanzan su nivel máximo durante los primeros cinco minutos de aguacero. El caudal de diseño se calcula utilizando del método racional americano.

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

Donde:

Q = caudal de diseño pluvial

I = intensidad de lluvia en mm/h

A = área de techos en hectáreas

C = coeficiente de escorrentía

$$I = \frac{4\,978,1}{t + 32,8} = \frac{4\,978,1}{12 + 32,8} = 111,12 \text{ mm/h}$$

$$Q = \frac{0,95 * 111,12 * 0,003434}{360} = 1 * 10^{-3} \text{ m}^3/\text{seg}$$

Cálculo del diámetro de la tubería de bajada de agua pluvial.

$$Q = \left[ \frac{69\,1000 * Q * M}{S^{1/2}} \right]^{3/8} = \left[ \frac{69\,1000 * 1 * 10^{-3} * 0,01}{0,02^{1/2}} \right]^{3/8} = 4,30 \text{ cm} = 1,69 \text{ plg}$$

Según la norma del alcantarillado sanitario del INFOM se propone un diámetro de tubería PVC de 4”.

#### **2.1.8.4. Electricidad**

Según el manual de Normas para acometidas de servicio eléctrico de la Empresa Eléctrica de Guatemala (EEGSA), en la sección V: apartamentos, edificios, centros comerciales y construcciones similares, el diseño y construcción de la instalación eléctrica de un edificio escolar debe incluir los siguientes componentes.

##### Acometida eléctrica

Es el conjunto de conductores, componentes y materiales utilizados para transmitir la electricidad desde las líneas de distribución de la empresa eléctrica. La instalación de la acometida consta de los siguientes elementos básicos: poste de distribución, poste de acometida, cables de acometida, contador o medidor, caja *socket* para contador, medios de protección y tableros de distribución.

##### Circuitos

Según el manual de normas de EEGSA, los circuitos de iluminación y fuerza se deben proteger con un flipon de 15 a 20 amperios por cada 12 unidades como máximo, siempre y cuando no sea menor a lo que determinen los cálculos.

El instituto consta de 3 aulas por nivel, cada una tiene 6 lámparas de doble bulbo de 40 watts cada uno (80 watts por lámpara) y 4 tomacorrientes. Cada

pasillo de nivel posee 10 lámparas de 80 watts y los baños tienen 4 lámparas con la misma potencia. Asimismo el módulo de gradas y dirección consta de 6 lámparas con la misma potencia.

En total se tienen 38 lámparas por nivel y 23 tomacorrientes dobles, por lo que, deben usarse 4 circuitos para iluminación y 4 para fuerza; se colocará un tablero de distribución por nivel. Tomando en cuenta lo descrito anteriormente, la demanda total de potencia en el edificio se calcula de según la tabla XII.

**Tabla XVI. Cálculo demanda en watts**

Ubicación	Descripción	Potencia (watts)	Cantidad	Demanda potencia (Watts)
Aulas	Lámpara fluorescentes de doble bulbo	80	48	3 840
Pasillos	Lámpara fluorescentes de doble bulbo	80	20	1 600
Baños	Lámpara fluorescentes de doble bulbo	80	8	640
Aulas	Tomacorrientes simple 120 V	300	40	12 000
Pasillos	Tomacorrientes simple 120 V	300	6	1 800
<b>TOTAL</b>				<b>19 880</b>

Fuente: elaboración propia.

Según los cálculos, se tiene una demanda de potencia de 19 880 watts; se procede a calcular la corriente total mediante la siguiente ecuación.

$$I_{\text{Total}} = \frac{P}{V}$$

Donde:

I = intensidad total de la corriente, en amperios

P = demanda total de la potencia, en watts

V = voltaje nominal de la corriente, en voltios

$$I_{\text{Total}} = \frac{P}{V} = \frac{19\,880 \text{ watts}}{120 \text{ V}} = 166 \text{ Amperios}$$

Según las tablas de intensidades de corriente para conductores, un alambre conductor calibre 4 AWG puede soportar una corriente de 85 amperios; considerando una caída de voltaje de un 2 %, debe utilizarse como conductor principal de la acometida eléctrica hacia el tablero de distribución 2 alambres calibre 4 AWG, que pueden conducir una corriente de 170 A.

### Conductores

El calibre de los conductores será determinado estrictamente por el cálculo respectivo, pero en ningún momento podrá ser menor de 12 AWG, TW. Se permitirá usar calibre 14 AWG únicamente para los retornos de los interruptores de lámparas y otros sistemas de iluminación. El calibre de los conductores de cada circuito se determina de la siguiente manera:



### Calibre de conductores para circuitos de iluminación

$$10 \text{ lamparas} * 80 \text{ watts} = 800 \text{ watts} \therefore I = \frac{880}{120} = 6,66 \text{ Amperios}$$

Se tiene una corriente de 6,66 amperios en cada circuito de iluminación, tomando en cuenta una caída de voltaje del 2 % para cargas nominales de 120 voltios, se determina entonces que el calibre requerido del conductor es 12 AWS, el cual puede soportar una intensidad de corriente admisible de 20 amperios.

### Calibre de conductores para circuitos de fuerza

$$6 \text{ tomacorrientes} * 300 \text{ watts} = 1\,800 \text{ watts} \therefore I = \frac{1\,800}{120} = 15 \text{ Amp}$$

Se tiene una corriente de 15 amperios en cada circuito de fuerza, tomando en cuenta una caída de voltaje del 2 % para cargas nominales de 120 voltios, se determina entonces que el calibre requerido del conductor es 12 AWG, el cual puede soportar una intensidad de corriente admisible de 20 amperios; que es mayor a la requerida, por lo que el calibre del conductor es aceptable.

### **2.1.9. Elaboración de planos**

Para este proyecto se elaboraron 11 planos divididos en tres fases; arquitectura, estructuras e instalaciones.

Los planos están distribuidos así:

- Planta amueblada y planta acotada
- Planta de secciones y elevaciones
- Planta de cimentación y columnas
- Planta de vigas y armado de losas
- Planta de instalación eléctrica, fuerza, hidráulica y pluvial

#### **2.1.10. Elaboración de presupuesto**

Costo total del proyecto:

Para obtener este valor es necesario desglosar el proyecto por renglones de trabajo los cuales separan cada uno de los componentes por unidades de ejecución tratando de ordenarlos siguiendo la secuencia lógica de ejecución. El precio unitario es la medida o unidad de pago que se obtiene por medio de la integración del costo directo y el costo indirecto.

Costo directo: en este costo se incluyen los precios de los materiales, los cuales se cotizaron en el municipio, y de la mano de obra calificada y no calificada, necesarios en cada unidad de ejecución. En cuanto a la mano de obra calificada, se asignaron los salarios que se registran en la municipalidad.

Costo indirecto: es la suma de todos los gastos técnico-administrativos. Se valoriza como un porcentaje del costo directo, porcentaje que se basa en la experiencia en obras similares, cuyo valor en este caso es del 28 %, tomando en cuenta imprevistos, supervisión, gastos administrativos e impuestos. Luego se obtiene el costo total por renglón multiplicando la cantidad de trabajo por el precio unitario de cada renglón y la sumatoria de todos los costos totales por renglones del proyecto da el costo total del proyecto que en este caso asciende a Q 1 787 685,11.

Todos los renglones descritos anteriormente se presentan en la tabla XVII.

Tabla XVII. **Presupuesto edificación escolar de dos niveles**

**CUADRO DE CANTIDADES ESTIMADAS DE TRABAJO, PRECIOS UNITARIOS Y COSTOS**

**PROYECTO:** EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA ALDEA CHIJOU, SANTA CRUZ VERAPAZ

**UBICACIÓN:** ALDEA CHIJOU, SANTA CRUZ VERAPAZ, ALTA VERAPAZ

**FECHA:** FEBRERO DE 2014

No.	DESCRIPCION DE RENGLON	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	MONTO
1	LIMPIEZA Y CHAPEO	392,00	m <sup>2</sup>	Q 20,82	Q 8 162,64
2	TRAZO Y ESTAQUEADO	227,80	ml	Q 6,46	Q 1 471,94
3	BODEGA Y GUARDIANIA	60,00	m <sup>2</sup>	Q 237,93	Q 14 275,82
4	ZAPATA Z-1	33,00	U	Q 3 573,95	Q 117 940,26
5	CIMIENTO TRAPEZOIDAL	150,80	ml	Q 169,30	Q 25 530,41
6	MURO SOBRE CC-1	90,48	m <sup>2</sup>	Q 167,52	Q 15 157,47
7	COLUMNA 1, TIPO A-1	33,00	U	Q 2 540,57	Q 83 838,89
8	COLUMNA 2, TIPO A-2	27,00	U	Q 961,03	Q 25 947,93
9	SOLERA DE HUMEDAD	207,40	ml	Q 143,22	Q 29 703,62
10	SOLERA INTERMEDIA	829,60	ml	Q 146,92	Q 121 881,45
11	SILLAR	68,13	ml	Q 135,19	Q 9 210,78
12	SOLERA REMATE	414,80	ml	Q 154,84	Q 64 226,82
13	VIGA TIPO V-A	456,60	ml	Q 502,07	Q 229 246,41
14	LEVANTADO DE PAREDES (Incluye uniones)	528,00	m <sup>2</sup>	Q 209,10	Q 110,402,34
15	LOSA MACIZA (PRIMER y SEGUNDO NIVEL)	392,00	m <sup>2</sup>	Q 801,06	Q 314 014,50
16	INSTALACIONES ELECTRICAS (Iluminación)	1,00	Global	Q 40 737,09	Q 40 737,09
17	INSTALACIONES ELECTRICAS (Fuerza)	1,00	Global	Q 19 066,15	Q 19 066,15
18	INSTALACIÓN HIDRÁULICA	1,00	Global	Q 29 965,84	Q 29 965,84
19	INSTALACIÓN SANITARIA Y PLUVIAL	1,00	Global	Q 67 644,61	Q 67 644,61
20	ACABADOS	1,00	Global	Q 289 977,14	Q 289 977,14
21	PUERTAS Y VENTANAS	1,00	Global	Q 155 251,71	Q 155 251,71
22	MODULO DE GRADAS	40,80	m <sup>2</sup>	Q 343,90	Q 14 031,30

<b>COSTO TOTAL DE LA OBRA</b>	<b>Q 1 787 685,11</b>
-------------------------------	-----------------------

**VALOR EN LETRAS: UN MILLON SIETECIENTOS OCHETA Y SIETE MIL SEISCIENTOS OCHENTA Y CINCO QUETZALES CON 11/100**

Fuente: elaboración propia.

### **2.1.11. Evaluación de Impacto Ambiental Inicial**

El proyecto será sometido a una Evaluación Ambiental Inicial EIA, requerida por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales MARN. La actividad a desarrollar se caracteriza como proyecto nuevo, siendo un proyecto en ejecución necesario presentar un DAVI al MARN.

La EIA es el instrumento de política, gestión ambiental y toma de decisiones, formado por un conjunto de parámetros capaces de garantizar, desde el inicio de la planificación, que se efectuó un análisis sistemático de los impactos ambientales de un proyecto, así como las medidas de mitigación o protección ambiental que sean necesarias para la opción de ser desarrolladas.

Sera necesario realizar un diagnóstico del área en donde se realizará la construcción del proyecto, determinando en detalle la situación ambiental actual del medio biótico y abiótico, que será impactada por la ejecución de la obra.

Durante la etapa de construcción y operación de la obra, es importante conocer que el proyecto ocasionara varios impactos negativos de carácter transitorio sobre los componentes; aire, suelo, agua, flora, fauna, paisaje, etc.

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales proporciona un formato, presentado en el apéndice, al cual se le adjuntan los siguientes documentos.

- Plano de localización o mapa escala 1:5000
- Plano de ubicación
- Plano de distribución
- Plano de los sistemas hidráulico sanitarios (agua potable, aguas pluviales, drenajes, planta de tratamiento).

- Presentar original del documento en forma física y una copia completa del mismo en medio magnético (cd) (si el proyecto se encuentra fuera del departamento de Guatemala deberán presentarse dos copias magnéticas).
- El expediente se imprimirá en ambos lados de las hojas
- Presentar una copia para sellar de recibido
- El documento deberá foliarse de adelante hacia atrás (dicha foliación irá solamente en las parte frontal de las hojas, esquina superior derecha).
- Fotocopia de DPI
- Declaración jurada
- Fotocopia del Nombramiento del Representante Legal
- Fotocopia del NIT

## **2.2. Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el caserío Valparaiso**

Para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario, primero se realizó el levantamiento topográfico y luego el trabajo de gabinete, obteniendo la información necesaria para el óptimo desempeño del sistema.

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

El proyecto consiste en diseñar un sistema de alcantarillado sanitario que consta de un colector principal de 6" con una longitud total de 2 346,05 metros lineales, 78 pozos de visita, 114 registros domiciliarios y 3 fosas sépticas, para dicho proyecto se realizarán los siguientes trabajos: trabajos preliminares, estaqueado, zanjeado y pozos de visita, debido a la topografía del área del sistema, que se concentra principalmente desde el cruce que lleva a la finca

Valparaíso y concluye en el cruce que lleva a la aldea Najquitob, este trabajara a gravedad.

El diseño de este sistema se realizará bajo parámetros de las Normas del INFOM y EMPAGUA, para un período de diseño de 22 años, con una dotación de 100 lt/hab/día, dato obtenido en la municipalidad y un factor de retorno de 0,70. La cantidad de viviendas a servir es de 114 con una densidad de población de 6 habitantes por vivienda y una tasa de crecimiento del 5,5 % según INE con sede en Cobán, Alta Verapaz.

## **2.2.2. Levantamiento topográfico**

Al realizar el levantamiento topográfico del área que se va a drenar, se debe tomar en cuenta el área edificada actualmente, la localización exacta de todas las calles y caminamientos, etc., que podrían influir en el diseño. También se debe incluir la localización del cuerpo receptor del desfogue del drenaje.

### **2.2.2.1. Altimetría**

La nivelación se realizara tomando referencia de lo siguiente:

- En todos los cruces de calles.
- A distancias no mayores de 20 metros.
- En todos los puntos que haya cambio de dirección.
- Todos los puntos que haya cambio de pendiente de terreno.
- De todos los lechos y quebradas, puntos salientes del terreno y depresiones.

### **2.2.2.2. Planimetría**

Comprenden todos los trabajos que se hacen, con el fin de obtener la representación gráfica de los terrenos proyectados sobre un plano horizontal, basados en un norte magnético para la orientación.

### **2.2.3. Diseño del sistema**

Es necesaria que las aguas servidas sean conducidas en sistemas adecuados, a través de conductos subterráneos para ser evacuados lejos de las áreas pobladas, reduciendo de esa forma la contaminación.

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

En general, existen tres tipos básicos de alcantarillado. Estos sistemas son:

- Sistema sanitario: es la red de tuberías, a través de la cual se deben evacuar en forma rápida y segura, las aguas residuales municipales (domésticas o de establecimientos comerciales) hacia una planta de tratamiento y finalmente a un sitio de vertido donde no causen daños ni molestias.
- Sistema pluvial: es el sistema que capta y conduce las aguas de lluvia para su disposición final, que puede ser infiltración, almacenamiento o depósitos y cauces naturales.
- Sistema combinado: es el sistema que capta y conduce simultáneamente al 100 % las aguas de los sistemas mencionados anteriormente, pero

que dada la disposición dificulta el tratamiento posterior y causa serios problemas de contaminación al verterse a cauces naturales y por las restricciones ambientales se imposibilita la infiltración

En este proyecto se diseñara un sistema sanitario, ya que en la región las necesidades son grandes y los recursos económicos escasos, el sistema es por gravedad, con los conductos funcionando como canales parcialmente llenos, utilizados para la recolección y conducción de las aguas negras.

#### **2.2.3.2. Período de diseño**

El período de diseño de un sistema de alcantarillado es el tiempo durante el cual el sistema dará un servicio con una eficiencia aceptable; este período varía de acuerdo con la cobertura considerada en el diseño de servicio sanitario, con el crecimiento poblacional y con la capacidad de administración, operación y mantenimiento que puedan tener, tanto los habitantes como la municipalidad, para que el servicio básico se mantenga en funcionamiento.

Este sistema de alcantarillado sanitario será proyectado para que llene adecuadamente su función durante un período de 20 años, con 2 años adicionales de gestión para su realización, dando un total de 22 años como período de diseño final.

#### **2.2.3.3. Población de diseño**

El estudio de la población se efectúa con el objetivo de estimar la población que tributará los caudales sanitarios al sistema de drenaje, al final del período de diseño. Es estimada utilizando alguno de los siguientes métodos:



- Incremento aritmético
- Incremento geométrico
- Método gráfico

Para el caso del caserío Valparaíso se optó por el método del incremento geométrico, debido a que es el más adecuado para nuestro país. En dicho método, el incremento de la población es constante de acuerdo con un factor de proporcionalidad respecto del tiempo. La ecuación es:

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

$$Pf = 684 * (1 + 5.5)^{22} = 2\,221 \text{ personas}$$

Donde:

Pf = población futura

Po = población inicial

r = tasa de crecimiento

n = periodo de diseño

#### **2.2.3.4. Dotación**

La dotación es la cantidad de agua asignada a cada usuario, por el tiempo de un día. Sus dimensionales son litros por habitante por día (lts/hab/día).

Para poder determinar la dotación, se toman en cuenta varios factores que son: clima, servicios comunales o públicos, etc. Para el diseño de este proyecto, se tomará una dotación de 100L/hab./día, según información obtenida en la municipalidad.

### 2.2.3.5. Factor de retorno

El factor de retorno es un número que oscila entre 70 % al 90 %. Sirve para determinar el consumo de agua que retornará al alcantarillado, es decir, que una población tiene una dotación diaria de agua por cada habitante y una parte de ella regresará al alcantarillado después de haber sido usada. Para efectos del presente diseño, se tomará un valor de 0,70.

### 2.2.3.6. Factor de flujo instantáneo (FH)

Para calcular el caudal máximo que fluye por las tuberías, en un momento dado, es necesario afectar el caudal medio por un factor conocido como factor de flujo o de Harmond, el cual suele variar entre 1,5 a 4,5, de acuerdo con el tamaño de la población.

$$FH = \frac{18 + p^{\frac{1}{2}}}{4 + p^{\frac{1}{2}}}$$

FH actual = 3,90

FH futuro = 3,55

Donde:

FH = factor de Harmond

p = población en miles de habitantes

### **2.2.3.7. Caudal sanitario**

Al caudal sanitario los componetes diversos tipos de caudales, dentro de los que se encuentran:

#### **2.2.3.7.1. Caudal domiciliar**

Es el agua que fue utilizada por los humanos, para limpieza o producción de alimentos, es vertida y conducida hacia la red de alcantarillado; está relacionada con la dotación del suministro de agua potable, menos una porción que no será vertida en el drenaje, como los jardines y lavado de vehículos.

$$Q_{dom} = \left( \frac{\text{Dotacion} * \text{No. habitantes} * \text{Fr}}{86\ 400} \right)$$

Q dom actual = 0,55 lts/seg

Q dom futuro = 1,80 lts/seg

#### **2.2.3.7.2. Caudal de infiltración**

Son las aguas que se introducen a la tubería por medio de filtración, las cuales provienen de la humedad de los nacimientos, aguas pluviales, fugas del abastecimiento de agua potable y por las tapaderas de los pozos de visita.

El caudal de infiltración para este diseño se considera 0,14 lts/seg, ya que en el sistema de alcantarillado para el caserío Valparaíso se utilizará tubería PVC Junta Rápida Norma ASTM D – 3034.

### 2.2.3.7.3. Caudal conexiones ilícitas

Es el caudal de las aguas pluviales recolectado por las viviendas que conectan a las tuberías del sistema del alcantarillado sanitario.

Para efecto de diseño se puede considerar dos formas:

- Aplicando el método racional, el cual está en función de la precipitación pluvial.

$$Q_{\text{ilicitas}} = \left( \frac{\% * CiA}{360} \right)$$

Donde:

$Q_{\text{ilicitas}}$  = caudal en m<sup>3</sup>/seg

C = coeficiente de escorrentía

i = intensidad de lluvia (mm/hora)

A = área que es factible conectar ilícitamente (hectáreas)

% = porcentaje de vivienda que se conecta ilícitamente

- De acuerdo con las Normas de Fomento Municipal, se puede tomar por este concepto un 10 % del caudal domiciliar como mínimo.

En el presente diseño se tomará un 10 % del caudal domiciliar para el cálculo del caudal ilícito, ya que la mayor parte del drenaje pluvial es desfogado hacia los terrenos.

$$Q_{\text{ilicitas}} = 0,10 * Q_{\text{domiciliar}} = 0,18 \text{ lts/seg}$$

#### **2.2.3.7.4. Caudal comercial**

El caudal comercial es el agua de desecho de las edificaciones comerciales, comedores, restaurantes, hoteles, etc. La dotación comercial varía entre 600 y 3 000L/comercio/día, dependiendo el tipo de comercio.

$$Q_{\text{comercial}} = \text{Dotacion} * \text{No. de comercios}$$

Donde:

Qcom. = caudal comercial

Dotación = en L/comercio/día

No. de comercios = número de comercios

En el presente diseño, este caudal no se toma en cuenta, porque no existe ningún tipo de comercio que pueda afectar directamente al sistema de drenaje.

#### **2.2.3.7.5. Factor de caudal medio**

Este es un factor que regula la aportación de caudal en la tubería. Se considera que es el caudal que aporta cada habitante, más la suma de todos los caudales, que son: doméstico, de infiltración, por conexiones ilícitas, comercial e industrial, entre la población total. Este factor debe estar entre los rangos de 0,002 a 0,005. Si da un valor menor se tomará 0,002, y si fuera mayor se tomará 0,005.

$$F_{\text{qm}} = Q_{\text{medio}} / \text{No. de habitantes futuro}$$

Donde:

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

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

$$Q \text{ doméstico} = 1,80 \text{ l/seg}$$

$$Q \text{ infiltración} = 0,14 \text{ l/seg}$$

$$Q \text{ conexiones ilícitas} = 0,18 \text{ l/seg.}$$

$$Q \text{ medio} = 2,12 \text{ l/seg}$$

$$F_{qm} = (2,12 \text{ l/seg}) / (2 \ 221 \text{ habitantes}) = 0,0009594 < 0,002$$

Este valor es menor que el mínimo; por lo tanto, se adopta el valor mínimo de 0,002.

#### **2.2.3.7.6. Caudal de diseño**

Este caudal es con el que se diseñará cada tramo del sistema sanitario; se calcula multiplicando el factor de caudal medio, el factor de Harmon y el número de habitantes que se va servir; esta ecuación se describe a continuación:

$$Q_{dis} = FH * F_{qm} * \text{No. de Habitantes}$$

$$Q_{dis} \text{ actual} = 5,33 \text{ lts/seg}$$

$$Q_{dis} \text{ futuro} = 15,77 \text{ lts/seg}$$

Donde:

Qdis.= caudal de diseño L/seg

FH = factor de Harmond

Fqm = factor de caudal medio

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

La adecuada selección de la tubería dependerá de las características y ventajas de la misma, para los cuales influyen distintos aspectos tales como: eficiencia, economía, durabilidad, facilidad de manejo y colocación.

En este diseño se propone utilizar tubería PVC junta rápida norma D-3034, según las características, presenta facilidad de instalación y optimización de tiempo.

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

En general se usarán en el diseño secciones circulares de PVC funcionando como canales abiertos.

El cálculo de la caudal, velocidad, diámetro y pendientes se hará aplicando la ecuación de Manning, transformada al sistema métrico para secciones circulares así.

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

Al sustituir RH, en la ecuación por D/4, queda así:

$$V = \frac{0,03034 * D^{2/3} * S^{1/2}}{n}$$

El caudal por medio de la ecuación

$$Q = V * A$$

Donde:

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

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

D = diámetro de la sección circular (metros)

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

n = coeficiente de rugosidad de Manning = 0,0011 para tubos PVC

Q = caudal

A = área

V = velocidad

La tubería de las conexiones domiciliarias deben ser de menor diámetro que el de la tubería de la red principal, con el objeto de que sirva de retenedor de algún objeto que pueda obstruir el colector principal.

En las conexiones domiciliarias el diámetro mínimo será de 4", con una pendiente mínima de 2 % y una máxima de 6 % y que forme un ángulo horizontal con respecto a la línea central de, aproximadamente, 45 grados, en el sentido de la corriente del mismo.



### **2.2.3.9.1. Velocidades máximas y mínimas de diseño**

Las Normas Generales para Diseño de Alcantarillados del Instituto de Fomento Municipal establecen el rango de velocidades permisibles siguientes, para diseño de drenaje sanitario.

- Velocidad máxima con el caudal de diseño, 3,00 m/s.
- Velocidad mínima con el caudal de diseño, 0,60 m/s

El objetivo de las velocidades mínimas fijadas es impedir que ocurra la decantación de los sólidos, pero también las velocidades altas producen efectos dañinos, debido a que los sólidos en suspensión (arena, cascajo, piedras, entre otros), hacen un efecto abrasivo a la tubería, por lo que se recomienda una velocidad máxima de 3,00 m/s.

Según el tipo de tubería a utilizar, el fabricante recomienda velocidades que oscilan entre 0,4 a 4 m/s, velocidades mínimas y máximas respectivamente.

### **2.2.3.9.2. Cotas Invert**

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

- Cuando a un pozo de visita entra una tubería y sale otra del mismo diámetro, la cota Invert de salida estará como mínimo 3 cm. debajo de la cota Invert de entrada.

$$\varnothing a = \varnothing b$$

$$C_{is} = C_{ie} - 0,03$$

- Cuando a un pozo de visita entra una tubería y sale otra de diferente diámetro, la cota Invert de salida estará situada como mínimo a la diferencia de diámetros, de la cota Invert de entrada.

$$\varnothing a > \varnothing b$$

$$C_{is} = C_{ie} - ((\varnothing b - \varnothing a) * 0,02549)$$

- Cuando en un pozo de visita la tubería de salida es del mismo diámetro que las que ingresan a él, la cota Invert de salida estará 3 cm. debajo de la cota más baja que entre.

Ecuaciones para calcular la cotas Invert:

$$CIE = CT - (D.H * STUBO \%)$$

$$CIS = CIE - 0,03 \text{ cm.}$$

Donde:

CT = cota del terreno

CIS = cota Invert de salida

CIE = cota Invert de entrada

### **2.2.3.10. Pozos de visita**

Los pozos de visita son parte de las obras accesorias de un alcantarillado y son empleados como medios de inspección y limpieza, los cuales se pueden localizar en los siguientes casos:

- En toda intersección de colectores
- Al comienzo de todo colector
- En todo cambio de dirección, para diámetros menores a 24"
- Cambios de pendiente
- Cambio de diámetro
- A distancias no mayores de 100 metros en líneas rectas, en diámetros hasta 24"
- A distancias no mayores de 300 metros, en diámetros superiores a 24"

Los pozos tienen en su parte superior un marco y una tapa de hierro fundida o concreto, con una abertura neta de 0,50 mt a 0,60 mt. El marco descansa sobre las paredes que se ensanchan con este diámetro hasta llegar a la alcantarilla; la profundidad es variable y sus paredes suelen ser construidas de ladrillo de barro cocido, cuando son pequeños. El fondo de los pozos de visita se hace regularmente de hormigón, dándole a la cara superior una ligera pendiente hacia el canal abierto o a los canales que forman la continuación de los tubos de la alcantarilla.

La diferencia de cotas Invert, entre las tuberías que entran y salen de un pozo de visita, será como mínimo de 0,03 metros, pero cuando el tubo de entrada de un pozo de visita es menor que el que sale, por lo menos ésta debe de ser la diferencia de diámetros de las tuberías.

Cuando la diferencia de cotas Invert entre la tubería 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.

#### **2.2.3.11. Conexiones domiciliarias**

Una conexión domiciliar es un tubo que lleva las aguas servidas desde una vivienda o edificio a una alcantarilla común o a un punto de desagüe. Ordinariamente, al construir un sistema de alcantarillado es costumbre establecer y dejar prevista una conexión en Y o en T en cada lote edificado o en cada lugar donde haya que conectar un desagüe doméstico. Las conexiones deben taparse e impermeabilizarse para evitar la entrada de aguas subterráneas y raíces. En colectores pequeños es más conveniente una conexión en Y, ya que proporciona una unión menos violenta de los escurrimientos que la que se consigue con una conexión en T.

Sin embargo, la conexión en T es más fácil de instalar en condiciones difíciles. Una conexión en T, bien instalada, evita que las aguas negras retornen por la conexión doméstica cuando el colector esté funcionando a toda la capacidad.

La conexión doméstica se hace por medio de una caja de inspección, construida de mampostería o con tubos de concreto colocados en forma vertical (candelas), en la cual se une la tubería proveniente del drenaje de la edificación a servir con la tubería que desaguará en el colector principal. La tubería entre la caja de inspección y el colector debe tener un diámetro no menor a 4" y debe colocarse con una pendiente de 2 % como mínimo, para sistemas con tubería PVC.

### 2.2.3.12. Profundidad de tubería

La tubería debe colocarse a una profundidad adecuada, para no verse afectada por la escorrentía y principalmente por las cargas transmitida por el tráfico y así evitar rupturas en la tubería. Los valores de profundidad mínima en centímetros, a la cual debe de colocarse la tubería, respecto del diámetro de la misma, se describen a continuación:

Tabla XVIII. **Profundidad mínima en metros, según el diámetro de tubería**

<b>Diámetro de tubo</b>	<b>8"</b>	<b>10"</b>	<b>12"</b>	<b>16"</b>	<b>18"</b>	<b>21"</b>	<b>24"</b>	<b>30"</b>	<b>36"</b>	<b>42"</b>	<b>48"</b>	<b>60"</b>
<b>Trafico normal</b>	1,22	1,22	1,33	1,41	1,50	1,58	1,66	1,84	1,99	2,14	2,25	2,55
<b>Trafico pesado</b>	1,42	1,48	1,53	1,61	1,7	1,78	1,86	2,04	2,19	2,34	2,45	2,75

Fuente: CABRERA, Ricardo. *Apuntes Ingeniería sanitaria 2*. p.35.

Para el proyecto en estudio se tomó una profundidad de tubería de 1,20 m al inicio del tramo y el resto en un promedio de 1,50 a 1,80 m.

#### Ancho de zanja

El ancho de la zanja es muy importante en cualquier proyecto de alcantarillado, ya que una zanja óptima que permita trabajar dentro de la misma, disminuirá los costos. A continuación, se presenta una tabla que regula el ancho de la zanja óptima dependiendo la tubería que se va a utilizar y la profundidad a la cual será instalada.

Tabla XIX. **Ancho mínimo de zanja, según el diámetro de tubería**

<b>Tubo pulgadas</b>	<b>Menos de 1,86 m.</b>	<b>Menos de 2,86 m.</b>	<b>Menos de 3,86 m.</b>	<b>Menos de 5,36 m.</b>	<b>Menos de 6,36 m.</b>
6	60 cm	65 cm	70 cm	75 cm	80 cm
8	60	65	70	75	80
10	70	70	70	75	80
12	75	75	75	75	80
15	90	90	90	90	90
18	110	110	110	110	110
21	110	110	110	110	110
24	135	135	135	135	135

Fuente: CABRERA, Ricardo. *Apuntes Ingeniería sanitaria 2.* p.37.

#### Volumen de excavación

La cantidad de tierra que se removerá para colocar la tubería está comprendida a partir de la profundidad de los pozos de visita, y del ancho de la zanja, que depende del diámetro de la tubería a instalar y de la longitud entre pozos.

$$V = \frac{(H1 + H2)}{2} * d * t$$

Donde:

V = volumen de excavación

H1 = profundidad del primer pozo

H2 = profundidad del segundo pozo

d = distancia entre pozos

t = ancho de la zanja

### **2.2.3.13. Principios hidráulicos**

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

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

#### **2.2.3.13.1. Relaciones hidráulicas**

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

Se deberá determinar los valores de la velocidad y caudal a sección llena, por medio de las ecuaciones ya establecidas. Se procederá a obtener la relación de caudales ( $q/Q$ ). La relación de diámetros ( $d/D$ ) y de velocidades ( $v/V$ ) se encuentra mediante tablas, si no está el valor exacto, se toma el inmediato superior.

### 2.2.3.14. Cálculo hidráulico

Al realizar el cálculo hidráulico es necesario prestar atención a la pendiente del terreno, ya que de esta dependerá la pendiente de la tubería, cotas Invert de entrada y salida y la profundidad de los pozos de visita.

#### 2.2.3.14.1. Especificaciones técnicas

Densidad de población = 6 habitantes/vivienda

Tasa de crecimiento poblacional = 5,5 % según INE, del 2011

Período de diseño = 22 años

Tubería = P.V.C. Norma ASTM D 3034

Diámetro mínimo = 6 pulgadas

Factor de flujo =  $1,5 \leq F_h \leq 4,5$

Rugosidad de manning = 0,010

Dotación de agua potable = 100 L/hab/día

Factor de retorno = 0,70

Porcentaje de conexiones ilícitas = 10 %

Número de casas = 114

Número de habitantes actuales = 684 habitantes

#### 2.2.3.14.2. Ejemplo de diseño de tramo de PV-7 a PV-8

Características

Tramo	PV-7 a PV-8
Distancia	15,95 m



Población futura del tramo

$$Pf = 126 * \left(1 + \frac{5,5}{100}\right)^{22} = 409 \text{ habitantes}$$

Cotas del terreno

Cota inicial: 146,99 m

Cota final: 145,41 m

Pendiente del terreno

$$Sterreno = \left(\frac{146,99 - 145,41}{15,95}\right) * 100 = 9,90 \%$$

Factor de caudal medio

$$Fqm = 0,002$$

Factor de Harmond

$$FH \text{ actual} = \frac{18 + \sqrt{0,126}}{4 + \sqrt{0,126}} = 4,21$$

$$FH \text{ futuro} = \frac{18 + \sqrt{0,409}}{4 + \sqrt{0,409}} = 4,02$$

Caudal de diseño

$$Qdis \text{ actual} = 4,21 * 0,002 * 126 = 1,06 \text{ lts/seg}$$

$$Q_{\text{dis futuro}} = 4,02 * 0,002 * 409 = 3,29 \text{ lts/seg}$$

Diámetro de la tubería            6 pulgadas

Pendiente de la tubería            10,50 %

Velocidad a sección llena

$$V = \frac{0,03034 * 6^{2/3} * 0,105^{1/2}}{0,010} = 3,67 \text{ m/s}$$

Caudal a sección llena

$$Q = 3,67 * 0,01824 = 66,92 \text{ lts/seg}$$

Relación de caudales

$$q/Q = 0,01587$$

Relación de velocidades

$$v/V = 0,3671$$

Relación de diámetros

$$d/D = 0,11$$

Chequeo

$$\text{Caudal } 0,01587 < 1,06 q_{\text{dis}} \text{ sí cumple}$$

Velocidad  $0,60 < 1,34 < 3,00$  v sí cumple

Tirante  $0,10 < 0,11 < 0,75$  d sí cumple

Cota Invert de salida del pozo 10

Cis = Cota Invert de entrada pozo 10 – 0,03

Cis =  $145,64 - 0,03 = 145,61$  m

Cota Invert de entrada del pozo 11

Cie = Cis pozo 10 – (D.H\* STUBO %)

Cie =  $145,01 - (15,95 * 10,50) = 144,06$  m

Altura de pozos

Hinicial =  $146,99 - 145,61 = 1,38$ m

Hfinal =  $145,41 - 144,06 = 1,35$ m

Volumen de excavación

$$V = \frac{(138 + 135)}{2} * 15,95 * 0,6 = 13,05 \text{ m}^3$$

#### **2.2.4. Propuesta de tratamiento**

Las aguas negras son líquidos turbios que contienen sólidos en suspensión (desechos), provenientes de las actividades de los seres humanos. Con el tiempo cambian a un color negro y su olor es ofensivo.

Las razones para tratar las aguas negras se pueden resumir de la siguiente forma:

- Consideraciones higiénicas: eliminar o reducir al máximo los organismos patógenos de origen entérico, para evitar la contaminación que contribuya a trastornos orgánicos en las personas.
- Consideraciones estéticas: eliminar todas aquellas materias orgánicas o de otro tipo que son ofensivas para el bienestar, agrado y salud de las comunidades; que inciden en el aspecto estético y urbanístico de los sectores cercanos a donde escurren las aguas negras.
- Consideraciones económicas: las aguas negras sin tratamiento, diluidas a un río, lago u otro podrían desvalorizar la propiedad; perjudican los servicios de agua para consumo humano, industrial y disminuyen la cantidad del agua de regadillo.

#### **2.2.4.1. Diseño de fosa séptica**

La fosa séptica es parte del sistema primario, por lo tanto el efluente que sale de ella debe ser sometido a un tratamiento secundario que puede realizarse por medio de pozos de absorción, zanjas filtrantes, filtros subterráneos de arena, cámaras de contacto, filtros superficiales de arena etc.

En la fosa séptica, las materias en suspensión en las aguas negras sufren una sedimentación, la materia orgánica se descompone en sustancias más simples por la acción de las bacterias anaeróbicas, que pueden realizar su metabolismo sin necesidad de oxígeno. Las aguas negras son un medio adecuado para su desarrollo, ya que éstas contienen poco oxígeno que es

consumido rápidamente sólo pueden actuar las bacterias anaeróbicas en el proceso de descomposición que se presenta en la fosa séptica.

La fosa séptica es un estanque hermético, que puede construirse de ladrillo, piedra, concreto o cualquier otro material que se considere adecuado, es un tanque de escurrimiento horizontal y continuo de un solo piso.

Generalmente de forma rectangular y se diseña para que las aguas permanezcan en ella durante un período de tiempo determinado que varía de 12 a 24 horas, este período se llama período de retención.

Es conveniente que a la entrada y salida de la fosa séptica se coloquen pantallas difusoras; la que se coloca a la entrada sirve para obtener una mejor distribución de las aguas negras y para disminuir la velocidad y evitar perturbaciones dentro de la fosa, la que se coloca a la salida sirve para retener las natas y otros desechos que podrían ser arrastrados por el efluente.

Las fosas pueden ser de uno o doble compartimiento. Investigaciones realizadas en fosas con uno y con dos compartimientos, han demostrado que las de dos compartimientos proporcionan una mejor eliminación de los sólidos en suspensión, lo que es de beneficio para una mayor protección del sistema de absorción.

Para el diseño se siguen las mismas normas que para las de un compartimiento, salvo consideraciones de volumen, ya que el primer compartimiento debe tener un volumen recomendable de  $2/3$  del volumen total de la fosa, y una relación largo-ancho de  $3/1$ .

Para el diseño de la fosa séptica debe tomarse en cuenta los siguientes parámetros:

- El período de retención de 12 a 24 horas
- Lodos acumulados por habitante y por período de limpieza, de 30 a 60 l/h/año
- Relación largo-ancho de la fosa L/A; de 2/1 a 4/1
- La capacidad máxima recomendable para que la fosa sea funcional debe de ser de 60 viviendas.

Nomenclatura y fórmulas.

T = período de retención

V = volumen en litros

Q = caudal L/día

N = número de personas servidas

q = gasto de aguas negras L/h/día

$$T = V/Q$$

$$Q = q \cdot N$$

- Cálculo de volumen

Para el cálculo del volumen se asume una altura (H), que es la altura útil, es decir, del fondo de la fosa al nivel del agua se toma una relación L/A dentro de los límites recomendados, queda el volumen como:

$$V = ALH$$

A = ancho de la fosa

L = largo de la fosa

H = altura útil

Se conoce la relación L/A se sustituye una de las dos en la fórmula de V y se determina el valor de la otra magnitud.

Por ejemplo, si L/A es igual a 2, entonces  $L = 2A$ , al sustituir L en la fórmula se tiene:

$$V = 2 \cdot A^2 \cdot H \quad \text{de dónde se obtiene el valor del ancho de la fosa.}$$

- Cálculo de las fosas sépticas para el proyecto.

Período de retención 24 horas

Gasto o dotación de agua potable 100 L/h/día

Número de habitantes servidos 360

Lodos 30 L/h/año

Relación largo/ancho 2/1

Período de limpieza 1 año

Volumen para el líquido

Se sabe que:

$$T = V/Q$$

$$V = Q \cdot T$$

$$Q = q \cdot N$$

Donde:

T = período de retención

V = volumen en litros

Q = caudal L/día

N = número de personas servidas

q = caudal domiciliar

- Cálculo de caudal

$$Q = q \cdot N = 100 \text{ L/h/día} \cdot 0,70 \cdot 360 \text{ hab.}$$

$$Q = 25\,200 \text{ L/día.}$$

- Cálculo de volumen

$$V = Q \cdot T = 25\,200 \text{ L/día} \cdot 24 \text{ horas} \cdot 1 \text{ día} / 24 \text{ horas}$$

$$V = 25\,200 \text{ litros}$$

$$V = 25,2 \text{ m}^3$$

- Cálculo de volumen para lodos

$$V = N \cdot \text{gasto de lodos}$$

$$V = 360 \text{ hab.} \cdot 30 \text{ L / h/año}$$

$$V = 10\,800 \text{ L.}$$

$$V = 10,8 \text{ m}^3. \text{ Para período de limpieza de un año}$$

$$\text{Volumen total} = 25,2 + 10,8 = 36 \text{ m}^3.$$

$$V = ALH$$



Como  $L/A = 2$  entonces  $L = 2A$  al sustituir  $L$  en la ecuación de  $V$

$$V = 2 \cdot A^2 \cdot H$$

Se asume  $H = 2,00$  m y se despeja  $A^2$

$$A^2 = V/2H$$

$$A^2 = 36 / 2 \cdot 2 = 9$$

$$A = 3 \text{ m}$$

$$\text{Como } L = 2A = 2 \cdot 3 = 6 \text{ m}$$

Aplicando un factor de seguridad del 15 % las dimensiones quedan de la siguiente manera:

$$A = 3,45 \text{ m}$$

$$L = 6,90 \text{ m}$$

$$H = 2,00 \text{ m}$$

- Diseño estructural de la losa

Determinando como trabaja la losa

$$\frac{a}{b} = \frac{3,45}{3,45} = 1 \geq 0,5 \text{ 2 direcciones}$$

Determinando el espesor de la losa

$$t = \frac{P}{180} = \frac{2 \cdot (3,45 + 3,45)}{180} = 0,07 \text{ se usara } 10 \text{ cm}$$

## Integración de cargas

### Carga muerta

$$CM = 2400\text{kg/m}^3 \cdot 0,10\text{m} + 90\text{kg/m}^2$$

$$CM = 330\text{kg/m}^2$$

### Carga viva

$$CV = 200\text{ kg/m}^2$$

### Carga última

$$CU = 1,2CM + 1,6CV$$

$$CU = 1,2(330) + 1,6(200)$$

$$CU = 716\text{ kg/m}^2$$

### Análisis de momentos

$$Ma(-) = (0,071) \cdot (716) \cdot (3,45)^2 = 605,08\text{ kg}$$

$$Ma(+) = (0,027) \cdot (330) \cdot (3,45)^2 + (0,032) \cdot (200) \cdot (3,45)^2 = 182,22\text{ kg}$$

$$Mb(+) = (0,033) \cdot (330) \cdot (3,45)^2 + (0,035) \cdot (200) \cdot (3,45)^2 = 212,94\text{ kg}$$

- Cálculo del refuerzo

Para protección de la armadura contra la acción del clima y otros efectos se diseñara, se diseñara con un recubrimiento de 2,5 centímetros, para una franja de 1 metro.

$$d = t\text{-rec}$$

$$d = 10 - 2,5$$

$$d = 7,5 \text{ cm}$$

Área de acero mínimo

$$A_{s\text{min}} = \frac{14,1}{f_y} * b * d = 3,76 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento máximo

$$S_{\text{max}} = 3 * t = 30 \text{ cm}$$

Se calcula el espaciamento utilizando varillas de acero Núm. 3, por medio de una regla de tres y se obtiene el siguiente resultado:

$$S = 18 \text{ cm}$$

Cálculo del momento que resiste el área de acero mínimo

$$MAs = \phi * \left[ A_s * f_y * \left( d - \frac{A_s * f_y}{1,7 * f'_c * b} \right) \right] = 685,03 \text{ kg} - \text{m}$$

El momento que resiste al área de acero mínimo es mayor al momento de las cargas que actúan en la losa, se propone un armado con acero Núm. 3 con un espaciamento de 18 centímetros en ambos sentidos.

Diseño de la viga: el procedimiento seguido para diseñar vigas, se describe a continuación.

### Predimensionamiento

$$H = 3,45 * 0,08 = 0,27 \text{ se utilizará } 0,30 \text{ m}$$

$$b = 20 \text{ cm}$$

Sección de 30 x 20 cm

### Carga sobre la viga

#### Área tributaria

$$A_t = 3,45 * 3,45 = 11,90 \text{ m}^2$$

### Carga muerta

$$CM = P_p \text{ viga} + \text{peso losa} + \text{acabados}$$

$$CM = 1\,282,26 \text{ kg/m}$$

### Carga viva

$$CV = A_t * 200$$

$$CV = 690 \text{ kg/m}$$

### Carga última

$$CU = 1,2(CM) + 1,4(CV)$$

$$CU = 2\,504 \text{ kg/m}$$

$$CU = 2,50 \text{ T/m}$$

### Cálculo de momentos

$$M(+) = \frac{CU * L^2}{14} = 2\,128,84 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M(-) = \frac{CU * L^2}{10} = 2\,980,38 \text{ kg} - \text{m}$$

### Cálculo de áreas de acero

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

$$M(-) = 2\,980,38 \text{ kg-m} \quad As = 4,68 \text{ cm}^2$$

$$M(+) = 2\,128,84 \text{ kg-m} \quad As = 3,27 \text{ cm}^2$$

### Acero mínimo

$$As. \text{ Min} = \frac{14,1}{fy} * bd$$

$$As. \text{ Min} = 2,70 \text{ cm}^2$$

$$As. \text{ Max} = 0,5 * \rho_{\text{Balanceado}} * bd$$

$$\rho_{\text{Balanceado}} = \frac{\beta_1 * 0,85 * f'c}{fy} * \frac{6\,115}{6\,115 * fy} = 0,039$$

$$As. \text{ Max} = 10,56 \text{ cm}^2$$

## Refuerzo longitudinal

Para calcular el armado de la viga se debe cumplir con los siguientes requisitos sísmicos, según el código ACI-318 Cáp.21:

### Cama superior:

Colocar 2 varillas como mínimo

$$A_{s\text{mín}} = 2,70 \text{ cm}^2$$

Se coloca el mayor

$$33\% A_{s(-)} \text{ mayor} = 1,54 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\text{min}} = 2,70 \text{ cm}^2$$

Armado propuesto 2 varillas Nro. 5 corridas = 3,98 cm<sup>2</sup>, si cumple

Para cubrir los momentos negativos en las vigas se completa el  $A_s$  requerido con bastones, tomando en cuenta que la diferencia de diámetros no exceda 2 números consecutivos

$$M(-)1 = 4,68 \text{ usar 1 bastón Núm.4}$$

### Cama inferior:

Colocar 2 varillas como mínimo

$$A_{s\text{mín}} = 2,70 \text{ cm}^2$$

$$50\% A_{s(+)} = 2,34 \text{ cm}^2$$

Se coloca el mayor

$$50\% A_{s(-)} \text{ mayor} = 1,63 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\text{min}} = 2,70 \text{ cm}^2$$

Armado propuesto 2 varillas Núm. 5 corridas = 3,98 cm<sup>2</sup>, si cumple

### Cálculo del corte resistente

Cuando no se requieran estribos, estos deben espaciarse a no más de:

- $d/2 = 27/2 = 13,5$  cm (en toda la longitud del elemento)

### Corte último

$$V_u = \frac{C_U * L}{2} = 4319,40 \text{ kg}$$

### Corte que resiste el concreto

$$V_r = 0,85 * 0,53 * f'c * b * d = 0,85 * 0,53 * \sqrt{210} * 30 * 27 = 3 525,31 \text{ kg.}$$

Comparar corte resistente con corte último:

Si  $V_r > V_u$  la viga necesita estribos solo por armado, a  $S_{\text{máx.}} = d/2 < 30$  cm.

Si  $V_r < V_u$  se diseñan estribos por corte, por medio de las expresiones

$$S = \frac{2 * A_v * f_y * d}{V_u}$$

Donde:

$A_v$  = área de la varilla

$V_u$  = corte último

$S$  = espaciamiento

$$S = 24,94 \text{ cm} \cong 24 \text{ cm}$$

El armado de estribos final para la viga es: el primer estribo Nro. 3 a 0,05 m + Estribos No. 3 a 0,13 metros en toda la longitud de la viga.

Diseño de los muros de la fosa

Datos:

Valor soporte del suelo (asumido)=	15 T/m <sup>2</sup>
Peso específico del suelo=	1,60 T/m <sup>3</sup>
Peso específico del concreto ciclópeo=	2,25 T/m <sup>3</sup>
Peso específico del concreto=	2,40 T/m <sup>3</sup>
Peso específico del agua=	1,00 T/m <sup>3</sup>
Angulo de fricción interna=	30°

Cálculo de la base

$$B = (0,40 \sim 0,70)H$$
$$B = (0,65)2,30 = 1,50 \text{ m}$$

Cálculo de la constante de presión activa

$$K_a = \frac{1 - \text{sen}\phi}{1 + \text{sen}\phi} = 0,33$$

Cálculo de la presión activa

$$P_a = \frac{1}{2} * K_a * \gamma_s * H^2 = 1,39 \text{ T}$$

Cálculo del peso del muro y del momento resultante en el punto A.



Tabla XX. **Cálculo de peso y momento resultante**

PORCION	BRAZO	M	CARGA	TON	MOMENTO
1	$0,30 + \frac{1,5}{3}$	0,8	$\frac{1,5 * 2 * 2}{2}$	3	2,4
2	$\frac{0,30}{2}$	0,15	$0,30*(2)*2$	1,2	0,18
3	$\frac{1,8}{2}$	0,9	$1,80*(0,3)*2$	1,08	0,97
4	$0,3 + \frac{2 * 1,5}{3}$	1,3	$\frac{1,5 * 2 * 1,5}{2}$	2,25	3,25
$\Sigma$				7,53	6,8

Fuente: elaboración propia.

Cálculo del peso y momento tributario de la losa y viga

Área tributaria

$$AT = \frac{1}{2} * 6,90 * 3,15 = 10,86\text{m}^2$$

$$W_{\text{losa} + \text{viga}} = \frac{716 * 10,86}{6,90} + 12(2\ 400) * (0,20) * (0,30) = 1\ 299,72 = 1,30\ \text{T/m}$$

Como se está diseñando para un metro lineal, la carga puntual sobre el muro y su momento en el punto A son:

$$W_{\text{losa} + \text{viga}} = 1,30 * (1,00\text{m}) = 1,30\ \text{T} = P_c \text{ carga puntual}$$

$$M_c = 1,30 * \frac{1}{2} * 0,30 = 0,195 \text{ T} - \text{m}$$

Peso total del muro y momento resultante total

$$W_t = W + P_c = 7,53 + 1,30 = 8,83 \text{ T/m}$$

$$MRT = MR + MC = 6,8 + 0,195 = 6,99 \frac{\text{T}}{\text{m}}$$

Donde:

$W_t$  = peso total del muro (T)

$W$  = peso parcial del muro (T)

$P_c$  = carga puntual (T)

$MRT$  = momento resultante total (T-m)

$MR$  = momento resultante en el punto A (T-m)

$MC$  = momento debido a la carga puntual en A (T-m)

Chequeo de estabilidad contra el volteo

Para verificar que el muro es estable contra el volteo se debe cumplir lo siguiente:

$$FSV > 1,5$$

Cálculo de momento en el punto A

$$MV = \frac{1}{3} * P_a * H = 1,065 \text{ T} - \text{m}$$

$$FSV = \frac{MRT}{MV} = \frac{6,99}{1,065} = 6,56 > 1,5 \quad \text{cumple}$$

Donde:

Mv = momento de volteo en A

Pa = presión activa

H = altura

FVS = factor contra el volteo

MRT = momento resultante total

Chequeo contra el deslizamiento

Para verificar que el muro es estable contra el deslizamiento se debe cumplir lo siguiente:

$$FSD > 1,5$$

Cálculo del coeficiente de fricción y la fuerza de fricción

$$Cf = 0,90 * \tan\phi = 0,52$$

$$Ff = Wt * Cf = 4,33 \text{ T}$$

$$FSD = \frac{Ff}{Pa} = 3,11 > 1,5 \quad \text{cumple}$$

Donde:

Cf = coeficiente de fricción

Ff = fuerza de fricción

Wt = peso total del muro

FSD = coeficiente contra el deslizamiento

Pa = presión activa

Chequeo de la capacidad soporte del suelo

Para verificar que el muro no se hunda por la poca capacidad de carga del suelo se debe cumplir lo siguiente:

$$q_{\max} < q_s$$

$$q_{\min} > 0$$

Cálculo del brazo para todos los momentos

$$X = \frac{MRT - MV}{WT} = 0,71 \text{ m}$$

Cálculo de la distancia total de la presión positiva

$$3X = 3 * 0,71 = 2,13$$

$$B = 1,80$$

$$\text{Verificando } 3X > B$$

Debido a que la distancia total de la presión positiva es mayor a la base del muro, no hay presiones negativas debajo del muro.

Cálculo de la excentricidad

$$e = \left| x - \frac{B}{2} \right| = 0,19$$

Chequeando la capacidad soporte del suelo

$$q = \frac{WT}{B * L} * \left[ 1 \pm \frac{6 * e}{B} \right]$$

Donde:

q = capacidad soporte del suelo según diseño

WT = peso total del muro

B = base del muro

L = largo del muro

e = excentricidad

$$q_{\max} = 7,80 < 15 \quad \text{cumple}$$

$$q_{\min} = 1,81 > 0 \quad \text{cumple}$$

Los detalles constructivos se muestran en el apéndice.

### **2.2.5. Elaboración de planos finales**

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

- Planta de alcantarillado sanitario
- Planta-perfil de alcantarillado sanitario

- Detalle de pozos de visita y conexiones domiciliarias
- Detalle de fosa séptica

### **2.2.6. Presupuesto**

Costo total del proyecto:

Para obtener este valor es necesario desglosar el proyecto por renglones de trabajo los cuales separan cada uno de los componentes por unidades de ejecución tratando de ordenarlos siguiendo la secuencia lógica de ejecución. El precio unitario es la medida o unidad de pago que se obtiene por medio de la integración del costo directo y el costo indirecto.

Costo directo: en este costo se incluyen los precios de los materiales, los cuales se cotizaron en el municipio, y de la mano de obra calificada y no calificada, necesarios en cada unidad de ejecución. En cuanto a la mano de obra calificada, se asignaron los salarios que se registran en la Municipalidad.

Costo indirecto: es la suma de todos los gastos técnico-administrativos. Se valoriza como un porcentaje del costo directo, porcentaje que se basa en la experiencia en obras similares, cuyo valor en este caso es del 28 %, tomando en cuenta imprevistos, supervisión, gastos administrativos e impuestos. Luego se obtiene el costo total por renglón multiplicando la cantidad de trabajo por el precio unitario de cada renglón y la sumatoria de todos los costos totales por renglones del proyecto da el costo total del proyecto que en este caso asciende a Q 1 756 859,64.

Todos los renglones descritos anteriormente se presentan en la tabla XXI.

Tabla XXI. **Presupuesto sistema de alcantarillado sanitario**

**CUADRO DE CANTIDADES ESTIMADAS DE TRABAJO, PRECIOS UNITARIOS Y COSTOS**

**PROYECTO:** SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, CASERÍO VALPARAISO

**UBICACIÓN:** SANTA CRUZ VERAPAZ, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ

**LONGITUD TOTAL:** 2 346,05 ML

No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	MONTO
1	Replanteo topográfico y trazo	2 346,05	ML	Q 13,50	Q 31 671,68
2	Excavación de zanja	2 860,24	M³	Q 47,25	Q 135 146,34
3	Colocación de tubería PVC Ø 6"	2 346,05	ML	Q 204,97	Q 480 869,86
4	Relleno y compactado de zanja	2 400,30	M³	Q 20,25	Q 48 606,08
5	Pozos de visita de 1,20 m – 1,44 m	65,00	UNIDAD	Q 5 345,10	Q 347 431,50
6	Pozos de visita de 2,06 m – 2,92 m	4,00	UNIDAD	Q 8 287,42	Q 33 149,68
7	Pozos de visita de 3,49 m – 3,72 m	3,00	UNIDAD	Q 11 364,20	Q 34 092,60
8	Pozos de visita de 4,37 m – 4,80 m	2,00	UNIDAD	Q 14 720,44	Q 29 440,88
9	Pozos de visita de 5,09 m – 5,38 m	4,00	UNIDAD	Q 18 040,09	Q 72 160,36
10	Conexiones domiciliarias	114,00	UNIDAD	Q 1 764,65	Q 201 170,10
11	Fosa séptica	3,00	UNIDAD	Q114 373,52	Q 343 120,56
<b>TOTAL DE RENGLON</b>					<b>Q 1 756 859,64</b>
<b>COSTO TOTAL DE LA OBRA</b>					<b>Q 1 756 859,64</b>

Fuente: elaboración propia.

**2.2.7. Análisis socioeconómico**

En todo proyecto de ámbito social o de prestación de servicios a la comunidad el estudio económico que involucra el conocimiento del flujo de efectivo, ingresos y egresos, de un proyecto no puede ser utilizado directamente. Sin embargo, se demostrará la inexistencia de un criterio de evaluación de proyectos desde el punto de vista financiero.

### 2.2.7.1. Valor Presente Neto (VPN)

El VPN designa una cantidad presente o actual de dinero, este valor se encuentra al comienzo del período inicial. El concepto del valor presente al igual que el de valor futuro, con base en la creencia de que el valor del dinero se ve afectado por el tiempo en que se recibe.

Sobre la escala de tiempo ocurre en el punto cero o en cualquier otro punto desde el cual se escoge medir el tiempo.

El valor presente neto puede desplegar tres posibles respuestas, las cuales pueden ser:

$$\text{VPN} < 0$$

$$\text{VPN} = 0$$

$$\text{VPN} > 0$$

Cuando el  $\text{VPN} < 0$ , y el resultado es un valor negativo muy grande alejado de cero, nos está alertando o previniendo que el proyecto no es rentable. Cuando el  $\text{VPN} = 0$ , está indicando que exactamente se está generando el porcentaje de utilidad que se desea, y cuando  $\text{VPN} > 0$ , está indicando que la opción es rentable, y que inclusive podría incrementarse el % de utilidad. Las fórmulas del VPN son:

$$P = F * \left[ \frac{1}{(1 + i)^n - 1} \right]$$

$$P = A * \left[ \frac{(1 + i)^n - 1}{i * (1 + i)^n} \right]$$



Donde:

P = valor de pago único en el valor inicial a la operación, o valor presente

F = valor de pago único al final del período de la operación o valor de pago futuro

A = valor de pago uniforme en un período determinado o valor de pago constante o renta de ingresos

i = tasa de interés de cobro por la operación o tasa de unidad por la inversión a una solución

n = período de tiempo que se pretende dure la operación

#### **2.2.7.2. Tasa Interna de Retorno**

Otro indicador económico es la Tasa Interna de Retorno (TIR), la cual se define como la tasa de interés a la cual se recupera la inversión inicial en un proyecto, sin pérdidas ni ganancias. En proyectos de inversión, llega a indicar en cuanto tiempo el flujo de caja permitirá al inversionista empezar a percibir las ganancias de la inversión; en el caso de un proyecto social, donde el flujo de caja es solo de egresos, no es posible calcular dicha tasa ya que, nunca se recupera la inversión inicial.

Dado que el aporte de la comunidad será la mano de obra no calificada, el estimar costos para la realización de un flujo de caja es poco realista, por lo que se define que el proyecto debe considerarse factible cuando se obtenga el financiamiento requerido para la ejecución, debido a que el beneficio de perdurar la salubridad, el medio ambiente y la preservación de los recursos naturales es de vital importancia en Guatemala.

### **2.2.7.3. Relación beneficio/costo**

La relación beneficio-costo permite evaluar la eficiencia de la utilización de los recursos de un proyecto, se obtiene al dividir la sumatoria de los beneficios entre la sumatoria de los costos que se espera que se generen con el proyecto.

El resultado indica la utilidad o el rendimiento que se obtendrá por cada unidad monetaria que se invierta en el proyecto, este resultado será:

$$\frac{B}{C} > 1 \quad \frac{B}{C} < 1$$

- Si es mayor que 1, el beneficio a obtenerse en el proyecto es mayor que el costo, entonces sí es rentable el mismo.
- Si es menor que 1, el beneficio a obtenerse en el proyecto es menor que el costo, entonces no es rentable el mismo.

Dados los indicadores financieros anteriores, el proyecto no tendrá ningún retorno porque no es viable financieramente. No obstante el proyecto es rentable desde el punto de vista social; ya que elevará el nivel de vida de los pobladores de la comunidad, reduciendo el índice de enfermedades de origen hídrico.

### **2.2.8. Evaluación de Impacto Ambiental Inicial**

El proyecto será sometido a una Evaluación Ambiental Inicial EIA, requerida por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales MARN. La actividad a desarrollar se caracteriza como proyecto nuevo, siendo un proyecto en ejecución necesario presentar un DAVI al MARN.

La EIA es el instrumento de política, gestión ambiental y toma de decisiones, formado por un conjunto de parámetros capaces de garantizar, desde el inicio de la planificación, que se efectuó un análisis sistemático de los impactos ambientales de un proyecto, así como las medidas de mitigación o protección ambiental que sean necesarias para la opción de ser desarrolladas.

Sera necesario realizar un diagnóstico del área en donde se realizará la construcción del proyecto, determinando en detalle la situación ambiental actual del medio biótico y abiótico, que será impactada por la ejecución de la obra.

Durante la etapa de construcción y operación de la obra, es importante conocer que el proyecto ocasionará varios impactos negativos de carácter transitorio sobre los componentes; aire, suelo, agua, flora, fauna, paisaje, etc.

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales proporciona un formato, presentado en el apéndice, al cual se le adjuntan los siguientes documentos.

- Plano de localización o mapa escala 1:5000
- Plano de ubicación
- Plano de distribución
- Plano de los sistemas hidráulico sanitarios (agua potable, aguas pluviales, drenajes, planta de tratamiento).
- Presentar original del documento en forma física y una copia completa del mismo en medio magnético (cd) (si el proyecto se encuentra fuera del departamento de Guatemala deberán presentarse dos copias magnéticas).
- El expediente se imprimirá en ambos lados de las hojas
- Presentar una copia para sellar de recibido

- El documento deberá foliarse de adelante hacia atrás (dicha foliación irá solamente en las parte frontal de las hojas, esquina superior derecha).
- Fotocopia de DPI
- Declaración jurada
- Fotocopia del Nombramiento del Representante Legal
- Fotocopia del NIT



## CONCLUSIONES

1. El Ejercicio Profesional Supervisado complementa la formación profesional del estudiante, ya que proporciona la oportunidad de poner en práctica los conocimientos adquiridos durante la formación académica, proporcionando también la madurez, confianza y criterio para desempeñar la profesión. Por lo que es muy importante que el estudiante de ingeniería civil se integre al programa de EPS.
2. Una edificación escolar es sumamente importante para la aldea Chijou, porque en la actualidad parte de la población estudiantil se moviliza hacia la cabecera municipal y otras comunidades para recibir educación, provocando un gasto extra en las familias, al contar con una edificación escolar se cubrirá parte de la demanda estudiantil y esta a la vez servirá de refugio en casos de emergencia, esta edificación tendrá una capacidad aproximada para 210 alumnos, los cuales podrán duplicarse al utilizar las instalaciones en doble jornada, el costo total del proyecto es de Q. 1 787 685,11. Tomando en cuenta todos los factores anteriormente descritos se considera el proyecto de primera necesidad para la ejecución.

3. Con el sistema de alcantarillado sanitario en el caserío Valparaiso se evitará la contaminación al proveer de infraestructura necesaria para la adecuada evacuación de las aguas negras, disminuyendo las enfermedades en la población, siendo la niñez en la actualidad la más afectada, el costo total del proyecto es de Q.1 756 859,64. Se caracteriza el proyecto de gran relevancia y de necesidad justificada para la ejecución.
  
4. Según el formato de impactos ambientales que se aplicó a los proyectos, ambos proyectos son ambientalmente viables, porque el factor de amenaza es mínima, siempre y cuando se cumplan con los lineamientos que exige el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, por tanto la ejecución de ambos proyectos no causaran daños al medio ambiente.

## RECOMENDACIONES

A la Municipalidad de Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz:

1. Priorizar la planificación y ejecución de proyectos de saneamiento básico, para fomentar una educación sanitaria en las comunidades y preservar los recursos naturales y el medio ambiente.
2. Buscar fuentes de financiamiento externas que permitan la ejecución de proyectos de los cuales se conoce la factibilidad y cuenten con un estudio técnico completo para ayudar a solucionar los problemas más inmediatos en las comunidades.
3. Supervisar de manera eficiente la ejecución de proyectos, para que este apegada a planos constructivos, especificaciones técnicas y técnicas de construcción calificadas que protejan la inversión económica en cada proyecto, y garanticen el correcto desempeño para la comunidad a la que beneficia. Debe prevalecer el beneficio social frente al particular.
4. Realizar una revisión y actualización de los costos de los proyectos al momento de la ejecución.





## BIBLIOGRAFÍA

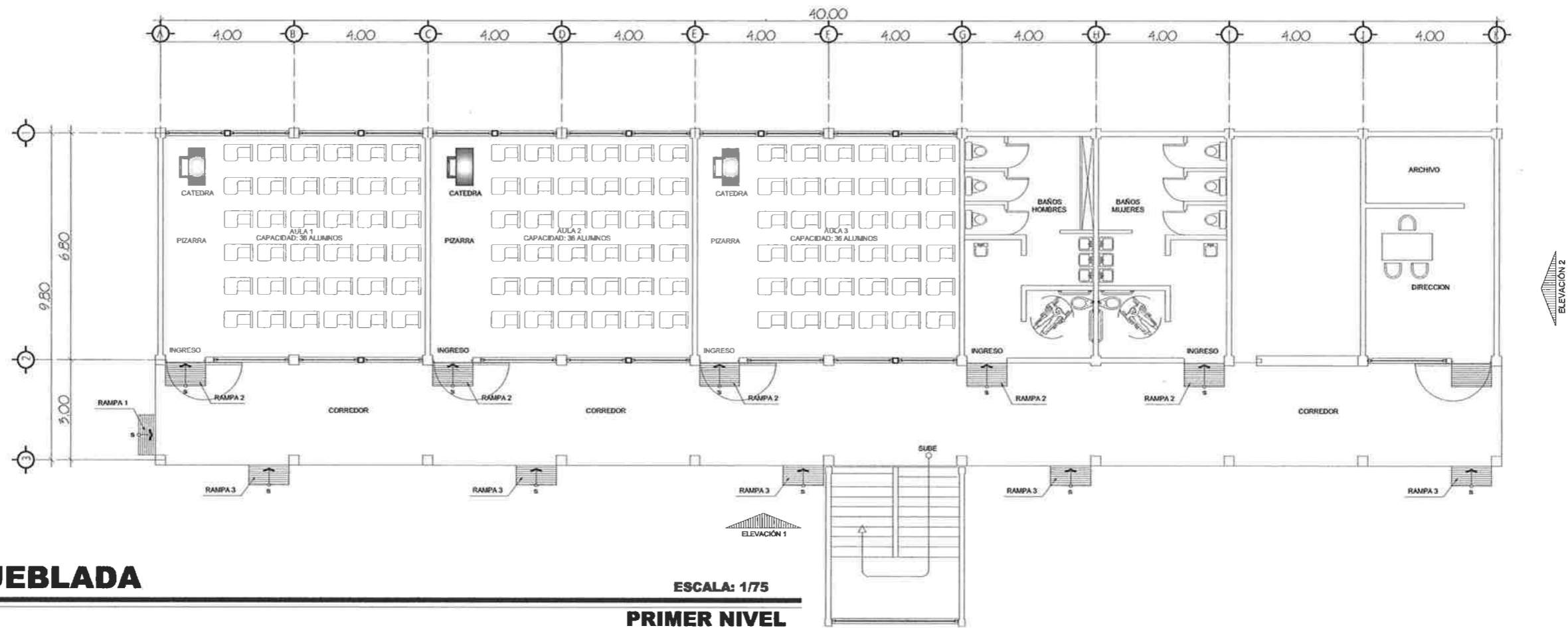
1. American Concrete Institute. *Building Code Requirements for Structural Concrete: ACI 318S-05*. 490 p.
2. CABRERA RIEPELE, Ricardo Antonio. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria*  
2. Trabajo de graduación Ing. Civil., Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería 1989. 131 p.
3. Instituto de Fomento Municipal. *Normas Generales para Diseño de Alcantarillados*. Guatemala: INFOM, 2009 31 p.
4. NILSON, Arthur H. *Diseño de estructuras de concreto*. 12a ed. Colombia: McGraw-Hill, 2001. 722 p.
5. UNDA OPAZO, Francisco. *Ingeniería sanitaria aplicada a saneamiento y salud pública*. México DF: UTEHA, 1969. 870 p.



## **APÉNDICES**

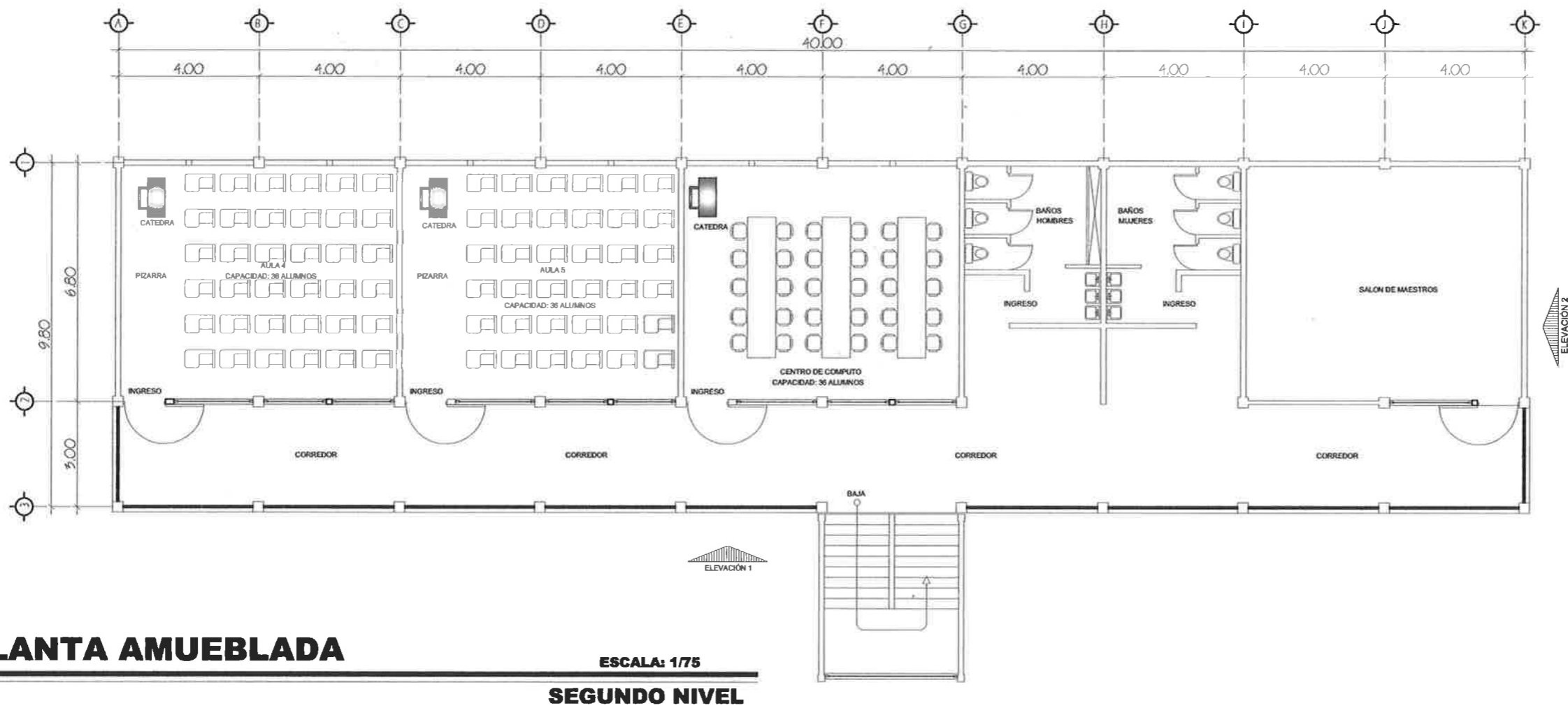
### **PLANOS EDIFICACION ESCOLAR DE DOS NIVELES, ALDEA CHIJOU**





**PLANTA AMUEBLADA**

ESCALA: 1/75  
**PRIMER NIVEL**



**PLANTA AMUEBLADA**

ESCALA: 1/75  
**SEGUNDO NIVEL**

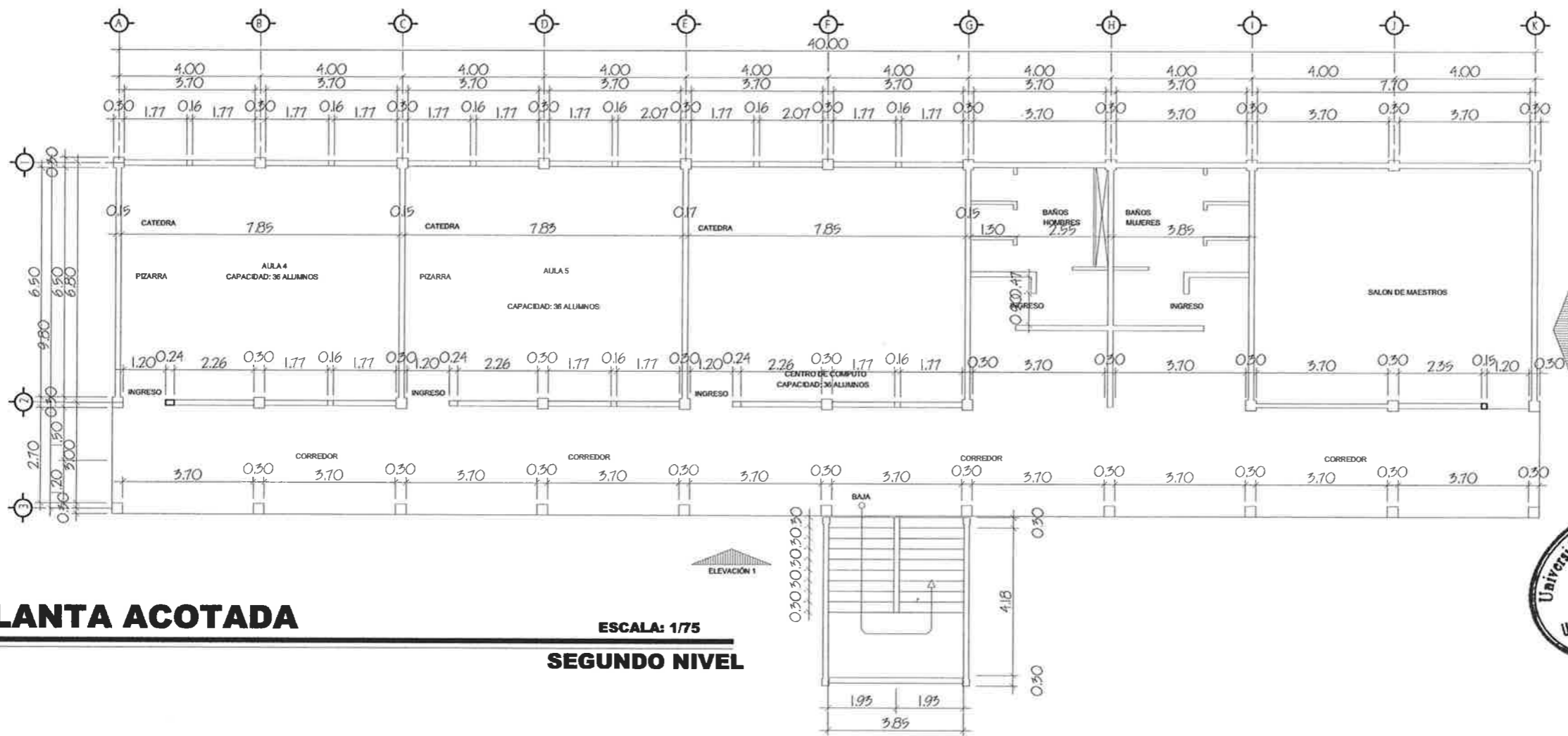
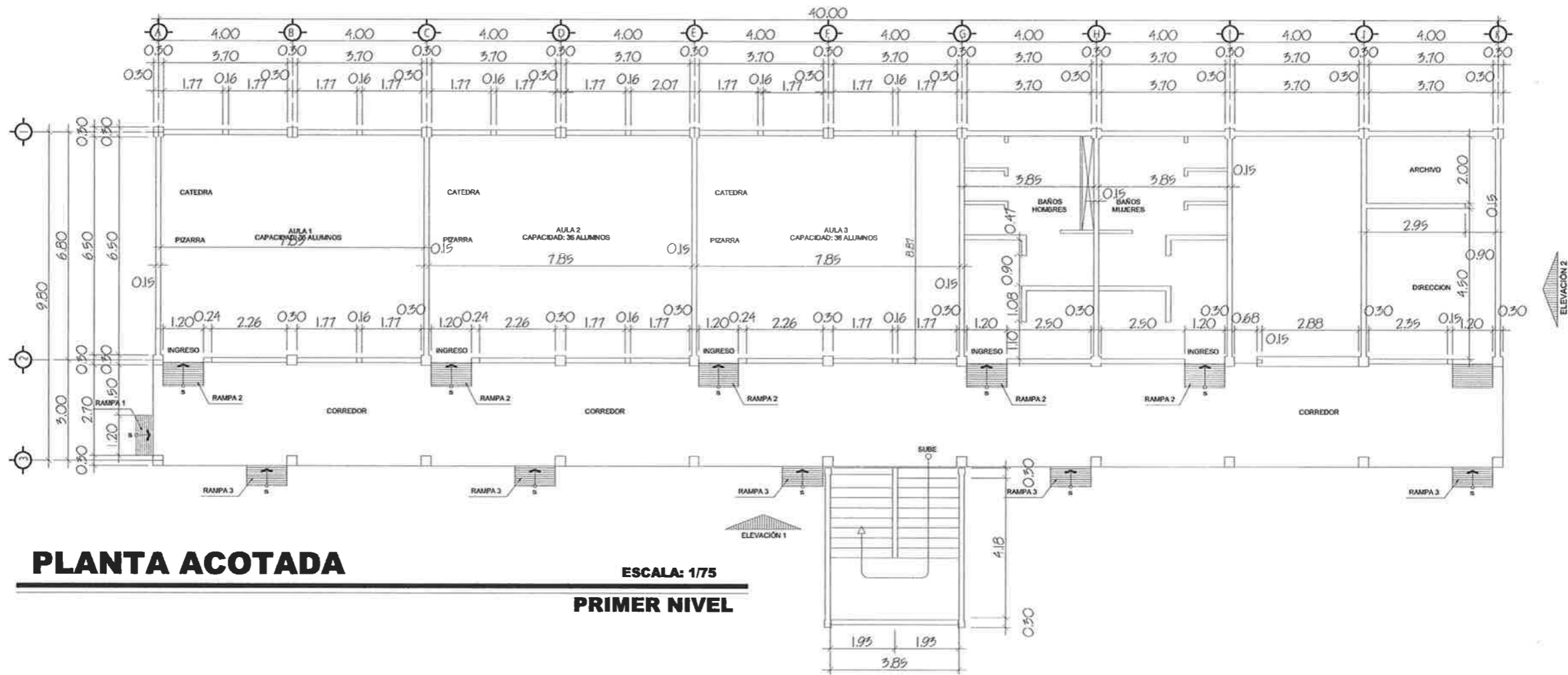

**Universidad de San Carlos**  
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA

**Ing. Juan Merck**  
 PROYECTO: **SEGURO**  
 ASESOR: **SUBDIRECCION DE**  
 Unidad de **Prácticas de Ingeniería**

CONTENIDO: **PLANTA AMUEBLADA**  
**PRIMER Y SEGUNDO NIVEL**

DISEÑO: SELVIN LAJ	CARNE: 2006 - 40123
CÁLCULO: SELVIN LAJ	
DIBUJO: SELVIN LAJ	
ESCALA: INDICADA	
FECHA: MARZO 2013	

No. 01  
 11

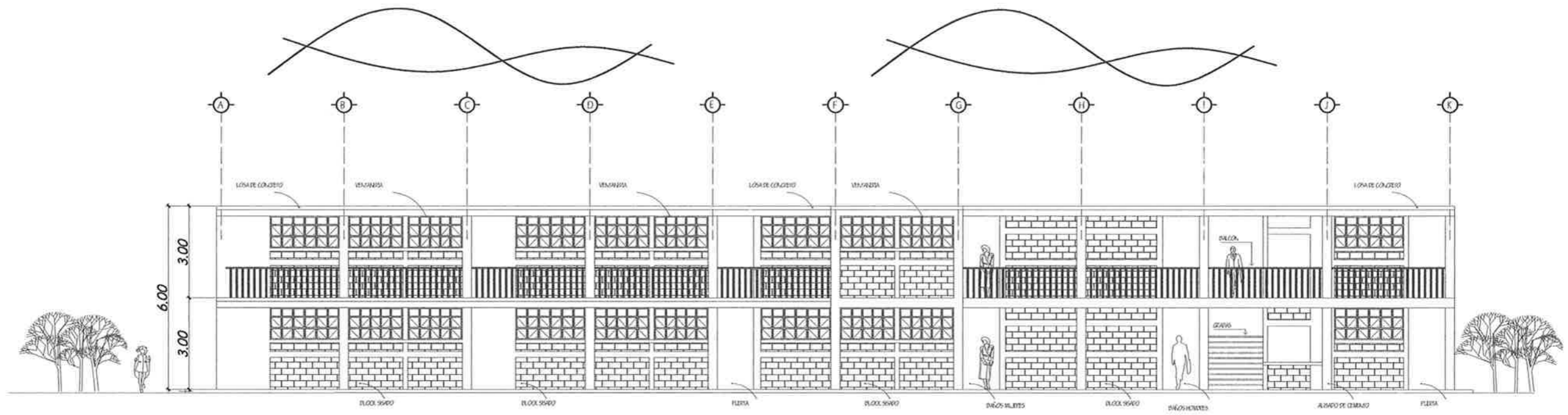



**Universidad de San Carlos de Guatemala**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
 Ing. Juan Merck Cos  
**ASESOR SUPERVISOR DE PROYECTOS**  
 Unidad de Prácticas de Ingeniería

**PLANTA ACOTADA**  
**PRIMER Y SEGUNDO NIVEL**  
 CONTENIDO: ...  
 ELABORADO POR: SELVIN LAJ  
 DIBUJADO POR: SELVIN LAJ  
 ESCALA: INDICADA  
 FECHA: MARZO 2013

INSTITUCIÓN: ...  
 CARRERA: ...  
 NOMBRE: SELVIN GAMALIEL LAJ CANTUJI  
 CARNÉ: 2808 - 46123  
 No. de ...  
 No. de ...  
 No. de ...

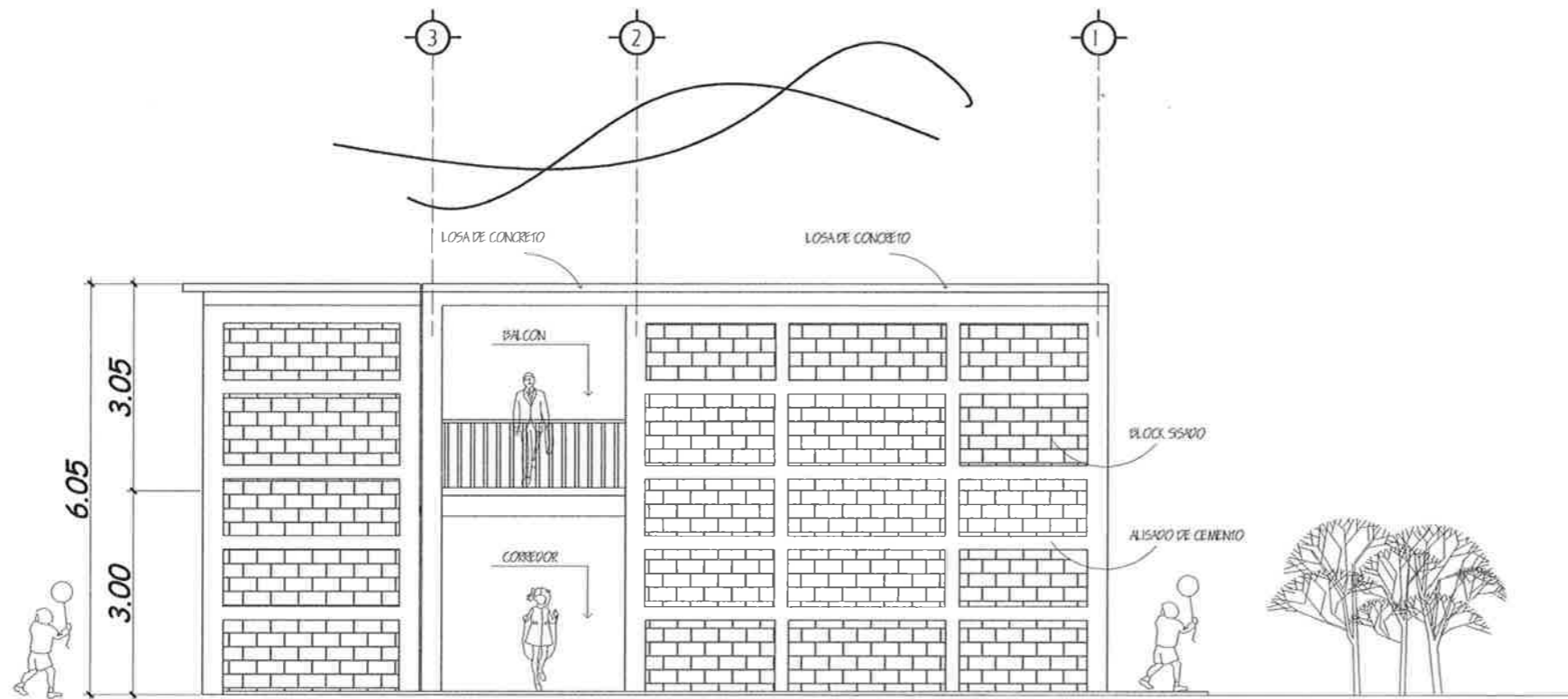
02  
 11



### ELEVACIÓN 1

ESCALA: 1/75

PRIMER NIVEL



### ELEVACION 2

ESCALA: 1/50

PRIMER NIVEL

Universidad de San Carlos de Guatemala  
 Ing. Juan Manuel Escobar  
 ASesor Supervisor Decano  
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y Diseño

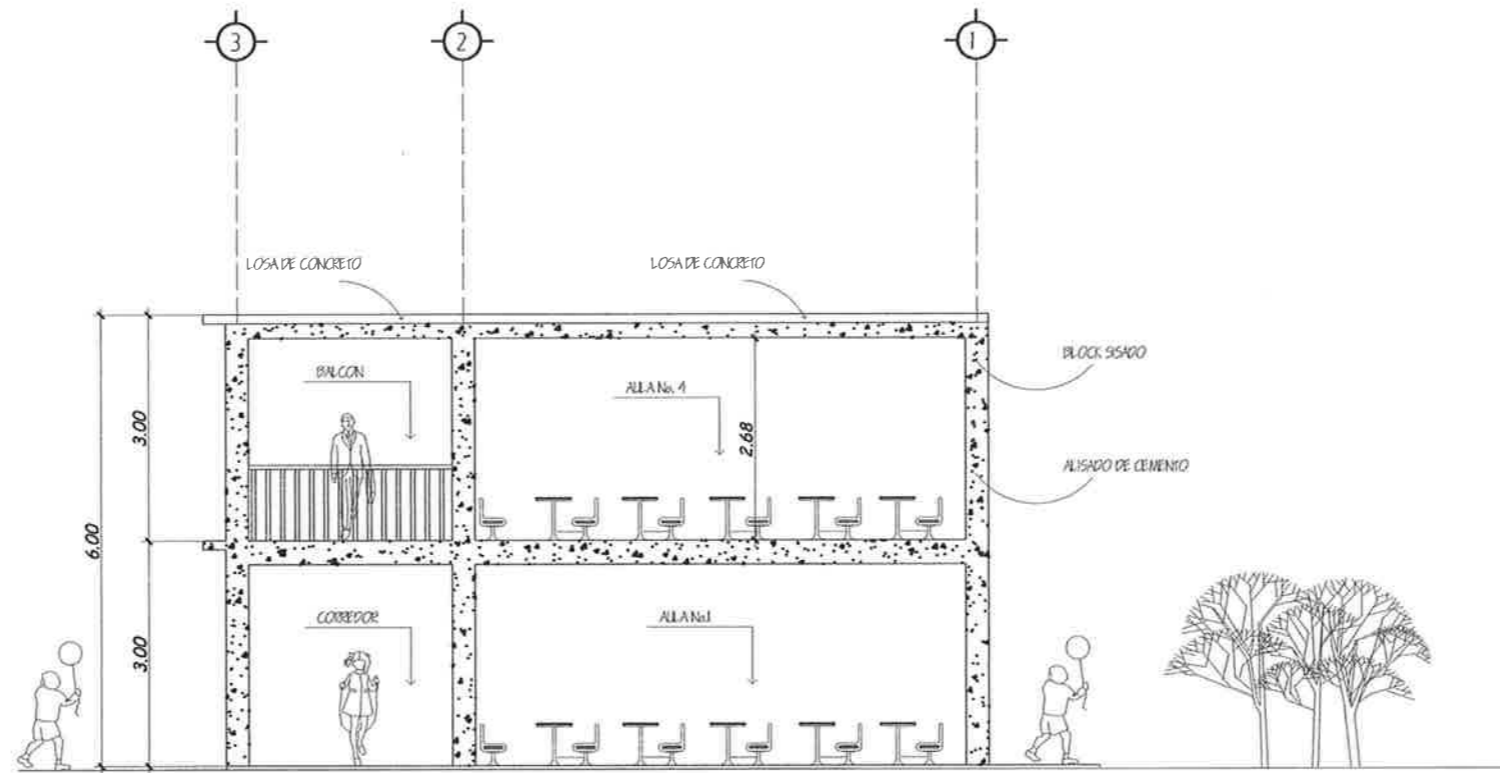
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: Edificación Escolar de Dos Niveles, Aldea Chijou, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz.  
 CONTENIDO: ELEVACIONES 1 Y 2

CÁLCULO: SELVYN LAJ  
 ESTUDIANTE: SELVYN GAMALIEL LAJ CAJANGUI CARNE: 2000 - 40123  
 DIBUJO: SELVYN LAJ  
 ESCALA: INDICADA  
 FECHA: MARZO 2013

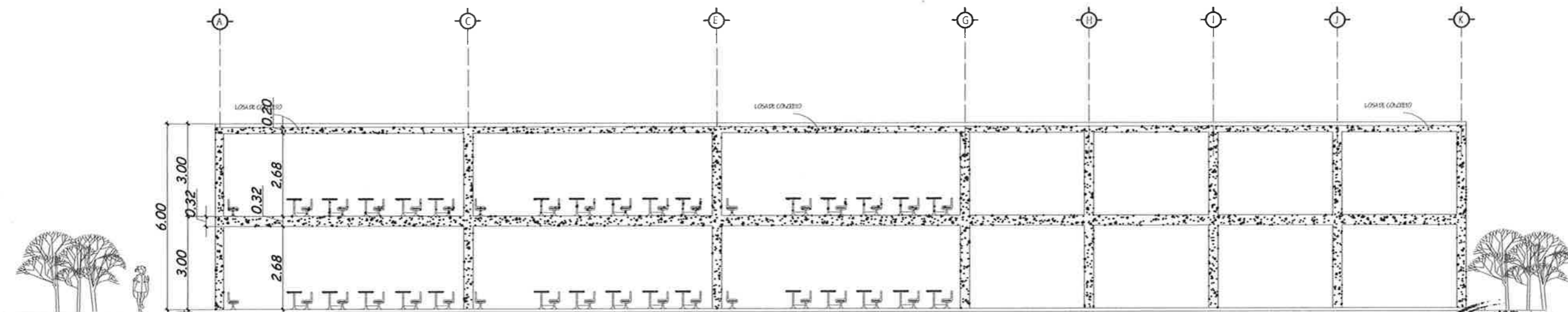
Hoja 03  
 11





**SECCION A-A'**

ESCALA: 1/50



**SECCION B-B'**

ESCALA: 1/50

**PRIMER NIVEL**



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO:  
Edificación Escolar de Dos Niveles, Aldea Chijou,  
Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz

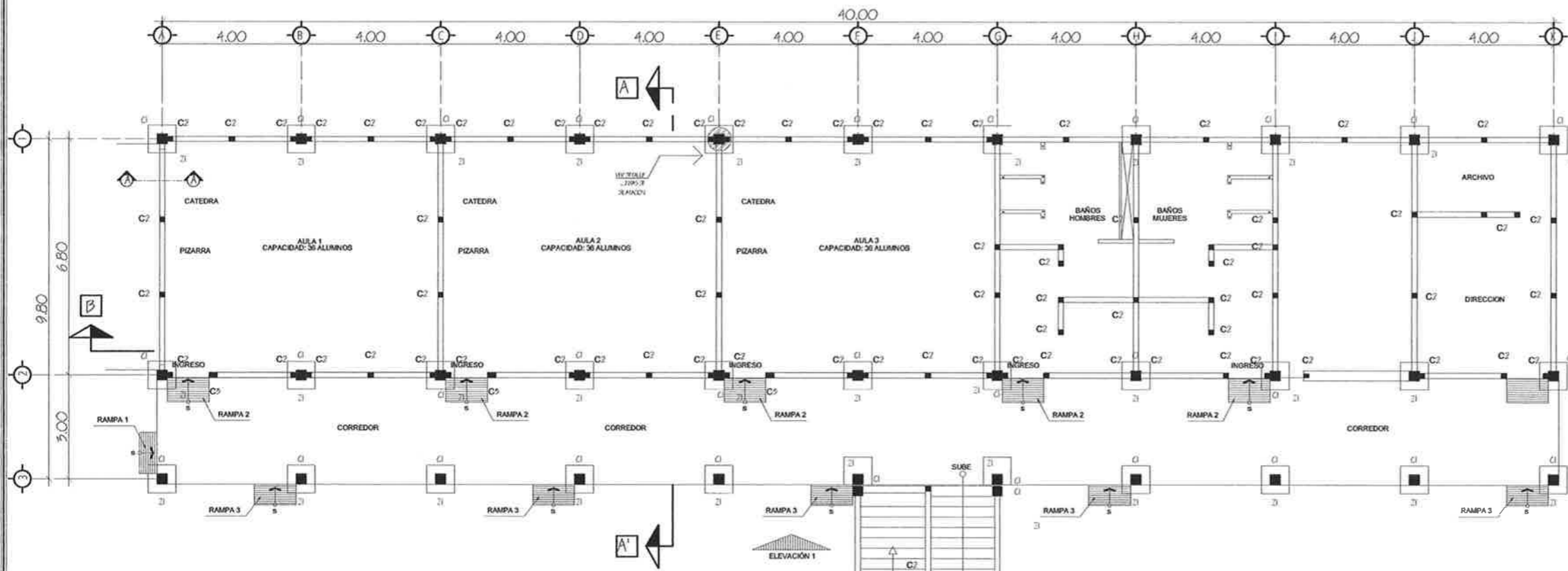
CONTENIDO: **PLANTA INSTALACIÓN ELECTRICA  
PRIMER Y SEGUNDO NIVEL**

ESTUDIANTE: SELVIN GAMALIEL LAJ CANAHUJ  
CARNÉ: 2008 - 40123

SELVIN LAJ  
CALCULO:  
SELVIN LAJ  
DIBUJO:  
SELVIN LAJ  
ESCALA:  
INDICADA  
FECHA:  
MARZO 2013

04

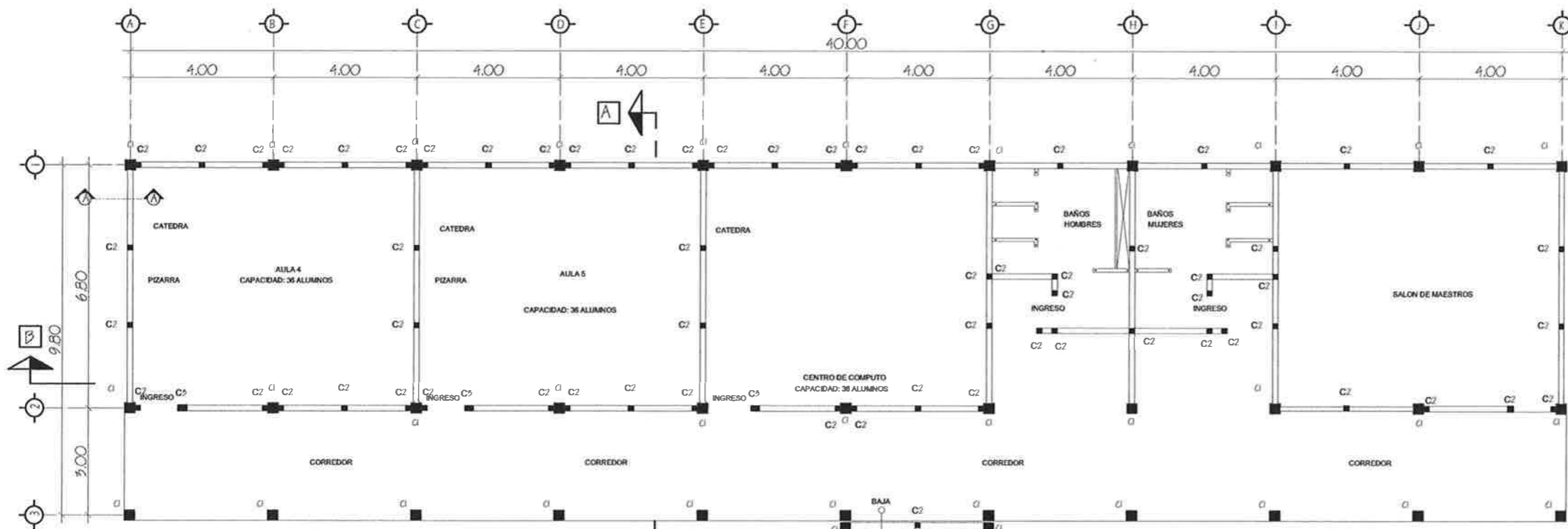
11



# PLANTA DE CIMENTACIÓN

ESCALA: 1/75

PRIMER NIVEL

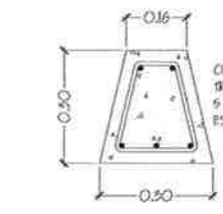


# PLANTA DE CIMENTACIÓN

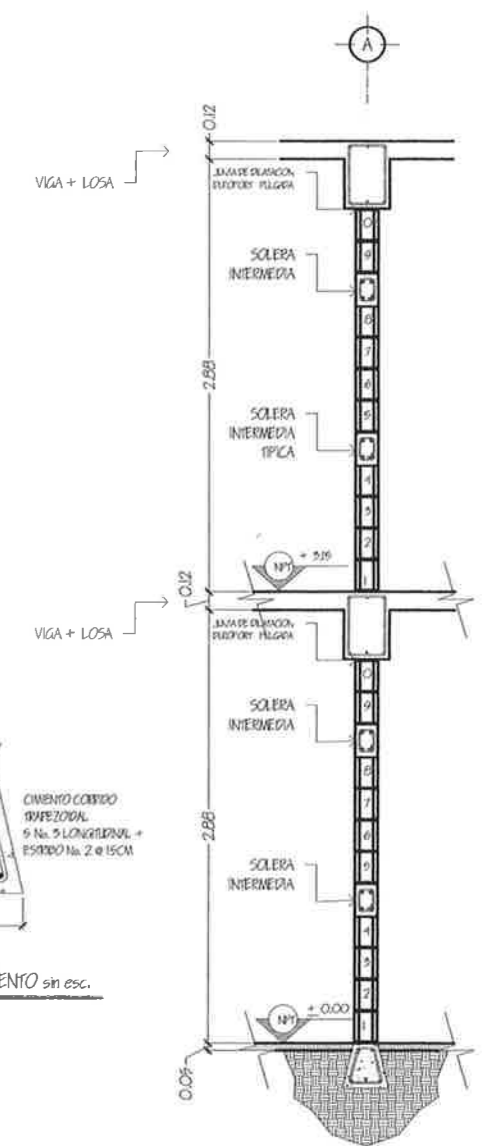
ESCALA: 1/75

SEGUNDO NIVEL

SIMBOLOGIA	
	INDICA CIMENTO CORRIDO
	INDICA ZAPATA
	INDICA COLUMNA



DETALLE DE CIMENTO sin esc.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA

Edificación Escolar de Dos Niveles, Alda Chijou, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz

CONTENIDO: PLANTA DE CIMENTACIÓN

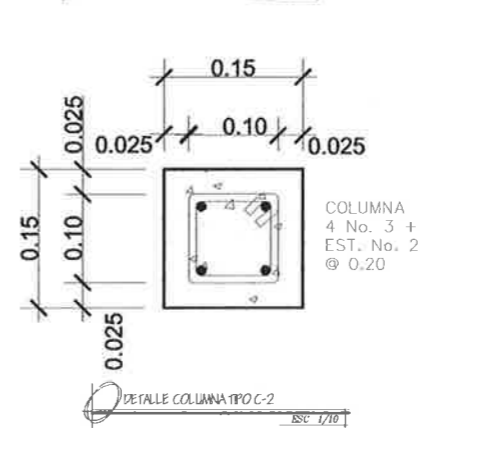
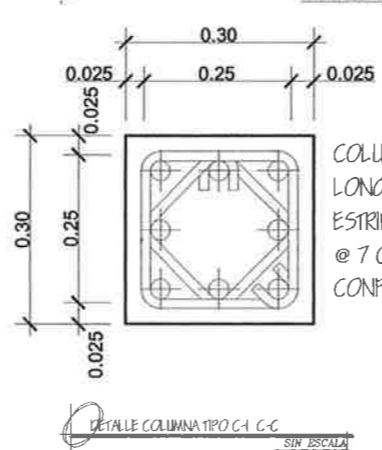
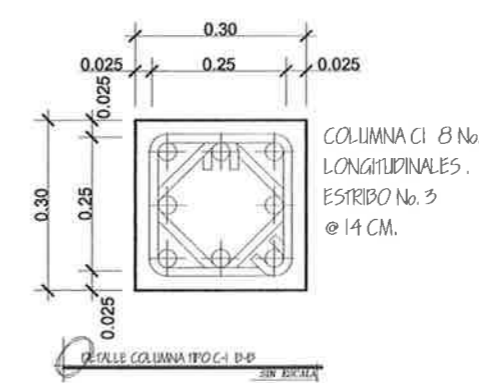
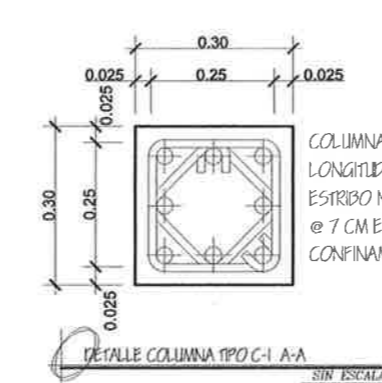
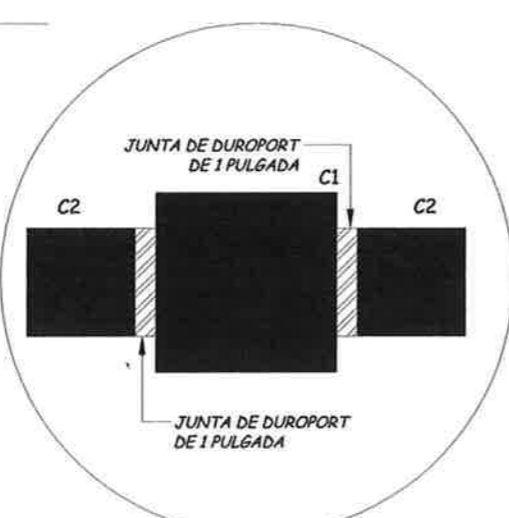
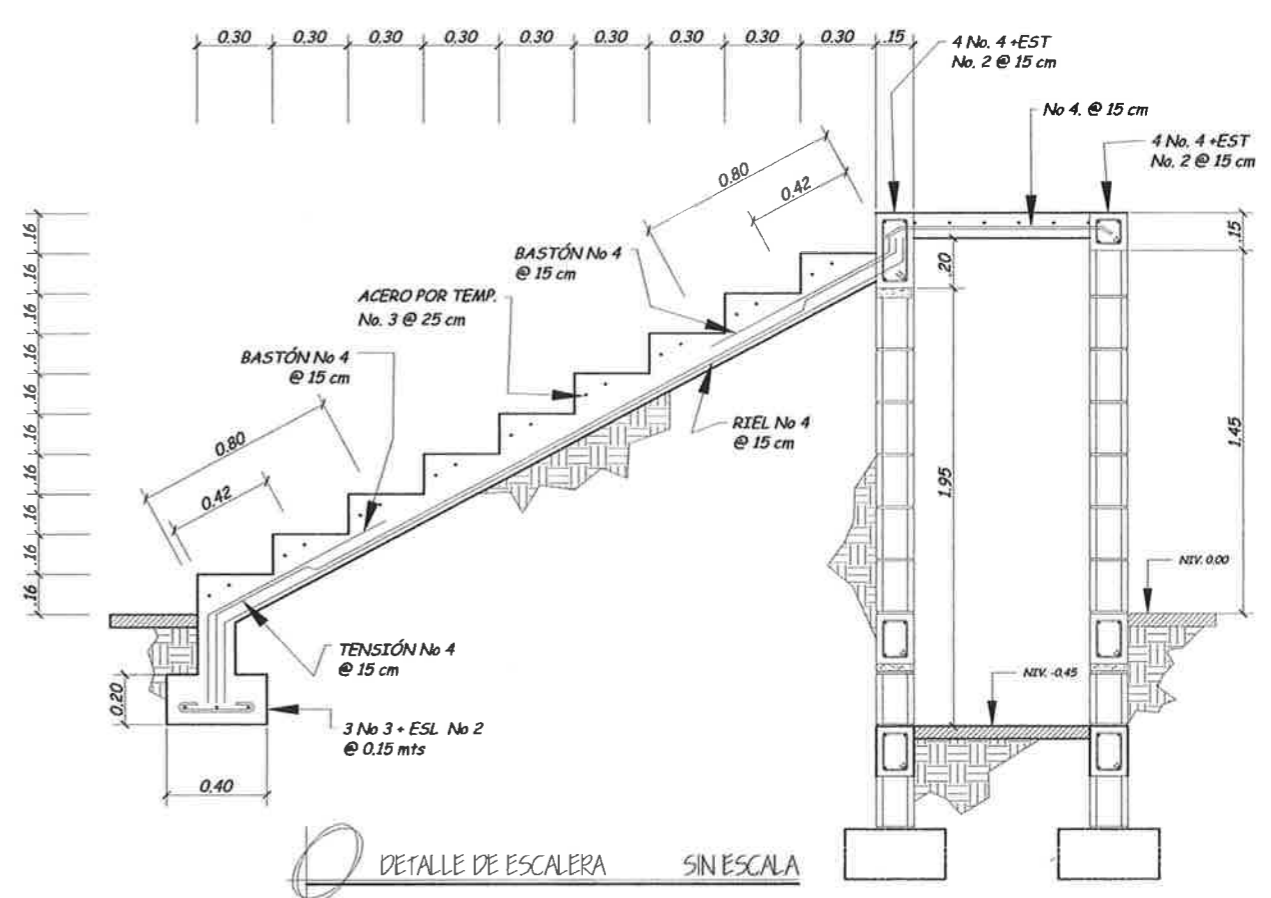
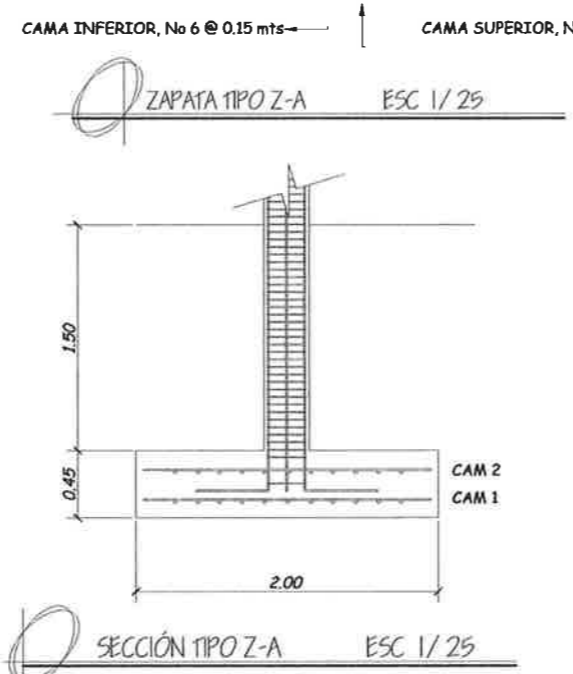
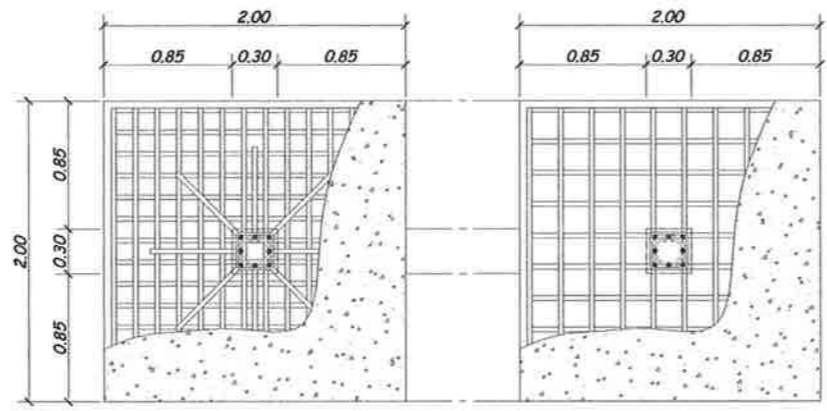
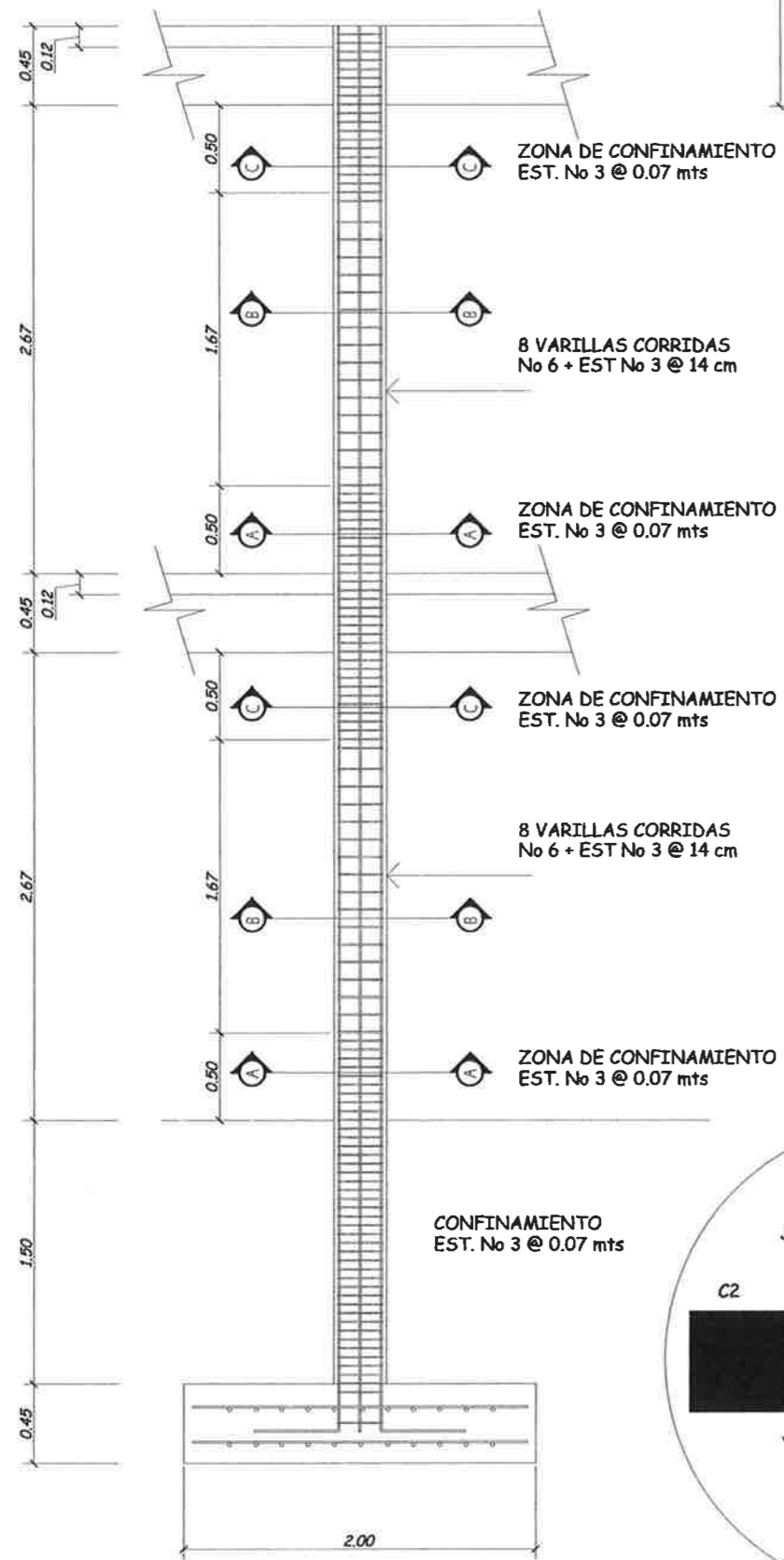
PROYECTISTA: ING. SELVIN LAJ

ESCALA: INDICADA

FECHA: MARZO 2013

05

11



ESPECIFICACIONES TECNICAS	
$F'c = 210 \text{ Kg / cm}^2$	
$Fy = 2810 \text{ Kg / cm}^2$	
$V.S = 29 \text{ ton / m}^2$	
PESO ESPECIFICO Y CARGAS DE DISEÑO ESTRUCTURAL	
PESO DEL CONCRETO = $2400 \text{ Kg / cm}^3$	
CARGA MUERTA	
MUROS =	$200 \text{ Kg / cm}^2$
ACABADOS =	$100 \text{ Kg / cm}^2$
SOBRECARGA =	$60 \text{ Kg / cm}^2$
CARGA VIVA	
AULAS =	$300 \text{ Kg / m}^2$
PASILLOS =	$500 \text{ Kg / m}^2$
TECHOS INACCESIBLES = $100 \text{ Kg / m}^2$	

UNIVERSIDAD DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: Edificio de la Universidad de Guatemala, Aldea Chijou, Guatemala, Verapaz

ASESOR: Ing. Merck Cos

ASESOR PRÁCTICO: Ing. Merck Cos

DETALLE DE COLUMNAS, ZAPATA Y GRADAS

DISEÑO: SELVIN LAJ

CÁLCULO: SELVIN LAJ

DIBUJO: SELVIN LAJ

ESCALA: INDICADA

FECHA: MARZO 2013

CARNE: 2008 - 40123

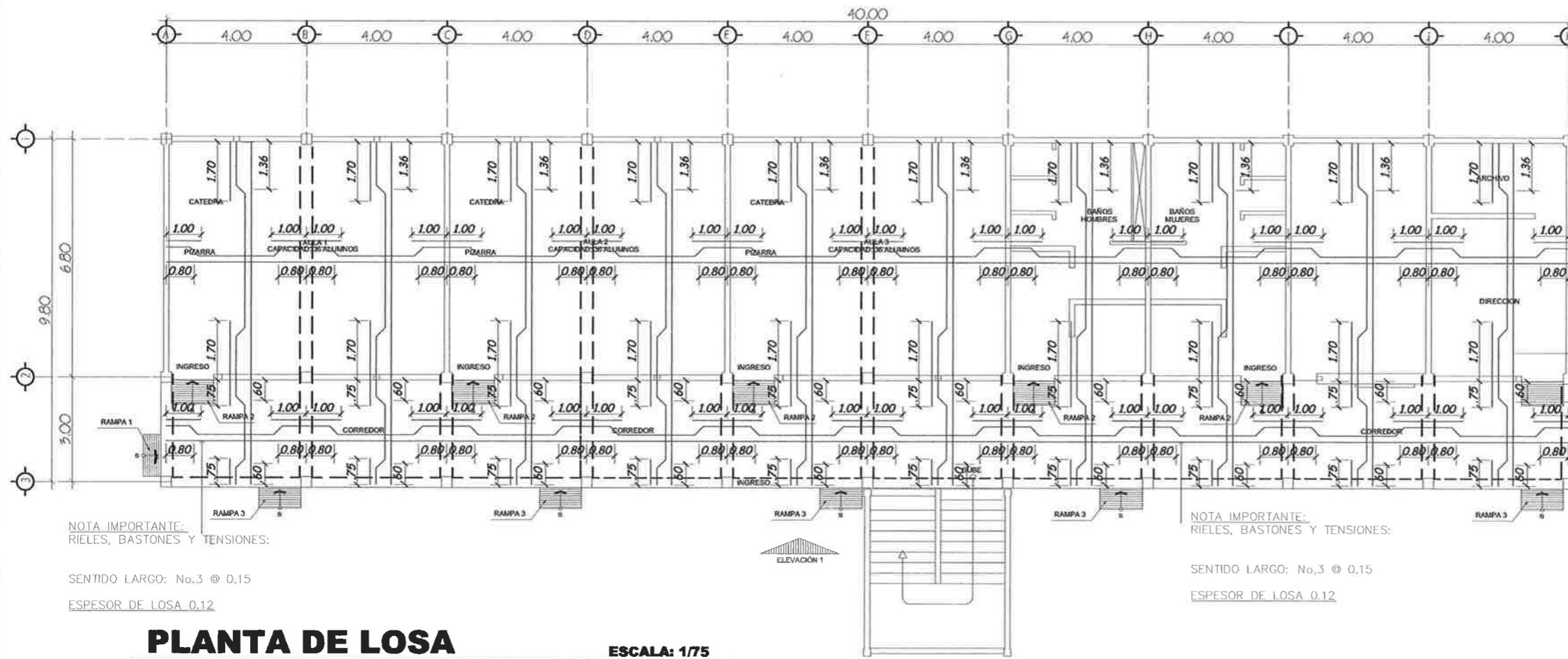
FIG. 11

DETALLE COLUMNA ESC 1/20

DETALLE JUNTAS DE DILATACIÓN SIN ESCALA

DETALLE COLUMNA TIPO C1 C-C SIN ESCALA

DETALLE COLUMNA TIPO C-2 ESC 1/10



NOTA IMPORTANTE:  
RIELES, BASTONES Y TENSIONES:

SENTIDO LARGO: No.3 @ 0.15

ESPESOR DE LOSA 0.12

## PLANTA DE LOSA

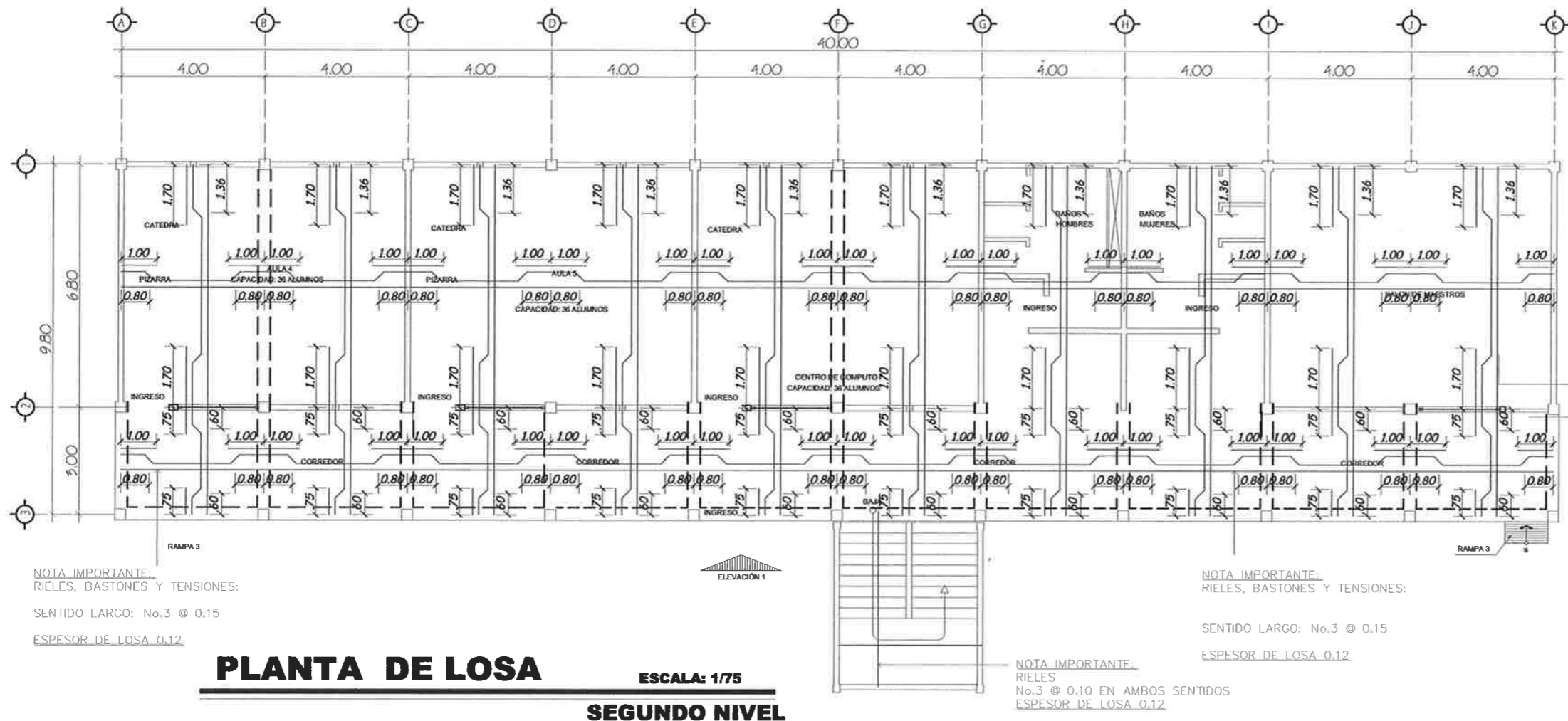
ESCALA: 1/75

PRIMER NIVEL

NOTA IMPORTANTE:  
RIELES, BASTONES Y TENSIONES:

SENTIDO LARGO: No.3 @ 0.15

ESPESOR DE LOSA 0.12



NOTA IMPORTANTE:  
RIELES, BASTONES Y TENSIONES:

SENTIDO LARGO: No.3 @ 0.15

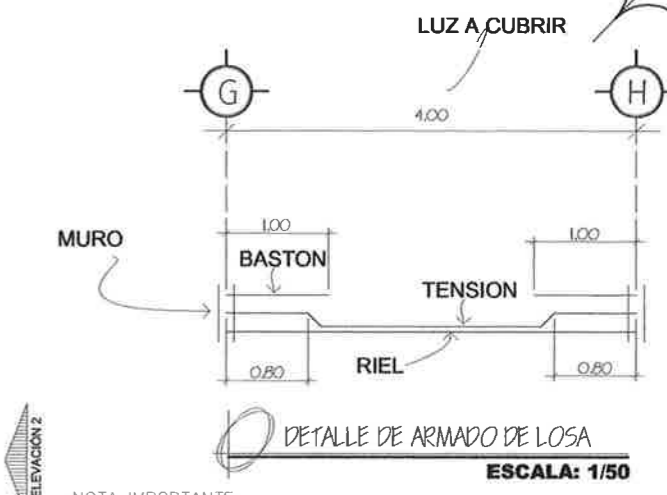
ESPESOR DE LOSA 0.12

## PLANTA DE LOSA

ESCALA: 1/75

SEGUNDO NIVEL

NOTA IMPORTANTE:  
RIELES  
No.3 @ 0.10 EN AMBOS SENTIDOS  
ESPESOR DE LOSA 0.12



NOTA IMPORTANTE:  
RIELES, BASTONES Y TENSIONES:  
SENTIDO CORTO: No.3 @ 0.10  
ESPESOR DE LOSA 0.12

SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	INDICA
	BASTON
	TENSION
	RIEL
	VIGAS

NOTA IMPORTANTE:  
RIELES, BASTONES Y TENSIONES:  
SENTIDO CORTO: No.3 @ 0.10

Universidad de San Carlos de Guatemala  
Ing. Juan Manuel Cox  
ASESOR SUPLENTE DE DISEÑO  
Unidad de Práctica de Ingeniería Vías

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO:  
Edificación Escolar de Dos Niveles, Aldea Chijou,  
Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz

CONTENIDO: **PLANTA DE LOSA  
PRIMER Y SEGUNDO NIVEL**

DISEÑO:  
DISEÑADOR:  
DIBUJO:  
ESCALA:  
FECHA:

ESTUDIANTE:  
SELVIN GAMAJEL LAJ CANAHUI

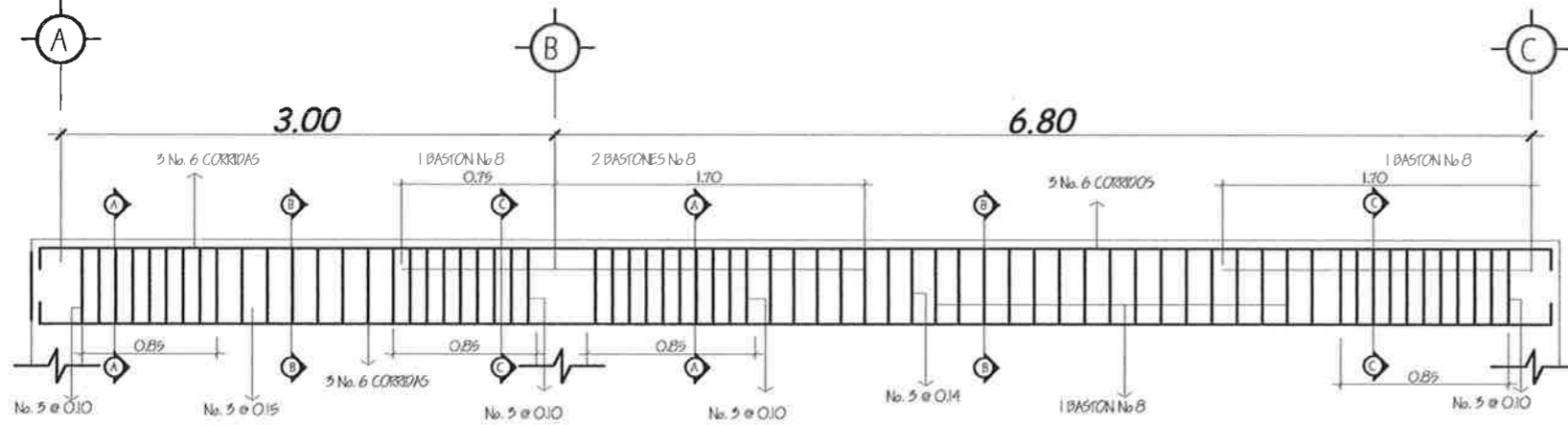
CARNE:  
2005 - 40123

Hoja: 11

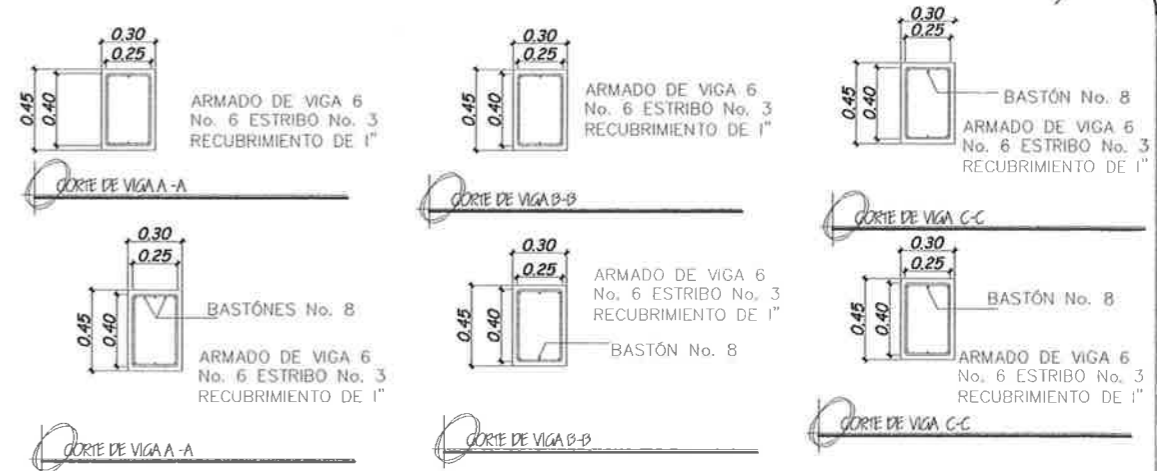
MARZO 2013



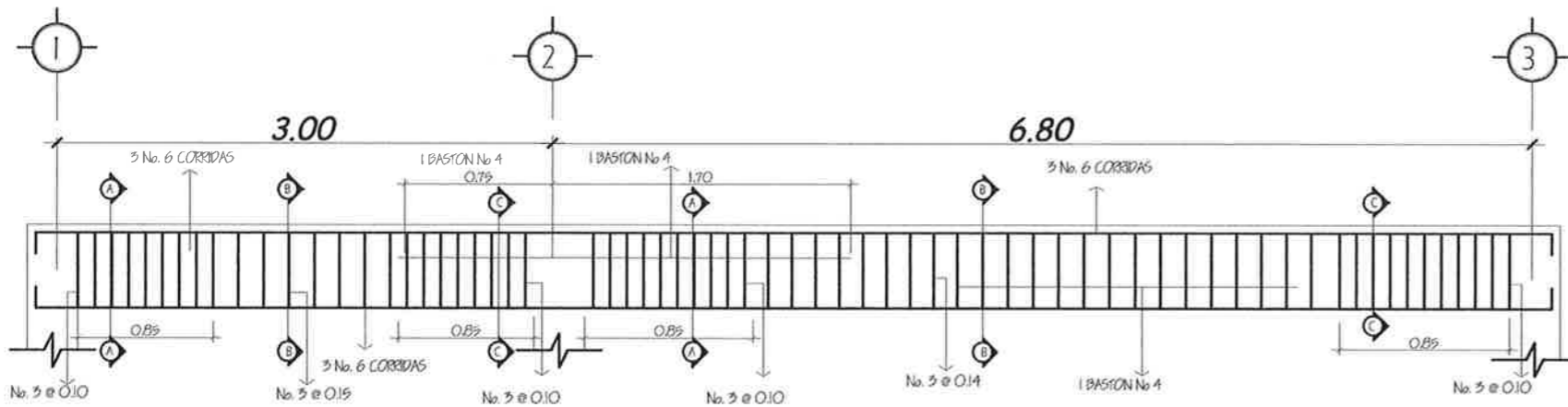
# PRIMER NIVEL



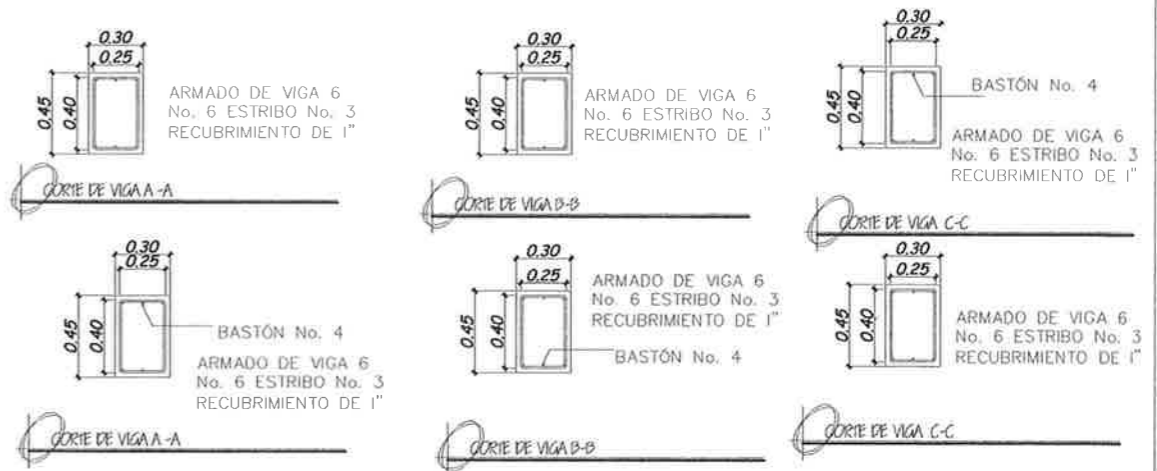
# PRIMER NIVEL



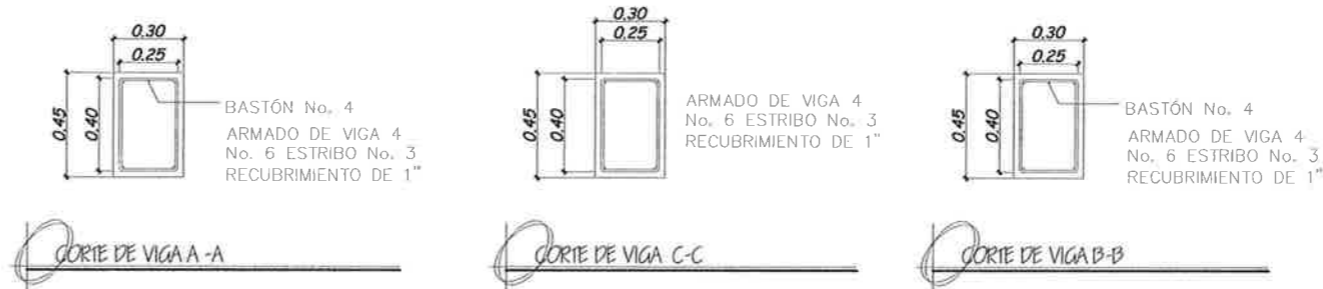
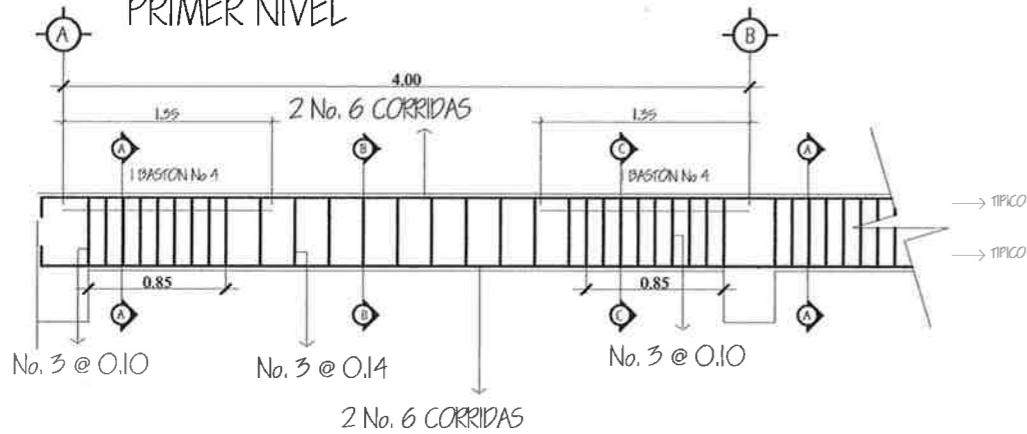
# SEGUNDO NIVEL



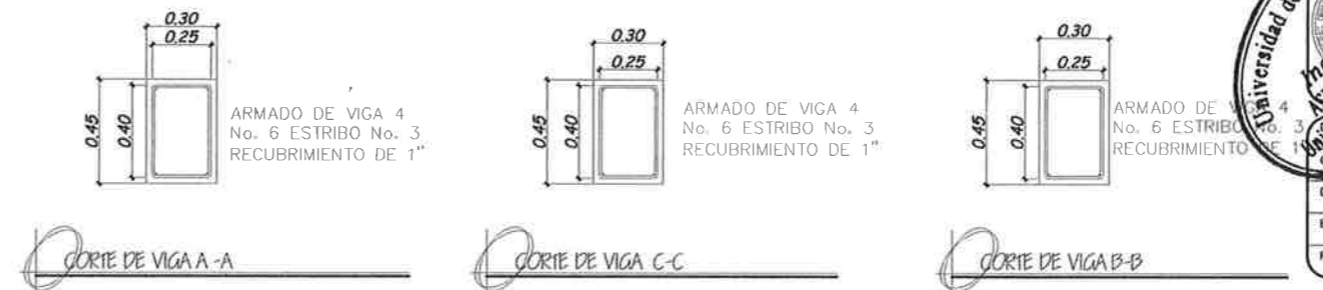
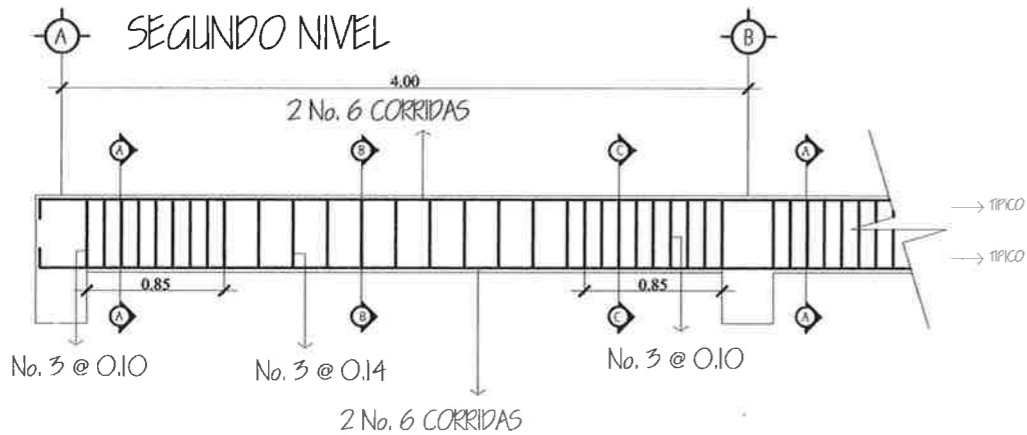
# SEGUNDO NIVEL



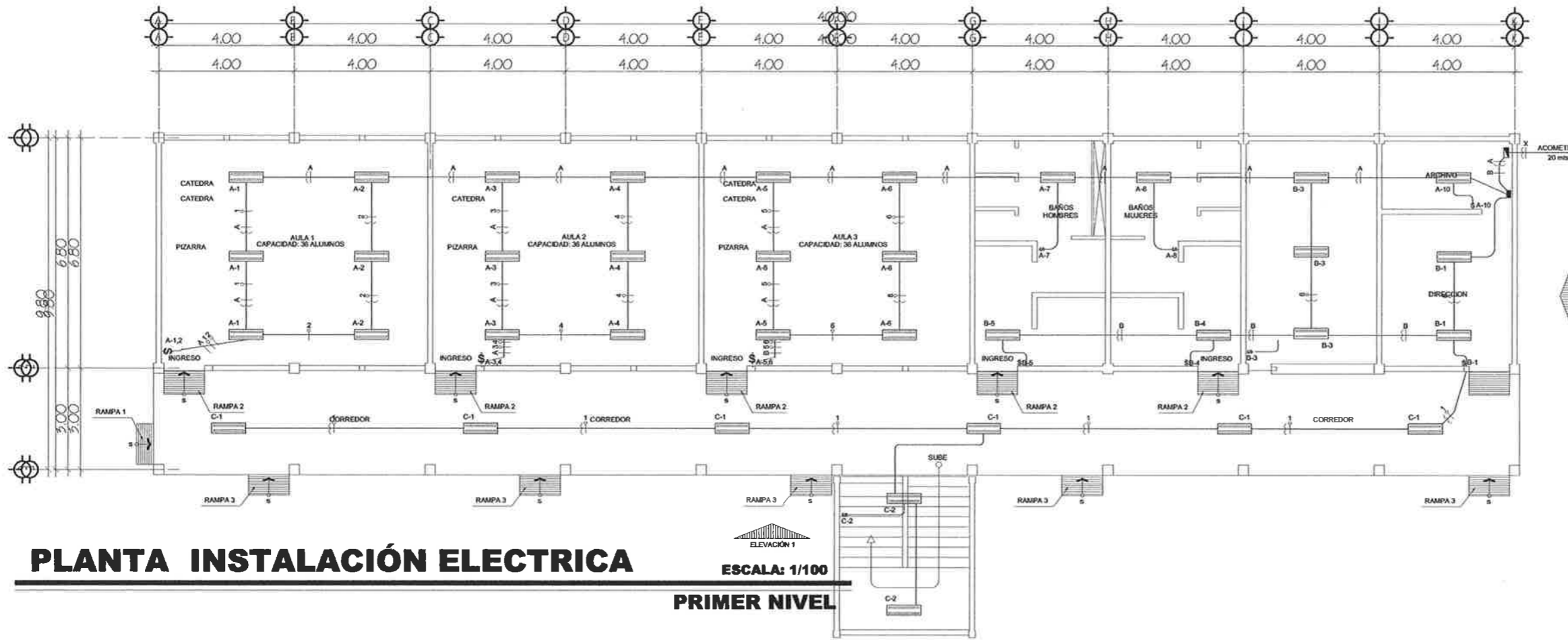
# PRIMER NIVEL



# SEGUNDO NIVEL



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 PROYECTO:  
 Edificación Escolar de Dos Niveles, Aldea Chijou,  
 Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz  
 DISEÑADO:  
 Ing. Jhon Marck Egoz  
 MSc. Subcomisario de EIR  
 Ing. Práctico de Ingeniería y Arquitectura  
 ESTUDIANTE:  
 SELVIN GAMAL LAJ CANAHUJ  
 CARNÉ:  
 2006 - 40123  
 DIBUJO:  
 SELVIN LAJ  
 ESCALA:  
 INDICADA  
 FECHA:  
 MARZO 2013  
 HOJA  
 08  
 11



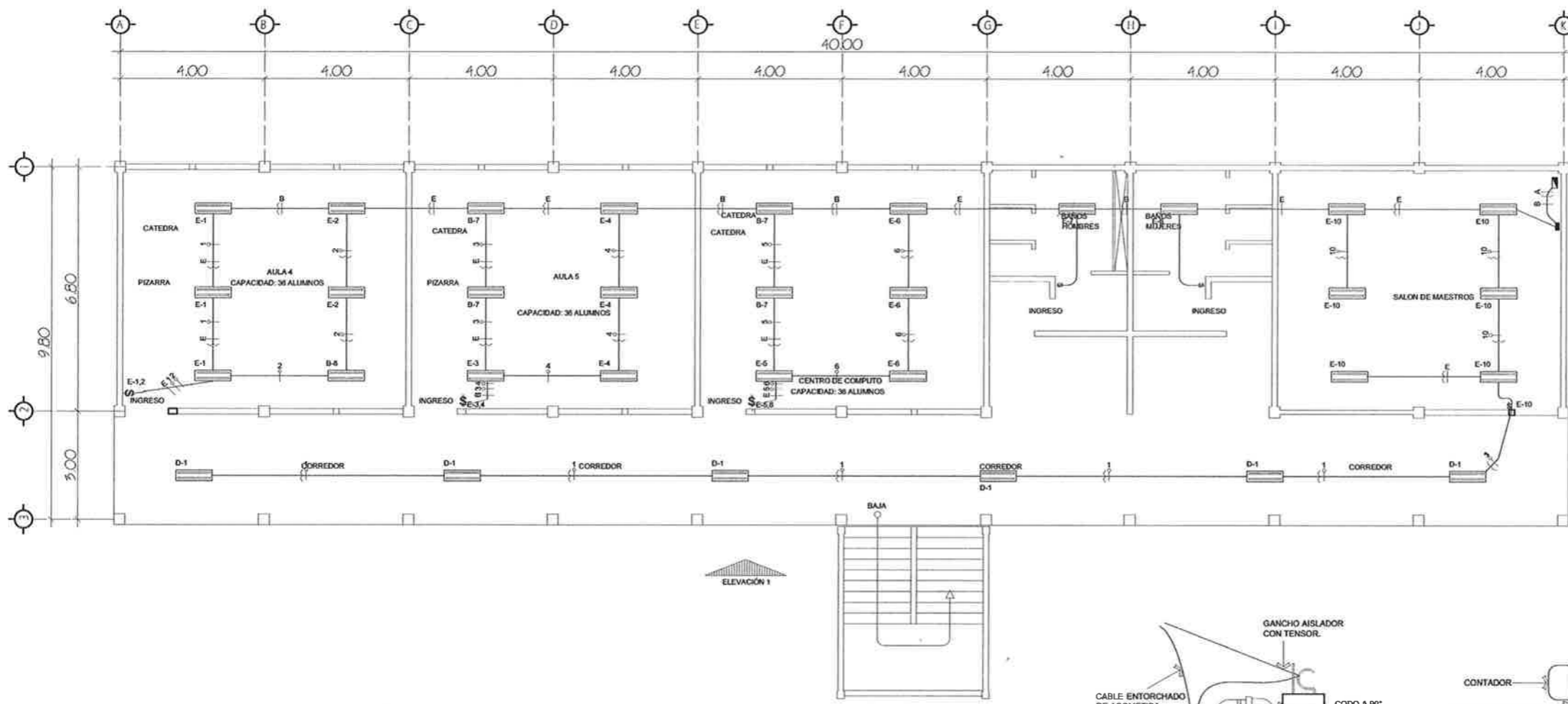
# PLANTA INSTALACIÓN ELECTRICA

ESCALA: 1/100  
PRIMER NIVEL

- ### ESPECIFICACIONES "ILUMINACIÓN"
- LA ACOMETIDA DEL CONTADOR AL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN DEBERA SER SUBTERRANEA CON POLIDUCTO Ø 1" A UNA PROFUNDIDAD DE 0.60 BAJO EL NIVEL DE PISO TERMINADO Y SE DEBERA UTILIZAR ALAMBRE THW CALIBRE 8
  - EL TABLERO DE CIRCUITOS SE INSTALARA A UNA ALTURA 1.70 m DEL NIVEL DE PISO TERMINADO.
  - CONDUCTORES: ACTIVOS Y NEUTROS THW CALIBRE No. 12 A.W.G. Y RETORNOS No. 12 A.W.G.  
POSITIVO: ROJO  
NEGATIVO: NEGRO  
RETORNO: BLANCO
  - EL TIPO DE DUCTO A UTILIZAR SERA P.V.C. ELECTRICO DE Ø 3/4". S.I.C.
  - LOS INTERRUPTORES SE COLOCARAN CON SU LADO MAYOR EN POSICIÓN VERTICAL A h= 1.20 m SNP.
  - LA POSICION DE LOS INTERRUPTORES DEL ROSTRO DE LAS MOCHETAS SERA 0.175 M. AL CENTRO.

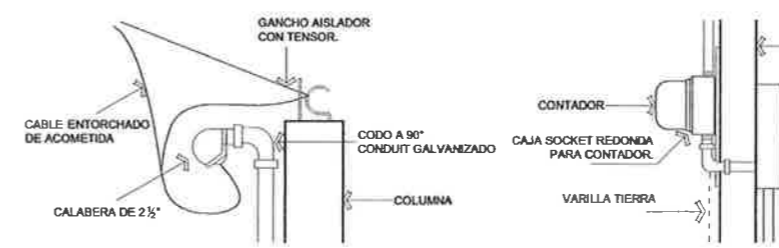
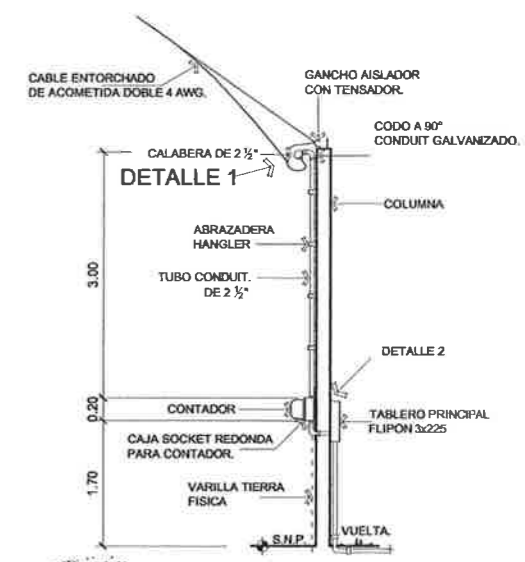
### SIMBOLOGIA

	LAMPARA FLUORESCENTE 2 X 40 W SYLVANIA
	REGISTRO SOBREPUESTO: CALA 4X4
	INTERRUPTOR SIMPLE h=1.50 SNP
	INTERRUPTOR DOBLE h=1.50 SNP
	IDENTIFICA CIRCUITO CONDUCTOR POSITIVO
	INDICA CONDUCTOR NEUTRO
	RETORNO
	INDICA TIERRA FISICA
	INDICA TOMACORRIENTE DOBLE h= 0.40 m. SNP.T.
	INDICA DUCTO EN CIELO
	INDICA DUCTO BAJO PISO
	TABLERO DE DISTRIBUCION h= 1.70 m. SNP.T.



# PLANTA INSTALACIÓN ELECTRICA

ESCALA: 1/100  
SEGUNDO NIVEL



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA

Ing. Juan Merck Cos  
Asesor Supervisor DE EPS  
Unidad de Ingeniería de Ingeniería y EPS  
Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA

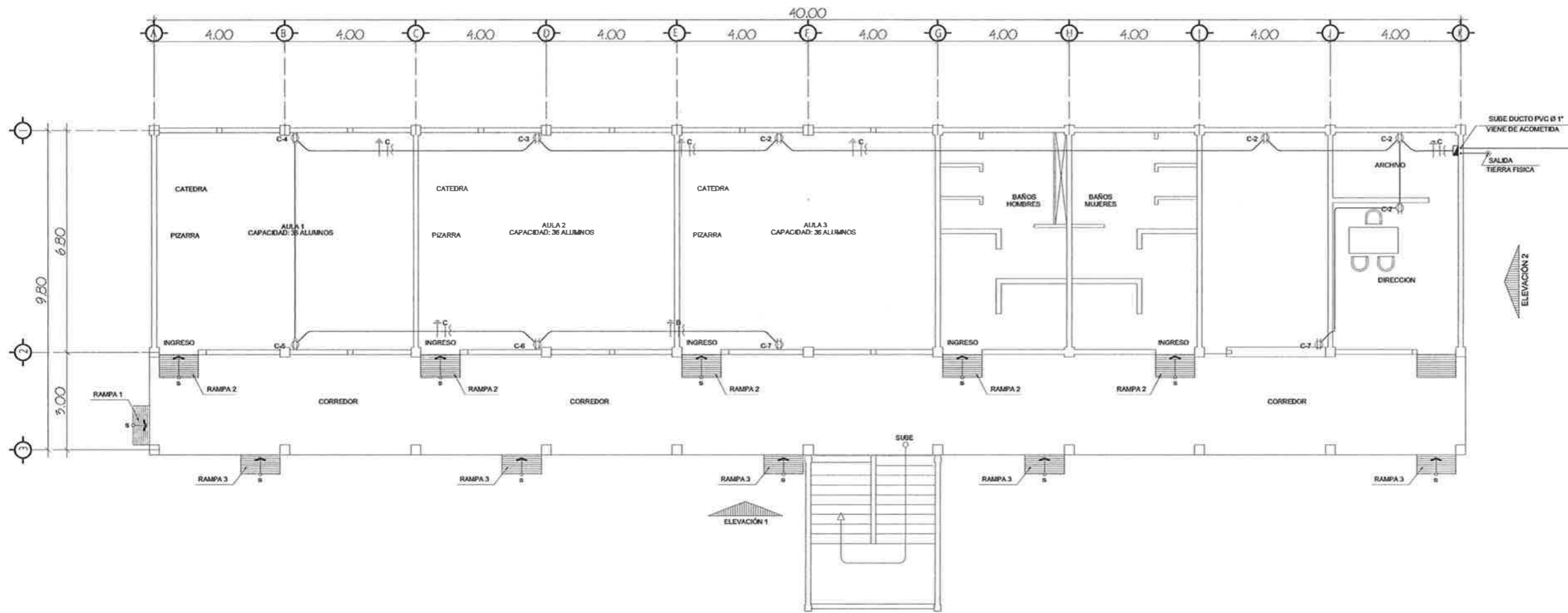
PROYECTO:  
Edificación Escolar de Dos Niveles, Aldea Chijou,  
Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz

CONTENIDO: PLANTA INSTALACIÓN ELECTRICA  
PRIMER Y SEGUNDO NIVEL

ESTUDIANTE: SELVIN GAMALIEL LAJ CANABUJI CARNÉ: 2008 - 40123

DISEÑO: SELVIN LAJ  
CÁLCULO: SELVIN LAJ  
DIBUJO: SELVIN LAJ  
ESCALA: INDICADA  
FECHA: MARZO 2013

11

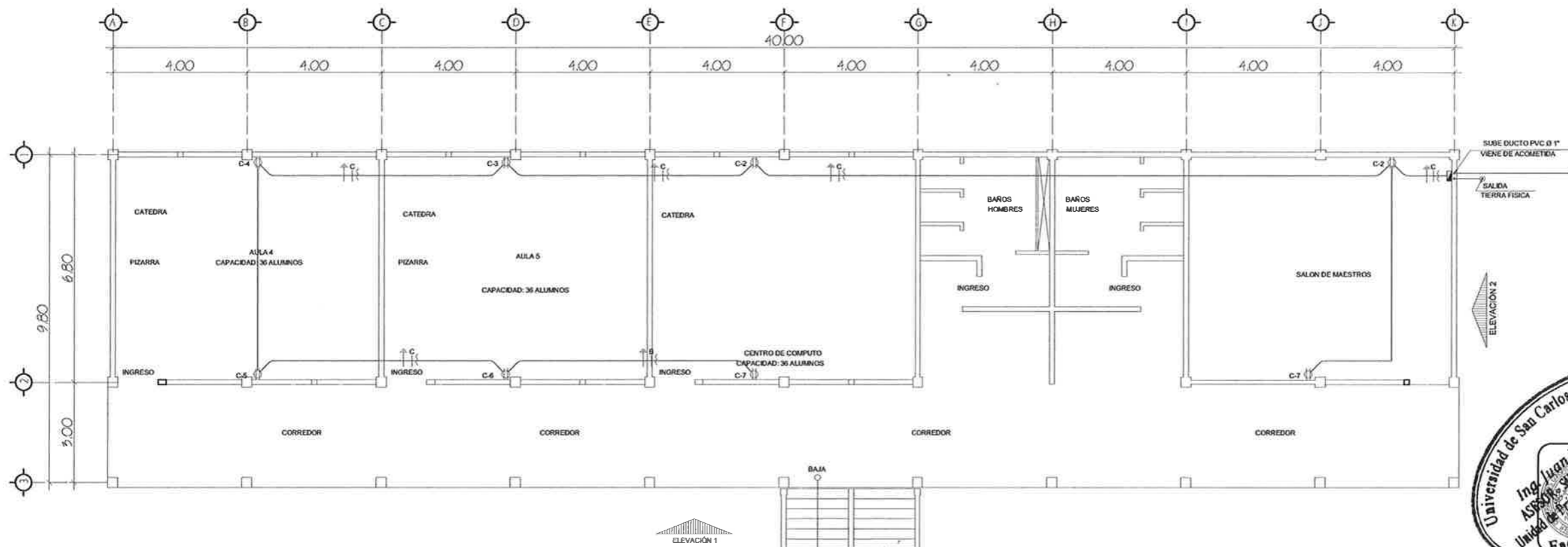


## ESCUELA: PLANTA INSTALACIÓN DE FUERZA

ESCALA: 1/75

PRIMER NIVEL

SIMBOLOGIA	
	LAMPARA FLUORESCENTE 2 X 40 W SYLVANIA
	REGISTRO SOBREPUESTO: CAJA 4X4
	INTERRUPTOR SIMPLE h=1.50 SNP
	INTERRUPTOR DOBLE h=1.50 SNP
	IDENTIFICA CIRCUITO CONDUCTOR POSITIVO
	INDICA CONDUCTOR NEUTRO
	RETORNO
	INDICA TIERRA FISICA
	INDICA TOMACORRIENTE DOBLE h= 0.40 m. SNPT.
	INDICA DUCTO EN CIELO
	INDICA DUCTO BAJO PISO
	TABLERO DE DISTRIBUCION h= 1.70 m. S.N.P.T.



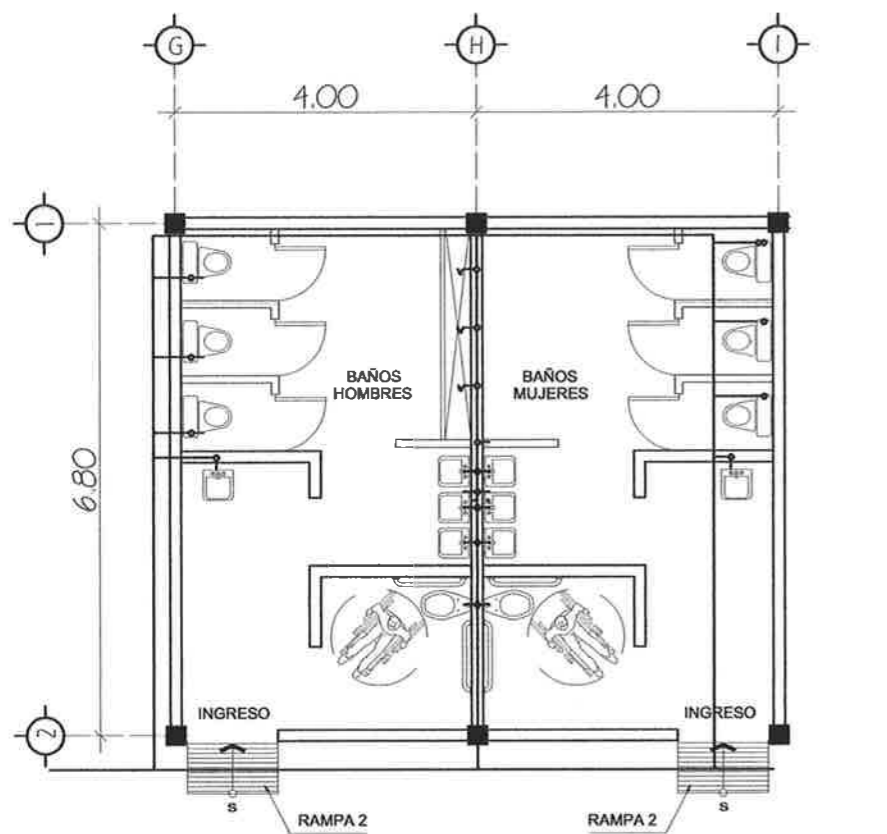
## PLANTA INSTALACIÓN DE FUERZA

ESCALA: 1/75

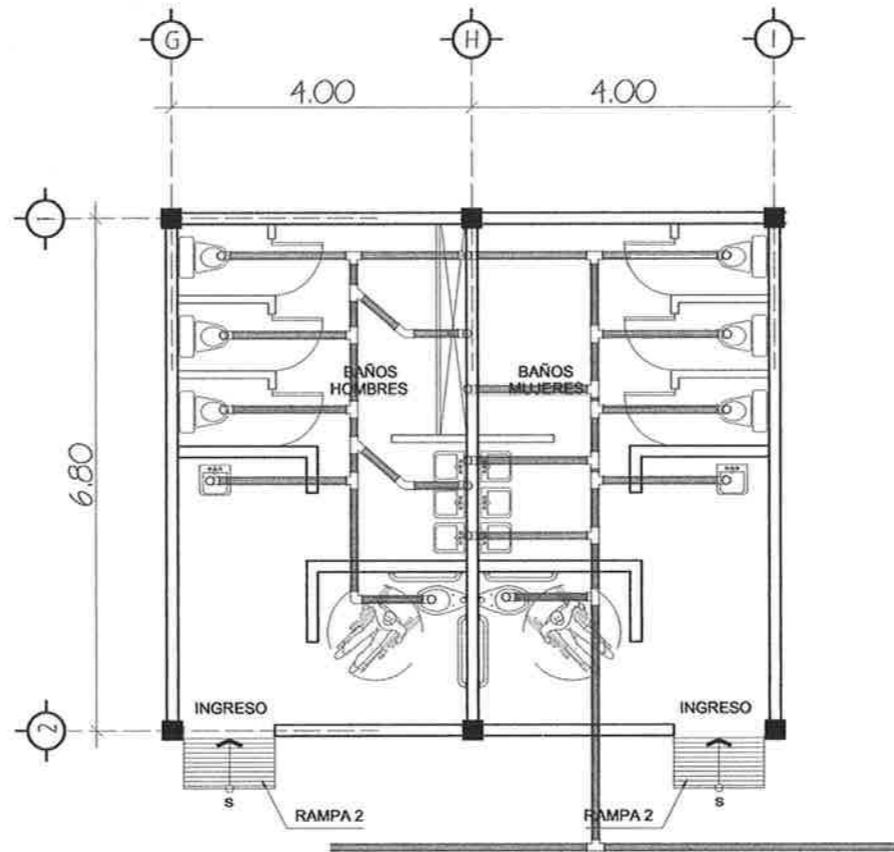
SEGUNDO NIVEL



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO: Edificación Escolar de Dos Niveles, Aldea Chijou, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz	
CONTENIDO: PLANTA INSTALACIÓN DE FUERZA PRIMER Y SEGUNDO NIVEL	
DISEÑO: SELVIN LAJ	ESTUDIANTE: SELVIN GAMALIEL LAJ CANAHUI
CÁLCULO: SELVIN LAJ	CARTE: 2006 - 40123
DIBUJO: SELVIN LAJ	Ho. No. <i>[Signature]</i>
ESCALA: INDICADA	10
FECHA: MARZO 2013	11



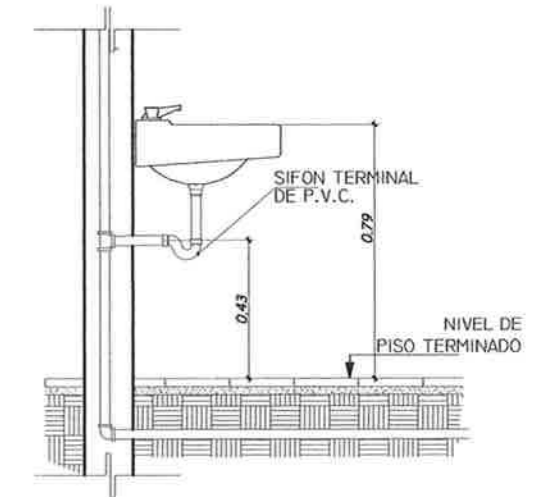
**PLANTA INSTALACIÓN HIDRÁULICA** ESCALA: 1/50  
**PRIMER NIVEL**



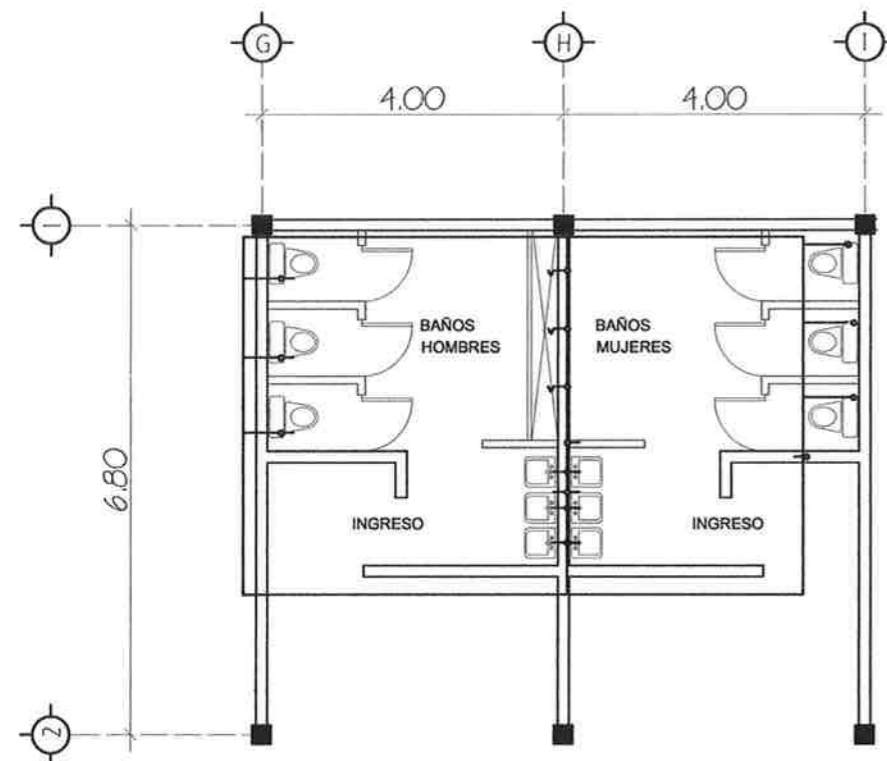
**PLANTA INSTALACIÓN DRENAJES** ESCALA: 1/50  
**PRIMER NIVEL**

SIMBOLOGIA INS. DRENAJES	
SIMBOLO	DESCRIPCION
—	TUBERIA PVC 4" 100 PSI
⊘	CODO PVC 4" X 90 GRADOS VERTICAL
⊥	TEE PVC 4" HORIZONTAL
⊥	TEE PVC 1/2" X 90 GRADOS HORIZONTAL
↘	PENDIENTE MINIMO DE 2%

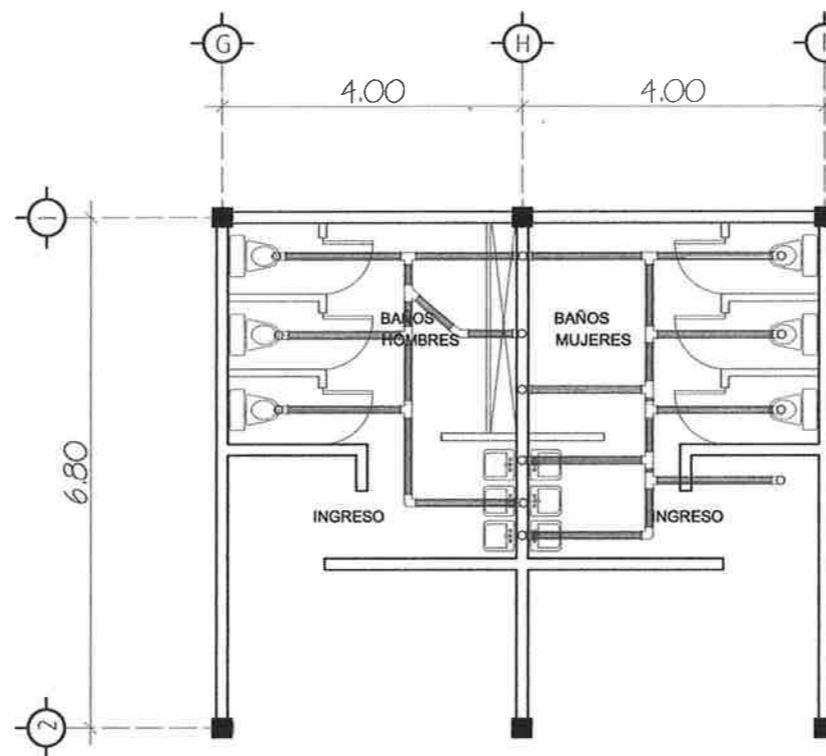
SIMBOLOGIA INS. AGUA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
—	TUBERIA PVC 1/2" 250 PSI
⊘	CODO PVC 1/2" X 90 GRADOS VERTICAL
⊥	TEE PVC 1/2" VERTICAL
⊥	TEE PVC 1/2" HORIZONTAL
⊥	CODO PVC 1/2" HORIZONTAL
⊥	CHORRO 1/2"



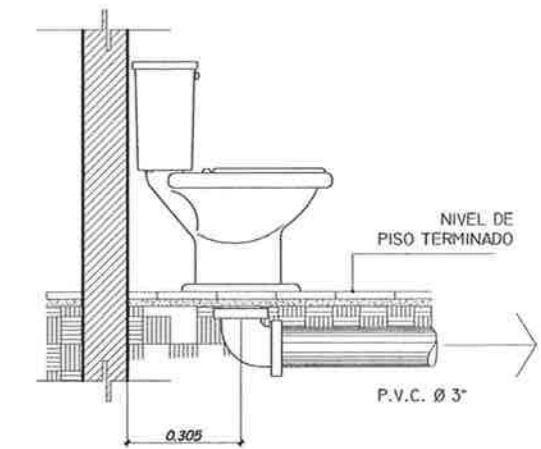
**DETALLE DE LAVAMANOS**  
SIN ESCALA



**PLANTA INSTALACIÓN HIDRÁULICA** ESCALA: 1/50  
**SEGUNDO NIVEL**



**PLANTA INSTALACIÓN DRENAJES** ESCALA: 1/50  
**SEGUNDO NIVEL**



**DETALLE DE INODORO**  
SIN ESCALA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Santa Cruz Quiché, Alta Verapaz

CONTENIDO: **PLANTA INSTALACIÓN HIDRÁULICA Y DRENAJES**  
PRIMER Y SEGUNDO NIVEL

ASISTENTE DE INVESTIGACIÓN: **MERCER DE EPS**

UNIDAD DE PRÁCTICAS DE INGENIERIA

FECHA: MARZO 2013

ESCALA: INDICADA

FECHA: MARZO 2013

H2JA

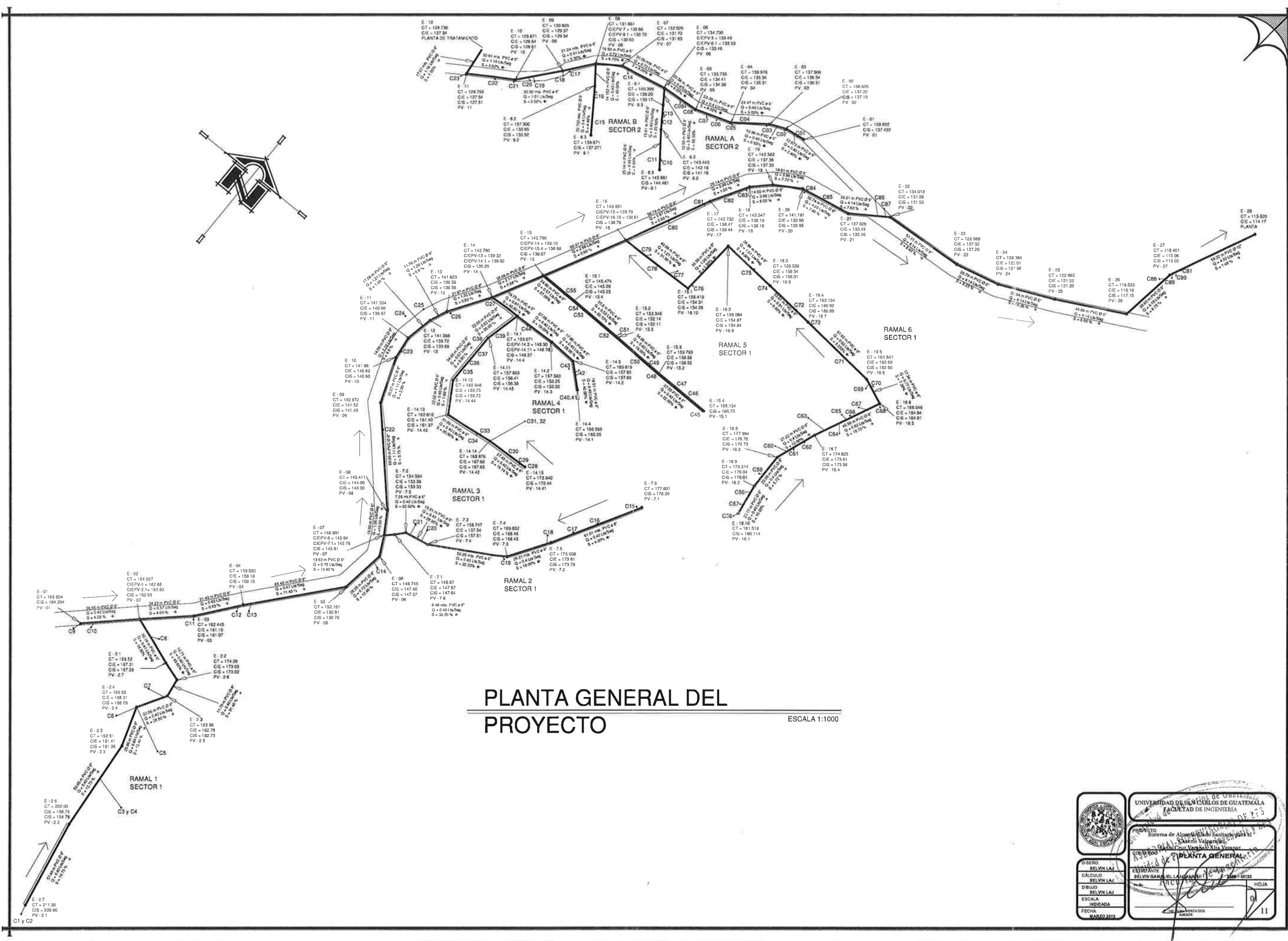
11

11



**PLANOS SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, CASERÍO  
VAPARAISO**

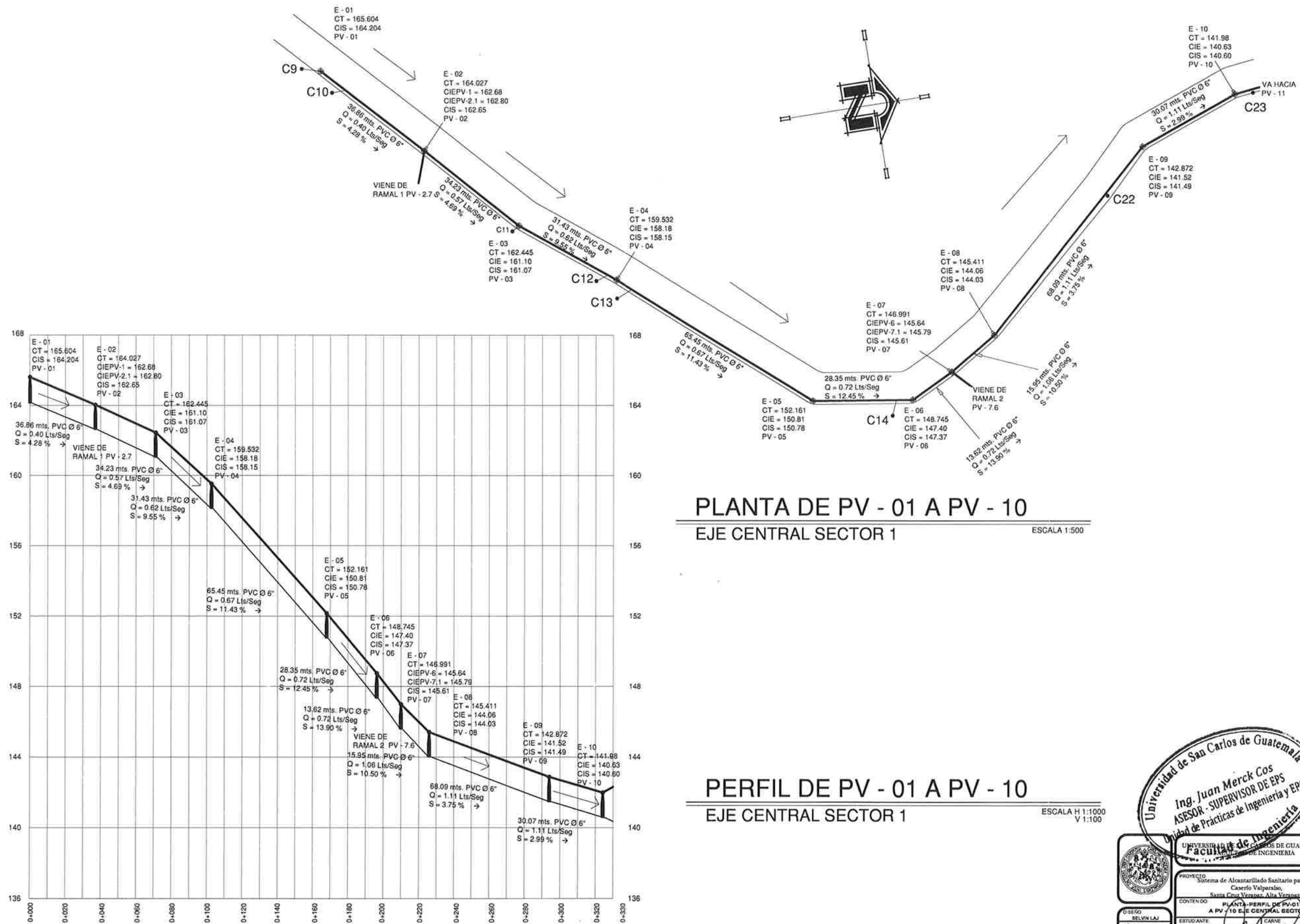




# PLANTA GENERAL DEL PROYECTO

ESCALA 1:1000

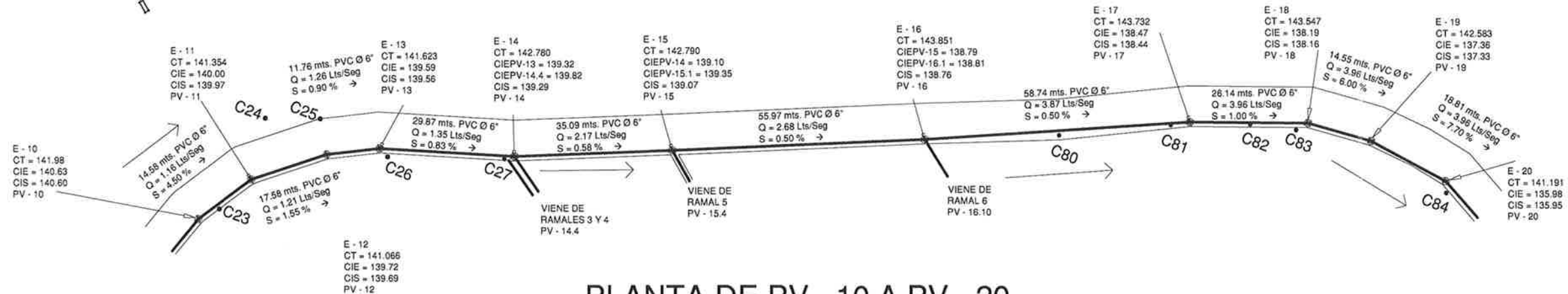
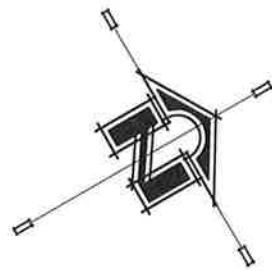
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
	FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO: Sistema de Alcantarillado Sanitario para el Caserío Volcánico, (Caserío Cruz Volcánica, Xela, Yajajay)		
<b>PLANTA GENERAL</b>		
DISEÑO	BELVIN LAJ	FECHA
CÁLCULO	BELVIN LAJ	2008-07-02
DIBUJO	BELVIN LAJ	HOJA
ESCALA	INDICADA	01
FECHA	MARZO 2011	11



Universidad de San Carlos de Guatemala  
 Ing. Juan Merck Cos  
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS  
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

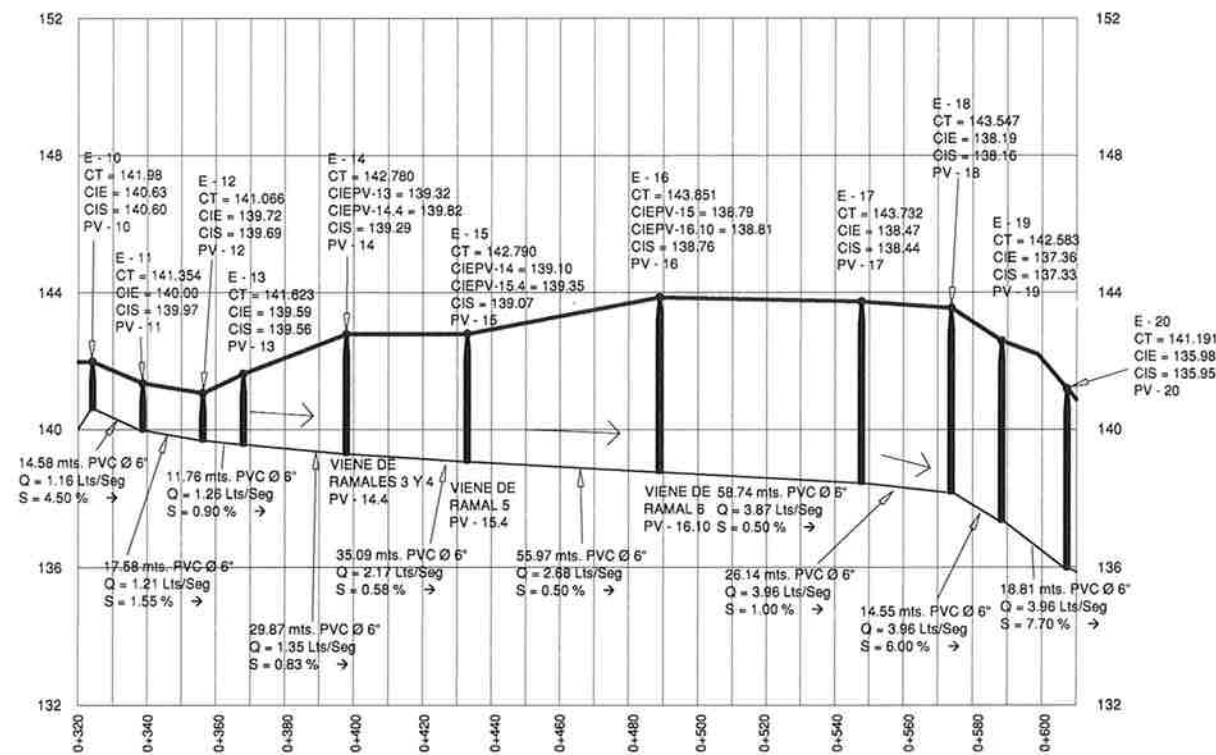
Facultad de Ingeniería

PROYECTO	Sistema de Alcantarillado Sanitario para el Caserío Valparaíso, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz	
CONTENIDO	PLANTA - PERFIL DE PV-01 A PV-10 EJE CENTRAL SECTOR 1	
DISEÑO	BELVIN LAJ	CARNE
CÁLCULO	BELVIN LAJ	BOV - 1123
DIBUJO	BELVIN LAJ	HOJA
ESCALA	INDICADA	02
FECHA	MARZO 2011	11



EJE CENTRAL SECTOR 1

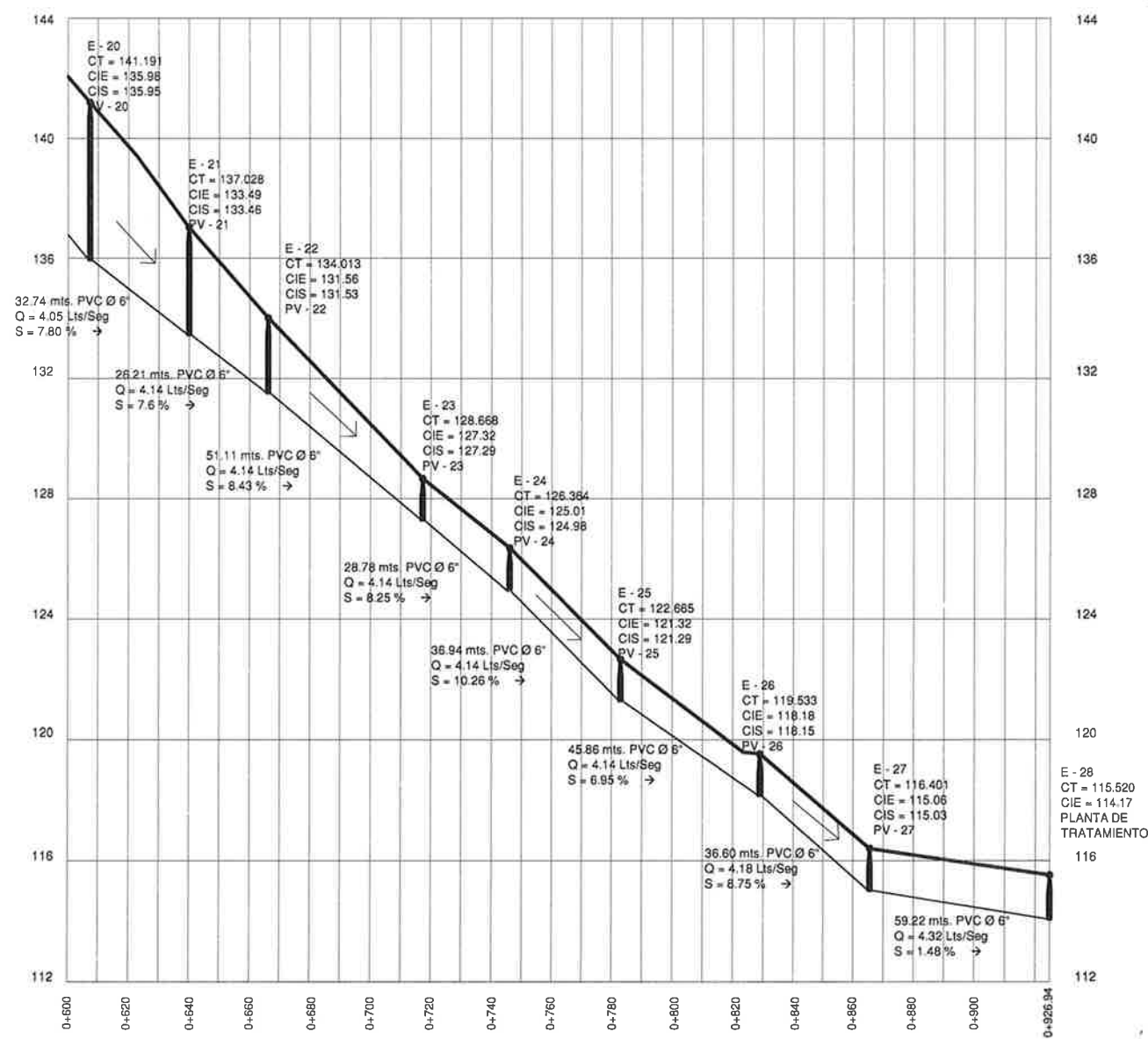
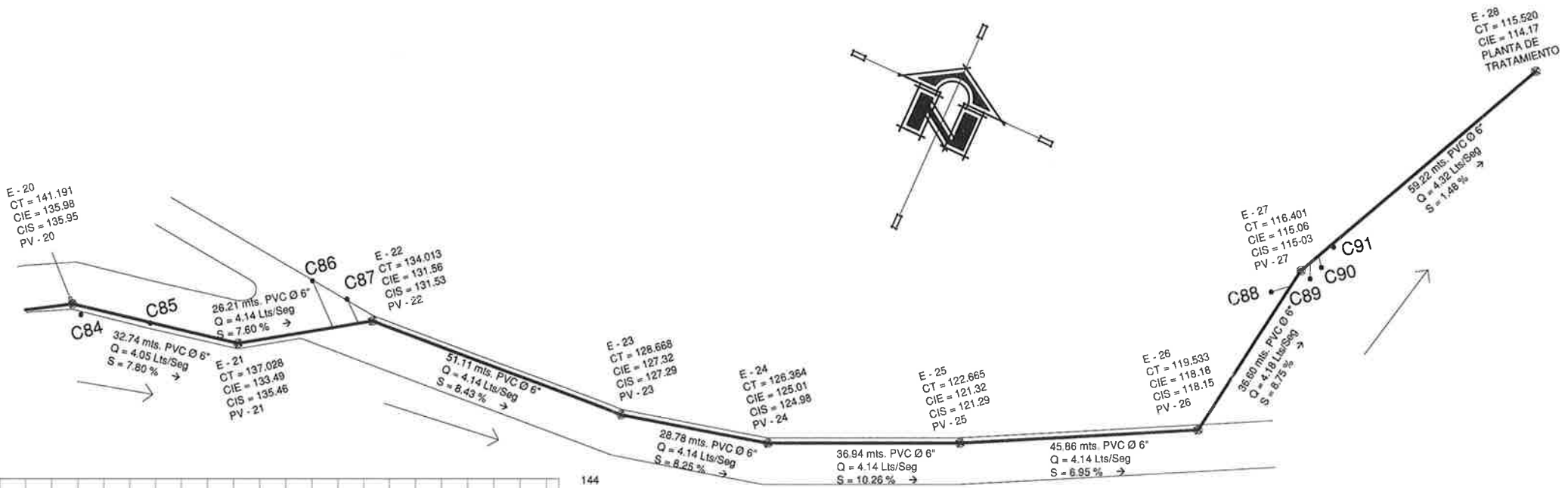
ESCALA 1:500



EJE CENTRAL SECTOR 1

ESCALA H 1:1000  
V 1:100

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
	Proyecto: Sistema de Alcantarillado Sanitario para el Centro Valapalosa, Santa Cruz Verapaz, Guatemala. CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL DE PV-10 EJE CENTRAL SECTOR 1	
DISEÑO	BELVIN LAJ	CARTELA
CÁLCULO	BELVIN LAJ	2007-03-25
DIBUJO	BELVIN LAJ	HOJA
ESCALA	INDICADA	11
FECHA	MARZO 2011	NO AUN VERIFICADO



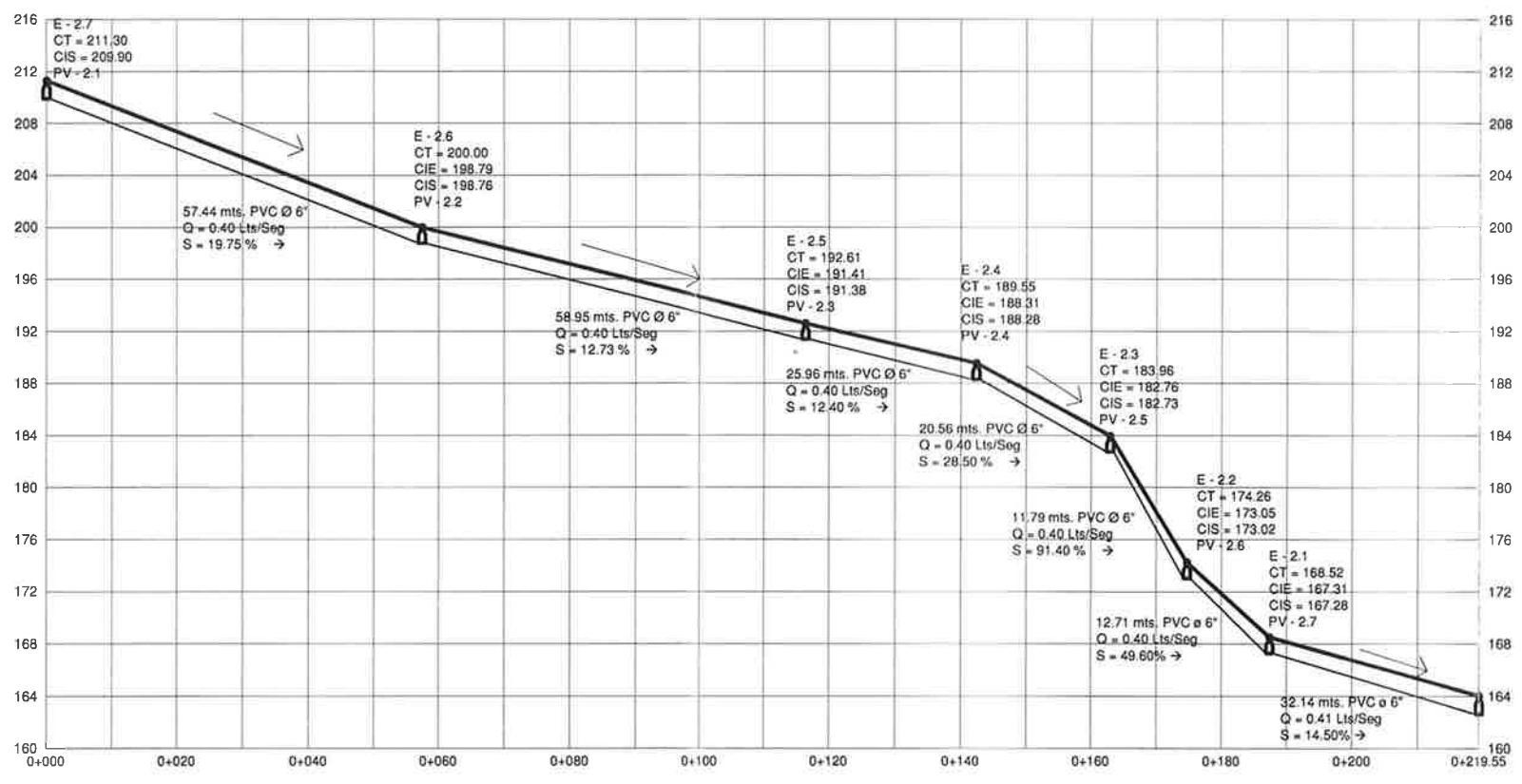
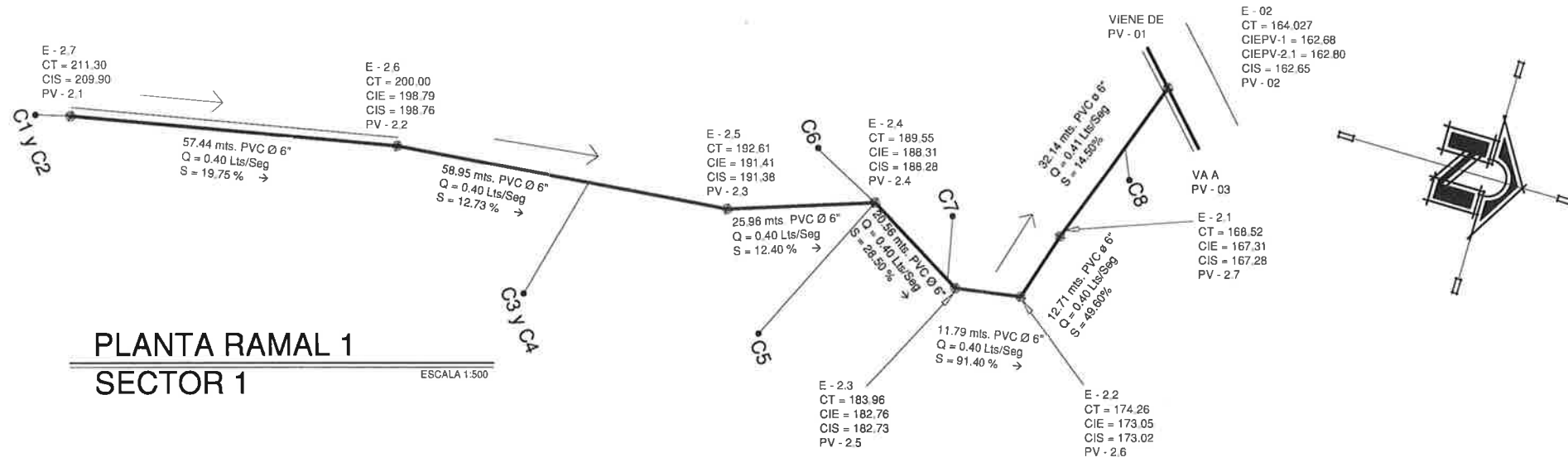
**PLANTA DE PV - 20 A P.T.**  
EJE CENTRAL SECTOR 1

ESCALA 1:500

**PERFIL DE PV - 20 A P.T.**  
EJE CENTRAL SECTOR 1

ESCALA H 1:1000  
V 1:100

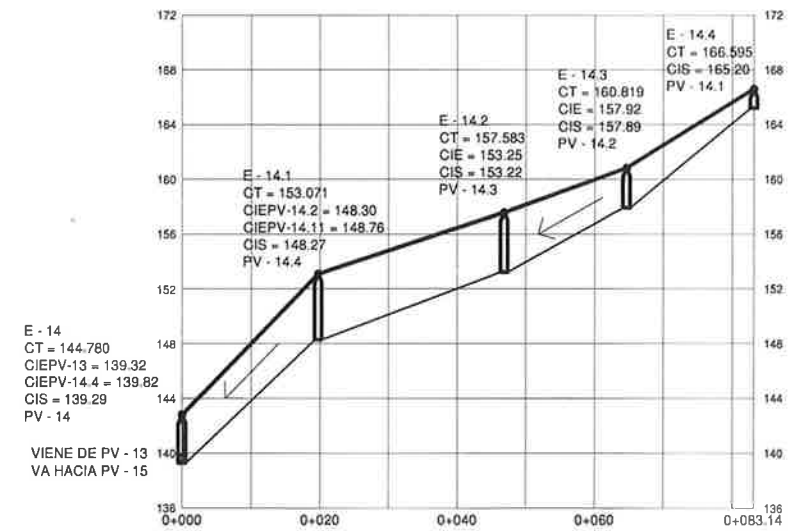
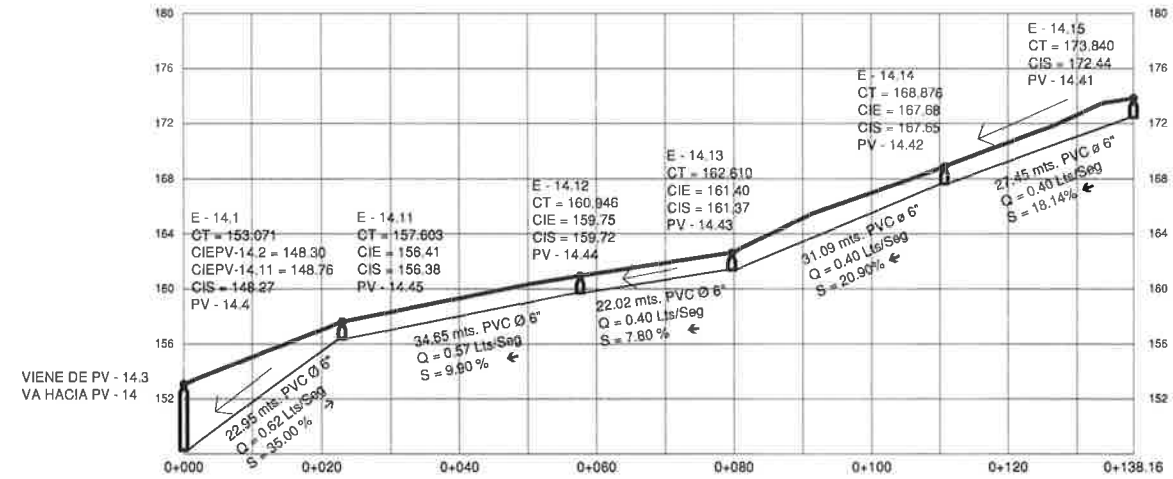
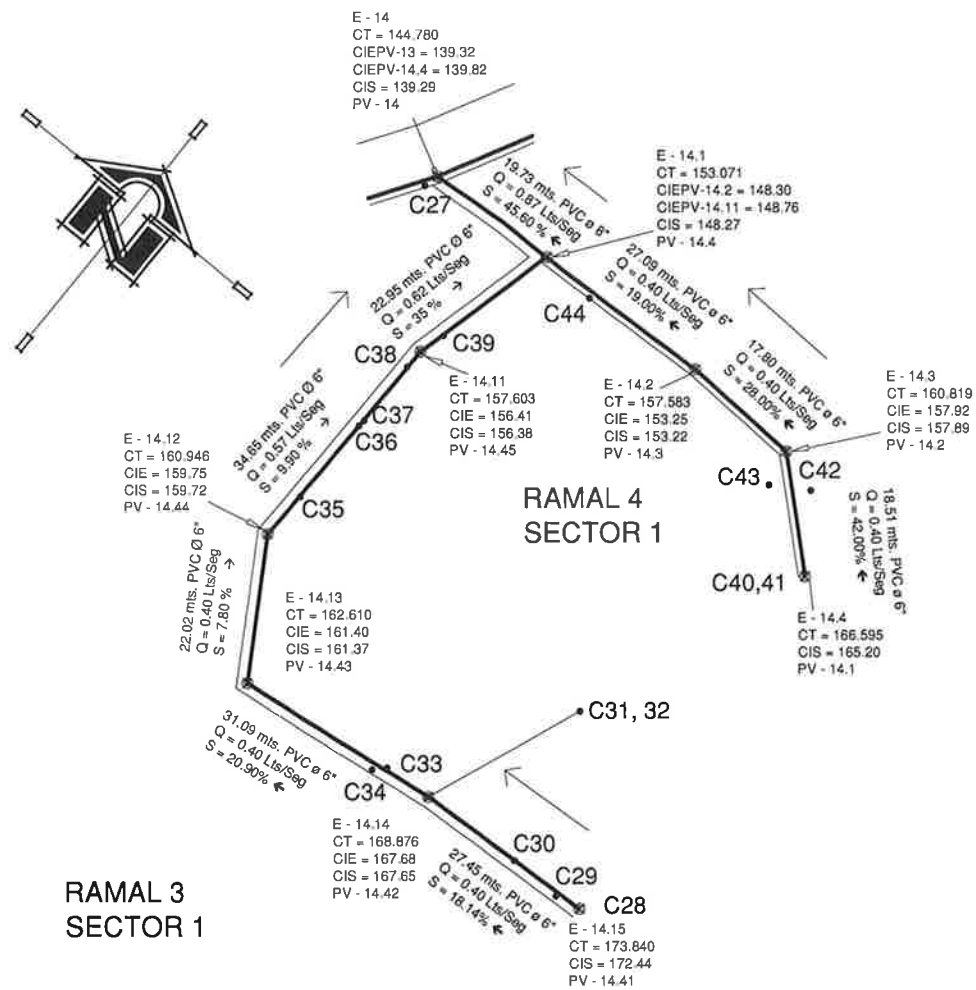
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
	PROYECTO: Sistema de Alcantarillado Sanitario para el Caserío Valpiedra, Santa Cruz Verapaz, Guatemala	
CONTENIDO: PLANTA PERFIL DE PV-20 A P.T. EJE CENTRAL SECTOR 1		HOJA
DISEÑO: BELVIN LAJ	ELABORADO: BELVIN LAJ	04
ESCALA: INDICADA	FECHA: MARZO 2011	



E - 02  
CT = 164.027  
CIEPV-1 = 162.68  
CIEPV-2.1 = 162.80  
CIS = 162.65  
PV - 02

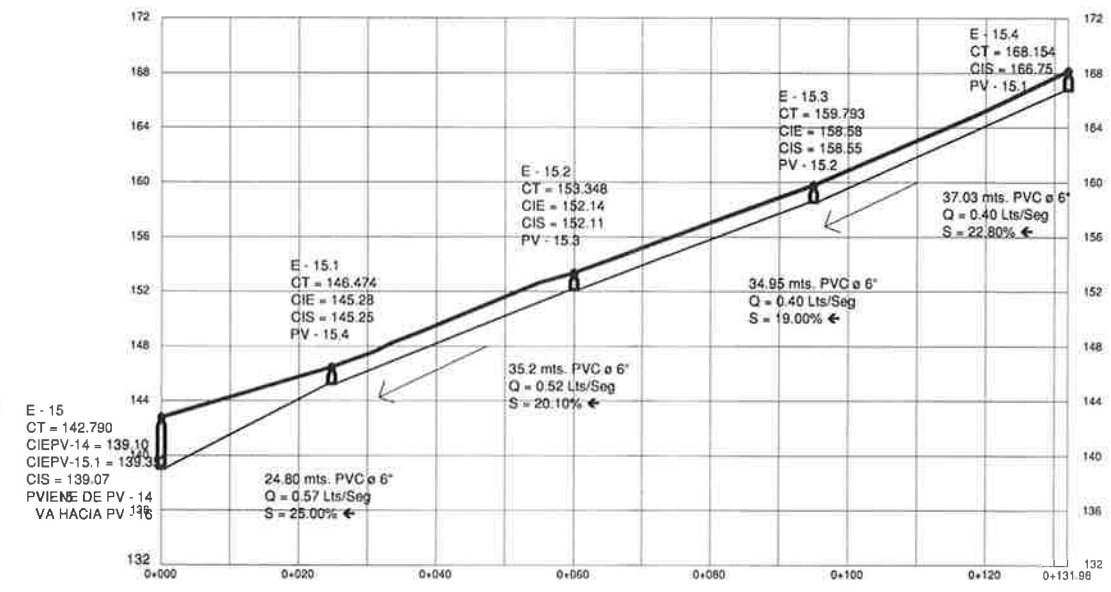
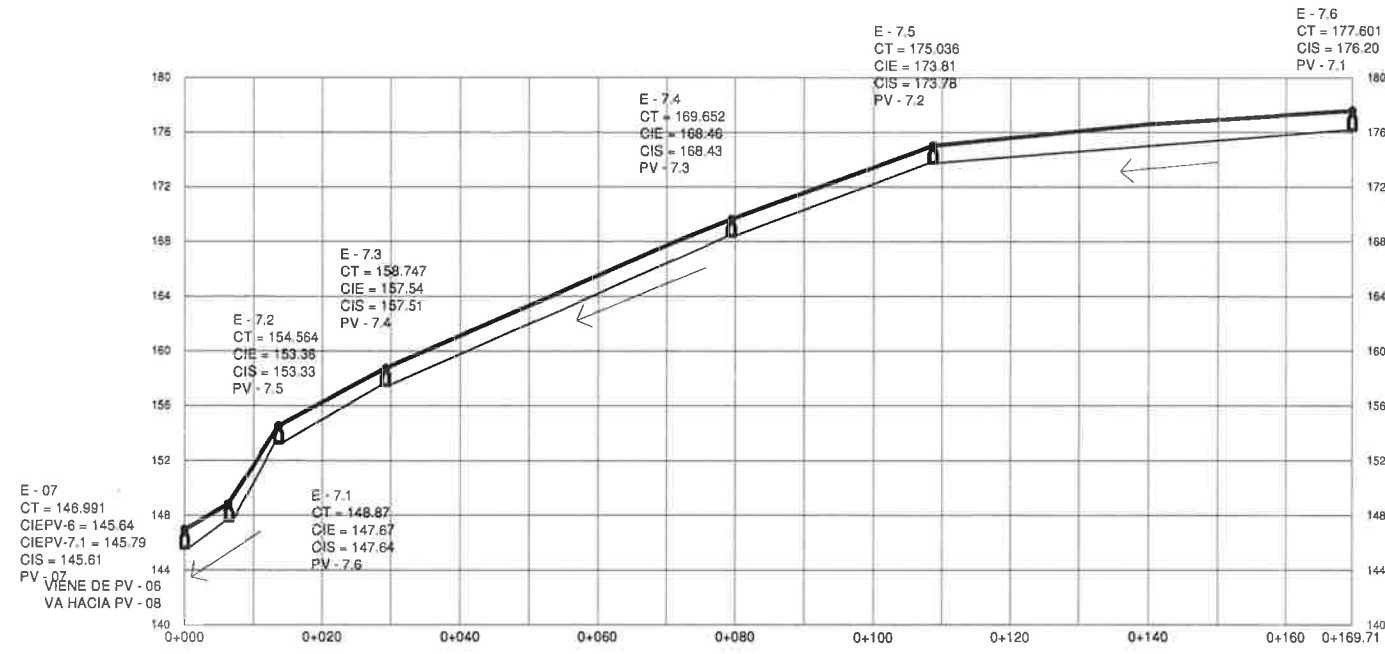
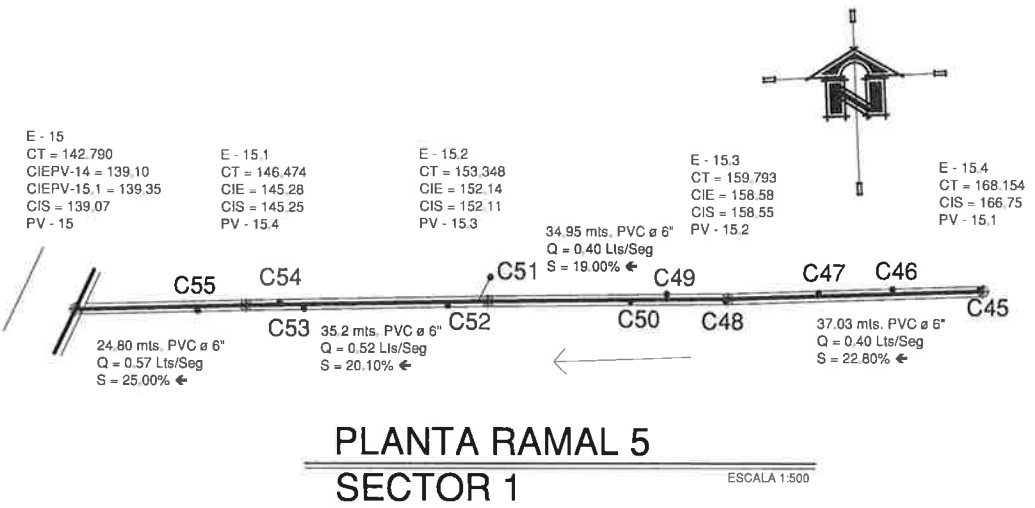
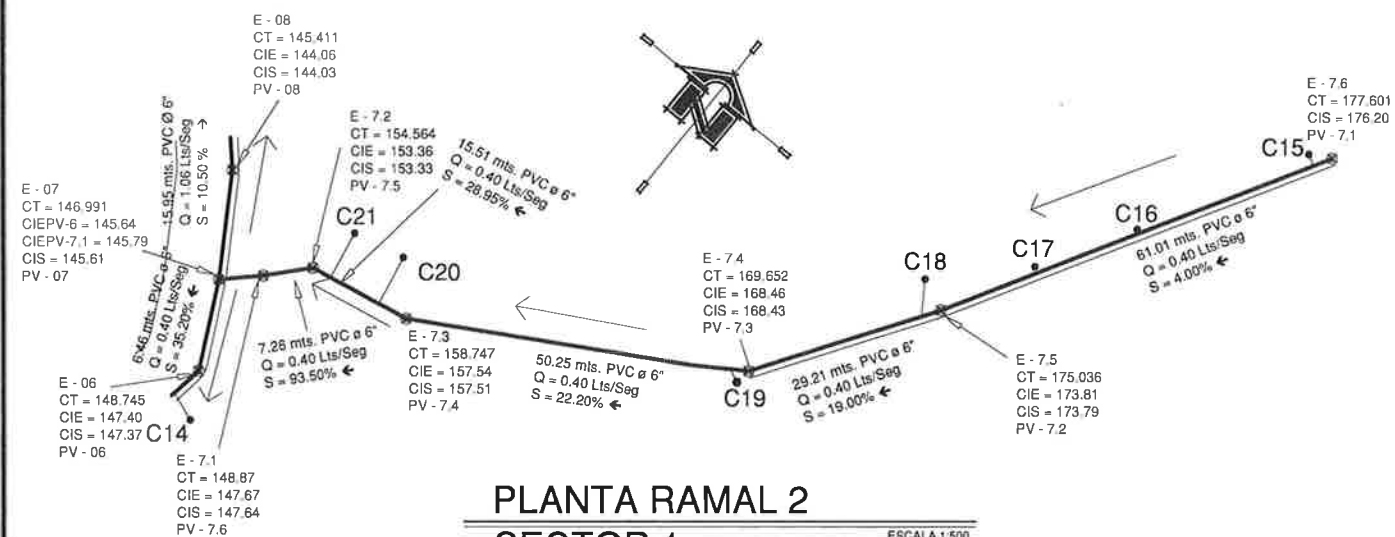


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO: Sistema de Saneamiento Sanitario para el Caserío Valparaiso, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz		
CONTENIDO: PLANTA-PERFIL DE RAMAL 1 SECTOR 1		
DISEÑO: BELVIN LAJ	ESTUDIANTE: BELVIN GAMALEL LAJ CAHAHU	CARTEL: 2004/40123
CÁLCULO: BELVIN LAJ	FECHA: MARZO 2011	HOJA: 11

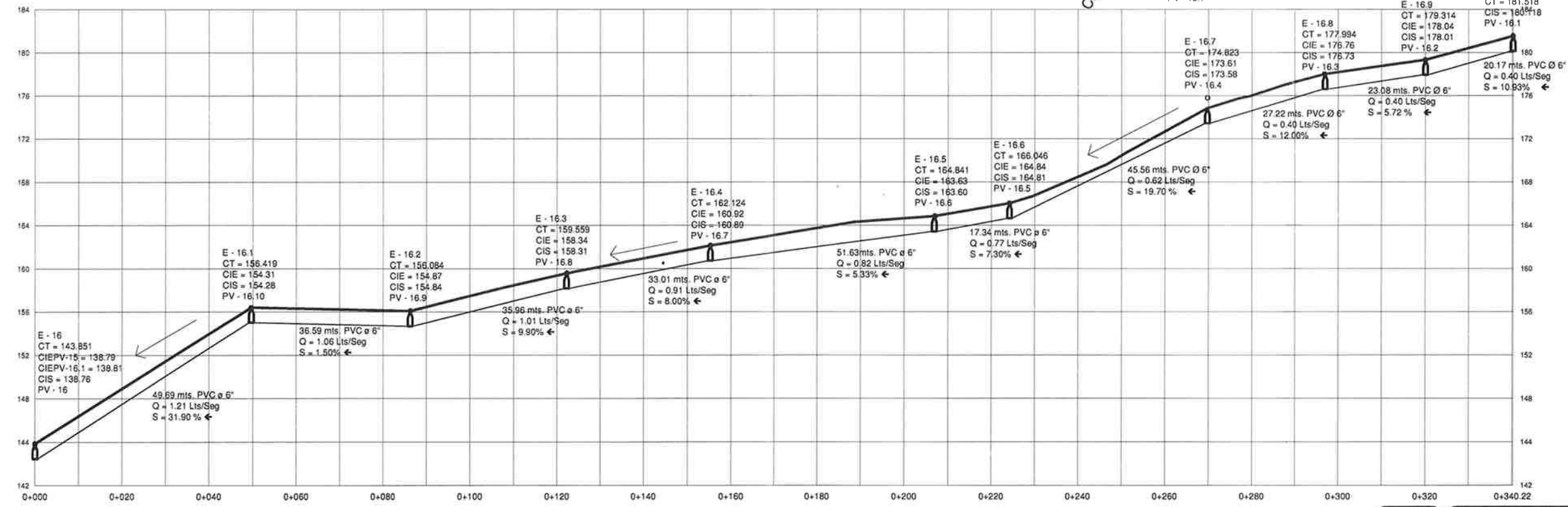
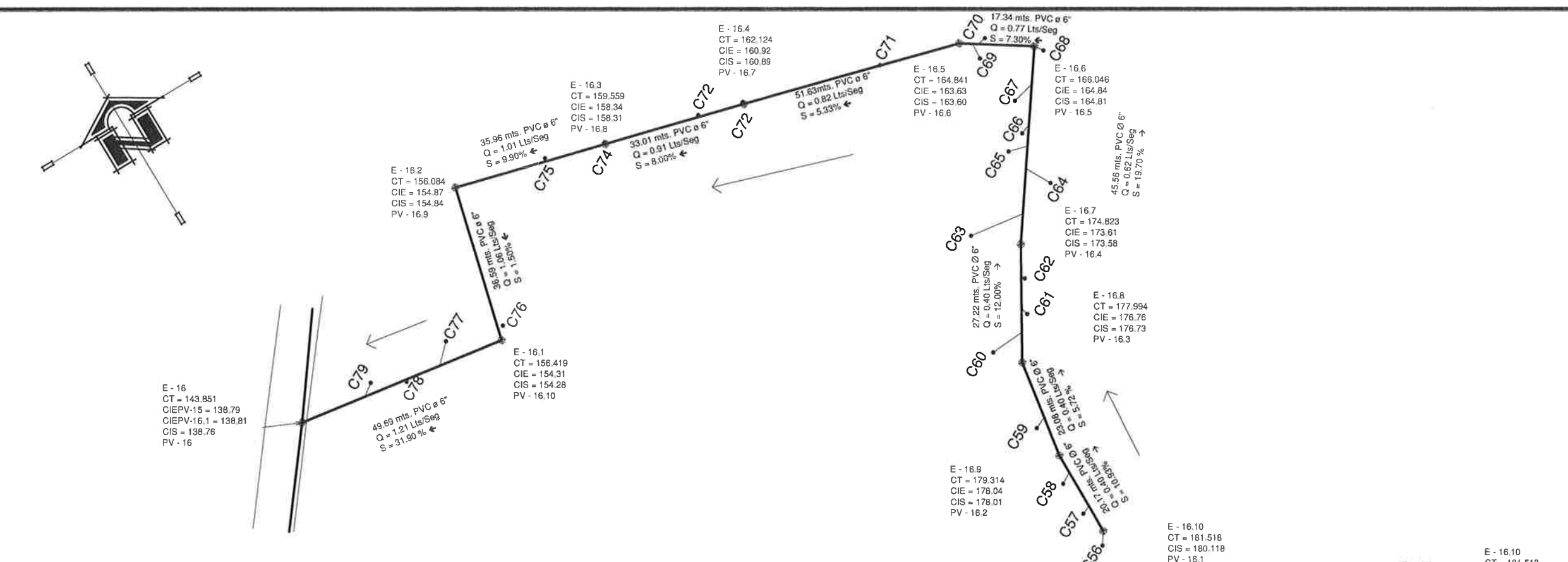
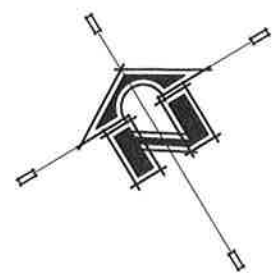


	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
	PROYECTO: Sistema de Alcantarillado Sanitario para el Caserío Valparaiso, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz	
DISEÑO: BELVIN LAJ	CONTENIDO: PLANTA-PERFIL DE RAMALES 3 Y 4 SECTOR 1	
CÁLCULO: BELVIN LAJ	ELABORANTE: BELVIN GAMAURELLA FANAYAN	
DIBUJO: BELVIN LAJ	No. 11	
ESCALA INDICADA	Unidad de Ingeniería	
FECHA: MARZO 2011	11	





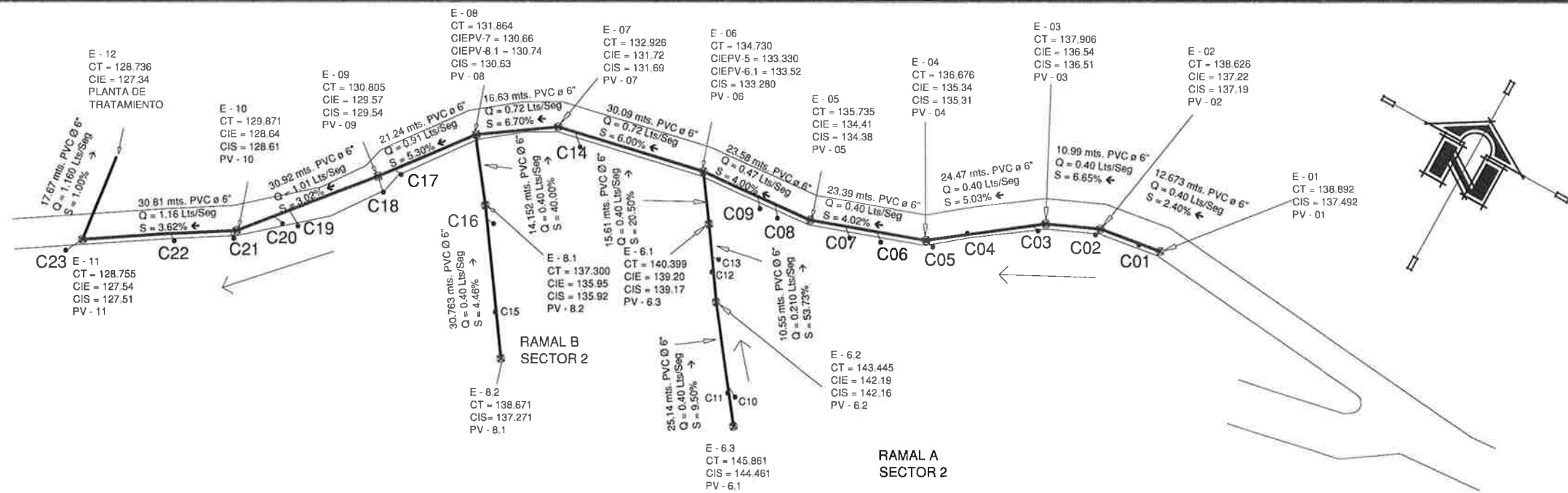
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
Proyecto: Sistema de Alcantarillado Sanitario para el Caserío (Najabab, Sista (Cruz Verde) - Alta Verapaz)	
CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL DE RAMALES 2 Y 5 SECTOR 1	
DISEÑO: BELVIN LAJ	CARTE: 07
CÁLCULO: BELVIN LAJ	HOJA: 11
DIBUJO: BELVIN LAJ	
ESCALA: INDICADA	
FECHA: MARZO 2012	



## PERFIL RAMAL 6 SECTOR 1

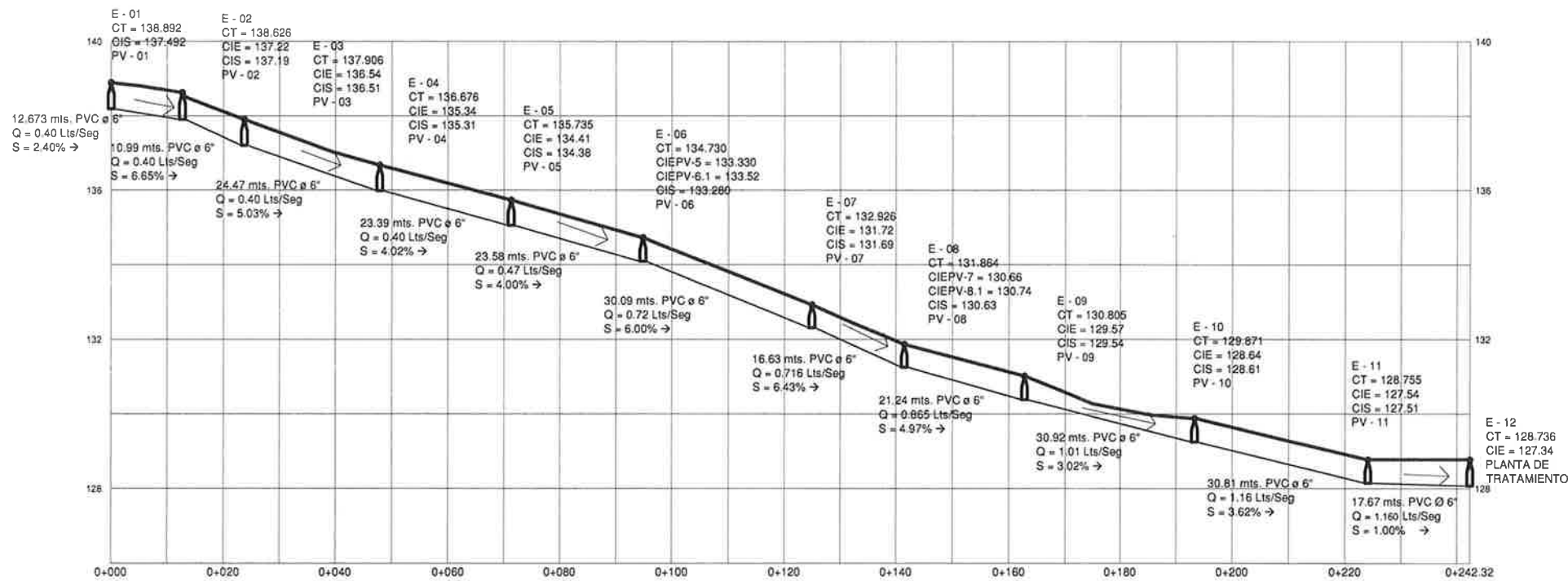
ESCALA H 1:500  
V 1:200

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
SISTEMA de Alcantarillado Residual para el Caserío de San Carlos, Alta Verapaz Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz	
<b>PLANTA-PERFIL DE RAMAL SECTOR 1</b>	
DISEÑO BELWILAJ CALCULO BELWILAJ DIBUJO BELWILAJ ESCALA INDICADA FECHA MARZO 2011	CARNE BELWILAJ HOJA 08 11



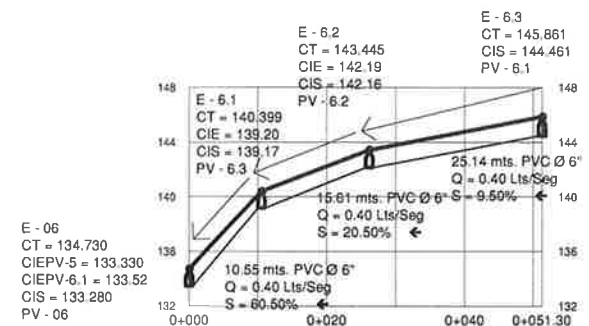
### PLANTA SECTOR 2

ESCALA 1:500



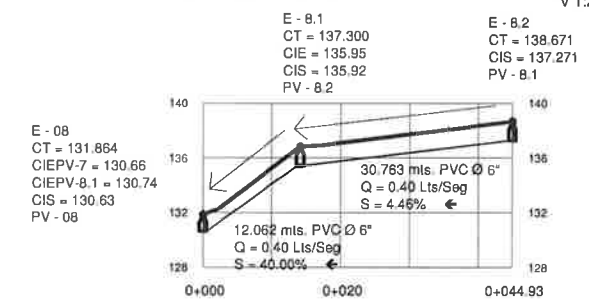
### PERFIL EJE CENTRAL SECTOR 2

ESCALA H 1:500  
V 1:75



### PERFIL RAMAL - A SECTOR 2

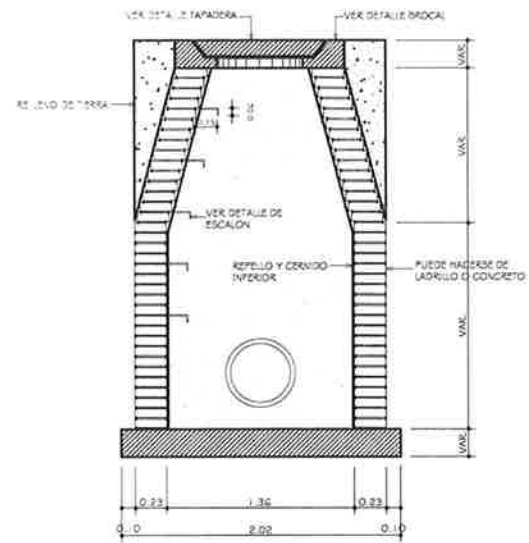
ESCALA H 1:500  
V 1:250



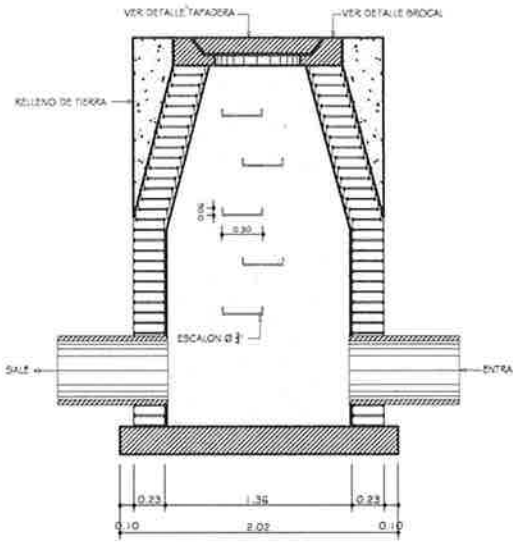
### PERFIL RAMAL - B SECTOR 2

ESCALA H 1:500  
V 1:250

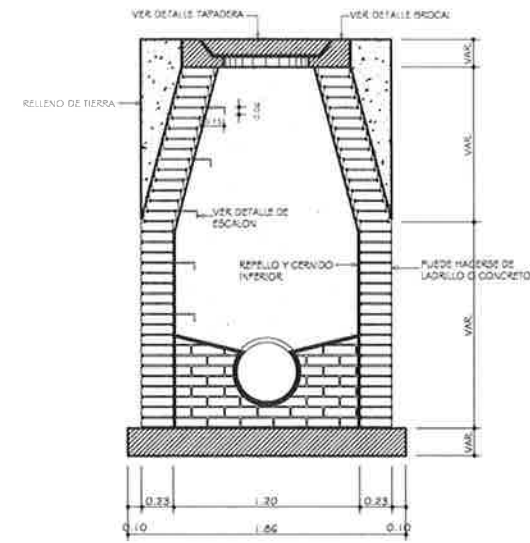
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
	PROYECTO: Sistema de Abastecimiento Sanitario para el Caserío Valparaiso, I. y Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz	
DISEÑO: BELVIN LAJ CALCULO: BELVIN LAJ DIBUJO: BELVIN LAJ ESCALA: INDICADA FECHA: MAYO 2011	RAMALES A - B Y EJE CENTRAL SECTOR 2 PLANTA PERIFERICA	
	ESTUDIANTE: BELVIN LAJ No. de Práctica: 09 Fecha: 09/11	



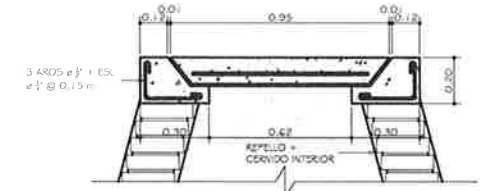
SECCION C - C  
ESCALA 1:25



SECCION B - B  
ESCALA 1:25

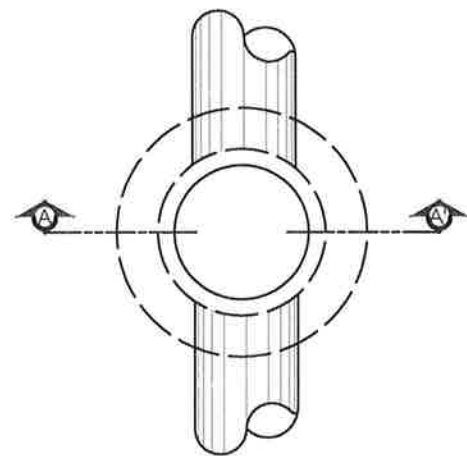


SECCION C - C  
ESCALA 1:25

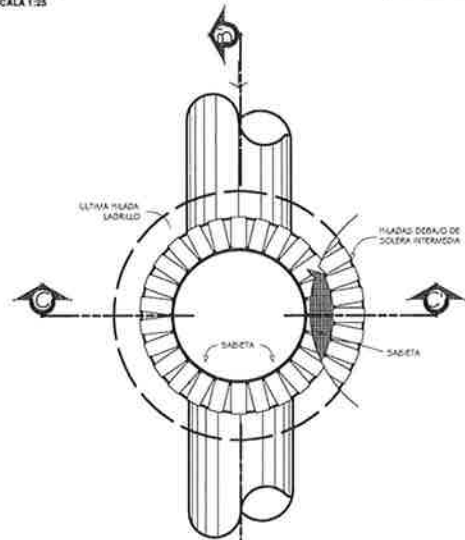


DETALLE DE BROCAL  
ESCALA 1:15

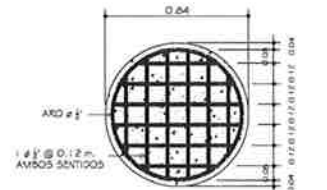
- NOTAS
1. LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DE VISITA DEBERAN IDENTIFICARSE CON LA NOMENCLATURA DEL PLANO RED GENERAL.
  2. EL CONCRETO DEBERIA TENER UN REFUERZO  $f_y=210\text{kg/cm}^2$  PROPORCION 1:2:5.
  3. EL MORTERO A UTILIZAR EN EL LEVANTADO DE LADRILLO SERA SABITA DE CEMENTO Y ARENA DE RIO CON PROPORCION 1:3.
  4. LOS BROCALS Y LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DEBERAN CURARSE SEGUN LAS ESPECIFICACIONES A.C.I. ANTES DE SU INSTALACION.
  5. EL ACERO A UTILIZAR SERA  $f_y=2810\text{kg/cm}^2$  (GRADO 40).
  6. TODAS LAS TAPADERAS DEBERAN SER NUMERADAS EN BAJO RELIEVE.
  7. EL INTERIOR DE LOS POZOS DE ALZARAN CON SABITA DE CEMENTO Y ARENA DE RIO PROPORCION 1:3 HASTA LA ALTURA DE 0.30 ms. SOBRE LA COTA DE CORONA DE LA TUBERIA DE ENTRADA.
  8. TODA LA TUBERIA ES RIBLOCK DE LOS DIAMETROS INDICADOS EN LOS PLANOS.



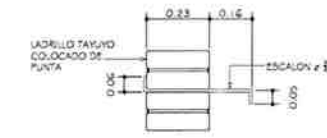
PLANTA POZO DE VISITA  
ESCALA 1:25



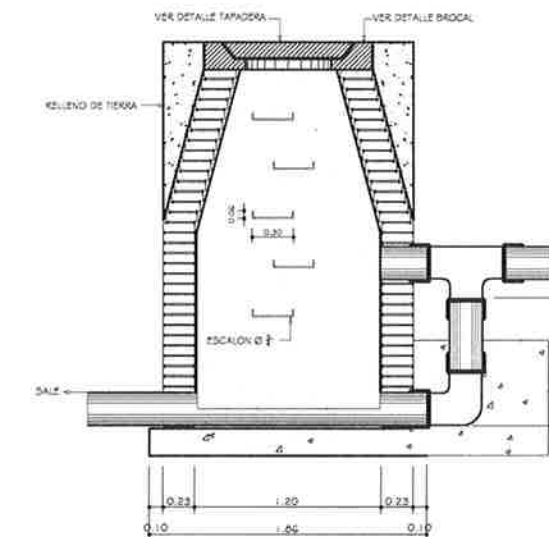
PLANTA POZO DE VISITA  
ESCALA 1:25



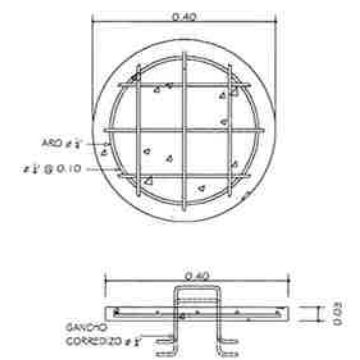
DETALLE DE ARMADO DE TAPADERA  
ESCALA 1:20



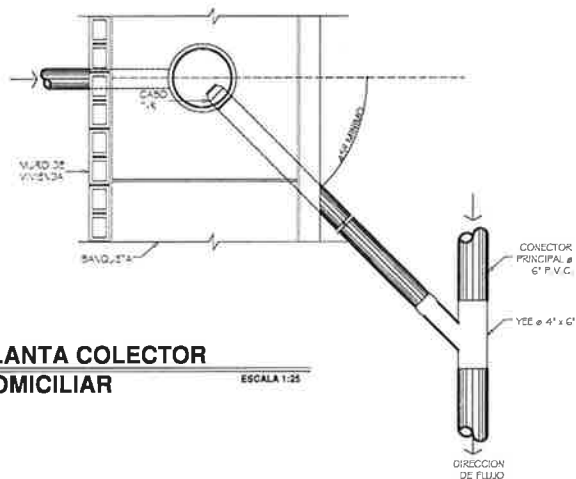
DETALLE DE ESCALON  
ESCALA 1:12.5



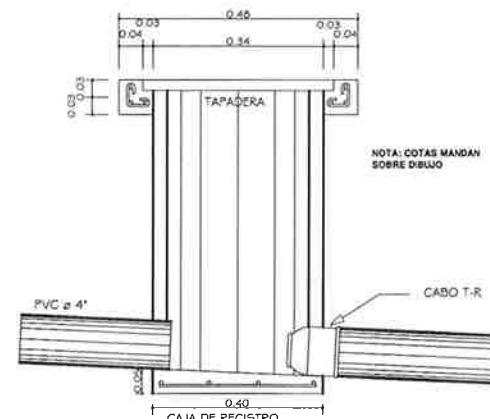
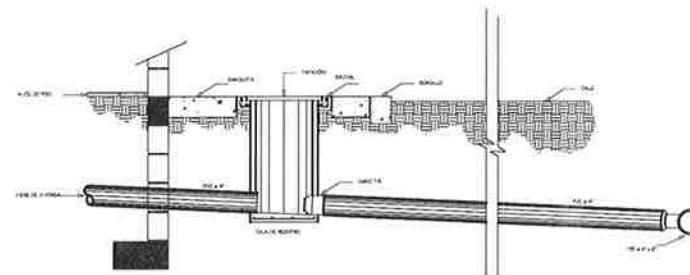
POZO CON CAIDA MAYOR A 0.70 mts.  
ESCALA 1:25



DETALLE TAPADERA CAJA DE REGISTRO  
ESCALA 1:7.5



PLANTA COLECTOR DOMICILIAR  
ESCALA 1:25



DETALLE DE CAJA DE REGISTRO  
SIN ESCALA

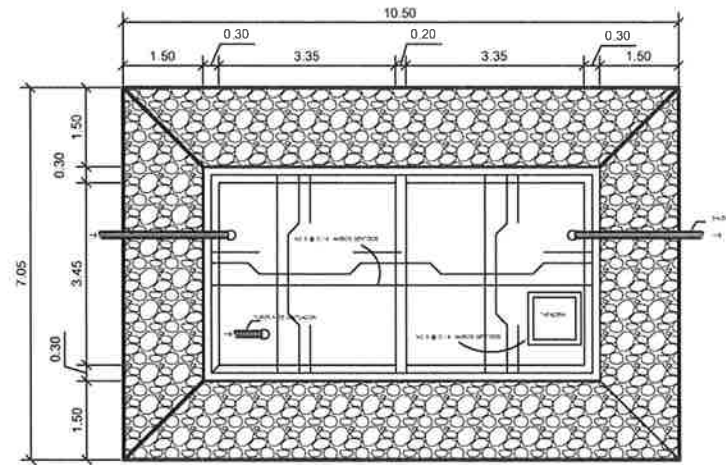
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: Instalación Sistema de Drenaje Caserio Volcanalzo Santa Cruz Peten, Alta Verapaz

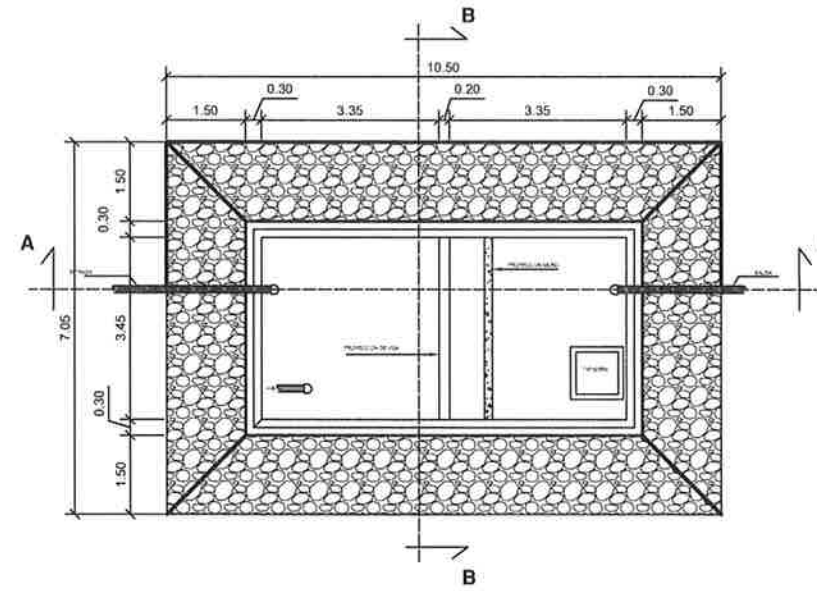
CONTENIDO: PLANTA PERFIL DE PV-05 A PV-10

0.860 SELVIN LAJ  
CALCULO SELVIN LAJ  
DIBUJO SELVIN LAJ  
ESCALA INDICADA  
FECHA MARZO 2011

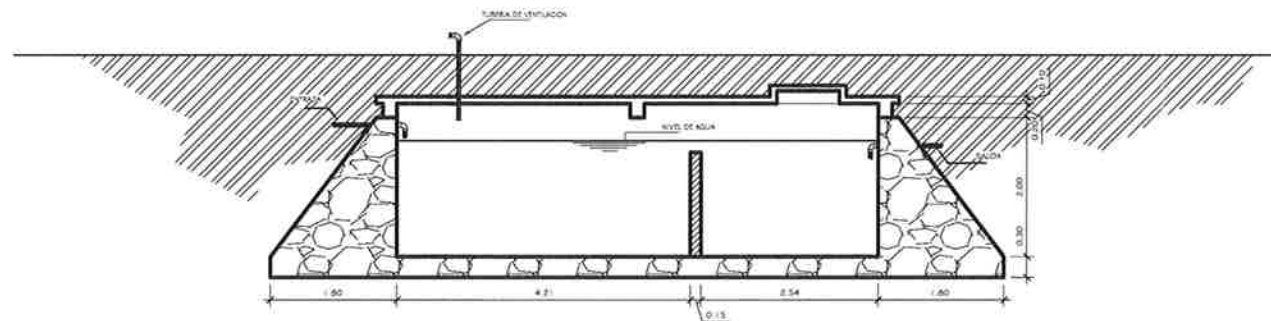
HOJA 18 11



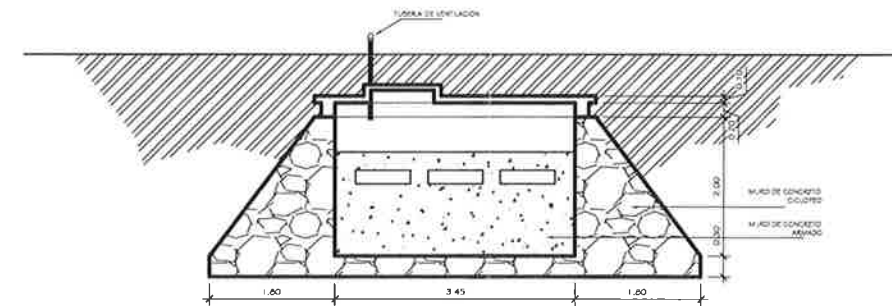
PLANTA  
ARMADO DE LOSA SUPERIOR SIN ESCALA



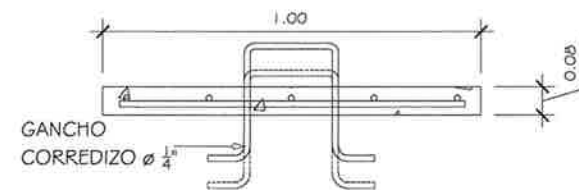
PLANTA  
FOSA SEPTICA SIN ESCALA



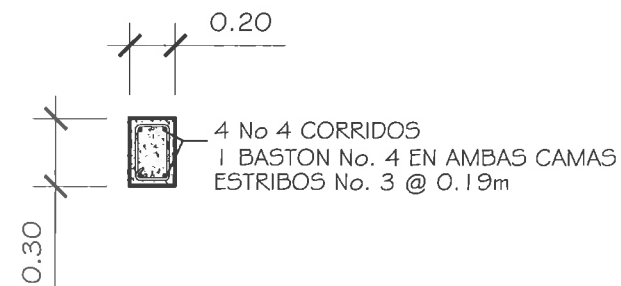
SECCION LONGITUDINAL A-A SIN ESCALA



SECCION LONGITUDINAL B-B SIN ESCALA



DETALLE DE TAPADERA SIN ESCALA



DETALLE DE VIGA SIN ESCALA

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA de Guatemala
	PROYECTO: Sistema de Aterrizaje Sanitario para el Caserío Valparaiso, Santa Cruz Yempez, Altiplano, Guatemala. DISEÑO: BELVIN LAJ CALCULO: BELVIN LAJ DIBUJO: BELVIN LAJ ESCALA: INDICADA FECHA: MARZO 2011
DETALLE DE FOSEPTICA	
Unidad de Ingeniería y Estructuras	
11	



## ANEXOS

### FOTOGRAFIAS DEL TIPO DE SUELO Y ENSAYOS REALIZADOS A MUESTRA DE ROCA PARA EL DISEÑO DE LA EDIFICACION ESCOLAR DE DOS NIVELES, ALDEA CHIJOU.

Excavación para toma de muestra



Fuente: aldea Chijou.

Ejemplo tipo de suelo del área



Fuente: aldea Chijou.



**EVALUACION AMBIENTAL INICIAL, EDIFICACION ESCOLAR DE DOS NIVELES, ALDEA CHIJOU.**

**DGGA-GA-R-001**



**EVALUACION AMBIENTAL INICIAL**

Instrucciones	Para uso interno del MARN
<p><b>El formato debe proporcionar toda la información solicitada en los apartados, de lo contrario Ventanilla Única no lo aceptará.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Completar el siguiente formato de Evaluación Ambiental Inicial (EAI), colocando una X en las casillas donde corresponda y <b>debe</b> ampliar con información escrita en cada uno de los espacios del documento, en donde se requiera.</li> <li>• Si necesita mas espacio para completar la información, puede utilizar hojas adicionales e indicar el inciso o sub-inciso a que corresponde la información.</li> <li>• La información <b>debe</b> ser completada, utilizando letra de <b>molde legible</b> o a máquina de escribir.</li> <li>• Este formato también puede completarlo de forma digital, el MARN puede proporcionar copia electrónica si se le facilita el disquete, CD, USB; o bien puede solicitarlo a la siguiente dirección: <a href="mailto:vunica@marn.gob.gt">vunica@marn.gob.gt</a></li> <li>• Todos los espacios deben ser completados, incluso el de aquellas interrogantes en que no sean aplicables a su actividad (explicar la razón o las razones por lo que usted lo considera de esa manera).</li> <li>• Por ningún motivo, puede modificarse el formato y/o agregarle los datos del proponente o logo(s) que no sean del MARN.</li> </ul>	<p>No. Expediente:</p>  <p>Clasificación del Listado Taxativo</p>  <p>Firma y Sello de Recibido MARN</p>
<p align="center"><b>I. INFORMACION LEGAL</b></p>	
<p align="center"><b>I.1. Nombre del proyecto obra, industria o actividad:</b></p> <p align="center"><b>EDIFICACION ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA LA ALDEA CHIJOU, SANTA CRUZ VERAPAZ, ALTA VERAPAZ.</b></p>	
<p align="center"><b>1.1.1 Descripción del proyecto, obra o actividad para lo que se solicita aprobación de este instrumento</b></p> <p>El proyecto consiste en realizar el diseño y planificación de una edificación escolar de dos niveles para la aldea Chijou, del municipio de Santa Cruz Verapaz, que cuente con tres salones de clases, servicios sanitarios de hombres y mujeres, bodega y dirección en la planta baja, y dos salones de clases, laboratorio de computación en la planta alta.</p> <p>La estructura será a base de marcos dúctiles con marcos rígidos (sistema de vigas y columnas de concreto reforzado) y losas de concreto armado, muros de block de pómez para delimitar los ambientes, piso cerámico y puertas de metal.</p>	



**I.2. Información legal:**

**A) Nombre del Proponente o Representante Legal:**

**SELVIN GAMALIEL LAJ CANAHUI**

**B) De la empresa:**

Razón social: MUNICIPALIDAD DE SANTA CRUZ VERAPAZ, ALTA VERAPAZ.

Nombre Comercial:

MUNICIPALIDAD DE SANTA CRUZ VERAPAZ, ALTA VERAPAZ.

No. De Escritura Constitutiva: \_\_\_\_\_

Fecha de constitución:

Patente de Sociedad      Registro No. \_\_\_\_\_      Folio No. \_\_\_\_\_      Libro No. \_\_\_\_\_

Patente de Comercio      Registró No. \_\_\_\_\_      Folio No. \_\_\_\_\_      Libro No. \_\_\_\_\_

No. De Finca \_\_\_\_\_      Folio No. \_\_\_\_\_      Libro No. \_\_\_\_\_  
de \_\_\_\_\_ donde se ubica el proyecto, obra, industria o actividad.

Número de Identificación Tributaria (NIT): 653943-2

**I.3 Teléfono Fax Correo electrónico: 5782-3592**

**I.4 Dirección de donde se ubicará el proyecto:**

**ALDEA CHIJOU, DEL MUNICIPIO DE SANTA CRUZ VERAPAZ, ALTA VERAPAZ.**

**Especificar Coordenadas UTM o Geográficas**

<b>Coordenadas UTM (Universal Transverse de Mercator Datum WGS84</b>	<b>Coordenadas Geográficas</b>
15 T774414 :: 1700929	15° 22'25" N
	90° 25'50" O

**I.5 Dirección para recibir notificaciones (dirección fiscal)**

**Calle 3 de Mayo, 0-24, Barrio Santa Elena, Zona 1, Municipalidad de Santa Cruz Verapaz.**

**I.6 Si para consignar la información en este formato, fue apoyado por una profesional, por favor anote el nombre y profesión del mismo**

**Selvin Gamaliel Laj Canahui, Ingeniero Civil.**

**II. INFORMACION GENERAL**

Se debe proporcionar una descripción de las operaciones que serán efectuadas en el proyecto, obra, industria o actividad, explicando las etapas siguientes:

**Etapas de:**

Construcción	II.2 Operación	II.3 Abandono
<p><b>GENERALIDADES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza y chapeo</li> <li>• Trazo y estaqueado</li> <li>• Bodega y guardianía</li> <li>• Cimentación</li> <li>• Levantado de Muros</li> <li>• Columnas y vigas</li> <li>• Losas</li> <li>• Instalación hidráulica</li> <li>• Instalación sanitaria y pluvial</li> <li>• Piso de concreto</li> <li>• Puertas y ventanas</li> <li>• Módulo de gradas</li> </ul> <p><b>INSUMOS NECESARIOS</b> Cemento, arena, piedrín, material selecto, agua, blocks, arena amarilla, acero 3/4, 1/2, 3/8, alambre de amarre, tuberías PVC, perfiles, etc.</p>	<p>Actividades o procesos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Actividades educativas</li> <li>• Reparación de paredes</li> <li>• Mantenimiento a instalaciones</li> <li>• Limpieza</li> <li>• Aplicación de pintura</li> </ul> <p>Materia prima e insumos</p> <p>Escobas, cemento, arena, piedrín, pintura, accesorios pvc, accesorios eléctricos.</p>	<p>Acciones a tomar en caso de abandono.</p> <p>Para este proyecto no existe la posibilidad de abandono.</p> <p>Se mantendrá un mantenimiento constante.</p>

**II.4 Área**

- a) Área total de terreno en metros cuadrados: 1000.00 m2
- b) Área de ocupación del proyecto en metros cuadrados: 392.00 m2
- c) Área total de construcción en metros cuadrados: 392.00 m2

**II.5 Actividades colindantes al proyecto:**

NORTE CALLE SUR RESIDENCIAL Y AGRICOLA  
 ESTE RESIDENCIAL Y AGRICOLA OESTE RESIDENCIAL Y CAMINO VECINAL

Describir detalladamente las características del entorno (viviendas, barrancos, ríos, basureros, iglesias, centros educativos, centros culturales, etc.):

DESCRIPCION	DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL SITIO DEL PROYECTO
CALLE	NORTE	5 mts
RESIDENCIAL Y AGRICOLA	SUR	150 mts
RESIDENCIAL Y AGRICOLA	ESTE	10 mts
RECIDENCIAL Y CAMINO VECINAL	OESTE	25 mts

**II.6 Dirección del viento:**

NOR - ESTE

**II.7 Datos laborales**

a) Jornada de trabajo: Diurna ( X ) Nocturna ( ) Mixta ( ) Horas Extras de 7:00 am a 4:00 pm

b) Número de empleados por jornada 10 Empleados Total empleados 10 Empleados

d) otros datos laborales, especifique

La fase de construcción del proyecto está contemplada para realizarse en 7 meses, tiempo en el cual se ejecutarán todos los renglones especificados en el cronograma físico. En la fase de operación se tendrá presencia personal administrativo, docentes y estudiantes del plantel.

**II.8 PROYECCIÓN DE USO Y CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...**

**CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...**

	Tipo	Si/N	Cantidad/(mes día y hora)	Proveedor	Uso	Especificaciones u observaciones	Forma de almacenamiento
Agua	<b>Servicio publico</b>	SI	2.7 lts/seg	Sistema de agua potable de la comunidad	Domiciliar	En fase de Construcción: Se empleara para trabajos de construcción.  En fase de operación: se empleara actividades domesticas	En tanques de distribución.
	<b>Pozo</b>	NO					
	<b>Agua especial</b>	NO					
	<b>Superficial</b>	NO					
Combustible	<b>Otro</b>	NO					
	<b>Gasolina</b>	SI	En fase de construcción: 5 galones por día	Empresa Constructora	Maquinaria y vehículos	Uso temporal en fase de construcción	Tanque de vehículos.
	<b>Diesel</b>	SI	En fase de construcción: 3 galones por día	Empresa Constructora	Maquinaria y vehículos	Uso temporal en fase de construcción	Tanque de vehículos
	<b>Bunker</b>	NO					
	<b>Glp</b>	NO					
	<b>Otro</b>	NO					

Lubricantes	<b>Solubles</b>	NO				
	<b>No solubles</b>	NO				
Refrigerante		NO				
Otros		NO				
<b>NOTA: si se cuenta con licencia extendida por la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas, para comercialización o almacenaje de combustible. Adjuntar copia</b>						
<b>III. TRANSPORTE</b>						
<p>III.1 En cuanto a aspectos relacionados con el transporte y parqueo de los vehículos de la empresa, proporcionar los datos siguientes:</p> <p>a) Número de vehículos <u>3</u></p> <p>b) Tipo de vehículo <u>2 camiones y 1 pick ups</u></p> <p>c) sitio para estacionamiento y área que ocupa: <u>Interior del predio</u></p>						
<b>IV. IMPACTOS AMBIENTALES QUE PUEDEN SER GENERADOS POR EL PROYECTO, OBRA, INDUSTRIA O ACTIVIDAD</b>						

#### **IV. 1 CUADRO DE IMPACTOS AMBIENTALES**

En el siguiente cuadro, identificar el o los impactos ambientales que pueden ser generados como resultado de la construcción y operación del proyecto, obra, industria o actividad. Marcar con una X o indicar que no aplica, no es suficiente, por lo que se requiere que se describa y detalle la información, indicando si corresponde o no a sus actividades (usar hojas adicionales si fuera necesario).

No.	Aspecto Ambiental	impacto ambiental	Tipo de impacto ambiental (de acuerdo con la descripción del cuadro anterior)	Indicar los lugares de donde se espera se generen los impactos ambientales	Manejo ambiental Indicar qué se hará para evitar el impacto al ambiente, trabajadores y/o vecindario.
1	Aire	Gases o partículas (polvo, vapores, humo, hollín, monóxido de carbono, óxidos de azufre, etc.)	Polvo	Área del proyecto	Equipo de seguridad, mascarillas/trabajadores. Vecindario trabajo diurno área de trabajo delimitada. Riego del área de trabajo.
		Ruido	Ruido, por trabajo de mezcladora	Área del proyecto	Trabajo en jornada diurna.
		Vibraciones	Por compactación de zanjas y movimiento de maquinaria.	Área adyacente al proyecto.	El ruido es de bajo impacto, se trabajara en jornada diurna para no afectar a los vecinos
		Olores	No aplica		

2	Agua	Abastecimiento de agua	Disminución del caudal de fuentes superficiales por el incremento de la demanda de agua para las actividades de construcción y operación.	Descarga: En la micro cuenca	Utilizar en forma racional el recurso.
		Aguas residuales Ordinarias (aguas residuales generadas por las actividades domésticas)	Cantidad: 0.2 lts/seg	Descarga: En batería de baños	Se propone el diseño de un sistema de tratamiento primario, consistente en la implementación de una fosa séptica y un pozo de absorción
		Aguas residuales Especiales (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias)	Cantidad: No hay generación de este tipo de aguas residuales especiales no tienen en obra	Descarga: No existe.	
		Mezcla de las aguas residuales anteriores	Cantidad: No hay generación	Descarga: No existe.	
		Agua de lluvia	Captación directa del suelo.	Área de construcción del proyecto por medio de una escorrentía natural	Se absorberá por métodos naturales de filtración hacia el suelo
3	Suelo	Desechos sólidos (basura común)	Cantidad: Variable	Empresa recolectora de basura	Recolectar la basura y depositarla en un lugar apto para su manejo.
		Desechos Peligrosos (con una o mas de las siguientes características: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables y bioinfecciosos)	Cantidad:	Disposición	
		Descarga de aguas residuales (si van directo al suelo)	El daño podrá ser mínimo ya que el agua se utiliza únicamente para mezclas.	Juntas de tuberías y conexiones domiciliarias.	El agua se aplica al balastro controladamente mediante mangueras que cuentan con una llave de control de trabajo
		Modificación del relieve o topografía del área			

4	Biodiversidad	Flora (árboles, plantas)	Bajo impacto no se modificara	Área de construcción	
		Fauna (animales)	No existe fauna significativa en el área.	No se aumentara la generación existente.	
		Ecosistema	No hay ecosistema definido. Es área rural muy poblada y con cultivos de café.		
5	Visual	Modificación del paisaje	Se modifica el paisaje de manera temporal durante la ejecución del proyecto.	Área del proyecto.	Rellenar perfectamente las zanjas y eliminar ripio al finalizar todos los trabajos.
6	Social	Habrà un alto impacto sobre las condiciones sociales, económicas y culturales, incluyendo monumentos arqueológicos.	Se mejorará las condiciones de vida	El impacto se generará en las familias beneficiadas por el proyecto.	Concientizar a los usuarios el manejo adecuado de las instalaciones
7	Otros				

NOTA: Complementaria a la información proporcionada se solicitan otros datos importantes en los numerales siguientes.

<b>V. Demanda y consumo de energía</b>	
<b>CONSUMO</b>	
V.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (kW/hr o kW/mes) <b>2.8 kw/hr</b>	
V. 2 Forma de suministro de energía	
a) <u>publico</u> <b>SI</b>	Sistema
b) _____	Sistema privado
c) _____	generación propia
V.3 Dentro de los sistemas eléctricos de la empresa se utilizan transformadores, condensadores, capacitores o inyectores eléctricos?  SI _____ NO <u>X</u> _____	
V.4 Qué medidas propone para disminuir el consumo de energía o promover el ahorro de energía?  <b>El consumo de energía solo se producirá en la fase de construcción, por lo que se propone trabajar en jornada diurna para evitar el consumo innecesario.</b>	

<p><b>VI. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD</b></p> <p><b>VI.1 Efectos en la salud humana del vecindario:</b></p> <p>a) <input checked="" type="checkbox"/> la actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio</p> <p>b) <input type="checkbox"/> la actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores</p> <p>c) <input type="checkbox"/> la actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores</p> <p>Del inciso marcado explique las razones de su respuesta, identificar que o cuales serían las actividades riesgosas:</p>
<p><b>VI.2 En el área donde se ubica la actividad, a qué tipo de riesgo puede estar expuesto?</b></p> <p>a) inundación ( )                      b) explosión ( )                      c) deslizamientos ( x )</p> <p>d) derrame de combustible ( )                      e) fuga de combustible ( )                      d) Incendio ( )                      e) Otro ( )</p> <p>Detalle la información explicando el por qué?</p>
<p><b>VI.3 riesgos ocupacionales:</b></p> <p><input type="checkbox"/> Existe alguna actividad que represente riesgo para la salud de los trabajadores</p> <p><input type="checkbox"/> La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los trabajadores</p> <p><input type="checkbox"/> La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de los trabajadores</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> No existen riesgos para los trabajadores</p> <p>Ampliar información:</p> <p><b>La actividad de levantado de paredes presenta riesgos ya que se utilizan andamios, por lo que se proveerá de equipo de seguridad a los empleados.</b></p>
<p><b>VI.4 Equipo de protección personal</b></p> <p>VI.4.1 Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores? SI ( X ) NO ( )</p> <p>VI.4.2 Detallar que clase de equipo de protección se proporciona:</p> <p><b>Equipos de seguridad industrial recomendado por el IGGG, mascarillas, guantes, casco, lentes, tapa oídos, botas, botiquín médico, teléfonos/radios para comunicación urgente.</b></p> <p>VI.4.3 ¿Qué medidas propone para evitar las molestias o daños a la salud de la población y/o trabajadores?</p> <p><b>Prohibir el acceso al área de construcción de personal ajeno a la obra, trabajar en horario diurno y asignar un supervisor residente en la obra.</b></p> <p><b>Señalización de puntos críticos.</b></p>

Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales

## COEFICIENTES PARA MOMENTOS NEGATIVOS.

Coefficientes para momentos negativos en losas<sup>a</sup>

$$M_{a,neg} = C_{a,neg} w l_a^2$$

donde w = carga muerta más viva uniforme total

$$M_{b,neg} = C_{b,neg} w l_b^2$$

Relación $m = \frac{l_a}{l_b}$	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
1.00									
$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$		0.045 0.045	0.076	0.050 0.050	0.075	0.071	0.071	0.033 0.061	0.061 0.033
0.95									
$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$		0.050 0.041	0.072	0.055 0.045	0.079	0.075	0.067	0.038 0.056	0.065 0.029
0.90									
$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$		0.055 0.037	0.070	0.060 0.040	0.080	0.079	0.062	0.043 0.052	0.068 0.025
0.85									
$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$		0.060 0.031	0.065	0.066 0.034	0.082	0.083	0.057	0.049 0.046	0.072 0.021
0.80									
$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$		0.065 0.027	0.061	0.071 0.029	0.083	0.086	0.051	0.055 0.041	0.075 0.017
0.75									
$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$		0.069 0.022	0.056	0.076 0.024	0.085	0.088	0.044	0.061 0.036	0.078 0.014
0.70									
$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$		0.074 0.017	0.050	0.081 0.019	0.086	0.091	0.038	0.068 0.029	0.081 0.011
0.65									
$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$		0.077 0.014	0.043	0.085 0.015	0.087	0.093	0.031	0.074 0.024	0.083 0.008
0.60									
$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$		0.081 0.010	0.035	0.089 0.011	0.088	0.095	0.024	0.080 0.018	0.085 0.006
0.55									
$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$		0.084 0.007	0.028	0.092 0.008	0.089	0.096	0.019	0.085 0.014	0.086 0.005
0.50									
$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$		0.086 0.006	0.022	0.094 0.006	0.090	0.097	0.014	0.089 0.010	0.088 0.003

<sup>a</sup> Un borde achurado indica que la losa continúa a través o se encuentra empotrada en el apoyo; un borde sin marcas indica un apoyo donde la resistencia torsional es despreciable.

Fuente: NILSON, Arthur H. *Diseño de estructuras de concreto*. 12a ed. Colombia: McGraw-Hill, 2001. 722 p.



## COEFICIENTES PARA MOMENTOS POSITIVOS DEBIDO A CARGA MUERTA.

Coeficientes para momentos positivos debidos a carga muerta en losas\*

$$M_{d, pos, dl} = C_{a, dl} w l_a^2$$

donde w = carga muerta uniforme total

$$M_{b, pos, dl} = C_{b, dl} w l_b^2$$

Relación	Caso1	Caso2	Caso3	Caso4	Caso5	Caso6	Caso7	Caso8	Caso9
$l_b$									
1.00	$C_{a, dl}$ 0.036	0.018	0.018	0.027	0.027	0.033	0.027	0.020	0.023
	$C_{b, dl}$ 0.036	0.018	0.027	0.027	0.018	0.027	0.033	0.023	0.020
0.95	$C_{a, dl}$ 0.040	0.020	0.021	0.030	0.028	0.036	0.031	0.022	0.024
	$C_{b, dl}$ 0.033	0.016	0.025	0.024	0.015	0.024	0.031	0.021	0.017
0.90	$C_{a, dl}$ 0.045	0.022	0.025	0.033	0.029	0.039	0.035	0.025	0.026
	$C_{b, dl}$ 0.029	0.014	0.024	0.022	0.013	0.021	0.028	0.019	0.015
0.85	$C_{a, dl}$ 0.050	0.024	0.029	0.036	0.031	0.042	0.040	0.029	0.028
	$C_{b, dl}$ 0.026	0.012	0.022	0.019	0.011	0.017	0.025	0.017	0.013
0.80	$C_{a, dl}$ 0.056	0.026	0.034	0.039	0.032	0.045	0.045	0.032	0.029
	$C_{b, dl}$ 0.023	0.011	0.020	0.016	0.009	0.015	0.022	0.015	0.010
0.75	$C_{a, dl}$ 0.061	0.028	0.040	0.043	0.033	0.048	0.051	0.036	0.031
	$C_{b, dl}$ 0.019	0.009	0.018	0.013	0.007	0.012	0.020	0.013	0.007
0.70	$C_{a, dl}$ 0.068	0.030	0.046	0.046	0.035	0.051	0.058	0.040	0.033
	$C_{b, dl}$ 0.016	0.007	0.016	0.011	0.005	0.009	0.017	0.011	0.006
0.65	$C_{a, dl}$ 0.074	0.032	0.054	0.050	0.036	0.054	0.065	0.044	0.034
	$C_{b, dl}$ 0.013	0.006	0.014	0.009	0.004	0.007	0.014	0.009	0.005
0.60	$C_{a, dl}$ 0.081	0.034	0.062	0.053	0.037	0.056	0.073	0.048	0.036
	$C_{b, dl}$ 0.010	0.004	0.011	0.007	0.003	0.006	0.012	0.007	0.004
0.55	$C_{a, dl}$ 0.088	0.035	0.071	0.056	0.038	0.058	0.081	0.052	0.037
	$C_{b, dl}$ 0.008	0.003	0.009	0.005	0.002	0.004	0.009	0.005	0.003
0.50	$C_{a, dl}$ 0.095	0.037	0.080	0.059	0.039	0.061	0.089	0.056	0.038
	$C_{b, dl}$ 0.006	0.002	0.007	0.004	0.001	0.003	0.007	0.004	0.002

\*Un borde achurado indica que la losa continúa a través o se encuentra empotrada en el apoyo; un borde sin marcas indica un apoyo donde la resistencia torsional es despreciable.

Fuente: NILSON, Arthur H. *Diseño de estructuras de concreto*. 12a ed. Colombia: McGraw-Hill, 2001. 722 p.

## COEFICIENTES PARA MOMENTOS POSITIVOS DEBIDO A CARGA MUERTA.

Coeficientes para momentos positivos debidos a carga viva en losas<sup>1)</sup>

$$M_{a, pos, ll} = C_{a, ll} w l_a^2$$

donde w = carga viva uniforme total

$$M_{b, pos, ll} = C_{b, ll} w l_b^2$$

Relación $m = \frac{l_a}{l_b}$	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
1.00	$C_{a, ll}$ $C_{b, ll}$	0.036 0.036	0.027 0.027	0.027 0.032	0.032 0.032	0.032 0.027	0.035 0.032	0.032 0.035	0.028 0.030	0.030 0.028
0.95	$C_{a, ll}$ $C_{b, ll}$	0.040 0.033	0.030 0.025	0.031 0.029	0.035 0.029	0.034 0.024	0.038 0.029	0.036 0.032	0.031 0.027	0.032 0.025
0.90	$C_{a, ll}$ $C_{b, ll}$	0.045 0.029	0.034 0.022	0.035 0.027	0.039 0.026	0.037 0.021	0.042 0.025	0.040 0.029	0.035 0.024	0.036 0.022
0.85	$C_{a, ll}$ $C_{b, ll}$	0.050 0.026	0.037 0.019	0.040 0.024	0.043 0.023	0.041 0.019	0.046 0.022	0.045 0.026	0.040 0.022	0.039 0.020
0.80	$C_{a, ll}$ $C_{b, ll}$	0.056 0.023	0.041 0.017	0.045 0.022	0.048 0.020	0.044 0.016	0.051 0.019	0.051 0.023	0.044 0.019	0.042 0.017
0.75	$C_{a, ll}$ $C_{b, ll}$	0.061 0.019	0.045 0.014	0.051 0.019	0.052 0.016	0.047 0.013	0.055 0.016	0.056 0.020	0.049 0.016	0.046 0.013
0.70	$C_{a, ll}$ $C_{b, ll}$	0.068 0.016	0.049 0.012	0.057 0.016	0.057 0.014	0.051 0.011	0.060 0.013	0.063 0.017	0.054 0.014	0.050 0.011
0.65	$C_{a, ll}$ $C_{b, ll}$	0.074 0.013	0.053 0.010	0.064 0.014	0.062 0.011	0.055 0.009	0.064 0.010	0.070 0.014	0.059 0.011	0.054 0.009
0.60	$C_{a, ll}$ $C_{b, ll}$	0.081 0.010	0.058 0.007	0.071 0.011	0.067 0.009	0.059 0.007	0.068 0.008	0.077 0.011	0.065 0.009	0.059 0.007
0.55	$C_{a, ll}$ $C_{b, ll}$	0.088 0.008	0.062 0.006	0.080 0.009	0.072 0.007	0.063 0.005	0.073 0.006	0.085 0.009	0.070 0.007	0.063 0.006
0.50	$C_{a, ll}$ $C_{b, ll}$	0.095 0.006	0.066 0.004	0.088 0.007	0.077 0.005	0.067 0.004	0.078 0.005	0.092 0.007	0.076 0.005	0.067 0.004

<sup>1)</sup> Un borde **churado** indica que la losa continúa a través o se encuentra empotrada en el apoyo, un borde **sin marcas** indica un apoyo donde la resistencia torsional es despreciable.

Fuente: NILSON, Arthur H. *Diseño de estructuras de concreto*. 12a ed. Colombia: McGraw-Hill, 2001. 722 p.}



## EVALUACION AMBIENTAL INICIAL, SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, CASERÍO VALPARAISO.

**DGGA-GA-R-001**



### EVALUACION AMBIENTAL INICIAL

Instrucciones	Para uso interno del MARN
<p><b>El formato debe proporcionar toda la información solicitada en los apartados, de lo contrario Ventanilla Única no lo aceptará.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Completar el siguiente formato de Evaluación Ambiental Inicial (EAI), colocando una X en las casillas donde corresponda y <b>debe</b> ampliar con información escrita en cada uno de los espacios del documento, en donde se requiera.</li> <li>• Si necesita mas espacio para completar la información, puede utilizar hojas adicionales e indicar el inciso o sub-inciso a que corresponde la información.</li> <li>• La información <b>debe</b> ser completada, utilizando letra de <b>molde legible</b> o a máquina de escribir.</li> <li>• Este formato también puede completarlo de forma digital, el MARN puede proporcionar copia electrónica si se le facilita el disquete, CD, USB; o bien puede solicitarlo a la siguiente dirección: <a href="mailto:vunica@marn.gob.gt">vunica@marn.gob.gt</a></li> <li>• Todos los espacios deben ser completados, incluso el de aquellas interrogantes en que no sean aplicables a su actividad (explicar la razón o las razones por lo que usted lo considera de esa manera).</li> <li>• Por ningún motivo, puede modificarse el formato y/o agregarle los datos del proponente o logo(s) que no sean del MARN.</li> </ul>	<p>No. Expediente:</p> <p>Clasificación del Listado Taxativo</p> <p>Firma y Sello de Recibido MARN</p>
<b>I. INFORMACION LEGAL</b>	
<p><b>1.1. Nombre del proyecto obra, industria o actividad:</b> SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO VALPARAISO, SANTA CRUZ VERAPAZ, ALTA VERAPAZ.</p>	
<p><b>1.1.2 Descripción del proyecto, obra o actividad para lo que se solicita aprobación de este instrumento</b> El proyecto consta de un colector principal de 6" con una longitud total de 2346.05 metros lineales, 78 pozos de visita, 114 registros domiciliarios y 3 fosas sépticas, para dicho proyecto se realizaran los siguientes trabajos: trabajos preliminares, estaqueado, zanjeado y pozos de visita debido a los desniveles con los que cuenta el área de ejecución, que se concentra principalmente desde el cruce que lleva a la finca Valparaíso y concluye en el cruce que lleva a la aldea Najquitob.</p> <p>El diseño de este sistema se realizará bajo algunos parámetros de las Normas del INFOM y EMPAGUA, para un período de diseño de 22 años, con una dotación de 100 lt/hab/día y factor de retorno de 0,70. La cantidad de viviendas a servir es de 114 con una densidad de población de 6 habitantes por vivienda y una tasa de crecimiento del 5.5% según INE.</p>	

**I.2. Información legal:**

**A) Nombre del Proponente o Representante Legal:**

**SELVIN GAMALIEL LAJ CANAHUI**

**B) De la empresa:**

Razón social: MUNICIPALIDAD DE SANTA CRUZ VERAPAZ, ALTA VERAPAZ.

Nombre Comercial:

MUNICIPALIDAD DE SANTA CRUZ VERAPAZ, ALTA VERAPAZ.

No. De Escritura Constitutiva: \_\_\_\_\_

Fecha de constitución:

Patente de Sociedad Registro No. \_\_\_\_\_ Folio No. \_\_\_\_\_ Libro No. \_\_\_\_\_

Patente de Comercio Registró No. \_\_\_\_\_ Folio No. \_\_\_\_\_ Libro No. \_\_\_\_\_

No. De Finca \_\_\_\_\_ Folio No. \_\_\_\_\_ Libro No. \_\_\_\_\_  
de \_\_\_\_\_ donde se ubica el proyecto, obra, industria o actividad.

Número de Identificación Tributaria (NIT): 653943-2

**I.3 Teléfono Fax Correo electrónico: 5782-3592**

**I.4 Dirección de donde se ubicará el proyecto:**

**CASERÍO VALPARAISO, DEL MUNICIPIO DE SANTA CRUZ VERAPAZ, ALTA VERAPAZ.**

**Especificar Coordenadas UTM o Geográficas**

<b>Coordenadas UTM (Universal Transverse de Mercator Datum WGS84</b>	<b>Coordenadas Geográficas</b>
15 T774414 :: 1700929	15° 22' 25" N
	90° 25' 50" O

**I.5 Dirección para recibir notificaciones (dirección fiscal)**

**Calle 3 de Mayo, 0-24, Barrio Santa Elena, Zona 1, Municipalidad de Santa Cruz Verapaz.**

**I.6 Si para consignar la información en este formato, fue apoyado por una profesional, por favor anote el nombre y profesión del mismo**

**Selvin Gamaliel Laj Canahui, Ingeniero Civil.**

**II. INFORMACION GENERAL**

Se debe proporcionar una descripción de las operaciones que serán efectuadas en el proyecto, obra, industria o actividad, explicando las etapas siguientes:

**Etapas de:**

II.1 Construcción	II.2 Operación	II.3 Abandono
<p><b>GENERALIDADES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Levantamiento topográfico</li> <li>• Diseño hidráulico</li> <li>• Trabajos preliminares</li> <li>• Bodega y guardiana</li> <li>• Excavación</li> <li>• Colector de tubería PVC</li> <li>• Relleno controlado</li> <li>• Pozos de visita</li> <li>• Cajas de unión</li> <li>• Registro domiciliar</li> <li>• Limpieza final</li> </ul>	<p>Actividades o procesos Materia prima e insumos Maquinaria Productos y subproductos(bienes o servicios) Horario de trabajo Otros de relevancia</p>	<p>Acciones a tomar en caso de abandono.  Para este proyecto no existe la posibilidad de abandono.</p>

**II.4 Área**

- e) Área total de terreno en metros cuadrados: \_\_\_\_\_
- f) Área de ocupación del proyecto en metros lineales: 2346.05 ml
- g) Área total de construcción en metros lineales: 2346.05 ml

**II.5 Actividades colindantes al proyecto:**

NORTE FINCA RIO FRIO  
ESTE FINCA SANTA MARIA

SUR ALDEA NAJQUITOB  
OESTE CASERÍO MOXENJA

**Describir detalladamente las características del entorno (viviendas, barrancos, ríos, basureros, iglesias, centros educativos, centros culturales, etc.):**

DESCRIPCION	DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL SITIO DEL PROYECTO
<b>SALON COMUNAL</b>	<b>SUR</b>	<b>10 mts</b>
<b>IGLESIA MORMOMA</b>	<b>SUR</b>	<b>6 mts</b>
<b>FINCA DE LACTEOS VALPARAISO</b>	<b>NORTE</b>	<b>300 mts</b>
<b>VIVIENDAS</b>	<b>NORTE, OESTE, SUR, ESTE</b>	<b>20 mts</b>

**II.6 Dirección del viento:**

**ESTE - OESTE**

## II.7 Datos laborales

a) Jornada de trabajo: Diurna ( X ) Nocturna ( ) Mixta ( ) Horas Extras de 7:00 am a 4:00 pm

b) Número de empleados por jornada 20 Empleados Total empleados 20 Empleados

h) otros datos laborales, especifique

La fase de construcción del proyecto está contemplada para realizarse en 5 meses, tiempo en el cual se ejecutarán todos los renglones especificados en el cronograma físico. En la fase de operación se tendrá presencia únicamente de las personas encargadas del mantenimiento del sistema.

## II.8 PROYECCIÓN DE USO Y CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS

### CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...

	Tipo	Si/No	Cantidad/ (mes día y hora)	Proveedor	Uso	Especificaciones u observaciones	Forma de almacenamiento
Agua	<b>Servicio publico</b>	SI		Tanque de la comunidad	Para mezcla de materiales y riego del área de trabajo	En fase de Construcción: Se empleara para trabajos de construcción.  En fase de operación: se empleara para el mantenimiento de la planta de tratamiento.	En tanques de distribución.
	<b>Pozo</b>	NO					
	<b>Agua especial</b>	NO					
	<b>Superficial</b>	NO					
Combustible	<b>Otro</b>	NO					
	<b>Gasolina</b>	SI	250 gal. Por mes	Empresa Constructora	Maquinaria y vehículos	Uso temporal	En bodega y en toneles plásticos de 25 galones, con su respectivo vigilante.
	<b>Diesel</b>	NO					
	<b>Bunker</b>	NO					
	<b>Glp</b>						

	Otro	NO					
Lubricantes	Solubles	NO					
	No solubles	NO					
Refrigerantes							
Otros							
<b>NOTA: si se cuenta con licencia extendida por la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas, para comercialización o almacenaje de combustible. Adjuntar copia</b>							
<b>III. TRANSPORTE</b>							
III.1 En cuanto a aspectos relacionados con el transporte y parqueo de los vehículos de la empresa, proporcionar los datos siguientes:							
d) Número de vehículos <u>5</u>							
e) Tipo de vehículo <u>2 camiones y 3 pick ups</u>							
f) sitio para estacionamiento y área que ocupa: <u>Sin definir</u>							
<b>IV. IMPACTOS AMBIENTALES QUE PUEDEN SER GENERADOS POR EL PROYECTO, OBRA, INDUSTRIA O ACTIVIDAD</b>							

#### **IV. 1 CUADRO DE IMPACTOS AMBIENTALES**

En el siguiente cuadro, identificar el o los impactos ambientales que pueden ser generados como resultado de la construcción y operación del proyecto, obra, industria o actividad. Marcar con una X o indicar que no aplica, no es suficiente, por lo que se requiere que se describa y detalle la información, indicando si corresponde o no a sus actividades (usar hojas adicionales si fuera necesario).

No.	Aspecto Ambiental	impacto ambiental	Tipo de impacto ambiental (de acuerdo con la descripción del cuadro anterior)	Indicar los lugares de donde se espera se generen los impactos ambientales	Manejo ambiental Indicar qué se hará para evitar el impacto al ambiente, trabajadores y/o vecindario.
1	Aire	Gases o partículas (polvo, vapores, humo, hollín, monóxido de carbono, óxidos de azufre, etc.)	Polvo	Excavación, mezcla de material..	Equipo de seguridad, mascarillas/trabajadores. Vecindario trabajo diurno área de trabajo delimitada. Riego del área de trabajo.
		Ruido	Ruido, por aglomeración de trabajadores.		Trabajo en jornada diurna.
		Vibraciones	Por compactación de zanjas y movimiento de maquinaria.	Área adyacente al proyecto.	Coordinar tiempos de trabajos.
		Olores	No existe generación de olores incidentes.		



2	Agua	Abastecimiento de agua	El abastecimiento se hará a través de camiones cisterna.	Descarga: No existe	
		Aguas residuales Ordinarias (aguas residuales generadas por las actividades domésticas)	Cantidad: No habrán desperdicios de agua	Descarga: No existe	
		Aguas residuales Especiales (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias)	Cantidad: No hay generación de este tipo de aguas residuales especiales no tienen en obra	Descarga: No existe.	
		Mezcla de las aguas residuales anteriores	Cantidad: No hay generación	Descarga: No existe.	
		Agua de lluvia	Causa erosión en la etapa de preparación del terreno.	Área de construcción del proyecto, en todas las fases previas al relleno y compactación del zanjeado.	Canales de desfogue temporales para dirigir la escorrentía pluvial.
3	Suelo	Desechos sólidos (basura común)	Cantidad: Variable	En el área del proyecto.	Recolectar la basura y depositarla en un lugar apto para su manejo.
		Desechos Peligrosos (con una o mas de las siguientes características: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables y bioinfecciosos)	Cantidad:	Disposición	
		Descarga de aguas residuales (si van directo al suelo)	El daño podrá ser mínimo ya que el agua se utiliza únicamente para mezclas.	Juntas de tuberías y conexiones domiciliarias.	El agua se aplica al balastro controladamente mediante mangueras que cuentan con una llave de control de trabajo
		Modificación del relieve o topografía del área			

4	Biodiversidad	Flora (árboles, plantas)	Bajo impacto no se modificara	Área de construcción	Se tiene como un renglón obligado de trabajo de reforestación alrededor de la planta de tratamiento.
		Fauna (animales)	No existe fauna significativa en el área.	No se aumentara la generación existente.	
		Ecosistema	No hay ecosistema definido. Es área rural muy poblada y con cultivos de café.		
5	Visual	Modificación del paisaje	Se modifica el paisaje de manera temporal durante la ejecución del proyecto.	Area del proyecto.	Rellenar perfectamente las zanjas y eliminar ripio al finalizar todos los trabajos.
6	Social	Habrà un alto impacto sobre las condiciones sociales, económicas y culturales, incluyendo monumentos arqueológicos.	Se mejorará las condiciones de vida y salud al contar con un buen sistema de drenaje.	El impacto se generará en las familias beneficiadas por el proyecto.	
7	Otros				

NOTA: Complementaria a la información proporcionada se solicitan otros datos importantes en los numerales siguientes.

<p><b>V. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGIA</b></p> <p><b>CONSUMO</b></p> <p>V.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (kW/hr o kW/mes)</p> <p><b>No habrá consumo de energía eléctrica en la obra, ya que en el sistema está contemplado por gravedad.</b></p> <p>V. 2. Forma de suministro de energía</p> <p>a) Sistema publico _____</p> <p>b) Sistema privado _____</p> <p>c) generación propia _____</p> <p>V.3 Dentro de los sistemas eléctricos de la empresa se utilizan transformadores, condensadores, capacitores o inyectores eléctricos?</p> <p>SI _____ NO <input checked="" type="checkbox"/> _____</p> <p>V.4 Qué medidas propone para disminuir el consumo de energía o promover el ahorro de energía?</p>
---

<p><b>VI. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD</b></p> <p><b>VI.1 Efectos en la salud humana del vecindario:</b></p> <p>d) <input checked="" type="checkbox"/> la actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio</p> <p>e) <input type="checkbox"/> la actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores</p> <p>f) <input type="checkbox"/> la actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores</p> <p>Del inciso marcado explique las razones de su respuesta, identificar que o cuales serían las actividades riesgosas:</p>
<p><b>VI.2 En el área donde se ubica la actividad, a qué tipo de riesgo puede estar expuesto?</b></p> <p>a) inundación ( x )                      b) explosión ( )                      c) deslizamientos ( x )</p> <p>d) derrame de combustible ( )              e) fuga de combustible ( )              d) Incendio ( )              e) Otro ( x )</p> <p>Detalle la información explicando el por qué?</p> <p><b>La lluvia puede ocasionar que el suelo se ponga resbaloso y también puede ocasionar que la zanjas no rellanas se llenen de agua.</b></p> <p><b>Riesgo por accidentes por derrames de combustibles al de cargar los tanques de las maquinas.</b></p>
<p><b>VI.3 riesgos ocupacionales:</b></p> <p><input type="checkbox"/> Existe alguna actividad que represente riesgo para la salud de los trabajadores</p> <p><input type="checkbox"/> La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los trabajadores</p> <p><input type="checkbox"/> La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de los trabajadores</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> No existen riesgos para los trabajadores</p> <p>Ampliar información:</p> <p><b>La actividad de instalación de tubería y construcción de pozos de visita representa riesgo de accidentes, golpes accidentales, carga de objetos pesados, deslizamientos, etc. Además de cualquier imprudencia de los operadores de maquinaria.</b></p>
<p><b>VI.4 Equipo de protección personal</b></p> <p>VI.4.1 Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores? SI ( X ) NO ( )</p> <p>VI.4.2 Detallar que clase de equipo de protección se proporciona:</p> <p><b>Equipos de seguridad industrial recomendado por el IGGS, guantes, casco, lentes, tapa oídos, botas, botiquín médico, teléfonos/radios para comunicación urgente.</b></p> <p>VI.4.3 ¿Qué medidas propone para evitar las molestias o daños a la salud de la población y/o trabajadores?</p> <p><b>Prohibir el acceso al área de construcción de personal ajeno a la obra, trabajar en horario diurno y asignar un supervisor residente en la obra.</b></p> <p><b>Señalización de puntos críticos.</b></p>

Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales

**CALCULO HIDRÁULICO SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO  
CASERÍO VALPARAISO, SANTA CRUZ VERAPAZ.**



DE	A	COTA DE TERRENO		DH (m)	No. TUBOS	S% Terreno	VIVIENDAS		Habitantes		Fqm	Factor de Harmond Actual	Factor de Harmond Futuro	Q actual (l/s)	Q futuro (l/s)	Diametr o pro (plg)	S% de tubería propuesto	Area de la tubería (m²)	Velocidad a seccion llena (m/s)	Q (l/s) a seccion llena	Relacion q/Q actual	v/V Actual	Velocidad (m/s) Actual	d/D Actual	Relacion q/Q futuro	v/V Futuro	Velocidad (m/s) Futuro	d/D Futuro	Altura de Pozo de Salida	Cota Invert de Salida	Altura de Pozo de Entrada	Cota Invert de Entrada	Volumen de excavacion					
		Local es	Acumula das				Actuales	Futuros																														
1	2	165.60	164.03	36.86	6.1433	4.28	2	12	39	0.002	4.41	4.34	0.40	0.40	6	4.28	0.0182412	2.34	42.73	0.009361592	0.313504	0.734344686	0.068	0.009361592	0.313504	0.734344686	0.068	1.4	164.204	1.35	162.68	30.40						
27	28	116.40	115.52	59.22	9.87	1.49	3	91	1773	0.002	3.95	3.63	4.32	12.86	6	1.48	0.0182412	1.38	25.13	0.171857582	0.747016	1.028953496	0.28	0.511761743	1.005058	1.384385264	0.506	1.38	115.03	1.35	114.17	48.47						
																																		924.60				1490.49

DE	A	COTA DE TERRENO		DH (m)	S% Terreno	VIVIENDAS		Habitantes		Fqm	Factor de Harmond Actual	Factor de Harmond Futuro	Q actual (l/s)	Q futuro (l/s)	Diametr o pro (plg)	S% de tubería propuesto	Area de la tubería (m²)	Velocidad a seccion llena (m/s)	Q (l/s) a seccion llena	Relacion q/Q actual	v/V Actual	Velocidad (m/s) Actual	d/D Actual	Relacion q/Q futuro	v/V Futuro	Velocidad (m/s) Futuro	d/D Futuro	Altura de Pozo de Salida	Cota Invert de Salida	Altura de Pozo de Entrada	Cota Invert de Entrada	Volumen de excavacion						
		Local es	Acumula das			Actuales	Futuros																															
2.7	2.6	211.30	200.00	57.44	9.5733	19.67	2	12	39	0.002	4.41	4.34	0.40	0.40	6	19.75	0.0182412	5.03	91.79	0.004358008	0.246749	1.241577794	0.047	0.004358008	0.246749	1.241577794	0.047	1.4	209.90	1.21	198.79	44.93						
2.1	2	168.52	164.03	32.14	5.3567	13.98	1	8	156	0.002	4.32	4.19	0.41	1.30	6	14.50	0.0182412	4.31	78.65	0.005271167	0.263528	1.13617637	0.052	0.016592335	0.372532	1.606136939	0.089	1.24	167.28	1.23	162.80	23.75						
																																		219.55				164.12

DE	A	COTA DE TERRENO		DH (m)	S% Terreno	VIVIENDAS		Habitantes		Fqm	Factor de Harmond Actual	Factor de Harmond Futuro	Q actual (l/s)	Q futuro (l/s)	Diametr o pro (plg)	S% de tubería propuesto	Area de la tubería (m²)	Velocidad a seccion llena (m/s)	Q (l/s) a seccion llena	Relacion q/Q actual	v/V Actual	Velocidad (m/s) Actual	d/D Actual	Relacion q/Q futuro	v/V Futuro	Velocidad (m/s) Futuro	d/D Futuro	Altura de Pozo de Salida	Cota Invert de Salida	Altura de Pozo de Entrada	Cota Invert de Entrada	Volumen de excavacion						
		Local es	Acumula das			Actuales	Futuros																															
7.6	7.5	177.60	175.04	61.01	10.168	4.20	3	18	58	0.002	4.39	4.30	0.40	0.50	6	4.00	0.0182412	2.26	41.31	0.009683706	0.316466	0.716625139	0.069	0.012171879	0.33958	0.768965907	0.077	1.4	176.20	1.23	173.81	48.09						
7.1	7	148.87	146.99	6.46	1.0767	29.09	0	7	42	0.002	4.33	4.20	0.40	1.15	6	35.20	0.0182412	6.72	122.53	0.003264377	0.225709	1.516195467	0.041	0.009359507	0.313504	2.10596535	0.068	1.23	147.64	1.20	145.79	4.72						
																																		169.70				127.64

DE	A	COTA DE TERRENO		DH (m)	S% Terreno	VIVIENDAS		Habitantes		Fqm	Factor de Harmond Actual	Factor de Harmond Futuro	Q actual (l/s)	Q futuro (l/s)	Diametr o pro (plg)	S% de tubería propuesto	Area de la tubería (m²)	Velocidad a seccion llena (m/s)	Q (l/s) a seccion llena	Relacion q/Q actual	v/V Actual	Velocidad (m/s) Actual	d/D Actual	Relacion q/Q futuro	v/V Futuro	Velocidad (m/s) Futuro	d/D Futuro	Altura de Pozo de Salida	Cota Invert de Salida	Altura de Pozo de Entrada	Cota Invert de Entrada	Volumen de excavacion						
		Local es	Acumula das			Actuales	Futuros																															
14.15	14.14	173.84	168.88	27.45	4.575	18.08	3	18	58	0.002	4.39	4.30	0.40	0.50	6	18.14	0.0182412	4.82	87.96	0.004547293	0.250157	1.20633044	0.048	0.005715694	0.270068	1.302347123	0.054	1.4	172.44	1.20	167.68	21.39						
14.11	14.1	157.60	153.07	22.95	3.825	19.75	1	12	72	0.002	4.28	4.12	0.62	1.93	6	35.00	0.0182412	6.70	122.19	0.00504407	0.260223	1.743069432	0.051	0.015778198	0.367173	2.459459897	0.087	1.23	156.38	4.31	148.76	38.11						
																																		138.16				123.55

DE	A	COTA DE TERRENO		DH (m)	S% Terreno	VIVIENDAS		Habitantes		Fqm	Factor de Harmond Actual	Factor de Harmond Futuro	Q actual (l/s)	Q futuro (l/s)	Diametr o pro (plg)	S% de tubería propuesto	Area de la tubería (m²)	Velocidad a seccion llena (m/s)	Q (l/s) a seccion llena	Relacion q/Q actual	v/V Actual	Velocidad (m/s) Actual	d/D Actual	Relacion q/Q futuro	v/V Futuro	Velocidad (m/s) Futuro	d/D Futuro	Altura de Pozo de Salida	Cota Invert de Salida	Altura de Pozo de Entrada	Cota Invert de Entrada	Volumen de excavacion						
		Local es	Acumula das			Actuales	Futuros																															
14.4	14.3	166.60	160.82	18.51	3.085	31.20	4	24	78	0.002	4.37	4.27	0.40	0.67	6	42.00	0.0182412	7.34	133.85	0.002988457	0.222095	1.629665276	0.04	0.004974833	0.256893	1.885002372	0.05	1.4	165.20	2.89	157.92	23.85						
14.1	14	153.07	142.78	19.73	3.2883	52.16	12	102	331	0.002	4.24	4.06	0.87	2.69	6	45.60	0.0182412	7.65	139.47	0.006203677	0.276517	2.114166774	0.056	0.019284679	0.390908	2.988766351	0.096	4.80	148.27	2.96	139.82	57.45						
																																		83.13				219.38

DE	A	COTA DE TERRENO		DH (m)	S% Terreno	VIVIENDAS		Habitantes		Fqm	Factor de Harmond Actual	Factor de Harmond Futuro	Q actual (l/s)	Q futuro (l/s)	Diametr o pro (plg)	S% de tubería propuesto	Area de la tubería (m²)	Velocidad a seccion llena (m/s)	Q (l/s) a seccion llena	Relacion q/Q actual	v/V Actual	Velocidad (m/s) Actual	d/D Actual	Relacion q/Q futuro	v/V Futuro	Velocidad (m/s) Futuro	d/D Futuro	Altura de Pozo de Salida	Cota Invert de Salida	Altura de Pozo de Entrada	Cota Invert de Entrada	Volumen de excavacion						
		Local es	Acumula das			Actuales	Futuros																															
15.4	15.3	168.15	159.79	37.03	6.1717	22.58	3	18	58	0.002	4.39	4.30	0.40	0.50	6	22.80	0.0182412	5.41	98.62	0.004056058	0.243315	1.315440752	0.046	0.005098239	0.260223	1.40685095	0.051	1.4	166.75	1.21	158.58	28.97						
15.1	15	146.47	142.79	24.8	4.1333	14.85	1	11	66	0.002	4.29	4.14	0.57	1.77	6	27.00	0.0182412	5.88	107.32	0.005275175	0.263528	1.550399549	0.052	0.016524779	0.372532	2.191696689	0.089	1.23	145.25	3.91	138.88	41.42						
																																		131.98				121.67

