



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

**DISEÑO DEL EDIFICIO PARA LA ALCALDÍA AUXILIAR MUNICIPAL DE LA  
ALDEA EL CAMÁN Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL SECTOR  
EL BOSQUE, ZONA 2, PATZICÍA, CHIMALTENANGO**

**Victor Manuel Choy Choc**

Asesorado por la Inga. Christa Del Rosario Classon de Pinto

Guatemala, mayo de 2013



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL EDIFICIO PARA LA ALCALDÍA AUXILIAR MUNICIPAL DE LA  
ALDEA EL CAMÁN Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL SECTOR  
EL BOSQUE, ZONA 2, PATZICÍA, CHIMALTENANGO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**VICTOR MANUEL CHOY CHOC**

ASESORADO POR LA INGA. CHRISTA DEL ROSARIO CLASSON DE PINTO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, MAYO DE 2013





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

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

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADORA	Inga. Christa Del Rosario Classon de Pinto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez



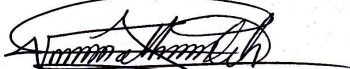
---

**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 DEL EDIFICIO PARA LA ALCALDÍA AUXILIAR MUNICIPAL DE LA  
ALDEA EL CAMÁN Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL SECTOR  
EL BOSQUE, ZONA 2, PATZICÍA, CHIMALTENANGO**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,  
con fecha, 2 de agosto de 2012.

  
Victor Manuel Choy Choc



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 11 de enero de 2013  
RE/EPs.LD/C.35.01.13

Inga. Sigrid Alitza Calderón de León  
Directora Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimada Ingeniera Calderón de León.

Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Victor Manuel Choy Choc con carné No. 200516265**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"DISEÑO DEL EDIFICIO PARA LA ALCALDÍA AUXILIAR MUNICIPAL DE LA ALDEA EL CAMÁN Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL SECTOR EL BOSQUE, ZONA 2, PATZICÍA, CHIMALTENANGO"**.

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"

  
Inga. Christa Del Rosario Clisson de Pinto  
Asesora-Supervisora de EPS  
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo  
CDRSdP/ra





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



Guatemala,  
28 de enero de 2013

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


Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL EDIFICIO PARA LA ALCALDÍA AUXILIAR MUNICIPAL DE LA ALDEA EL CAMÁN Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL SECTOR EL BOSQUE, ZONA 2, PATZICÍA, CHIMALTENANGO**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Victor Manuel Choy Choc, quien contó con la asesoría de la Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

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



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
HIDRAULICA  
USAC

/bbdeb.

Más de 130 Años de Trabajo Académico y Mejora Continua









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



Guatemala,  
1 de abril de 2013

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


Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL EDIFICIO PARA LA ALCALDÍA AUXILIAR MUNICIPAL DE LA ALDEA EL CAMÁN Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL SECTOR EL BOSQUE, ZONA 2, PATZICÍA, CHIMALTENANGO**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Victor Manuel Choy Choc, quien contó con la asesoría de la Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto.

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.

Más de 130 Años de Trabajo Académico y Mejora Continua





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 04 de abril de 2013  
Ref.EPS.D.268.04.13

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

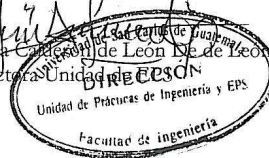
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DEL EDIFICIO PARA LA ALCALDÍA AUXILIAR MUNICIPAL DE LA ALDEA EL CAMÁN Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL SECTOR EL BOSQUE, ZONA 2, PATZICÍA, CHIMALTENANGO"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Victor Manuel Choy Choc**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Christa Del Rosario Classon de Pinto.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
"Id y Enseñad a Todos"

Inga. Sigrid Aliza Classon de León de León  
Directora Unidad de EPS



SACdL/ra





<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 de la Asesora Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Sigrid Alitza Calderón de León De de León, al trabajo de graduación del estudiante Victor Manuel Choy Choc, titulado DISEÑO DEL EDIFICIO PARA LA ALCALDÍA AUXILIAR MUNICIPAL DE LA ALDEA EL CAMÁN Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL SECTOR EL BOSQUE, ZONA 2, PATZICÍA, CHIMALTENANGO, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

  
Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, mayo 2013

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





Universidad de San Carlos  
de Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Decanato

DTG.350.2013

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DEL EDIFICIO PARA LA ALCALDÍA AUXILIAR MUNICIPAL DE LA ALDEA EL CAMÁN Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL SECTOR EL BOSQUE, ZONA 2, PATZICÍA, CHIMALTENANGO**, presentado por el estudiante universitario **Victor Manuel Choy Choc**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos  
Decano

Guatemala, 27 de mayo de 2013

/gdech







## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por darme la vida, las provisiones y la oportunidad de alcanzar este sueño.
- Mis padres** Manuel de Jesús Choy Ajuchán (q.e.p.d.) y Felipa Choc Panteul, por su apoyo y cuidado durante todos estos años. Por ser fuente de inspiración inagotable y enseñarme a nunca rendirme ante las adversidades de la vida.
- Mis hermanos** Edgar Francisco, César David y Silvia Mishell Choy Choc, por ser fuente de inspiración para alcanzar este objetivo.
- Mis sobrinas** Margaret Abigail Choy Ordóñez y Britany Saraí Choy Solórzano, por llenar de alegría mi hogar.
- Mis primos** Alberto Esquit Choy, Olga Leticia Secay Choy y José Rolando Loch Choc, por su apoyo y motivación en este camino culminado.



## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por brindarme la oportunidad de adquirir todos los conocimientos necesarios para alcanzar este logro.
<b>PROGRESA</b>	Por otorgarme ese apoyo económico y moral durante la última etapa de mis estudios.
<b>Municipalidad de Patzicía</b>	Por darme la oportunidad de realizar mi Ejercicio Profesional Supervisado en sus instalaciones.
<b>Inga. Christa Del Rosario Classon de Pinto</b>	Por su acompañamiento técnico en este proceso.
<b>Vivian Rebeca Esquit Velásquez</b>	Por acompañarme con cariño, paciencia y amor en el camino para alcanzar este logro
<b>Olga Ordoñez de Choy</b>	Por ser como una hermana en la familia.



## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XI
GLOSARIO .....	XV
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN.....	XXI
1. FASE DE INVESTIGACIÓN .....	1
1.1. Monografía de Patzicía.....	1
1.1.1. Datos generales.....	1
1.1.2. Ubicación y localización.....	2
1.1.3. Vías de acceso .....	3
1.1.4. Topografía y clima .....	3
1.1.5. Población actual .....	4
1.1.6. Organización comunitaria .....	6
1.1.7. Actividades económicas .....	7
1.2. Investigación diagnóstica sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio de Patzicía .....	9
1.2.1. Servicios existentes .....	9
1.2.2. Descripción de las necesidades .....	10
1.2.3. Priorización de necesidades .....	11
1.3. Monografía de la aldea El Camán. ....	11
1.3.1. Datos generales.....	11
1.3.2. Ubicación y localización.....	12
1.3.3. Vías de acceso .....	12

1.3.4.	Topografía y clima.....	12
1.3.5.	Población actual .....	13
1.3.6.	Organización comunitaria.....	13
1.3.7.	Actividades económicas.....	13
1.4.	Investigación diagnóstica sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura de la aldea El Camán .....	13
1.4.1.	Servicios existentes.....	14
1.4.2.	Descripción de las necesidades .....	14
1.4.3.	Priorización de las necesidades .....	14
2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL (PARTE1).....	15
2.1.	Preliminares de diseño del edificio para la Alcaldía Auxiliar Municipal de la aldea El Camán.....	15
2.1.1.	Descripción del proyecto .....	15
2.1.2.	Importancia del proyecto .....	15
2.1.3.	Investigación preliminar.....	16
2.1.4.	Estudio de suelos .....	16
2.1.4.1.	Ensayo triaxial.....	16
2.1.4.2.	Ensayo límites de Atterberg .....	17
2.1.4.3.	Ensayo de granulometría .....	18
2.2.	Diseño arquitectónico del edificio para la Alcaldía Auxiliar Municipal de la aldea El Camán.....	19
2.2.1.	Ubicación y orientación del edificio sobre el terreno .....	19
2.2.2.	Distribución de ambientes .....	19
2.2.3.	Cotas verticales del edificio .....	20
2.3.	Análisis estructural del edificio para la Alcaldía Auxiliar .....	21
2.3.1.	Selección del sistema estructural a utilizar en el diseño .....	21

2.3.2.	Predimensionamiento de elementos.....	22
2.3.3.	Análisis estructural por el método numérico de Kani .....	23
2.3.3.1.	Análisis de cargas verticales .....	42
2.3.3.2.	Análisis de cargas horizontales .....	46
2.3.4.	Análisis estructural con Software SAP2000.....	47
2.3.4.1.	Análisis de cargas verticales .....	47
2.3.4.2.	Análisis de cargas horizontales .....	50
2.3.5.	Diagrama de momento y cortante.....	51
2.3.6.	Envolvente de momentos .....	52
2.3.7.	Diagrama final de momento y cortante .....	54
2.4.	Diseño estructural.....	55
2.4.1.	Diseño de losas .....	55
2.4.2.	Diseño de vigas .....	68
2.4.3.	Diseño de columnas .....	73
2.4.4.	Diseño de cimiento (losa de cimentación) .....	82
2.4.5.	Muros.....	96
2.4.6.	Diseño de gradas.....	98
2.5.	Instalaciones.....	106
2.5.1.	Instalación eléctrica .....	106
2.5.2.	Instalación hidráulica .....	108
2.5.3.	Instalación sanitaria .....	112
2.6.	Planos.....	119
2.7.	Presupuesto .....	119
2.8.	Especificaciones técnicas.....	123
2.9.	Evaluación de impacto ambiental .....	123

3.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL (PARTE 2).....	125
3.1.	Preliminares de diseño del alcantarillado sanitario para el sector El Bosque, zona 2, Patzicía, Chimaltenango.....	125
3.1.1.	Descripción del proyecto .....	125
3.1.2.	Ubicación del proyecto .....	125
3.1.3.	Clima .....	126
3.1.4.	Características de la población .....	126
3.1.5.	Condiciones sanitarias .....	126
3.1.6.	Tipo de abastecimiento de agua potable.....	127
3.1.7.	Levantamiento topográfico del terreno .....	127
	3.1.7.1. Altimetría .....	127
	3.1.7.2. Planimetría .....	128
3.2.	Parámetros de diseño .....	128
3.2.1.	Tipo de sistema a utilizar.....	128
3.2.2.	Período de diseño .....	128
3.2.3.	Determinación de la población tributaria .....	129
3.2.4.	Dotación de agua potable.....	129
3.2.5.	Factor de retorno.....	130
3.2.6.	Estimación del caudal sanitario.....	130
	3.2.6.1. Caudal medio diario .....	130
	3.2.6.2. Caudal de hora máxima .....	130
	3.2.6.3. Caudal doméstico.....	131
	3.2.6.4. Caudal de infiltración.....	131
	3.2.6.5. Caudal de conexiones ilícitas.....	132
	3.2.6.6. Caudal industrial.....	132
3.2.7.	Factor de caudal medio diario .....	133
3.2.8.	Factor de Harmon .....	133
3.2.9.	Caudal de diseño .....	134
3.2.10.	Ecuación de Manning.....	134



3.3.	Diseño del sistema .....	135
3.3.1.	Cálculo de pendiente de la tubería .....	135
3.3.2.	Determinación del diámetro de la tubería .....	136
3.3.3.	Cálculo de la velocidad del caudal .....	136
3.3.4.	Cálculo de Cotas Invert .....	137
3.3.5.	Cálculo de altura de los pozos de visita .....	138
3.3.6.	Propuesta de fosa séptica .....	138
3.3.7.	Descripción del cuerpo receptor .....	141
3.4.	Elaboración de planos .....	141
3.5.	Presupuesto .....	142
3.6.	Especificaciones técnicas.....	143
3.7.	Evaluación de impacto ambiental .....	143
3.8.	Evaluación socioeconómica .....	144
3.8.1.	Valor Actual Neto (VAN) .....	144
3.8.2.	Tasa de Interés de Retorno (TIR).....	145
4.	FASE DE DOCENCIA .....	149
4.1.	Manual de uso y mantenimiento para el proyecto del edificio para la Alcaldía Auxiliar de la aldea El Camán, Patzicía, Chimaltenango .....	149
4.2.	Manual de operación y mantenimiento para el alcantarillado sanitario del sector El Bosque, zona 2, Patzicía, Chimaltenango.....	150
	CONCLUSIONES .....	151
	RECOMENDACIONES.....	153
	BIBLIOGRAFÍA.....	155
	APÉNDICES .....	157



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Mapa de localización del municipio de Patzicía .....	3
2.	Gráfica de la población de Patzicía por género .....	5
3.	Gráfica de crecimiento poblacional de Patzicía para los años 2002 a 2020 .....	5
4.	Mapa de organización comunitaria de Patzicía .....	8
5.	Plantas arquitectónicas del edificio para la Alcaldía Auxiliar.....	20
6.	Fachada principal del edificio para la Alcaldía Auxiliar .....	21
7.	Modelo matemático de los marcos del edificio, módulo 1 .....	26
8.	Áreas tributarias para vigas del módulo 1 .....	31
9.	Integración de cargas para el marco del eje 2, módulo 1 .....	34
10.	Posición de momentos de empotramiento en los nudos del marco según el método de Kani.....	44
11.	Posición de momentos de sujeción en los nudos del marco según el método de Kani .....	44
12.	Posición de los factores de giro en los nudos del marco según el método de Kani .....	45
13.	Posición de los momentos por influencia del giro de los nudos del marco según el método de Kani.....	45
14.	Análisis de carga muerta por el método de Kani, marco del eje 1, módulo 1 .....	46
15.	Diagrama de momentos por carga muerta con SAP2000, marco del eje 1, módulo 1.....	48

16.	Análisis de carga muerta sobre viga del segundo nivel con SAP2000, marco del eje 1, módulo 1 .....	49
17.	Diagrama de momentos por análisis de carga sísmica con software SAP2000, marco del eje 1, módulo 1 .....	50
18.	Diagrama de cortante por análisis de carga muerta con software SAP2000, marco del eje 1, módulo 1 .....	51
19.	Diagrama de cortante por análisis de carga sísmica con software SAP2000, marco del eje 1, módulo 1 .....	52
20.	Envolvente de momentos en marco del eje 1, módulo 1 .....	53
21.	Momentos finales, marco del eje 1, módulo 1.....	54
22.	Cortantes finales, marco del eje 1, módulo 1.....	55
23.	Losas del módulo 1.....	56
24.	Momentos en losas del módulo 1, primer nivel.....	60
25.	Momentos en losas 1 y 2 del módulo 1, primer nivel .....	62
26.	Momentos balanceados en losas 1 y 2 del módulo 1, primer nivel.	63
27.	Cortante sobre viga .....	71
28.	Armado de viga.....	73
29.	Armado de columna tipo 1 .....	81
30.	Planta de losa de cimentación dividida en franjas, modulo 1.....	84
31.	Columna de borde para cálculo de peralte efectivo .....	88
32.	Columna de esquina para cálculo de peralte efectivo .....	89
33.	Cargas, cortantes y momentos en la franja AECD, módulo 1.....	92
34.	Planta de armado de losa de cimentación, módulo 1 .....	95
35.	Sección de armado de losa de cimentación, módulo 1.....	95
36.	Detalle de anclaje de muros en viga principal.....	96
37.	Detalle típico de muro del primer nivel (muro tabique) .....	97
38.	Armado de gradas .....	105
39.	Configuración de fosa séptica.....	116
40.	Detalle de bajada de aguas negras .....	118

41.	Detalle de bajada de aguas pluviales.....	119
-----	---	-----

## TABLAS

I.	Población económicamente activa del municipio de Patzicía.....	7
II.	Resultado de ensayo triaxial .....	17
III.	Resultado de ensayo límites de Atterberg .....	18
IV.	Resultado de ensayo de granulometría.....	18
V.	Valores de carga aplicada para el análisis de marcos .....	23
VI.	Peso del segundo nivel del edificio, módulo 1 .....	24
VII.	Peso del primer nivel del edificio, módulo 1 .....	25
VIII.	Peso de los módulos que componen el edificio.....	25
IX.	Cortante basal de los módulos que componen el edificio.....	28
X.	Cálculo de las fuerzas sísmicas laterales por nivel .....	29
XI.	Resumen de las fuerzas sísmicas laterales en el edificio.....	29
XII.	Distribución de fuerzas laterales sobre los marcos del edificio ..	32
XIII.	Cálculo para la determinación del centro de masa, modulo 1 ....	35
XIV.	Centro de masa, rigidez y excentricidades reales y de diseño para el edificio .....	37
XV.	Cálculo de la deformación lateral en marcos del edificio.....	39
XVI.	Resumen de la deformación lateral en marcos del edificio .....	41
XVII.	Cálculo de la junta sísmica de los módulos del edificio .....	42
XVIII.	Presión sobre el suelo por las franjas de losa, módulo 1 .....	86
XIX.	Reacción promedio del suelo, dirección "X", módulo 1 .....	87
XX.	Reacción promedio del suelo, dirección "Y", módulo 1 .....	88
XXI.	Resumen de circuitos para el edificio .....	108
XXII.	Unidades de descarga y diámetros en aparatos sanitarios .....	113
XXIII.	Unidades de descarga por nivel .....	114
XXIV.	Unidades de descarga por ramal y por bajada .....	114

XXV.	Capacidad de descarga de tubería PVC para agua pluvial.....	118
XXVI.	Resumen de presupuesto del primer nivel del proyecto .....	121
XXVII.	Resumen de presupuesto del segundo nivel del proyecto.....	122
XXVIII.	Resumen de presupuesto del proyecto de alcantarillado.....	142
XXIX.	Cálculo del Valor Actual Neto (VAN).....	146
XXX.	Cálculo de la Tasa de Interés de Retorno (TIR).....	147

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>h</b>	Altura del elemento
<b>hn</b>	Altura hasta el nivel enésimo
<b>a</b>	Ancho de la sección del elemento
<b><math>\Phi</math></b>	Ángulo de fricción del suelo
<b>As</b>	Área de acero de refuerzo
<b>Asmax</b>	Área de acero máximo
<b>Asmin</b>	Área de acero mínimo
<b>A</b>	Área del elemento
<b>b</b>	Base de la sección elemento
<b>B</b>	Base de la zapata
<b>qa</b>	Capacidad admisible del suelo
<b>q</b>	Capacidad de carga del suelo
<b>qu</b>	Capacidad de carga última del suelo
<b>qe</b>	Capacidad equivalente del suelo
<b>CT</b>	Carga axial total sin mayorar
<b>Pcr</b>	Carga crítica para columnas
<b>CM</b>	Carga muerta
<b>CS</b>	Carga sísmica
<b>CU</b>	Carga última
<b>P'ua</b>	Carga última admisible en columnas
<b>P'u</b>	Carga última para columnas
<b>Wu</b>	Carga última sobre el elemento
<b>CV</b>	Carga viva

<b>Ca</b>	Coeficiente de sismicidad
<b>Ct</b>	Coeficiente numérico del periodo de vibración
<b>R</b>	Coeficiente numérico sísmico en representación de la ductilidad del elemento
<b>Cu</b>	Cohesión del suelo
<b>V</b>	Cortante
<b><math>\Delta</math></b>	Deformación lateral del elemento (marco o edificio)
<b>Df</b>	Desplante de cimentación
<b><math>\Delta M</math></b>	Desplazamiento lateral del elemento (marco o edificio)
<b><math>\Delta MT</math></b>	Desplazamiento lateral máximo del elemento (marco o edificio)
<b>e</b>	Espesor del elemento y/o excentricidad
<b>edx</b>	Excentricidad en dirección x
<b>edy</b>	Excentricidad en dirección y
<b>V1</b>	Esfuerzo cortante en zapatas
<b>V2</b>	Esfuerzo punzonante en zapatas
<b>S</b>	Espaciamiento del refuerzo
<b>FCU</b>	Factor de carga última para columnas
<b><math>\delta</math></b>	Factor de magnificación de momentos
<b><math>\emptyset</math></b>	Factor de reducción para momentos y cortantes
<b>Na</b>	Factor sísmico por cercanía a la fuente sísmica
<b>Nv</b>	Factor sísmico por cercanía al origen sísmico
<b>F</b>	Fuerza sísmica
<b>Fx</b>	Fuerza sísmica de diseño aplicado en el nivel x
<b>I.P</b>	Índice plástico del suelo
<b>L.L</b>	Límite líquido del suelo
<b>ho</b>	Longitud de confinamiento de estribos en columnas
<b>L</b>	Longitud del elemento



<b>E</b>	Módulo de elasticidad del concreto
<b>M</b>	Momento
<b>I<sub>c1</sub></b>	Momento de inercia de la columna tipo 1
<b>I<sub>c2</sub></b>	Momento de inercia de la columna tipo 2
<b>MF</b>	Momento final
<b>M<sub>u</sub></b>	Momento último
<b>t</b>	Peralte del elemento
<b>bo</b>	Perímetro de punzonamiento
<b>d</b>	Peralte efectivo
<b>P</b>	Perímetro de la losa
<b>T</b>	Período de vibración de la estructura por sismo
<b>w</b>	Peso del elemento
<b>δ<sub>c</sub></b>	Peso específico del concreto
<b>δ<sub>s</sub></b>	Peso específico del suelo
<b>F<sub>t</sub></b>	Porción del cortante basal que se concentra en la parte superior de la estructura a adicional a F <sub>x</sub>
<b>f<sub>y</sub></b>	Punto de fluencia del acero de refuerzo
<b>f'c</b>	Resistencia a compresión del concreto a los 28 días
<b>V<sub>c</sub></b>	Resistencia del concreto a cortante
<b>K<sub>c1</sub></b>	Rigidez de la columna tipo 1
<b>K<sub>c2</sub></b>	Rigidez de la columna tipo 2
<b>r</b>	Radio de giro en columnas
<b>K<sub>tn</sub></b>	Rigidez de la viga tipo del nivel n
<b>K</b>	Rigidez del elemento
<b>R<sub>n</sub></b>	Rigidez del marco n
<b>Sc</b>	Sobre carga
<b>ψ</b>	Valor numérico resultado de la relación de rigideces



## GLOSARIO

<b>ACI</b>	American Concrete Institute.
<b>Caudal</b>	Cantidad de flujo que pasa por un punto en un tiempo determinado.
<b>Cortante</b>	Esfuerzo que actúa en forma tangente a la sección.
<b>Corte basal</b>	Fuerza lateral que se aplica en la base de un edificio para simular la acción sísmica.
<b>Cota</b>	Medida con que se indica las dimensiones de una figura o elemento.
<b>Deflexión</b>	Grado de deformación que presenta un elemento como respuesta al ser sometido a cargas.
<b>Envolvente de momentos</b>	Diagrama en el que se presenta los momentos generados por las diversas combinaciones de cargas aplicadas a una estructura.
<b>Estribo</b>	Elementos de refuerzo (acero) utilizados para confinar el concreto, estabilizar el refuerzo en vigas, columnas, etc. y resistir esfuerzos cortantes.

<b>Excentricidad</b>	Distancia entre dos puntos determinados.
<b>Excretas</b>	Sustancia de desecho elaborado por las glándulas de un organismo.
<b>Junta sísmica</b>	Separación entre dos elementos que permite el libre movimiento entre ambos.
<b>Torsión</b>	Solicitud de rotación sobre un elemento cuando se aplica un momento sobre su eje longitudinal.
<b>RDF</b>	Reglamento del Distrito Federal de México.
<b>Rigidez</b>	Capacidad de un elemento estructural para resistir esfuerzos sin sufrir grandes deformaciones.
<b>UBC</b>	Uniform Building Code.

## **RESUMEN**

A través de Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) se realizó un estudio en la aldea El Camán y el sector El Bosque, zona 2 de la cabecera municipal de Patzicía, previo a presentarle a las autoridades municipales y líderes locales, una propuesta de diseño del edificio para la Alcaldía Auxiliar Municipal de la aldea El Camán y alcantarillado sanitario para el sector El Bosque, zona 2. Esto se realizó con el objetivo de brindar soluciones a los problemas planteados por ambas comunidades.

El trabajo se divide en tres fases: de investigación, servicio técnico profesional y de docencia. En la primera fase se presenta una investigación que contiene la monografía de las comunidades en las que se desarrollarán los proyectos, y además, un diagnóstico sobre servicios y necesidades básicas.

En la del servicio técnico profesional se desarrollan las propuestas de diseño de un sistema de alcantarillado sanitario para el sector El Bosque zona 2 de la cabecera municipal de Patzicía y un edificio para albergar las instalaciones de la Alcaldía Auxiliar de la aldea El Camán.

En la fase de docencia se presenta los manuales de operación y mantenimiento para el sistema de alcantarillado sanitario. Para el edificio de la Alcaldía Auxiliar de la aldea El Camán se presenta el manual de mantenimiento únicamente. Finalmente se presenta las conclusiones, recomendaciones, presupuestos, especificaciones y planos de cada proyecto, los cuales fueron entregados a las autoridades municipales para su interpretación.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Realizar el diseño del edificio para la Alcaldía Auxiliar Municipal de la aldea El Camán y la red de alcantarillado para aguas residuales del sector El Bosque, zona 2, Patzicía, Chimaltenango.

### **Específicos**

1. Realizar una investigación monográfica sobre la aldea El Camán y la cabecera municipal de Patzicía, Chimaltenango.
2. Realizar un estudio de diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura en la aldea El Camán y la cabecera municipal de Patzicía, Chimaltenango.
3. Elaborar el manual de operación y mantenimiento para los proyectos a desarrollar.
4. Informar a los miembros de la Alcaldía Auxiliar de la aldea El Camán y los miembros del comité del sector El bosque, zona 2 de la cabecera municipal, sobre el uso correcto de los proyectos.





## INTRODUCCIÓN

Contar con un ambiente adecuado de trabajo, con condiciones humanas para el adecuado desempeño humano, es una de las necesidades para toda institución pública que brinda atención a los habitantes de un sector, aldea, municipio, departamento o ciudad. La salubridad del ambiente en el que se desenvuelven cotidianamente los habitantes de una zona, es también, una de esas necesidades básicas que se deben resolver con diligencia.

Para contribuir a la solución de los problemas mencionados anteriormente, se plantea el diseño para la construcción del edificio que albergaría las instalaciones de la Alcaldía Auxiliar Municipal para la aldea El Camán.

Considerando el problema de salubridad del sector El Bosque, zona 2 de la cabecera municipal de Patzicía, se plantea el diseño para la construcción de un sistema de alcantarillado sanitario.

De lo anterior, el presente documento contiene toda la información concerniente al desarrollo de la planificación técnica de estos dos proyectos. La planificación incluye una investigación monográfica del municipio, un estudio socioeconómico, priorización y solución de problemas, presentación de los proyectos con sus respectivos planos, especificaciones técnicas y presupuestos, además de sus manuales de operación y mantenimiento.

Esta planificación ha sido desarrollada a través del programa del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) que impulsa la Universidad de San Carlos de Guatemala, a través de la Facultad de Ingeniería.



# **1. FASE DE INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Monografía de Patzicía**

A continuación se presenta la información de la monografía del municipio de Patzicía, Chimaltenango

### **1.1.1. Datos generales**

El municipio fue fundado aproximadamente en el siglo XII, por el indígena Pedro Apotzoil y fue reconocido como tal en 1545, a la venida de los españoles.

Patzicía viene de la lengua kaqchiquel, de las expresiones *T'zi'* y *ya'*, que significa perro de agua. Se cree que este nombre es debido a la proximidad del río Tziyá, afluente del río Coyolate. Sin embargo, a la venida de los españoles la denominaron: Santiago de los Caballeros de Patzicía; con ese nombre figura en los índices alfabéticos de las ciudades villas y pueblos del reino de Guatemala (Goathemala). Este hecho se encuentra en el documento de la distribución de los pueblos del Estado de Guatemala que se organizó para administrar justicia en relación al sistema de jurado, adoptado al código de Livingston y decretado el 27 de agosto de 1836.

El municipio cuenta con dos fechas históricas. La primera es la firma del Acta de Patzicía el 3 de junio de 1871, llevada a cabo por los generales Miguel García Granados y Justo Rufino Barrios, quienes se habían pronunciado contra el gobierno conservador del presidente Vicente Cerna.

La segunda fecha memorable es el 20 de Octubre de 1944, cuando ocurrió un fuerte enfrentamiento entre los pobladores indígenas y no indígenas de la población. Estos enfrentamientos se debieron a la discriminación contra los indígenas, el despojo de sus tierras de cultivos y el ser víctimas de manipulación política, por parte del gobierno de Federico Ponce Vaides.

El municipio ha sufrido varias modificaciones en su forma y extensión territorial, la última, fue elaborada por el ingeniero Pablo Arévalo en 1974. En esta modificación, se registran las montañas, colinas, cerros y campiñas.

El municipio, según los registros actualizados al 2009, se encuentra organizado de la siguiente forma: la cabecera municipal está conformada por cinco zonas y tres colonias (Zarahembla, Nueva Esperanza y Sajcap). El municipio, además, cuenta con cinco aldeas (El Sitán, El Camán, Pahuit, La Canoa y Cerritos Asunción) y 20 caseríos.

### **1.1.2. Ubicación y localización**

El municipio de Patzicía es uno de los 16 municipios que conforman el departamento de Chimaltenango, con una extensión territorial de 44 kilómetros cuadrados que representan el 2,22 por ciento de la extensión territorial del departamento de Chimaltenango, 4,5 por ciento pertenece al área urbana y 95.5 por ciento al área rural. La altura sobre el nivel del mar es de 7200 pies (2400 m).

El municipio se encuentra ubicado en la parte occidental del territorio nacional y en la parte central del departamento de Chimaltenango, a una distancia de 14 kilómetros de la cabecera departamental por carretera asfaltada y a 70 Kilómetros de la ciudad capital, por la ruta Interamericana.



La montaña El Socó constituye la línea divisoria continental de aguas de la vertiente hacia el Atlántico (cuenca del río Motagua) y del Pacífico (cuenca de los ríos Coyolate y Guacalate-Achiguate). También se cuenta con los parajes Chuaquenum, Pacoc, Panapac, Pachabac, Pachitol, Tzanabaj, Tzanjay y Xecampana. Los ríos que pasan por el lugar están los siguientes: Xayá Pixcayá, Coyolate, La Tierra o La Vega, Tululché, Balanyá, Xecampana y los riachuelos Pumay, Culimax, San Agustín, San José, Paché, Tziyá, Paraxaj, El Pito, Hierbabuena, Pachojob y El Chorro.

Por su ubicación geográfica, el clima del lugar es frío. La estación meteorológica más cercana es la de Balanyá, de la cual se han obtenido los datos meteorológicos como la temperatura mínima promedio durante el año que alcanza los 5,1 grados centígrados y la temperatura máxima promedio de 18,3 grados centígrados, asimismo, se han registrado temperaturas mínimas absolutas de -9 grados centígrados y máximas absolutas de 37,4 grados centígrados; la humedad relativa anual ha sido de hasta el 83 por ciento.

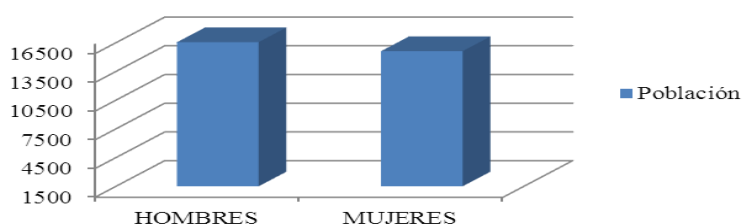
El área se caracteriza por ser muy lluviosa en época de invierno, teniendo registros de hasta 144 días de lluvia durante un año y acumulados de lluvia que alcanzan los 1 581,80 milímetros. El viento se registra en dirección noreste con velocidades promedio anual de hasta 15,40 kilómetro por hora, lo cual ocasiona una nubosidad promedio de hasta 8 octas.

#### **1.1.5. Población actual**

Según el censo poblacional de 1994, el número de habitantes del municipio era de 15 846, que corresponden a 3169 hogares. En el censo del 2002, el total era de 23 401 habitantes equivalentes a 4 680 hogares. Para el

2010 se estimó, según el INE, una población de 32 181 habitantes. La población de hombres es de 48 por ciento y el de mujeres es de 52 por ciento.

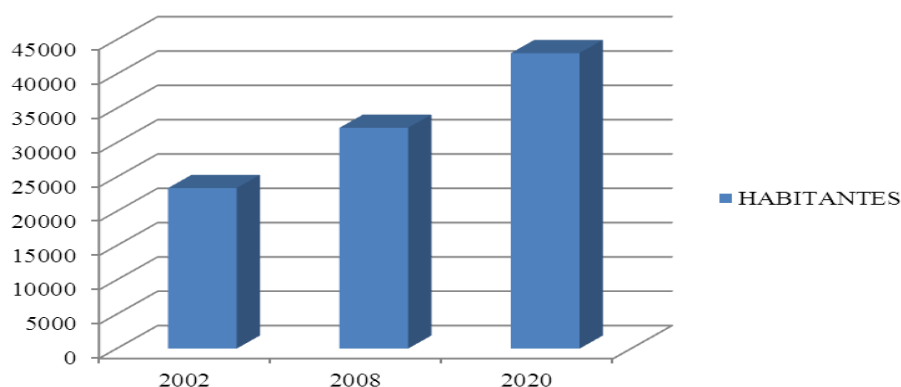
Figura 2. **Gráfica de la población de Patzicía por género**



Fuente: DMP-SEGEPLAN, Plan de desarrollo municipal 2011-2025.p. 11.

Según información del INE, el crecimiento poblacional a partir del 2002 al 2010 registra una tasa de crecimiento de 4,06 por ciento anual, mientras que del 2010 para el 2020 se proyecta un crecimiento del 2,95 por ciento anual, lo que dará una población de 41 558 habitantes en el 2020. En la figura 3 se observa el crecimiento poblacional entre 2002, 2008 y 2020.

Figura 3. **Gráfica de crecimiento poblacional de Patzicía para los años 2002 a 2020**



Fuete: DMP-SEGEPLAN, Plan de desarrollo municipal 2011-2025.p.12.

La población mayoritaria del municipio la conforman, especialmente jóvenes y niños. Lo anterior deja en evidencia que la población futura demandará una mayor cobertura de servicios básicos, así como fuentes de trabajo y exigirá, además, un ambiente que le proporcione y garantice mayores y mejores condiciones de vida.

Respecto a la densidad poblacional, se ha estimado que el municipio de Patzicía cuenta con una extensión de 44 kilómetros cuadrados y una población de 31 181 habitantes, con lo cual se tiene 731 habitantes por kilómetro cuadrado. Esto convierte al municipio en uno de los más poblados del departamento de Chimaltenango. Según estimaciones del INE, de la población total, el 62 por ciento habita en el área urbana del municipio, mientras, el 38 por ciento restante en el área rural. El 91 por ciento de la población es indígena, mientras solamente un 9 por ciento es ladino.

#### **1.1.6. Organización comunitaria**

La organización municipal de Patzicía cuenta con una sede municipal y con varias instituciones públicas y privadas entre las que se cuentan: Escuela Nacional Urbana Mixta, Escuela de Autogestión Comunitaria, colegios privados del nivel primario, Instituto de Educación Básica 3 de Junio, Instituto de Educación Básica, IMEBCO; Centro de salud, Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGGS), Juzgado de Paz, subestación No. 73-23 de la Policía Nacional Civil, Bomberos Municipales, CONALFA, IGER, Coordinación Técnica Administrativa, COCODE, RENAP, Banrural y G&T Continental. La figura 4 muestra el mapa de las comunidades que posee COCODE.

El gobierno municipal de Patzicía se rige, específicamente, por la regulación de los servicios administrativos, financieros y de planificación que



son de su competencia. Cuenta con distintas comisiones y una Dirección Municipal de Planificación a través de la cual se trabaja la planificación de los distintos proyectos a nivel municipal.

### 1.1.7. Actividades económicas

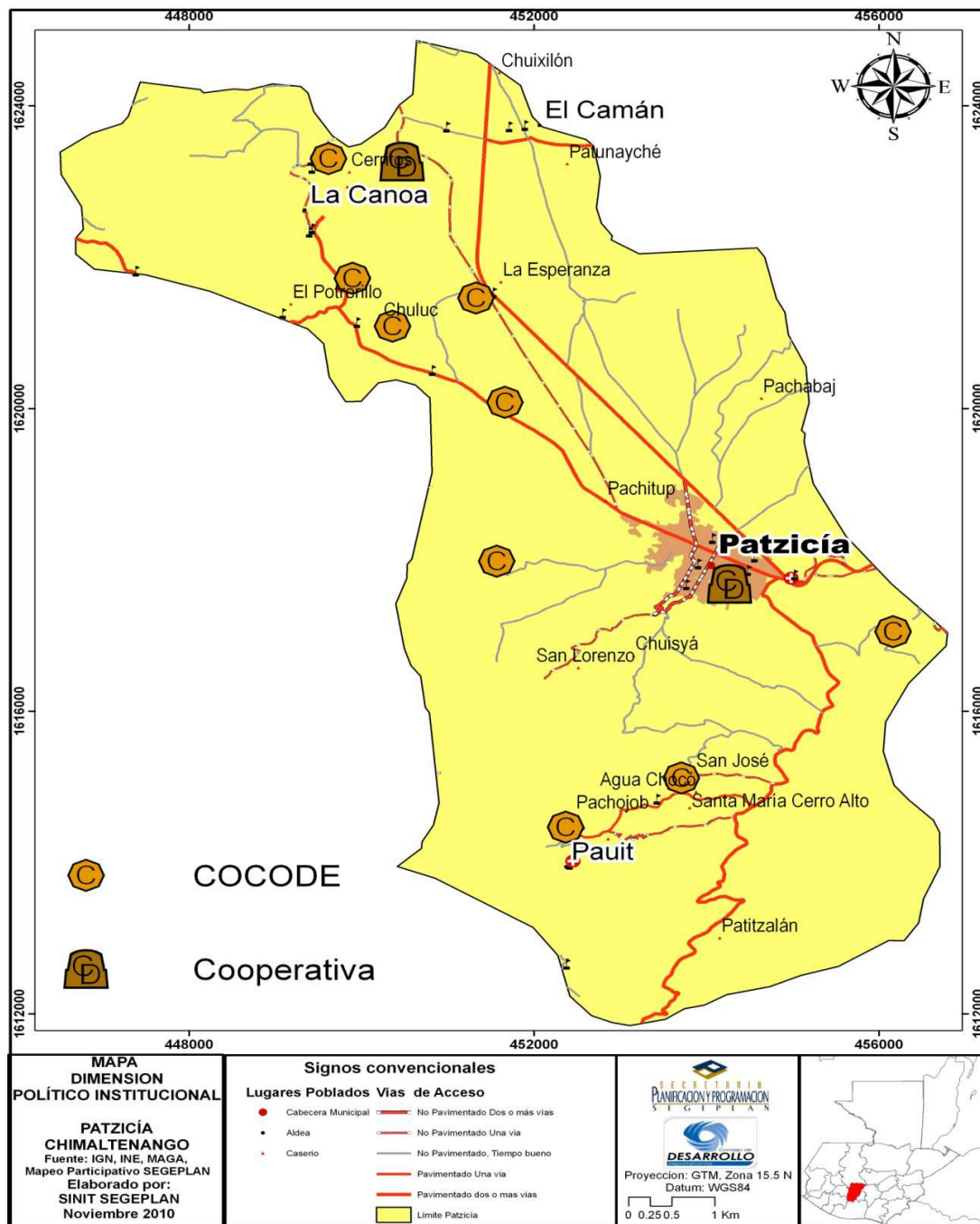
El municipio de Patzicía se caracteriza por ser eminentemente agrícola. Sin embargo, también en los últimos años se ha estado industrializando y generando un comercio creciente, especialmente en la cabecera municipal. Los productos que se cosechan en los campos de los municipios se encuentran los siguientes: repollo, coliflor, remolacha, zanahoria, brócoli, frijol, maíz, arveja, cebolla, güicoy, zuchini y rábano. Según los censos realizados anteriormente, solo el 24 por ciento de la población es económicamente activa, mientras que un 34 por ciento de la población que se encuentra en edad de ser económicamente activa está inactiva. Según datos del censo poblacional realizado por el INE en el 2002, indica que el 19 por ciento de la población son obreros no calificados, mientras que solo el 5 por ciento posee un grado académico profesional.

Tabla I. **Población económicamente activa del municipio de Patzicía**

<b>Conformación de la PEA</b>	
Población económicamente activa	7 733,00
Población ocupada	7 684,00
Población económicamente inactiva	11051,00
Población económicamente activa hombres	6 326,00
Población económicamente activa mujeres	1 407,00

Fuente: DMP-SEGEPLAN, Plan de desarrollo municipal 2011-2025. p. 49.

Figura 4. Mapa de organización comunitaria de Patzicía



Fuente: DMP-SEGEPLAN, Plan de desarrollo municipal 2011-2025.p. 61.

## **1.2. Investigación diagnóstica sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio de Patzicía**

Se realizó una investigación sobre las necesidades y servicios que existen en la aldea El Camán, con la finalidad de obtener un panorama general de las condiciones actuales en las que vive la población de esta comunidad.

### **1.2.1. Servicios existentes**

Los servicios que se tienen en el municipio de Patzicía, sean proporcionados por entes públicos o privados, son los siguientes: educación, agua entubada, energía eléctrica, salud, drenaje de aguas residuales, extracción de basura, calles pavimentadas y adoquinadas, caminos balastados, correos, cementerios, mercado, centros de acopio, rastro municipal, telefonía, cable de televisión, entre otros.

El servicio de educación es brindado por establecimientos públicos y privados del área urbana y rural. En el área urbana se cuenta con tres escuelas públicas de nivel primario, seis colegios que imparten educación primaria y básica, tres establecimientos públicos de educación básica y tres institutos de educación diversificada. Estos establecimientos atienden a una población estudiantil de aproximadamente 5473 estudiantes.

Se ha determinado que en el municipio de Patzicía no existe tratamiento del agua entubada, la cual no es apta para el consumo humano debido a que la procedencia es de nacimientos que no tienen un adecuado mantenimiento, encontrándose algunos con algún grado de contaminación. La población que carece de este servicio se abastece por medio de pozos y llena cántaros públicos. Según el censo del 2009, el 92,19 por ciento de los hogares cuenta

con el servicio del agua entubada, mientras que el 7,81 por ciento carece de este servicio.

La energía eléctrica es abastecida por la empresa Unión Fenosa, a través de la empresa Distribuidora de Energía de Occidente S.A. Esta distribuye a un total de 6352 hogares equivalentes a 96,52 por ciento.

En el municipio existe una red de drenajes para aguas negras, sin embargo, en muchos hogares, también conectan a esta red las aguas pluviales, lo cual hace que el drenaje se sature en época de invierno. Todas estas aguas residuales van a desembocar al barraco conocido como Paraxaj, el cual se une con el río Tziyá; las aguas residuales no cuentan con ningún tratamiento antes de llegar al cuerpo receptor, por lo que se generan altos índices de contaminación. Para el caso del servicio de drenajes, solo el 65,99 por ciento tiene acceso a este servicio.

### **1.2.2. Descripción de las necesidades**

En los últimos años, el municipio de Patzicía ha experimentado un crecimiento poblacional y urbano, de tal cuenta, las zonas del municipio se han expandido, se creó una nueva zona y se poblaron tres nuevas colonias. La zona dos del municipio extendió sus límites urbanos dando origen al sector conocido como El Bosque. Este sector en la actualidad cuenta con alrededor de 119 familias equivalentes a un aproximado de 714 habitantes.

Por entrevistas y visitas de campo realizados en el sector El bosque se observa que se tienen varios problemas que requieren una solución pronta, los cuales se mencionan a continuación: adoquinado de calles, introducción de agua potable, alumbrado público y alcantarillado sanitario.

### **1.2.3. Priorización de necesidades**

En el sector El Bosque, el 95 por ciento de los vecinos se abastece de agua por medio de pozos artesianos. En cuanto al alumbrado público se tiene una cobertura del 80 por ciento de todo el sector y el adoquinado de calles no es aconsejable realizarlo antes de introducir el agua entubada y drenaje. Por las razones anteriores, las condiciones propias del lugar y por lo manifestado por los propios vecinos del sector El Bosque, se ha priorizado la construcción de un sistema de alcantarillado sanitario para aguas residuales. Esto debido a que todos los hogares de esta comunidad manejan las excretas a través del uso de letrinas de pozo ciego y las aguas residuales corren a flor de tierra.

### **1.3. Monografía de la aldea El Camán**

Se realizó una visita de campo a la aldea El Camán para entrevistar a los pobladores e investigar sobre la comunidad, con la finalidad de elaborar la monografía del lugar.

#### **1.3.1. Datos generales**

El Camán es una de las cinco aldeas que conforman el municipio de Patzicía; según los pobladores del lugar la aldea se originó hace aproximadamente 80 años, cuando las familias de Eulalio Martín, Manuel Chopox, Pantalión Martín y Guillermo Saloj se trasladaron de la cabecera municipal a este sector del astillero comunal. El nombre de la aldea se debe a que en el lugar existe un bosque comunal, por esto, los pobladores derivaron el nombre Camán de la palabra común, dándole origen al nombre de la aldea El Camán.

La extensión territorial de esta aldea es de diez kilómetros cuadrados y colinda al norte con Santa Cruz Balanyá, al sur con la aldea Cerritos Asunción, al este con la cabecera municipal y al oeste con las aldeas Chimasat y Chirijuyú. La aldea está dividida en cuatro cantones y no posee ningún caserío.

### **1.3.2. Ubicación y localización**

La aldea está ubicada en la parte norte del municipio de Patzicía, del departamento de Chimaltenango. Se localiza a una distancia de 6,5 kilómetros de la cabecera municipal, a 21,5 kilómetros de la cabecera departamental por carretera asfaltada y a 76,5 de la ciudad capital. Su elevación sobre el nivel del mar es de aproximadamente 2136 metros.

### **1.3.3. Vías de acceso**

A la aldea se puede ingresar de la ciudad capital por la ruta interamericana hasta el kilómetro 76,5 al lugar conocido como el entronque, igualmente se ingresa desde municipio de Tecpán Guatemala. También puede ingresarse por la ruta hacia el municipio de Patzún, tomando luego el desvío en el kilómetro 74 hacia la aldea Cerritos Asunción por un tramo de carretera asfaltada y luego por camino de terracería.

### **1.3.4. Topografía y clima**

La aldea se ubica en una zona de planicies con pequeñas lomas cultivables. La aldea no cuenta con bosques extensos, y solo es atravesada por un río conocido como Balanyá. Por su ubicación geográfica se presentan dos estaciones durante el año: seca y lluviosa. La velocidad del viento no supera los 125 kilómetros por hora en climas críticos.

### **1.3.5. Población actual**

Según proyecciones del INE, para el 2012 se tiene una población de 3964 habitantes equivalentes a aproximadamente 495 familias. El 52 por ciento de la población son mujeres mientras que el 48 por ciento son hombres.

### **1.3.6. Organización comunitaria**

La organización comunitaria está encabezada por los tres alcaldes auxiliares y 12 ministriles. También se cuenta con el Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE), la junta escolar de educación primaria, junta de padres de familia del Instituto de Educación Básica por Cooperativa y el Comité de Agua Potable.

### **1.3.7. Actividades económicas**

La ocupación principal de la población de la aldea es en su mayoría agrícola, alcanzando hasta un 80 por ciento del total de la población. El restante 20 por ciento de la población se dedica a actividades diversas, tales como: albañilería, herrería, mecánica, panadería, carnicería etc. Además, se estima que solamente el 3 por ciento de la población tiene algún grado académico de educación diversificada y menos del uno por ciento alcanza un grado académico universitario.

## **1.4. Investigación diagnóstica sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura de la aldea El Camán**

En los párrafos siguientes se presentan los servicios existentes y necesidades que se encontraron en la aldea.

#### **1.4.1. Servicios existentes**

En visita realizada y por entrevista con vecinos y autoridades de la comunidad, se estableció que en el lugar, únicamente se tienen los servicios de agua potable con una cobertura de 45 por ciento de la población, adoquinado de calles en un 60 por ciento, energía eléctrica con una cobertura de un 98 por ciento y educación que cubre al cien por ciento las necesidades hasta el nivel básico.

#### **1.4.2. Descripción de las necesidades**

La aldea El Camán presenta varias necesidades que se pudieron observar durante las visitas de campo realizadas a la aldea. Entre las necesidades manifestadas por los vecinos sobresalieron las siguientes: mejoramiento de calles y avenidas, construcción del edificio de la Alcaldía Auxiliar Municipal, construcción de un salón comunal, construcción de áreas deportivas, implementación de alcantarillado sanitario y construcción de un mercado comunal.

#### **1.4.3. Priorización de las necesidades**

De los principales problemas encontrados en la aldea, se determinó que el proyecto prioritario a realizar, es la construcción del edificio para la Alcaldía Auxiliar. Lo anterior es debido a que se presentan todas las condiciones necesarias para su realización; se tiene el terreno para su construcción, el edificio actual se encuentra altamente deteriorado y los vecinos, a través de las autoridades, manifestaron que es necesaria su pronta construcción, para mejorar la atención tanto a los vecinos de la comunidad como a los visitantes que llegan al lugar a comercializar sus productos.



## **2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL (PARTE 1)**

### **2.1. Preliminares de diseño del edificio para la Alcaldía Auxiliar Municipal de la aldea El Camán**

En los siguientes párrafos se encuentra la información preliminar para el diseño del edificio de la Alcaldía Auxiliar Municipal de la aldea El Camán.

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

El edificio que albergará las instalaciones de la Alcaldía Auxiliar está conformado por tres módulos. Cada módulo se estructura por medio de marcos rígidos de concreto armado, además, para los cerramientos laterales se utilizarán muros de block con una resistencia de 35kilogramos por centímetro cuadrado.

El edificio cuenta con dos niveles. En la planta baja se ubican ocho locales, servicios sanitarios (hombres y mujeres), módulo de gradas, corredores y jardines. En el segundo nivel se encuentran cinco oficinas, un área de biblioteca, bodega, salón de sesiones y servicios sanitarios para hombres y mujeres. Asimismo se contempla un módulo de gradas para la losa final.

#### **2.1.2. Importancia del proyecto**

El proyecto del edificio para la Alcaldía Auxiliar Municipal de la aldea El Camán tiene como objetivo, constituirse como el centro de atención pública a los habitantes de la comunidad. En estas instalaciones se iniciarían las

gestiones necesarias para llevar a cabo cualquier trámite para la implementación de proyectos sociales, económicos, culturales, de infraestructura y demás obras necesarias para el desarrollo de la aldea. Además, el contar con instalaciones adecuadas permitirá que la municipalidad tenga presencia en la aldea, con esto se genera confianza en la población y una mejor atención a los habitantes.

### **2.1.3. Investigación preliminar**

Como investigación preliminar se ha establecido que la comunidad cuenta con terreno propio, donado por la Municipalidad de Patzicía, para la construcción del edificio de la Alcaldía Auxiliar. Este terreno está ubicado en el centro de la aldea, en el segundo cantón específicamente. El terreno cuenta con un área de 600,60 metros cuadrados y tiene colindancias con terrenos privados en la orientación sur y oeste, el terreno nunca ha sufrido problemas por inundaciones u otro tipo de desastre natural, ya que se encuentra en una zona de bajo riesgo por fenómenos naturales.

### **2.1.4. Estudio de suelos**

El estudio de suelo es toda aquella actividad que se ha realizado para obtener información acerca del suelo que sirve de base para soportar todas las solicitudes del proyecto. Para el proyecto en particular, se realizaron los ensayos siguientes.

#### **2.1.4.1. Ensayo triaxial**

Este ensayo permite conocer la información sobre el valor soporte del suelo ante esfuerzos cortantes. Para el proyecto, se tomó muestra inalterada

del terreno a una profundidad de 2,00 metros. A continuación se presentan los resultados de este ensayo.

- Tipo de ensayo: no consolidado y no drenado
- Tipo de suelo: limo arenoso color café
- Ángulo de fricción interna ( $\phi$ ): 12,97
- Cohesión ( $C_u$ ): 960 Kg / m<sup>2</sup> (0,96 T / m<sup>2</sup>)

Tabla II. **Resultado de ensayo triaxial**

Probeta No.	1	1	1
Presión lateral (T/m <sup>2</sup> )	5	10	20
Desviador en rotura q (T/m <sup>2</sup> )	5,32	8,26	14,02
Presión intersticial u (T/m <sup>2</sup> )	x	x	x
Deformación en rotura Er (%)	0,3	0,5	1,5
Densidad seca (T/m <sup>3</sup> )	1,01	1,01	1,01
Densidad húmeda (T/m <sup>3</sup> )	1,34	1,34	1,34
Humedad (%H)	33,1	33,1	33,10

Fuete: CII, resultado de ensayos, documento único.

#### 2.1.4.2. **Ensayo límites de Atterberg**

Los ensayos de límites de Atterberg sirven para obtener información concerniente a la consistencia del suelo de acuerdo a su humedad. Existen tres ensayos: límite líquido, límite plástico y límite de contracción. Sin embargo, para el proyecto se ha determinado únicamente los límites líquido y plástico. A continuación se presenta los resultados de este ensayo llevado a cabo según la Norma AASHTO T-89 T-90.

Tabla III. **Resultado de ensayo límites de Atterberg**

Ensayo No.	Muestra No.	L.L. (%)	I.P. (%)	C.S.U.	Descripción del suelo
1	1	35,92	5,26	ML	Limo arenoso color café

Fuete: CII, resultado de ensayos, documento único.

### 2.1.4.3. Ensayo de granulometría

Este ensayo tiene como finalidad determinar la composición de granos del suelo en cuestión, clasificándolos como finos o gruesos. La norma utilizada es la AASHTO T-27. En la tabla IV se presentan los resultados de este ensayo.

Tabla IV. **Resultado de ensayo de granulometría**

Análisis con tamices		
Tamiz	Abertura (mm)	% que pasa
2"	44,10	100
3/4"	19,00	100
4	4,76	100
10	2,00	99,82
40	0,42	89,13
200	0,074	57,1

Fuete: CII, resultado de ensayos, documento único.

- Porcentaje de grava: 0,00
- Porcentaje de arena: 42,90

- Porcentaje de finos: 57,10

## **2.2. Diseño arquitectónico del edificio para la Alcaldía Auxiliar Municipal de la aldea El Camán**

Para realizar el diseño arquitectónico del edificio que albergará las instalaciones de la Alcaldía Auxiliar de la aldea El Camán, se tomaron parámetros como la ubicación y orientación del edificio dentro del terreno, distribución de ambientes y alturas verticales convenientes. A continuación se describen estos parámetros.

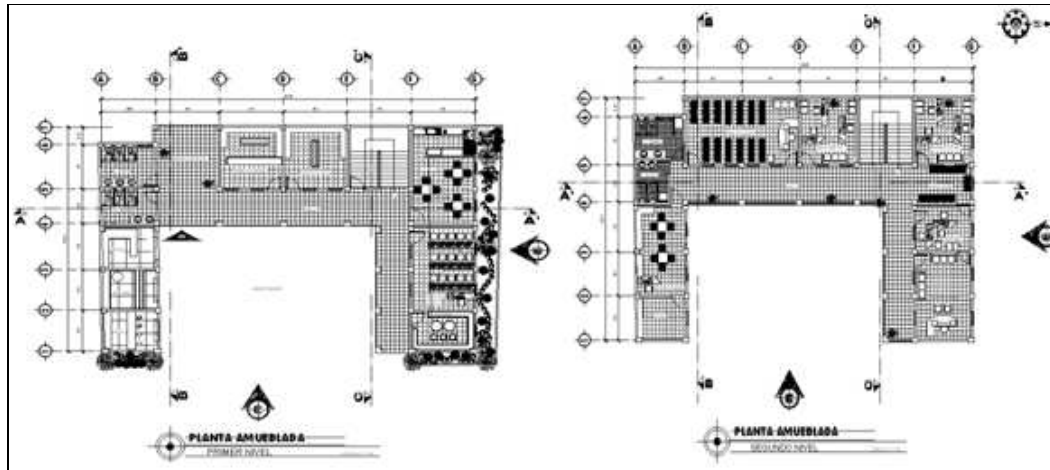
### **2.2.1. Ubicación y orientación del edificio sobre el terreno**

El edificio se ubicara en todo el contorno del terreno que le corresponde a la Alcaldía Auxiliar, tendrá forma de U dividida en tres módulos. La fachada principal estará orientada hacia el este y las otras fachadas de los módulos restantes hacia el norte.

### **2.2.2. Distribución de ambientes**

Para la distribución de ambientes se ha considerado las peticiones de las autoridades de la comunidad, como tambien se ha elaborado un diagnóstico de las principales actividades que se desarrollarán en las instalaciones de este edificio. En la figura 5 se presenta la distribución de ambientes del edificio para la Alcaldía Auxiliar.

Figura 5. **Plantas arquitectónicas del edificio para la Alcaldía Auxiliar**



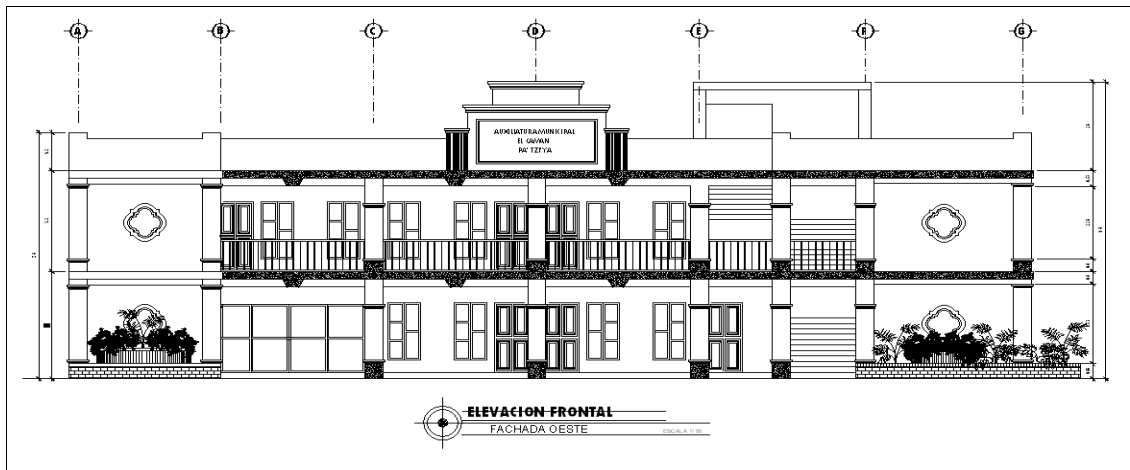
Fuete: elaboracion propia, con programa Autocad 2007.

### 2.2.3. **Cotas verticales del edificio**

El edificio tendrá dos niveles; un nivel de desplante de 1,50 metros (el cual se determinó, habiendo tomado la muestra de suelo a una profundidad de 2 metros) y cada nivel una altura de 3,20 metros. En el módulo tres se ha dejado previsto un espacio para el módulo de gradas que conducirían del primer al segundo nivel y del segundo al techo final.

En la figura 6 se muestra la fachada principal del edificio.

Figura 6. **Fachada principal del edificio para la Alcaldía Auxiliar**



Fuete: elaboracion propia, con programa Autocad 2007.

### 2.3. **Análisis estructural del edificio para la Alcaldía Auxiliar**

A continuación se presenta el análisis estructural del edificio de la Alcaldía Auxiliar Municipal de la aldea El Camán. El análisis que se presenta, se realizó principalmente para el módulo 1, ya que el procedimiento a realizarse para los módulos 2 y 3, son análogos.

#### 2.3.1. **Selección del sistema estructural a utilizar en el diseño**

El sistema a utilizar en el diseño del edificio para la Alcaldía Auxiliar estará formado por columnas y vigas, los cuales forman marcos rígidos.

Estos marcos son los que soportarán las cargas laterales y verticales. Para los cerramientos laterales, se utilizarán muros de block; la losa será igualmente de concreto reforzado, debiéndose verificar, de acuerdo a sus

dimensiones si actúa en una o dos direcciones. Las propiedades de los materiales se mencionan a continuación.

- Concreto par losa, vigas, columnas y zapatas: 281 kilogramo por centímetro cuadrado (4000 libras por pulgada cuadrada).
- Refuerzo de acero para losa será grado 40. Para vigas, columnas y zapatas, será acero de grado 60.

### **2.3.2. Predimensionamiento de elementos**

Antes de iniciar con el análisis estructural del edificio para el diseño de sus elementos, se procederá a predimensionar los elementos que lo conforman. Siendo estos: losas, vigas y columnas. Los muros que no forman parte del sistema estructural que resistirán las cargas, también se predimensionan.

Para la predimensión de las losas se ha tomado la losa más crítica (la de mayores dimensiones) para estimar su espesor (t). Para calcular este espesor se realiza en función del perímetro, P, con la siguiente ecuación:

$$t = P / 180 = 2(4,55+4,38)/180 = 0,099 = 0,10 \text{ m}$$

Para el predimensionamiento de las vigas, se ha hecho referencia a lo establecido en el código ACI 318S-08, en sus secciones 21.5.1.2, 21.5.1.3, 21.5.1.4 y 10.4.1, por lo que se obtienen las dimensiones siguientes: ancho (b) de viga de 25 centímetros y peralte (h) de 40 centímetros para todas las vigas, excepto para las vigas tipo 2 que serán de 25 centímetros de base y un peralte igual a 50 centímetros.



En cuanto a la predimensión de las columnas se utilizaron las secciones 21.6.1.1, 21.6.1.2 del Código ACI 318S-08. Bajo estas disposiciones se optó por columnas de sección cuadrada de 35 centímetros en cada lado, excepto para las columnas de los corredores que serán de 35 centímetros en su lado menor y de 50 centímetros en el lado mayor. Con estas disposiciones se cumple lo establecido por los requisitos de las secciones mencionadas anteriormente.

Los muros a utilizar serán de block de concreto de 14 centímetros de ancho, 19 centímetros de peralte y 49 centímetros de longitud con una resistencia de 35 kilogramo por centímetro cuadrado.

### 2.3.3. Análisis estructural por el método numérico de Kani

Para realizar el análisis de los marcos a través del método de Kani, es necesario realizar la distribución de carga vertical y horizontal que se le aplicará a los marcos. De acuerdo a lo anterior, en la tabla V, se presenta un listado de las cargas utilizadas, según las Normas de la Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural Sísmica (AGIES-NSE-2, sección 3.4). Se ha considerado además una sobrecarga de 26 kilogramos por centímetro cuadrado.

Tabla V. **Valores de carga aplicada para el análisis de marcos**

<b>Tipo de ocupación y uso</b>	<b>Carga (Kg / m<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga (lbf / plg<sup>2</sup>)</b>
Oficinas	250	52
Área de reunión sin asiento fijo	500	103
Pasillo y balcones (corredores)	500	103
Área de biblioteca	700	143
Techo	200	41

Fuete: AGIES-NSE 2, resumen de tabla 3-1.p 6 y7.

También, es necesario establecer el valor de las cargas laterales que afectaran al edificio bajo la acción de sismos. Para calcular estas cargas es necesario calcular el cortante basal para realizar la distribución de fuerzas sísmicas en el plano vertical y horizontal. También debe calcularse el centro de masa y centro de rigidez para establecer los efectos de torsión sobre la edificación.

Para estimar el cortante basal se debe calcular el peso del edificio como se muestra en las tablas VI y VII para el módulo uno. Aunado a esto se hace uso de las disposiciones del código UBC-97, sección 1630.2.1 para determinar los indicadores que en las ecuaciones 30-4 al 30-8 se requieren. Para referenciar estos indicadores se hace uso también de la Norma NSE 2.

Tabla VI. **Peso del segundo nivel del edificio, módulo 1**

<b>Elemento</b>	<b>P.e Kg/m3</b>	<b>Per. (y/o) L m</b>	<b>h m</b>	<b>e m</b>	<b>W Kg.</b>
Muro cenefa	1400	23,06	1,2	0,14	5 423,71
Acabado en cenefa	1600	23,06	1,2	0,03	1 328,26
Pañuelos	1600	9,8	4,19	0,035	2 299,47
Losa	2400	9,8	4,19	0,1	9 854,88
Acabado en losa	1600	9,8	4,19	0,015	985,49
Vigas	2400	33,56	0,3	0,25	6 040,80
Columnas 1	2400	16,8	0,35	0,35	4 939,20
Columnas 2	2400	5,6	0,35	0,5	2 352,00
Muros	1400	26,37	2,8	0,15	15 505,56
Acabado en muros	1600	26,37	2,8	0,03	3 544,13
Carga muerta					52 273,50
Carga viva (1)	200	9,7	4,16	0,25	2 017,60
Carga viva					2 017,60
<b>Peso total</b>					<b>54 291,10</b>

Fuete: elaboración propia, con programa Excel 2007.

Tabla VII. **Peso del primer nivel del edificio, módulo 1**

Elemento	P.e	Per. (y/o) L	h	e o b	W
	Kg/m3	m	m	m	Kg.
Piso	2000	9,8	4,19	0,05	4 106,20
Losa	2400	9,8	4,19	0,1	9 854,88
Acabado en losa	1600	9,8	4,19	0,015	9 85,49
Vigas	2400	33,56	0,3	0,25	6 040,80
Columnas 1	2400	25,2	0,35	0,35	7 408,80
Columnas 2	2400	8,4	0,5	0,35	3 528,00
Muros	1400	30,76	4	0,14	24 115,84
Acabo en muros	1900	30,76	3	0,03	5 259,96
Sobre carga	26	9,8	4,19	0	1 067,61
Carga muerta					62 367,58
Carga viva (1)	100	26,78	2,4	0,25	1 606,80
Carga viva					1 606,80
<b>Peso total</b>					<b>63 974,38</b>

Fuete: elaboración propia, con programa Excel 2007.

De la misa forma se calcula el peso por nivel de cada uno de los dos módulos restantes, con lo que se obtiene el peso total de cada módulo como se muestra en la tabla VIII.

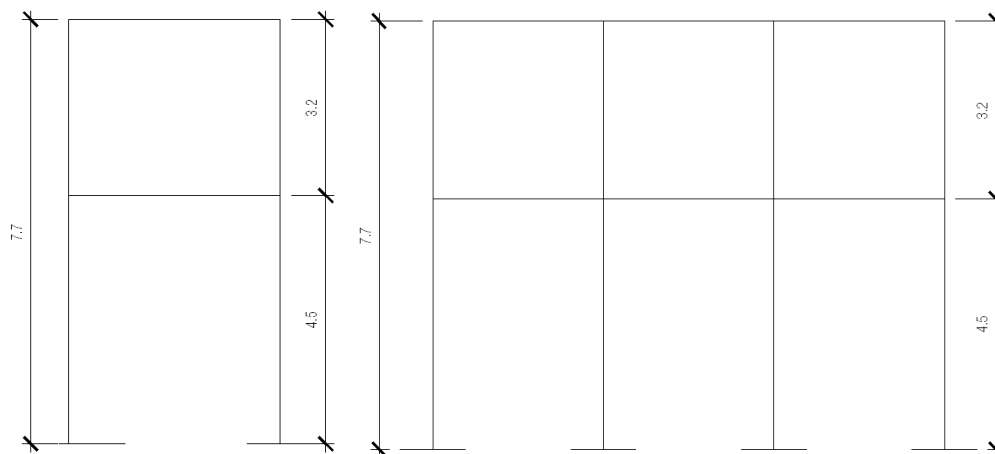
Tabla VIII. **Peso de los módulos que componen el edificio**

Módulo	Peso total (Kg)
1	118 265,48
2	522 604,15
3	148 455,84

Fuete: elaboración propia, con programa Word 2007.

Ya calculado el peso total del edificio, se procede a calcular el cortante basal. A continuación se desarrollan los cálculos para el cortante basal del módulo uno, haciendo uso para el análisis de los modelos matemáticos que se muestran en la figura 7. No obstante, antes de realizar los cálculos directamente, es necesario definir los siguientes componentes:

Figura 7. **Modelo matemático de los marcos del edificio, módulo 1**



Fuete: elaboración propia, con programa Autocad 2007.

- Altura total del edificio (h): 7,70 m.
- Clasificación de sitio: SD (según tabla 4-4, sección 4.5.5 de las Normas NSE 2, elaboradas por AGIES y sección 1632.2 del UBC-97).
- Zona sísmica: 4(según tabla del anexo A de las Normas NSE 2, y tabla 16-I del UBC-97).
- Factor de zona sísmica: 0,40 para la zona cuatro (tabla 16-I del UBC-97).
- Factor de importancia por categoría de destino (I): 1,25 (tabla 16-K del UBC-97).
- Factor R, según sistema estructural: 8,5 (tabla 16-N del UBC-97).

- Coeficiente de sismicidad,  $C_a$ , según perfil del suelo y zona sísmica: 0,44  $N_a$  (tabla 16-Q, del UBC-97).
- Factor de cercanía a la fuente,  $N_a$ , según tipo de sismo y distancia próxima a la fuente: 1 (tabla 16-S, del UBC-97).
- Factor de cercanía a la fuente,  $N_v$ , según tipo de sismo y distancia próxima al origen del sismo: 1 (tabla 16-S, del UBC-97).

Con los datos establecidos anteriormente, se hace uso de las ecuaciones 30-4 a 30-8 de la sección 1630.2 del UBC-97, como sigue:

$$T = C_t(h_n)^{3/4} = 0,0731 (7,70)^{3/4} = 0,34 \text{ s}$$

$$V = C_v \cdot I \cdot W / (R \cdot T) = 0,64 \cdot 1 \cdot 1,25 \cdot 118\,265,48 / (8,5 \cdot 0,34) = 32\,941,52 \text{ Kg}$$

No obstante al cálculo anterior, para el cortante basal deben cumplirse también las siguientes condiciones.

El esfuerzo de cortante basal total de diseño no debe exceder de:

$$V = 2,5 C_a \cdot I \cdot W / R = 2,5 \cdot 0,44 \cdot 1 \cdot 1,25 \cdot 118\,265,48 / 8,50 = 19\,131,18 \text{ Kg}$$

El esfuerzo de cortante basal total de diseño no debe ser menor de:

$$V = 0,11 \cdot C_a \cdot I \cdot W = 0,11 \cdot 0,44 \cdot 1 \cdot 1,25 \cdot 118\,265,48 = 7\,155,06 \text{ Kg}$$

Para la zona sísmica cuatro, el cortante basal total de diseño no debe ser menor de:

$$V = 0,8 Z \cdot N_v \cdot I \cdot W / R = 0,8 \cdot 0,4 \cdot 1 \cdot 1,25 \cdot 118\,265,48 / 8,5 = 5\,565,43 \text{ Kg}$$

El procedimiento llevado a cabo anteriormente, es igualmente aplicable para calcular el cortante basal de los módulos 2 y 3 del edificio. De tal manera que se obtiene el cortante basal como se muestra en tabla IX.

Tabla IX. **Cortante basal de los módulos que componen el edificio**

<b>Módulo</b>	<b>Cortante basal (Kg)</b>
1	19 131,18
2	67 631,13
3	19 211,93

Fuete: elaboración propia, programa Word 2007.

Con los valores del cortante basal, se procede a la distribución de las fuerzas por sismo en el plano vertical y para ello se hacen uso de las siguientes ecuaciones, que se encuentran en el UBC-97.

$$V = F_t + \sum_{i=n}^1 F_i \text{Ecc. 30-13}$$

$$F_t = 0,07TV \text{Ecc. 30-14}$$

$$F_x = \frac{(V - F_t)w_x h_x}{\sum_{i=1}^n w_i h_i} \text{Ecc. 30-15}$$

Utilizando las ecuaciones anteriores, se presentan los cálculos, en forma resumida, en la tabla X. De igual manera se calcula para los módulos 2 y 3.

Tabla X. **Cálculo de las fuerzas sísmicas laterales por nivel**

Niv.	V (Ton)	T (s)	Ft (Ton)	wi (Ton)	hi (m)	wi*hi (Ton-m)	V-Ft (Ton)	$\frac{(V-F_t)w_x h_x}{\sum_{i=1}^n w_i h_i}$	fx (Ton)	Fx (Ton)	Err.
2	19,13	0,34	0,46	54,29	7,70	418,04	18,68	0,03	11,06	<b>11,51</b>	0,00
1	19,13	0,34	0,46	63,97	4,50	287,88	18,68	0,03	7,62	<b>7,62</b>	
				SUMAS		70,.93			18,68	<b>19,13</b>	

Fuete: elaboración propia, con programa Word 2007.

En la tabla XI se presentan las fuerzas laterales en cada nivel de los módulos del edificio.

Tabla XI. **Resumen de las fuerzas sísmicas laterales en el edificio**

Módulo	Nivel	Fuerza (Kg)
1	2	11 513,80
	1	7617,38
2	3	14207,57
	2	30 880,76
	1	22 542,79
3	2	11326,11
	1	7885,82

Fuete: elaboración propia, con programa Excel 2007.

Seguidamente se procede a realizar la distribución de las fuerzas laterales en cada uno de los marcos que componen el edificio. Esto se realizará de

forma proporcional a la rigidez de cada marco, realizando la misma operación en cada uno de los módulos del edificio. A modo de ejemplo, se presenta la distribución de las fuerzas en el módulo 1. Para lo cual se calcula la rigidez de los marcos en dirección X y en dirección Y. En el sentido X, los ejes 2, 3 y 4 poseen la misma rigidez, mientras el eje 1 tiene una rigidez distinta debido a la sección de las columnas; c1 y c2 indican columna uno y dos respectivamente.

$$I_{c1} = \frac{1}{12} * b * h^3 = \frac{1}{12} * 0,35 * 0,35^3 = 1,23E-3 \text{ m}^4$$

$$k_{c1} = \frac{I}{L} = \frac{1,23 \text{ E-3 m}^4}{4,50} = 2,78 \text{ E-4 m}^4$$

$$I_{c2} = \frac{1}{12} * b * h^3 = \frac{1}{12} * 0,35 * 0,50^3 = 3,65E-3 \text{ m}^4$$

$$k_{c2} = \frac{I}{L} = \frac{3,65 \text{ E-3 m}^4}{4,50} = 8,10 \text{ E-4 m}^4$$

Para hallar el porcentaje de fuerza que absorbe cada marco se hace determina la relación de rigidez entre los marcos, es decir, en qué medida el marco de eje 1 es más rígido que el marco del eje 2, 3 y 4.

$$\text{Relación} = 2,78 / 8,10 = 0,34 = 34 \%$$

Esto indica que el marco del eje 1 es 66 por ciento más rígido que los otros marcos, con lo cual tenemos:

$$(0,66x+x)+3x=100$$



$$x = \frac{100}{4.66} = 21,46\%$$

Lo anterior indica que los marcos en los ejes 2, 3 y 4 absorberán cada uno el 21,46 por ciento de la carga sísmica del nivel, mientras que el marco del eje 1 absorberá el 35,62 por ciento de la carga sísmica en el nivel estudiado.

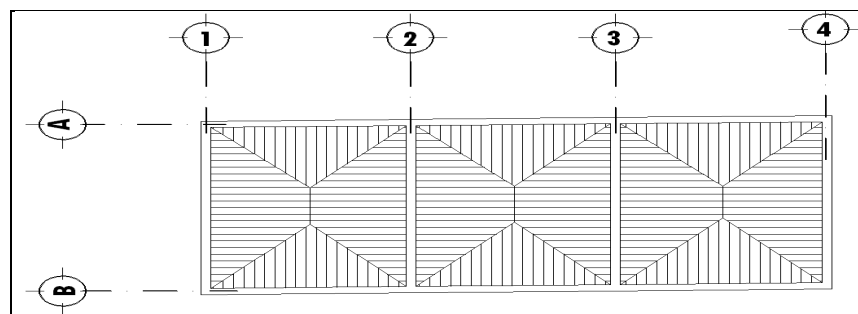
$$F_{2,3,4} = 0.2146 * 11\ 543,80 = 2\ 470,86\ \text{Kg}$$

$$F_1 = 0.3562 * 11\ 543,80 = 4\ 111,90\ \text{Kg}$$

En la tabla XII se presenta la distribución de las cargas laterales por sismo en cada uno de los marcos de los tres módulos del edificio.

Con las cargas laterales ya calculadas, se debe realizar la integración de cargas para las vigas. Esta integración se realiza a través de la sumatoria de las cargas muertas y vivas que actúan en el edificio. Para esta integración, se utilizarán áreas tributarias como se muestra en la figura 8. A continuación se presenta la integración de cargas actuantes sobre la viga del marco del eje 2 entre los ejes A y B del entrepiso del primer nivel.

Figura 8. **Áreas tributarias para vigas del módulo 1**



Fuete: elaboración propia, con programa Autocad 2007.

Tabla XII. **Distribución de fuerzas laterales sobre los marcos del edificio**

MODULO	EJE	NIVEL 3	NIVEL 2	NIVEL 1	EJE	NIVEL 3	NIVEL 2	NIVEL 1
		Kg	Kg	Kg		Kg	Kg	Kg
1	1		4 101,22	2 713,31	A		5756,90	3808,69
	2		2470,86	1 634,69	B		5756,90	3808,69
	3		2 470,86	1 634,69				
	4		2 470,86	1 634,69				
2	4'		12821,69	9 359,77	A		4029,94	2941,83
	5	7103,79	9 029,54	6 591,51	B		4029,94	2941,83
	7	7103,79	9 029,54	6 591,51	C		4916,22	3588,81
					D		4916,22	3588,81
					E	7103,79	4916,22	3588,81
					F	7103,79	4029,94	2941,83
					G		4029,94	2941,83
3	1		3216,62	2239,57	E'		5136,39	3576,22
	2		2703,54	1882,35	F		3094,29	2154,41
	3		2703,54	1882,35	G		3094,29	2154,41
	4		2703,54	1882,35				

Fuete: elaboración propia, con programa Excel 2007.

Para la integración de carga en las vigas se procede de la siguiente manera:

Datos:

Área tributaria = 6,36 m<sup>2</sup>

Peso específico de concreto = 2400 Kg / m<sup>3</sup>

Peso específico de mortero = 2100 Kg / m<sup>3</sup>

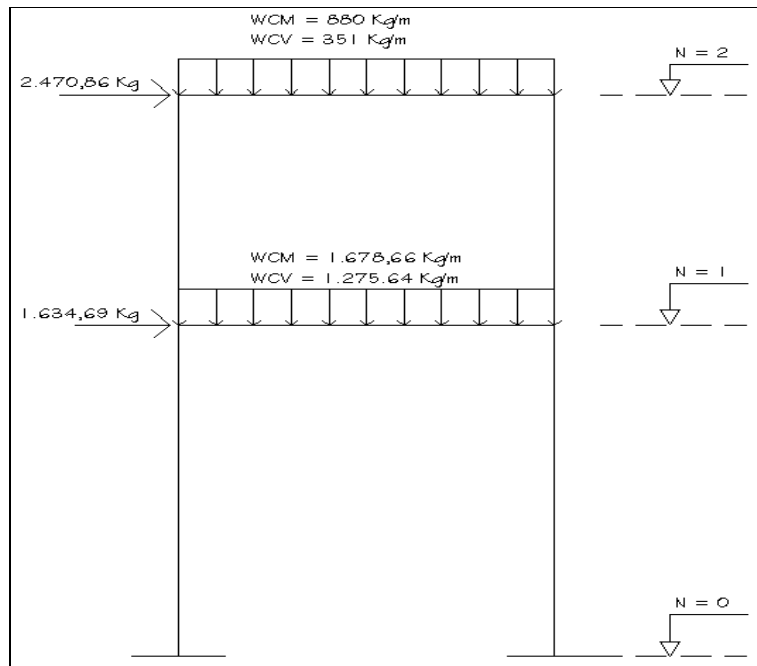
Peso específico de muro = 1400 Kg / m<sup>3</sup>

Peso de piso	= 100 Kg / m <sup>2</sup>	
Longitud de viga	= 3,49 m	
CV	= 700 Kg / m <sup>2</sup>	
Peso de losa	= (6,36*0,10*2400) / 3,49	=437,36Kg/m
Peso de viga	= 0,25*0,40*2400	=240 Kg/m
Peso de piso	= (6.36*100) / 3,49	=182,23 Kg/m
Peso de muro	= (1400*0,15*2,80)	= 588 Kg/m
Peso de mortero	= (2100*0,03*2,80) / 3,49	=176,40 Kg/m
Peso de S. C	= (30*6,36)/3,49	=54,67 Kg/m
wcm	= 437,36+240+182,23+588+176,40+54,67	=1 678,66 Kg/m
wcv	= (700*6.36) / 3,49	=1 275,64 Kg/m

Este proceso se utiliza para integrar las cargas en cada una de las vigas de todos los marcos, tanto del primer nivel, como del segundo nivel. En la figura 8 se muestra el marco del eje 2 en el módulo 1 con la carga muerta y viva que actúan sobre la viga, asimismo se presenta la carga lateral por sismo.

Seguidamente es necesario determinar los efectos de torsión producidos por las cargas laterales en el edificio y con estos datos determinar la luz de la junta sísmica para los diferentes módulos. Para lograr lo anterior se calcula el centro de rigidez y el centro de masa de cada uno de los módulos.

Figura 9. Integración de cargas para el marco del eje 2, módulo 1



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2007.

El centro de masa se calcula con las áreas del edificio y el brazo al centro de cada área desde un punto de origen en un sistema de coordenadas (x,y). Análogamente se calcula el centro de rigidez, solo que en lugar de utilizar áreas, se calcula la rigidez de cada marco en las dos direcciones (x,y). Para este cálculo se hace uso del libro de texto del ingeniero Meli Pirallaque tiene como título Diseño Estructural, los cálculos están referidos al Reglamento del Distrito Federal (RDF) de México, auxiliándose siempre del UBC-97. En la tabla XIII se presenta la determinación del centro de masa para el módulo 1.

Para calcular el centro de rigidez se debe determinar la rigidez de cada marco, esto se hace con la ecuación propuesta por Wilbur.

$$R_n = \frac{48E}{hn \left( \frac{3hn}{\sum K_{cn}} + \frac{hm+hn}{\sum K_{tm}} + \frac{hn+h_o}{\sum K_{tn}} \right)}$$

Tabla XIII. **Cálculo para la determinación del centro de masa, módulo 1**

No.	ÁREA	X	Y	A*X	A*Y
1	12,1	1,96	1,58	23,72	19,12
2	12,1	1,96	4,72	23,72	57,11
3	12,1	1,96	7,87	23,72	95,23
Sumas	36,3			71,15	171,46

Fuete: elaboración propia, con programa Word 2007.

$$Y_{CM} = \frac{171,46 \text{ m}^3}{36,3 \text{ m}^2} = 4,72 \text{ m}$$

$$X_{CM} = \frac{71,15 \text{ m}^3}{36,3 \text{ m}^2} = 1,96 \text{ m}$$

Luego de calcular la rigidez de cada marco se calcula el centro de rigidez ( $X_{CR}$ ,  $Y_{CR}$ ) con las ecuaciones siguientes:

$$X_{CR} = \frac{\sum (R_{iy} * x_i)}{\sum (R_{iy})}$$

$$Y_{CR} = \frac{\sum (R_{ix} * y_i)}{\sum (R_{ix})}$$

Donde:

E = módulo de elasticidad del concreto

hn = altura del piso analizado

hm = altura del piso inferior al analizado

ho = altura del piso superior al analizado

Kcn = rigidez de la columna del nivel analizado

Ktm = rigidez de la viga del nivel inferior

Ktn = rigidez de la viga del nivel analizado

XCR = coordenada en dirección X del centro de rigidez

YCR = coordenada en dirección Y del centro de rigidez

Riy = rigidez del marco en dirección Y

Rix = rigidez del marco en dirección X

Xi = distancia del marco desde un punto de origen en X

Yi = distancia del marco desde un punto de origen en Y

Determinados el centro de masa y el centro de rigidez, se procede a calcular la excentricidad, para luego calcular la excentricidad de diseño. Las ecuaciones siguientes muestran cómo se calcula la excentricidad real y la excentricidad de diseño respectivamente.

$$e_{rx} = x_{CM} - x_{CR}$$

$$e_{ry} = y_{CM} - y_{CR}$$

$$e_{dx} = 1,5 * e_{rx} + 0,05 * b$$

$$e_{dy} = 1,5 * e_{ry} + 0,05 * b$$

Donde:

$e_y$  = excentricidad real en dirección y

$e_x$  = excentricidad real en dirección x

$e_{dx}$  = excentricidad de diseño en dirección x

$e_{dy}$  = excentricidad de diseño en dirección y

$b$  = base del edificio en dirección de la excentricidad

En la tabla XIV se presenta el centro de rigidez y el centro de masa calculados para cada uno de los módulos. Asimismo, se presenta las excentricidades reales y de diseño en las direcciones x,y.

Tabla XIV. **Centro de masa, rigidez y excentricidades reales y de diseño para el edificio**

Módulo	$X_{CM}$	$Y_{CM}$	$X_{CR}$	$Y_{CR}$	$e_x$	$e_y$	$b_x$	$b_y$	$e_{dx}$	$e_{dy}$
	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
1	1,96	4,72	1,96	4,24	0,00	0,48	3,92	9,45	0,20	1,19
2	12,92	3,65	12,44	2,64	0,48	1,01	26,50	7,50	2,05	1,89
3	3,59	4,90	3,70	4,59	0,11	0,31	6,75	9,45	0,50	0,94

Fuete: elaboración propia, con programa Word 2007.

Con esto se calcula el momento torsionante en cada módulo y posteriormente se determina la deflexión del edificio. Para esto se utiliza la rigidez de los marcos, rigidez de piso, fuerza lateral actuante y la excentricidad. En los cálculos se debe considerar que la fuerza sísmica actúa en un 100 por ciento en una dirección y con el 30 por ciento en la dirección perpendicular.

Se debe calcular el momento torsionante que ejerce la fuerza sísmica en el nivel de piso analizado, seguidamente, se calcula el cortante por torsión en dirección X con el 100 por ciento de la fuerza actuando en esta dirección. Como se mencionó anteriormente, para este efecto se considera también el 30 por ciento de la fuerza actuando en dirección Y, esto se hace para obtener el cortante total y luego calcular el desplazamiento lateral del edificio. Para desarrollar el cálculo mencionado, se hace uso de las siguientes ecuaciones.

$$M_{TX} = F_X * e_{dy}$$

$$M_{TY} = F_Y * e_{dx}$$

$$C_{TX,X} = \frac{R_{ix} * y_{it}^2}{\sum R_{ix} * y_{it}^2 + \sum R_{iy} * x_{it}^2} * M_{TX}$$

$$C_{TX,Y} = \frac{R_{ix} * y_{it}^2}{\sum R_{ix} * y_{it}^2 + \sum R_{iy} * x_{it}^2} * M_{TY}$$

$$C_{TX} = C_{DX} + C_{TX,X}$$

$$F_{TX} = C_{TX} + 0.30 C_{TY}$$

$$\Delta = \frac{F_{TX} * Q}{200 * R_{ix} * h}$$

Donde:

$M_{TX}$  = momento torsionante en dirección X

$M_{TY}$  = momento torsionante en dirección Y

$F_X$  = fuerza sísmica en dirección X

$F_Y$  = fuerza sísmica en dirección Y

$C_{TX,X}$  = cortante por torsión en dirección X por la fuerza en X

$C_{TX,Y}$  = cortante por torsión de dirección X por la fuerza en Y

$R_{ix}$  = fuerza sísmica sobre marco en dirección X

$Y_{it}$  = brazo desde el centro de rigidez hasta el eje de los marcos

$C_{TX}$  = cortante total en dirección X



CDX = cortante directo sobre marco en dirección X

F<sub>TX</sub> = fuerza total actuado en dirección X

Δ = deformación lateral

Q = factor de desplazamiento (El RDF, recomienda un valor de

h = altura del punto de aplicación de la fuerza F<sub>TX</sub>

Análogamente a las ecuaciones anteriores se calcula la deformación lateral para la dirección en Y. En la tabla XV se presenta los cálculos realizados para el módulo 2 del proyecto y en la tabla XVI se presenta el resumen de este cálculo para los tres módulos.

Tabla XV. **Cálculo de la deformación lateral en marcos del edificio**

DIRECCIÓN X									Cortante por torsión		Cortante Total		X + 0.3Y	Q	Δ
MTX	EJE	Rix	yi	Rix*yi	CD	YiT	Rix * YiT	Rix * YiT2	sismo en x	sismo en y	sismo en x	sismo en y			
57.9	4'	0.26	0	0	13	2.6	-0.6864	1.8121	-1.01	-1.1	11.81	-1.1	11.4796	4	2.84E-03
57.9	5	0.14	3	0.38	9	0.1	0.0084	0.0005	0.01	0.01	9.042	0.014	9.0464	4	4.04E-03
57.9	7	0.14	8	1.05	9	4.9	0.6804	3.30674	1	1.09	10.03	1.094	10.3587	4	4.48E-03
SUMAS		<b>0.54</b>		<b>1.43</b>			<b>0.0024</b>	<b>5.11934</b>							
DIRECCIÓN Y									Cortante por torsión		Cortante Total		Y+0.30X	Q	Δ
MTY	EJE	Riy	xi	Riy *xi	CD	XiT	Riy*XiT	Riy*XiT2	sismo en x	sismo en y	sismo en x	sismo en y			
63.3	A	0.1	0	0	4	-12	-0.8086	10.059	-1.19	-1.3	-1.19	2.73	2.37335	4	2.63E-03
63.3	B	0.1	4	0.27	4	8.4	-0.5732	4.83241	-0.84	-0.92	-0.84	3.108	2.85555	4	2.86E-03
63.3	C	0.1	8	0.61	4.9	-4	-0.2898	1.15055	-0.43	-0.47	-0.43	4.454	4.32624	4	3.81E-03
63.3	D	0.1	13	0.94	4.9	0.5	0.03869	0.02051	0.06	0.06	0.057	4.982	4.99927	4	4.27E-03
63.3	E	0.1	17	1.08	4.9	5	0.31186	1.56866	0.46	0.5	0.459	5.421	5.55894	4	5.47E-03
63.3	F	0.1	22	1.16	4	9.5	0.50509	4.81351	0.74	0.81	0.743	4.842	5.06482	4	5.71E-03
63.3	G	0.1	26	1.58	4	14	0.8418	11.8105	1.24	1.35	1.238	5.383	5.75467	4	5.61E-03
SUMAS		<b>0.5</b>		<b>5.65</b>			<b>0.02579</b>	<b>34.2551</b>							

Fuete: elaboración propia, con programa Word 2007.

Para calcular la separación de los módulos por el desplazamiento lateral debido a cargas sísmicas, debe determinarse primero la longitud en metros del desplazamiento de cada módulo. Luego de obtener este dato se determina la separación real que deberá tener cada módulo. Para el caso del proyecto, se debe calcular la separación del módulo 1 del 2 y el módulo 3 del 1.

Obtenida la deformación lateral de cada marco de los diferentes módulos que componen el edificio, se considera la deformación más crítica para poder determinar el desplazamiento que sufriría el edificio al estar sujeto a cargas sísmicas, esto se obtiene con la ecuación siguiente:

$$\Delta M = h * \Delta$$

Donde:

$\Delta M$  = desplazamiento del elemento

$h$  = altura del elemento

$\Delta$  = deformación lateral del elemento

La separación de los módulos entonces se determina como sigue:

$$\Delta M_T = \sqrt{\Delta M_1^2 + \Delta M_2^2}$$

Donde:

$\Delta M_T$  = desplazamiento total del elemento

$\Delta M_1$  = desplazamiento del elemento 1

$\Delta M_2$  = desplazamiento del elemento 2

En la tabla XVI se muestran las deformaciones laterales de cada marco del edificio divididos por módulos.

La tabla XVII muestra el resultado de los cálculos realizados para determinar la separación de los módulos 2 a 1 y 2 a 3 del edificio. Finalmente se optó por una separación de 7,5 centímetros en las cuatro juntas existentes en el edificio.

Tabla XVI. **Resumen de la deformación lateral en marcos del edificio**

MÓDULO	MARCO	$\Delta$
MÓDULO 1	1	4,09E-03
	2	5,08E-03
	3	5,15E-03
	4	5,22E-03
	A	2,67E-03
	B	2,67E-03
MÓDULO 2	4'	2,84E-03
	5	4,04E-03
	7	4,48E-03
	A	2,63E-03
	B	2,86E-03
	C	3,81E-03
	D	4,27E-03
	E	5,47E-03
	F	5,71E-03
G	5,61E-03	
MÓDULO 3	1	2,32E-03
	2	2,23E-03
	3	2,28E-03
	4	2,33E-03
	E'	2,86E-03
	F	2,51E-03
	G	3,10E-03

Fuete: elaboración propia, con programa Excel 2007.

Tabla XVII. **Cálculo de la junta sísmica de los módulos del edificio**

MÓDULO	H (m)	$\Delta$	$\Delta M$ (m)	$\Delta MT$
1	7,7	5,23E-03	0,04	0,06
2	7,7	5,71E-03	0,04	
3	7,7	3,10E-03	0,02	0,05

Fuente: elaboración propia, programa Word 2007.

### 2.3.3.1. Análisis de cargas verticales

Ya realizada la integración de cargas verticales y la distribución de cargas laterales en los diferentes marcos, así como la determinación de la junta sísmica, se procede a realizar el análisis de los marcos para determinar los momentos y cortantes actuantes en vigas y columnas.

El análisis se realiza por el método matemático de Kani. Este método en particular se basa en la aproximación sucesiva a través de iteraciones que van aproximando los valores de los momentos en cada ciclo que se realiza. Para el uso de este método se emplean las ecuaciones siguientes:

$M_{ik}$ =momento flector en el extremo i de la barra

$M_{ik}^-$ =momento de empotramiento en el extremo i producido por cargas exteriores

$M_i^-$ =momento de sujeción en el nudo

$M_{ik}^{\cdot}$ =momento en extremo i debido al giro del mismo

$M_{ki}^{\cdot}$ =momento en extremo k debido a la influencia del extremo i

$M_r^-$ =momento de piso o de nivel, se utiliza la siguiente ecuación:

$$M_r^- = (Q_r * h_r) / 3$$

Donde:

$Q_r$  = fuerza cortante en el piso  $r$

$h_r$  = altura de las columnas del piso  $r$

$M_{ik}''$  = momento debido al desplazamiento de la columna en el extremo  $i$

$$\mu_{ik} = \text{factor de giro o coeficiente de reparto} = -\frac{1}{2} \frac{K_{ik}}{\sum_{i=1}^n K_{ik}}$$

Donde:

$K$  = Coeficiente de rigidez relativa

$$\text{Factor de desplazamiento} = -\frac{3}{2} \frac{K_{ik}}{\sum_{i=1}^n K_{ik}}$$

Donde:

$K$  = Rigidez de columnas del nivel

Cuando se emplean las ecuaciones anteriores en los diferentes ciclos del análisis hasta que se tengan ya series repetitivas, se emplean las siguientes ecuaciones para calcular los momentos finales (sin ladeo y con ladeo respectivamente).

$$M_{ik} = M_{ik}^- + 2M_{ki}' + M_{ki}'$$

$$M_{ik} = M_{ik}^- + 2M_{ki}' + M_{ki}' + M_{ik}''$$

El procedimiento de cálculo es el siguiente:

- a) Calcular los momentos de empotramiento y colocarlos por encima del extremo de las barras.

Figura 10. **Posición de momentos de empotramiento en los nudos del marco según el método de Kani**



Fuete: elaboración propia, con programa Autocad 2007.

- b) Calcular los momentos de sujeción y anotarlos en el cuadro interior de cada nudo.

Figura 11. **Posición de momentos de sujeción en los nudos del marco según el método de Kani**



Fuete: elaboración propia, programa Autocad 2007.

- c) Calcular los factores de giro y anotarlos frente al extremo de la barra correspondiente dentro del cuadro exterior.

Figura 12. **Posición de los factores de giro en los nudos del marco según el método de Kani**



Fuete: elaboración propia, con programa Autocad 2007.

- d) Calcular la influencia de giro de los nudos de forma iterativa y se colocan debajo de los momentos de empotramiento.

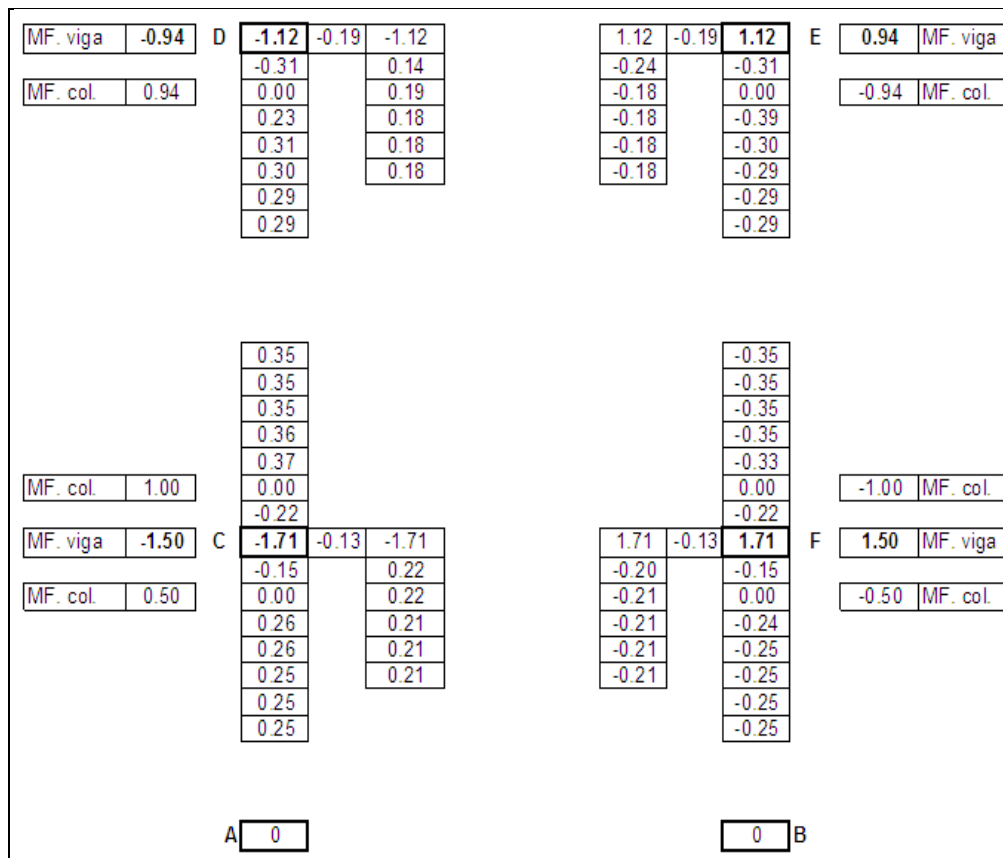
Figura 13. **Posición de los momentos por influencia del giro de los nudos del marco según el método de Kani**



Fuete: elaboración propia, con programa Autocad 2007.

Cuando se han realizado las iteraciones necesarias para calcular los momentos finales se procede a calcular los momentos finales con las ecuaciones mencionadas anteriormente. A modo de ejemplo en la figura 13 se presenta el resultado del análisis de carga muerta por el método de Kani del marco en el eje 1 del módulo 1 (los resultados están en toneladas-metros).

Figura 14. **Análisis de carga muerta por el método de Kani, marco del eje 1, módulo 1**



Fuete: elaboración propia, con programa Excel 2007.

### 2.3.3.2. Análisis de cargas horizontales

Para el análisis de cargas laterales, debe de utilizarse las determinadas anteriormente para cada marco. El análisis a utilizar por el método de Kani es el mismo, con la variación de que los momentos finales se calculan tomando en cuenta los momentos por ladeo, colocando los momentos en el centro de las columnas y siguiendo la misma secuencia de iteraciones.



### **2.3.4. Análisis estructural con Software SAP2000**

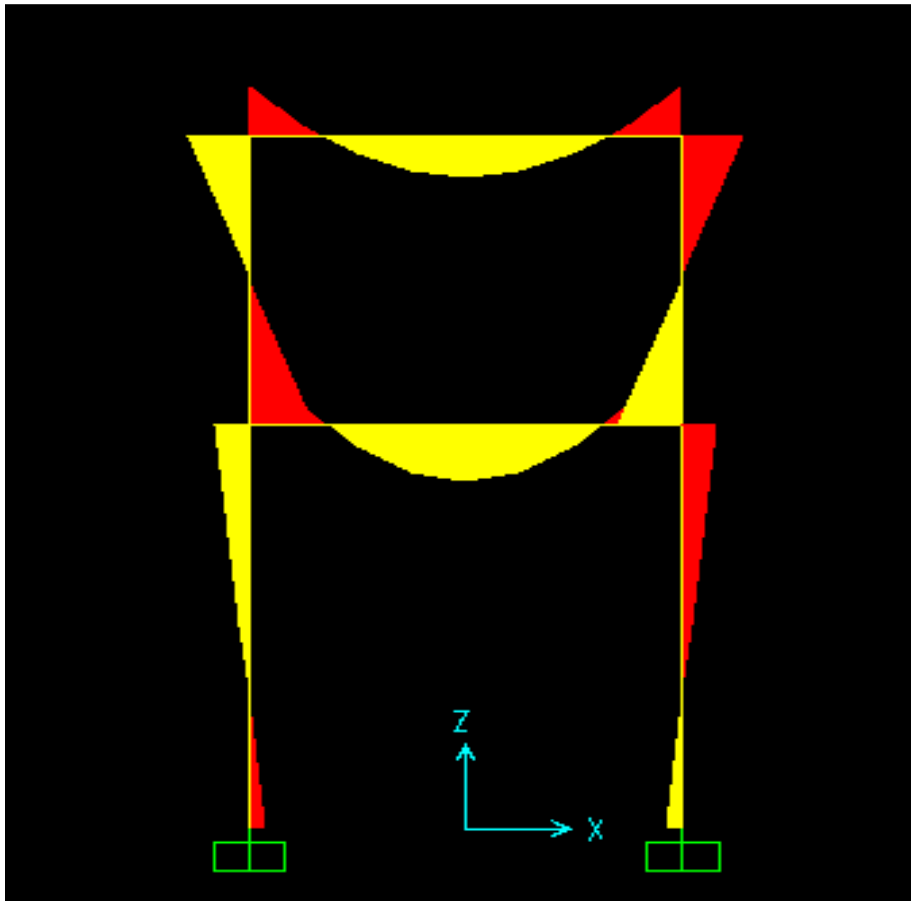
Para confrontar el análisis estructural por el método de Kani, se ha utilizado también el programa de análisis estructural SAP2000, en su versión 12. A continuación se presenta dos figuras que muestran el resultado del análisis del marco en el eje 1 del módulo 1 para cargas muertas.

#### **2.3.4.1. Análisis de cargas verticales**

El programa utilizado permite analizar cargas verticales separadas de cargas laterales (horizontales). Para el análisis el programa utiliza modelos matemáticos como el mostrado en la figura 7. Se presenta a continuación un resumen del uso del programa.

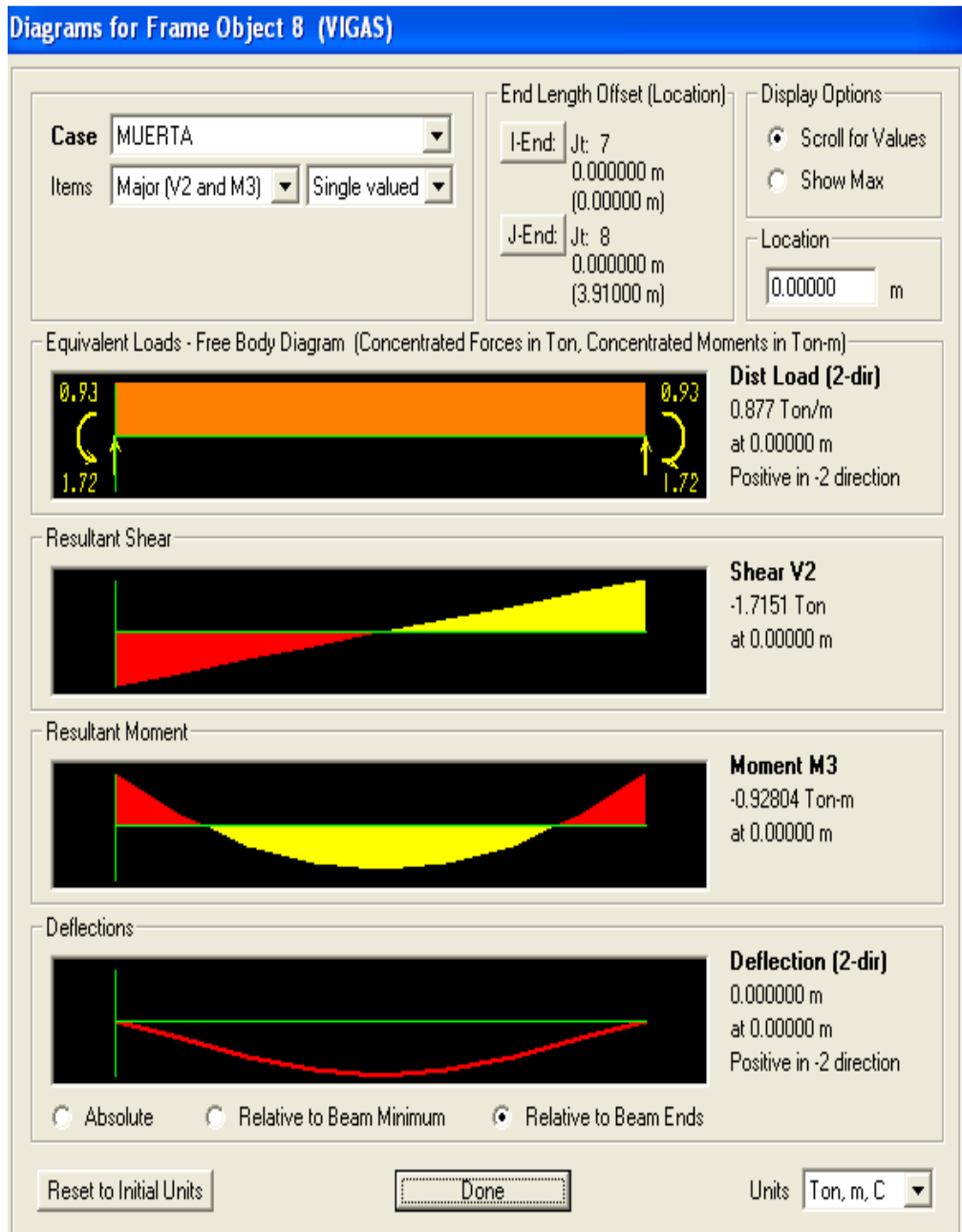
- Abrir el programa y se selecciona el tipo de sistema estructural a utilizar, así como el sistema de medidas a emplear.
- Asignar el tipo de articulación en la base, en nuestro caso, empotramiento.
- Definir el material a emplear, así como la geometría de las secciones que compondrán el marco (vigas y columnas).
- Seleccionar cada elemento del marco y se le asigna su sección respectiva.
- Definir las cargas a utilizar (carga muerta, carga viva y carga sísmica) y también las diferentes combinaciones de cargas para la envolvente.
- Para cargas verticales, se seleccionan las vigas y se le asigna la carga a emplear (carga muerta separada de la carga viva).
- Analizar el marco con el comando analyze.
- Correr el programa para obtener los resultados.
- Para mayores detalles se selecciona la viga y se le da un clic izquierdo para que muestre el valor de los momentos (negativos y positivos) y el cortante actuante en la viga.

Figura 15. Diagrama demomentos por carga muerta con SAP2000, marco del eje 1, módulo 1



Fuete: elaboración propia, con programa SAP2000, versión 12.

Figura 16. **Análisis de carga muerta sobre viga del segundo nivel con SAP2000, marco del eje 1, módulo 1**



Fuete: elaboración propia, con programa SAP2000, versión 12.

En la figura 15 se presenta el resultado del análisis estructural de la viga del segundo nivel en el marco del eje 1 del módulo 1. Como se puede apreciar al comparar los resultados con la figura 13 el resultado es muy similar.

#### 2.3.4.2. Análisis de cargas horizontales

Para el análisis de cargas horizontales (laterales por sismo), se procede de la manera descrita anteriormente, con la diferencia de que en lugar de seleccionar las vigas, se seleccionan los nudos y se le asigna una carga puntual de valor antes calculado (carga sísmica).

Figura 17. **Diagrama de momentos por análisis de carga sísmica con software SAP2000, marco del eje 1, módulo 1**

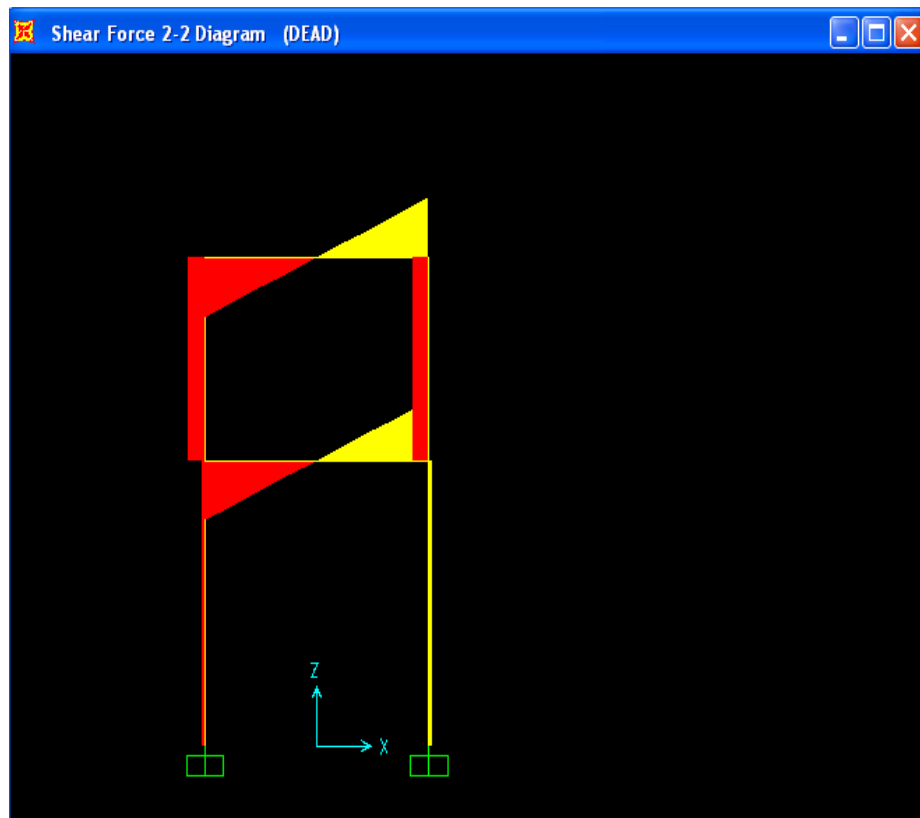


Fuete: elaboración propia, con programa SAP2000, versión 12.

### 2.3.5. Diagrama de momento y cortante

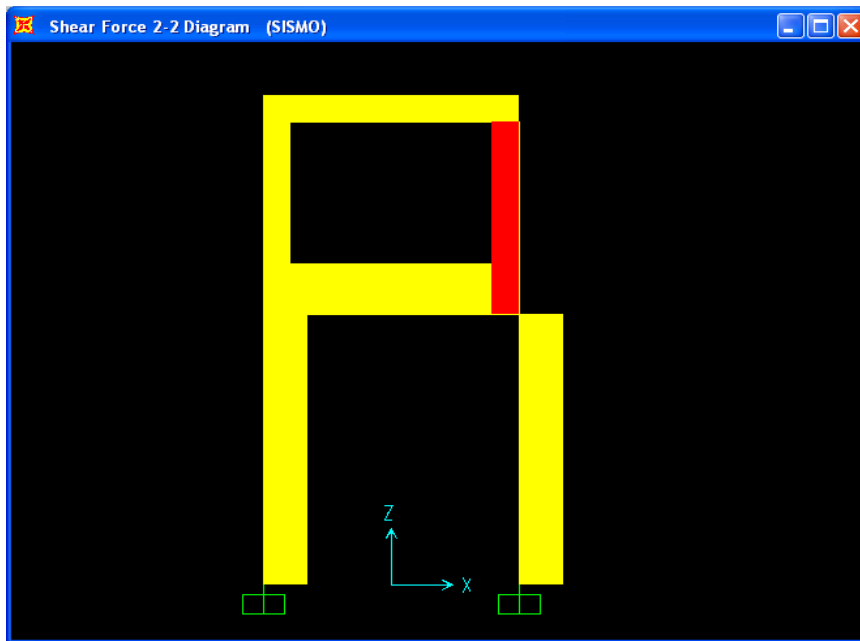
Los diagramas de momento y cortante se realizan con los datos obtenidos del análisis estructural, en sí, son como las mostradas anteriormente en las figuras 14 y 15 para los momentos. En el caso de los diagramas de cortante son como los que se muestran en las figuras 16 y 17 para cortante por cargas verticales y sísmicas, respectivamente.

Figura 18. **Diagrama de cortante por análisis de carga muerta con software SAP2000, marco del eje 1, módulo 1**



Fuete: elaboración propia, con programa SAP2000, versión 12.

Figura 19. **Diagrama de cortante por análisis de carga sísmica con software SAP2000, marco del eje 1, módulo 1**



Fuete: elaboración propia, con programa SAP2000, versión 12.

### 2.3.6. **Envolvente de momentos**

La envolvente de momentos se realiza con las combinaciones de cargas que establecen los reglamentos. De las combinaciones utilizadas se seleccionan las más críticas para tomarlas como valores para diseño. Para el proyecto se utilizan las siguientes combinaciones:

$$1,4 \text{ CM} + 1,7 \text{ CV}$$

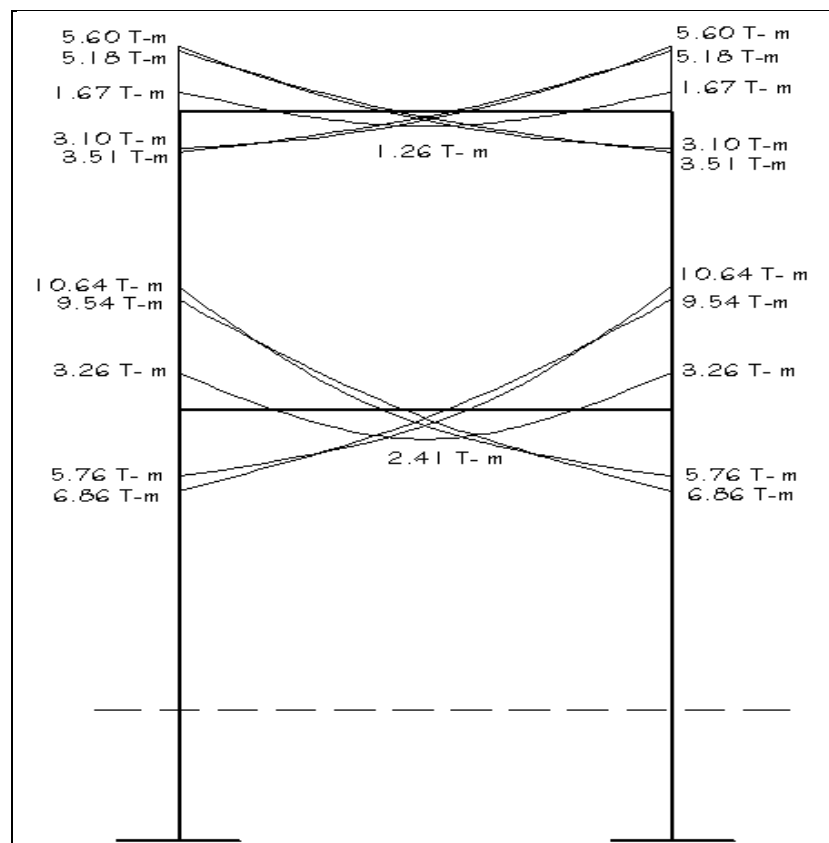
$$0,75(1,4\text{CM} + 1,7\text{CV} + 1,0\text{CS})$$

$$0,75(1,4CM + 1,7CV - 1,0CS)$$

$$0,90 CM + 1,0 CS$$

$$0,90 CM - 1,0 CS$$

Figura 20. **Envolvente de momentos enmarco del eje 1, módulo 1**



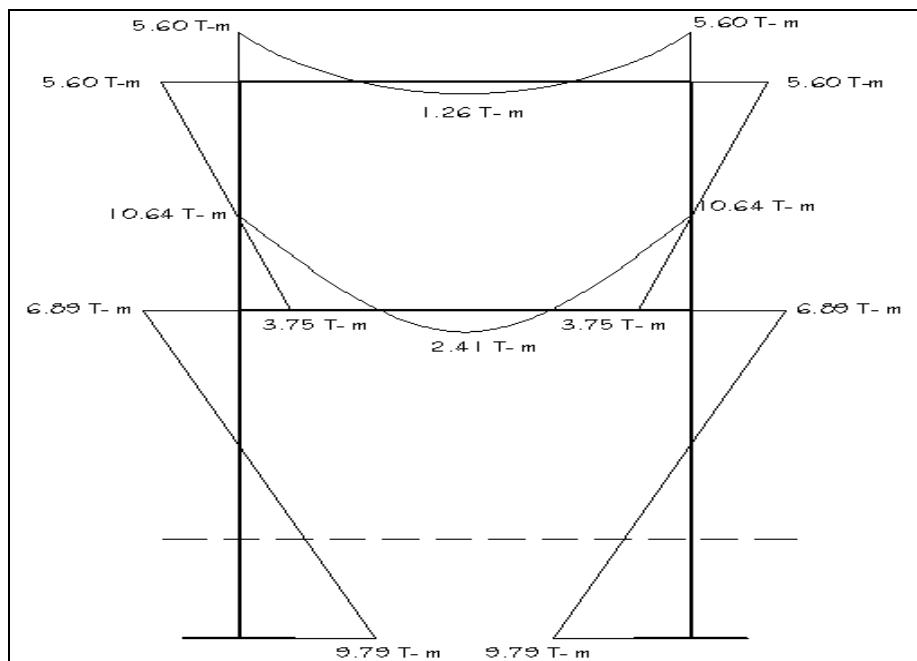
Fuete: elaboración propia, con programa Autocad 2007.

La figura 19 muestra el diagrama de momentos de las diferentes combinaciones que se han utilizado para las vigas. Se utilizan las mismas combinaciones para las columnas.

### 2.3.7. Diagrama final de momento y cortante

Con el diagrama de envolvente de momentos se procede a realizar el diagrama final de momentos, utilizando para ello, los valores más críticos determinado en la envolvente. De forma análoga se determina la envolvente para cortantes utilizando también los valores más críticos de los cortantes calculados.

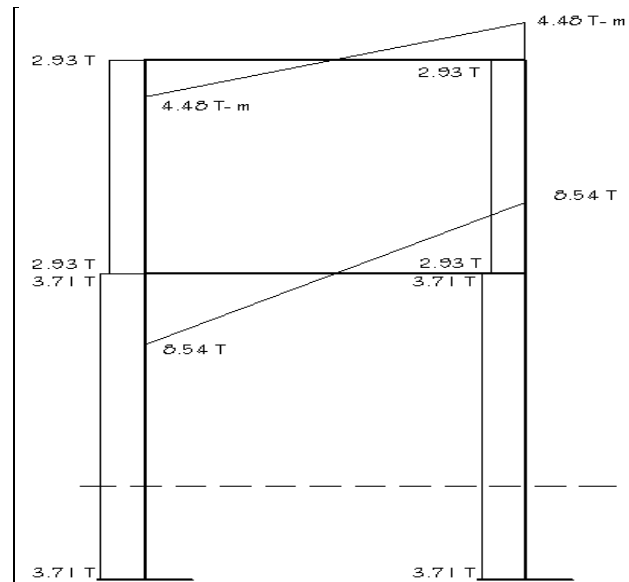
Figura 21. Momentos finales, marco del eje 1, módulo 1



Fuete: elaboración propia, con programa Autocad 2007.



Figura 22. Cortantes finales, marco del eje 1, módulo 1



Fuete: elaboración propia, con programa Autocad 2007.

## 2.4. Diseño estructural

El diseño estructural del edificio se inicia calculando las losas, luego las vigas, columnas y zapatas. En las secciones siguientes se muestra el procedimiento.

### 2.4.1 Diseño de losas

Las losas son elementos estructurales que sirven como entrepiso para separar un nivel de otro. Por su comportamiento se pueden clasificar en losas en una dirección y losas en dos direcciones, según sea la relación de su longitud sobre ancho. Si  $a/b > 0,50$  se analiza como losa en dos direcciones, de lo contrario se analiza como losa en una dirección.

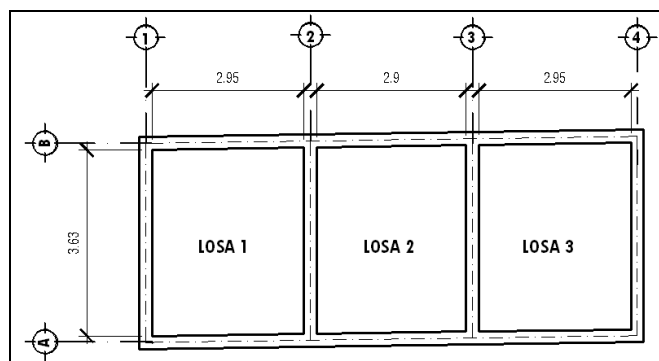
Para el análisis de las losas se hace uso, en este caso particular, del método 3 (método de los coeficientes) propuesto por el ACI de 1963. A continuación se presenta el cálculo de las losas del módulo uno.

Datos:

$f'c = 210 \text{ Kg / cm}^2$  (resistencia del concreto a los 28 días)

$f_y = 2810 \text{ Kg / cm}^2$  (fluencia del acero)

Figura 23. **Losas del módulo 1**



Fuete: elaboración propia, con programa Autocad 2007.

Con anterioridad en la sección 2.3.2, se estableció el espesor de las losas en 0,10 m. Seguidamente se clasifican las losas según la continuidad de sus bordes. La losa uno se clasifica como caso 6, la losa dos se clasifica como caso 5 y la losa tres se clasifica como caso 6.

Para diseñar las losas uno y tres, se procede de la siguiente manera:

- Tipo de losa:  $a / b = 2,95 / 3,63 = 0,81$  (losa en dos direcciones)

- Determinación de la carga muerta y la carga viva
  - Carga muerta
    - ✓ Peso propio =  $2400 \text{ Kg} / \text{m}^3 * 0,10\text{m} = 240 \text{ Kg} / \text{m}^2$ .
    - ✓ Peso de piso =  $100 \text{ Kg} / \text{m}^2$
    - ✓ Peso de tabiques =  $75 \text{ Kg} / \text{m}^2$
    - ✓ Peso sobre carga =  $25 \text{ Kg} / \text{m}^2$
    - ✓ Carga muerta =  $440 \text{ Kg} / \text{m}^2$
    - ✓  $CM = 1,4 * 440 \text{ Kg} / \text{m}^2 = 616 \text{ Kg} / \text{m}^2$
  - Carga viva =  $700 \text{ Kg} / \text{m}^2$ 

$$CV = 1,7 * 700 \text{ Kg} / \text{m}^2 = 1190 \text{ Kg} / \text{m}^2$$
  - $W(CM+CV) = 616 \text{ Kg} / \text{m}^2 + 1190 \text{ Kg} / \text{m}^2 = 1806 \text{ Kg} / \text{m}^2$
- Cálculo de momento negativo en los bordes continuos
  - $m = 0,81 = 0,80$
  - $Ca = 0,086$
  - $Cb = \text{-----}$
  - $M_{CMa} = 0.086 * 1806 * 2,95^2 = 1351,64 \text{ Kg-m}$
- Cálculo de momentos positivos
  - $Ca = 0,045$  (carga muerta)
  - $Cb = 0,015$  (carga muerta)
  - $Ca = 0,051$  (carga viva)
  - $Cb = 0,019$  (carga viva)

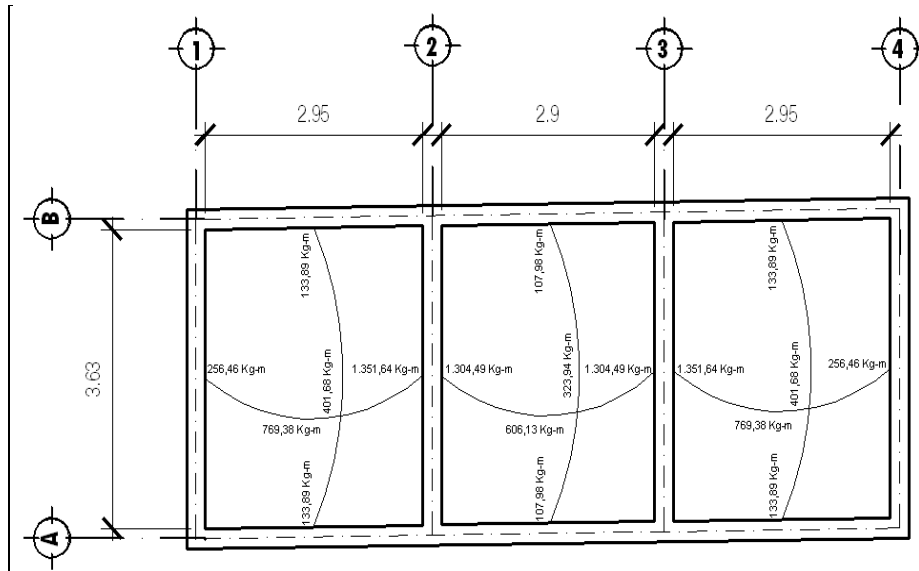
- $M_{CMa} = 0,045 * 616 * 2,95^2 = 241,23 \text{ Kg-m}$
- $M_{CVa} = 0,051 * 1.190 * 2,95^2 = 528,15 \text{ Kg-m}$
- $M_{a, \text{tot}}^+ = 241,23 + 528,15 = 769,38 \text{ Kg-m}$
  
- $M_{CMb} = 0,015 * 616 * 3,63^2 = 121,75 \text{ Kg-m}$
- $M_{CMb} = 0,019 * 1190 * 3,63^2 = 279,93 \text{ Kg-m}$
- $M_{b, \text{tot}}^+ = 121,75 + 279,93 = 401,68 \text{ Kg-m}$
  
- Cálculo de momentos negativos en bordes discontinuos ( $1/3 * \text{momentos positivos}$ )
  - $M_{CMa} = 1/3 * 769,38 \text{ Kg-m} = 256,46 \text{ Kg-m}$
  - $M_{CMb} = 1/3 * 401,68 \text{ Kg-m} = 133,89 \text{ Kg-m}$

Para diseñar la losa cuatro se procede de igual forma pero con los coeficientes distintos por ser un caso 5.

- Tipo de losa:  $a / b = 2,95 / 3,63 = 0,81$  (losa en dos direcciones)
- Determinación de la carga muerta y la carga viva
  - Carga muerta
    - ✓ Peso propio =  $2400 \text{ Kg} / \text{m}^3 * 0,10\text{m} = 240 \text{ Kg} / \text{m}^2$ .
    - ✓ Peso de piso =  $100 \text{ Kg} / \text{m}^2$
    - ✓ Peso de tabiques =  $75 \text{ Kg} / \text{m}^2$
    - ✓ Peso sobre carga =  $25 \text{ Kg} / \text{m}^2$
    - ✓ Carga muerta =  $440 \text{ Kg} / \text{m}^2$
    - ✓  $CM = 1,4 * 440 \text{ Kg} / \text{m}^2 = 616 \text{ Kg} / \text{m}^2$

- Carga viva = 700 Kg / m<sup>2</sup>
- CV = 1,7 \* 700 Kg / m<sup>2</sup> = 1190 Kg / m<sup>2</sup>
- W(CM+CV) = 616 Kg / m<sup>2</sup> + 1190 Kg / m<sup>2</sup> = 1806 Kg / m<sup>2</sup>
  
- Cálculo de momento negativo en los bordes continuos
  - m = 0,81 = 0,80
  - Ca = 0,083
  - Cb = -----
  - M<sub>CMa</sub> = 0.083 \* 1806 \* 2,95<sup>2</sup> = 1 304,49 Kg-m
  
- Cálculo de momentos positivos
  - Ca = 0,032 (carga muerta)
  - Cb = 0,009 (carga muerta)
  - Ca = 0,044 (carga viva)
  - Cb = 0,016 (carga viva)
  - M<sub>CMa</sub> = 0,032 \* 616 \* 2,90<sup>2</sup> = 165,78 Kg-m
  - M<sub>CVa</sub> = 0,044 \* 1190 \* 2,90<sup>2</sup> = 440,35 Kg-m
  - M<sub>a, tot</sub><sup>+</sup> = 165,78 + 440,35 = 606,13 Kg-m
  - M<sub>CMb</sub> = 0,009 \* 616 \* 3,63<sup>2</sup> = 73,05 Kg-m
  - M<sub>CMb</sub> = 0,016 \* 1190 \* 3,63<sup>2</sup> = 250,89 Kg-m
  - M<sub>b, tot</sub><sup>+</sup> = 73,05 + 250,89 = 323,94 Kg-m
  
- Calculo de momentos negativos en bordes discontinuos (1/3 \* momentos positivos)
  - M<sub>CMb</sub> = 1/3 \* 323,94 Kg-m = 107,98 Kg-m

Figura 24. **Momentos en losas del módulo 1, primer nivel**



Fuete: elaboración propia, con programa Autocad 2007.

Con los momentos ya calculados en las losas, es necesario realizar el balance de momentos en los bordes continuos, para ello, se utilizan dos criterios. Si  $0,80M_1 < M_2$ , entonces el balanceo se realiza por promedio:

$$M_b = \frac{M_1 + M_2}{2}$$

Si  $0,80M_1 > M_2$ , entonces el balanceo se realiza por el método de rigideces, así:

$$M_{b1} = -D_2(M_1 - M_2) + M_1$$

$$M_{b2} = D_1(M_1 - M_2) + M_2$$

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

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

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

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

Donde:

$M_1$  = momento mayor (mayor que  $M_2$ )

$M_2$  = momento menor

$D_1$  = factor de rigidez del momento 1

$D_2$  = factor de rigidez del momento 2

$K_1$  = rigidez relativa de la franja de losa en la dirección de  $L_1$

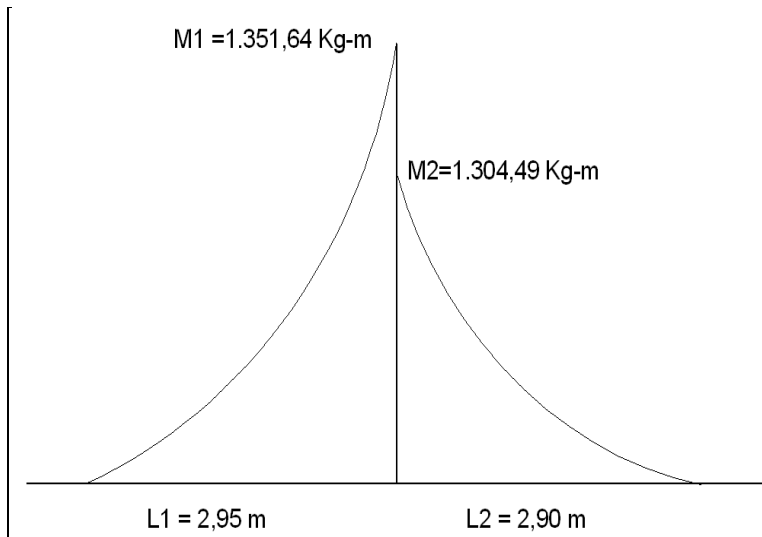
$K_2$  = rigidez relativa de la franja de losa en la dirección de  $L_2$

$L_1$  = longitud de la franja en la dirección 1

$L_2$  = longitud de la franja en la dirección 2

Definido lo anterior, se procede a realizar el balanceo de los momentos de las losas del primer nivel, para ello hacemos uso de la siguiente figura.

Figura 25. **Momentos en losas 1 y 2 del módulo 1, primer nivel**



Fuete: elaboración propia, con programa Autocad 2007.

Con la ayuda de la figura 25 se realiza el balanceo de momentos para los bordes continuos 1- 2 y 2 - 3.

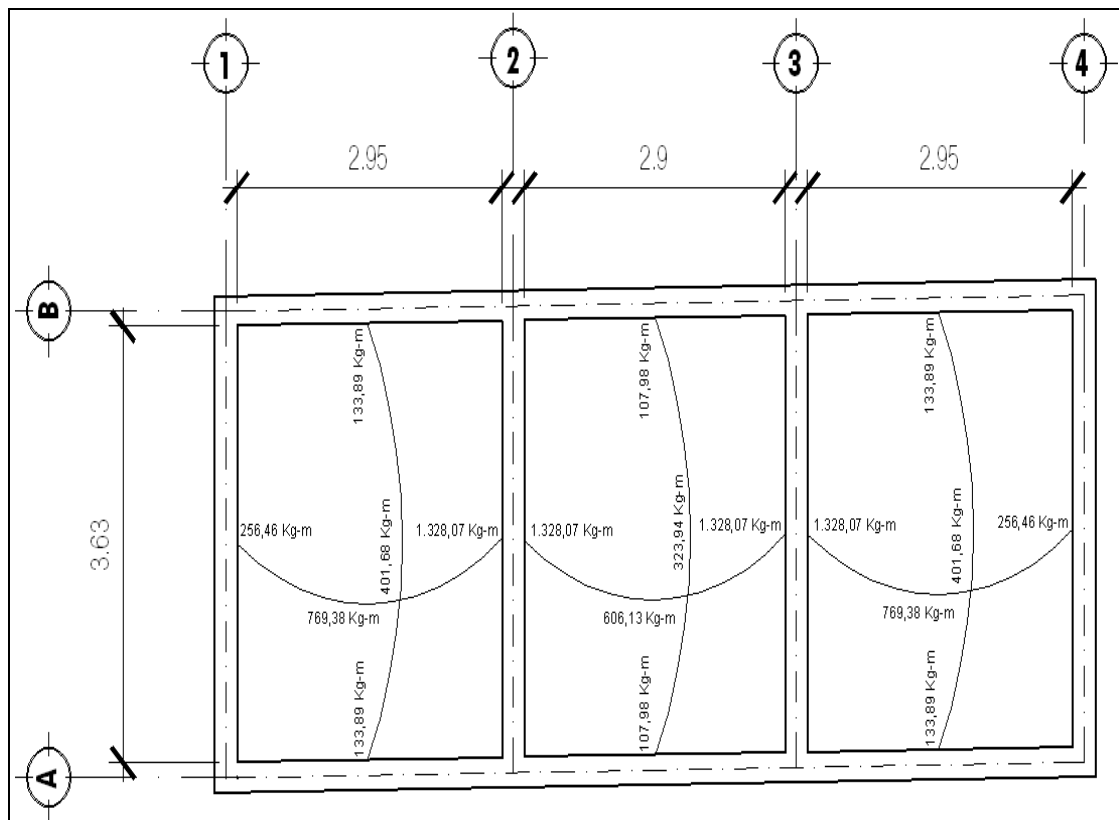
$$0,80 \cdot 1\,351,64 \text{ Kg-m} = 1\,081,31 \text{ Kg-m} < M2 = 1\,304,49 \text{ Kg-m}$$

$$M_b = (1\,351,64 + 1\,304,49) / 2 = 1\,328,07 \text{ Kg-m}$$

De acuerdo a los cálculos realizados anteriormente, se obtiene el balanceo de momentos, los cuales se presentan a continuación.



Figura 26. **Momentos balanceados en losas 1 y 2 del módulo 1, primer nivel**



Fuete: elaboración propia, con programa Autocad 2007.

Con los momentos ya balanceados, se procede a calcular el acero de refuerzo para la losa. Como se determinó anteriormente las losas actúan en dos direcciones, por lo que se debe reforzar, también, en ambas direcciones.

Para el diseño de las losas, se toma una franja unitaria (1 m de ancho) y su análisis se realiza como si fuese una viga de poco peralte. A continuación se muestra el cálculo para la dirección corta de las losas 1 y 3.

- Refuerzo para momento negativo bordes continuos

Datos:

M = 1 328,07 Kg-m  
 t = 0,10 m  
 d = 0,075 m  
 b = 1,00 m  
 f'c = 210 Kg / cm<sup>2</sup>  
 fy = 2810 Kg / cm<sup>2</sup>

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

$$A_s = \left( (100*7,5) - \sqrt{(100*7,5)^2 - \left( \frac{1328,07*100}{0,003825*210} \right)} \right) * \frac{0,85*210}{2810}$$

$$A_s = (750 - 630,20) * 0,064 = 7,67 \text{ cm}^2$$

- Chequeo de acero mínimo
  - $A_s \text{ min} = (14/2810) * 100 * 7,5 = 3,74 \text{ cm}^2$  (se utiliza el acero calculado).
  - Cálculo de No. de barras. Se propone acero No. 3, el área de una varilla No. 3 es 0,7126 cm<sup>2</sup>
  - No de barras =  $7,67 / 0,7126 = 10,76 = 11$  barras
  - Determinación de la separación entre barras (S).  
 $S = 100 \text{ cm} / 11 = 9.09 \text{ cm} = 9 \text{ cm} \sim 10 \text{ cm}$

- Separación máxima para el acero (Smax)
  - Según el ACI 318 para losas es  $2*t$ , entonces:  $S_{max} = 20 \text{ cm}$
- Refuerzo para momento positivo

Datos:

$M = 769,38 \text{ Kg-m}$   
 $t = 0,10 \text{ m}$   
 $d = 0,075 \text{ m}$   
 $b = 1,00 \text{ m}$   
 $f'_c = 210 \text{ Kg / cm}^2$   
 $f_y = 2810 \text{ Kg / cm}^2$

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

$$A_s = \left( (100*7,5) - \sqrt{(100*7,5)^2 - \left( \frac{769,38*100}{0,003825*210} \right)} \right) * \frac{0,85*210}{2810}$$

$$A_s = (750 - 683,17) * 0,064 = 4,28 \text{ cm}^2$$

- Chequeo de acero mínimo
  - $A_{s \text{ min}} = (14/2810) * 100 * 7,5 = 3,74 \text{ cm}^2$  (se utiliza el acero calculado).
  - Cálculo de No. de barras. Se propone acero No. 3, el área de una varilla No. 3 es  $0,7126 \text{ cm}^2$

- No. de barras =  $4,28 / 0,7126 = 6,01 = 6$  barras
- Determinación de la separación entre barras (S)  
 $S = 100 \text{ cm} / 6 = 16,67 \text{ cm} = 15 \text{ cm}$
- Separación máxima para el acero (Smax)
- Según el ACI 318 para losas es  $2*t$ , entonces:  $S_{\text{max}} = 20 \text{ cm}$

- Refuerzo para momento negativo en borde discontinuo

Datos:

$$M = 256,46 \text{ Kg-m}$$

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

$$d = 0,075 \text{ m}$$

$$b = 1,00 \text{ m}$$

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

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

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

$$A_s = \left( (100*7,5) - \sqrt{(100*7,5)^2 - \left( \frac{256,46*100}{0,003825*210} \right)} \right) * \frac{0,85*210}{2810}$$

$$A_s = (750 - 728,40) * 0,064 = 1,38 \text{ cm}^2$$

- Chequeo de acero mínimo
  - $As_{min} = (14/2810) * 100 * 7,5 = 3,74 \text{ cm}^2$  (se utiliza el acero mínimo).
  - Cálculo de No. de barras. Se propone acero No. 3, el área de una varilla No. 3 es  $0,7126 \text{ cm}^2$
  - No. de barras =  $3,74 / 0,7126 = 5,25 = 6$  barras
  - Determinación de la separación entre barras (S)  
 $S = 100 \text{ cm} / 6 = 16,67 \text{ cm} = 15 \text{ cm}$
  - Separación máxima para el acero ( $S_{max}$ )
  - Según el ACI 318 para losas es  $2*t$ , entonces:  $S_{max} = 20 \text{ cm}$  (se utiliza la separación calculada)

El cálculo es análogo para la dirección larga. También, los cálculos son iguales para todas las demás losas, por lo que solo se muestran los cálculos anteriores como ejemplo de cálculo para todas las losas.

Las losas son elementos estructurales que también estarán sujetas a cortante durante todo el periodo de diseño, por lo que es necesario determinar si el concreto es capaz de resistir el cortante requerido. Según los datos obtenidos de la tabla 12.6 del libro de texto Diseño de Estructuras de Concreto, del ingeniero Nilson Arthur (página 381) para este caso de losas, el 71 por ciento de la carga se transmite en dirección larga y el 29 por ciento se transmite en dirección corta. Los cálculos son los siguientes.

- Carga total transmitida =  $1806 \text{ Kg /m}^2 * 2,91\text{m} * 3,63 \text{ m}$   
 =  $19077,32 \text{ Kg}$
- Carga sobre viga larga =  $0,71 * 19\ 077,32 \text{ Kg} / (2 * 3,63 \text{ m})$   
 =  $1865,69 \text{ Kg / m}$
- Carga sobre viga corta =  $0,29 * 19\ 077,32 \text{ Kg} / (2 * 2,95 \text{ m})$

$$= 937,70 \text{ Kg / m}$$

- Cortante que resiste el concreto  $= 0,85 \cdot 0,53 \cdot (210)^{1/2} \cdot 100 \cdot 7,5$   
 $= 0.85 \cdot 5760 \text{ Kg} > 4.896,27 \text{ Kg}$

La resistencia que ofrece el concreto de la losa está muy por encima de la resistencia requerida, por lo que el espesor (t) utilizado cumple para el cortante calculado.

#### 2.4.2. Diseño de vigas

Las vigas son elementos estructurales que soportan, principalmente, cargas verticales. En estructuras como pórticos resistentes a momentos, se encuentran, generalmente, bajo esfuerzos de flexión. El capítulo 21 del ACI 318, en sus secciones 21.3.4 y 21.5.2 se presentan especificaciones para el diseño y armado de estas vigas. En el diseño se ha considerado ya la sección que se ha pre dimensionado en la sección 2.3.2. A continuación se presenta el cálculo para la viga del primer nivel del marco sobre el eje uno del módulo uno.

Datos:

$$M(-) \text{ der.} = 10\,640 \text{ Kg-m}$$

$$M(+) = 2410 \text{ Kg-m}$$

$$M(-) \text{ izq.} = 10\,640 \text{ Kg-m}$$

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

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

$$h = 0,40 \text{ m}$$

$$b = 0,25 \text{ m}$$

$$d = 0,36 \text{ m}$$

$$A_s(-)der. = \left( (25 \cdot 36) - \sqrt{(25 \cdot 36)^2 - \left( \frac{10\,640 \cdot 25}{0,003825 \cdot 210} \right)} \right) \cdot \frac{0,85 \cdot 210}{2810}$$

$$A_s = (900 - 691,98) \cdot 0,064 = 13,31 \text{ cm}^2$$

$$A_s(+) = \left( (25 \cdot 36) - \sqrt{(25 \cdot 36)^2 - \left( \frac{2410 \cdot 25}{0,003825 \cdot 210} \right)} \right) \cdot \frac{0,85 \cdot 210}{2810}$$

$$A_s = (900 - 857,32) \cdot 0,064 = 2,73 \text{ cm}^2$$

$$A_s(-)izq. = \left( (25 \cdot 36) - \sqrt{(25 \cdot 36)^2 - \left( \frac{10\,640 \cdot 25}{0,003825 \cdot 210} \right)} \right) \cdot \frac{0,85 \cdot 210}{2810}$$

$$A_s = (900 - 691,98) \cdot 0,064 = 13,31 \text{ cm}^2$$

- $A_s \text{ min} = (14/2.810) \cdot 25 \cdot 35 = 4,36 \text{ cm}^2$  (para los momentos de los extremos debe utilizarse el área de acero calculado. Para el momento positivo se considera el área de acero mínimo).

En cuanto a la distribución del acero se opera de la siguiente manera:

- Acero longitudinal en cama superior, el mayor de:

$$A_s \text{ min} = 4,36 \text{ cm}^2$$

$$33\% A_s M(-)der = 0,33 \cdot 13,31 = 4,39 \text{ cm}^2$$

$$33\% A_s M(-)izq = 0,33 \cdot 13,31 = 4,39 \text{ cm}^2$$

- Acero longitudinal en cama superior, el mayor de:

$$As_{min} = 4,36 \text{ cm}^2$$

$$50\% As_{M(-)der} = 0,50 * 13,31 = 6,66 \text{ cm}^2$$

$$50\% As_{M(-)izq} = 0,50 * 13,31 = 6,66 \text{ cm}^2$$

$$50\% As_{M(+)} = 0,50 * 2,73 = 1,37 \text{ cm}^2$$

Para la cama superior se plantea colocar dos barras No. 6, el área con la que contribuyen estas barras es igual a 5,70 cm<sup>2</sup>.

Para completar el área requerida para los apoyos, es necesario agregar bastones que brinden el área restante. De tal cuenta se realiza la siguiente operatoria.

$$As_{restante} = As_{calculado} - As_{corrido} = 13,31 - 5,70 = 7,61 \text{ cm}^2$$

$$Se \text{ propone colocar dos bastones No. 7} = 2 * 3,8795 \text{ cm}^2 = 7,75 \text{ cm}^2$$

Para el refuerzo en el centro de la luz, el acero corrido propuesto es suficiente para resistir el momento requerido.

Al igual que las losas, las vigas también deben resistir cargas por cortante, por lo que debe verificarse cuál es la resistencia del concreto, si el concreto resiste el cortante no es necesario diseñar estribos por cortante, de lo contrario, se debe diseñar refuerzo transversal para cortante (estribos).

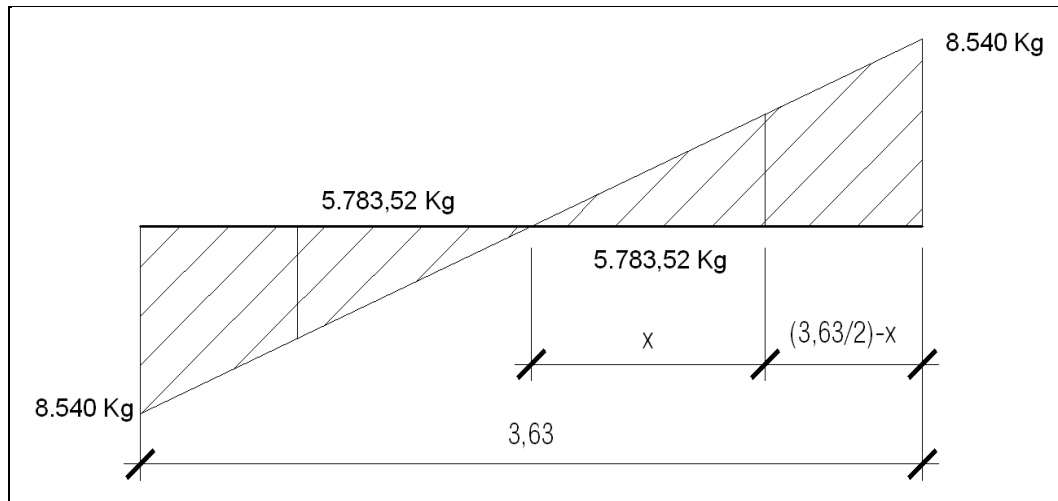
- Cortante que resiste el concreto =  $0.85 * 0.53 * (210)^{(1/2)} * 25 * 36$   
= 5875,53 Kg
- Cortante requerido = 8540 Kg (ver figura 21)



Como el cortante requerido es mayor al cortante que resiste el concreto, es necesario diseñar refuerzo para resistir el cortante excedente. En la figura 24 se muestra el modelo matemático para la viga y el cortante último actuante sobre ella. Por relación de triángulos se puede obtener la longitud de concreto que resiste el cortante y la longitud en la que se necesitan estribos para cortante.

$$X = (5\,783,52 \cdot 3,63) / 17\,080 = 1,23 \text{ m}$$

Figura 27. **Cortante sobre viga**



Fuete: elaboración propia, con programa Autocad 2007.

La longitud en la que debe colocarse estribos para resistir cortante es igual a  $(3,63 / 2) - 1,23 = 0,58 \text{ m}$ .

El diámetro de los estribos para resistir el cortante es No. 3 y el espaciamiento se calcula como se muestra a continuación.

$$S = 2 \cdot A_v \cdot f_y \cdot d / V_u = 2 \cdot 0,7126 \cdot 2810 \cdot 36 / 8540 = 16,88 \text{ cm}$$

El espaciamiento de estribos en la longitud de concreto que resiste el cortante se determina de la siguiente manera:

$$S = 2 \cdot A_v \cdot f_y \cdot d / V_{cu} = 2 \cdot 0,7126 \cdot 2.810 \cdot 36 / 5783,52 = 24,93 \text{ cm}$$

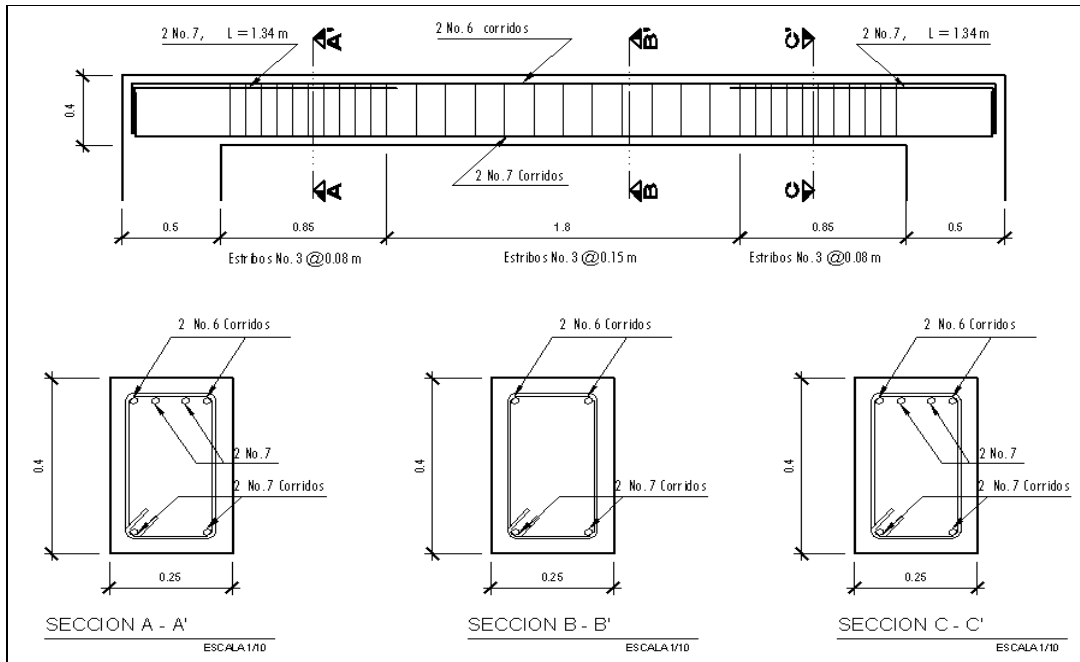
Según el ACI 318, en su sección 21.3.4.1, indica que deben colocarse estribos de confinamiento en vigas y el primer estribo se debe colocar a no más de 5 cm de la cara del apoyo. También indica que los estribos de confinamiento deben colocarse hasta una longitud de  $2h$  en ambos extremos del apoyo.

Para la viga aquí analizada, la longitud de confinamiento es: 0,80 metros. La separación de los estribos de confinamiento no debe exceder de:

- $d/4 = 36/4 = 9 \text{ cm}$
- Ocho veces el diámetro de la barra longitudinal confinada más pequeña =  $8 \cdot 1,905 = 15,24 \text{ cm}$
- 24 veces el diámetro de la barra del estribo cerrado de confinamiento =  $24 \cdot 0,955 = 22,92 \text{ cm}$
- $300 \text{ mm} = 30 \text{ cm}$

El menor espaciamiento es de 9 centímetros, sin embargo, por facilidad constructiva se colocarán estribos a cada 8 centímetros en el resto de la viga a 15 centímetros.

Figura 28. Armado de viga



Fuete: elaboración propia, con programa Autocad 2007.

### 2.4.3. Diseño de columnas

Las columnas son elementos estructurales que se diseñan especialmente para resistir esfuerzos por compresión, sin embargo, también es necesario verificar que la falla no se dé por efectos de pandeo.

Las cargas que se toman para el diseño de las columnas son las correspondientes a las brindadas por áreas tributarias de losas y cargas de vigas. Para el diseño se toma la columna que esté bajo condiciones más críticas. Los momentos, cortantes y cargas axiales se toman del análisis estructural, que en este caso corresponde al análisis en el software SAP2000.

Datos:

$f'c$	= 210 Kg / cm <sup>2</sup>
$f_y$	= 4200 Kg / cm <sup>2</sup>
Sección de columna	= 35 cm * 35 cm
$h_2$	= 3,20 m = 320 cm
$h_3$	= 4,50 m = 450 cm
$M_{dx}$	= 9070 Kg-m = 907 000 Kg-cm
$M_{dy}$	= 15 480 Kg-m = 1548 000 Kg-cm
$I_v$	= $25 \cdot 40^3 / 12 = 1,33 \text{ E } 3 \text{ cm}^4$
$I_c$	= $35 \cdot 35^3 / 12 = 125,05 \text{ E } 3 \text{ cm}^4$
$V$	= 6180 Kg

- Determinación de cargas últimas

- Tercer nivel:

- ✓  $CV = 100 \text{ Kg} / \text{m}^2$

- ✓ CM

$$\text{Losa} = 0,10 \times 2\,400 = 240 \text{ Kg} / \text{m}^2$$

$$\text{Pañuelos} = 70 \text{ Kg} / \text{m}^2$$

$$\text{Acabado} = 30 \text{ Kg} / \text{m}^2$$

$$Sc = 26 \text{ Kg} / \text{m}^2$$

$$CM = 240 + 70 + 30 + 26 = 366 \text{ Kg} / \text{m}^2$$

- ✓  $CU_3 = 1,4 \cdot 366 + 1,70 \cdot 100 = 682,40 \text{ Kg} / \text{m}^2$

- ✓  $CT_3 = 366 + 100 = 466 \text{ Kg} / \text{m}^2$

- ✓  $FCU_3 = 682,40 / 466 = 1,46$

- ✓ Carga axila (Pc) =  $4,80 \cdot 682,40 + (0,10 \cdot 4,45 \cdot 2.400 \cdot 1,46)$   
= 4835 Kg

- Segundo nivel:

- ✓ CV = 200 Kg / m<sup>2</sup>

- ✓ CM :

$$\text{Losa} = 0,10 \times 2.400 = 240 \text{ Kg / m}^2$$

$$\text{Pañuelos} = 70 \text{ Kg / m}^2$$

$$\text{Acabado} = 30 \text{ Kg / m}^2$$

$$\text{Sc} = 26 \text{ Kg / m}^2$$

$$\text{CM} = 240 + 70 + 30 + 26 = 366 \text{ Kg / m}^2$$

- ✓ CU<sub>3</sub> =  $1,4 \cdot 366 + 1,70 \cdot 200$ ) = 852 Kg / m<sup>2</sup>

- ✓ CT<sub>3</sub> =  $366 + 200 = 566 \text{ Kg / m}^2$

- ✓ FCU<sub>3</sub> =  $852 / 466 = 1,51$

- ✓ Carga axial (Pc) =  $4835 + (0,12 \cdot 2,80 \cdot 2.400 \cdot 1,46) + (0,10 \cdot 4,45 \cdot 2.400 \cdot 1,51) + 14,46 \cdot 852 = 20\ 200 \text{ Kg}$

- Primer nivel:

- ✓ CV = 375 Kg / m<sup>2</sup>

- ✓ CM :

$$\text{Losa} = 0,10 \times 2.400 = 240 \text{ Kg / m}^2$$

$$\text{Piso} = 100 \text{ Kg / m}^2$$

$$\text{Acabado} = 63 \text{ Kg / m}^2$$

$$\text{Sc} = 26 \text{ Kg / m}^2$$

$$\text{CM} = 240 + 100 + 63 + 26 = 429 \text{ Kg / m}^2$$

- ✓  $CU_3 = 1,4 \cdot 429 + 1,70 \cdot 375 = 1238 \text{ Kg / m}^2$
- ✓  $CT_3 = 429 + 375 = 804 \text{ Kg / m}^2$
- ✓  $FCU_3 = 1.238 / 804 = 1,54$
- ✓ Carga axial (Pc) =  $20.200 + (0,12 \cdot 2,80 \cdot 2.400 \cdot 1,51) + (0,10 \cdot 4,45 \cdot 2.400 \cdot 1,54) + 14,46 \cdot 1.338 = 41291 \text{ Kg}$

- Clasificación de columna (ACI 318-08, 10.13.2)

$$E = K \cdot Lu / r$$

$$K = (20 - \psi\rho) / 20 + (1 + \psi\rho) / 2 \quad \text{Si } \psi\rho < 2$$

$$K = 0,90(1 + \psi\rho) / 2 \quad \text{Si } \psi\rho > 2$$

$$\psi\rho = \frac{\sum K \text{ rig.en el nudo}}{\sum K \text{ vig.en el nudo}}$$

$$r = 0,30 \times l_{\text{menor}}$$

- Sentido "X"

$$\psi\rho = \frac{4,46 \text{ E-4} + 2,28 \text{ E-4}}{2 \cdot 3,20 \text{ E-4}} = 1,16$$

$$1,16 / 2 = 0,58 < 2$$

$$K = (20 - 0,58) / 20 + (1 + 0,58) / 2 = 1,76$$

$$E = 1,76 \cdot 4,20 / (0,30 \cdot 0,35) = 70,40$$

- Sentido "Y"

$$\psi\rho = \frac{4,46 \text{ E-4} + 2,28 \text{ E-4}}{5,66 + 3,20 \text{ E-4}} = 0,86$$

$$1,16 / 2 = 0,58 < 2$$

$$K = (20 - 0,43) / 20 + (1 + 0,43) / 2 = 1,69$$

$$E = 1,69 \cdot 4,20 / (0,30 \cdot 0,35) = 67,60$$

- Magnificación de momentos

- Sentido "X"

$$\bar{\delta} = \frac{1}{1 - \frac{P_u}{\phi \cdot P_{cr}}} \geq 1$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_g}{(K \cdot L_u)^2}$$

$$EI = \left( \frac{E_c \cdot I_g}{2.5} \right) / (1 + \beta_d) \quad EI = \left( \frac{E_c \cdot I_g}{2.5} \right) / (1 + \beta_d)$$

$$\beta_d = \frac{M_{maxCV}}{M_{maxU}}$$

$$E_c = 15\,000 \cdot \sqrt{f_c}$$

$$\beta_d = 1,4 \cdot 429 / (1,4 \cdot 429 + 1,7 \cdot 375) = 600,60 / 1.238,10 = 0,49$$

$$EI = \left( \frac{15\,000 \cdot \sqrt{210} \cdot 1,50 \cdot E6}{2.5} \right) / (1 + 0,49) = 8,10 \cdot E10$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot 8,10 \cdot E10}{(1,76 \cdot 420)^2} = 1,46 \cdot E6 \text{ Kg-cm}^2$$

$$\bar{\delta} = \frac{1}{1 - \frac{4.291}{0,70 \cdot 1,46 \cdot E6}} = \frac{1}{0,959} = 1,04$$

$$M_{dx} = 1,04 \cdot 8.700 = 9307 \text{ Kg-m}$$

- Sentido "Y"

$$\beta_d = 1,4 \cdot 429 / (1,4 \cdot 429 + 1,7 \cdot 375) = 600,60 / 1.238,10 = 0,49$$

$$EI = \left( \frac{15.000 \cdot \sqrt{210} \cdot 1,50 \cdot E6}{2.5} \right) / (1 + 0,49) = 8,10 \cdot E10$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot 8,10 \cdot E10}{(1,69 \cdot 420)^2} = 1,59 \cdot E6 \text{ Kg-cm}^2$$

$$\bar{\delta} = \frac{1}{1 - \frac{41.291}{0,70 \cdot 1,59 \cdot E6}} = \frac{1}{0,96} = 1,04$$

$$M_{dy} = 1,04 \cdot 14\,890 = 15\,480 \text{ Kg-m}$$

- Cálculo de acero longitudinal (método de carga inversa)
  - Área de acero propuesto ( $A_s$ ): 4 No. 8 + 4 No. 7 = 35,79 cm<sup>2</sup>
  - Chequeo de acero mínimo y máximo: se recomienda que el área de acero se encuentre entre el 1 por ciento y el 6 por ciento del área bruta.

$$\text{Área mínima} = 0,01 \cdot (35 \cdot 35) = 12,25 \text{ cm}^2$$

$$\text{Área máxima} = 0,06 \cdot (35 \cdot 35) = 73,50 \text{ cm}^2$$

El área de acero propuesto se encuentra dentro de los límites aceptables.

- Cálculo de  $P'_{ua}$  ( $P'_{ua} = P_u / \Phi$ )

$$e_x = M_{ux} / P_u = 9070 \text{ Kg-m} / 41\,290 \text{ Kg} = 0,22$$

$$e_y = M_{uy} / P_u = 15\,480 \text{ Kg-m} / 41\,290 \text{ Kg} = 0,37$$

$$(e/h)_x = 0,22 / 0,35 = 0,63$$

$$(e/h)_y = 0,37 / 0,35 = 1,05$$

$$\delta_x = (35-8) / 35 = 0,77$$

$$\delta_y = (35-8) / 35 = 0,77$$

$$P'_{ua} = (41.290 \text{ Kg-m}) / 0,70 = 58\,980 \text{ Kg-m}$$

- Cálculo de  $P'_o$ ,  $P'_{ox}$  y  $P'_{oy}$

$$\rho_{tu} = (A_{st} / A_g) \cdot (f_y / 0,85 \cdot f'_c) = 35,79 / 1225 \cdot (4200 / 0,85 \cdot 210)$$

$$\rho_{tu} = 0,69$$

Por gráficas se obtienen los valores de  $K'_x$  y  $K'_y$

$$K'_x = 0,50$$

$$K'_y = 0,35$$



$$P'o = 0,85 \cdot f'c \cdot Ag + As \cdot fy$$

$$P'o = 0,85 \cdot 210 \cdot 1225 + 35,79 \cdot 4200 = 368\,981 \text{ Kg}$$

$$P'ox = K'x \cdot f'c \cdot Ag = 0,50 \cdot 210 \cdot 1225 = 128\,625 \text{ Kg}$$

$$P'o_y = K'y \cdot f'c \cdot Ag = 0,35 \cdot 210 \cdot 1225 = 90\,040 \text{ Kg}$$

- Cálculo de P'u

$$P'u = \frac{1}{\frac{1}{128.630} + \frac{1}{90.040} + \frac{1}{368.980}} = 62\,110 \text{ Kg}$$

La teoría de este método dice que si P'u es mayor que P'ua, entonces el acero de refuerzo propuesto cumple con los requerimientos. De tal cuenta en los cálculos realizados se constata lo siguiente:

$$P'u = 62\,110 \text{ Kg} > P'ua = 58\,980 \text{ Kg}$$

El acero propuesto, satisface los requerimientos para el diseño.

- Diseño de refuerzo transversal

- Chequeo por cortante

$$\text{Cortante último } (Vu) = 6180 \text{ Kg}$$

$$\text{Cortante del concreto } (Vc) = 0,85 \cdot 0,53 \cdot (210)^{1/2} = 7080 \text{ Kg}$$

El cortante que resiste el concreto es suficiente para la columna.

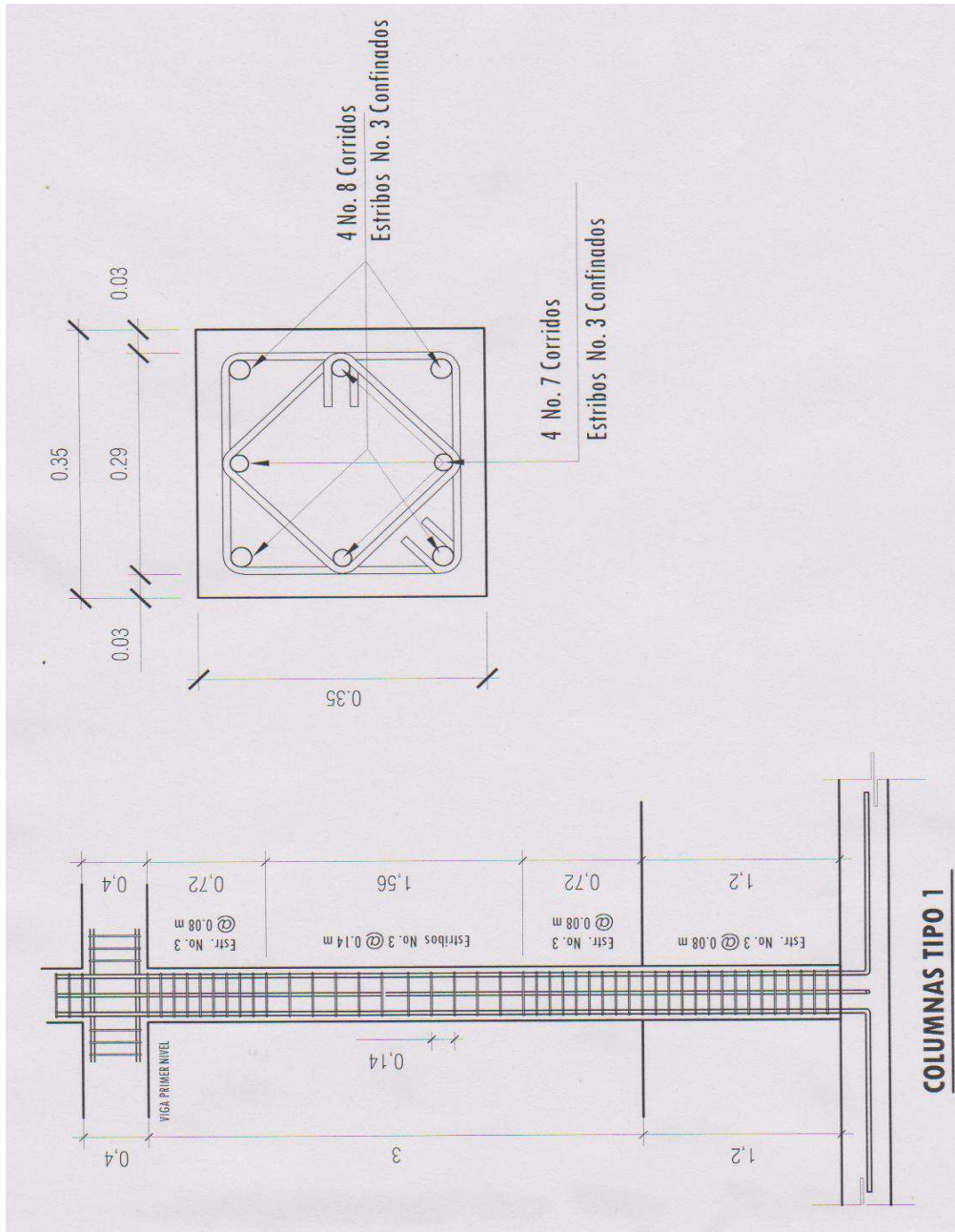
- Diseño de estribos por confinamiento (ACI 318-08, Sec. 21.6.4)

Se debe de colocar estribos en una longitud seleccionada de entre las mayores de:

- ✓ altura de la sección de la columna = 0,35 m
  - ✓  $1/6$  de la altura de la columna =  $1/6 * 4,20 = 0,70$  m
  - ✓ 450 mm = 0,45 m
- Separación de estribos por confinamiento (ACI 318-08, Sec.21.6.4.3). Se debe colocar los estribos a una separación no mayor que:
- ✓  $\frac{1}{4} * h = \frac{1}{4} * 0,35 = 0,0875$  m = 8,75 cm
  - ✓ Seis veces el diámetro de la barra longitudinal más pequeña =  $6 * 0,0222$  m = 0,1332 m = 13,32 cm
  - ✓  $S_o = 100 + (350 - h_x) / 3 = 100 + (350 - 280) / 3 = 12,3$  cm

Se colocarán estribos a cada 8 cm hasta una longitud de 0,70 m desde los extremos libres y el resto a cada 15 centímetros

Figura 29. Armado de columna tipo 1



Fuete: elaboración propia, con programa Autocad 2007.

#### 2.4.4. Diseño de cimiento (losa de cimentación)

A continuación se presenta el cálculo de la cimentación del edificio, iniciando así, con el cálculo del valor soporte del suelo del lugar, según datos obtenidos del ensayo de laboratorio realizado. Luego de calculado el valor soporte se realiza el diseño de la cimentación.

Datos:

$$\Phi = 12,97^\circ$$

$$C_u = 960 \text{ Kg} / \text{m}^3 = 0,96 \text{ T} / \text{m}^3$$

$$\bar{\delta}_s = 1350 \text{ Kg} / \text{m}^3 = 1,35 \text{ T} / \text{m}^3$$

$$D_f = 1,50 \text{ m}$$

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

$$f_y = 4200 \text{ Kg} / \text{cm}^2$$

$$\bar{\delta}_c = 2400 \text{ Kg} / \text{m}^3 = 2,40 \text{ T} / \text{m}^3$$

Sección de columna (de borde intermedia) = 0,35 x 0,35 m

Sección de columna (de esquina crítica) = 0,35 x 0,50 m

- Cálculo de la capacidad soporte ultimo del suelo:

- $q_u = 1,3C_u N_c + q N_q + 0,40 \bar{\delta}_s B N_{\bar{\delta}}$

- $q = \bar{\delta}_s D_f = 1500 \text{ Kg} / \text{m}^3 * 1,50 \text{ m} = 2030 \text{ Kg} / \text{m}^2$

- $N_c = 11,41$

- $N_q = 3,63$

- $N_{\bar{\delta}} = 1,04$

$$q_u = 1,3 * 960 * 11,41 + 2,03 * 3,63 + 0,4 * 1,35 * 1 * 1,04 = 22 170 \text{ Kg} / \text{m}^2$$

- Cálculo del valor soporte admisible: para este cálculo se utiliza un factor de seguridad recomendado por los códigos. Este factor se establece en un valor de 3.

$$q_a = q_u / F = 22170 \text{ Kg / m}^2 / 3 = 7390 \text{ Kg / m}^2 = 0,739 \text{ Kg / cm}^2$$

- Diseño de la cimentación: según libros de textos, cuando el valor soporte admisible del suelo es menor a 1Kg/cm<sup>2</sup>, es recomendable utilizar losas de cimentación, de tal cuenta a continuación se presenta el diseño de este tipo de cimentación, utilizando el método rígido convencional.
- Calcular la carga total de columnas según la ecuación siguiente:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 \dots$$

Así, según la figura 30 y los cálculos del análisis estructural del módulo uno, se tiene que la carga total de columnas es la siguiente:

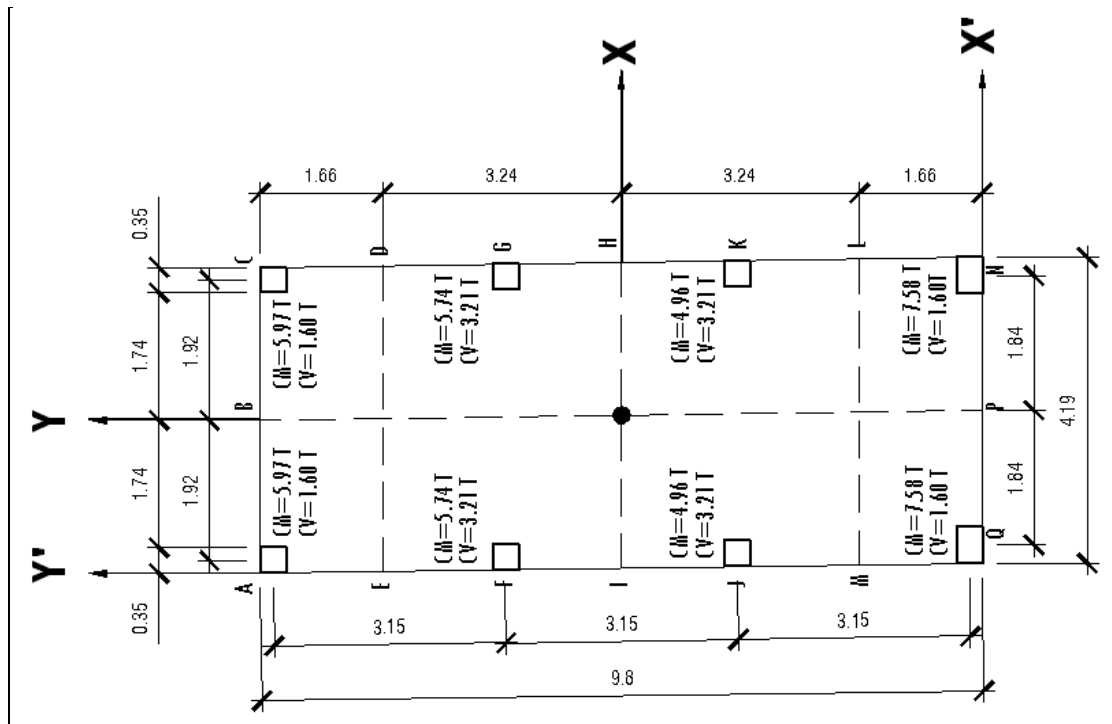
$$C_M = (2 \cdot 7,58) + (2 \cdot 4,96) + (2 \cdot 5,74) + (2 \cdot 5,97) = 48,50 \text{ Ton} = 4850 \text{ Kg.}$$

$$C_V = (2 \cdot 1,60) + (2 \cdot 3,21) + (2 \cdot 3,21) + (2 \cdot 1,60) = 19,24 \text{ Ton} = 1924 \text{ Kg.}$$

$$Q = 4850 \text{ Kg} + 1924 \text{ Kg} = 6774 \text{ Kg.}$$

$$Q_u = 1,4 \cdot (4850 \text{ kg}) + 1,7 \cdot (1924 \text{ Kg}) = 10\,061 \text{ Kg}$$

Figura 30. Planta de losa de cimentación dividida en franjas, módulo 1



Fuete: elaboración propia, con programa Autocad 2007.

- Cálculo de inercias de la secciones de la losa

$$I_x = (1/12) (4,20) (9,80)^3 = 329,42 \text{ m}^4$$

$$I_y = (1/12) (9,80) (4,20)^3 = 60,50 \text{ m}^4$$

- Cálculo de excentricidades

$$x' = \frac{Q_1 * x'_1 + Q_2 * x'_2 + Q_3 * x'_3 + \dots}{Q}$$

$$x' = \frac{3,84(9,18+8,17+8,95+7,57)}{67,74} = 1,92 \text{ m}$$

$$y' = \frac{Q_1 * y'_1 + Q_2 * y'_2 + Q_3 * y'_3 + \dots}{Q}$$

$$y' = \frac{3,15(16,34) + 6,30(17,90) + 9,45(15,14)}{67,74} = 4,54 \text{ m}$$

$$e_x = x' - \left(\frac{B}{2}\right) = 1,92 - \left(\frac{3,84}{2}\right) = 0,00 \text{ m}$$

$$e_y = y' - \left(\frac{L}{2}\right) = 4,54 - \left(\frac{9,45}{2}\right) = -0,19 \text{ m}$$

- Cálculo de los momentos de inercia

$$M_x = Q_u * e_y = 100,61 * 1000 * 0,19 = 19,120 \text{ Kg-m}$$

$$M_y = Q_u * e_x = 100,61 * 1000 * 0,00 = 00,00 \text{ Kg-m}$$

- Cálculo de presiones en los ABCDEFGHIJKLMNPQ. Estas presiones para cada punto se calcula con la siguiente ecuación:

$$q = \left(\frac{Q}{A}\right) - \frac{M_y * x}{I_y} - \frac{M_x * y}{I_x}$$

Aplicando esta ecuación, se obtiene la tabla XVIII, la cual se muestra a continuación. Luego e calculada la presión en los puntos en estudio, se compara con la capacidad de carga admisible del terreno. La presión sobre el suelo, no debe ser mayor a la capacidad de carga admisible del terreno.

Tabla XVIII. **Presión sobre el suelo por las franjas de losa, módulo 1**

PUNTO	Q/A	x (m)	(+/-)0,00*x	y (m)	(+/-)0,058*y	qp(Ton/m2)
	T/m2	m	Ton/m2	m	Ton/m2	
A	2,44	-2,1	0	4,9	0,28	2,73
B	2,44	0	0	4,9	0,28	2,73
C	2,44	2,1	0	4,9	0,28	2,73
D	2,44	2,1	0	3,24	0,19	2,63
E	2,44	-2,1	0	3,24	0,19	2,63
F	2,44	-2,1	0	1,58	0,09	2,54
G	2,44	2,1	0	1,58	0,09	2,54
H	2,44	2,1	0	0	0,00	2,44
I	2,44	-2,1	0	0	0,00	2,44
J	2,44	-2,1	0	-1,58	-0,09	2,35
K	2,44	2,1	0	-1,58	-0,09	2,35
L	2,44	2,1	0	-3,24	-0,19	2,26
M	2,44	-2,1	0	-3,24	-0,19	2,26
N	2,44	2,1	0	-4,9	-0,28	2,16
P	2,44	0	0	-4,9	-0,28	2,16
Q	2,44	-2,1	0	-4,9	-0,28	2,16

Fuete: elaboración propia, con programa Word 2007.

Como lo muestra la tabla anterior, ningún valor de la presión calculada sobrepasa la capacidad de carga admisible del terreno, por lo que el diseño es aceptable.

Ahora se procede a calcular la reacción promedio del suelo en las franjas, según lo muestra la figura 30.



- Cálculo de la reacción promedio del suelo en cada franja de losa: El cálculo de la reacción del suelo en cada franja de losa, se calcula como se muestra, para el caso de la franja ACDE (ver figura 30). Las tablas XIX y XX muestran los resultados del cálculo.

$$q_{\text{prom}} = \frac{q_1 + q_2}{2} = (2,68 + 2,68) / 2 = 2,68 \text{ Ton/m}^2 = 2680 \text{ Kg/m}^2$$

$$q_1 = \frac{q_A + q_E}{2} = \frac{2,72 + 2,63}{2} = 2,68$$

$$q_2 = \frac{q_C + q_D}{2} = (2,72 + 2,63) / 2 = 2,68$$

Tabla XIX. **Reacción promedio del suelo, dirección "X", módulo 1**

<b>ACDE</b>	q1	2,73	2,63	<b>2,68</b>	
	q2	2,73	2,63	<b>2,68</b>	
<b>DEFGHI</b>	q1	2,63	2,54	2,44	<b>2,54</b>
	q2	2,63	2,54	2,44	<b>2,54</b>
<b>HIJKLM</b>	q1	2,44	2,35	2,26	<b>2,35</b>
	q2	2,44	2,35	2,26	<b>2,35</b>
<b>LMQPN</b>	q1	2,26	2,16	<b>2,21</b>	
	q2	2,26	2,16	<b>2,21</b>	

Fuete: elaboración propia, con programa Excel 2007.

Tabla XX. **Reacción promedio del suelo, dirección “Y”, módulo 1**

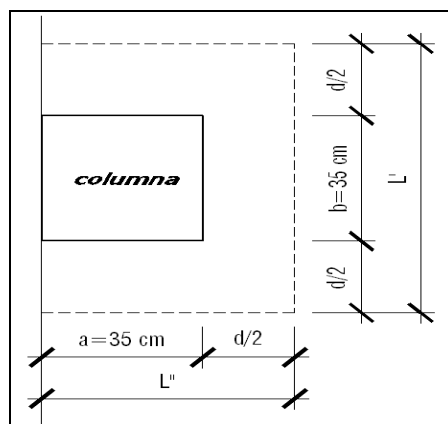
<b>ABPQ</b>	q1	2,73	2,73	<b>2,73</b>
	q2	2,16	2,16	<b>2,16</b>
<b>BCNP</b>	q1	2,73	2,73	<b>2,73</b>
	q2	2,16	2,16	<b>2,16</b>

Fuete: elaboración propia, con programa Excel 2007.

- Cálculo del grosor de la losa:

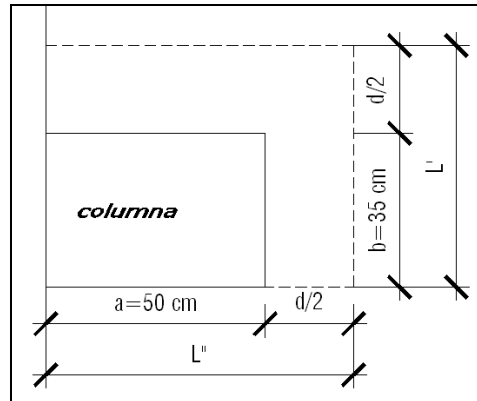
Para determinar el grosor o la altura de la losa (h), es necesario calcular el peralte efectivo según las cargas de diseño. Para ello, se analizan dos columnas, una de esquina y la otra de borde.

Figura 31. **Columna de borde para cálculo de peralte efectivo**



Fuete: elaboración propia, con programa Autocad 2007.

Figura 32. **Columna de esquina para cálculo de peralte efectivo**



Fuete: elaboración propia, con programa Autocad 2007.

Para el cálculo del peralte utilizando la columna de borde de la figura 31, se realiza el siguiente procedimiento (ver figura 30 para las cargas):

$$\text{Carga crítica} = 1,7(3,21) + 1,4(5,74) = 13,493 \text{ ton} = 13\,493 \text{ Kg}$$

$$b_o = 2(35 + d/2) + (35 + d/2) = 105 + (3/2)d$$

Según el ACI 318-08, en su sección 11.11.2.1, el cortante en el concreto se estima con la ecuación 11-33. Por lo tanto, se tiene lo siguiente:

$$V_U = \Phi \sqrt{f'_c} \cdot b_o \cdot d$$

$$13\,493 = 0,85 \cdot \sqrt{210} \cdot (105 + \frac{3}{2}d) \cdot d$$

Resolviendo la ecuación, se obtiene:

$$d = 9,22 \text{ cm}$$

Para el cálculo del peralte utilizando la columna de esquina de la figura 31, se realiza el siguiente procedimiento (ver figura 30 para las cargas):

$$\text{Carga crítica} = 1,7(1,60) + 1,4(7,58) = 13,33 \text{ ton} = 13\,332 \text{ Kg}$$

$$b_o = (50 + d/2) + (35+d/2) = 85 + d$$

Según el ACI 318-08, en su sección 11.11.2.1, el cortante en el concreto se estima con la ecuación 11-33. Por lo tanto, se tiene lo siguiente:

$$V_U = \Phi \sqrt{f'_c} b_o d$$
$$13\,332 = 0,85 \sqrt{210} (85+d) d$$

Resolviendo la ecuación, se obtiene:

$$d = 11,24 \text{ cm}$$

Según la sección 15.7 del ACI 318-08, el peralte efectivo de zapata no debe ser menor a 15 cm y en la sección 7.7.1 inciso b, el recubrimiento de concreto para elementos en contacto permanente con el suelo no debe ser menor que 75 mm = 7,5 cm. De tal cuenta, como los peraltes efectivos son menores al peralte mínimo, se utiliza un peralte de 16 cm y un recubrimiento de 8 cm para una altura total de 26 cm.

Luego de esto, se procede a trazar los diagramas de cortante y momentos en la franja de losa, sin embargo, antes se debe calcular la carga promedio y el factor de corrección de la carga de columnas para poder utilizar la carga promedio modificada en el análisis estructural.

- Ajuste de la reacción del suelo y cargas modificadas

Carga promedio (franja AECD) =  $q_{prom} \cdot B1 \cdot B + (QA + QC) / 2$

$$CP = 2,68 \cdot 1,66 \cdot 3,85 + (11,08 + 11,08) / 2 = 20,42 \text{ ton} = 19\,644 \text{ Kg}$$

Presión promedio modificada

$$(q_{prom} \text{ (mod)}) = q_{prom} \cdot (CP / q_{prom} \cdot B1 \cdot B)$$

$$(q_{prom} \text{ (mod)}) = 2680 \cdot (19644 / 22\,160 \cdot 1,66 \cdot 3,85) = 3\,057 \text{ Kg} / \text{m}^2$$

Factor de modificación de carga de columnas

$$FMQC = CP / (QA + QC) = 20\,420 / 22\,160 = 0,896$$

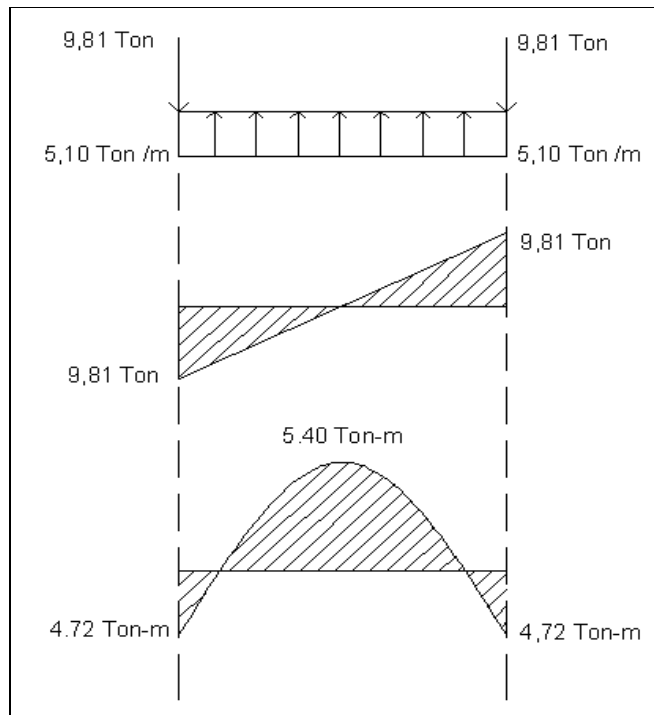
Los cálculos anteriores muestran que la presión promedio modificada para el análisis es 3057 Kg / m<sup>2</sup>. El factor de modificación de carga de columna es de 0,89, por lo que se tienen las siguientes cargas de las columnas para la franja que se está analizando (AECD):

$$QA = 0,896 \cdot 11\,080 = 9810 \text{ Kg} = 9,81 \text{ ton}$$

$$QC = 0,896 \cdot 11\,080 = 9810 \text{ Kg} = 9,81 \text{ ton}$$

Con estos valores se traza el diagrama de fuerzas, cortante y momentos para esta franja de losa. Con los momentos obtenidos en el diagrama que se muestra en la figura 33, se procede a calcular el área de acero que se necesita para la franja, tomando en cuenta que esto se debe hacer para un ancho unitario de un metro.

Figura 33. **Cargas, cortantes y momentos en la franja AECD, módulo 1**



Fuete: elaboración propia, con programa Autocad 2007.

El valor de 5,10 ton/m, se obtiene de multiplicar la presión promedio modificada por el ancho total de la franja (B1) así:

$$q_{\text{dist}} = 3,07 \text{ ton/m}^2 * 1,66 \text{ m} = 5,10 \text{ Ton/m} = 5,100 \text{ Kg/m}$$

Ya con el valor del momento se procede a calcular el área de acero necesario para los momentos negativo y positivo.

- Determinación del área de acero para la franja de losa AECD: de acuerdo al procedimiento de cálculo, el momento máximo negativo es de 4,72 ton-

m (4720 Kg-m), sin embargo, este momento es para toda la franja de losa analizada, por lo tanto, es necesario dividir este momento dentro del ancho (B1) de la franja para obtener el momento máximo para una franja unitaria.

$$M_{\max (-)} = 4720 \text{ Kg-m} / 1,66 \text{ m} = 2843 \text{ Kg-m} / \text{m}$$

$$M_{\max (+)} = 5400 \text{ Kg-m} / 1,66 \text{ m} = 3253 \text{ Kg-m} / \text{m}$$

$$\text{Fuerza de compresión (C)} = 0,85 \cdot f'c \cdot a \cdot b$$

$$\text{Fuerza de tensión (T)} = A_s \cdot f_y$$

$$M_u = \Phi \cdot A_s \cdot f_y \cdot (d - a/2)$$

$$C = T \longrightarrow 0,85 \cdot f'c \cdot a \cdot b = A_s \cdot f_y; \text{ sustituyendo datos, se obtiene:}$$

$$0,85 \cdot 210 \text{ Kg/cm}^2 \cdot a \cdot 100 \text{ cm} = A_s \cdot 4200 \text{ Kg/cm}^2; \text{ resolviendo:}$$

$$A_s = 4,25 \cdot a$$

Acero para el momento positivo (3253 Kg-m = 325 300 Kg-cm)

$$325 \ 300 = 0,90 \cdot 4,25 \cdot a \cdot 4200 \cdot (16 - a/2); \text{ resolviendo la ecuación se obtiene:}$$

$$a = 1,32 \text{ cm.}$$

$$A_s = 4,25 \cdot 1,32 = 5,61 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

El área de acero para una franja unitaria (1 m) de losa es de 5,61 cm<sup>2</sup>.

Acero para el momento negativo (2843 Kg-m = 284 300 Kg-cm)

$$284 \ 300 = 0,90 \cdot 4,25 \cdot a \cdot 4200 \cdot (16 - a/2); \text{ resolviendo la ecuación se obtiene:}$$

$$a = 1,15 \text{ cm.}$$

$$A_s = 4,25 * 1,15 = 4,89 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

El área de acero para una franja unitaria (1 m) de losa es de 4,89 cm<sup>2</sup>.

Acero mínimo, según sección 10.5 del ACI 318-08

$$A_{s\text{min}} = (14/f_y) * b * d = (14/4200) * 100 * 16 = 5,33 \text{ cm}^2$$

Se debe utilizar para el momento positivo el acero calculado, mientras que para el momento negativo, debe utilizarse el acero mínimo.

- Separación de las barras de refuerzo: el código ACI 318-08, en su sección 13.3.2, establece que el refuerzo no debe estar a más de dos veces el espesor de la losa ni a más de 45 cm. Se propone utilizar barras No. 5 ( $\varnothing=5/8$  plg).

Para barras No. 5, el área de la barra ( $A_b = 1,98 \text{ cm}^2$ )

$$\text{No de barras para } M(+) = 5,61 / 1,98 = 2,83 \text{ barras / m} = 3 \text{ barras}$$

$$\text{Separación de las barras en el centro} = 100 \text{ cm} / 3 \text{ barras} = 33,33 \text{ cm} = 33 \text{ cm}$$

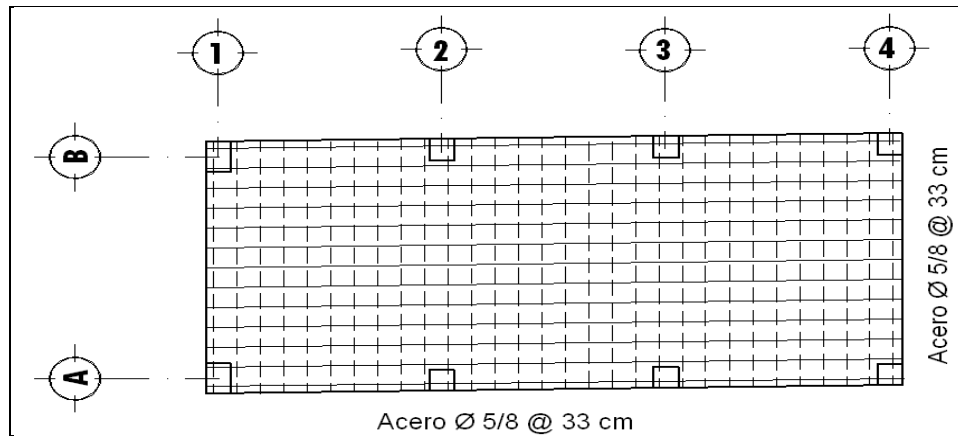
$$\text{No de barras para } M(-) = 5,33 / 1,98 = 2,69 \text{ barras/ m} = 3 \text{ barras / m}$$

$$\text{Separación de las barras en los extremos} = 100 / 3 = 33 \text{ cm}$$

El diseño para todas las franjas de losa, en dirección "X" y "Y", son análogos al procedimiento mostrado anteriormente.

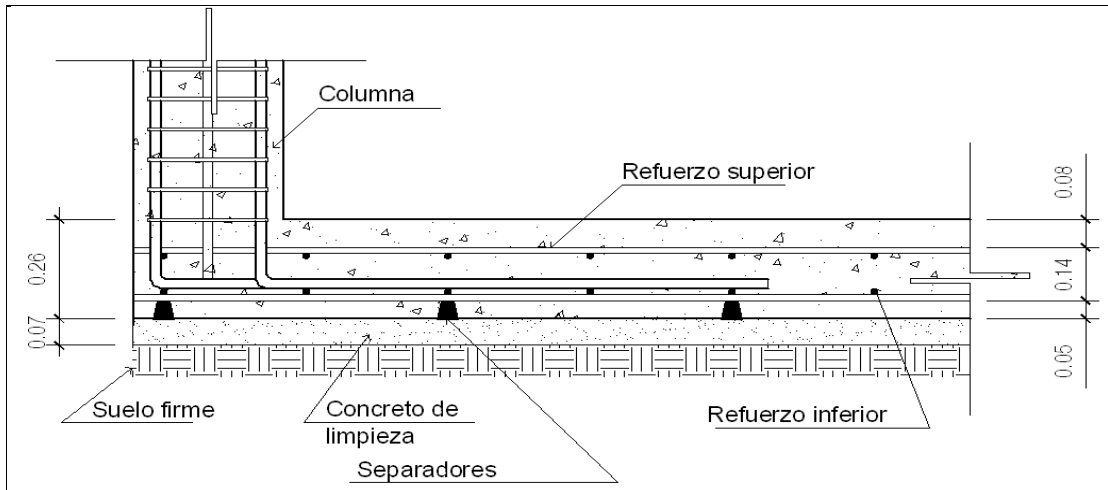


Figura 34. **Planta de armado de losa de cimentación, módulo 1**



Fuete: elaboración propia, con programa Autocad 2007.

Figura 35. **Sección de armado de losa de cimentación, módulo 1**



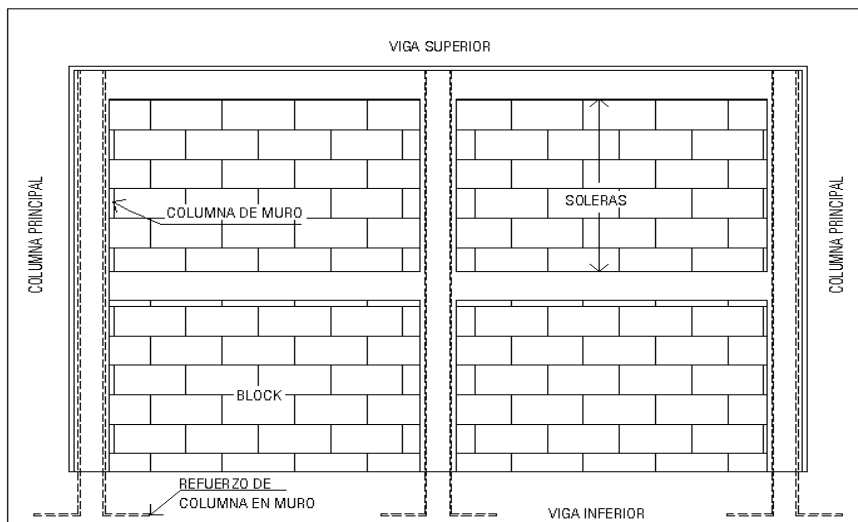
Fuete: elaboración propia, con programa Autocad 2007.

### 2.4.5. Muros

Los muros para este proyecto no forman parte del sistema estructural que resistirán las cargas tanto gravitacionales como laterales (sísmicas), por lo que para su correcto funcionamiento es necesario únicamente que estén correctamente arriostrados para resistir los efectos de volteo debido a cargas laterales.

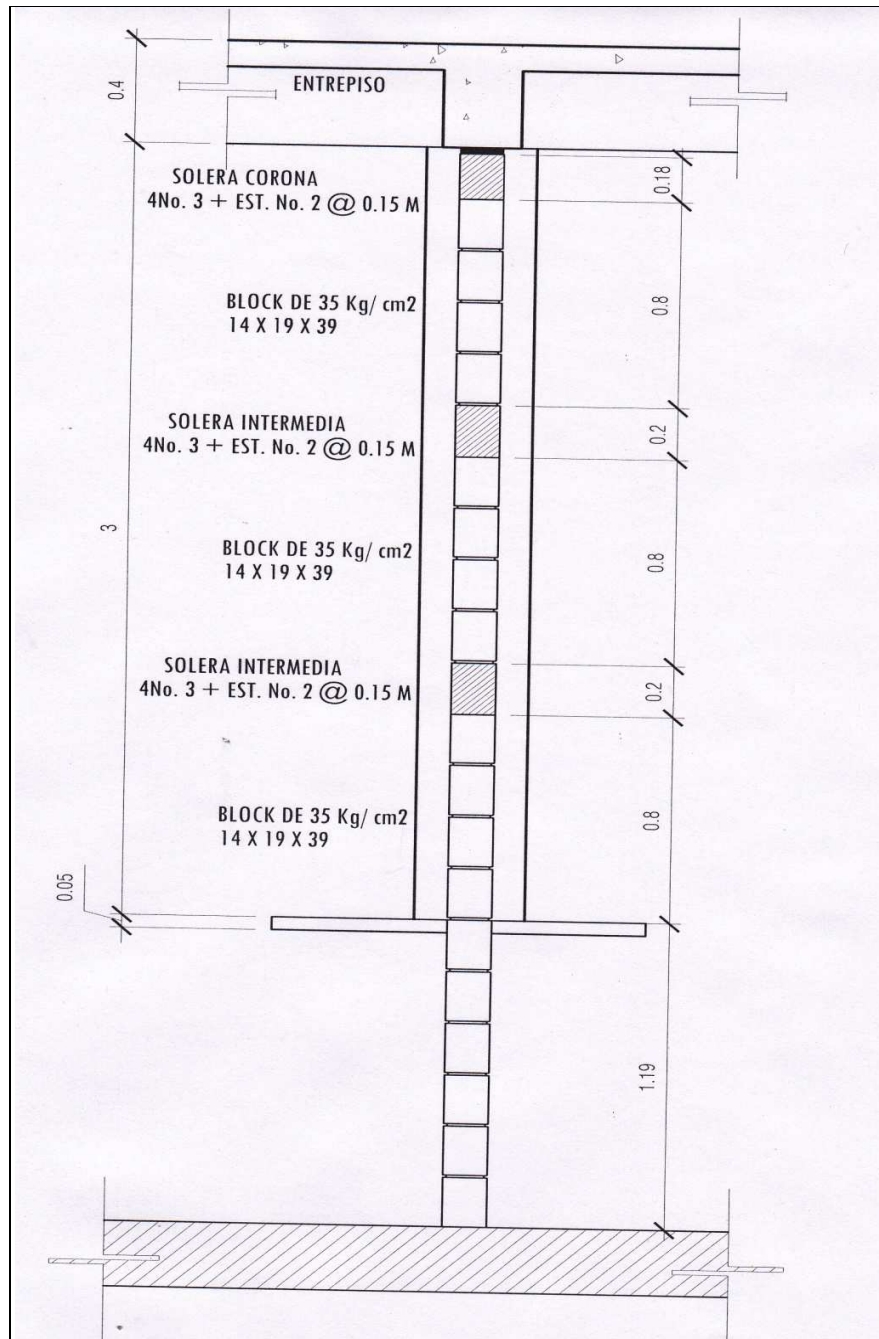
Todos los muros estarán separados de las columnas y vigas (superiores) a 2,5 cm (como lo recomienda el RDF). Los muros estarán compuestos por columnas, soleras y unidades de block de 0,15 \*0,19\*0,39 cm. Los elementos que resistirán los efectos de volteo serán las columnas, por lo que el refuerzo longitudinal debe estar embebido en la viga inferior hasta la parte más baja, como se muestra en la siguiente 35. Para los muros del primer nivel se muestra la sección típica del muro en la figura 34.

Figura 36. Detalle de anclaje de muros en viga principal



Fuete: elaboración propia, con programa Autocad 2007.

Figura 37. Detalle típico de muro del primer nivel (muro tabique)



Fuete: elaboración propia, con programa Autocad 2007.

#### 2.4.6. Diseño de gradas

Las gradas son elementos de vital importancia en los edificios, debido a que son las encargadas de conectar un nivel a otro. Existen según su condición de apoyo, varios tipos de gradas tales como: apoyadas longitudinalmente, apoyadas transversalmente, escaleras autoportantes, etc. Para este proyecto se han diseñado gradas autoportantes en los dos módulos que existen en el edificio.

Las gradas autoportantes se analizan como un pórtico con un momento en el descanso intermedio transferido entre las rampas (superior e inferior), por una torsión desarrollada por el descanso. El cálculo estructural de las gradas se muestra a continuación, basados en las Normas NCS de Colombia.

Datos:

$f'c$	= 210 Kg / cm <sup>2</sup>
$f_y$	= 4200 Kg / cm <sup>2</sup>
CV	= 500 Kg / cm <sup>2</sup>
$\delta_c$	= 2400 Kg / m <sup>3</sup>
Paso	= 0,30 m
Contra paso	= 0,1725 m
Lrampa	= 2,70 m
Ldescanso	= 1,95 m

- Predimensionamiento

$$tr = l / 20 = 2,70 / 20 = 0,135 = 0,15 \text{ m}$$

$$td = l / 10 = 1,95 / 10 = 0,195 = 0,20 \text{ m}$$

Ángulo de inclinación ( $\alpha$ ) =  $\text{Arctan}(cp/p) = \text{Arctan}(0,1725 / 0,30)$   
 $\alpha = 29,89^\circ$  ;  $\text{Cosa} = 0,867$

- Determinación de cargas sobre las gradas
  - Tramos inclinados
    - ✓ Peso losa inclinada =  $0,15 \cdot 2400 / 0,867 = 415,22 \text{ Kg} / \text{m}^2$
    - ✓ Peso peldaños =  $0,5 \cdot 0,1725 \cdot 2.400 = 207 \text{ Kg} / \text{m}^2$
    - ✓ Acabado en peldaños =  $0,04 \cdot (0,1725 + 0,30) \cdot 2400 / 0,30$   
 $= 151,20 \text{ Kg} / \text{m}^2$
    - ✓ Acabado inferior =  $0,02 \cdot 2.300 / 0,867 = 53 \text{ Kg} / \text{m}^2$
    - ✓ Carga muerta (CM) =  $415,22 + 207 + 151,20 + 53$   
 $= 826,42 \text{ Kg} / \text{m}^2$
    - ✓ Carga viva (CV) =  $500 \text{ Kg} / \text{m}^2$
    - ✓  $W_{ur} = 1,4 \cdot 826,42 + 1,7 \cdot 500 = 2007 \text{ Kg} / \text{m}^2$
  - Descanso
    - ✓ Peso losa =  $0,20 \cdot 2400 / 0,867 = 480 \text{ Kg} / \text{m}^2$
    - ✓ Acabado superior (piso) =  $100 \text{ Kg} / \text{m}^2$
    - ✓ Acabado inferior =  $0,02 \cdot 2.300 = 46 \text{ Kg} / \text{m}^2$
    - ✓ Carga muerta (CM) =  $626 \text{ Kg} / \text{m}^2$
    - ✓ Carga viva (CV) =  $500 \text{ Kg} / \text{m}^2$
    - ✓  $W_{ud} = 1,4 \cdot 626 + 1,7 \cdot 500 = 1726 \text{ Kg} / \text{m}^2$
- Cálculo de la fuerza normal en las rampas

$N = C1 + C2$ ;  $C1 = T1$  y  $C2 = T2$  (C= compresión y T = tensión)

$$C1 = T1 = P / \text{Sen}\alpha$$

$$C2 = T2 = P1 / 2\text{Sen}\alpha$$

$$N = 1/\text{Sen}\alpha * ((P + P1/2))$$

$$N = 1/\text{Sen } 29,89^\circ * ((2.007 * 2 * 2,70/2) + (1.726 * 2 * 1,95/2)) = 17\ 657 \text{ Kg}$$

- Cálculo del acero de refuerzo

- Descanso en voladizo

- ✓ Momento =  $1726 * (1,95)^2 / 2 = 3282 \text{ Kg-m}$

- ✓  $A_s(+)=\left( (100*17)-\sqrt{(100*17)^2-\left(\frac{3282*100}{0,003825*210}\right)} \right) * \frac{0,85*210}{4200}$

- ✓  $A_s=(1700-1575)*0,0425= 5,31 \text{ cm}^2$

- ✓  $A_{smin} = 14/4200*100*17 = 5,67 \text{ cm}^2$ ; utilizar acero mínimo

- ✓ Se propone acero No. 4

- ✓ No. de barras =  $5,67 / 1,2668 = 4,47 = 5 \text{ barras}$

- ✓  $S = 1 / 5 = 0,20 \text{ m}$

- ✓  $S_{max} = 2*t = 2*20 = 40 \text{ cm}$

- ✓ Colocar refuerzo No. 4 a cada 20 cm (para resistir los esfuerzos de la rampa inferior).

- ✓ Refuerzo por temperatura en cama superior = 31 cm

- ✓ Refuerzo por temperatura en cama inferior = 15,5 cm

- Tramo de la rampa inferior

- ✓ Momento en el nudo E =  $M_{vol} + W_{ur}*L^2 / 16$   
 $= 3282 + (2007 * 2,70^2)/16 = 4\ 196,44 \text{ Kg-m}$

- ✓  $A_s(+)=\left( (100*17)-\sqrt{(100*17)^2-\left(\frac{4\ 196,44*100}{0,003825*210}\right)} \right) * \frac{0,85*210}{4200}$

- ✓  $A_s = (1700 - 1.538,69) * 0,0425 = 6,86 \text{ cm}^2$
- ✓  $A_{smin} = 14/4200 * 100 * 17 = 5,67 \text{ cm}^2$
- ✓ Se propone acero No. 4 (utilizar acero calculado)
- ✓ No. de barras =  $6,86 / 1,2668 = 5,41 = 6$  barras
- ✓  $S = 1 / 6 = 0,167 \text{ m}$
- ✓  $S_{max} = 2 * t = 2 * 20 = 40 \text{ cm}$
- ✓ Colocar refuerzo longitudinal No. 4 a cada 16 cm
- ✓ Momento en el nudo B =  $W_{ur} * L^2 / 16 = 914,44 \text{ Kg-m}$
- ✓  $A_s(+)= \left( (100 * 12) - \sqrt{(100 * 12)^2 - \left( \frac{914,44 * 100}{0,003825 * 210} \right)} \right) * \frac{0,85 * 210}{4200}$
- ✓  $A_s = (1200 - 1 151,59) * 0,0425 = 2,06 \text{ cm}^2$
- ✓  $A_{smin} = 14/4200 * 100 * 12 = 4,00 \text{ cm}^2$
- ✓ Se propone acero No. 4 (utilizar acero mínimo)
- ✓ No. de barras =  $4,00 / 1,2668 = 3,16 = 4$  barras
- ✓  $S = 1 / 4 = 0,25 \text{ m}$
- ✓  $S_{max} = 2 * t = 2 * 20 = 40 \text{ cm}$
- ✓ Colocamos refuerzo longitudinal No. 4 a cada 19,5 cm
- ✓ Momento en la luz =  $M_{vol} / 2 - W_{ur} * L^2 / 16$   
 $= 3282 / 2 - 2007 * 2,70^2 / 16 = 1 302,32 \text{ Kg-m}$
- ✓  $A_s(+)= \left( (100 * 12) - \sqrt{(100 * 12)^2 - \left( \frac{1 302,32 * 100}{0,003825 * 210} \right)} \right) * \frac{0,85 * 210}{4200}$
- ✓  $A_s = (1200 - 1 130,43) * 0,0425 = 2,96 \text{ cm}^2$
- ✓  $A_{smin} = 14/4200 * 100 * 12 = 4,00 \text{ cm}^2$
- ✓ Se propone acero No. 4 (utilizar acero mínimo)
- ✓ No. de barras =  $4,00 / 1,2668 = 3,16 = 4$  barras
- ✓  $S = 1 / 4 = 0,25 \text{ m}$
- ✓  $S_{max} = 2 * t = 2 * 20 = 40 \text{ cm}$
- ✓ Colocar refuerzo longitudinal No. 4 a cada 19,5 cm

- ✓ Refuerzo por temperatura = No. 4 a cada 20 cm
  
- Tramo de la rampa superior
  - ✓ Momento en el nudo E =  $M_{vol} + W_{ur} \cdot L^2 / 16$   
 $= 3\,282 + (2007 \cdot 2,70^2) / 16 = 4\,196,44 \text{ Kg-m}$
  - ✓  $A_s(+)= \left( (100 \cdot 17) - \sqrt{(100 \cdot 17)^2 - \left( \frac{4\,196,44 \cdot 100}{0,003825 \cdot 210} \right)} \right) \cdot \frac{0,85 \cdot 210}{4200}$
  - ✓  $A_s=(1700-1538,69) \cdot 0,0425 = 6,86 \text{ cm}^2$
  - ✓  $A_{smin} = 14/4200 \cdot 100 \cdot 17 = 5,67 \text{ cm}^2$
  - ✓ Se propone acero No. 4 (utilizar acero calculado)
  - ✓ No. de barras =  $6,86 / 1,2668 = 5,41 = 6$  barras
  - ✓  $S = 1 / 6 = 0,167 \text{ m}$
  - ✓  $S_{max} = 2 \cdot t = 2 \cdot 20 = 40 \text{ cm}$
  - ✓ Colocar refuerzo longitudinal No. 4 a cada 16 cm
  - ✓ Momento en el nudo A =  $W_{ur} \cdot L^2 / 16 = 914,44 \text{ Kg-m}$
  - ✓  $A_s(+)= \left( (100 \cdot 12) - \sqrt{(100 \cdot 12)^2 - \left( \frac{914,44 \cdot 100}{0,003825 \cdot 210} \right)} \right) \cdot \frac{0,85 \cdot 210}{4200}$
  - ✓  $A_s=(1200-1\,151,59) \cdot 0,0425 = 2,06 \text{ cm}^2$
  - ✓  $A_{smin} = 14/4200 \cdot 100 \cdot 12 = 4,00 \text{ cm}^2$
  - ✓ Se propone acero No. 4 (utilizar acero mínimo)
  - ✓ No. de barras =  $4,00 / 1,2668 = 3,16 = 4$  barras
  - ✓  $S = 1 / 4 = 0,25 \text{ m}$
  - ✓  $S_{max} = 2 \cdot t = 2 \cdot 20 = 40 \text{ cm}$
  - ✓ Colocar refuerzo longitudinal No. 4 a cada 1,95 cm
  - ✓ Momento en la luz =  $M_{vol} / 2 - W_{ur} \cdot L^2 / 16$   
 $= 3\,282 / 2 - 2007 \cdot 2,70^2 / 16 = 1\,302,32 \text{ Kg-m}$



- ✓  $A_s(+)=\left((100*12)-\sqrt{(100*12)^2-\left(\frac{1\ 302,32*100}{0,003825*210}\right)}\right)*\frac{0,85*210}{4200}$
- ✓  $A_s=(1200-1\ 130,43)*0,0425= 2,96\text{ cm}^2$
- ✓  $A_{smin} = 14/4200*100*12 = 4,00\text{ cm}^2$
- ✓ Astotal en el centro de la luz = refuerzo por tracción + refuerzo por momento en la luz = 2,96 + 4,00 = 6,96 cm<sup>2</sup>
- ✓ Se propone acero No. 4 (utilizar acero calculado)
- ✓ No. de barras= 6,96 / 1,2668 = 5,49 = 6 barras
- ✓  $S = 1 / 6 = 0,167\text{ m} = 0,16\text{ cm}$
- ✓  $S_{max} = 2*t = 2*20 = 40\text{ cm}$
- ✓ Colocar refuerzo longitudinal No. 4 a cada 16 cm
- ✓ Refuerzo por temperatura = No. 4 a cada 20 cm

- Cálculo del acero de refuerzo para viga de soporte en nudo E
  - Momento de torsión = momento en nudo E – momento en voladizo (descanso) = 4 196,44 – 3282 = 914, 44 Kg-m
  - Refuerzo transversal ( $A_t$ ) =  $2A_o*At*f_{yt}*Cot\ \theta / 2 \geq Tu / \phi$   
 $A_o$  = área de viga sin recubrimiento\*0,85  
 $A_o = 0,85*0,15*0,27 = 0,0344\text{ m}^2$   
 $A_t$  = área de acero = 0,000071 m<sup>2</sup>  
 $f_{yt} = 4200\text{ Kg} / \text{cm}^2 = 420000\text{ Kg} / \text{m}^2$   
 $\theta = 45^\circ$   
 $s = 0,28$   
 $A_t = (2* 0,0344*0,000142*420\ 000*Cot\ 45^\circ)/ 0,28 = 14,65$   
 Se colocan estribos No. 3 a cada 14 cm

- Refuerzo longitudinal (Al) =  $\frac{At}{s} * Ph * \left(\frac{fyt}{fy}\right) * Cot^2\theta$

$fyt = 420\ 000\ Kg / m^2$

$fy = 420\ 000\ Kg / m^2$

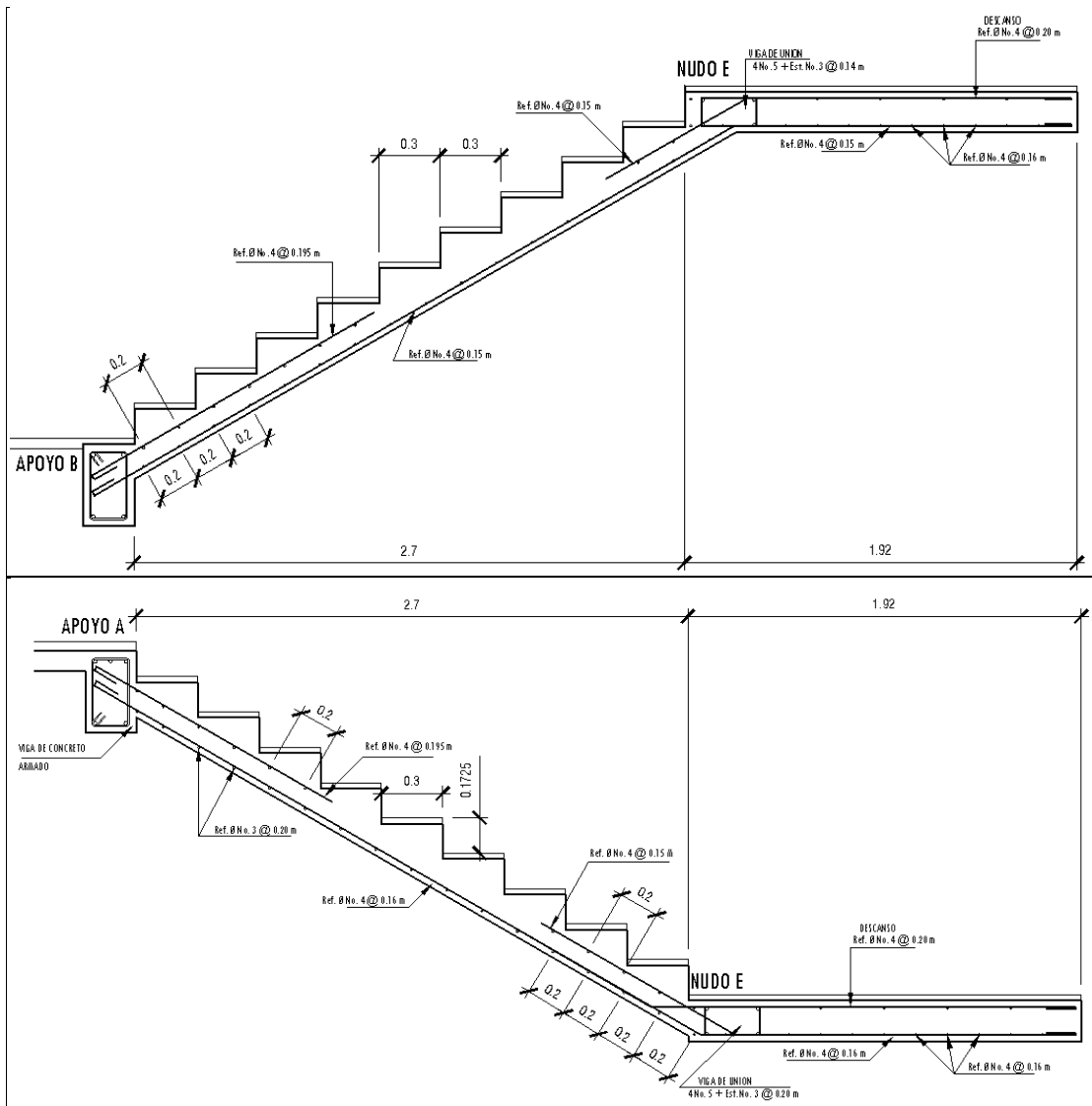
$ph = 0,75$

- $Al = \frac{0,000142}{0,28} * 0,75 * \left(\frac{420\ 000}{420\ 000}\right) * Cot^2 45 = 0,00038\ m^2$

- Refuerzo longitudinal superior =  $0,00038 / 2 = 0,00019\ m^2 = 1,9\ cm^2$   
utilizar varillas No. 5 (A = 1,98 cm<sup>2</sup>)

- Refuerzo longitudinal inferior =  $0,00038 / 2 = 0,00019\ m^2 = 1,9\ cm^2$   
utilizar varillas No. 5 (A = 1,98 cm<sup>2</sup>)

Figura 38. Armado de gradas



Fuete: elaboración propia, con programa Autocad 2007.

## **2.5. Instalaciones**

En las secciones 2.5.1, 2.5.2 y 2.5.3, se muestra el diseño de las instalaciones: eléctrica, hidráulica y sanitaria.

### **2.5.1. Instalación eléctrica**

En la instalación eléctrica se ha contemplado los requerimientos del edificio. Para el diseño se ha tomado en cuenta lo estipulado en las normas FHA, NTC y el reglamento de EEGSA, entre otros. Se han dividido los circuitos en iluminación y fuerza para separar los elementos de iluminación de los tomacorrientes. El tipo de cable empleado en los circuitos es de clase THHN colocado dentro de tubería eléctrica de PVC. Cada circuito está conectado a un interruptor de seguridad. Este interruptor, al igual que los conductores, tiene una capacidad de amperaje que permite el correcto funcionamiento del circuito que controla. A continuación se presenta, a modo de ejemplo, el cálculo del circuito A de la instalación eléctrica.

Datos:

Nombre del circuito: A

Ubicación: primer nivel

Uso: iluminación

No. de unidades: 11

Potencia de consumo del circuito: 880 Watt

Voltaje del alimentador = 120 Watt

Cálculos:

Corriente necesaria para el circuito (A) = potencia / voltaje

$$A = P / V = 880 / 120 = 7,33 \text{ amperios}$$

Para determinar el número de cable para el circuito, se debe conocer el amperaje que resiste dicho cable. Por lo general, se utiliza cable número 12 el cual puede conducir una corriente de 25 amperios.

Por seguridad, se le aplica un factor de reducción de 0.70, para obtener la ampacidad (corriente máxima que puede circular por el cable). El valor resultante se compara con el amperaje necesario para el circuito y si este es menor, entonces el cable cumple para el diseño.

$$\text{Ampacidad} = 0,70 * 25 = 17,5 \text{ amperios}$$

$$\text{Corriente requerida} = 7,33 \text{ amperios}$$

Lo anterior muestra que el cable es apto para el diseño. Seguidamente es necesario colocarle un interruptor de seguridad (flip-on), la capacidad del interruptor nunca debe estar por encima de la ampacidad del cable, por lo que para este circuito se necesita un interruptor de seguridad de 15 amperios. Los cálculos son análogos al anterior para todos los circuitos.

La acometida eléctrica a utilizar es de 120-240 V monofásica trifilar (dos líneas vivas y un neutro) con conexión a tierra. Cada línea viva alimenta a un número similar de circuitos, esto, para mantener un equilibrio de cargas.

Tabla XXI. **Resumen de circuitos para el edificio**

RESUMEN DE CIRCUITOS									
CIRCUITO	USO	UNIDADES	POTENCIA	ALIMENTADOR	CORRIENTE	FACTOR DE USO	AMP. DE DISEÑO	No. DE CONDUCTOR	PROTECCIÓN
			WATT	V	A				A
A	ILUMINA	11	880	120	7.33	0.7	5.13	12	1 X 15
B	ILUMINA	11	880	120	7.33	0.7	5.13	12	1 X 15
C	ILUMINA	10	820	120	6.83	0.7	4.78	12	1 X 15
D	ILUMINA	12	880	120	7.33	0.7	5.13	12	1 X 15
E	ILUMINA	11	980	120	8.17	0.7	5.72	12	1 X 15
F	TOMA	1	750	120	6.25	0.7	4.38	10	1 X 20
G	TOMA	7	1730	120	14.42	0.7	10.09	10	1 X 20
H	TOMA	6	1550	120	12.92	0.7	9.04	10	1 X 20
J	TOMA	6	1650	120	13.75	0.7	9.63	10	1 X 20
K	TOMA	6	2450	120	20.42	0.7	14.29	10	1 X 20
L	TOMA	6	2260	120	18.83	0.7	13.18	10	1 X 20
M	TOMA	6	1990	120	16.58	0.7	11.61	10	1 X 20
N	TOMA	6	2250	120	18.75	0.7	13.13	10	1 X 20
P	TOMA	7	2000	120	16.67	0.7	11.67	10	1 X 20
Q	TOMA	7	2250	120	18.75	0.7	13.13	10	1 X 20
R	TOMA	7	2000	120	16.67	0.7	11.67	10	1 X 20
T	TOMA	7	2250	120	18.75	0.7	13.13	10	1 X 20
	SUMATORIA		27570		229.75	0.7	160.83	10	1 X 20

Fuete: elaboración propia, con programa Excel 2007.

## 2.5.2. Instalación hidráulica

La instalación hidráulica del proyecto consiste en la alimentación, principalmente, para el área de servicio sanitario, además del área de servicio de limpieza y jardines. La Municipalidad de Patzicía, autoriza acometidas de agua entubada con tubería no mayor a ½ pulgada (1,27cm), por lo que la red de distribución principal al igual que la conexión a accesorios (pilas, inodoros, mingitorios, grifos, etc) será de ½ pulgada de diámetro con capacidad no menor de 250 psi (17,57 Kg / cm<sup>2</sup>).

Para el proyecto se necesita instalar un tanque cisterna, por lo que se presenta el procedimiento para calcular sus dimensiones.

Datos:

Dotación: 20lt / m<sup>2</sup> de área rentable / día

Área rentable: 267,22 m<sup>2</sup>

Relación ancho - largo: ½

Altura propuesta: 1,50 m

Reserva de agua: 570 lt

Volumen de agua: 5,21 m<sup>3</sup>

Cálculos:

Volumen de agua requerida = volumen de cisterna

$$5,21 \text{ m}^3 = 1,50 * 2b * b$$

$$b = 1,30 \text{ m}$$

$$L = 2*1,30 = 2,60 \text{ m}$$

Altura libre del espejo de agua = 0,50 m

El tanque cisterna tendrá medidas interiores de 1,30m x 2,60 m x 2 m.

El diámetro de la tubería para la acometida, se calcula como se muestra a continuación.

Datos:

Dotación = 20 l / m<sup>2</sup> / día

Cálculos:

Consumo diario (Qd) = 20\*267.22 = 5 344,40 l / día

Gasto medio diario (Qmd) = (5 344.40 lt / día) / 86 400 s = 0,062 l / s

Gasto máximo diario (QMd) = 1,5 \* 0,062 = 0,093 l / s

El valor de 1,5, es el coeficiente de variación que se encuentra en el rango de 1,2 a 1,5

Gasto máximo horario (QMh) = 2 \* 0,093 = 0,18 l / s

El valor 2, es el coeficiente de variación que se encuentra en el rango de 1,5 a 2

$$Q = V \cdot A$$

Se toma la velocidad igual a 1 m/s (velocidad mínima para diseño 0,60 m/s)

$$Q = 0,18 \text{ l/s} = 0,00018 \text{ m}^3 / \text{s}$$

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

$$A = 0,785 \text{ d}^2$$

$0,000062 \text{ m}^3/\text{s} = 0,75 \cdot 0,785 \text{ d}^2$ ; resolviendo la ecuación se obtiene

$$d = 0,015 \text{ m} = (1/2)''$$

De acuerdo al resultando anterior, se debe utilizar tubería de 1/2", para la acometida. Como la tubería para la acometida es de 1/2", resultaría poco práctico colocar en el sistema de distribución de agua potable para el edificio un diámetro mayor a 1/2".



Seguidamente se determina la capacidad de la bomba necesaria para abastecer al circuito del edificio. Para lo cual se hace uso de los siguientes datos:

$$\text{Caudal requerido} = 0,18 \text{ l/s} = 0,00018 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Longitud de la tubería hasta el punto más desfavorable} = 33,75 \text{ m}$$

Longitud equivalente por fricción en accesorios (tee  $\varnothing$  13 mm)

$$L_e = 13 * 0,90 = 11,70 \text{ m}$$

Longitud equivalente por fricción en accesorios (codo a  $90^\circ$   $\varnothing$  13 mm)

$$L_e = 5 * 0,60 = 3,00 \text{ m}$$

$$\text{Longitud por válvula de compuerta} = 0,30 \text{ m}$$

$$\text{Longitud total} = 33,75 + 11,70 + 3,00 + 0,30 = 48,75 \text{ m}$$

$$\text{Pérdida (hf)} = 10,3 * n^2 * Q^2 * L / D^{5,33}$$

$$h_f = 10,3 * (0,010)^2 * (0,00018)^2 * (48,75) / 0,013^{5,33} = 18,30 \text{ mca}$$

La presión mínima en el sistema se calcula de la siguiente manera:

$$P_{\text{min}} = h + h_f + (V^2 / 2 * g) + h_r$$

Donde:

h = diferencia de cotas entre el nivel de la cisterna y el punto de descarga más desfavorable

h<sub>f</sub> = pérdidas por fricción en tubería y accesorios

V = velocidad

g = gravedad

h<sub>r</sub> = presión residual

$$P \text{ min} = 4,90 + 18,30 + (1^2 / 2 * 9,8) + 0 = 23,25 \text{ mca}$$

Según los cálculos, la presión en la descarga del artefacto es satisfactoria puesto que es mayor a la mínima establecida de 14 mca (metros columna de agua), por lo tanto, el diámetro de la tubería del circuito a utilizar será de 13 mm (1/2").

Finalmente se calcula la potencia de la bomba para el circuito de agua potable, el cual se calcula así:

$$HP = Q(l/s) * H \text{ (metros)} / (76 * n) ; n = \text{coeficiente de rendimiento}$$

$$HP = 0,18 * 4,90 / (76 * 0,60) = 0,019$$

Para el sistema de abastecimiento de agua potable se puede utilizar una bomba de 1/2 HP (caballos de fuerza), con un tanque de compresión con capacidad de 126 lt.

### **2.5.3. Instalación sanitaria**

La instalación sanitaria para el proyecto está orientada a la evacuación de las aguas negras y las aguas pluviales.

Para la evacuación de las aguas negras del edificio se utiliza tubería de PVC y los parámetros establecidos para el diseño son los brindados por las Normas ICONTEC 1500 (Colombia), en conjunto con el método de Hunter. Para el proyecto en elaboración, se tienen los muebles sanitarios siguientes: lavamanos, inodoros de tanque, orinales, lavaplatos y lavaderos.

Tabla XXII. **Unidades de descarga y diámetros en aparatos sanitarios**

MUEBLES	No. UNIDADES DE DESCARGA	TAMAÑO MÍNIMO DE LA CONEXIÓN (mm)	TAMAÑO MÍNIMO DE LA CONEXIÓN (plg)
Inodoro	6	102	4
Lavamanos	1	51	2
Orinal	3	51	2
Lavadero	2	51	2
Lavaplatos	2	51	2

Fuete: elaboración propia, con programa Word 2007.

La velocidad mínima que se acepta en los tramos de colectores de las aguas negras no deben ser menor a 0,45 m/s y pendiente mínima de 1 por ciento. Para este medio, el INFOM establece que las conexiones a la red pública de alcantarillado no deberán ser mayores a 102 mm (4 plg).

Para las bajadas y ramales de edificios de uno a tres pisos, la tubería de conducción estará en función del número de unidades de descarga que reciban. Para el proyecto en cuestión, se presenta la tabla XXIII, en la que se tienen el número muebles y unidades de descarga por nivel. Posteriormente, en la tabla XXIV se presenta el diámetro de tuberías de conducción según el número de descarga que reciban.

Tabla XXIII. **Unidades de descarga por nivel**

NIVEL	Mueble	Cantidad	Unidad de descarga	Total de unidad de descarga
PRIMER NIVEL	Inodoro	6	6	36
	Lavamanos	5	1	5
	Orinal	2	3	6
	Lavadero	1	2	2
	Lavaplatos	1	2	2
PRIMER NIVEL	Inodoro	4	6	24
	Lavamanos	4	1	4
	Orinal	2	3	6
	Lavadero	2	2	4

Fuete: elaboración propia, programa Excel 2007.

Tabla XXIV. **Unidades de descarga por ramal y por bajada**

Diámetro (mm)-(plg)	Unidades de descarga	
	Por ramal	Por bajada
32 - 1 1/4	1	2
38 - 1 1/5	3	4
51 - 2	6	10
76 - 3	32	48
100 - 4	160	240
152 - 6	240	960
204 - 8	1200	1620
254 - 10	1800	2820

Fuete: elaboración propia, con programa Excel 2007.

Según los datos anteriormente calculados, para la bajada de aguas negras del segundo nivel hacia el primer nivel será de 76 mm (3 plg). Para el ramal del primer nivel se utilizará tubería de 102 mm (4 plg) hasta la descarga de la fosa séptica en la batería de sanitarios, en los otros casos, se utilizará tubería de 76 mm (3 plg).

El diseño de la fosa séptica se realiza como sigue:

Datos:

Dotación = 50 lt / usuario / día

Lodos = 25 lt

No. de usuarios actuales = 45

No. de usuarios futuros = 94

Factor de retorno = 0,80

Tiempo de retención = 1 día

Período de limpieza = 1 año

h = 2,00 m

h = útil

Cálculos:

Volumen de líquido =  $0,80 \cdot 94 \cdot 50 = 3760 \text{ lt} = 3,76 \text{ m}^3$

Volumen de lodo =  $25 \cdot 94 = 2350 = 2,35 \text{ m}^3$

Volumen total =  $2,35 + 3,76 = 6,11 \text{ m}^3$

Para el dimensionamiento de la fosa séptica es conveniente utilizar una relación de ancho/largo de 1/3, esto para mejorar la sedimentación de los sólidos y poder generar dos cámaras para el tratamiento.

$V = a \cdot b \cdot h_{\text{útil}}$ ; se sabe que:  $b = 3a$

$V = a \cdot 3a \cdot h_{\text{útil}} = 3a^2 \cdot h_{\text{útil}}$ ; se propone una altura útil de 1,80 m

$6,11 = 3a^2 \cdot 1,80$

$a = 0,92 \text{ m}$

Con los datos anteriores se dimensiona el tanque séptico con las siguientes medidas:

Largo total =  $3 \cdot 0,92 = 2,76 \text{ m}$

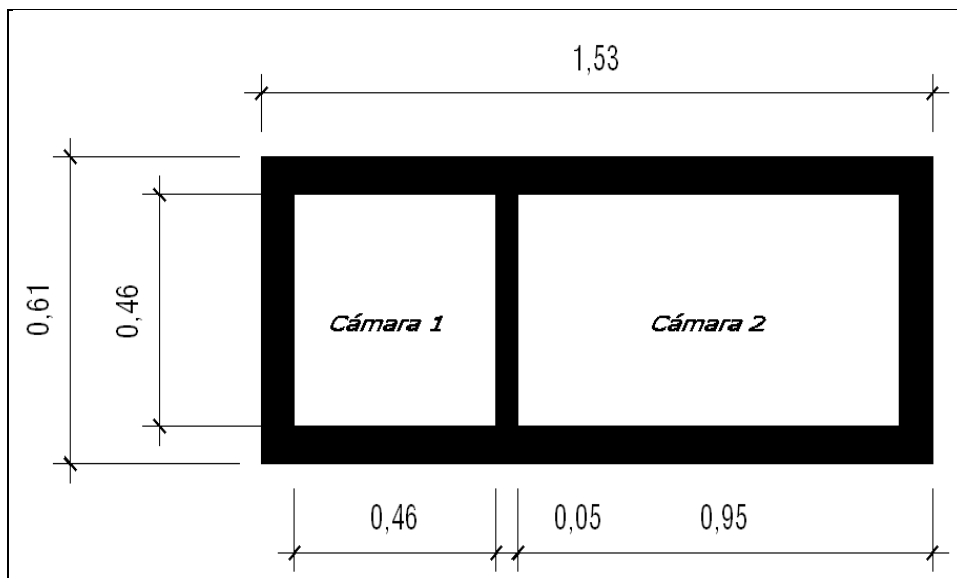
Ancho = 0,92 m

Altura útil = 1,80 m

Altura total = 2,00 m

Largo de la primera cámara =  $1/3L = 1/3 \cdot 2,76 = 0,92 \text{ m}$

Figura 39. Configuración de fosa séptica



Fuete: elaboración propia, con programa Autocad 2007.

Para las bajadas de aguas de lluvias se utilizará tubería PVC, el diámetro de la tubería estará en función de la intensidad de lluvia que se puede generar en la zona. Estas aguas que bajan del techo, serán desfogadas a la calle y el parqueo interior, debiendo dejar una pendiente de 2 por ciento para que las aguas escurran rápidamente sobre la superficie. Para el diseño se procede como se muestra a continuación:

Datos:

Área de la cubierta = 311 m<sup>2</sup>

Área aferente crítica a la bajada = 95,54 m<sup>2</sup>

Intensidad de lluvia: 0,029 lt / s para una frecuencia de cinco años (según datos obtenidos de la estación Balanyá (INSIVUMEH)

Coefficiente de esorrentía para techos C = 1

Cálculos:

$$Q = I * A * C = 0,029 * 95,54 * 1 = 2,77 \text{ lt / s}$$

La capacidad de descarga de la tubería de PVC, para aguas pluviales se calcula con la siguiente ecuación:

$$Q = 1,75 * r^{(5/3)} * d^{(8/3)}$$

Donde:

r = relación de área anillo de agua – área sección de tubo (recomendado 1/3)

d = diámetro de tubo

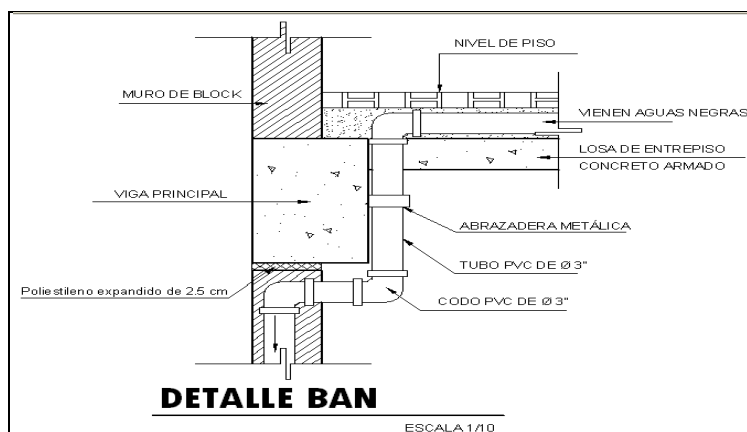
Tabla XXV. **Capacidad de descarga de tubería PVC para agua pluvial**

Diámetro (mm)-(plg)	Q máximo por bajante (l /s)
152 - 6	33,3
102 - 4	11,3
76 - 3	5,3

Fuete: elaboración propia, con programa Word 2007.

De acuerdo a los cálculos, la tubería para bajada de aguas de lluvia deberá ser de 76 mm (3 plg). La tubería que servirán como bajadas de aguas negras y pluviales no traspasarán los elementos estructurales principales (vigas y columnas). Estas bajadas pasarán por el borde de las vigas y/o columnas sujetadas por medio de abrazaderas metálicas, como se muestra en las figuras 40 y 41.

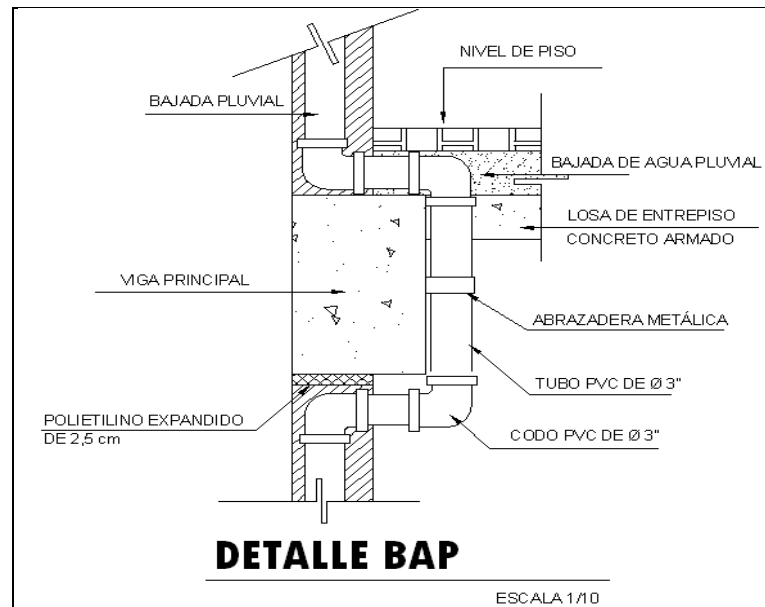
Figura 40. **Detalle de bajada de aguas negras**



Fuete: elaboración propia, con programa Autocad 2007.



Figura 41. **Detalle de bajada de aguas pluviales**



Fuete: elaboración propia, con programa Autocad 2007.

## 2.6. Planos

Los planos son el resultado de los cálculos elaborados en las secciones anteriores. El proyecto cuenta con los siguientes planos: arquitectónicos (planta amueblada, planta acotada, elevaciones y secciones), estructurales (armado de losas, armado de vigas, cimentaciones y columnas), de instalaciones (iluminación y fuerza, hidráulica, sanitaria y acabados) y de detalles constructivos. Los planos se encuentran en el apéndice A.

## 2.7. Presupuesto

El presupuesto es el documento en el que se presenta el precio total del proyecto a ejecutar. Debe elaborarse y presentarse por renglones de trabajo,

colocando así, el precio unitario de cada actividad realizada, es decir, el precio que tiene la construcción de un metro cuadrado de muro de block, por ejemplo. En la elaboración del presupuesto existen dos aspectos que deben considerarse para la integración del mismo, estos aspectos son:

- Costo directo: es el que tiene el renglón de trabajo, incluyendo costo de material y mano de obra, sin tomar en cuenta el factor de costos indirectos.
- Costo indirecto: son todos los gastos que se realizan por la ejecución del proyecto que no están directamente relacionados con el mismo, pero que son necesarios (impuestos, administración, fletes, utilidades, etc). Para el proyecto se utilizó un factor indirecto de 47 por ciento

En la tabla XXVI se muestra el presupuesto del primer nivel del edificio y en la tabla XXVII, el del segundo nivel.

Tabla XXVI. Resumen de presupuesto del primer nivel del proyecto

RESUMEN PRIMER NIVEL					
No.	REGLÓN	CANT.	UNIDAD	C. U.	SUB TOTAL
1	TRABAJOS PRELIMINARES	1	Global	Q.40 326,03	Q.40 326,03
2	LOSA DE CIMENTACIÓN MÓDULO 1	14	unidad	Q.3 516,98	Q.49 237,65
3	LOSA DE CIMENTACIÓN MÓDULO 2	19	unidad	Q.14 766,04	Q.280 554,67
4	LOSA DE CIMENTACIÓN MÓDULO 3	4	ml	Q.22 825,79	Q.91 303,17
5	SOLERA DE HUMEDAD	149,68	ml	Q.145,49	Q.2 1 777,40
6	SOLERA INTERMEDIA	231,5	ml	Q.104,46	Q.24 182,34
7	SOLERA DE CORONA	149,68	ml	Q.103,11	Q.15 434,07
8	SOLERA SILLAR	10,8	ml	Q.108,74	Q.1 174,38
9	SOLERA DINTEL	21,6	ml	Q.121,79	Q.2 630,61
10	COLUMNA TIPO 1	19	unidad	Q.4 883,22	Q.92 781,26
11	COLUMNA TIPO 2	10	unidad	Q.4 529,79	Q.45 297,90
12	COLUMNA TIPO 3	12	unidad	Q.3 734,81	Q.44 817,74
13	COLUMNA TIPO 4	70	unidad	Q.479,18	Q.33 542,46
14	COLUMNA TIPO 5	60	unidad	Q.315,69	Q.18 941,61
15	COLUMNA TIPO 6	1	unidad	Q.5 324,78	Q.5 324,78
16	MUROS	362,05	m2	Q.220,37	Q.79 786,04
17	VIGASTIPO 1	188,2	ml	Q.785,23	Q.147 780,20
18	VIGAS TIPO 2	30,08	ml	Q.778,16	Q.23 407,10
19	LOSAS	238,15	m2	Q.536,66	Q.127 805,84
20	GRADAS	18,25	m2	Q.858,49	Q.15 667,41
21	INSTALACIÓN HIDRÁULICA	1	Global	Q.23 714,85	Q.23 714,85
22	INSTALACIÓN SANITARIA Y PLUVIAL	1	Global	Q.61 582,64	Q.61 582,64
23	INSTALACIÓN ELÉCTRICA ILUMINACIÓN	1	Global	Q.23 399,90	Q.23 399,90
24	INSTALACIÓN ELÉCTRICA FUERZA	1	m2	Q.11 402,79	Q.11 402,79
25	ACABADOS EN MUROS, CIELO, VIGAS Y COLUMNAS	1226,3	m2	Q.112,44	Q.137 875,22
26	ACABADOS EN PISO	303,83	m2	Q.281,27	Q.85 457,30
27	JARDINIZACIÓN	47,51	m2	Q.162,09	Q.7 701,08
28	PUERTAS Y VENTANAS	48,93	m2	Q.1 175,29	Q.57 506,99
<b>TOTAL PRIMER NIVEL</b>					<b>Q1. 570 413,53</b>

Fuete: elaboración propia, con programa Excel 2007.

Tabla XXVII. Resumen de presupuesto del segundo nivel del proyecto

RESUMEN SEGUNDO NIVEL					
No	REGLÓN	CANT.	UNIDA D	C. U.	SUB TOTAL
1	SOLERA INTERMEDIA	117,99	ml	Q.110,13	Q.12994,02
2	SOLERA DE CORONA	348,14	ml	Q.60,13	Q.20 935,03
3	SOLERA SILLAR	18	ml	Q.110,71	Q.1 992,81
4	SOLERA DINTEL	28	ml	Q.109,04	Q.3 053,20
5	COLUMNA TIPO 1	23	unidad	Q.3 225,90	Q.74 195,59
6	COLUMNA TIPO 2	10	unidad	Q.3 057,74	Q.30 577,40
7	COLUMNA TIPO 3	12	unidad	Q.1 893,09	Q.22 717,06
8	COLUMNA TIPO 4	82	unidad	Q.394,20	Q.32 324,27
9	COLUMNA TIPO 5	54	unidad	Q.918,71	Q.49 610,15
10	COLUMNA TIPO 6	1	unidad	Q.2 860,47	Q.2 860,47
11	MUROS	271,63	m2	Q.224,87	Q.61 082,16
12	VIGASTIPO 1	188,2	ml	Q.606,87	Q.114 213,85
13	VIGAS TIPO 2	30,08	ml	Q.761,95	Q.22 919,31
14	LOSAS	238,15	m2	Q.439,94	Q.104 771,57
15	GRADAS	18,25	m2	Q.858,49	Q.15 667,41
16	INSTALACIÓN HIDRÁULICA	1	Global	Q.2 948,82	Q.2 948,82
17	INSTALACIÓN SANITARIA Y PLUVIAL	1	Global	Q.40 039,92	Q.40 039,92
18	INSTALACIÓN ELÉCTRICA ILUMINACIÓN	1	Global	Q.19 674,63	Q.19 674,63
19	INSTALACIÓN ELÉCTRICA FUERZA	1	m2	Q.8 882,18	Q.8 882,18
20	ACABADOS EN MUROS, CIELO, VIGAS Y COLUMNAS	1220,54	m2	Q.101,41	Q.123 779,85
21	ACABADOS EN PISO	283,6	m2	Q.168,06	Q.47 662,30
22	MURO CORONA (CENEFA)	106,29	m2	Q.463,83	Q.49 301,00
23	PUERTAS Y VENTANAS	47,51	m2	Q.1 327,57	Q.63 073,07
<b>TOTAL PRIMER NIVEL</b>					<b>Q.925 276,06</b>

Fuete: elaboración propia, con programa Excel 2007.

## **2.8. Especificaciones técnicas**

Son documentos en los cuales se presentan las exigencias basadas en normas a ser empleadas en la construcción de un proyecto. En el presente proyecto, las especificaciones técnicas se han elaborado tomando en cuenta las que se encuentran en el ACI 318-08. Se ha puesto especial empeño en la calidad del concreto y el acero como elementos principales de la estructura (capítulos 3,4 y 5 del ACI).

Para el proceso constructivo se ha tomado como referencia lo estipulado en los capítulos 6 y 7 del código antes mencionado. Para los elementos no estructurales como acabados, se hace referencia a las Normas de Calidad ISO entre otras.

## **2.9. Evaluación de impacto ambiental**

La evaluación de impacto ambiental se realiza para identificar y prevenir los impactos que causará el proyecto al medio ambiente en caso de ser ejecutado. Esta evaluación se realiza con la finalidad mitigar los posibles daños al medio ambiente.

El contenido de una evaluación de impacto ambiental es el siguiente, según el formato bridado por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN): información legal y general; transporte, impactos ambientales que pueden ser generados por el proyecto, y por último, demanda y consumo de energía. Los aspectos antes mencionados se encuentran descritos en el formato proporcionado por el MARN, del cual se dispone en el anexo de este documento.



### **3. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL (PARTE 2)**

#### **3.1. Preliminares de diseño del alcantarillado sanitario para el sector El Bosque, zona 2, Patzicía, Chimaltenango**

Para realizar el diseño del alcantarillado sanitario para el sector El Bosque, se ha realizado una investigación de campo para recabar información de importancia para el proyecto. En los siguientes párrafos se presenta la información preliminar del proyecto.

##### **3.1.1. Descripción del proyecto**

Este proyecto consiste en el diseño de una red de alcantarillado para la recolección de aguas negras del sector El Bosque, zona 2 de Patzicía, Chimaltenango. Se ha realizado el levantamiento topográfico de la línea de conducción que tiene una longitud de 1 225,15 metros hasta el punto de descarga. Se ha previsto diseñar 21 pozos de visita y una fosa séptica. La tubería a utilizar será de PVC con diámetro mínimo de 152,4 milímetros (6 pulgadas). La Norma base para el diseño es la brindada por el Instituto de Fomento Municipal (INFOM).

##### **3.1.2. Ubicación del proyecto**

El proyecto está ubicado en la parte noreste de la cabecera municipal de Patzicía, municipio del departamento de Chimaltenango. Se llega al lugar ingresando por la carretera Interamericana (CA-1) en el kilómetro 69,5 en el lugar conocido como El Entronque.

### **3.1.3. Clima**

El clima de la zona es frío, con precipitaciones muy intensas y nubosidad alta. El invierno inicia en el mes de mayo y culmina a mediados de noviembre. Los vientos son moderados llegando hasta 100 Km/hora en el mes de noviembre y diciembre.

### **3.1.4. Características de la población**

El número de viviendas actuales es de 119. Cada una tiene un promedio de 6 personas, los cuales hacen un total de 714 habitantes. En las cercanías del sector se encuentra un instituto de educación básica y diversificada, este establecimiento tiene un aproximado de 200 estudiantes. La mayor parte de la población es agricultora y comerciante.

El sector se encuentra en un extremo de la cabecera municipal, colindando con un zanjón, la mayor parte de la zona cuenta con grandes extensiones agrícolas, que podrían poblarse en un futuro.

### **3.1.5. Condiciones sanitarias**

Todas las viviendas cuentan con pozo siego para las excretas, sin embargo, para las aguas residuales no se cuenta con un sistema adecuado, por lo que las aguas negras corren por todas las calles del sector. En cuanto a la basura, algunos pobladores la arrojan en un tiradero cercano, otros la queman y algunos agricultores la reciclan para utilizarla como abono orgánico para sus hortalizas.



### **3.1.6. Tipo de abastecimiento de agua potable**

El sector aún no tiene un sistema de abastecimiento de agua entubada, pero un 85 por ciento de las viviendas tienen pozo artesiano de los que se abastecen de agua potable para consumo. La mayor parte de estos pozos cuenta con bomba sumergible encargada de distribuir el agua a los lugares necesarios.

### **3.1.7. Levantamiento topográfico del terreno**

En el diseño de la red de alcantarillado sanitario se realizó el levantamiento topográfico de los lugares por los que pasará la tubería de recolección municipal. En las secciones 3.1.7.1 y 3.1.7.2, se describen los métodos utilizados en el levantamiento topográfico.

#### **3.1.7.1. Altimetría**

El levantamiento topográfico altimétrico es el procedimiento por el que se obtienen las alturas (cotas verticales) del terreno respecto a un punto de referencia. El levantamiento altimétrico del proyecto se realizó por el método directo, utilizando un nivel de precisión. Se tomaron niveles a cada 20 metros en lugares de poca pendiente y en donde se presentaron contrapendientes (calle principal). En los ramales se tomaron lecturas en los cambios de pendientes y cambio de dirección de la línea central. El nivel utilizado es autonivelante marca Wild, serie NA1.

### **3.1.7.2. Planimetría**

El levantamiento topográfico de planimetría sirve para obtener ángulos y distancias horizontales. El levantamiento planimétrico del proyecto se realizó con un teodolito Sokkisha serie TM20ES con precisión de 1 s. El levantamiento consiste en una línea principal y tres ramales que se conectan al final por una línea que conduce las aguas residuales hacia la fosa séptica para su posterior descarga.

## **3.2. Parámetros de diseño**

En el diseño de un alcantarillado sanitario es necesario utilizar parámetros que permitan su correcto funcionamiento. En las secciones 3.2.1 a 3.2.10 se describen los parámetros a utilizar.

### **3.2.1. Tipo de sistema a utilizar**

El sistema de alcantarillado a utilizar será por gravedad, con tubo PVC y pozos de visita a distancias menores de 100 metros. Los parámetros principales de diseño son los que se establecen en las Normas del INFOM.

### **3.2.2. Período de diseño**

Es el tiempo para el cual se proyecta que cumpla con sus funciones adecuadamente. El INFOM recomienda períodos de diseño de entre 20 a 40 años, por lo que, para el proyecto en particular se utiliza un periodo de 30 años.

### 3.2.3. Determinación de la población tributaria

La población tributaria es aquella que aporta caudal de aguas residuales al sistema. La población debe estimarse tanto para el presente como para el futuro, de tal cuenta se realizó un censo en el lugar para determinar la población inicial del proyecto. Con el número de pobladores actuales se procede a calcular la población futura. En el caso de este proyecto, el sistema se ha diseñado por tramos, es decir, que todos los datos y parámetros utilizados se calculan para cada tramo individual. La población futura se calcula con la siguiente ecuación (se presentan los cálculos para el tramo PV-1 A PV-2):

$$P_f = P_o * \left(1 + \frac{r}{100}\right)^n$$

Donde:

Pf = población futura

Po = población inicial (200 personas para el tramo PV-1 PV-2)

r = tasa de crecimiento poblacional (2,95% para Patzicía)

n = período de diseño (30 años para el proyecto)

$$P_f = 200 * \left(1 + \frac{2,95}{100}\right)^{30} = 478,43 = 478 \text{ habitantes}$$

### 3.2.4. Dotación de agua potable

La dotación de agua potable es la cantidad de agua en litros que se le asigna a un habitante por cada día. Para áreas del interior del país se estima una cantidad de 100 litros/habitante/día. Para el caso de centros educativos se estima una dotación de 50 litros/habitante/día.

### **3.2.5. Factor de retorno**

Del agua que se usa en las viviendas, no toda llega vuelve al alcantarillado, el factor de retorno se estima entre 0,70 a 0,85, para el proyecto, se utiliza un factor de 0,85.

### **3.2.6. Estimación del caudal sanitario**

El caudal sanitario es la sumatoria de los diferentes caudales que pueden integrarse al alcantarillado, dependiendo de las instituciones o industrias que existan en la zona. A continuación se describe cada caudal que conforma el proyecto.

#### **3.2.6.1. Caudal medio diario**

Este es la cantidad de agua que una población consume en un día. Debe calcularse para la población actual y futura, utilizando la siguiente ecuación (para el tramo PV-7 a PV-19):

$$Q_{mo} = \frac{\text{Dotación} \cdot \text{No.habitantes}}{86\,400 \text{ s}} = \frac{50 \cdot 200}{86\,400} = 0,12 \text{ l/s}$$

$$Q_{mf} = \frac{\text{Dotación} \cdot \text{No.habitantes}}{86\,400 \text{ s}} = \frac{100 \cdot 478}{86\,400} = 0,55 \text{ l/s}$$

#### **3.2.6.2. Caudal de hora máxima**

Es el caudal correspondiente a la hora de máximo consumo en el día de máximo consumo. Se obtiene a partir del caudal medio diario, multiplicándolo por un coeficiente de variación, sin embargo, para obtener este coeficiente, es

necesario realizar una observación de variación del consumo en un año. Para el proyecto este dato no existe, por lo que se utilizará el criterio del INFOM

### 3.2.6.3. Caudal doméstico

Es el caudal que se genera por el consumo de agua por cada habitante-día. Este caudal se calcula para la población actual y futura utilizando la ecuación siguiente:

$$Q_{\text{dom,o}} = \frac{\text{Dotación} * \text{No.habitantes} * \text{factor de retorno}}{86\,400 \text{ s}} = \frac{50 * 200 * 0,85}{86\,400} = 0,10 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{dom,f}} = \frac{\text{Dotación} * \text{No.habitantes} * \text{factor de retorno}}{86\,400 \text{ s}} = \frac{50 * 478 * 0,85}{86\,400} = 0,24 \text{ l/s}$$

### 3.2.6.4. Caudal de infiltración

Es el caudal que se genera por infiltración de aguas subterráneas, principalmente freáticas. Su cálculo debe ser para el presente como para el futuro. Para el cálculo se utiliza un factor de infiltración (fi) igual a 15000.

$$Q_{\text{inf}} = \left( \frac{\text{log.tubería} * \text{No.conexiones} * \text{long.de conexión}}{1000} \right) * \frac{1}{86\,400} * f_i$$

$$Q_{\text{inf,o}} = \left( \frac{6 * 1 * 1}{1000} \right) * \frac{1}{86\,400} * 15\,000 = 0,001 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{inf,f}} = \left( \frac{6 * 2 * 1}{1000} \right) * \frac{1}{86\,400} * 15\,000 = 0,002 \text{ l/s}$$

### 3.2.6.5. Caudal de conexiones ilícitas

Este se genera por conexiones accidentales de las aguas de lluvia al alcantarillado de aguas negras. Su valor se estima en el 10 por ciento del caudal doméstico y debe calcularse un valor actual y uno futuro.

$$Q_{c.i.o} = 0,10 * 0,10 = 0,01 \text{ l / s}$$

$$Q_{c.i.f} = 0,10 * 0,24 = 0,024 \text{ l / s}$$

### 3.2.6.6. Caudal industrial

Este caudal se obtiene debido a la contribución de las industrias que pudieran existir en el lugar. En el caso del proyecto, no se ha encontrado algún tipo de industria en toda la zona.

Ya calculados los caudales anteriores, se procede a calcular el caudal sanitario. Este es el resultado de sumar todos los caudales antes mencionados y debe estimarse para la población actual y futura.

$$Q_{san.} = Q_{dom} + Q_{inf} + Q_{c.i} + Q_{ind.}$$

$$Q_{san.o} = 0,10 + 0,001 + 0,01 + 0,00 = 0,11 \text{ l / s}$$

$$Q_{san.f} = 0,24 + 0,002 + 0,024 + 0,00 = 0,26 \text{ l / s}$$

### 3.2.7. Factor de caudal medio diario

Este factor se obtiene de dividir la sumatoria de todos los caudales (caudal sanitario) entre el número de habitantes del tramo a diseñar. Las normas recomienda que este factor se encuentre entre 0,002 a 0,005. Si el factor obtenido es menor a 0,002, se utiliza este último. Por el contrario, si el caudal sobrepasa a 0,005, debe utilizarse 0,005.

$$F_m = \frac{Q_{\text{san}}}{\text{Población}}$$

$$F_{m.o} = \frac{0,11}{200} = 0,00055 \text{ (se utiliza 0,002)}$$

$$F_{m.f} = \frac{0,24}{478} = 0,00050 \text{ (se utiliza 0,002)}$$

### 3.2.8. Factor de Harmon

También conocido como factor de flujo instantáneo, es un factor de seguridad. Este está en función de la población y se calcula así:

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

$$FH_o = \frac{18 + \sqrt{0,20}}{4 + \sqrt{0,20}} = 4,15$$

$$FH_f = \frac{18 + \sqrt{0,478}}{4 + \sqrt{0,478}} = 3,98$$

### 3.2.9. Caudal de diseño

Este caudal es para el cual se diseña la tubería del tramo en estudio, buscando que cumpla con los parámetros de diseño (velocidad, tirante hidráulico y diámetro mínimo de la tubería).

$$Q_d = \text{No. de habitantes} * FH * F_m$$

$$Q_{do} = 200 * 4,15 * 0,002 = 1,66 \text{ l/s}$$

$$Q_{df} = 478 * 3,98 * 0,002 = 3,80 \text{ l/s}$$

### 3.2.10. Ecuación de Manning

Como el sistema se diseña por gravedad, la tubería funciona a sección parcialmente llena y se analiza como un canal abierto, de tal cuenta, la ecuación de Manning para el cálculo de la velocidad en canales abiertos involucra el radio hidráulico, la pendiente y coeficiente de fricción del material con que se ha fabricado el canal. Sin embargo, el INFOM ofrece una ecuación ya simplificada en la que se encuentra, ya no el radio hidráulico sino el diámetro de la tubería. La ecuación incorpora el diámetro en dimensiones de pulgadas, brindando el resultado en m/s. La ecuación es como se muestra a continuación.

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

Donde:

V = velocidad del caudal en m/s



D = diámetro de la tubería en pulgadas

S = pendiente de la tubería (m/m)

n = coeficiente de rugosidad de Manning (0,010 para tubo PVC)

### 3.3. Diseño del sistema

Con los parámetros descritos en las secciones anteriores, se procede a calcular el sistema de alcantarillado sanitario. Los cálculos se presentan en las secciones 3.3.1 a 3.3.7

#### 3.3.1. Cálculo de pendiente de la tubería

No existe una pendiente mínima, ni una máxima. La pendiente con la que se inicia es la misma que la del terreno para minimizar la excavación. No obstante, en tramos en los que se tienen pendientes contrarias a las de la dirección del flujo en la tubería se puede colocar pendientes de hasta 0,5 por ciento para tubería PVC. Para el tramo que se ha venido analizando la pendiente se calcula así:

$$S = \frac{CTo - CTf}{L}$$

Donde:

S = pendiente (m/m)

CTo = cota inicial de terreno

CTf = cota final del terreno

L = longitud del tramo

$$S = \frac{101,02 - 99,08}{27,66} = 0,07 = 7,0\%$$

135

Para diseñar este tramo, se utiliza la pendiente del terreno para la tubería.

### 3.3.2. Determinación del diámetro de la tubería

Este tramo se considera inicial, por lo que se utiliza el diámetro mínimo. El INFOM establece que el diámetro en tubería de PVC no sea menor a 6 pulgadas (0,1524 m).

### 3.3.3. Cálculo de la velocidad del caudal

La velocidad que se calcula con la ecuación de Manning es a sección llena, con esta velocidad se calcula la velocidad de diseño, utilizando una gráfica o tablas que contienen las relaciones de tirante hidráulico ( $d/D$ ), caudales ( $q/Q$ ) y velocidades. A continuación se presenta el cálculo de las velocidades del tramo PV-1 a PV-2.

- Cálculo hidráulico para el caudal actual
  - $V = \frac{0,03429 \cdot 6^{2/3} \cdot 0,07^{1/2}}{0,010} = 3,0 \text{ m/s}$
  - $Q = \text{velocidad} \cdot A_{\text{tubo}} = 3,0 \cdot \pi \cdot 0,0762^2 = 0,055 \text{ m}^3/\text{s} = 54,64 \text{ l/s}$
  - $\frac{Q}{q} = \frac{1,66}{32,91} = 0,0304$ ; con este valor se buscan las relaciones de velocidad y diámetro (relaciones para el caudal actual)
  - $v/V = 0,449954 = v = 0,449954 \cdot 3,00 = 1,34 \text{ m/s}$
  - $d/D = 0.12$
  
- Cálculo hidráulico para el caudal futuro

- $\frac{Q}{q} = \frac{3,81}{32,91} = 0,1157$ ; con este valor se buscan las relaciones de velocidad y diámetro (relaciones para el caudal futuro)
  - $v/V = 0,575528$ ;  $v = 0,575528 * V = 0,575528 * 3,00 = 1,73$  m/s
  - $d/D = 0,179 = 0,18$
- Chequeo de parámetros
    - $0,60 < v < 2,50$  m /s;  $v = 1,34$  m/s (actual) y  $1,73$  m/s (futuro). La velocidad cumple para el presente y futuro.
    - $0,10 < d/D < 0,70$ ;  $d/D = 0,12$  (actual) y  $d/D = 0,18$  (futuro). La relación de diámetros cumple para el presente y futuro.

### 3.3.4. Cálculo de Cotas Invert

La cota Invert es la profundidad, a partir del nivel del terreno, hasta la parte inferior de la tubería para el alcantarillado. Esta cota se mide en cada pozo de visita y se identifica como cota Invert de entrada (CIE) y cota Invert de salida (CIS). Para determinar la cota Invert de salida en tramos iniciales se utiliza la profundidad del pozo de visita. Para las cotas Invert de entrada se utiliza la pendiente de la tubería multiplicada por la distancia entre los pozos de visita y la cota Invert de salida del pozo anterior, como se muestra a continuación para el tramo PV-1 a PV-2.

$$CIE = CIS - (St * Dist.) = 99,62 * (0,07 * 27,66) = 97,68 \text{ m}$$

En tramos continuos, la cota Invert de salida se calcula considerando uno de los casos siguientes:

- Todas las tuberías que entran al pozo son de igual diámetro. Para este caso, la cota Invert de salida debe estar, por lo menos 2,5 cm debajo de la cota Invert de entrada.
- Las tuberías que entran al pozo no son de igual diámetro. En este caso, la cota Invert de salida debe estar, por lo menos la diferencia entre el diámetro mayor y el diámetro menor ( $DM - Dm$ ).

### 3.3.5. Cálculo de altura de los pozos de visita

La altura mínima para los pozos de visita es de 1,40 metros para zonas de tránsito pesado y de 1,20 metros para zonas de tránsito normal. Este se encuentra en una zona de poco tráfico (para el camino principal), aunque las avenidas que conducen al zanjón son muy angostas y escasamente ingresa un vehículo, por lo cual, los últimos pozos de visita tienen poco más de un metro de altura.

La altura del pozo de visita se determina con la utilización de la cota del terreno y la cota Invert de salida. Como ejemplo, se presenta el cálculo de los pozos PV-1 y PV-2.

$$h_{PV-1} = CT - CIS = 101,02 - 99,62 = 1,40 \text{ m}$$

$$h_{PV-2} = CT - CIS = 99,08 - 97,68 = 1,40 \text{ m}$$

### 3.3.6. Propuesta de fosa séptica

La acción séptica llevada a cabo en una fosa séptica, es un proceso biológico natural, en el que las bacterias en ausencia de oxígeno transforman la

materia orgánica (que se encuentra en el agua residual) a materiales poco oxidados que son los productos de degradación, entre ellos: metano, anhídrido carbónico, nitritos y nitratos.

La principal ventaja que se obtiene del proceso en una fosa séptica es la cantidad relativamente pequeña de lodo que hay que manejar, en comparación con el que se produce en los procesos de sedimentación primaria o de tratamiento químico. Aunque el tiempo de retención para un sedimentador es de 2 horas y el de un tanque séptico es mínimo de 24 horas, el lodo que se genera en este último es de 75 a 80 por ciento menor que el de un sedimentador.

No obstante a lo expuesto anteriormente, por disposiciones del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales(MARN), las fosas sépticas no cumplen con el porcentaje de DBO y DQO, ya que estas arrojan un efluente con 30 por ciento de DBO (300 ml por litro), muy por arriba de la que exige el MARN que es de 100 ml por cada litro de efluente. Por lo tanto, para el tratamiento de las aguas residuales, debe diseñarse plantas de tratamiento como lo exige el Acuerdo Gubernativo 236-2006 (Reglamento de las descargas y reuso de las aguas residuales y de la disposición de lodos). Además, la mayoría de normas recomiendan que las fosas sépticas sean utilizadas para poblaciones no mayores a 300 personas.

Con el fin de cumplir con las exigencias que se estipulan en el acuerdo 236-2006, entidades como la Secretaria de Planificación Ejecutiva de la Presidencia (SEGEPLAN), el Consejo de Desarrollo Departamental (CODEDE) y el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, exigen que para proyectos de alcantarillado de aguas negras debe diseñarse una planta de tratamiento. De tal cuenta y con el afán de cumplir las metas estipuladas en el reglamento de las descargas y reuso de las aguas residuales y de la disposición de lodos, la

Municipalidad de Patzicía realiza el estudio y diseño de las plantas de tratamiento a través de la contratación de un ingeniero sanitaria. Sin embargo, a continuación se presenta la propuesta de una fosa séptica para el proyecto.

Datos:

Población inicial  $P_0 = 714$  habitantes

Dotación = 100 l/hab/día.

Período de diseño (n) = 30 años.

Tasa de crecimiento = 2,95%

Período de retención ( $T_r$ ) = 24 horas

Período de limpieza ( $T_l$ ) = 1 año

Tasa de acumulación de lodos ( $T_L$ )= 30 litros /habitante/año

Altura del espejo de agua ( $h_u$ )= 2,50 m

Borde libre = 0,50 m

Relación ancho / largo = 1/3

Configuración = dos cámaras

Población futura = 1708 habitantes

Factor de retorno = 0,85

Con los datos anteriores se realiza el dimensionamiento de la fosa séptica o planta de tratamiento.

- $V_{\text{liquido}} = \text{dot.} \cdot \text{No. hab} \cdot \text{fr} \cdot T_r = 100 \cdot 1708 \cdot 0,85 \cdot 1 = 145\,180 \text{ lt} = 145,80 \text{ m}^3$
- $V_{\text{lodos}} = T_L \cdot \text{No. hab} \cdot T_l = 30 \cdot 1\,708 \cdot 1 = 51\,240 \text{ lt} = 51,24 \text{ m}^3$
- $V_{\text{total}} = V_{\text{liquido}} + V_{\text{lodos}} = 145,80 + 51,24 = 197,04 \text{ m}^3$

- $V_{total} = a \cdot b \cdot h$ ;  $197,04 \text{ m}^3 = a \cdot (3 \cdot a) \cdot 2,50$ ;  $a = (197,04 / 7,5)^{(1/2)}$

$$a = 5,12 \text{ m} = 5,15 \text{ m}$$

$$b = 3 \cdot a = 3 \cdot 5,15 \text{ m} = 15,45 \text{ m}$$

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

$$h_{total} = 3,00 \text{ m}$$

### **3.3.7. Descripción del cuerpo receptor**

El cuerpo receptor es un zanjón que pasa a orillas de la comunidad, por este zanjón corren aguas negras producto de un basurero clandestino a escasos 1,5 kilómetros aguas arriba de la comunidad. Aunado a lo anterior, este mismo zanjón es utilizado para descargar las aguas residuales del sector conocido como la Reforma, zona 1 del municipio.

El zanjón se encuentra protegido de la erosión del suelo, ya que en todo su borde se encuentra una franja de bosque con árboles y matorrales que ayudan a su estabilización.

### **3.4. Elaboración de planos**

Los planos, producto del diseño del alcantarillado, consisten en la presentación de cada uno de los elementos que componen el proyecto. En cada hoja se coloca en planta y perfil, las cotas del terreno, pozo de visita, cotas Invert de entrada y salida, pendiente de la tubería, longitud del tramo, dirección del norte y diámetro de la tubería a utilizar. Los planos se presentan en el apéndice de este informe.

### 3.5. Presupuesto

El presupuesto se define como el precio que tendrá el proyecto al ser ejecutado. Se elabora y presenta por renglones de trabajo, colocando así, el precio unitario de cada actividad realizada. Igualmente se considera el costo directo y el indirecto para integrar el proyecto y de esta manera se presenta su precio final. También, en el costo de material, se ha incluido un porcentaje de variación del precio, de acuerdo a la inflación que sufre el país, esto porque durante el tiempo que duran los trámites para la ejecución del proyecto, puede pasar hasta un año.

Tabla XXVIII. **Resumen de presupuesto del proyecto de alcantarillado**

<b>RESUMEN DE PRESUPUESTO DE ALCANTARILLADO SECTOR EL BOSQUE</b>					
<b>No.</b>	<b>RENLÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>C. U.</b>	<b>SUB TOTAL</b>
1	TRABAJOS PRELIMINARES	1	global	Q.19 568,96	Q.19 568,96
2	MOVIMIENTO DE TIERRA	3.412,3	m <sup>3</sup>	Q.60,27	Q.205 647,35
3	COLOCADO DE TUBERÍA	1.184	ml	Q.305,24	Q.361 408,32
4	POZOS DE VISITA TIPO 1 ( h< 1.50 m)	14	unidad	Q.7 953,02	Q.111 342,21
5	POZOS DE VISITA TIPO 2 ( hprom 4.85 m)	7	unidad	Q.10 720,29	Q.75 042,03
6	CONEXIÓN DOMICILIAR TIPO 1 (h<1.50 m)	108	unidad	Q.1 268,86	Q.137 037,08
7	CONEXIÓN DOMICILIAR TIPO 2 (1.50<h<3.00 m)	11	unidad	Q.2 105,04	Q.23 155,44
8	CONEXIÓN DOMICILIAR TIPO 3 (h>3.00 m)	19	unidad	Q.2 956,29	Q.56 169,44
10	TRABAJOS FINALES	1	global	Q.101 441,88	Q.101 441,88
<b>TOTAL PRIMER NIVEL</b>					<b>Q.1 090 812,70</b>

Fuete: elaboración propia, con programa Excel 2007.



### **3.6. Especificaciones técnicas**

En las especificaciones técnicas para el proyecto se describen todos los parámetros de calidad de material, técnicas constructivas y normas aplicadas para la construcción del proyecto. Se hace énfasis en la excavación de zanjas para resguardar la vida de los trabajadores. Los aspectos que componen las especificaciones técnicas son las siguientes:

- Definiciones
- Excavaciones
- Obras provisionales de paso y protecciones varias
- Rellenos
- Concretos
- Tubería
- Pozos de visita
- Conexiones domiciliarias

### **3.7. Evaluación de impacto ambiental**

En el desarrollo de la evaluación de impacto ambiental (EIA), para alcantarillado sanitario debe tenerse especial cuidado en las medidas de prevención y mitigación de los efectos que causa el proyecto al medio ambiente. En el caso específico de este proyecto, la zona en la que se encuentra es cultivable (hortalizas), por lo que la disposición de las excretas y aguas residuales debe llevarse a cabo con especial atención. Para elaborar el EIA se debe considerar los aspectos que se enumeran en el siguiente párrafo. Estas disposiciones son las que exige el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), para la presentación y aprobación del EIA.

- Información legal
- Información general
- Transporte
- Impactos ambientales que pueden ser generados por el proyecto
- Demanda y consumo de energía
- Efectos y riesgos derivados de la actividad

Con el desarrollo y cumplimiento de cada uno de los aspectos mencionados anteriormente, se desarrolla el EIA y se presenta al MARN, esta institución es la encargada de dar el veredicto de aceptación o rechazo del EIA.

### **3.8. Evaluación socioeconómica**

La evaluación socioeconómica consiste en identificar, determinar y valorar el costo y beneficio que obtendrá un país al realizar o no un determinado proyecto. Lo que se busca con la evaluación socioeconómica es optimizar los recursos (que son escasos) para que sean eficientes en el bienestar social. Por lo cual existen dos herramientas fundamentales para realizar esta evaluación como lo son: el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR).

#### **3.8.1. Valor Actual Neto (VAN)**

Se define como el valor actualizado de los beneficios menos los costos generales que se descuentan a una tasa que refleje el costo de oportunidad de los recursos invertidos. Se calcula con la siguiente ecuación.

$$VAN = -I_0 + \frac{1}{(1+i)^1} + \frac{1}{(1+i)^2} + \frac{1}{(1+i)^3} + \dots + \frac{1}{(1+i)^n}$$

Donde:

$Io$  = inversión inicial

$i$  = tasa de interés

$n$  = período de vida útil del proyecto

La tabla XXIX contiene los cálculos realizados para el VAN.

La interpretación del VAN es la sumatoria del flujo de fondos actualizados a una tasa de descuento representando la riqueza en el presente por la inversión. Si el VAN es mayor a cero el proyecto es aceptable y si es menor a cero el proyecto no se acepta.

### 3.8.2. Tasa de Interés de Retorno (TIR)

Esta se define como la tasa que hace el Valor Actual Neto (VAN) igual a cero. El cálculo se realiza con la siguiente ecuación:

$$TIR = i_{inferior} + (i_{superior} - i_{inferior}) * \left( \frac{VAN_{i_{inferior}}}{VAN_{i_{inferior}} + |VAN_{i_{superior}}|} \right)$$

Donde:

$i_{inferior}$  = tasa inferior (12%)

$i_{superior}$  = tasa superior (28%)

$VAN_i$  = valor actual neto a la tasa superior o inferior

En la tabla XXX se presentan los datos realizados.

Tabla XXIX. Cálculo del Valor Actual Neto (VAN)

Años	Ingresos	Costos	Flujo de fondos netos	Factor de actualización al 12% tasa de descuento	Flujo actualizado
0	0,00	0,00	<b>-1090812,70</b>	1,0000	-1090812,7
1	<b>64 260,00</b>	<b>5 000,00</b>	59260,00	0,8929	52911
2	70 043,40	5 450,00	64593,40	0,7972	51493
3	76 347,31	5 940,50	70406,81	0,7118	50114
4	83 218,56	6 475,15	76743,42	0,6355	48772
5	90 708,23	7 057,91	83650,33	0,5674	47465
6	98 871,98	7 693,12	91178,86	0,5066	46194
7	107 770,45	8 385,50	99384,95	0,4523	44957
8	117 469,79	9 140,20	108329,60	0,4039	43753
9	128 042,08	9 962,81	118079,26	0,3606	42581
10	139 565,86	10859,47	128706,40	0,3220	41440
11	152 126,79	11 836,82	140289,97	0,2875	40330
12	165 818,20	12 902,13	152916,07	0,2567	39250
13	180 741,84	14 063,32	166678,51	0,2292	38198
14	197 008,60	15 329,02	181679,58	0,2046	37175
15	214 739,38	16 708,64	198030,74	0,1827	36179
16	234 065,92	18 212,41	215853,51	0,1631	35210
17	255 131,86	19 851,53	235280,33	0,1456	34267
18	278 093,72	21 638,17	256455,56	0,1300	33349
19	303 122,16	23 585,60	279536,56	0,1161	32456
20	330 403,15	25 708,31	304694,85	0,1037	31587
21	360 139,44	28 022,05	332117,38	0,0926	30741
22	392 551,99	30 544,04	362007,95	0,0826	29917
23	427 881,66	33 293,00	394588,66	0,0738	29116
24	466 391,01	36 289,37	430101,64	0,0659	28336
25	508366,20	39 555,42	468810,79	0,0588	27577
26	554119,16	43 115,40	511003,76	0,0525	26838
27	603989,89	46 995,79	556994,10	0,0469	26119
28	658348,98	51 225,41	607123,57	0,0419	25420
29	717600,39	55 835,70	661764,69	0,0374	24739
30	782184,42	60 860,91	721323,51	0,0334	24076
VAN					Q.9 749,08

Fuete: elaboración propia, con programa Excel 2007.

Tabla XXX. Cálculo de la Tasa de Interés de Retorno (TIR)

Años	Ingresos	Costos	Flujo de fondos netos	Factor de	Flujo Actualizado	Factor de	Flujo	Factor de	Flujo
				Actualización al		Actualización al	actualizado	Actualización al	actualizado
				12%		27%	27%	28%	28%
0	0.00	0.00	-1090812.70	1.0000	-1090812.7	1.0000	-1090812.7	1.0000	-1090812.7
1	64260.00	5000.00	59260.00	0.8929	52911	0.7874	46661	0.7813	46297
2	70043.40	5450.00	64593.40	0.7972	51493	0.6200	40048	0.6104	39425
3	76347.31	5940.50	70406.81	0.7118	50114	0.4882	34372	0.4768	33573
4	83218.56	6475.15	76743.42	0.6355	48772	0.3844	29500	0.3725	28589
5	90708.23	7057.91	83650.33	0.5674	47465	0.3027	25319	0.2910	24345
6	98871.98	7693.12	91178.86	0.5066	46194	0.2383	21731	0.2274	20732
7	107770.45	8385.50	99384.95	0.4523	44957	0.1877	18651	0.1776	17654
8	117469.79	9140.20	108329.60	0.4039	43753	0.1478	16007	0.1388	15034
9	128042.08	9962.81	118079.26	0.3606	42581	0.1164	13739	0.1084	12802
10	139565.86	10859.47	128706.40	0.3220	41440	0.0916	11791	0.0847	10902
11	152126.79	11836.82	140289.97	0.2875	40330	0.0721	10120	0.0662	9284
12	165818.20	12902.13	152916.07	0.2567	39250	0.0568	8686	0.0517	7906
13	180741.84	14063.32	166678.51	0.2292	38198	0.0447	7455	0.0404	6732
14	197008.60	15329.02	181679.58	0.2046	37175	0.0352	6398	0.0316	5733
15	214739.38	16708.64	198030.74	0.1827	36179	0.0277	5491	0.0247	4882
16	234065.92	18212.41	215853.51	0.1631	35210	0.0218	4713	0.0193	4157
17	255131.86	19851.53	235280.33	0.1456	34267	0.0172	4045	0.0150	3540
18	278093.72	21638.17	256455.56	0.1300	33349	0.0135	3472	0.0118	3015
19	303122.16	23585.60	279536.56	0.1161	32456	0.0107	2980	0.0092	2567
20	330403.15	25708.31	304694.85	0.1037	31587	0.0084	2557	0.0072	2186
21	360139.44	28022.05	332117.38	0.0926	30741	0.0066	2195	0.0056	1862
22	392551.99	30544.04	362007.95	0.0826	29917	0.0052	1884	0.0044	1585
23	427881.66	33293.00	394588.66	0.0738	29116	0.0041	1617	0.0034	1350
24	466391.01	36289.37	430101.64	0.0659	28336	0.0032	1388	0.0027	1150
25	508366.20	39555.42	468810.79	0.0588	27577	0.0025	1191	0.0021	979
26	554119.16	43115.40	511003.76	0.0525	26838	0.0020	1022	0.0016	834
27	603989.89	46995.79	556994.10	0.0469	26119	0.0016	877	0.0013	710
28	658348.98	51225.41	607123.57	0.0419	25420	0.0012	753	0.0010	605
29	717600.39	55835.70	661764.69	0.0374	24739	0.0010	646	0.0008	515
30	782184.42	60860.91	721323.51	0.0334	24076	0.0008	555	0.0006	438
VAN					09,749.08		-0754,948.92		-0781,432.77

Fuete: elaboración propia.

$$TIR=0,12+(0,28-0,12)*\left(\frac{9\,749,08}{9\,749,08+|781\,432,77|}\right) = 0,12$$

La interpretación del TIR indica que, mientras más se aleja de la tasa de descuento utilizado en el proyecto, mayor es la rentabilidad. En el cálculo realizado se establece que el TIR tiene el mismo valor que la tasa de descuento utilizado en el VAN. El resultado es porque en este tipo de proyectos no se buscan ganancias económicas (rentabilidad) sino bienestar social.



## **4. FASE DE DOCENCIA**

### **4.1. Manual de uso y mantenimiento para el proyecto del edificio para la Alcaldía Auxiliar de la aldea El Camán, Patzicía, Chimaltenango**

El uso y mantenimiento adecuado del edificio es de vital importancia para que su funcionalidad arquitectónica y estructural no sea alterada y causen molestias a los ocupantes. El uso es uno de los aspectos que en muchos edificios no se respeta, puesto que en la mayoría de edificios los ambientes diseñados inicialmente para un uso determinado, se le da otro totalmente diferente. Esto viene a alterar el comportamiento estructural del edificio, provocando daños severos cuando el ambiente es utilizado para cargas mucho mayores a las utilizadas en el diseño estructural.

En el manual de uso y mantenimiento se dejan especificados todos estos aspectos de uso para el edificio, no solo de los ambientes sino de los diferentes elementos que lo componen, tal es el caso de la electricidad. Cada vez que se necesite conectar dispositivos eléctricos con grandes requerimientos de energía, debe hacerse una evaluación para determinar si el circuito resiste esta carga eléctrica requerida.

El mantenimiento es otro de los factores por el que un edificio puede reducir su periodo de vida útil. La mayoría de edificios públicos carece de un mantenimiento periódico, por lo que su infraestructura se encuentra deteriorada. Para el caso de este proyecto se especifica el mantenimiento que requiere el edificio en sus diferentes elementos estructurales (losas, vigas, columnas, etc.) y arquitectónicos (material de fachadas, pintura, pisos, ventanas, puertas, etc.).

#### **4.2. Manual de operación y mantenimiento para el alcantarillado sanitario del sector El Bosque, zona 2, Patzicía, Chimaltenango**

La operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado sanitario de forma y adecuada, garantiza el funcionamiento del servicio sin inconvenientes. El objetivo de realizar el Manual de operación y mantenimiento, es describir los procedimientos necesarios que sean permanentes, económicos y garanticen la recolección de las aguas residuales hacia la planta de tratamiento.

La implementación de este manual dará a la entidad encargada de manejar el servicio integral de alcantarillado, el procedimiento ordenado y adecuado en la conservación de los sistemas, el manejo y operación de los mismos, lo cual redundará en una larga vida para las instalaciones y un mejor servicio para el usuario.

Entre los aspectos que se dejan en el manual se encuentran los enlistados a continuación.

- Recolección de la información básica
- Programación y control de las actividades de conservación del sistema
- Atención de reclamos
- Inspección y conservación de pozos de visita
- Limpieza de tubería de alcantarillado
- Inspección de conservación de estructuras de vertimiento
- Desobstrucción de conexiones domiciliarias
- Reparaciones menores en tuberías e instalaciones de alcantarillado
- Mano de obra necesaria
- Periodos de inspección



## CONCLUSIONES

1. El sector El bosque del municipio de Patzicía es una zona en crecimiento. Con la construcción del alcantarillado sanitario se beneficiará a 714 habitantes de este sector durante los próximos 30 años.
2. La aldea El Camán es una de las más grandes del municipio de Patzicía. Con la construcción del edificio para la Alcaldía Auxiliar se beneficiará a aproximadamente 3964 habitantes, fomentando el acercamiento entre comunidad y autoridades municipales.
3. En el estudio de suelos para el edificio de la Alcaldía Auxiliar se encontró que el suelo posee una baja capacidad de carga, por lo que se diseñaron losas de cimentación en cada módulo para que pudiesen soportar las cargas del edificio.
4. De acuerdo a la evaluación socioeconómica se determina que el proyecto de alcantarillado sanitario para el sector El Bosque de la zona 2 del municipio de Patzicía, es ejecutable, ya que el VAN brindó un valor mayor a cero y el TIR es ligeramente mayor a la tasa de interés aplicado al VAN.
5. La ejecución de los dos proyectos es ejecutable en cuanto a medio ambiente se refiere, siempre y cuando se sigan todas las disposiciones y mitigaciones exigidas por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN).



## RECOMENDACIONES

1. A los miembros del Concejo Municipal de Patzicía, que le den prioridad y seguimiento a los trámites respectivos para la construcción de los proyectos aquí presentados, por ser de suma importancia para las comunidades a beneficiar.
2. Garantizar que la construcción del edificio para la Alcaldía Auxiliar de la aldea El Camán y alcantarillado sanitario del sector El Bosque, se realice bajo la supervisión de un ingeniero civil, para garantizar el cumplimiento de las especificaciones técnicas de los proyectos.
3. Realizar talleres de educación ambiental y sanitaria para los pobladores del sector El Bosque y, de esta manera, que ellos hagan uso adecuado del sistema de alcantarillado sanitario.
4. Llevar a cabo inspecciones periódicas en coordinación con los beneficiarios de los proyectos y dar el mantenimiento necesario a cada uno de ellos cuando así se requiera, con la finalidad de garantizar la vida útil de los mismos.
5. Desarrollar, a través de un profesional facultado, el diseño de la planta de tratamiento para el alcantarillado sanitario del sector El Bosque, para cumplir con todas las disposiciones exigidas por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.



## BIBLIOGRAFÍA

1. American Concrete Institute. *Requisitos de reglamento para concreto estructural y comentario (ACI 318S-08)*. USA: ACI, 2008. 518 p.
2. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica. *Normas estructurales de diseño recomendadas para la república de Guatemala (NSE2)*. Guatemala: AGIES, 2010. 474 p.
3. Instituto de Fomento Municipal. *Normas generales para el diseño de alcantarillados*. Guatemala: INFOM, 2009. 22 p.
4. International Council of Building Officials. *Uniform code Building*. Volumen 2. USA: ICBO, 1997. 38 p.
5. MELI PIRALLA, Roberto. *Diseño estructural*. 2a ed. México: Limusa, 2008. 596 p. ISBN: 9789681853914.
6. NILSON, Arthur H. *Diseño de estructuras de concreto*. 12a ed. Colombia: McGraw-Hill, 1999. 738 p. ISBN: 958-600-953-X.



**APÉNDICES**  
**APENDICE A**

Tabla de cálculo para el alcantarillado sanitario del sector el bosque, zona 2, patzicía, Chimaltenango

LÍNEA PRINCIPAL																							
PV0	PVf	Cto	Ctf	L	No	Po	n	Pr	Ipd	Fac. Ham.	Q diseño	Qdaccum	Ø T	Stu	Sec. Llana	I	F	V diseño	Cotas inver				
										F.H.o	Qdo	Qdf	Qdao	Qdaf	V	Q	d/D	d/D	vo	vf	Cto	Cif	
1	2	101.02	99.08	27.66	1	200	30	478	50	4.15	3.98	1.66	3.81	6	0.07	2.996	54.644	0.12	0.179	1.35	1.72	99.62	97.68
2	3	99.08	101.47	52.34	0	200	30	478	50	4.15	3.98	1.66	3.81	6	0.007	0.947	17.28	0.21	0.319	0.60	0.76	97.65	97.29
3	4	101.47	103.47	62.66	0	200	30	478	50	4.15	3.98	1.66	3.81	6	0.007	0.947	17.28	0.21	0.319	0.60	0.76	97.26	96.82
4	5	103.47	103.93	32.34	0	200	30	478	50	4.15	3.98	1.66	3.81	6	0.007	0.947	17.28	0.21	0.319	0.60	0.76	96.79	96.56
5	6	103.93	101.12	60	6	36	30	86	100	4.34	4.26	0.31	0.73	6	0.007	0.947	17.28	0.21	0.319	0.60	0.76	96.53	96.11
6	7	101.12	98.69	29	5	30	30	72	100	4.35	4.28	0.26	0.61	6	0.007	0.947	17.28	0.21	0.319	0.60	0.76	96.08	95.88
7	8	98.69	95.69	40	5	30	30	72	100	4.35	4.28	0.26	0.61	6	0.04	2.264	41.307	0.158	0.239	1.21	1.55	95.85	94.25
8	9	95.69	92.19	71	8	48	30	115	100	4.32	4.23	0.41	0.97	6	0.05	2.532	46.183	0.171	0.254	1.42	1.79	94.22	90.67
9	10	90.34	91.12	95.5	10	60	30	144	50	4.3	4.2	0.52	1.2	6	0.01	1.132	20.654	0.109	0.164	0.48	0.62	88.94	87.99
10	11	91.12	92.19	45	6	36	30	86	100	4.34	4.26	0.31	0.73	6	0.007	0.947	17.28	0.149	0.226	0.49	0.63	87.96	87.64
RAMAL 1																							
7	19	98.69	94.62	34	7	42	30	100	100	4.33	4.24	0.36	0.85	6	0.12	3.922	71.546	0.05	0.076	1.02	1.32	97.29	93.21
19	20	94.62	77.05	85	15	90	30	215	100	4.26	4.14	0.77	1.78	6	0.207	5.151	93.968	0.077	0.115	1.75	2.26	93.18	75.59
20	21	77.05	68.87	40	9	54	30	129	100	4.31	4.21	0.47	1.09	6	0.19	4.935	90.027	0.092	0.138	1.88	2.42	75.34	67.74
RAMAL 2																							
8	16	95.69	83.32	76	18	108	30	258	100	4.23	4.11	0.91	2.12	6	0.163	4.571	83.385	0.074	0.11	1.51	1.95	94.29	81.90
16	17	83.32	75.15	64	12	72	30	172	100	4.28	4.17	0.62	1.44	6	0.13	4.082	74.468	0.101	0.149	1.64	2.1	81.87	73.55
17	18	75.15	67.52	44	10	60	30	144	100	4.3	4.2	0.52	1.2	6	0.16	4.529	82.614	0.108	0.163	1.91	2.46	73.52	66.48
RAMAL 3																							
9	12	92.19	84.82	56	7	42	30	100	100	4.33	4.24	0.36	0.85	6	0.075	3.101	56.562	0.182	0.278	1.80	2.31	87.61	83.41
12	13	84.82	77.45	56	7	42	30	100	100	4.33	4.24	0.36	0.85	6	0.13	4.082	74.468	0.167	0.252	2.25	2.87	83.38	76.10
13	14	77.45	74.44	44	6	36	30	86	100	4.34	4.26	0.31	0.73	6	0.07	2.996	54.644	0.2	0.306	1.84	2.35	76.07	72.99
14	15	74.44	70.25	64	5	30	30	72	100	4.35	4.28	0.26	0.61	6	0.065	2.887	52.657	0.2	0.31	1.79	2.29	72.96	68.80
LÍNEA HACIA TRATAMIENTO																							
15	18	70.25	67.52	66.04	3	18	30	43	100	4.39	4.33	0.16	0.37	8	0.035	2.566	46.808	0.225	0.346	1.69	2.15	68.70	66.39
21	18	68.87	67.52	39.45	7	42	30	100	100	4.33	4.24	0.36	0.85	8	0.03	2.376	43.336	0.125	0.219	0.38	1.54	67.64	66.45

Fuete: elaboración propia, con programa Excel 2007.



## Resultado de ensayo triaxial



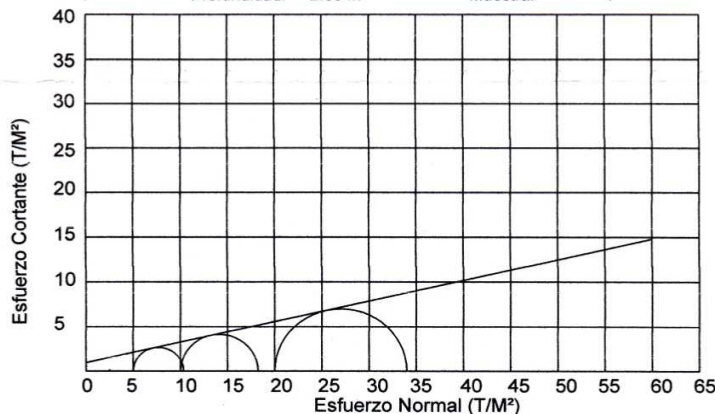
**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



### ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

INFORME No.: 0196 S.S.                      O.T.: 29,925

INTERESADO: Víctor Manuel Choy Choc  
 PROYECTO: EPS- Diseño del Edificio para la Alcaldia Auxiliar Municipal de la Aldea El Camán  
 Ubicación: Aldea El Camán, Patzicía, Chimaltenango  
 Fecha: 11 de Junio del 2012  
 pozo: 1                      Profundidad: 2.00 m                      Muestra: 1



**PARAMETROS DE CORTE:**

**ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA :  $\phi = 12.97$                       COHESIÓN:  $C_u = 0.96$  T/m<sup>2</sup>**

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.

DESCRIPCION DEL SUELO: Limo Arenoso Color Café

DIMENSION Y TIPO DE LA PROBETA: 2.5" X 5.0"

OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el interesado.

PROBETA No.	1	1	1
PRESION LATERAL (T/m <sup>2</sup> )	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA q(T/m <sup>2</sup> )	5.32	8.26	14.02
PRESION INTERSTICIAL u(T/m <sup>2</sup> )	x	x	x
DEFORMACION EN ROTURA Er (%)	0.3	0.5	1.5
DENSIDAD SECA (T/m <sup>3</sup> )	1.01	1.01	1.01
DENSIDAD HUMEDA (T/m <sup>3</sup> )	1.34	1.34	1.34
HUMEDAD (%H)	33.1	33.1	33.1

Vo. Bo.

*[Signature]*  
**Inga. Dilma Yanet Mejicanos Jol**  
 DIRECTORA A.T. CII/USAC




*[Signature]*  
**Ing. Omar Enrique Alvarado Méndez**  
 Jefe Sección Mecánica de Suelos




FACULTAD DE INGENIERIA - USAC -  
 Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12  
 Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121  
 Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Fuete: elaboración propia.

## Resultado del ensayo de granulometría



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



---

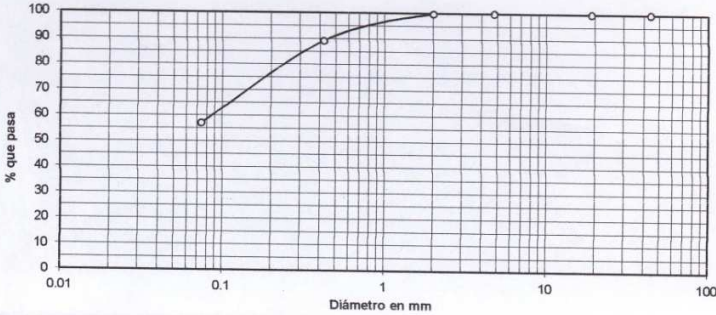
INFORME No.: 0197 S.S.

O.T.: 29,925

Interesado: Victor Manuel Choy Choc  
 Tipo de Ensayo: Análisis Granulométrico, con tamices.  
 Norma: A.A.S.H.T.O. T-27,  
 Proyecto: EPS- Diseño del Edificio para la Alcaldía Auxiliar Municipal de la Aldea El Camán  
 Fecha: 11 de junio del 2012

Análisis con Tamices:		
Tamiz	Abertura (mm)	% que pasa
2"	44.1	100.00
3/4"	19.00	100.00
4	4.76	100.00
10	2.00	99.82
40	0.42	89.13
200	0.074	57.10


% de Grava: 0.00  
 % de Arena: 42.90  
 % de Finos: 57.10



Descripción del suelo: Limo Arenoso Color Café  
 Clasificación: S.C.U.: ML P.R.A.: A-4  
 Observaciones: Muestra tomada por el interesado.

Vo. Bo.: *[Signature]*  
 Inga. Dilma Yanez Mejicanos Jof.  
 DIRECTORA a.i. CIU/USAC

*[Signature]*  
 Ing. Omar Enrique Madrano Mendez  
 Jefe Sección Mecánica de Suelos



---

FACULTAD DE INGENIERIA —USAC—  
 Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12  
 Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121  
 Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Fuete: elaboración propia.

## Resultado del ensayo de límites de Atterberg



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



INFORME No. 0198 S. S      O.T.: 29,925

Interesado: Victor Manuel Choy Choc  
Proyecto: EPS- Diseño del Edificio para la Alcaldía Auxiliar Municipal de la Aldea El Camán

Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG  
Norma: AASHTO T-89 Y T-90

Ubicación: Aldea El Camán, Patzún, Chimaltenango

FECHA: 11 de junio del 2012

### RESULTADOS:

ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	C.S.U. *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	35.92	5.26	ML	Limo Arenoso Color Café

(\* ) C.S.U. = CLASIFICACION SISTEMA UNIFICADO

### Observaciones:

Muestra tomada por el interesado.



Atentamente,

Vo. Bo.

Inga. Dilma Yáñez Mejicanos Jol  
DIRECTORA C.I.I./USAC



Ing. Omar Enrique Mejía Méndez  
Jefe Sección Mecánica de Suelos

FACULTAD DE INGENIERIA —USAC—  
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12  
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121  
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Fuete: elaboración propia.





## Evaluación ambiental inicial, segunda página

Coordenadas UTM (Universal Transverse de Mercator Datum WGS84	Coordenadas Geográficas Datum WGS84															
14° 41' 7.986"																
-90° 56' 49.8264"																
I.5 Dirección para recibir notificaciones (dirección fiscal)																
I.6 Si para consignar la información en este formato, fue apoyado por una profesional, por favor anote el nombre y profesión del mis																
<b>II. INFORMACION GENERAL</b>																
Se debe proporcionar una descripción de las operaciones que serán efectuadas en el proyecto, obra, industria o actividad, explicando las etapas siguientes:																
Etapa de:																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;">II.1 Etapa de Construcción**</th> <th style="width: 33%;">Operación</th> <th style="width: 33%;">Abandono</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 2px;">                             - Actividades a realizar:                              - Insumos necesarios:                              - Maquinaria                              - Otros de relevancia                               ** Adjuntar planos                         </td> <td style="padding: 2px;">                             - Actividades o procesos:                              - Materia prima e insumos:                              - Maquinaria                              - Productos y subproductos (bienes o servicios)                              - Horario de trabajo                              - Otros de relevancia                         </td> <td style="padding: 2px;">                             - acciones a tomar en caso de cierre                         </td> </tr> </tbody> </table>	II.1 Etapa de Construcción**	Operación	Abandono	- Actividades a realizar: - Insumos necesarios: - Maquinaria - Otros de relevancia  ** Adjuntar planos	- Actividades o procesos: - Materia prima e insumos: - Maquinaria - Productos y subproductos (bienes o servicios) - Horario de trabajo - Otros de relevancia	- acciones a tomar en caso de cierre										
II.1 Etapa de Construcción**	Operación	Abandono														
- Actividades a realizar: - Insumos necesarios: - Maquinaria - Otros de relevancia  ** Adjuntar planos	- Actividades o procesos: - Materia prima e insumos: - Maquinaria - Productos y subproductos (bienes o servicios) - Horario de trabajo - Otros de relevancia	- acciones a tomar en caso de cierre														
II.3 Área																
a) Área total de terreno en m2. <u>600.60</u> b) Área de ocupación del proyecto en m2: <u>311.00</u> c)																
II.4 Actividades colindantes al proyecto:																
NORTE <u>Paso Peatonal</u> SUR <u>Iglesia Católica</u> ESTE <u>Paso peatonal</u> OESTE <u>Centro educativo.</u>																
Describir detalladamente las características del entorno (viviendas, barrancos, ríos, basureros, iglesias, centros educativos, centros culturales, etc.):																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 60%;">DESCRIPCION</th> <th style="width: 20%;">DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)</th> <th style="width: 20%;">DISTANCIA AL SITIO DEL PROYECTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 2px;">                             Viviendas Particulares con calle de por medio.                         </td> <td style="padding: 2px;">                             Norte                         </td> <td style="padding: 2px;">                             3.50 m                         </td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">                             Congregacion católica.                         </td> <td style="padding: 2px;">                             Sur.                         </td> <td style="padding: 2px;">                             6.00 m                         </td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">                             Escuela Pública con calle de por medio                         </td> <td style="padding: 2px;">                             Este                         </td> <td style="padding: 2px;">                             5.50 m                         </td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">                             Instituto de educación básica                         </td> <td style="padding: 2px;">                             Oeste                         </td> <td style="padding: 2px;">                             10.00 m                         </td> </tr> </tbody> </table>		DESCRIPCION	DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL SITIO DEL PROYECTO	Viviendas Particulares con calle de por medio.	Norte	3.50 m	Congregacion católica.	Sur.	6.00 m	Escuela Pública con calle de por medio	Este	5.50 m	Instituto de educación básica	Oeste	10.00 m
DESCRIPCION	DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL SITIO DEL PROYECTO														
Viviendas Particulares con calle de por medio.	Norte	3.50 m														
Congregacion católica.	Sur.	6.00 m														
Escuela Pública con calle de por medio	Este	5.50 m														
Instituto de educación básica	Oeste	10.00 m														
II.5 Dirección del viento:																
NORTE A SUR																
II.7 Datos laborales																
a) Jornada de trabajo: Diurna <input checked="" type="checkbox"/> Nocturna ( ) Mixta ( ) Horas Extras _____																
b) Número de empleados por jornada <u>20</u> Total empleados <u>20</u>																
d) otros datos laborales, especifique _____																
II.8 PROYECCIÓN DE USO Y CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...																

Fuete: elaboración propia.



## Evaluación ambiental inicial, tercera página

CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLE, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...						
	Tipo	si/no	Cantidad/ (mes, día, horas)	Proveedor	Uso	Especificaciones u observaciones
agua	servicio publico	Si	3m <sup>3</sup> /d	Comité	general	—
	pozo	no				
	agua	no				
	agua superficial	Si	2m <sup>3</sup> /día	obra	construcción	ninguno
	otros	no				*
combustibles*	gasolina	no				
	diesel	Si	5 gal/día	Particular	general	maquinaria
	Bunker	no				
	glp	no				
	otros	no				
lubricantes	solubles	no				
	no solubles	no				
refrigerantes		no				
OTROS		no				

\* NOTA: Si se cuenta con licencia extendida por la Dirección de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas, para comercialización o almacenamiento de combustible, adjuntar copias

**III. TRANSPORTE**

III.1 En cuanto a aspectos relacionados con el transporte y parqueo de los vehículos de la empresa, proporcionar los datos siguientes:

a) Número de vehículos 2

b) Tipo de vehículo Pick up.

c) sitio para estacionamiento y área que ocupa en el área de construcción Calle alcedoña - 21.45 m<sup>2</sup>

**IV. IMPACTOS AMBIENTALES QUE PUEDEN SER GENERADOS POR EL PROYECTO, OBRA, INDUSTRIA O ACTIVIDAD**

**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	Viviendas, centros educativos.	Regar moderadamente con agua para acortar el polvo.
		Ruido	Ruido	Viviendas, centros educativos, etc.	Racionar el uso de maquinaria.
		Vibraciones	Vibración	Viviendas, centros educativos.	Racionar el uso de compactadoras.

Fuente: elaboración propia.

### Evaluación ambiental inicial, cuarta página

		Olores	—	—	—	
2	Agua	Abastecimiento de agua	Río	—	—	
		Aguas residuales Ordinarias (aguas residuales generadas por las actividades domésticas)	Cantidad:	—	—	
		Aguas residuales Especiales (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias)	Cantidad:	3.76 m <sup>3</sup>	Contindancias y calles aledañas.	Construcción de fosa séptica y pozo de absorción.
		Mezcla de las aguas residuales anteriores	—	—	—	
		Agua de lluvia	9.02 l/s	Colindancias	Desfogue de aguas.	
3	Suelo	Desechos sólidos (basura común)				
		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)	—	—	—	
		Modificación del relieve o topografía del área	—	—	—	
4	Biodiversidad	Flora (árboles, plantas)	—	—	—	
		Fauna (animales)	—	—	—	
		Ecosistema	—	—	—	
5	Visual	Modificación del paisaje	Modificación del paisaje.	Centro de la aldea y el caman.	Se construirá un edificio amigable con el entorno.	
6	Social	Cambio modificaciones sociales, económicas y	Cambio Social y Económico	Población aldea El Caman.	Se mejorará la atención social y económica.	

Fuete: elaboración propia.



## Evaluación ambiental inicial, quinta página

		culturales, incluyendo monumentos arqueológicos			
7	Otros	—	—	—	—

NOTA: Complementaria a la información proporcionada se solicitan otros datos importantes en los numerales siguientes.

**V. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGÍA**

**CONSUMO**

V.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (Kw/hr o Kw/mes) 8. Kw/hr.

V.2 Forma de suministro de energía

	a) <input checked="" type="checkbox"/>	Sistema	público
	b) <input type="checkbox"/>	Sistema	privado

VI.. generación propia

V.3 Dentro de los sistemas eléctricos de la empresa se utilizan transformadores, condensadores, capacitores o inyectores eléctricos?  
SI  NO

V.4 Qué medidas propone para disminuir el consumo de energía o promover el ahorro de energía?  
utilizar aparatos eléctricos ahorradoras de energía y aprovechar al máximo la iluminación y ventilación natural.

**VI. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD**

**VI.1 Efectos en la salud humana del vecindario:**

a) la actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio

b) la actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores

c) la actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores

Del inciso marcado explique las razones de su respuesta, identificar que o cuales serían las actividades riesgosas

**VI.2 En el área donde se ubica la actividad, a qué tipo de riesgo puede estar expuesto?**

a) inundación ( )      b) explosión ( )      c) deslizamientos ( )

d) derrame de combustible ( )      e) fuga de combustible ( )      d) Incendio ( )      e) Otro ( )

Detalle la información explicando el por qué? Ninguno.

**VI.3 riesgos ocupacionales:**

Existe alguna actividad que represente riesgo para la salud de los trabajadores

La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los trabajadores

La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de los trabajadores

No existen riesgos para los trabajadores

Ampliar información: La actividad de construcción representa un grado de riesgo para la salud debido a posibles accidentes.

**VI.4 Equipo de protección personal**

VI.4.1 Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores? SI  NO ( )

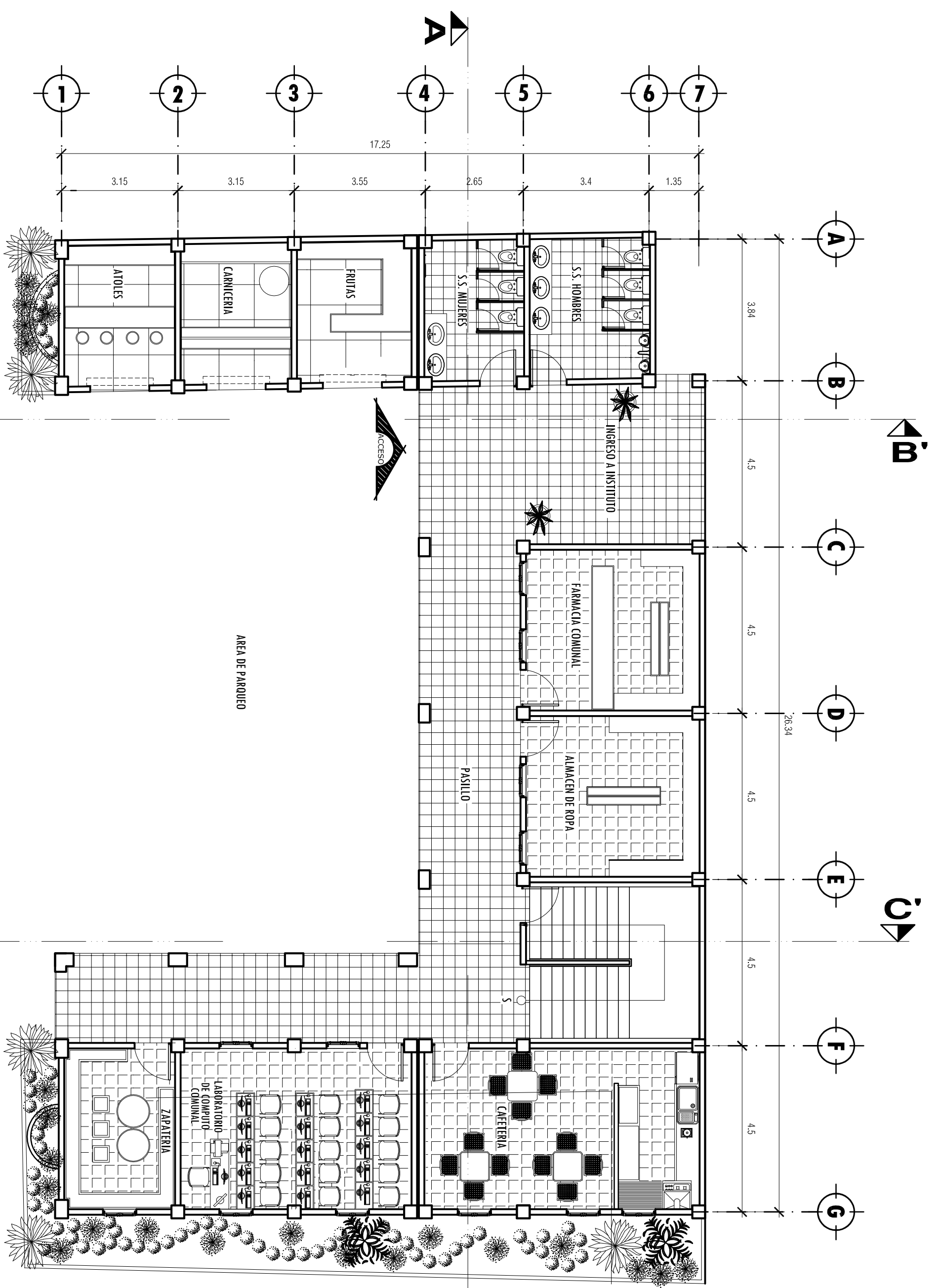
VI.4.2 Detallar que clase de equipo de protección se proporciona:  
Cascos, botas, guantes, respiradores y arnes.

VI.4.3 ¿Qué medidas propone para evitar las molestias o daños a la salud de la población y/o trabajadores? Dar instrucciones claras sobre las medidas de precaución laboral.

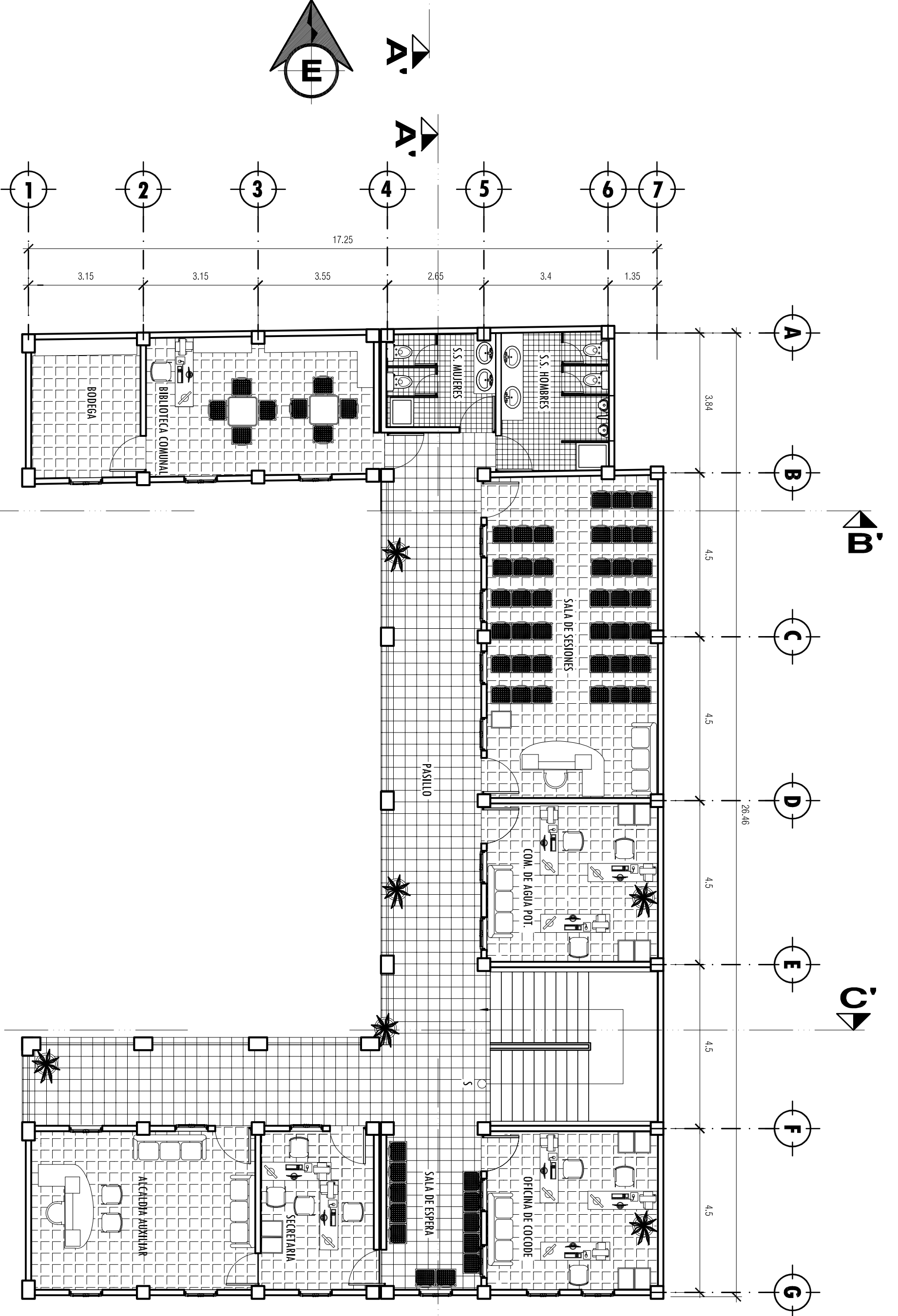
Fuete: elaboración propia.



**APÉNDICE B**  
**(Planos)**

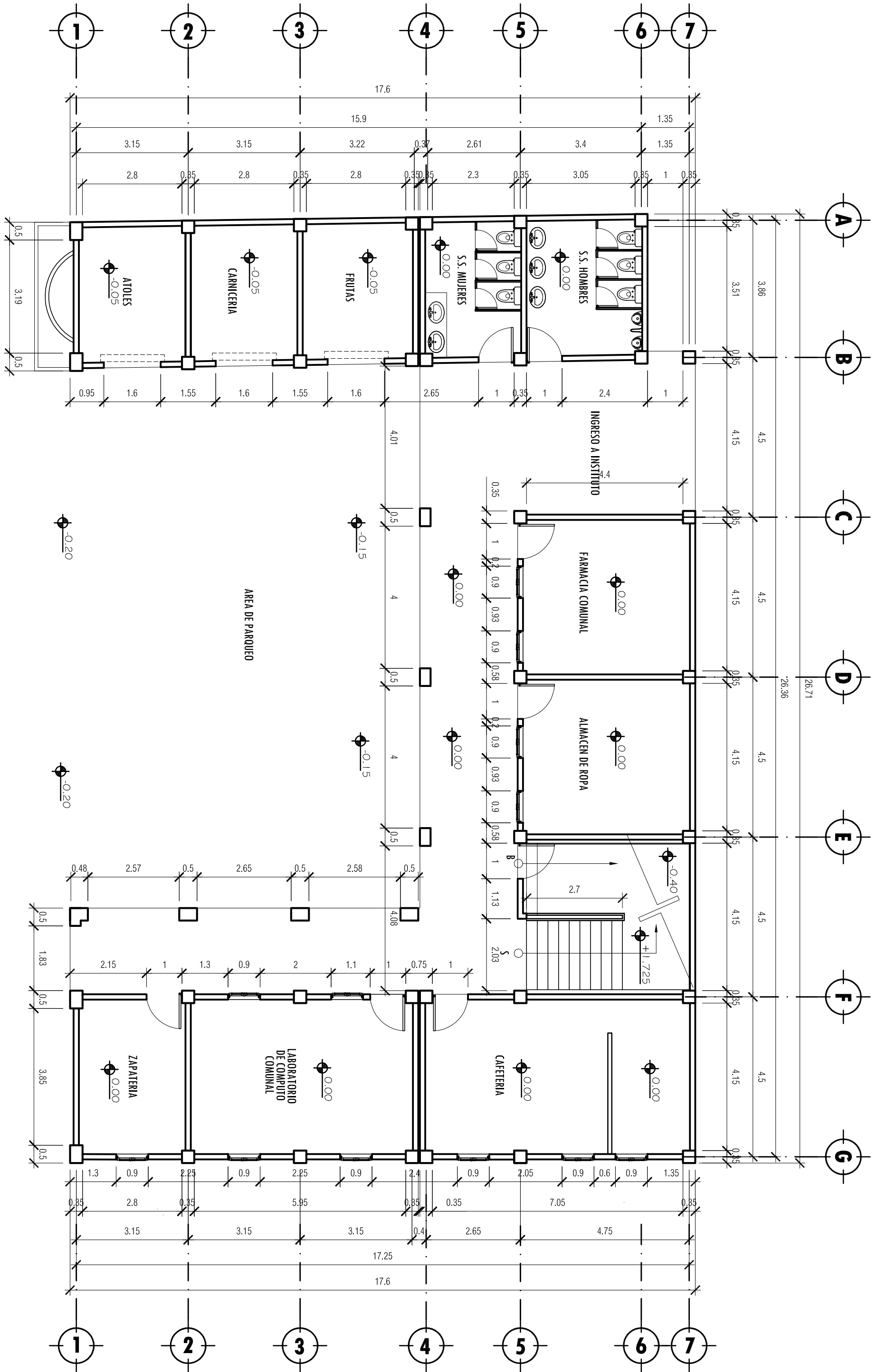


**PLANTA AMUEBLADA**  
PRIMER NIVEL  
ESCALA 1/100



**PLANTA AMUEBLADA**  
SEGUNDO NIVEL  
ESCALA 1/100

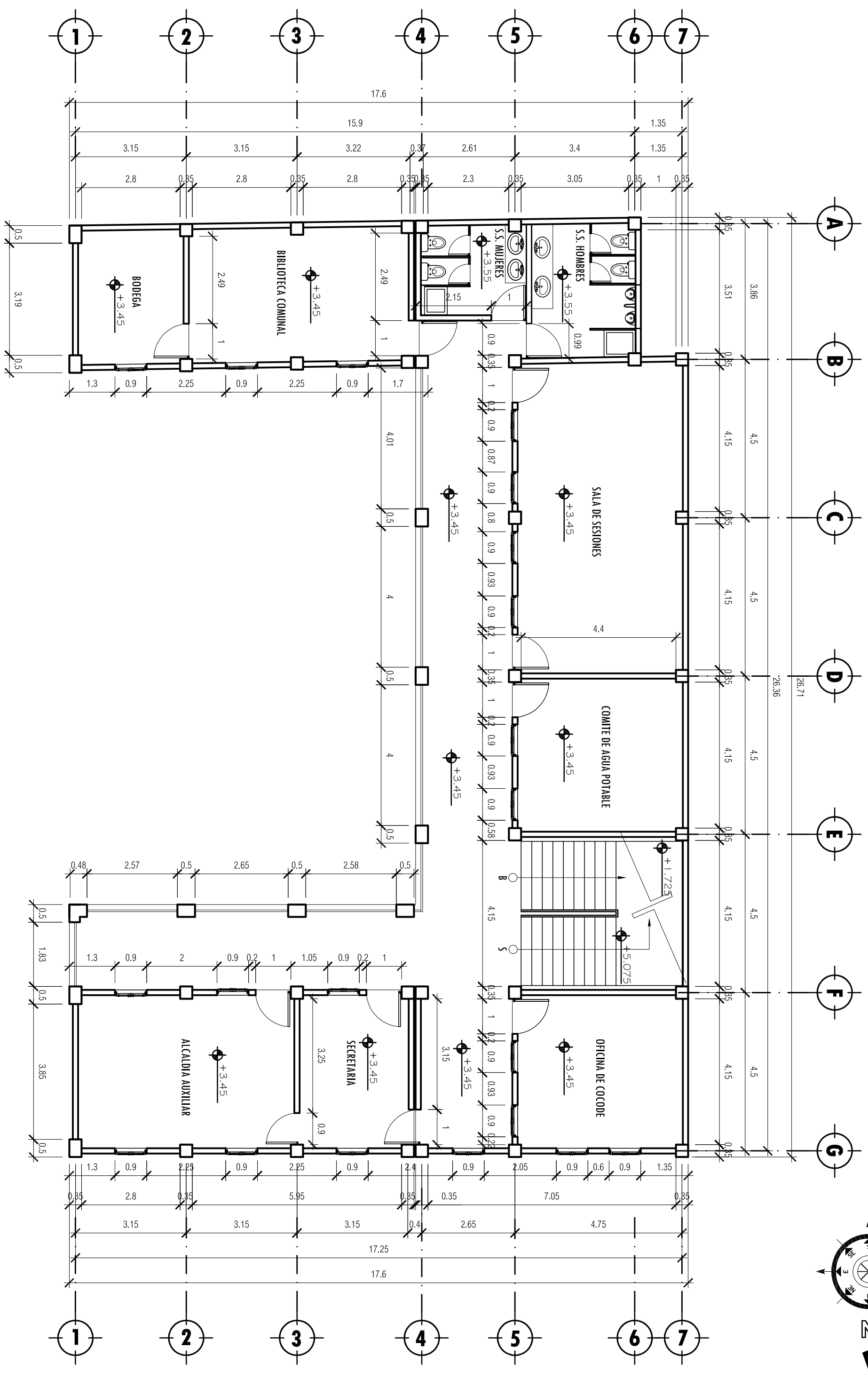
<b>AUXILIATURA MUNICIPAL EL CAMÁN</b>			
INDICACIONES:		FECHA:	
MODIFICACIONES:		SEPTIEMBRE 2012	
OBSERVACIONES:		ESCALA:	
		INDICADA	
PROYECTO:		HECHA:	
AUXILIATURA MUNICIPAL EL CAMÁN		01	
Lugar: ALDEA EL CAMÁN, PAZCIZA, CHIMALTENANGO		19	
PROYECTANTE:		L. Espinosa	
MUNICIPALIDAD DE PAZCIZA, CHIMALTENANGO			
Vale, Amos			



**PLANTA ACOTADA**

PRIMER NIVEL

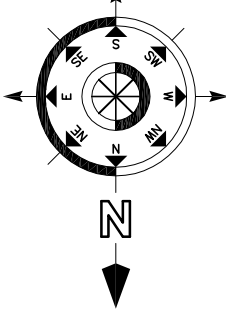
ESCALA 1/100



**PLANTA ACOTADA**

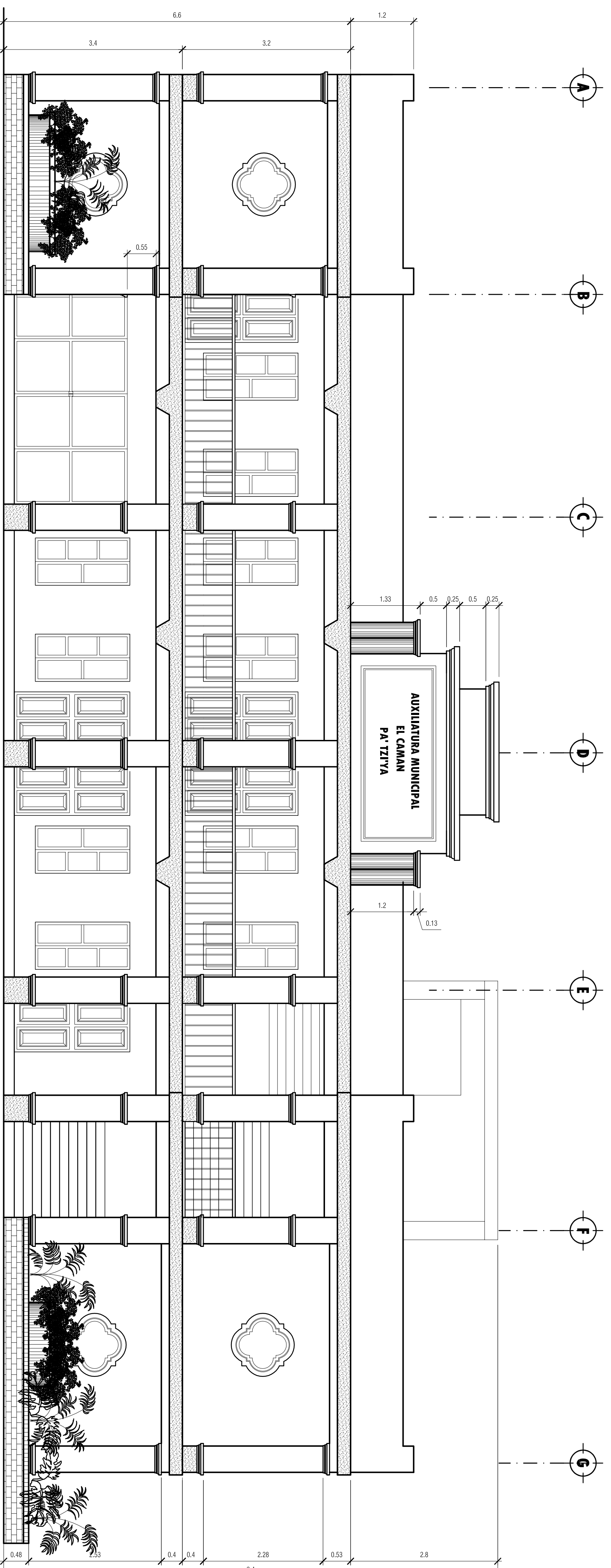
SEGUNDO NIVEL

ESCALA 1/100



<b>AUXILIATURA MUNICIPAL EL CAMÁN</b>			
PROYECTO:		FECHA:	
MODIFICACION:		SEPTIEMBRE 2012	
OBSERVACIONES:		ESCALA:	
		INDICADA	
LUGAR:		HOJA:	
ALDEA EL CAMÁN, PAZIZCA, CHIMALTENANGO		02	
MUNICIPALIDAD DE PAZIZCA, CHIMALTENANGO		19	
PROYECTANTE:		FECHA:	
YABO, ANSOZ		L. Heredia	

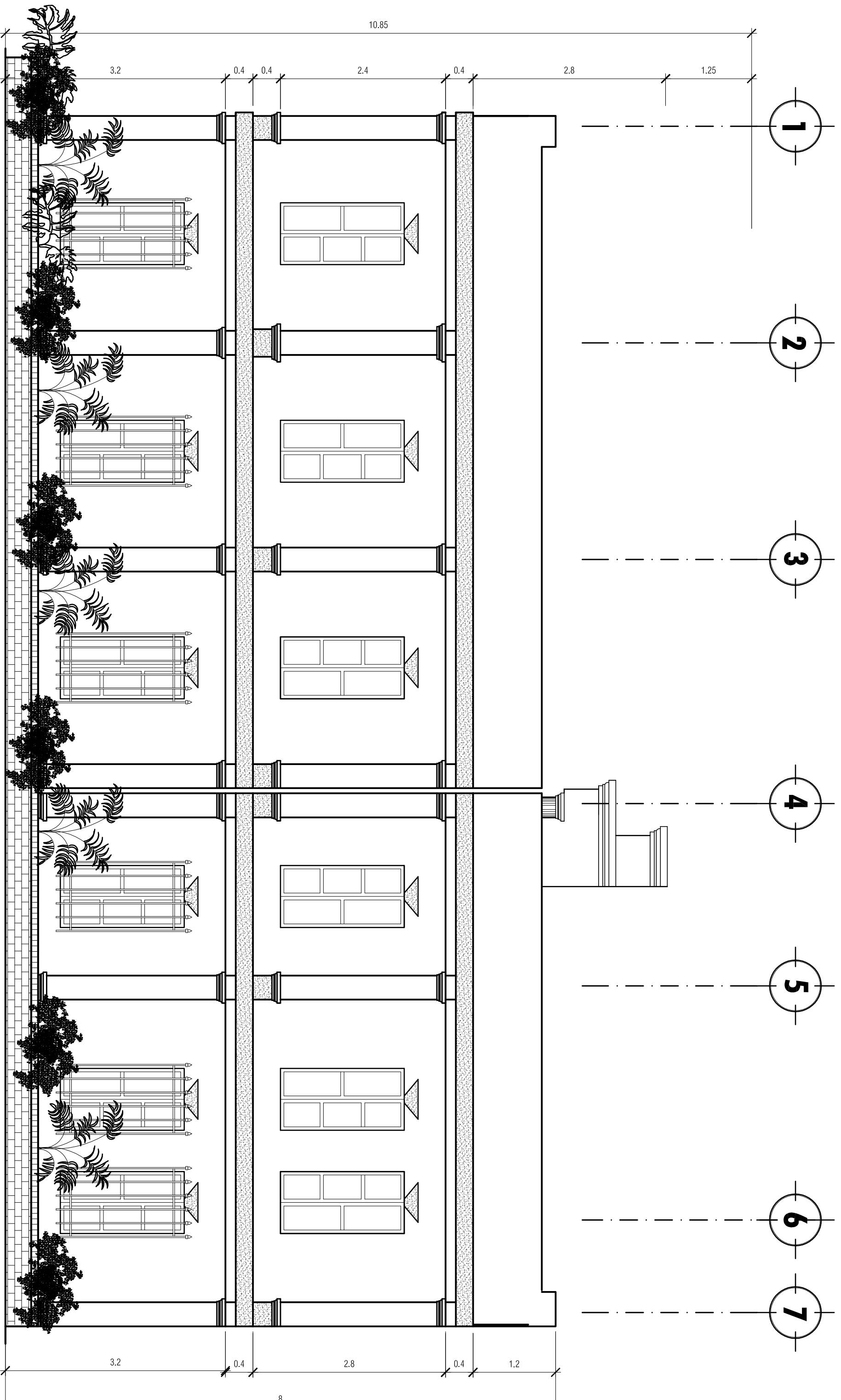




**ELEVACION FRONTAL**

FACHADA OESTE



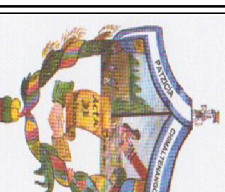
ESCALA 1/50

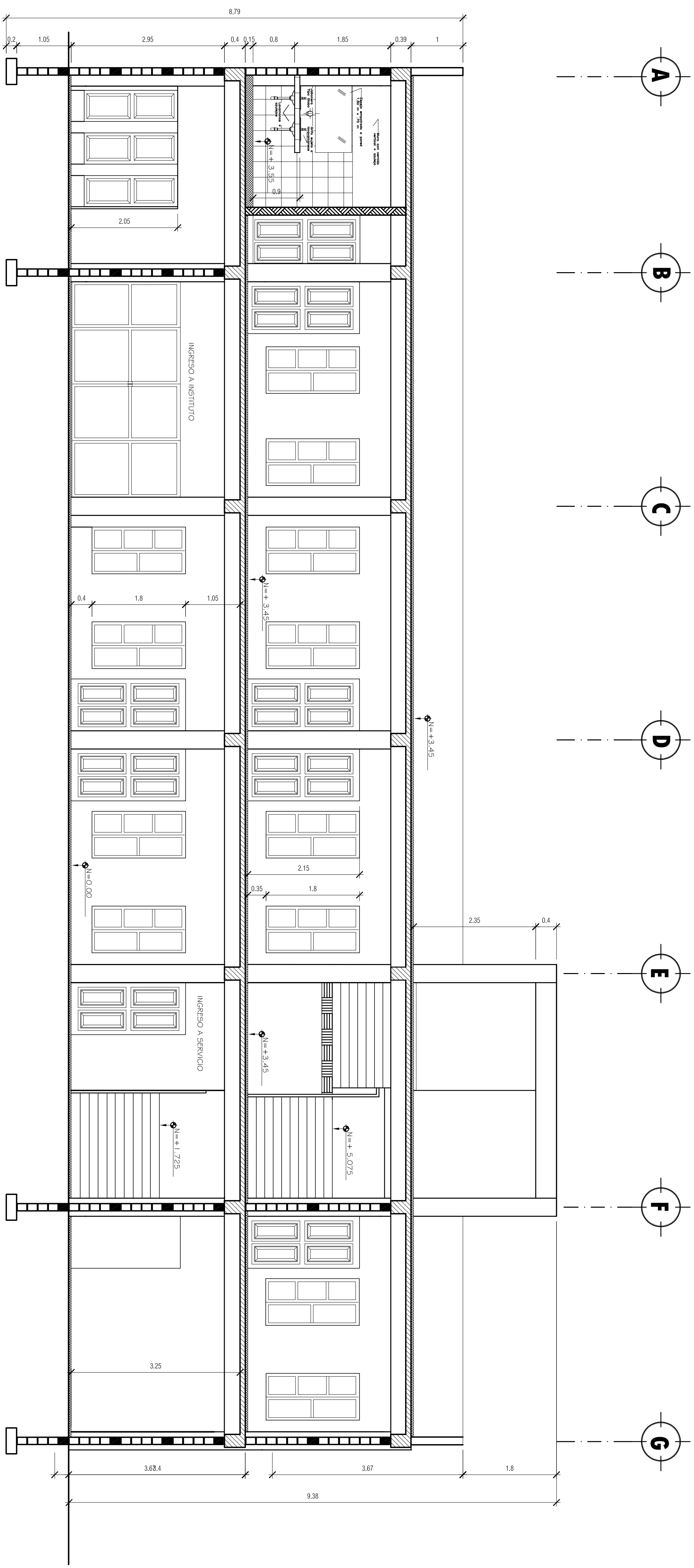


**ELEVACION LATERAL**



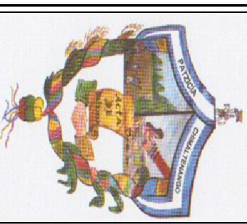
FACHADA NORTE

ESCALA 1/50

					
<b>MUNICIPALIDAD</b> ALCALDIA MUNICIPAL OBSERVACIONES:	<b>PROYECTO:</b> <b>AUXILIATURA MUNICIPAL EL CAMÁN</b>	<b>FECHA:</b> SEPTIEMBRE 2012	<b>FECHA:</b> 03 19	<b>INDICACION:</b> ALDEA EL CAMÁN, PAIZTZIA, CHIMALTENANGO	<b>INDICACION:</b> MUNICIPIO DE PAIZTZIA, CHIMALTENANGO
<b>MODIFICACION:</b> OBSERVACIONES:	<b>COMANDO:</b> ELEVACION FRONTAL Y LATERAL	<b>ESCALA:</b> INDICADA	<b>FECHA:</b> 03 19	<b>PROYECTANTE:</b> MUNICIPIO DE PAIZTZIA, CHIMALTENANGO	<b>INDICACION:</b> MUNICIPIO DE PAIZTZIA, CHIMALTENANGO
<b>INDICACION:</b> OBSERVACIONES:	<b>PROYECTANTE:</b> MUNICIPIO DE PAIZTZIA, CHIMALTENANGO	<b>INDICACION:</b> MUNICIPIO DE PAIZTZIA, CHIMALTENANGO	<b>INDICACION:</b> MUNICIPIO DE PAIZTZIA, CHIMALTENANGO	<b>INDICACION:</b> MUNICIPIO DE PAIZTZIA, CHIMALTENANGO	<b>INDICACION:</b> MUNICIPIO DE PAIZTZIA, CHIMALTENANGO



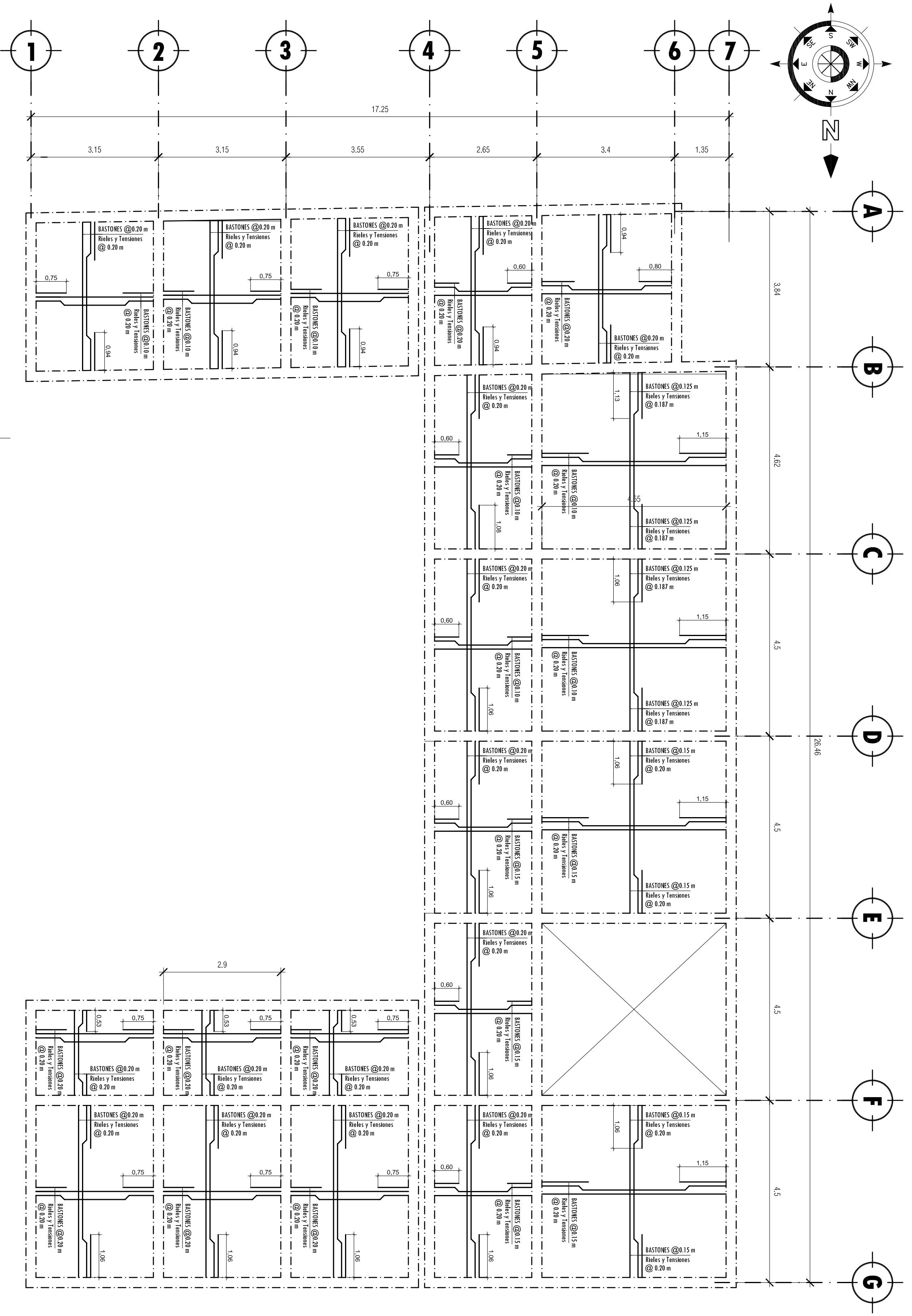
**SECCION A-A'**  
CORTE INTERIOR  
ESCALA 1/50

					
INDICACION:	FECHA:				
MODIFICACION:	ESCALA:				
OBSERVACIONES:	INDICADA:				
<b>PROYECTO:</b> <b>AUXILIATURA MUNICIPAL EL CAMÁN</b>					
UBICACION: ALDEA EL CAMÁN, PAZAJÁ, CHIMALTENANGO					
COMANDO: SECCION LONGITUDINAL					
PRESIDENTE: MUNICIPALIDAD DE PAZAJÁ, CHIMALTENANGO		HOJA: 04		DE: 19	
VA. Sr. Asesor		L. Espadas			









## PLANTA ARMADO DE LOSA

PRIMER NIVEL

ESCALA 1/175

### ESPECIFICACIONES:

EL REFUERZO A UTILIZAR SERA VARILLAS DE ACERO CORRUGADO GRADO 40 (210 kg/cm<sup>2</sup>) Y DEBERA CUMPLIR CON LO ESTIPULADO EN LAS DISPOSICIONES DE LA NORMA ASTM A631M. (SECCION 3.6.3, ACI 318-08).

EL ESPACIAMIENTO MAXIMO ENTRE TENSIONES, RIELES Y BASTONES, NO DEBERA SER MAYOR A 0.20 m. (SECCION 13.3.2, ACI 318-08).

EL REFUERZO PARA MOMENTO POSITIVO (RIELES Y TENSIONES) PERPENDICULAR A UN BORDE DISCONTINUO, DEBE PROLONGARSE HASTA EL BORDE DE LA LOSA Y TENER UNA LONGITUD EMBEBIDA DE POR LO MENOS 0.15 m DENTRO DE LA VIGA (SECCION 13.3.3, ACI 318-08).

EL REFUERZO PARA MOMENTO NEGATIVO (BASTONES) PERPENDICULAR A UN BORDE DISCONTINUO, DEBE ANCLARSE A LA VIGA (VER SECCION 13.3.4, ACI 318-08).

TODO EL REFUERZO A EMPLEARSE DEBE DOBLARSE EN FINO (VER SECCION 7.3, ACI 318-08)

EL DOBLEZ PARA EXTREMOS DE VIGAS DISCONTINUAS SERA DE 90° Y SU LONGITUD DEBERA SE DE 12 VECES EL DIAMETRO DE LA BARRA (ACI 318S-08 SEC. 12.5) LA SUPERFICIE DEL ACERO DEBE ESTAR LIBRE DE TODA SUSTANCIA QUE REDUZCA LA ADHERENCIA ENTRE EL CONCRETO Y EL ACERO (VER SECCION 7.4, ACI 318-08).

EL ACERO DE REFUERZO DEBERA ESTAR ADECUADAMENTE ASEGURADO CON PRECISION ANTES DEL COLOCADO DEL CONCRETO (VER SECCION 7.5, ACI 318-08).

EL ESPACIAMIENTO MINIMO ENTRE DOS CAMAS DE ACERO DE REFUERZO DEBERA SER DE 2.5 CM (VER SECCION 7.6.1, ACI 318-08).

EL RECUBRIMIENTO MINIMO DE CONCRETO SOBRE EL ACERO DE REFUERZO SERA DE 2.0 CM (VER SECCION 7.7.1, ACI 318-08).

LA LONGITUD LOS EMPALMES EN EL ACERO DE REFUERZO EN NINGUN CASO DEBERA SER MENOR A 0.30 M (SEGUN SECCION 12.15 Y 12.16, ACI 318-08).

PARA GANCHOS ESTANDAR CON DOBLEZ DE 90°, LA LONGITUD DEL GANCHO DEBERA SE DE 12 CM, PARA GANCHOS DE 180° LA LONGITUD DEBERA SER MAYOR DE 6.5 CM (SEGUN SECCION 12.5, ACI 318-08).

EL CONCRETO A UTILIZAR SERA DE PESO NORMAL CON UN 'fc' = 210 Kg/cm<sup>2</sup>

PARA REALIZAR EL DISEÑO DE LA MEZCLA DEL CONCRETO DEBERA RESPECTARSE LO QUE SE ESTIPULA EN EL CAPITULO 4 Y 5 DEL ACI 318-08. Y DEBERA CUMPLIR SON LO REQUERIDO POR LA NORMA ASTM C33.

EL TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO PARA EL CONCRETO SERA COMO SE ESTIPULA EN LA SECCION 3.3.2 DEL ACI 318-08 Y DEBERA CUMPLIR CON LO REQUERIDO POR LA NORMA ASTM C33.

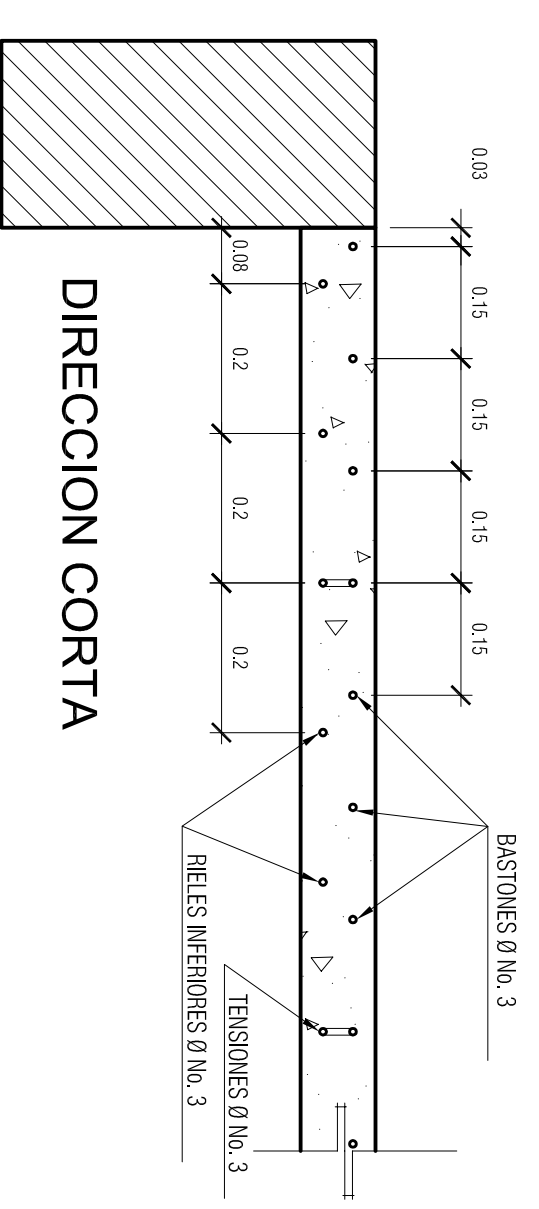
EL AGUA EMPLEADA EN EL MEZCLADO DEL CONCRETO DEBERA CUMPLIR CON LO REQUERIDO EN LAS NORMAS ASTM C1602M.

LA FORMALETA PARA LA LOS DEBERA SER HERMETICO PARA IMPEDIR LA FUGA DEL AGREGADO, DEBERAN ESTAR ADECUADAMENTE ASEGURADAS PARA ASEGURAR SU FUNDACIONAMIENTO (SECCION 6.12 A 6.15, ACI 318-08).

LA FORMALETA PODRA SER RETIRADA A ANTES DE LOS 28 DIAS DEL VERTIDO DEL CONCRETO, SIEMPRE Y CUANDO EL RESPONSABLE DE LA SUPERVISION DE LA OBRA LO AUTORICE.

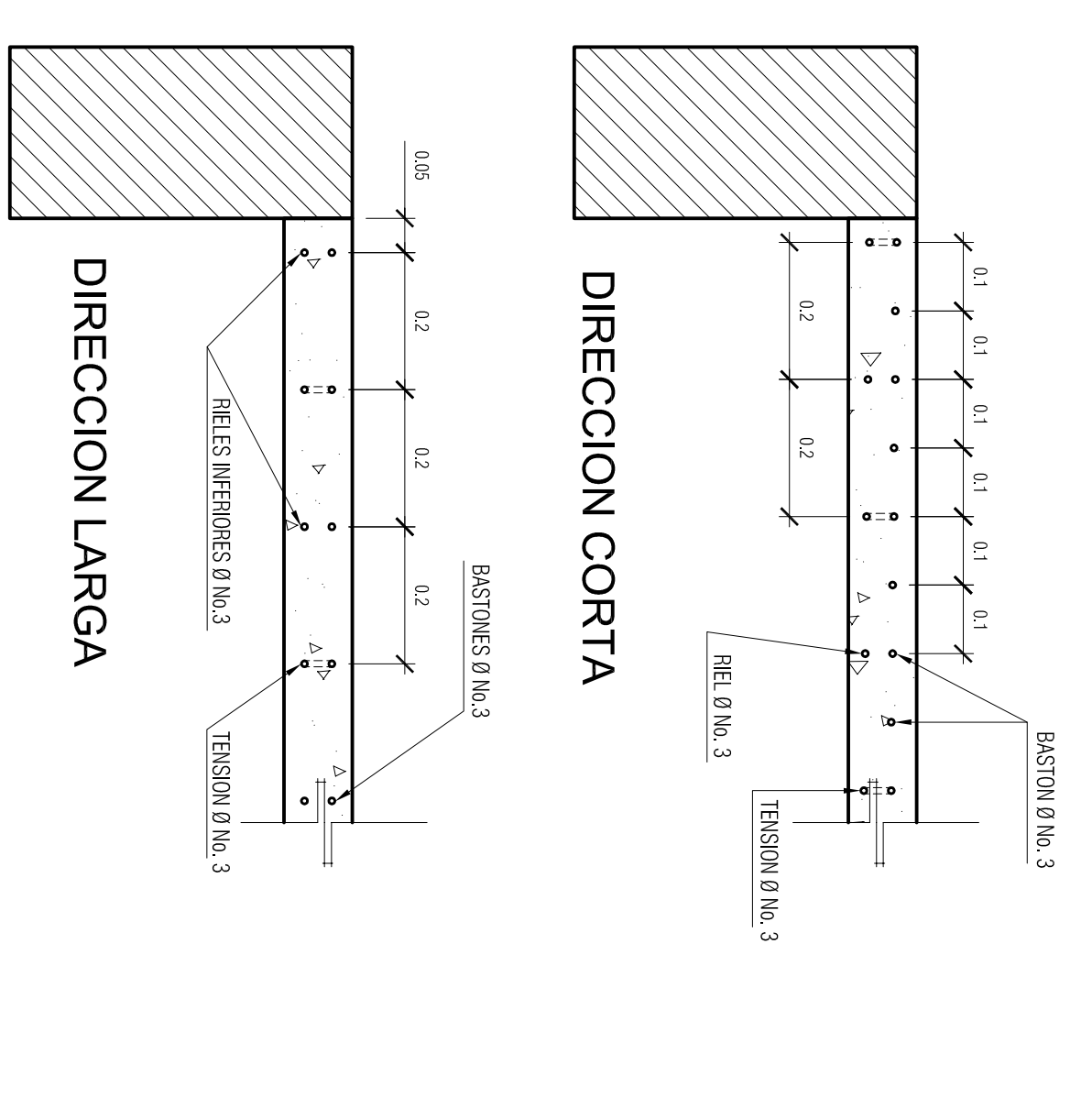
EL ESPACIAMIENTO DEL PRIMER ESTRIBO DE CONTENAMIENTO EN VIGAS SE COLOCARA A 5 CM DE LA CARA DEL ELEMENTO DE APOYO (COLUMNA) SEGUN LAS DISPOSICIONES DEL ACI 318S-08 SECCION 21.5.3.2

EL DOBLEZ PARA EXTREMOS DE VIGAS DISCONTINUAS SERA DE 90° Y SU LONGITUD DEBERA SE DE 12 VECES EL DIAMETRO DE LA BARRA (ACI 318S-08 SEC. 12.5)



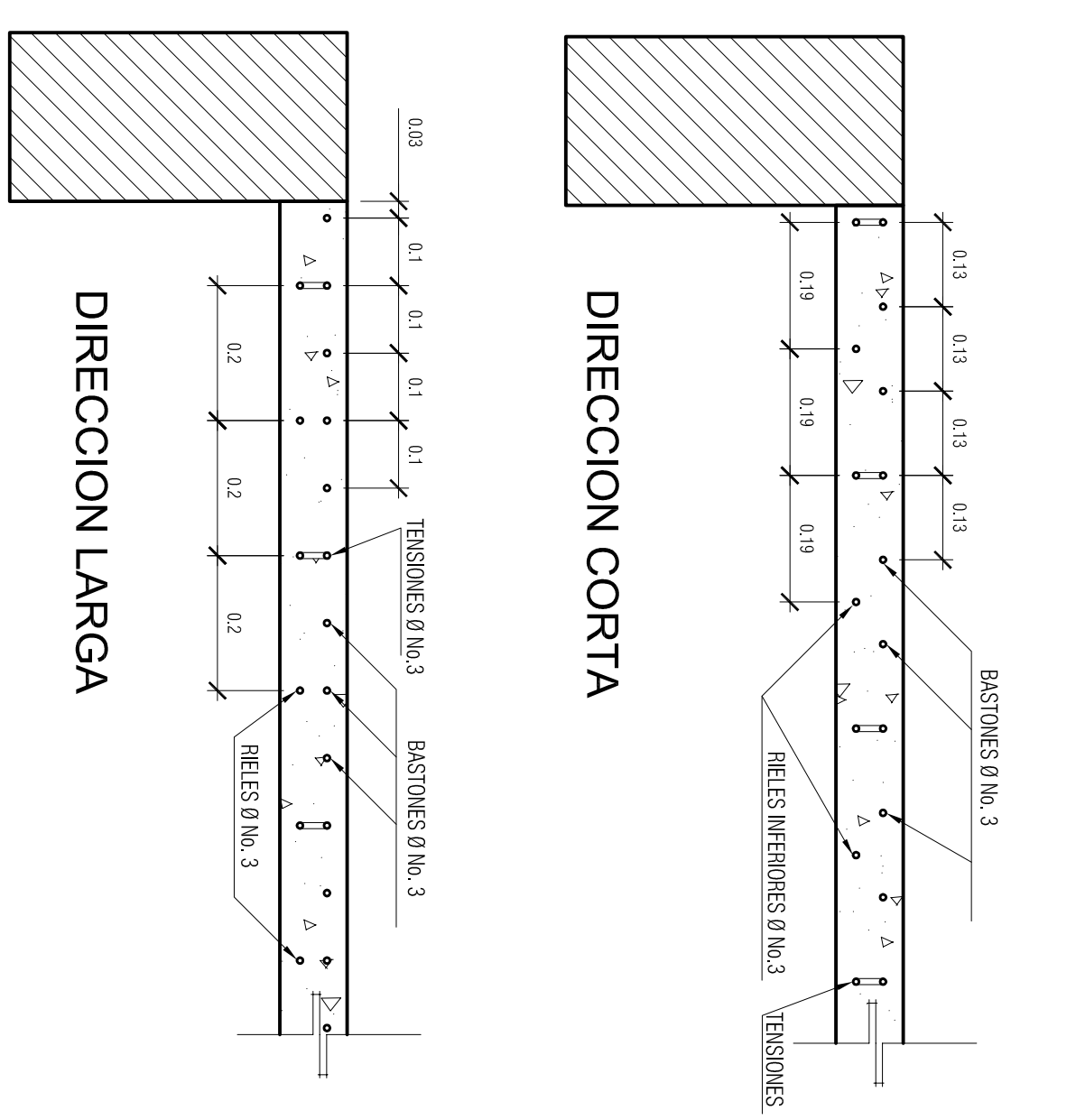
## SECCION DE LOSA T-8.1 Y T-9

ESCALA 1/10



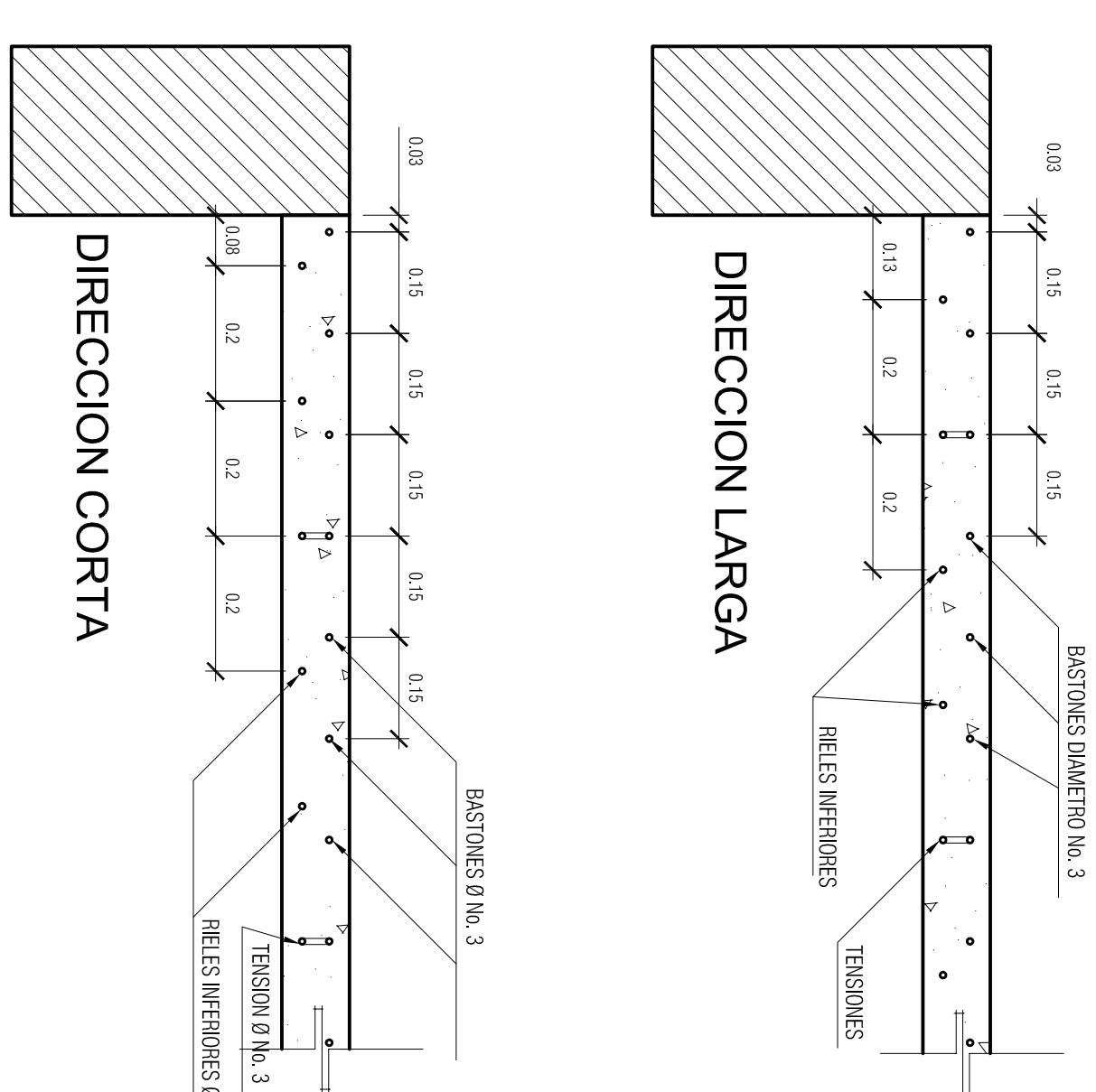
## SECCION DE LOSA T-1 Y T-2

ESCALA 1/10



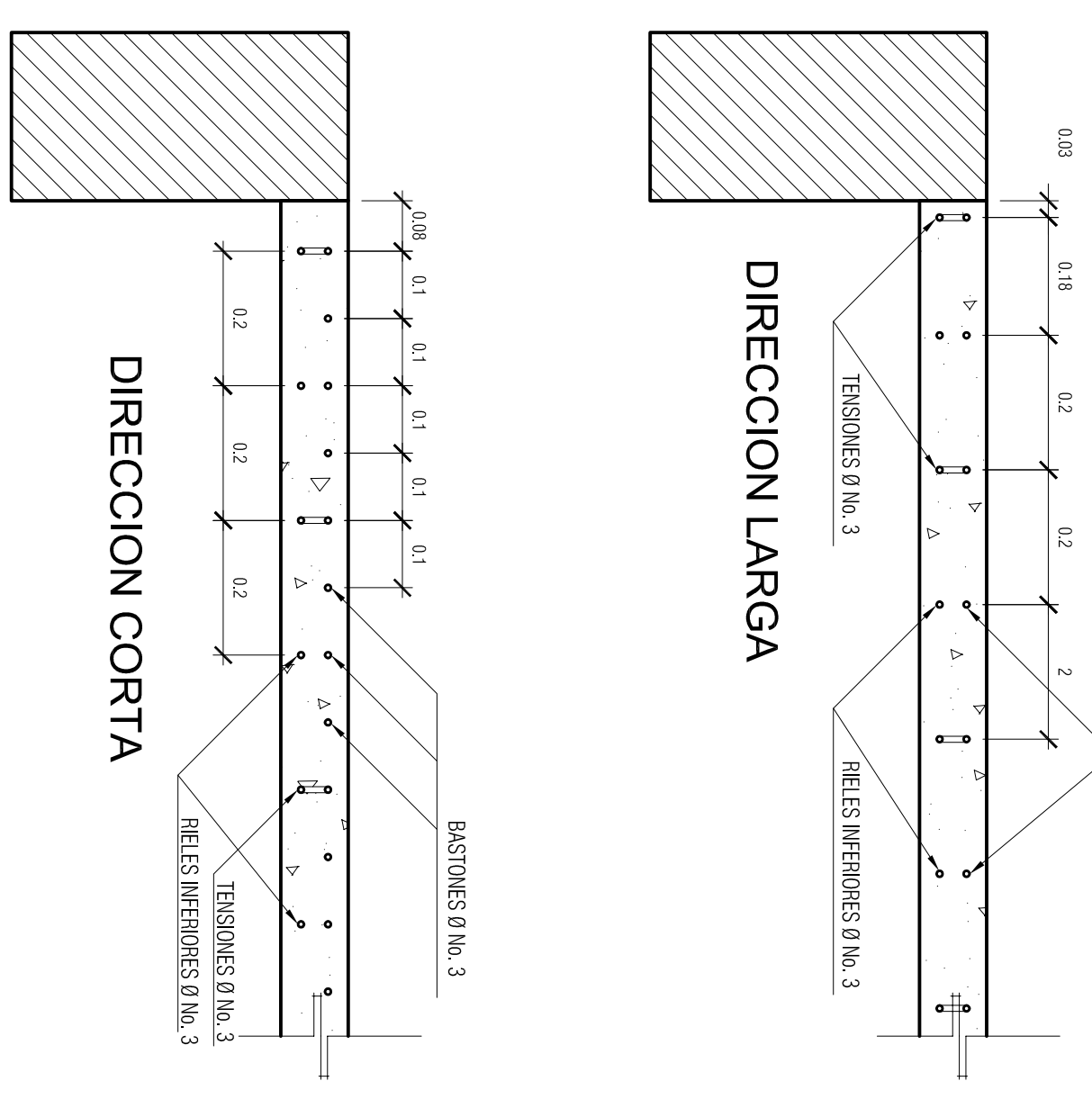
## SECCION DE LOSA T-5

ESCALA 1/10



## SECCION DE LOSA T-6 Y T-7

ESCALA 1/10



## SECCION DE LOSA T-8

ESCALA 1/10

### NOTA:

EL ESPESOR DE TODAS LAS LOSAS SERA DE 0.10 m.

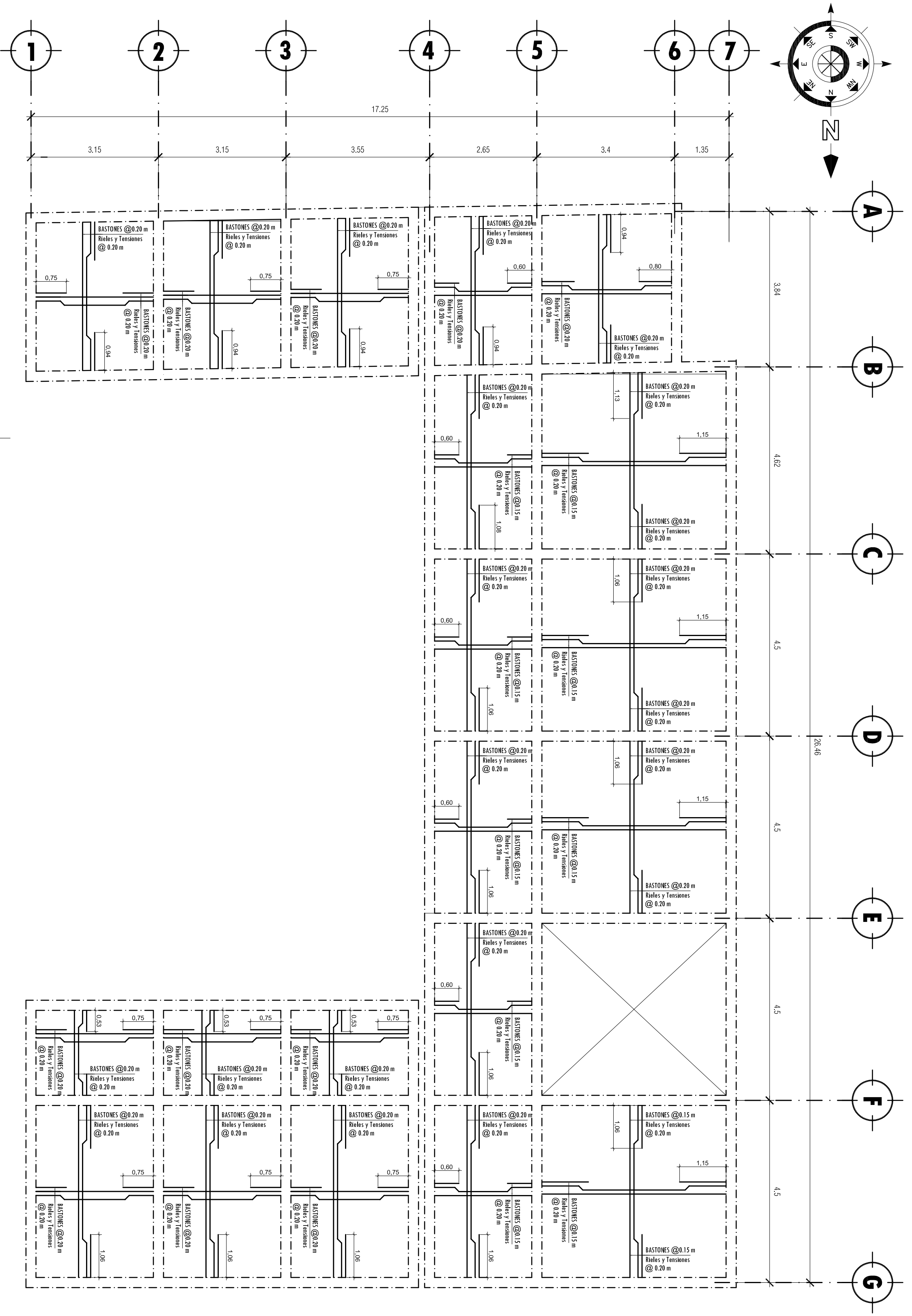
LAS CARGAS DE DISEÑO SE TOMARON DE LAS NORMAS NISE 2 DE AGIES PARA GUATEMALA Y SON LAS SIGUIENTES:

- Carga Muerta = 91 lb / pie<sup>2</sup> = 440 kg / m<sup>2</sup>
- Carga Viva para s. sisiones = 103 lb / pie<sup>2</sup> = 500 kg / m<sup>2</sup>
- Carga Viva para oficinas = 52 lb / pie<sup>2</sup> = 250 kg / m<sup>2</sup>
- Carga Viva para biblioteca = 143 lb / pie<sup>2</sup> = 700 kg / m<sup>2</sup>
- Carga Viva para pastiles = 100 lb / pie<sup>2</sup> = 500 kg / m<sup>2</sup>

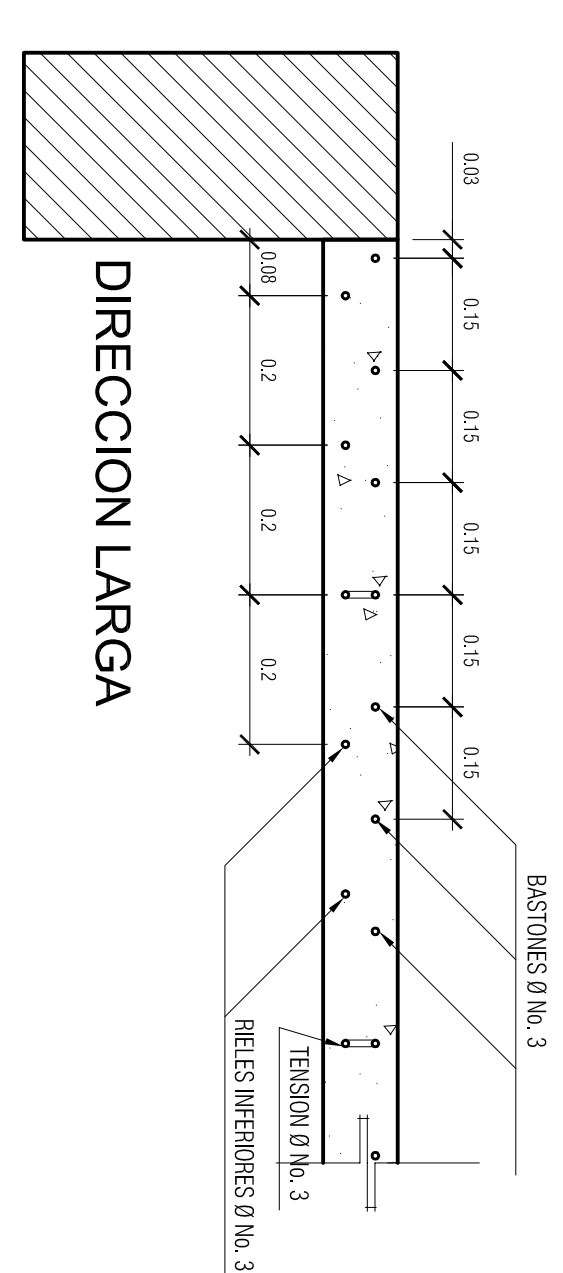
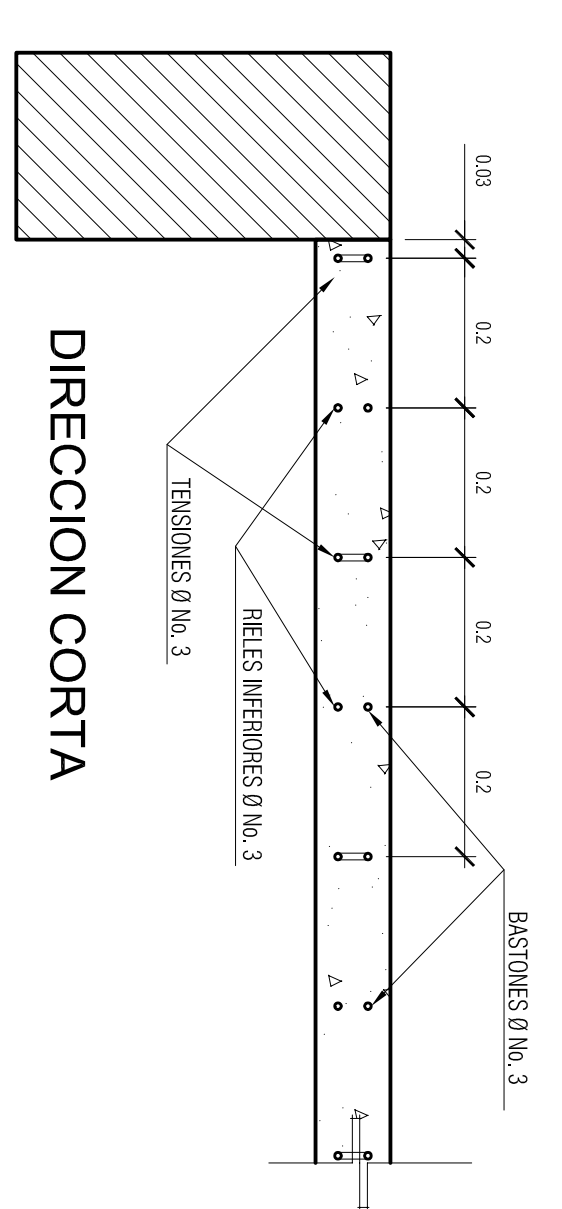
PARA EL DISEÑO DE LA LOSA SE UTILIZO EL CONIGO ACI 318-08 COMO METODO DE ANALISIS SE EMPLEO EL METODO 3 (METODO DE COEFICIENTES) DEL ACI 318-08.

MODIFICACION:	FECHA:
MODIFICACION:	FECHA:
OBSERVACIONES:	
PROYECTO:	FECHA:
<b>AUXILIATURA MUNICIPAL EL CAMÁN</b>	
UBICACION:	ESCALA:
ALDEA EL CAMÁN, PATZÚN, CHIMALTENANGO	
CONTENIDO:	INDICIA:
<b>ARMADO DE LOSA + DETALLES</b>	
PROYECTANTE:	FECHA:
MUNICIPALIDAD DE PATZÚN, CHIMALTENANGO	
VALOR:	19

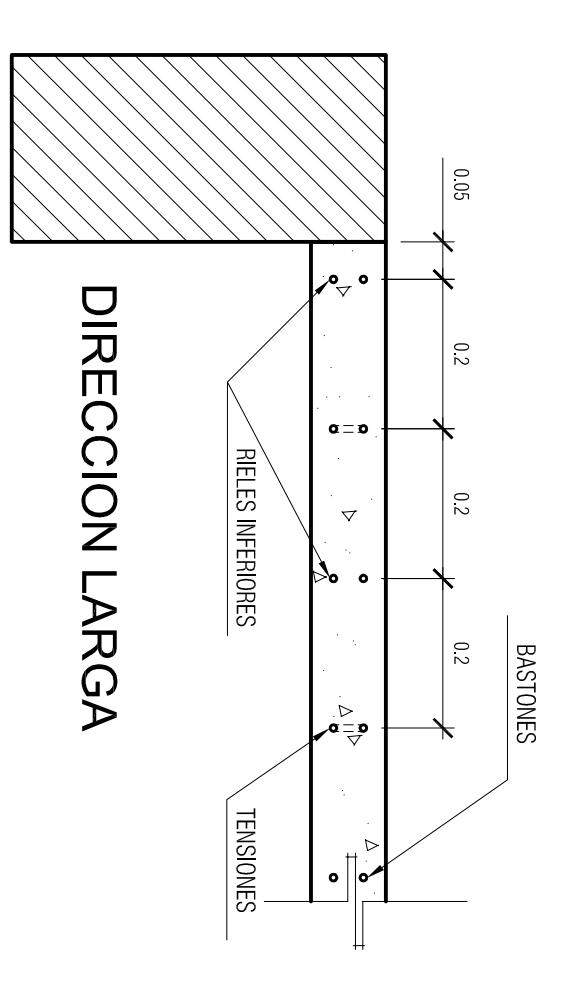
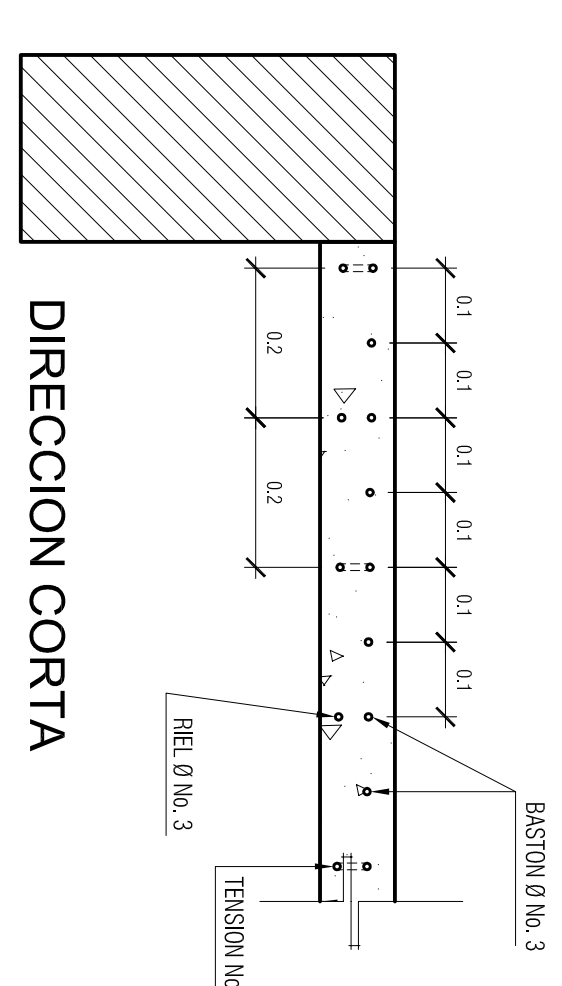
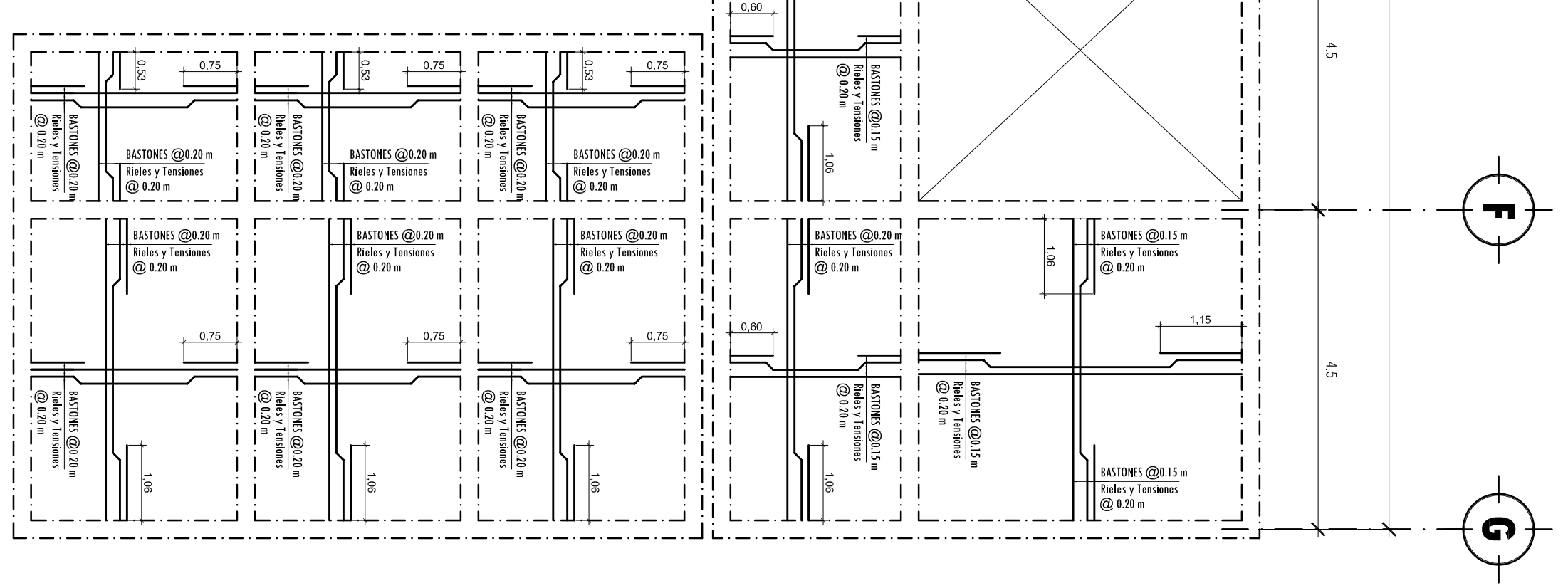




**PLANTA ARMADO DE LOSA**  
SEGUNDO NIVEL  
ESCALA 1/175



**SECCION DE LOSA T-5, T-6, T-7, T-8 Y T-9**  
ESCALA 1/10



**SECCION DE LOSA T-1, T-2, T-3, T-4, T-10, T-11, T-12 Y T-13**  
ESCALA 1/10

**ESPECIFICACIONES:**

- EL REFUERZO A UTILIZAR SERA VARILLAS DE ACERO CORRUGADO GRADO 40 Y DEBERA CUMPLIR CON LO ESTIPULADO EN LAS DISPOSICIONES DE LA NORMA ASTM A615M, (SECCION 3.6.3 ACI 318-08).
- EL ESPACIAMIENTO MAXIMO ENTRE TENSIONES, RIELES Y BASTONES, NO DEBERA SER MAYOR A 0.20 m. (SECCION 13.3.2, ACI 318-08).
- EL REFUERZO PARA MOMENTO POSITIVO (RIELES Y TENSIONES) PERPENDICULAR A UN BORDE DISCONTINUO, DEBE PERPENDICULARSE HACIA EL BORDE DE LA LOSA Y TENER UNA LONGITUD EMBEBIDA DE POR LO MENOS 0.15 M DENTRO DE LA VIGA (SECCION 13.3.3, ACI 318-08).
- EL REFUERZO PARA MOMENTO NEGATIVO (BASTONES) PERPENDICULAR A UN BORDE DISCONTINUO, DEBE ANCLARSE A LA VIGA. (VER SECCION 13.3.4, ACI 318-08).
- TODO EL REFUERZO A EMPLEARSE DEBE DOBLARSE EN FRIO (VER SECCION 7.3, ACI 318-08)
- LA SUPERFICIE DEL ACERO DEBE ESTAR LIBRE DE TODA SUSTANCIA QUE REDUZCA LA ADHERENCIA ENTRE EL CONCRETO Y EL ACERO (VER SECCION 7.4, ACI 318-08).
- EL ACERO DE REFUERZO DEBERA ESTAR ADECUADAMENTE ASEGURADO CON PRECISION ANTES DEL COLOCADO DEL CONCRETO (VER SECCION 7.5, ACI 318-08).
- EL ESPACIAMIENTO MINIMO ENTRE DOS CAMAS DE ACERO DE REFUERZO DEBERA SER DE 2.5 CM (VER SECCION 7.6.1, ACI 318-08).
- EL RECURBIMIENTO MINIMO DE CONCRETO SOBRE EL ACERO DE REFUERZO SERA DE 2.0 CM (VER SECCION 7.7.1, ACI 318-08).
- LA LONGITUD LOS EMPALMES EN EL ACERO DE REFUERZO EN NINGUN CASO DEBERA SER MENOR A 0.30 M (SEGUN SECCION 12.15 Y 12.16, ACI 318-08).
- PARA GANCHOS ESTANDAR CON DOBLEZ DE 90°, LA LONGITUD DEL GANCHO DEBERA SER DE 12 CM. PARA GANCHOS DE 180° LA LONGITUD DEBERA SER MAYOR DE 0.3 m (SEGUN SECCION 12.3, ACI 318-08).
- EL CONCRETO A UTILIZAR SERA DE PESO NORMAL CON UN Tc 4000 P9 (28 MPa).
- PARA REALIZAR EL DISEÑO DE LA MEZCLA DEL CONCRETO DEBERA RESPECTARSE LO QUE SE ESTIPULA EN EL CAPITULO 4 Y 5 DEL ACI 318-08, Y DEBERA CUMPLIR SON LO REQUERIDO POR LA NORMA ASTM C33.
- EL TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO PARA EL CONCRETO SERÁ COMO SE ESTIPULA EN LA SECCION 3.3.2 DEL ACI 318-08 Y DEBERA CUMPLIR CON LO REQUERIDO POR LA NORMA ASTM C33.
- EL AGUA EMPLEADA EN EL MEZCLADO DEL CONCRETO DEBERA CUMPLIR CON LO REQUERIDO EN LAS NORMAS ASTM C1602M.
- LA FORMALETA PARA LA LOS DEBERA SER HERMETICO PARA IMPEDIR LA FUGA DEL MORTERO, DEBERAN ESTAR ADECUADAMENTE ASEGURADAS PARA ASEGURAR SU FUNCIONAMIENTO (SECCION 6.1.2 A 6.1.6, ACI 318-08).
- LA FORMALETA PODRA SER RETIRADA A ANTES DE LOS 28 DIAS DEL VERTIDO DEL CONCRETO, SIEMPRE Y CUANDO EL RESPONSABLE DE LA SUPERVISION DE LA OBRA LO AUTORICE.

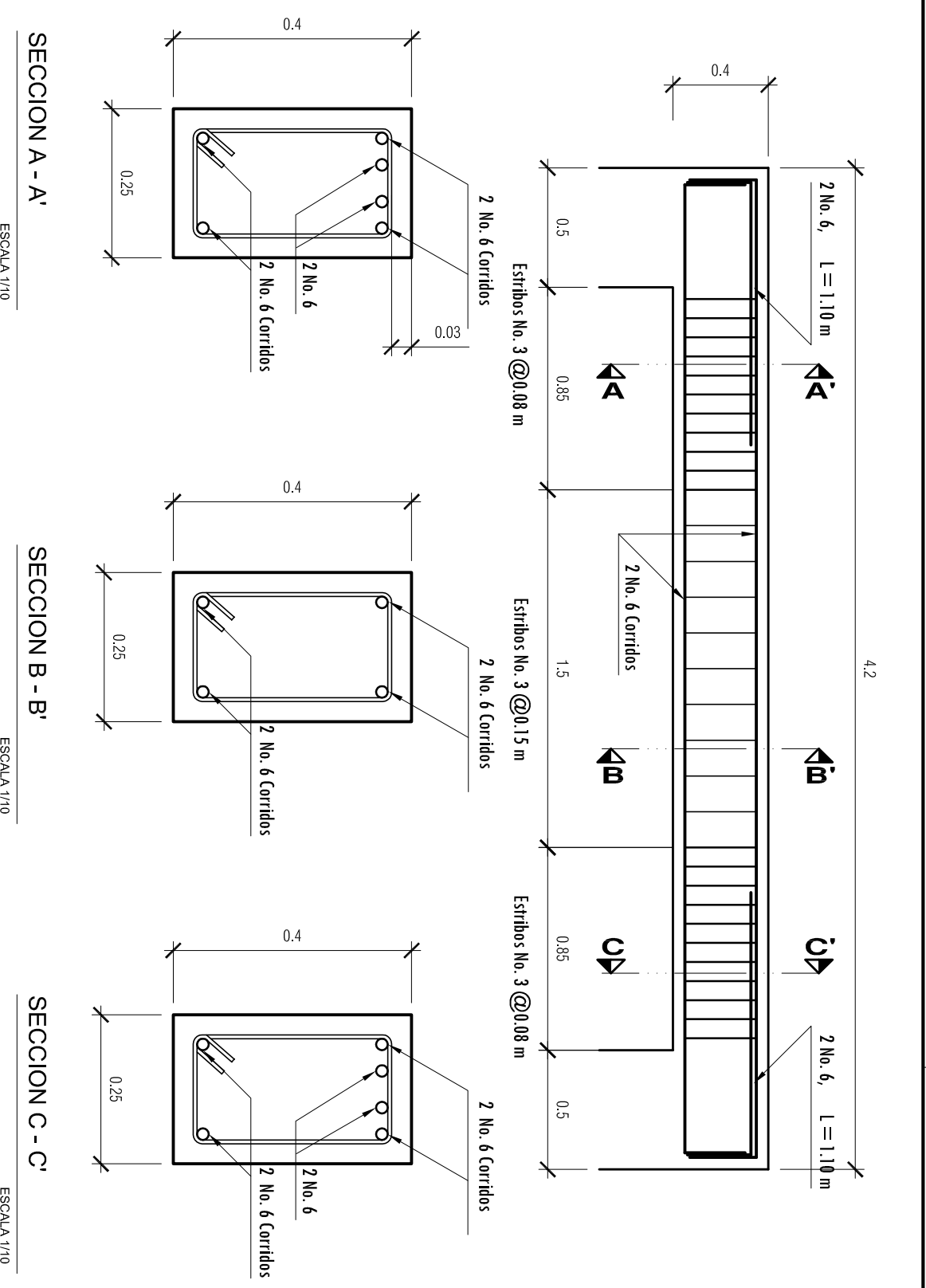
**NOTA:**

- EL ESPESOR DE TODAS LAS LOSAS SERA DE 0.10 m.
- LAS CARGAS DE DISEÑO SE TOMARON DE LAS NORMAS AIGES PARA GUATEMALA Y SON LAS SIGUIENTES:
- Carga Muerta = 91 lb / pie<sup>2</sup> = 440 Kg / m<sup>2</sup>
- Carga Viva losa = 41 lb / pie<sup>2</sup> = 200 Kg / m<sup>2</sup>
- Carga Viva para pasillos = 100 lb / pie<sup>2</sup> = 500 Kg / m<sup>2</sup>

PARA EL DISEÑO DE LA LOSA, SE UTILIZO EL CODIGO ACI 318-08, COMO METODO DE ANALISIS SE EMPLEO EL METODO 3 (METODO DE COEFICIENTES) DEL ACI 318-63.

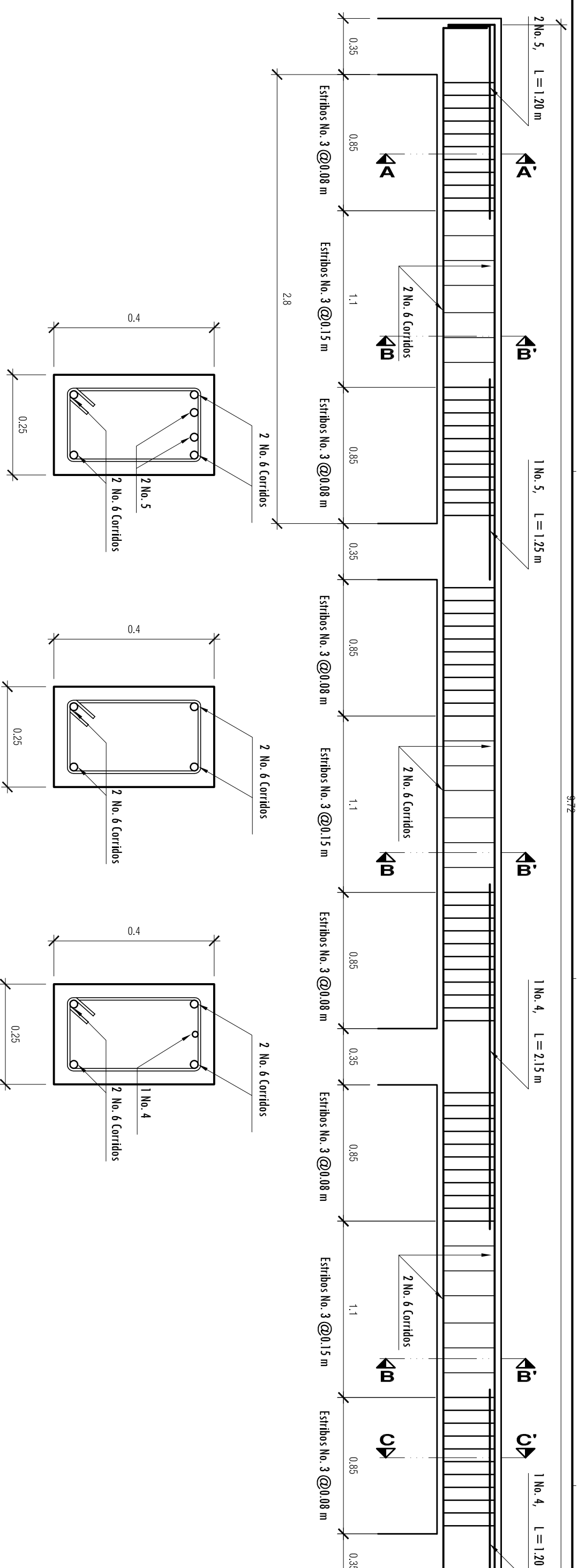
INDICACION:	FECHA:	INDICACION:	FECHA:
MODIFICACION:	FECHA:	MODIFICACION:	FECHA:
OBSERVACIONES:	FECHA:	OBSERVACIONES:	FECHA:
<b>PROYECTO:</b> <b>AUXILIATURA MUNICIPAL EL CAMÁN</b>		<b>FECHA:</b> SEPTIEMBRE 2012	
<b>UBICACION:</b> ALDEA EL CAMÁN, PATZICÁ, CHIMALTENANGO		<b>ESCALA:</b> INDICADA	
<b>CONTENIDO:</b> ARMADO DE LOSA + DETALLES		<b>TIPO:</b> HULA	
<b>PROYECTANTE:</b> MUNICIPIALIDAD DE PATZICÁ, CHIMALTENANGO		<b>FECHA:</b> 07 / 19	
VALB. Kisor		L. Benitez	





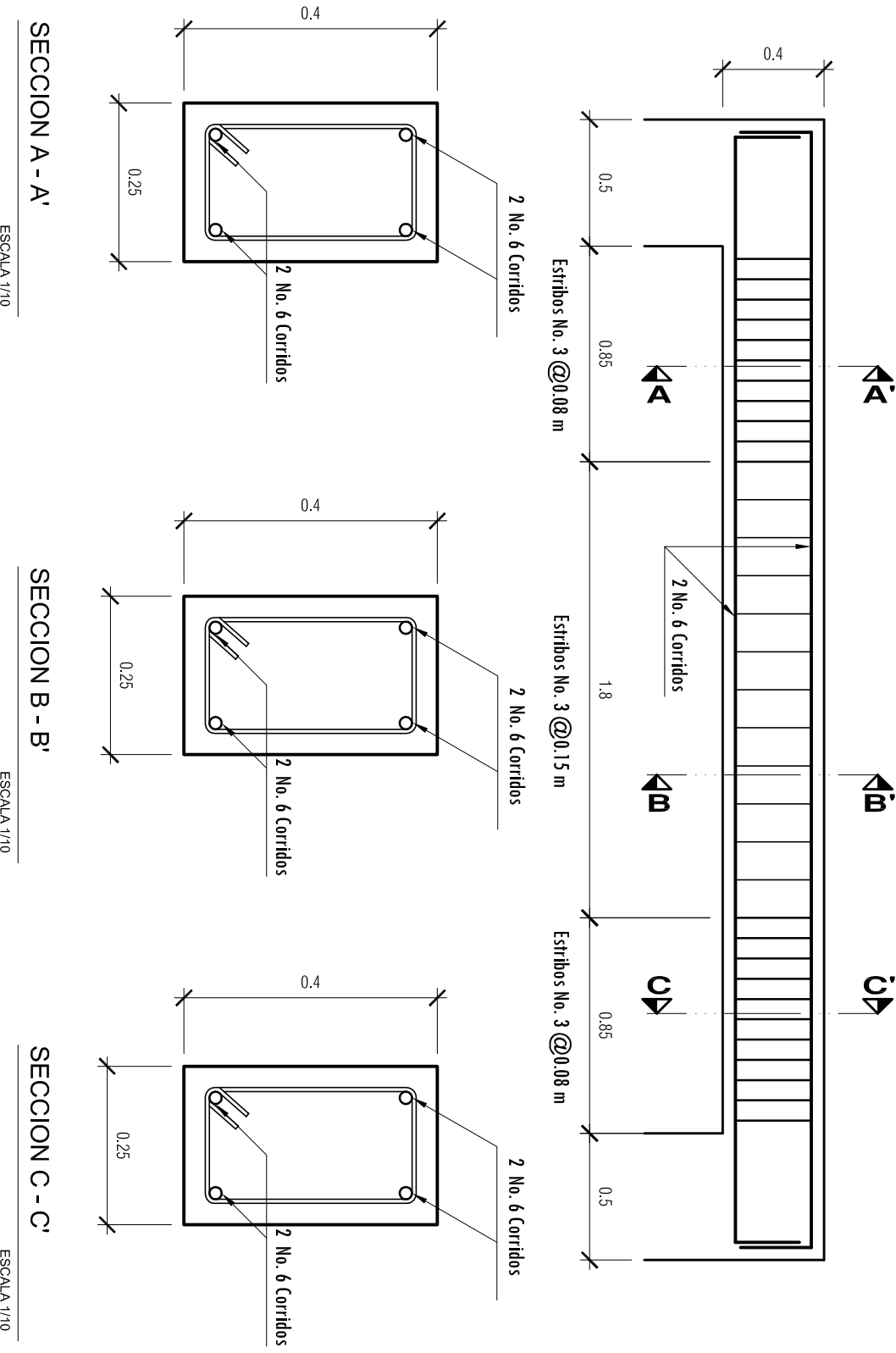
**ARMADO DE VIGAS EJES SENTIDO X**  
**MODULO 1 - PRIMER NIVEL**

ESCALA DE VIGA: 1/25  
 ESCALA SECCION: 1/10



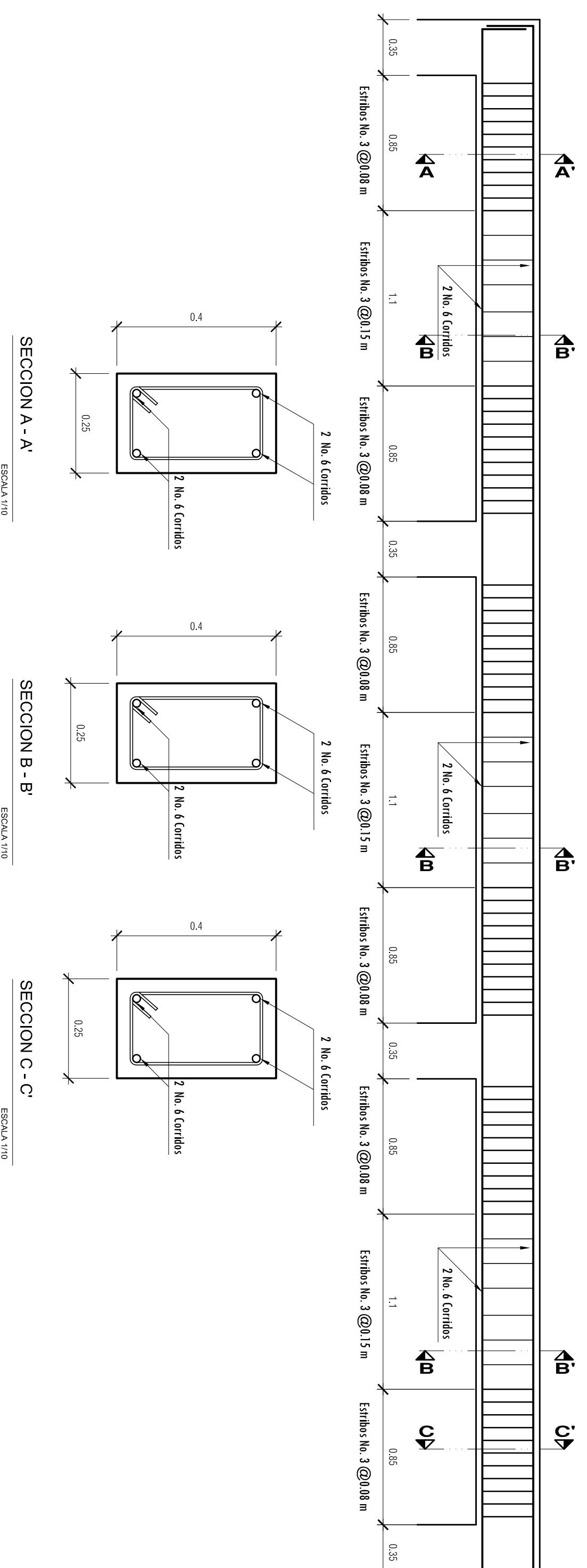
**ARMADO DE VIGAS EJES SENTIDO Y**  
**MODULO 1 - PRIMER NIVEL**

ESCALA DE VIGA: 1/25  
 ESCALA SECCION: 1/10



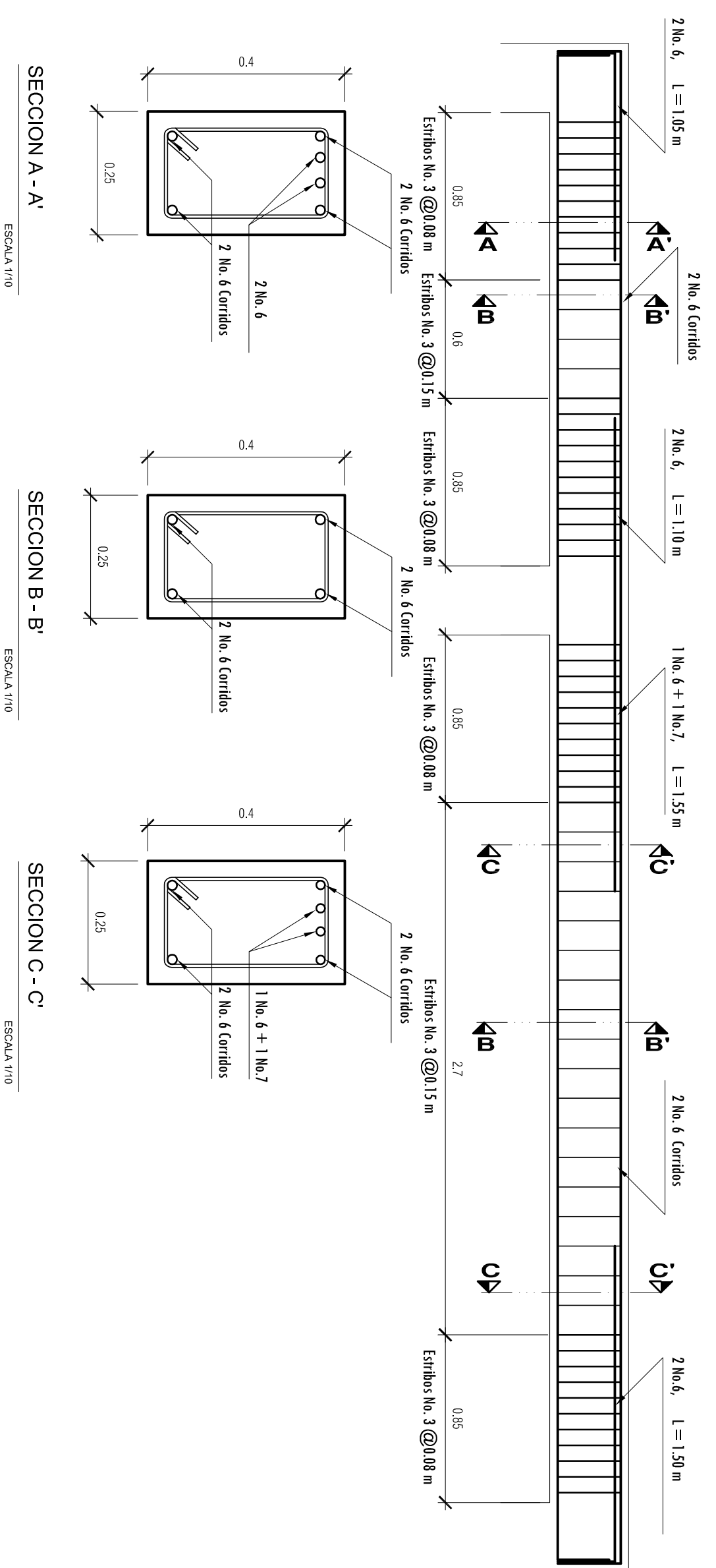
**ARMADO DE VIGAS EJES SENTIDO X**  
**MODULO 1 - SEGUNDO NIVEL**

ESCALA DE VIGA: 1/25  
 ESCALA SECCION: 1/10



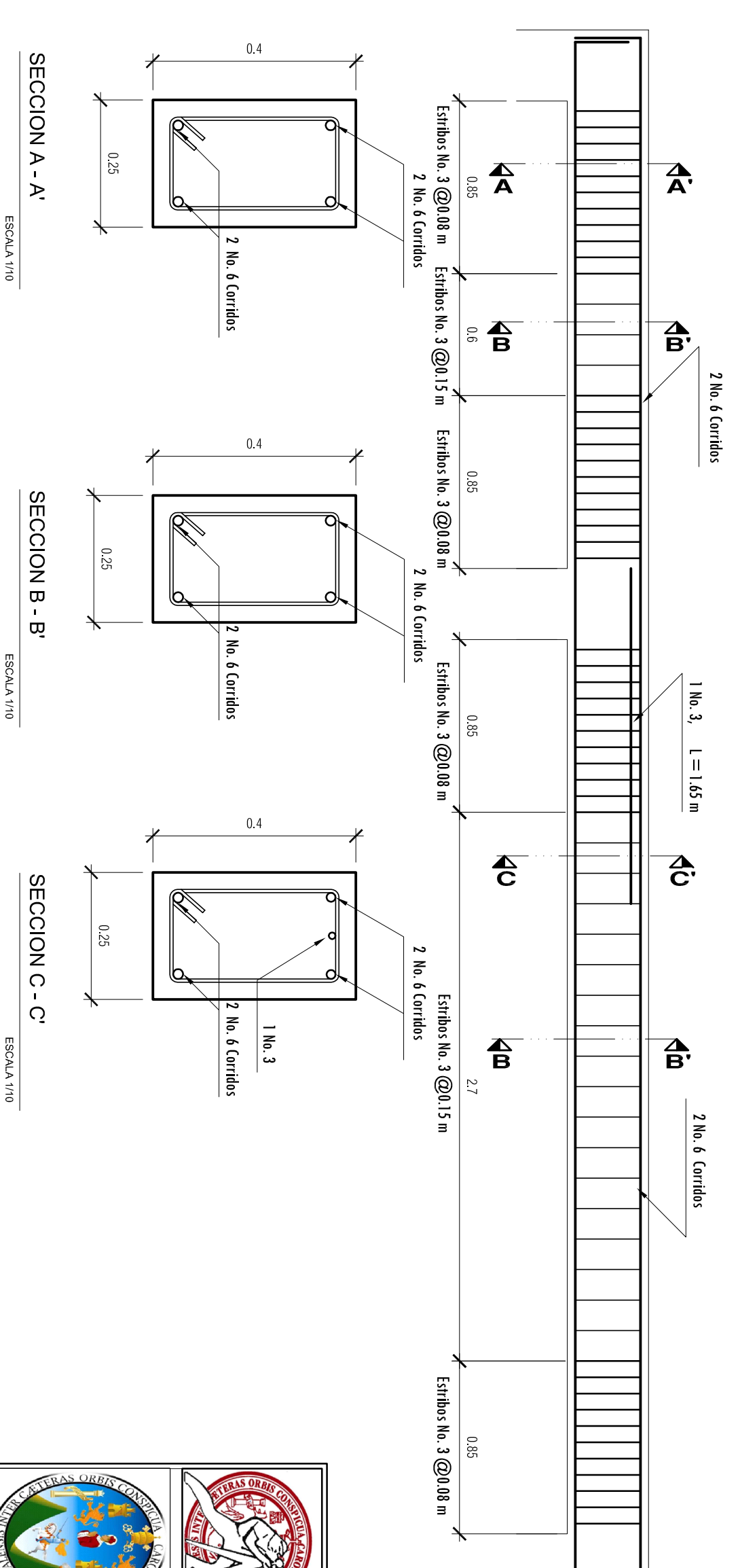
**ARMADO DE VIGAS EJES SENTIDO Y**  
**MODULO 1 - SEGUNDO NIVEL**

ESCALA DE VIGA: 1/25  
 ESCALA SECCION: 1/10



**ARMADO DE VIGAS EJES SENTIDO Y**  
**MODULO 2 - PRIMER NIVEL**

ESCALA DE VIGA: 1/25  
 ESCALA SECCION: 1/10



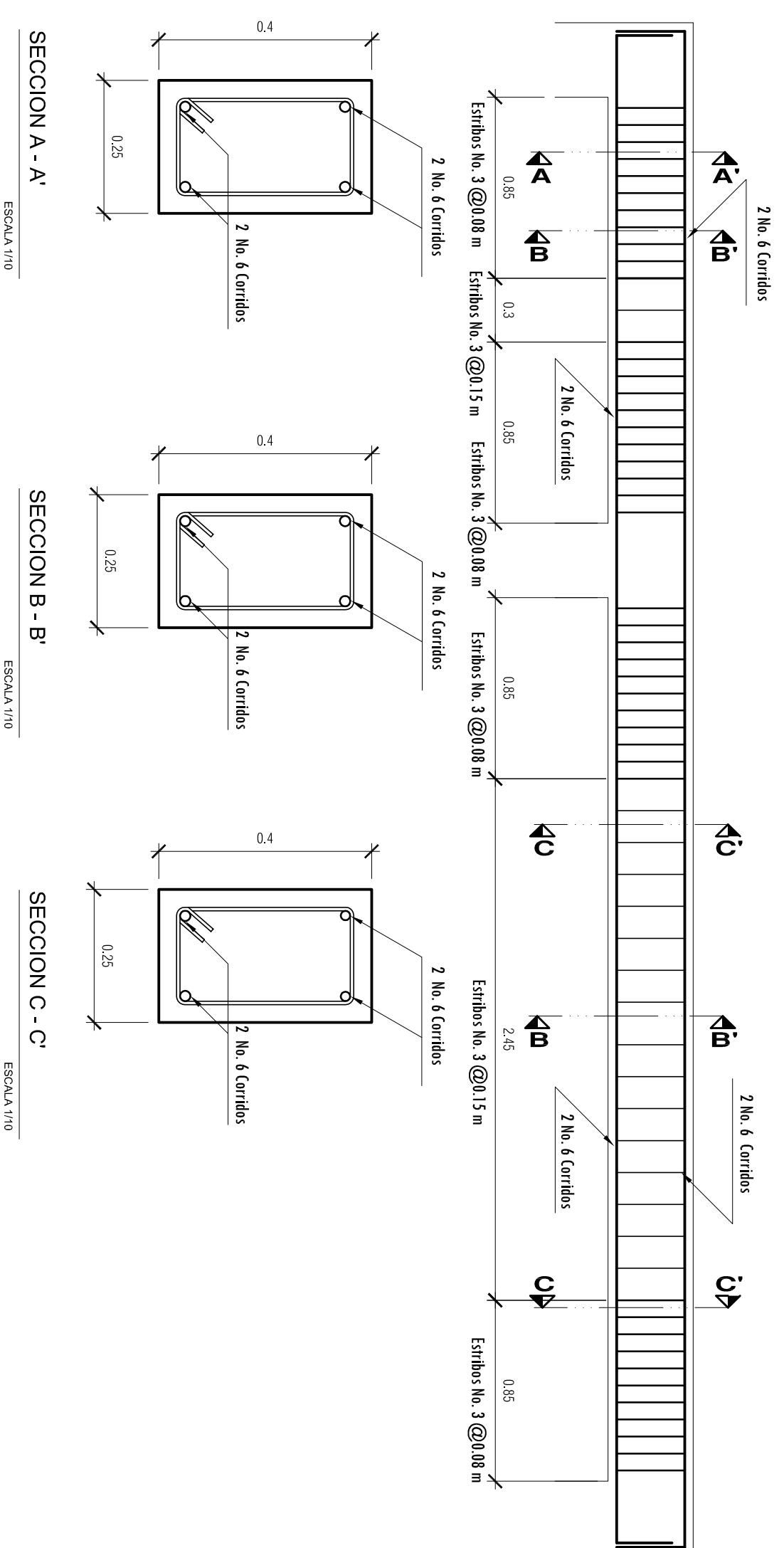
**ARMADO DE VIGAS EJES SENTIDO Y**  
**MODULO 2 - SEGUNDO NIVEL**

ESCALA DE VIGA: 1/25  
 ESCALA SECCION: 1/10

MODIFICACION: MODIFICACION: OBSERVACIONES:	FECHA: FECHA: FECHA:	<b>AUXILIATURA MUNICIPAL EL CAMÁN</b>	
PROYECTO: <b>ARMADO DE VIGAS + DETALLES</b>		FECHA: SEPTIEMBRE 2012	
UBICACION: ALDEA EL CAMÁN, PAZIZOÁ, CHIMALTENANGO		ESCALA: INDICADA	
CONTENIDO: <b>ARMADO DE VIGAS + DETALLES</b>		HUBO: <b>08</b>	
PROYECTANTE: MUNICIPALIDAD DE PAZIZOÁ, CHIMALTENANGO		FECHA: <b>19</b>	
VALOR: \$1000		L. Heredia	



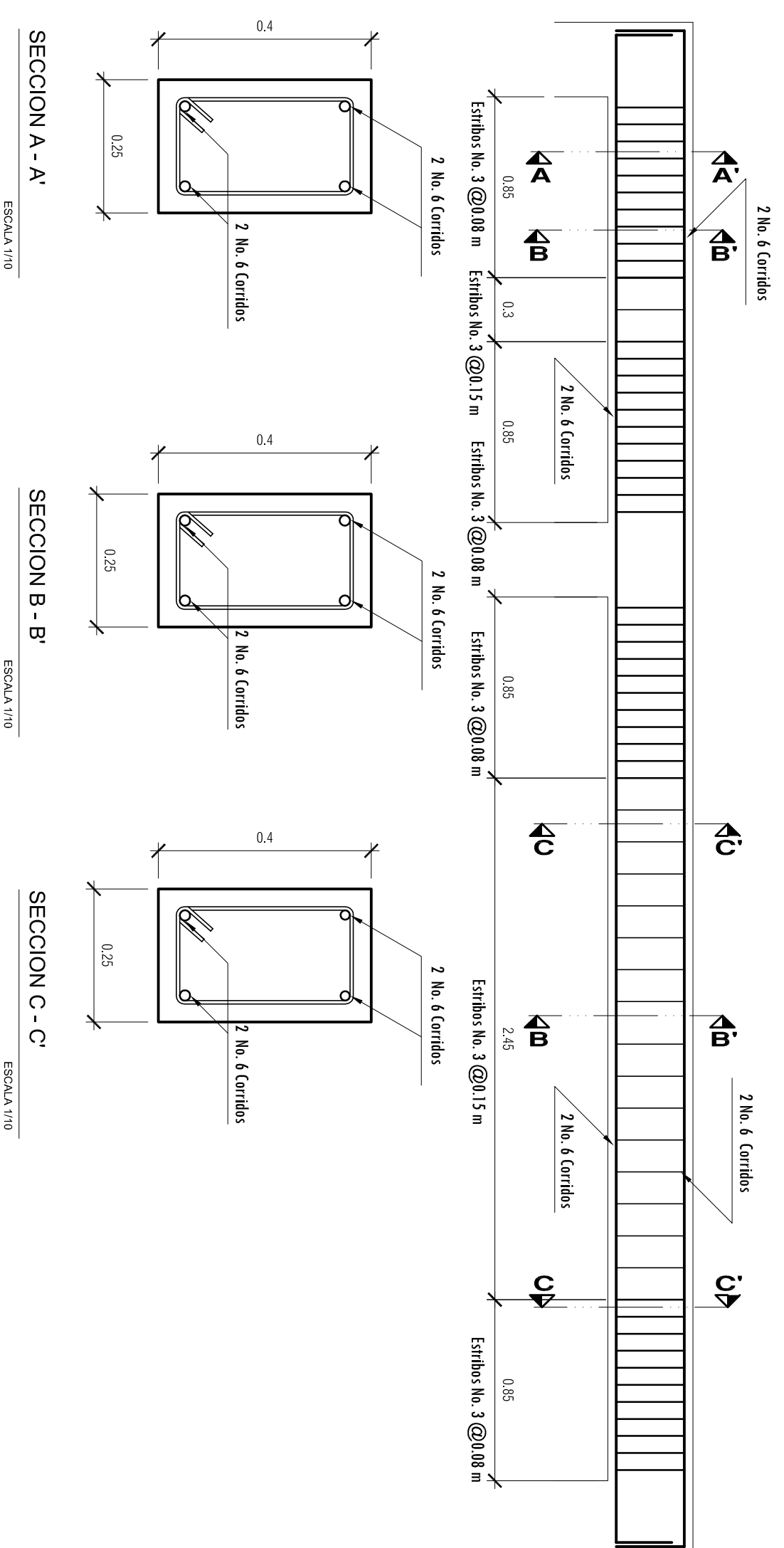




### ARMADO DE VIGAS EJES SENTIDO X

MODULO 3 - PRIMER NIVEL

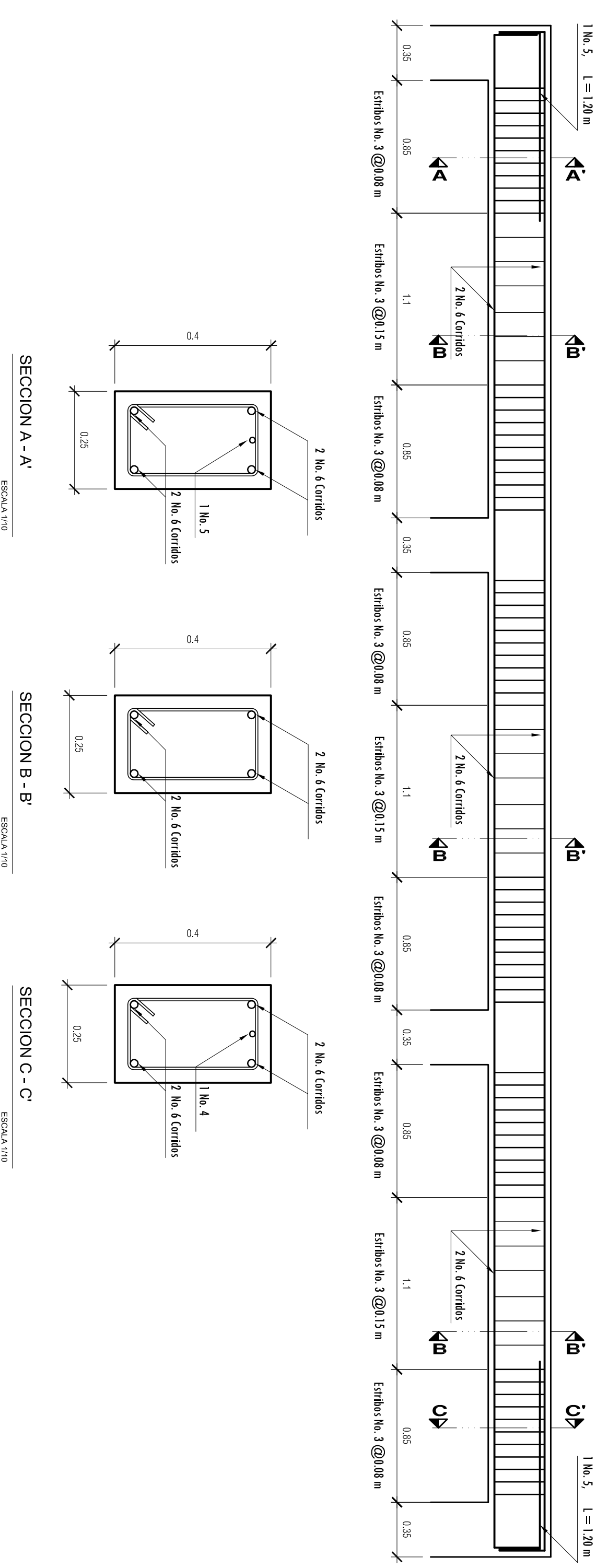
ESCALA DE VIGA: 1/25  
ESCALA SECCION: 1/10



### ARMADO DE VIGAS EJES SENTIDO X

MODULO 3 - SEGUNDO NIVEL

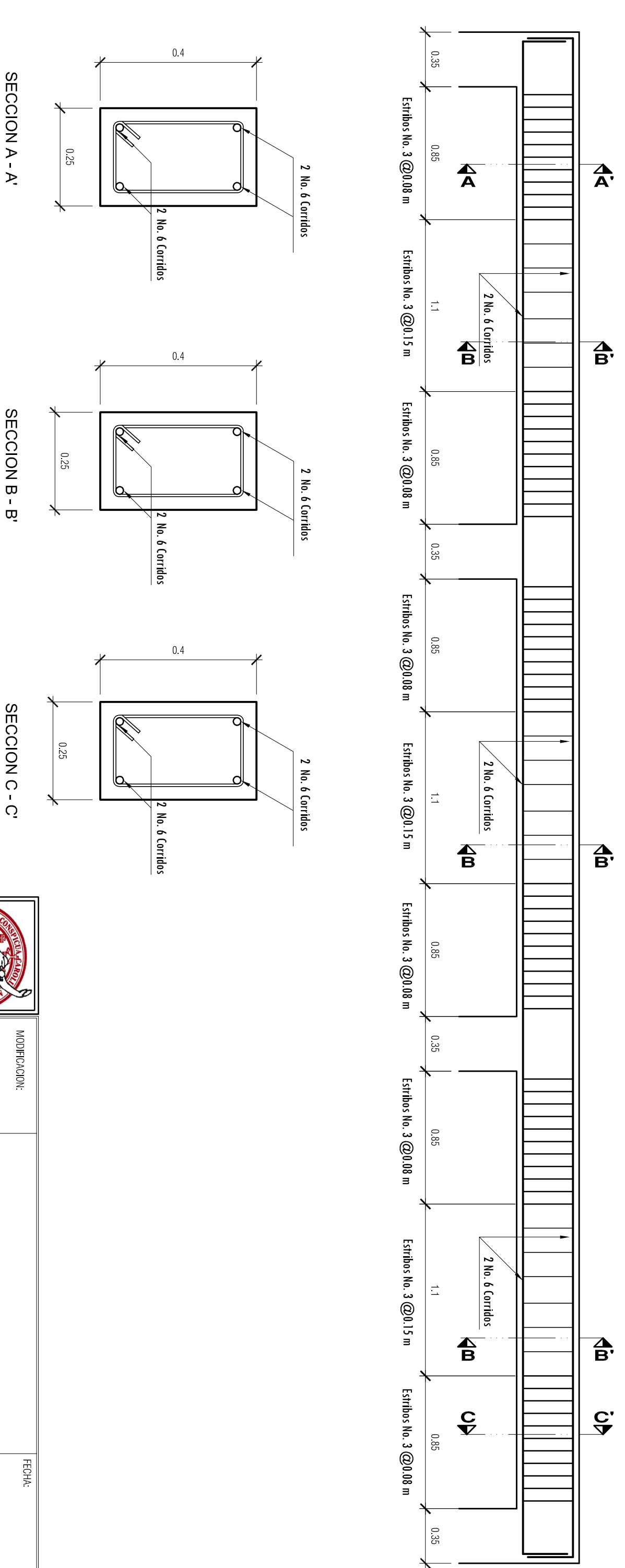
ESCALA DE VIGA: 1/25  
ESCALA SECCION: 1/10



### ARMADO DE VIGAS EJES SENTIDO Y

MODULO 3 - PRIMER NIVEL



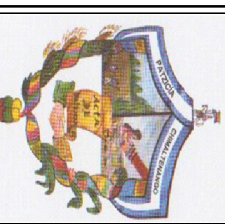
ESCALA DE VIGA: 1/25  
ESCALA SECCION: 1/10

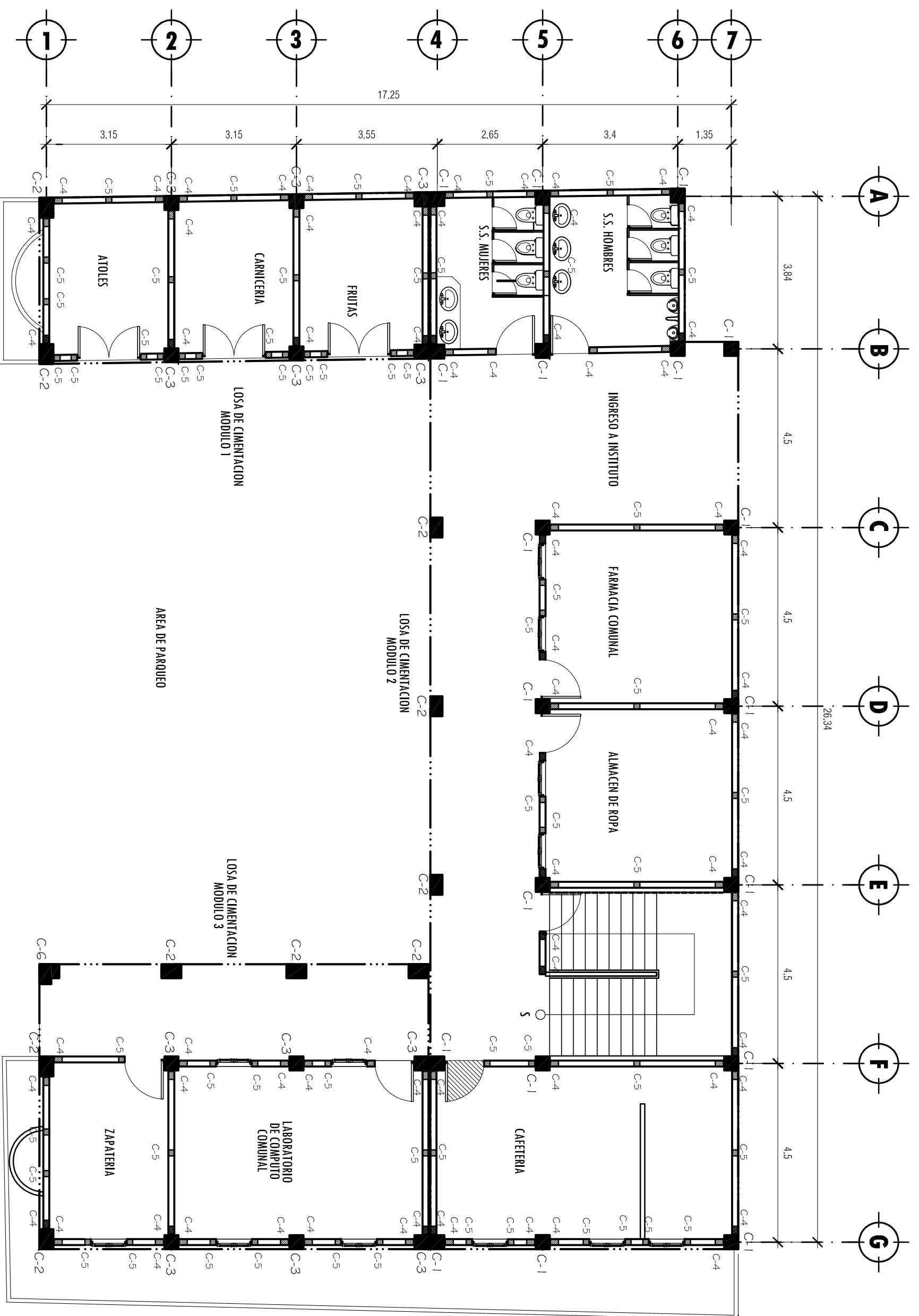


### ARMADO DE VIGAS EJES SENTIDO Y

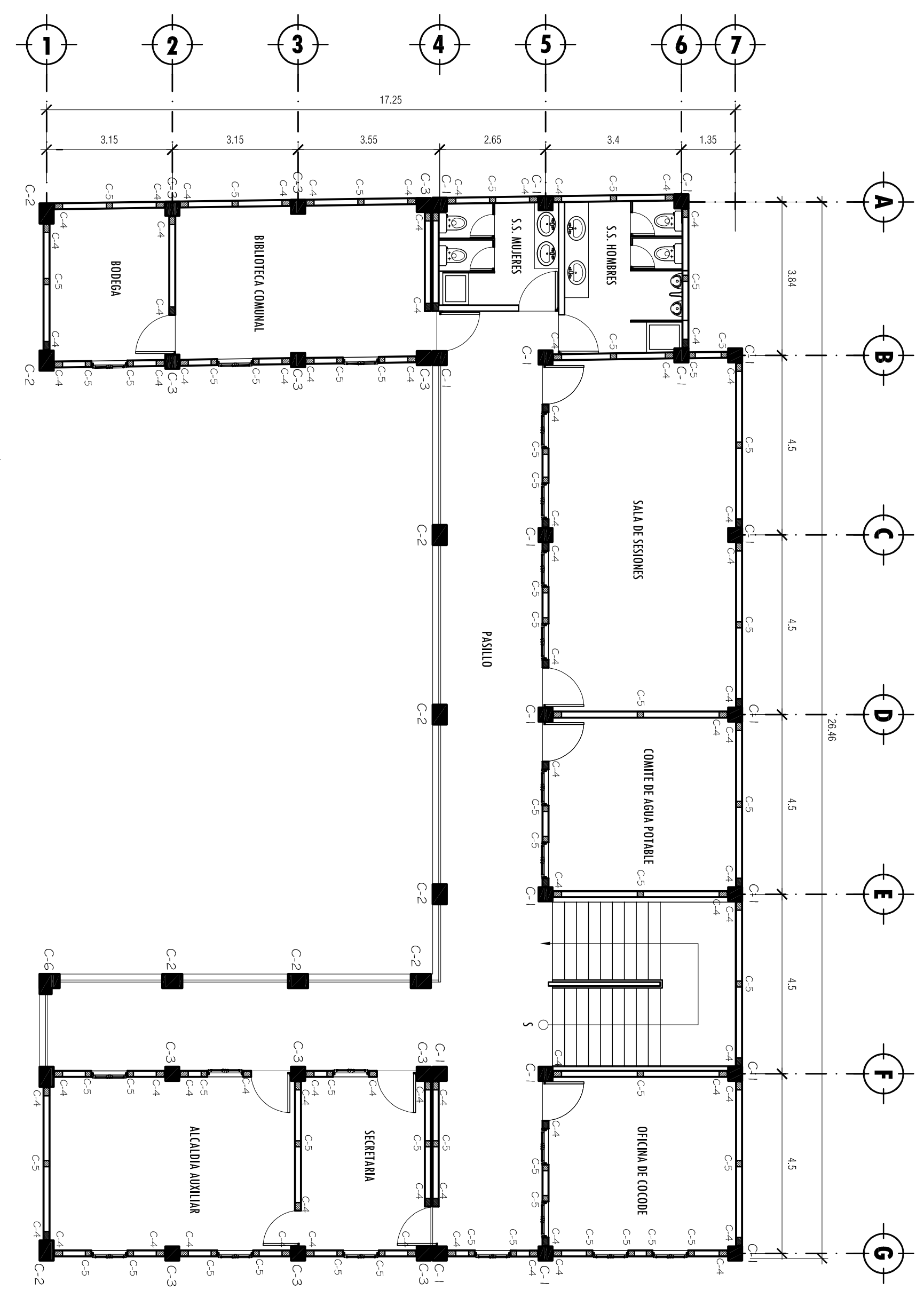
MODULO 3 - SEGUNDO NIVEL

ESCALA DE VIGA: 1/25  
ESCALA SECCION: 1/10

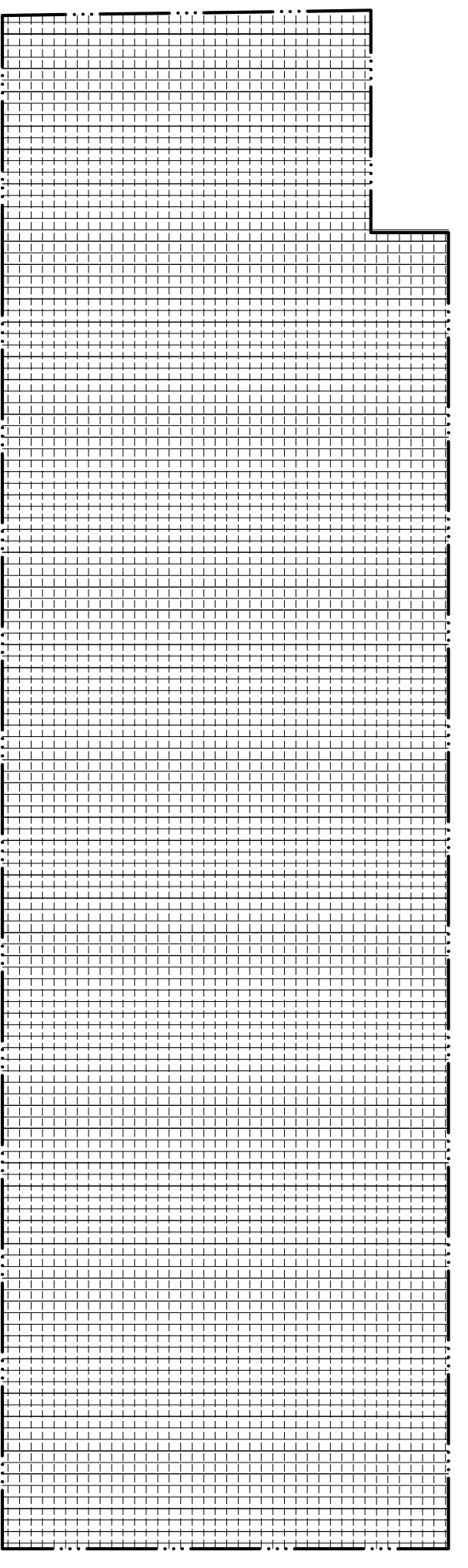
		
<b>AUXILIATURA MUNICIPAL EL CAMÁN</b>	<b>ARMADO DE VIGAS + DETALLES</b>	<b>MUNICIPALIDAD DE PAZIZCA, CHIMALTENANGO</b>
AUTOR: INGENIERO: YABO, ANSOZ	FECHA: ESCALA: INDICIA:	FECHA: ESCALA: INDICIA:
10	19	L. Fariña



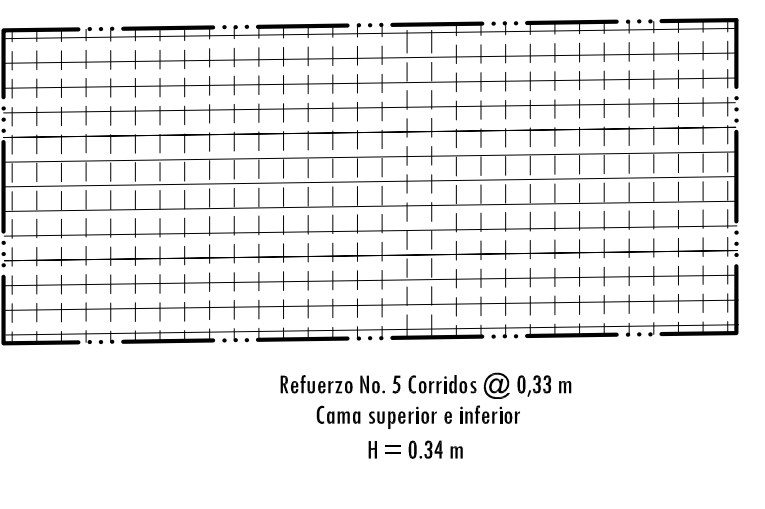
**PLANTA DE CIMENTACION**  
PRIMER NIVEL  
ESCALA 1/100



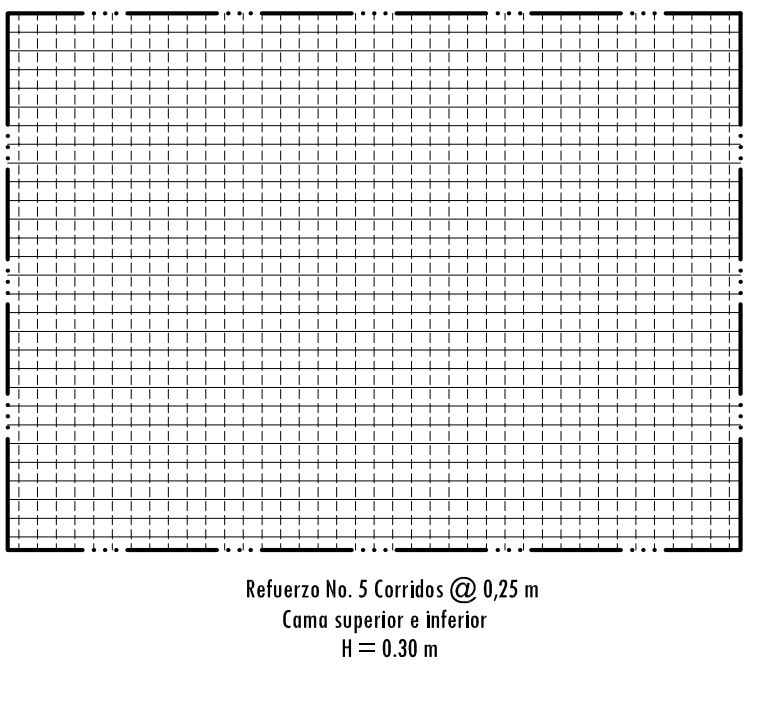
**PLANTA DE COLUMNAS**  
SEGUNDO NIVEL  
ESCALA 1/100



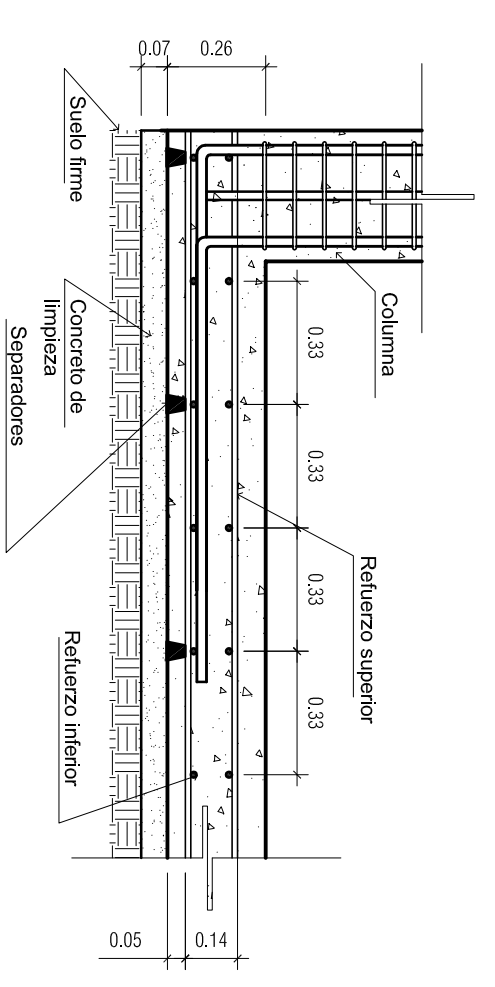
**LOSA DE CIMENTACION MODULO 2**  
Reinforo No. 5 Corridos @ 0.20 m  
Como superior e inferior  
H = 0.35 m



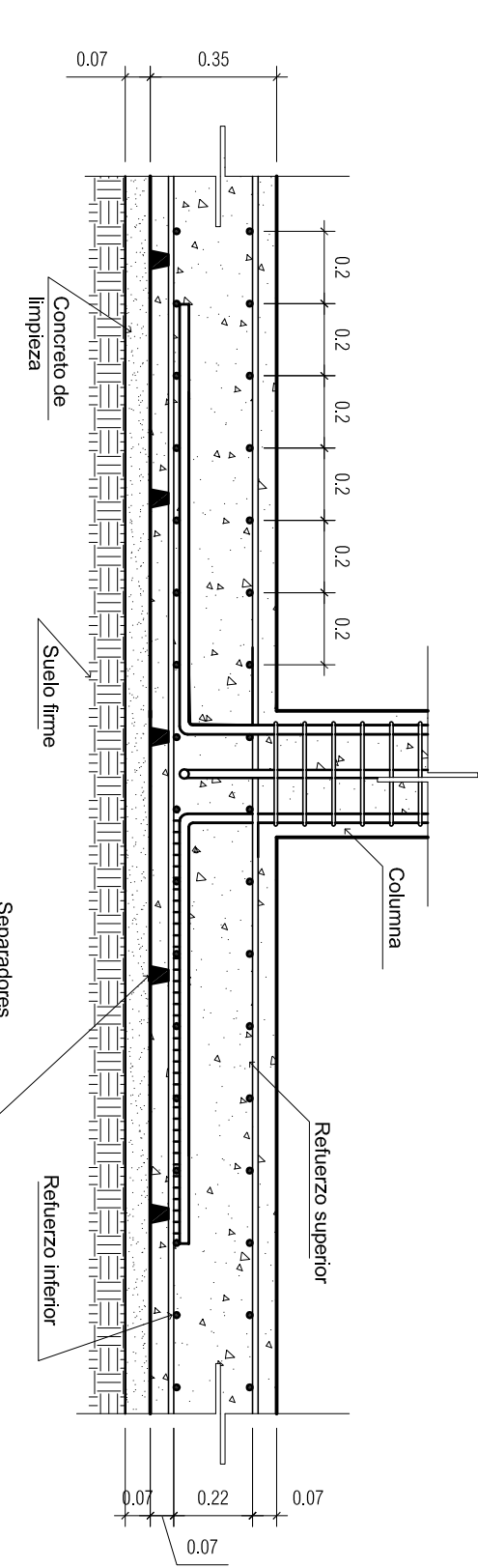
**LOSA DE CIMENTACION MODULO 1**  
Reinforo No. 5 Corridos @ 0.33 m  
Como superior e inferior  
H = 0.34 m



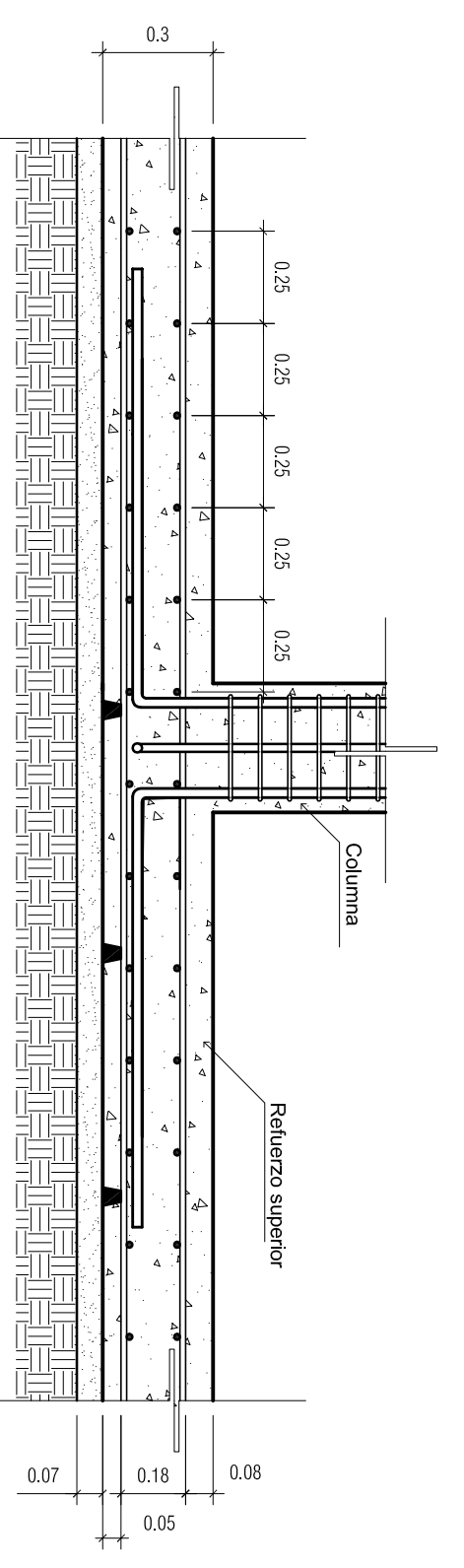
**LOSA DE CIMENTACION MODULO 3**  
Reinforo No. 5 Corridos @ 0.25 m  
Como superior e inferior  
H = 0.30 m



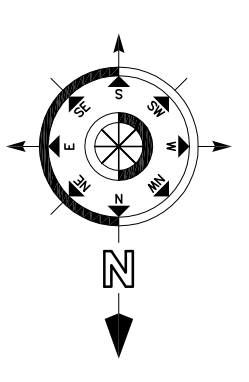
**LOSA DE CIMENTACION MODULO 1**  
ESCALA 1/20



**LOSA DE CIMENTACION MODULO 2**  
ESCALA 1/20

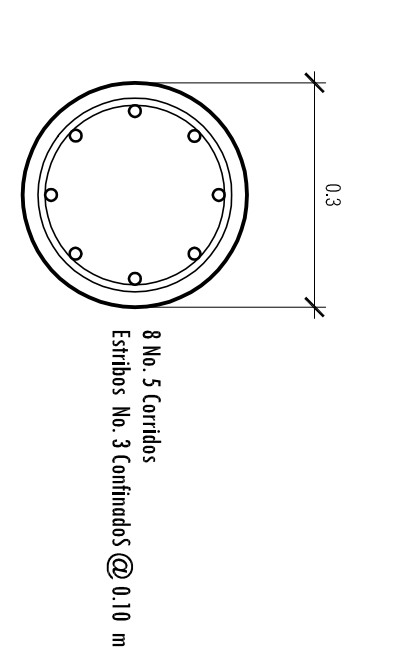
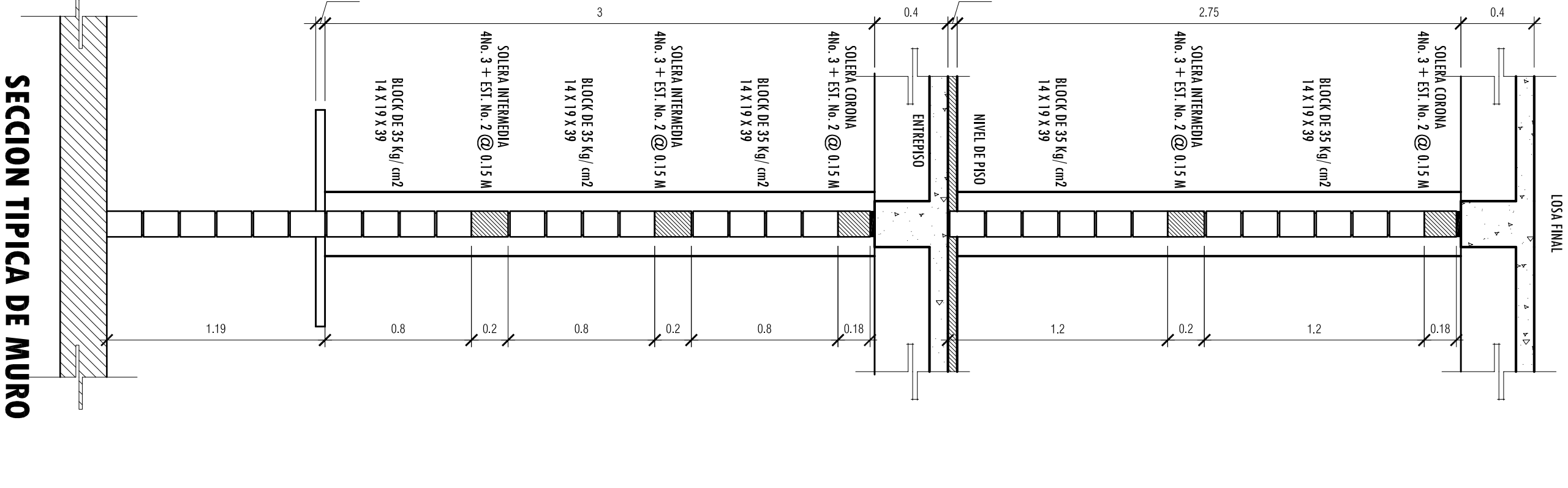
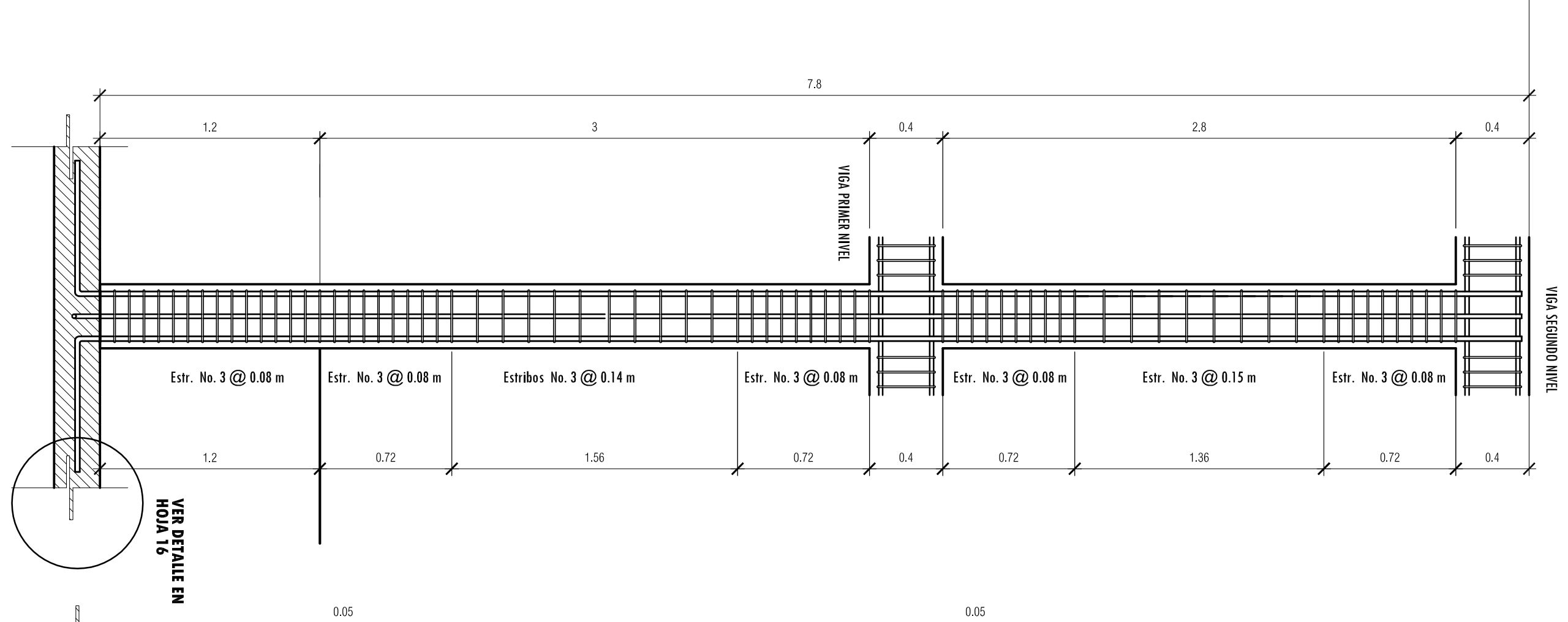
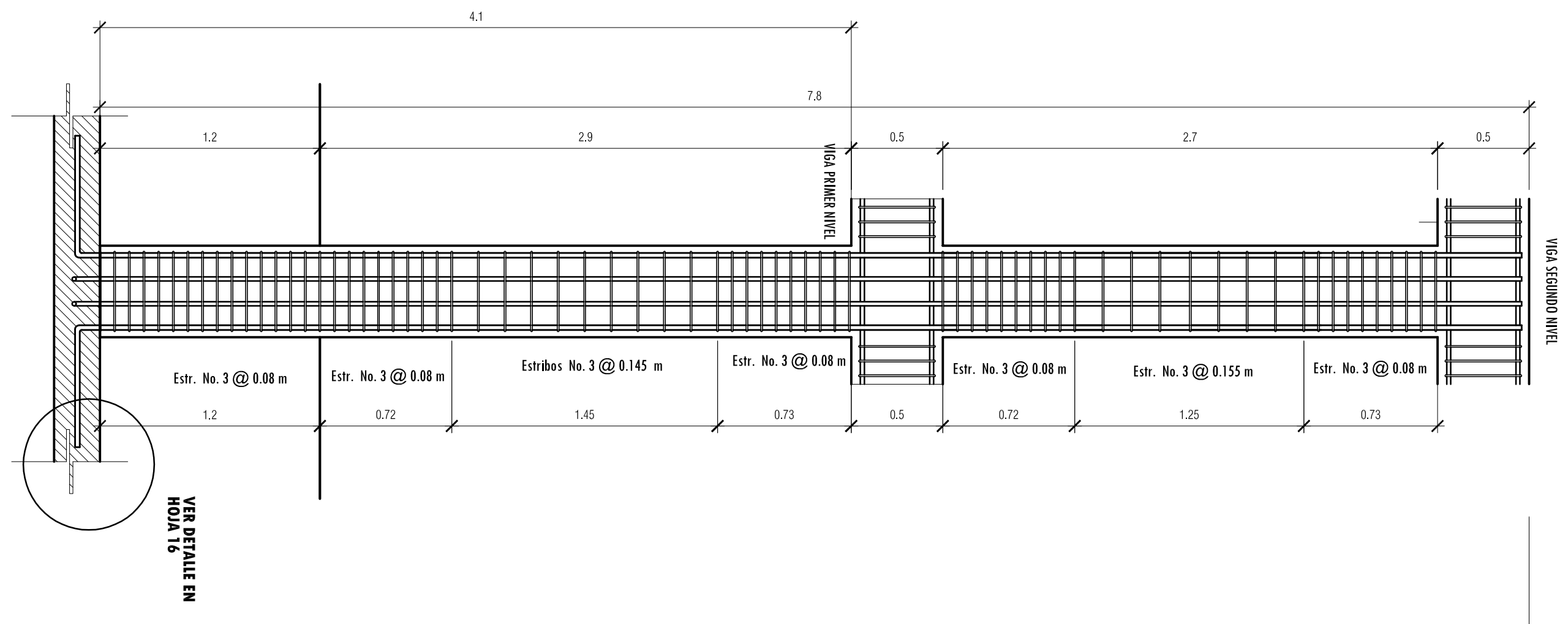
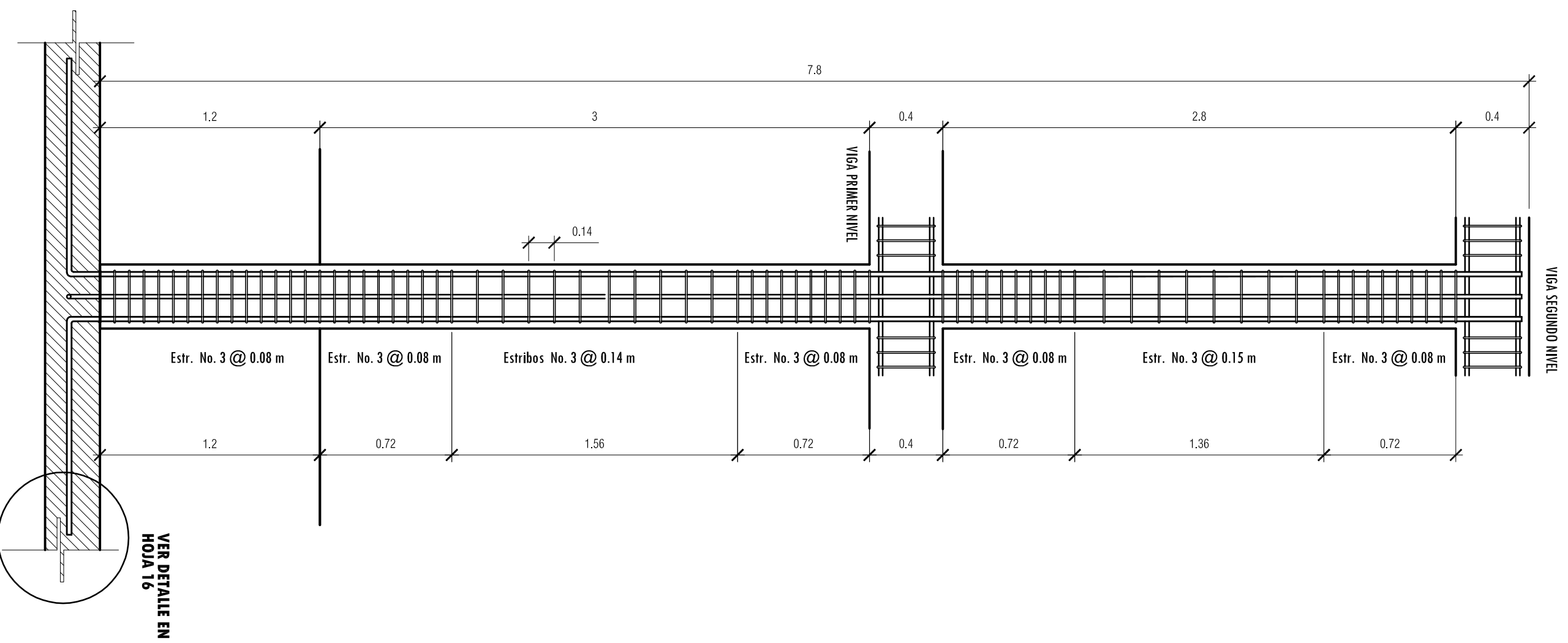


**LOSA DE CIMENTACION MODULO 3**  
ESCALA 1/20

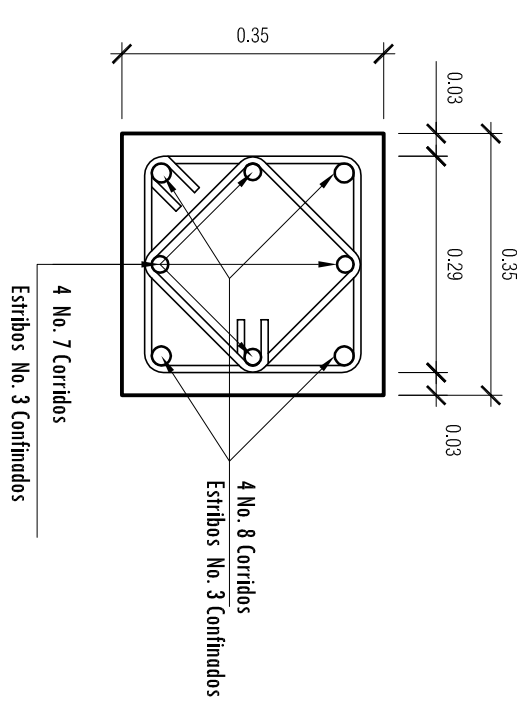


INDICACION:	FECHA:	INDICACION:	FECHA:
MODIFICACION:	SEPTIEMBRE 2012	MODIFICACION:	
OBSERVACIONES:		OBSERVACIONES:	
<b>PROYECTO:</b> <b>AUXILIATURA MUNICIPAL EL CAMÁN</b>		<b>PROYECTO:</b> <b>PLANTA DE CIMENTACION + DETALLES</b>	
<b>UBICACION:</b> ALDEA EL CAMÁN, PAZIZICA, CHIMALTENANGO		<b>INDICACION:</b> ESCALA: INDICADA	
<b>CONTRATO:</b> MUNICIPALIDAD DE PAZIZICA, CHIMALTENANGO		<b>INDICACION:</b> HOLA	
<b>PROYECTANTE:</b> VALB. ANSOZ		<b>INDICACION:</b> 11 / 19	
<b>PROYECTANTE:</b> VALB. ANSOZ		<b>INDICACION:</b> L. FERRERA	

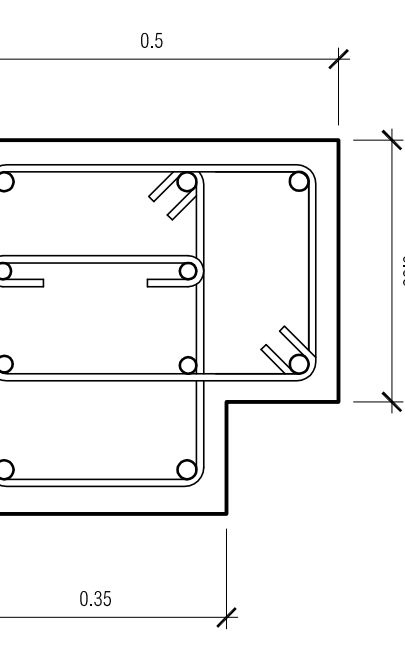
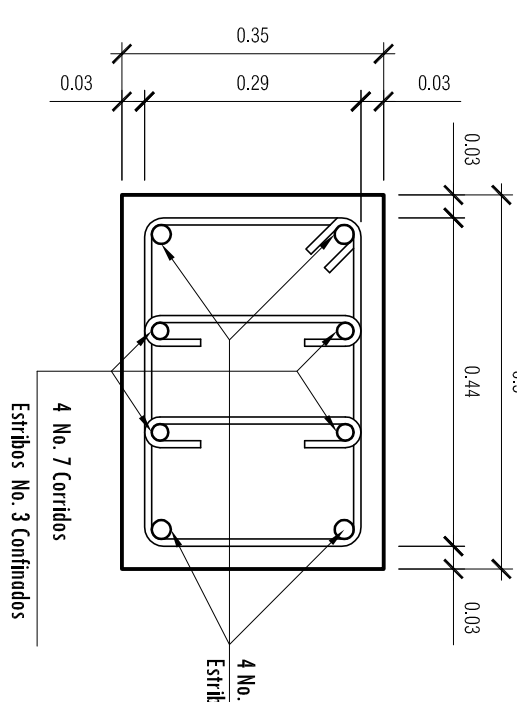




**COLUMNAS TIPO 1**  
ESCALA ELEV. 1/25  
ESCALA PLANTA. 1/25

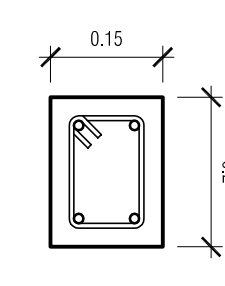
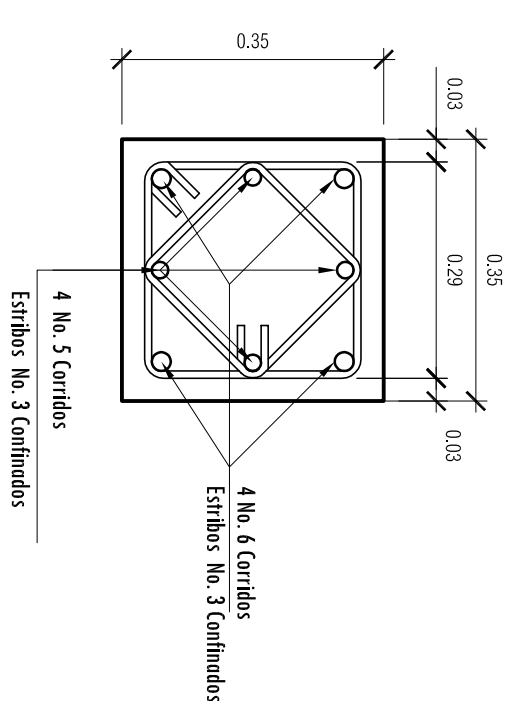


**COLUMNAS TIPO 2**  
ESCALA ELEV. 1/25  
ESCALA PLANTA. 1/25

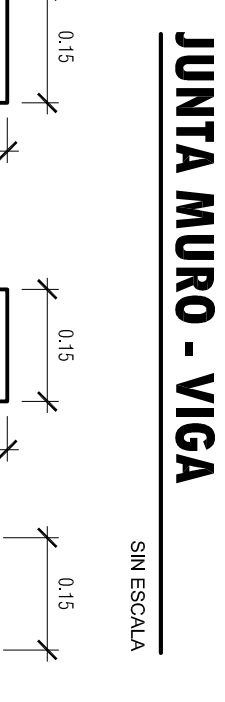
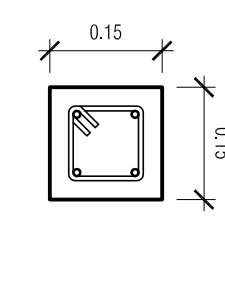


**COLUMNAS TIPO 6**  
ESCALA ELEV. 1/25  
ESCALA PLANTA. 1/25

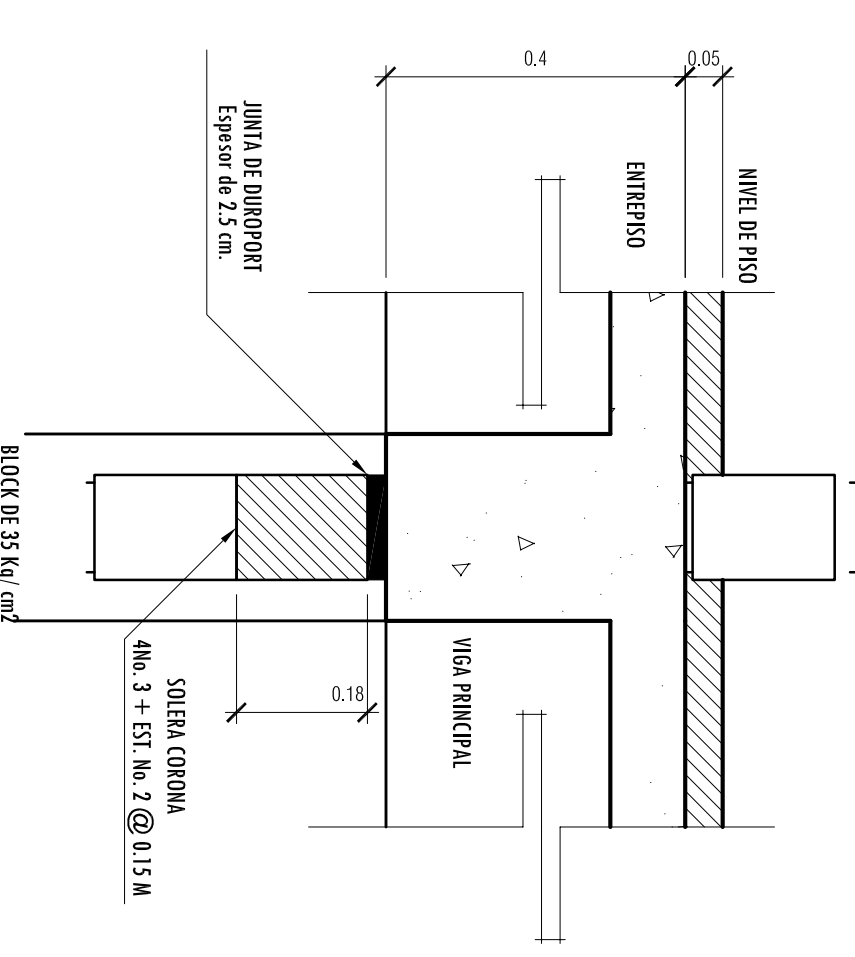
**COLUMNAS TIPO 3**  
ESCALA ELEV. 1/25  
ESCALA PLANTA. 1/25



**DETALLE DE COLUMNAS 4 Y 5**  
ESCALA 1/10



**JUNTA MURO - VIGA**  
SIN ESCALA



**SECCION TIPICA DE MURO**  
ESCALA 1/25



**DETALLE DE SOLERAS**  
ESCALA 1/10

**ESPECIFICACIONES:**

EL REFUERZO A UTILIZAR SERA VARILLAS DE ACERO CORRUPTO GRADO 60 (4200 kg/cm<sup>2</sup>) Y DEBERA CUMPLIR CON LO ESTIPULADO EN LAS DISPOSICIONES DE LA NORMA ASTM A633M. (SECCION 3.0.3. ACI 318-09).

EL ESPACIAMIENTO DE LA PRIMERA ESTRIBO DE CONFINAMIENTO EN LA PARTE SUPERIOR DE LA COLUMNA SE COLOCARA A 5 cm DEL REFUERZO LONGITUDINAL DE LA VIGA. SEGUN LAS DISPOSICIONES DEL ACI 318S-08, SECCION 21.3.3.2

EL DOBLEZ PARA LAS PATAS DE LAS COLUMNAS SOBRE ZAPATAS SERA DE 90° Y SU LONGITUD DEBERA SER NO MENOR DE 60 cm (ACI 318S-08, SEC. 12.3.2)

EL GANCHO DE DOBLEZ PARA LOS ESTRIBOS SERA COMO MINIMO DE 7.5 cm (ACI 318S-08, SECCION 21.3.3.5).

TODO EL REFUERZO A EMPLEARSE DEBE DOBLARSE EN FRIO (VER SECCION 7.3, ACI 318-09)

LA SUPERFICIE DEL ACERO DEBE ESTAR LIBRE DE TODA SUSTANCIA QUE REDUZCA LA ADHERENCIA ENTRE EL CONCRETO Y EL ACERO SEGUN LA SECCION 7.4, ACI 318-08

EL ACERO DE REFUERZO DEBERA ESTAR ADECUADAMENTE ASEGURADO CON PRECISION ANTES DEL COLOCADO DEL CONCRETO (SECCION 7.5, ACI 318-09).

EL ESPACIAMIENTO ENTRE ESTRIBOS ES EL QUE SE ENCUENTRA INDICADO EN LOS PLANOS.

EL RECUBRIMIENTO MINIMO DE CONCRETO SOBRE EL ACERO DE REFUERZO SERA EL INDICADO EN PLANOS PERO NUNCA MENOR QUE 2.5 cm (VER SECCION 7.7.1, ACI 318-09).

LA LONGITUD DE LOS EMPALMES EN EL ACERO DE REFUERZO EN NINGUN CASO DEBERA SER MENOR A 0.30 m (SEGUN SECCION 12.15 Y 12.16, ACI 318-09).

EL CONCRETO A UTILIZAR SERA DE PESO NORMAL CON UN  $f_c$  210 kg/cm<sup>2</sup> Y DEBERA CUMPLIR CON LO REQUERIDO POR LAS NORMAS ASTM C33

EL TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO PARA EL CONCRETO SERA COMO SE ESPECIFICA EN LA SECCION 3.3.2 DEL ACI 318-08 Y DEBERA CUMPLIR CON LO REQUERIDO POR LA NORMA ASTM C33.

EL AGUA EMPLEADA EN EL MEZCLADO DEL CONCRETO DEBERA CUMPLIR CON LO REQUERIDO EN LAS NORMAS ASTM C1602M.

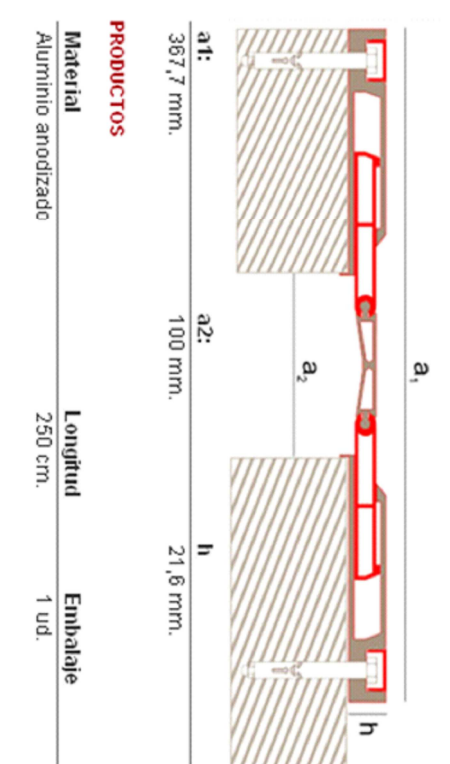
LA FORMALETA PARA LA LOS DEBERA SER HERMETICO PARA IMPEDIR LA FUGA DEL MORTERO. DEBERAN ESTAR ADECUADAMENTE ASEGURADAS PARA ASEGURAR SU FUNCIONAMIENTO (SECCION 6.12 A.1.6, 1.6, ACI 318-09).

LA FORMALETA PODRA SER RETIRADA ANTES DE LOS 28 DIAS DEL VERTIDO DEL CONCRETO. SIEMPRE Y CUANDO EL RESPONSABLE DE LA SUPERVISION DE LA OBRA LO AUTORICE.

TODO EL BLOQUE A EMPLEARSE DEBERA ESTAR DE ACUERDO A LOS REQUERIMIENTOS DE LAS NORMAS COGUANOR 41054.

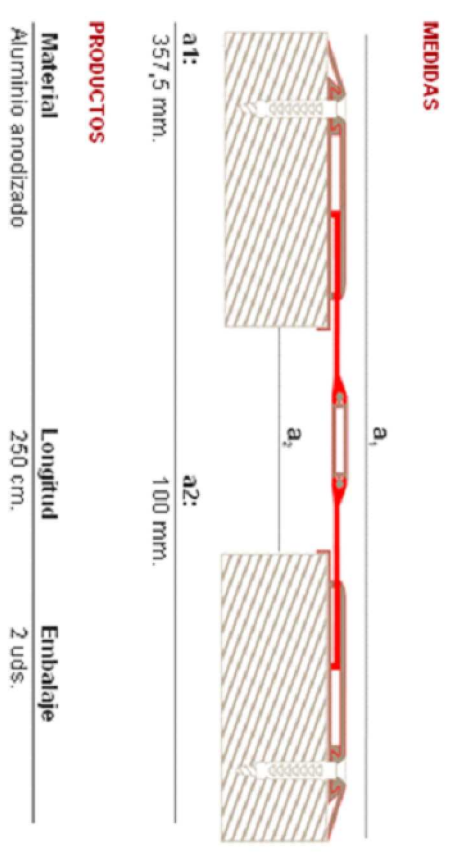
LA PROPORCION DEL MORTERO PARA LAS JUNTAS DE LAS PIEZAS DE BLOQUE DEBERA DE ESTAR DE ACUERDO A LAS NORMAS COGUANOR O ASTM.

TODO LOS MUROS QUEDARAN SEPARADOS DE LAS COLUMNAS Y VIGAS ESTRUCTURALES UNA DISTANCIA DE 2.5 cm. ESTA SEPARACION DEBERA DE LLEVAR UNA JUNTA DE DUREPORT DEL MISMO GROSOR.



Material	Longitud	Entibado
Aluminio anodizado	250 cm.	1 uid.

**JUNTA SISMICA EN PISO**  
SIN ESCALA



**CARACTERISTICAS TECNICAS**

Aleación	6063	Al. y ASTM
Resistencia al fuego	L-3441	UNE 38-301-89
Resistencia a la abrasión	NO	UNE 23-727-90
Solidez a la luz	Muy buena	
Apariencia y color	Excecente	
Trazado - Comprimido	EN 12373-1	
Carga hasta rotura manual	+/- 65 mm	AD 302, 18-89
Carga hasta rotura manual	6000 N	AD 3608-92
Carga hasta rotura manual	50000 N (sin rotura)	AMNE

**JUNTA SISMICA EN COLUMNAS**  
SIN ESCALA

**AUXILIATURA MUNICIPAL EL CAMAÑ**

DETALLE DE COLUMNAS

MUNICIPALIDAD DE PAIZOZA, CHIMALTENANGO

FECHA: SEPTIEMBRE 2012

ESCALA: INDICADA

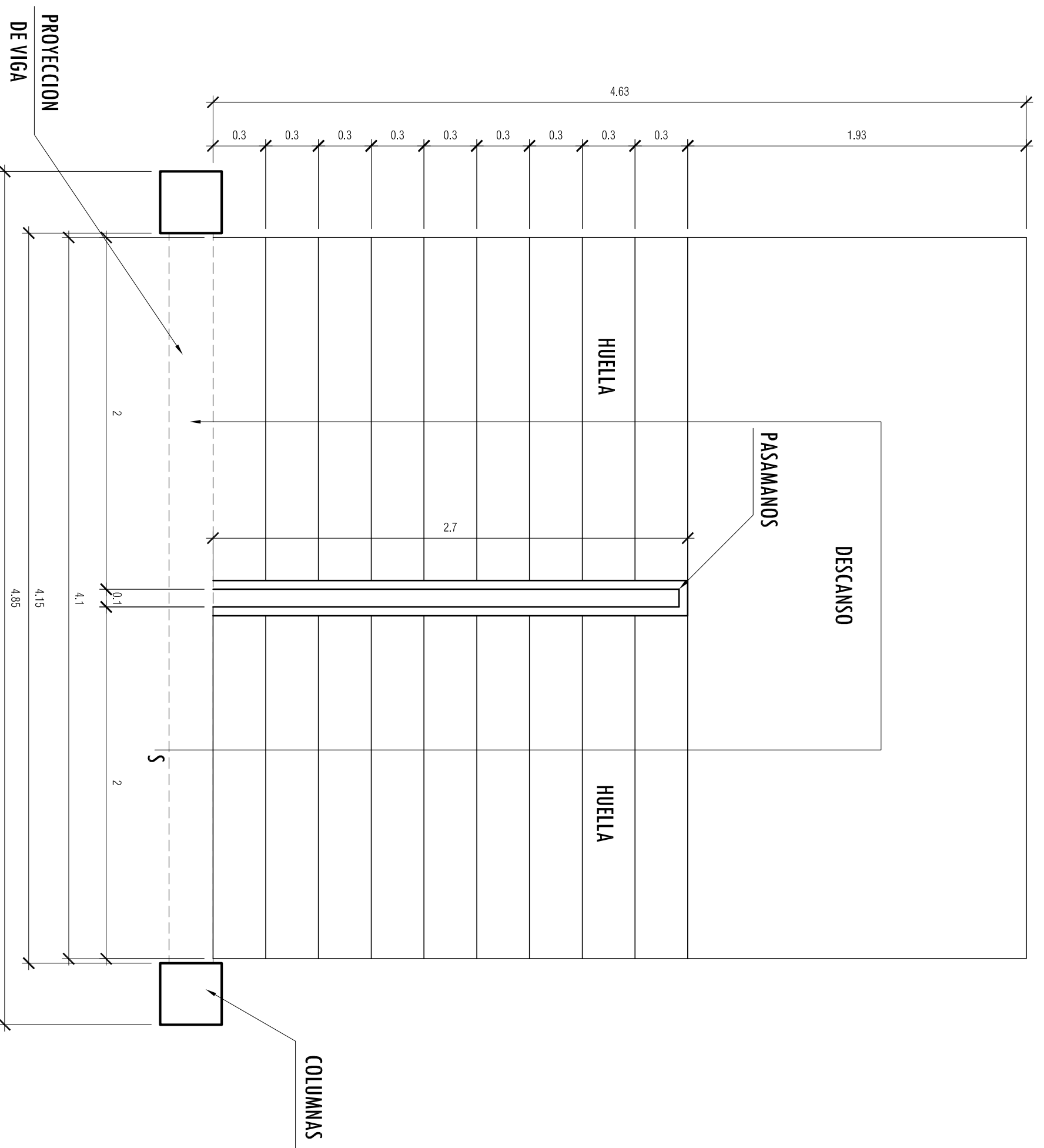
HOJA: 12

19

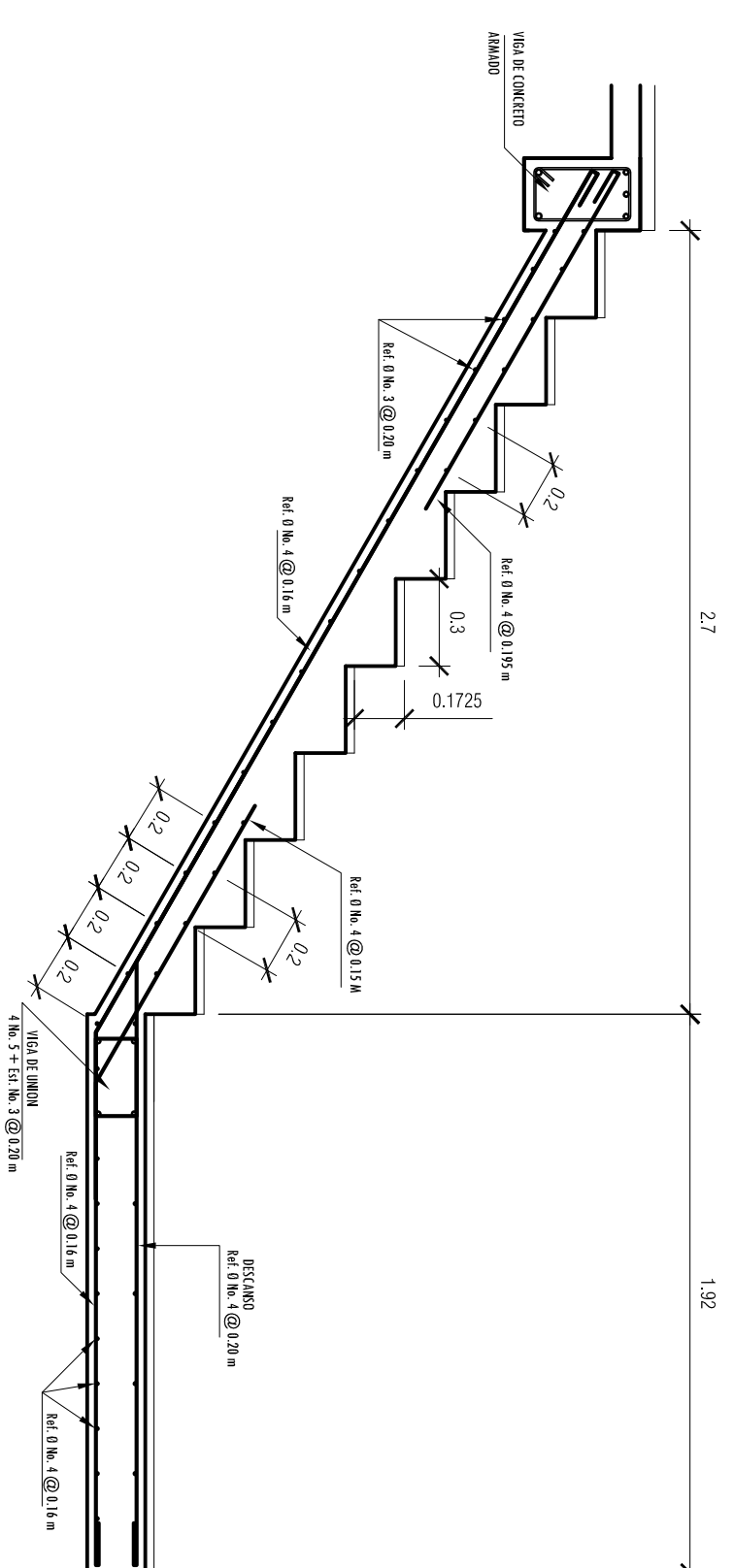
YABO, ANTON

L. Espelha

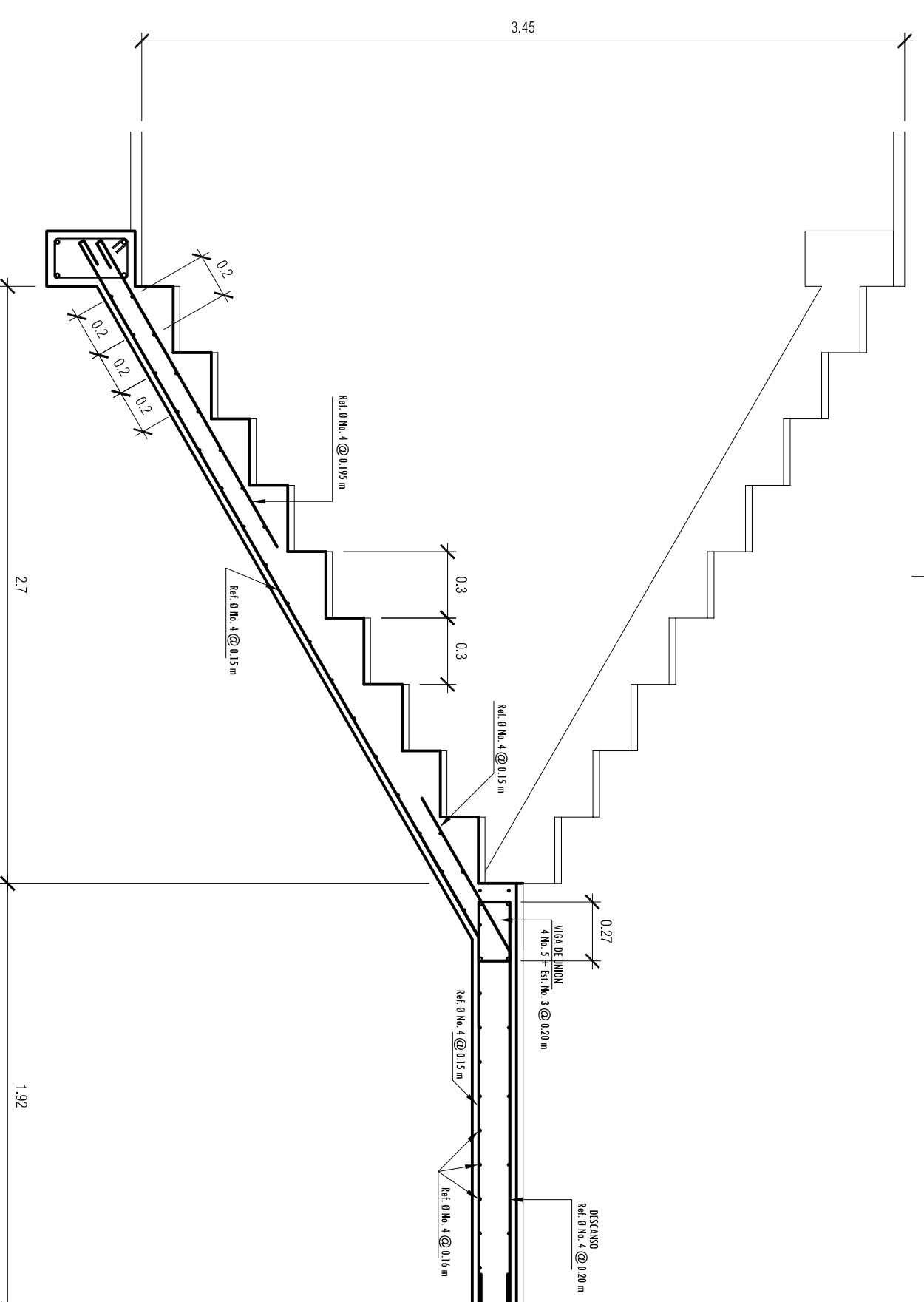




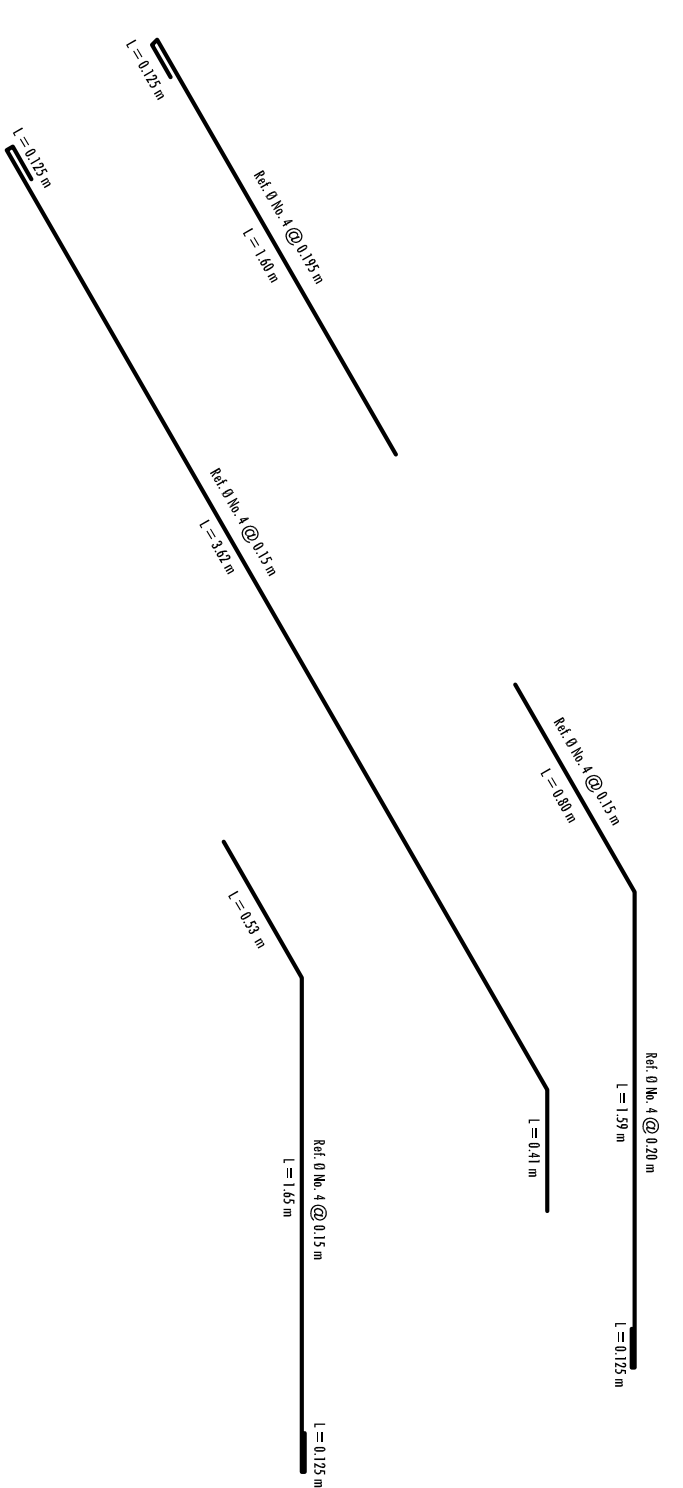
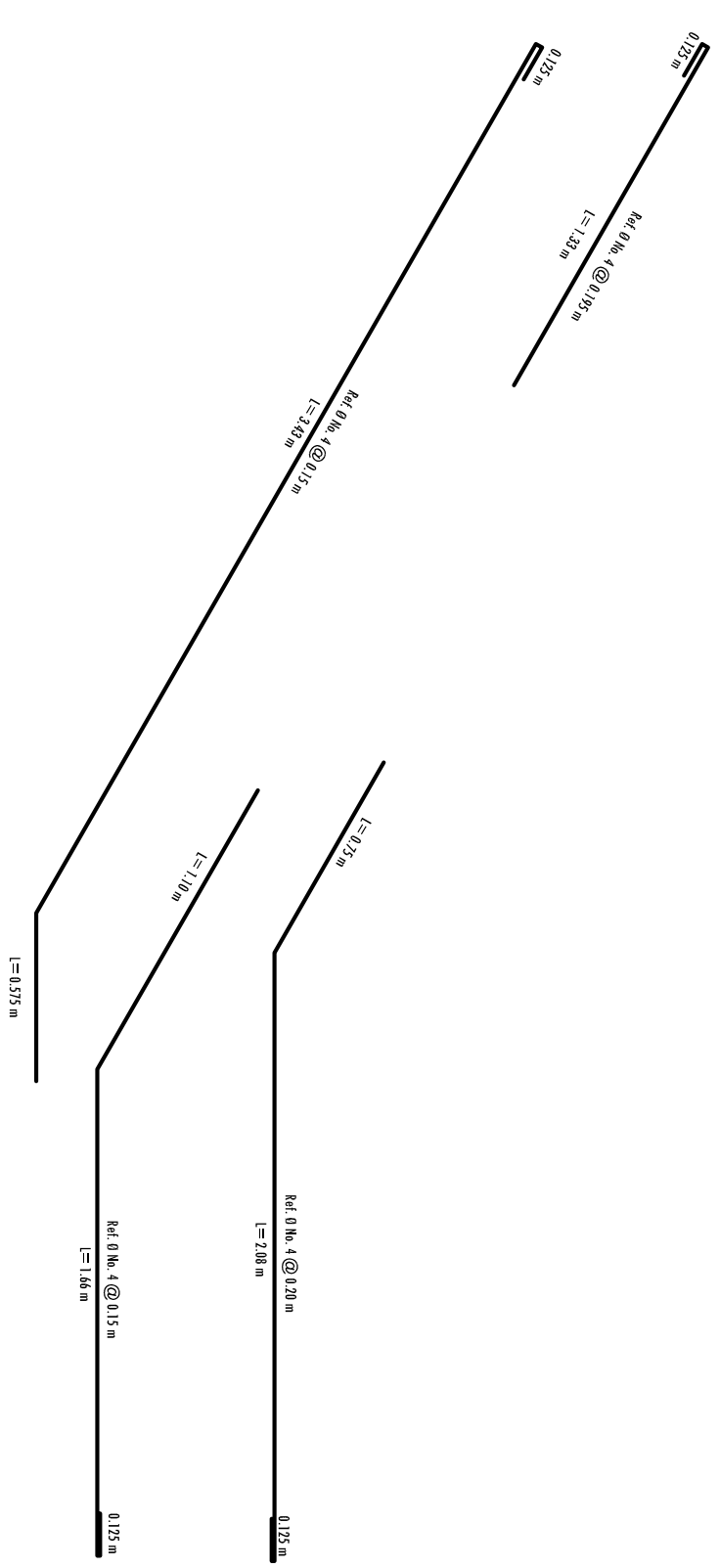
**PLANTA DE GRADAS**  
FACHADA OESTE  
ESCALA 1/25



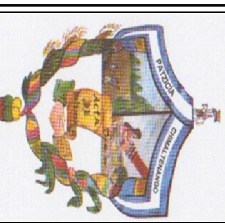


**SECCION SUPERIOR**  
MODULO DE GRADAS  
ESCALA 1/25



**SECCION INFERIOR**  
MODULO DE GRADAS  
ESCALA 1/25



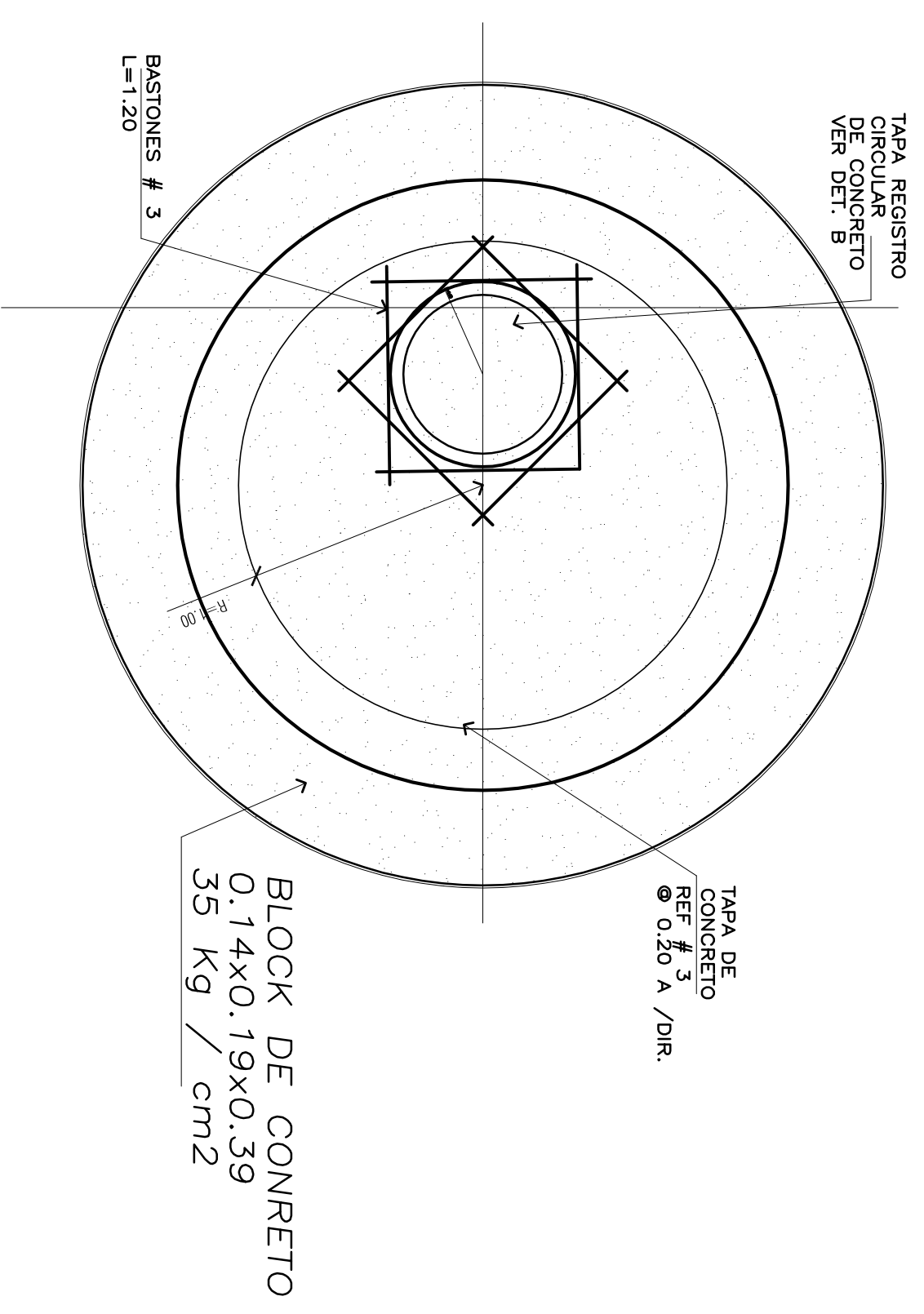
					
<p><b>AUXILIATURA MUNICIPAL EL CAMÁN</b></p>					
<p>PROYECTO: <b>PLANTA DE GRADAS + DETALLES</b></p>			<p>FECHA: <b>13</b></p>		
<p>UBICACION: <b>MUNICIPALIDAD DE PAZIZA, CHIMALTENANGO</b></p>			<p>ESCALA: <b>1/25</b></p>		
<p>COMUNIDAD: <b>ALDEA EL CAMÁN, PATZ'UJ, CHIMALTENANGO</b></p>			<p>INDICADA</p>		
<p>PROYECTANTE: <b>YABO, ANSOZ</b></p>			<p>FECHA: <b>19</b></p>		
<p>INDICACIONES:</p>			<p>FECHA:</p>		
<p>MODIFICACIONES:</p>			<p>FECHA:</p>		
<p>OBSERVACIONES:</p>			<p>FECHA:</p>		





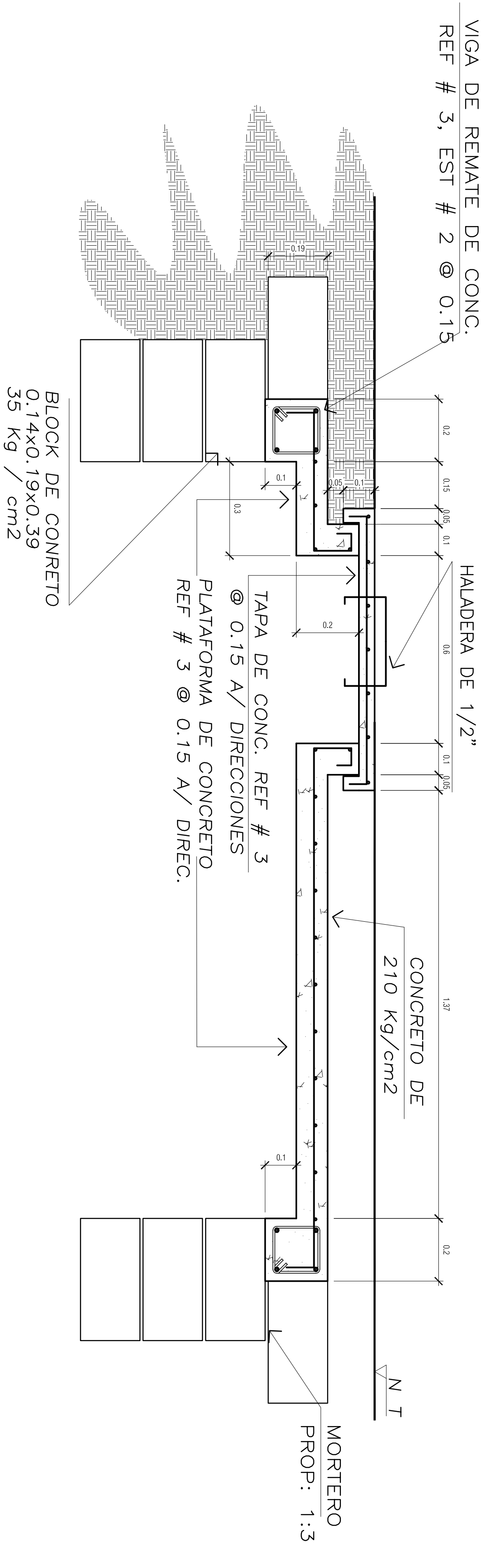






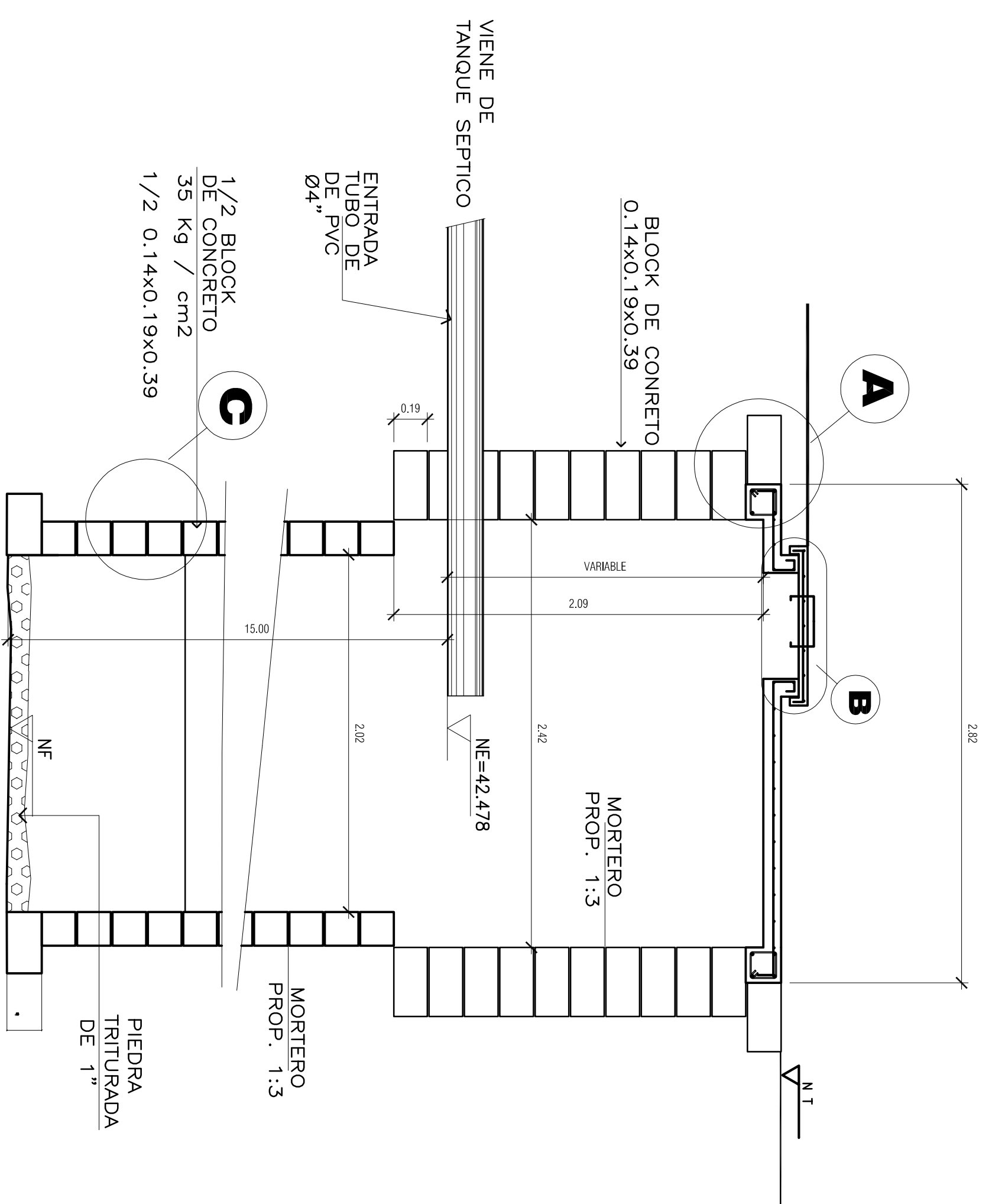
## PLANTA DE POZO DE ABSORCION

ESCALA 1/25



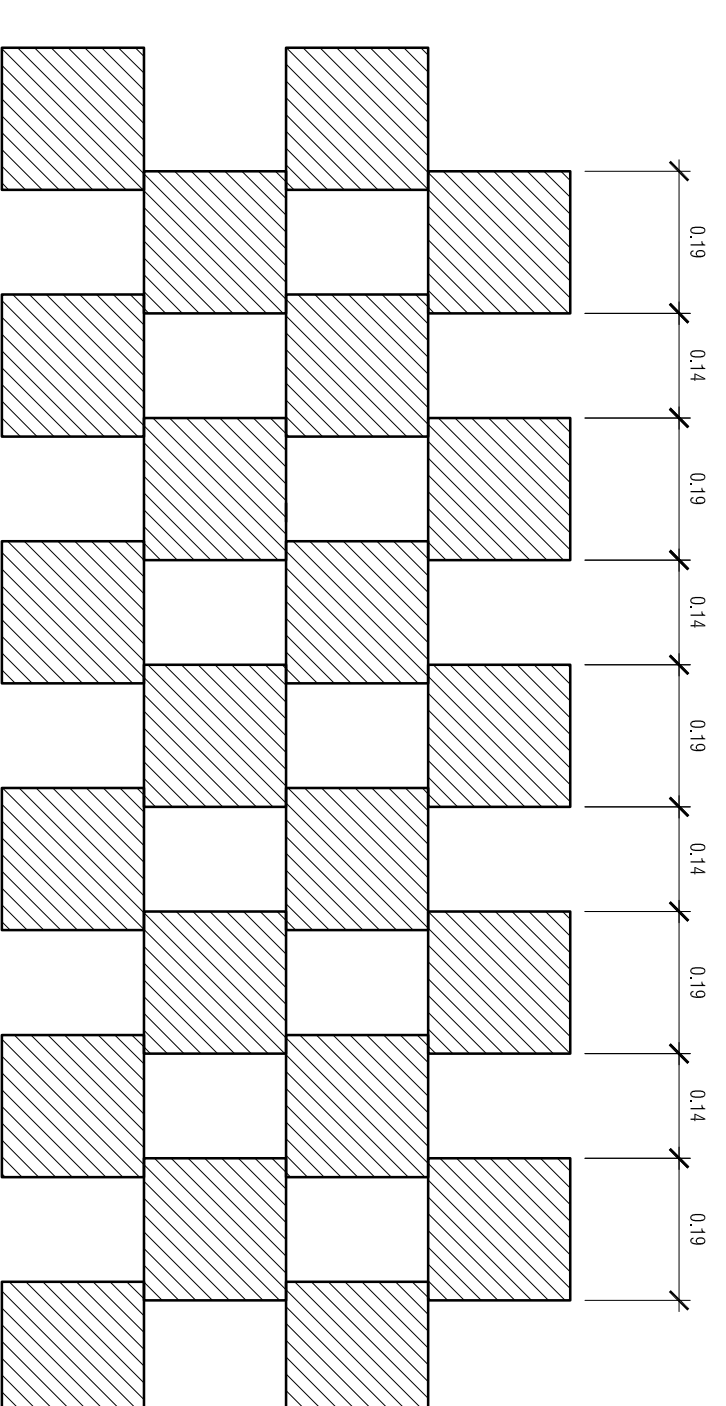
## DETALLE DE A Y B

ESCALA 1/10





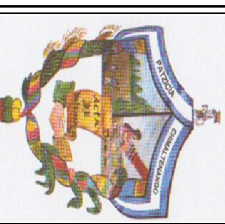
## SECCION DE POZO DE ABSORCION

ESCALA 1/25



## DETALLE DE C

ESCALA 1/10

					
INDICACION:	FECHA:	INDICACION:	FECHA:	INDICACION:	FECHA:
MODIFICACION:	SEPTIEMBRE 2012	MODIFICACION:		MODIFICACION:	
OBSERVACIONES:		OBSERVACIONES:		OBSERVACIONES:	
<b>PROYECTO:</b> <b>AUXILIATURA MUNICIPAL EL CAMÁN</b>			<b>PROYECTO:</b> <b>AUXILIATURA MUNICIPAL EL CAMÁN</b>		
<b>UBICACION:</b> ALDEA EL CAMÁN, PAZIZICA, CHIMALTENANGO			<b>UBICACION:</b> ALDEA EL CAMÁN, PAZIZICA, CHIMALTENANGO		
<b>CONTRATO:</b> POZO DE ABSORCION + DETALLES			<b>CONTRATO:</b> POZO DE ABSORCION + DETALLES		
<b>PROYECTANTE:</b> MUNICIPALIDAD DE PAZIZICA, CHIMALTENANGO			<b>PROYECTANTE:</b> MUNICIPALIDAD DE PAZIZICA, CHIMALTENANGO		
VALB. ANON			VALB. ANON		
L. Heredia			L. Heredia		
16			19		







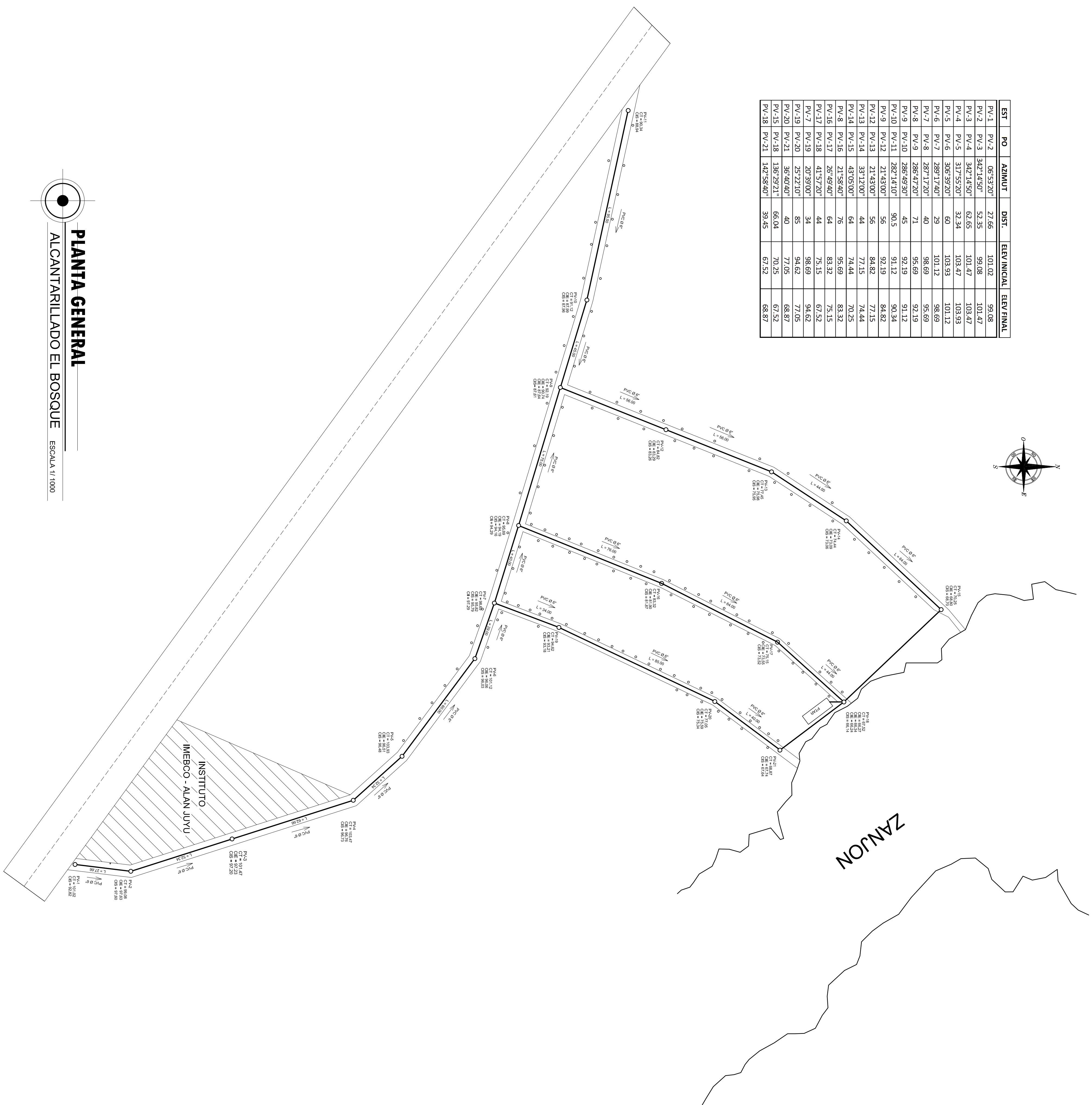
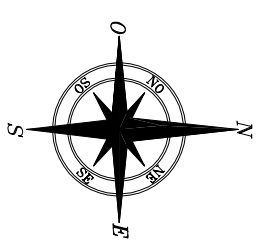






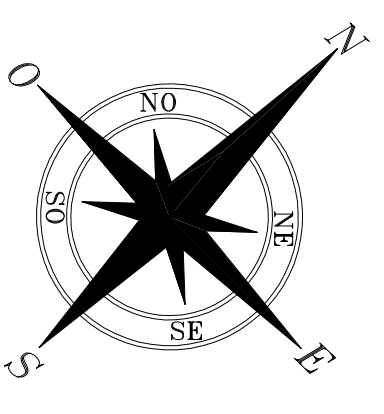
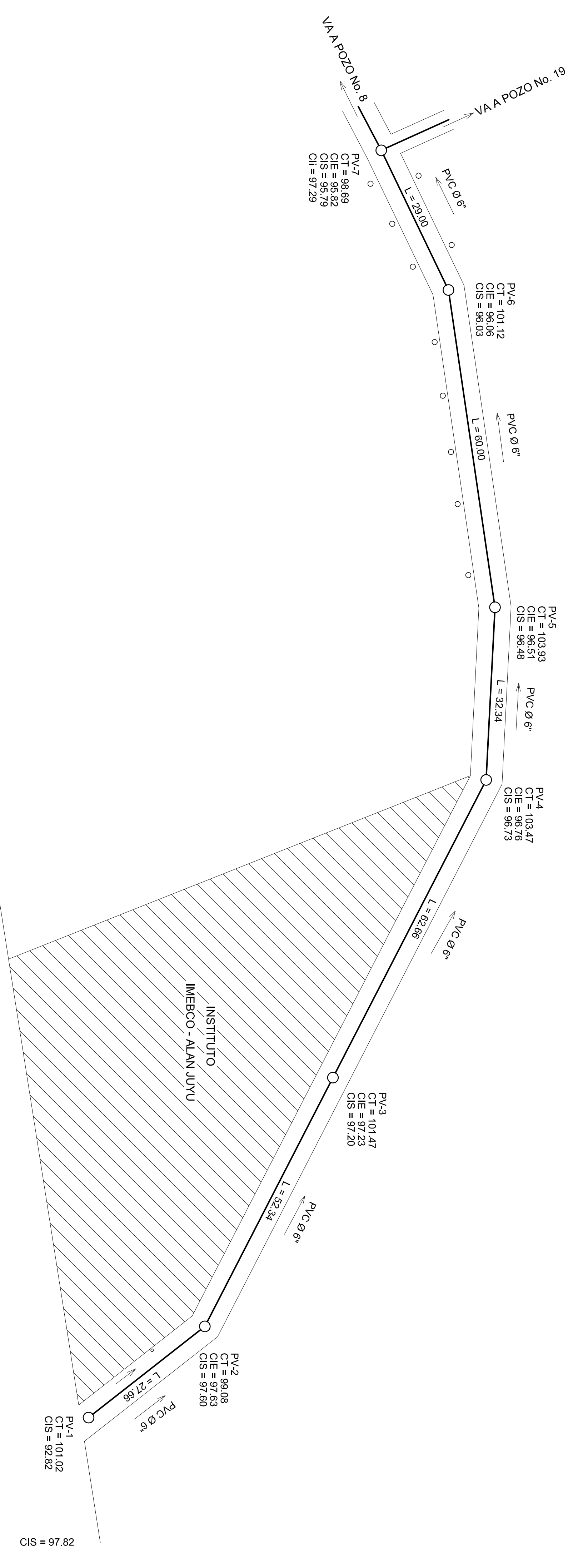


EST	PO	AZIMUT	DIST.	ELEV INICIAL	ELEV FINAL
PV-1	PV-2	06°53'20"	27,66	101,02	99,08
PV-2	PV-3	342°14'50"	52,35	99,08	101,47
PV-3	PV-4	342°14'50"	62,65	101,47	103,47
PV-4	PV-5	317°55'20"	32,34	103,47	103,93
PV-5	PV-6	306°39'20"	60	103,93	101,12
PV-6	PV-7	289°17'40"	29	101,12	98,69
PV-7	PV-8	287°17'20"	40	98,69	95,69
PV-8	PV-9	286°47'20"	71	95,69	92,19
PV-9	PV-10	286°49'30"	45	92,19	91,12
PV-10	PV-11	282°14'10"	90,5	91,12	90,34
PV-11	PV-12	21°43'00"	56	92,19	84,82
PV-12	PV-13	21°43'00"	56	84,82	77,15
PV-13	PV-14	331°21'00"	64	77,15	74,44
PV-14	PV-15	43°05'00"	64	74,44	70,25
PV-15	PV-16	43°05'00"	64	70,25	67,52
PV-16	PV-17	21°58'40"	76	67,52	64
PV-17	PV-18	26°49'40"	64	64	63,32
PV-18	PV-19	41°57'20"	44	63,32	67,52
PV-19	PV-20	20°39'00"	34	67,52	94,62
PV-20	PV-21	25°22'10"	85	94,62	94,62
PV-21	PV-18	36°40'40"	40	94,62	68,87
PV-18	PV-21	142°58'40"	39,45	67,52	68,87

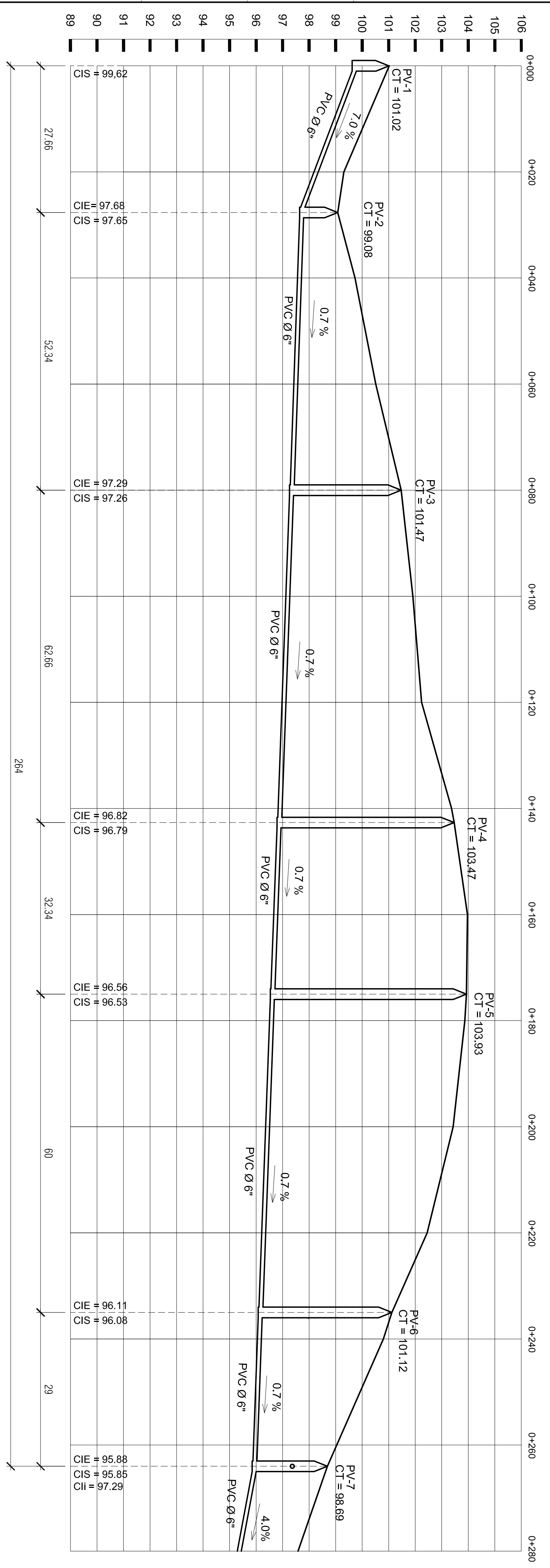


**PLANTA GENERAL**  
ALCANTARILLADO EL BOSQUE ESCALA 1/1000

<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>	FECHA: SEPTIEMBRE 2012
UBICACION: SECTOR EL BOSQUE ZONA 2 PATIZA, CHIMALTENANGO	ESCALA: INDICADA
COMANDO: PLANTA GENERAL DE ALCANTARILLADO	HOJA: 01
PROYECTANTE: MUNICIPALIDAD DE PATIZA, CHIMALTENANGO	09
V.B. Anzor	L. Espino



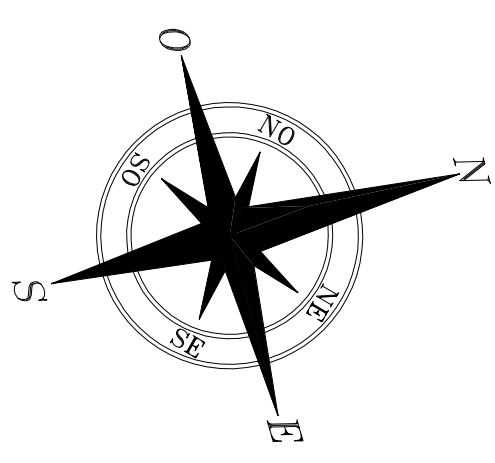
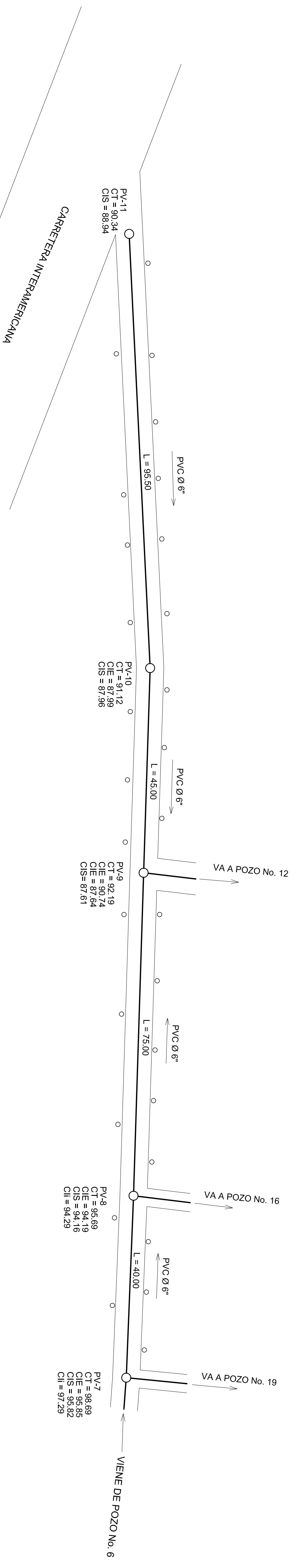
**PLANTA PV-1 A PV-7**  
ALCANTARILLADO EL BOSQUE  
ESCALA 1/500



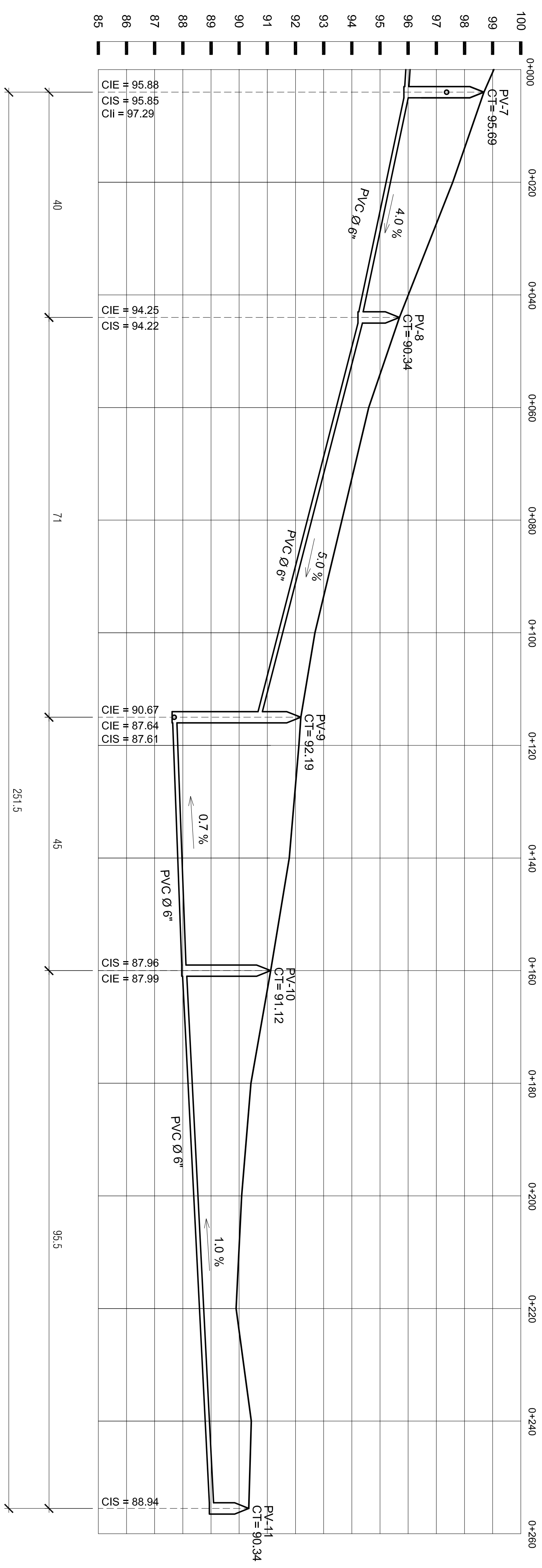
**PERFIL PV-1 A PV-7**  
ALCANTARILLADO EL BOSQUE  
ESCALA 1/500

<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>	
UBICACION: SECTOR EL BOSQUE, ZONA 2, PATIZCA, CHIMALTENANGO	FECHA: SEPTIEMBRE 2012
CONTENIDO: PLANTA-PERFIL PV-1 A PV-7	ESCALA: INDICADA
PROYECTANTE: MUNICIPALIDAD DE PATIZCA, CHIMALTENANGO	HOJA: 02
V.Bn. Autor	L. Espinosa





**PLANTA PV-7 A PV-11**  
 ALCANTARILLADO EL BOSQUE ESCALA 1/500

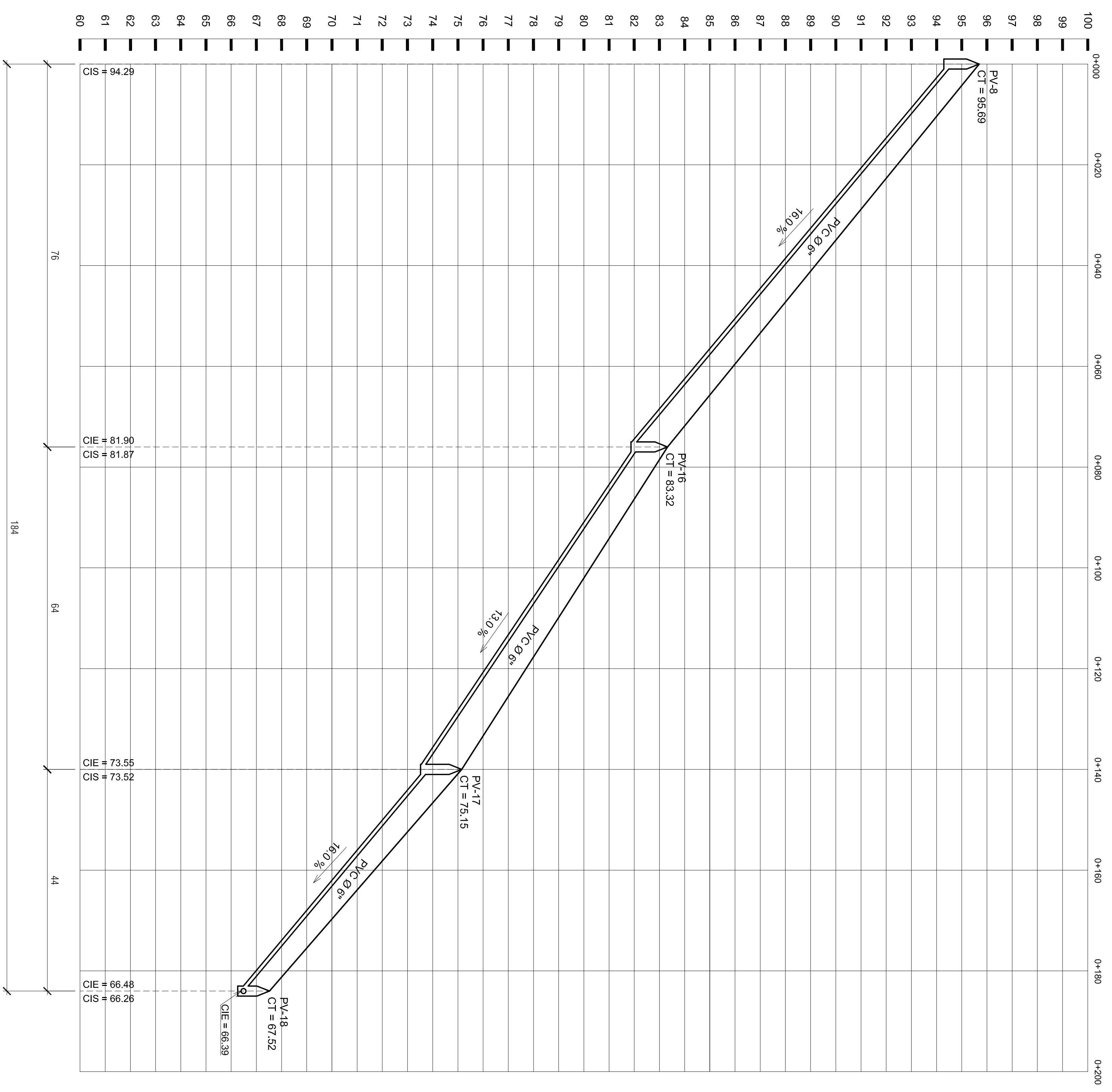


**PERFIL PV-7 A PV-11**  
 ALCANTARILLADO EL BOSQUE ESCALA 1/500

<b>INDICACION:</b> MODIFICACION: OBSERVACIONES:	FECHA: FECHA:	<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b> SECTOR EL BOSQUE ZONA 2 PATIZIA, CHIMALTENANGO PLANTA-PERFIL PV-7 A PV-11 MUNICIPALIDAD DE PATIZIA, CHIMALTENANGO	
<b>PROYECTO:</b> ALCANTARILLADO SANITARIO	FECHA: SEPTIEMBRE 2012	ESCALA: INDICADA	HORA: 03 / 09
AUTOR: V. B. Amoz	L. Espino		

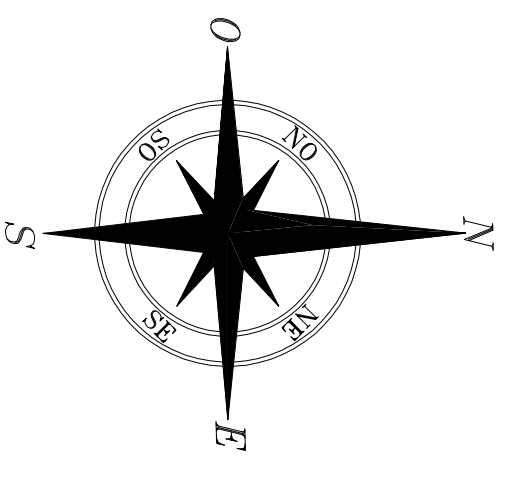
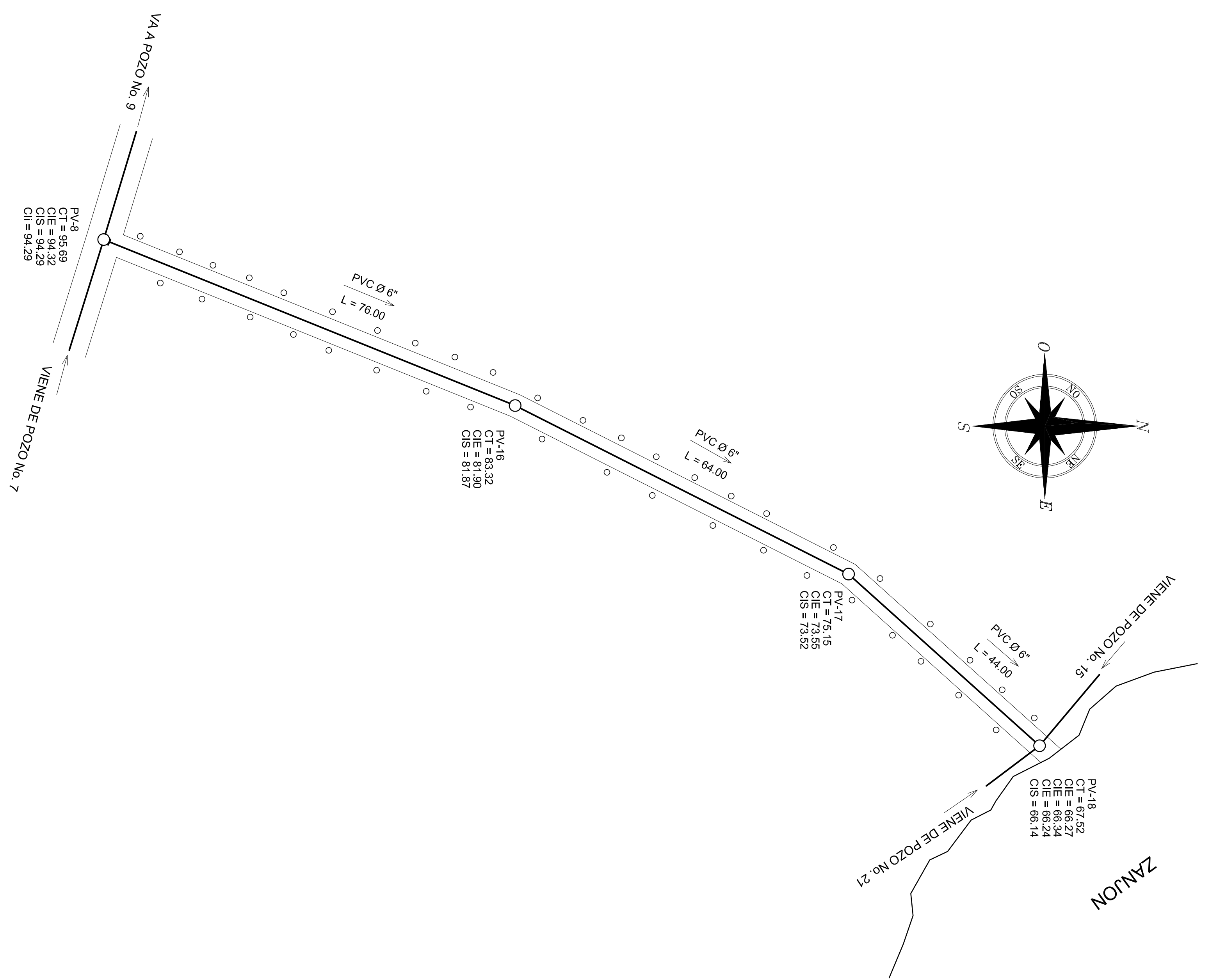




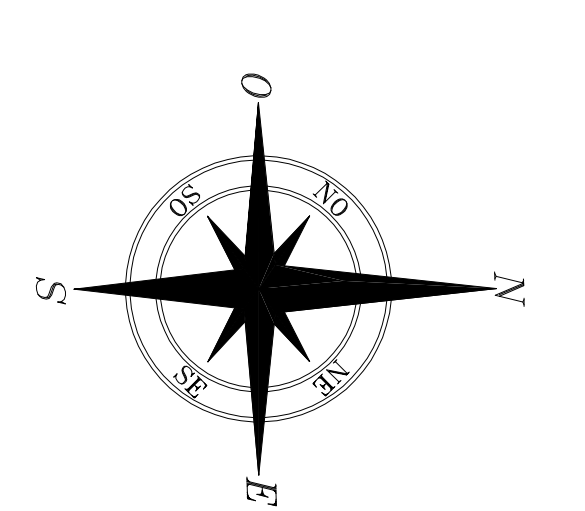
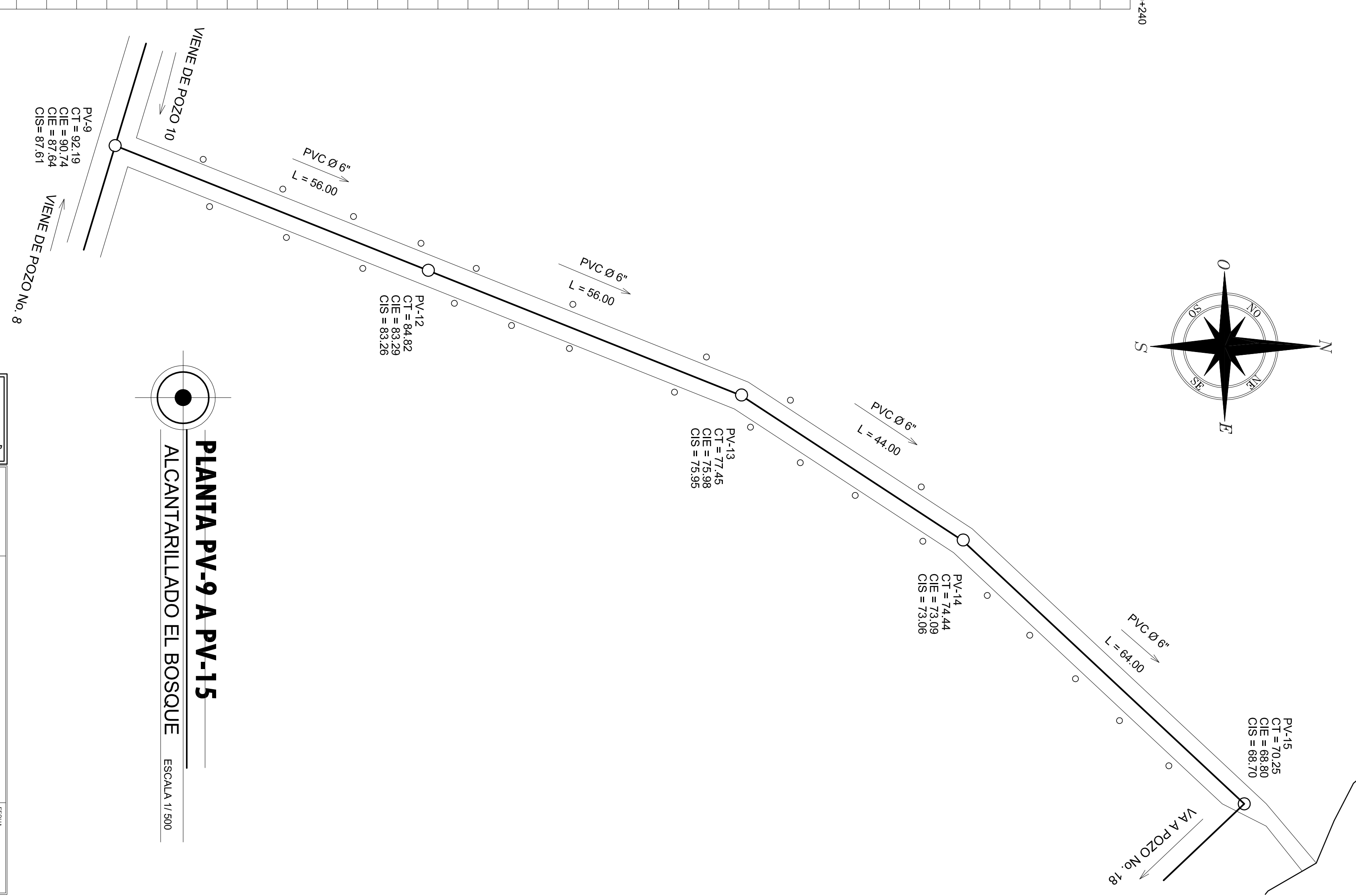
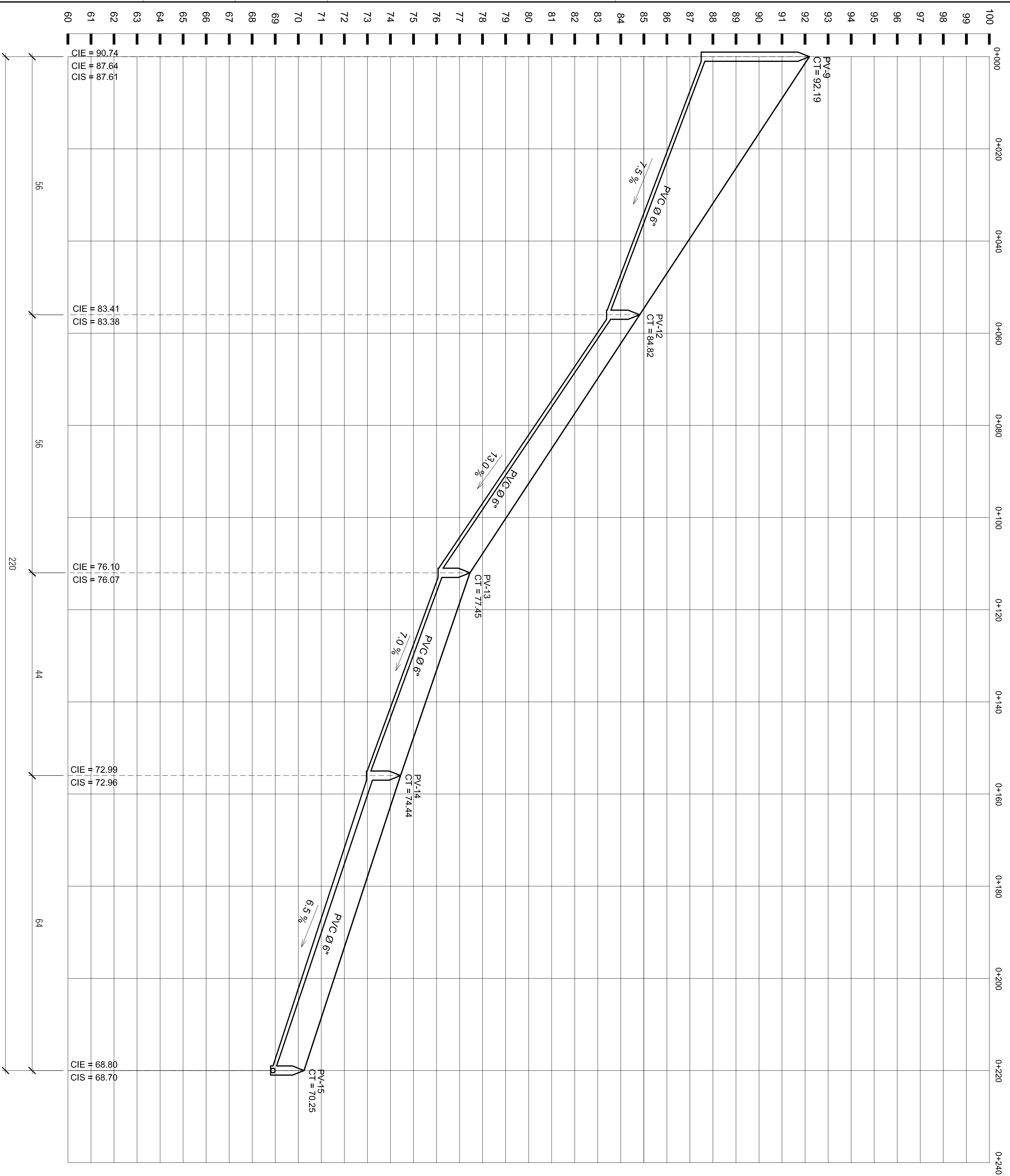


**PERFIL PV-8 A PV-18**  
 ALCANTARILLADO EL BOSQUE ESCALA 1/500

**PLANTA PV-8 A PV-18**  
 ALCANTARILLADO EL BOSQUE ESCALA 1/500



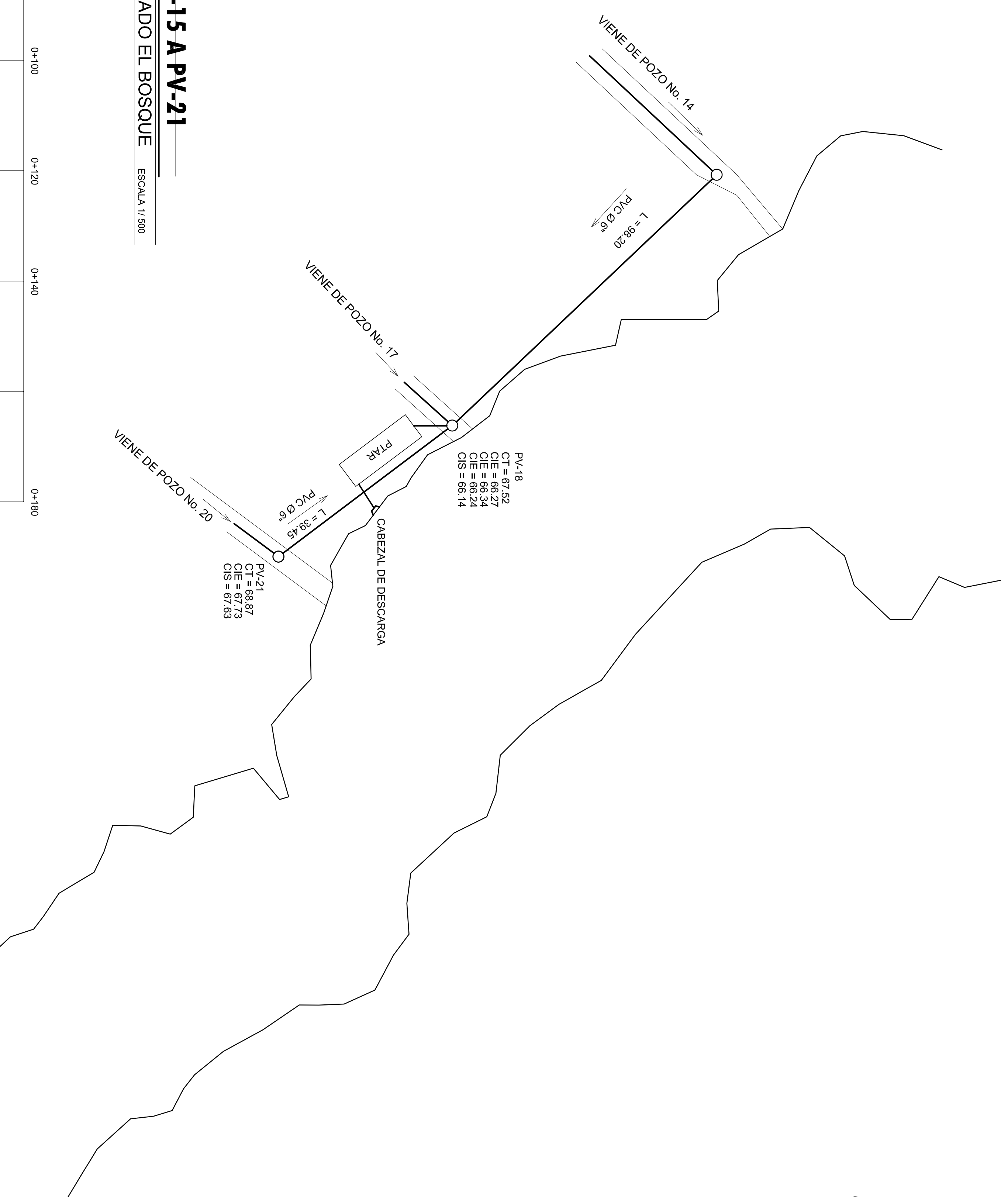
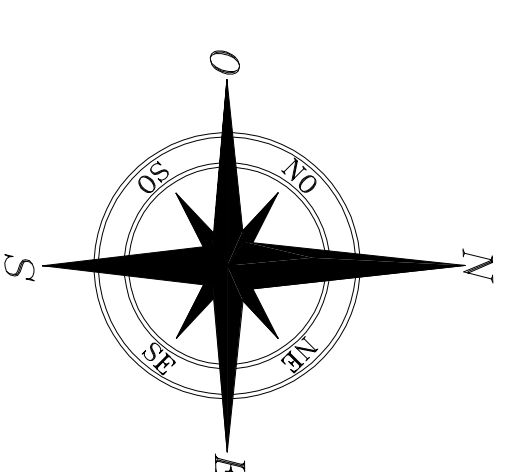
<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b> SECTOR EL BOSQUE, ZONA 2, PATIZCA, CHIMALTENANGO PLANTA-PERFIL PV-8 A PV-18 MUNICIPIO DE PATIZCA, CHIMALTENANGO	FECHA: SEPTIEMBRE 2012 ESCALA: INDICADA HOJA: 05 DE: 09
MODIFICACIONES: OBSERVACIONES:	FECHA: FECHA:



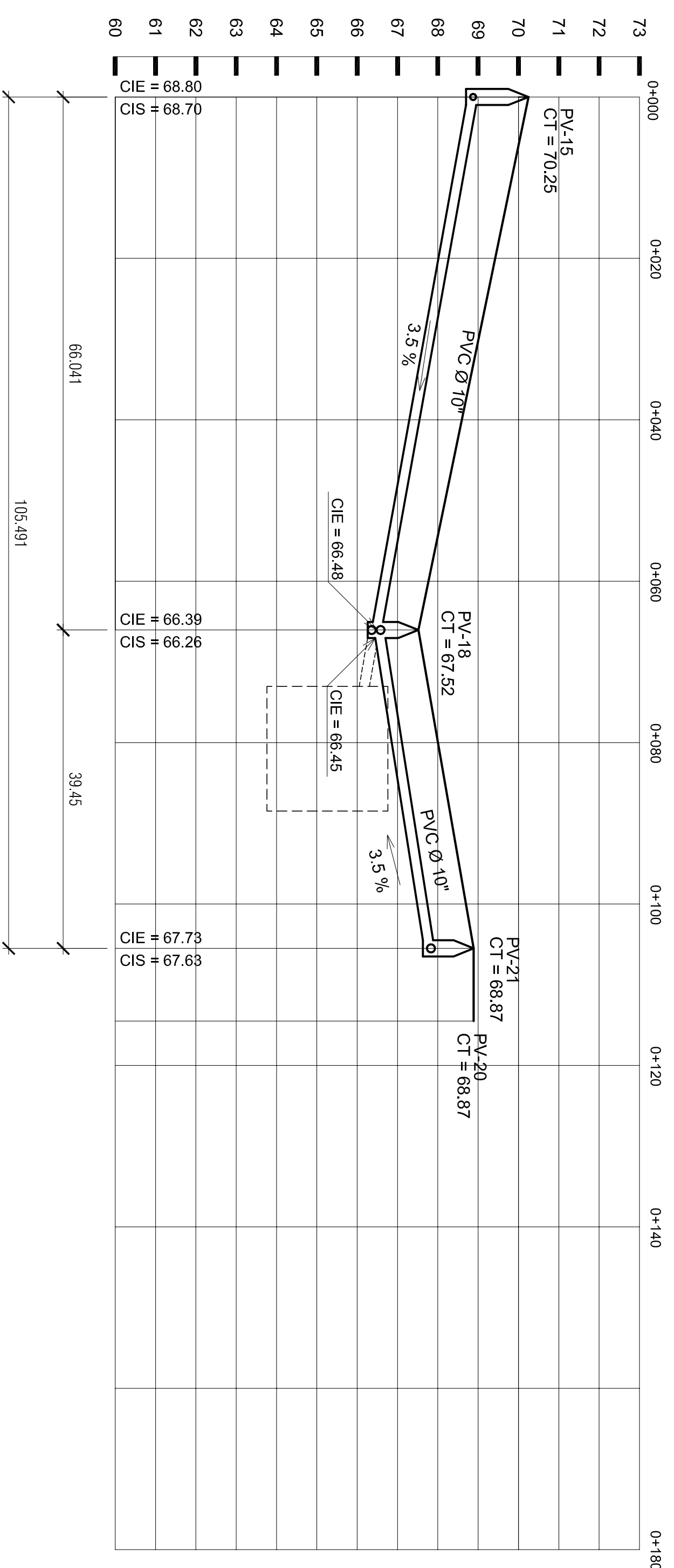
**PERFIL PV-9 A PV-15**  
ALCANTARILLADO EL BOSQUE  
ESCALA 1/500

**PLANTA PV-9 A PV-15**  
ALCANTARILLADO EL BOSQUE  
ESCALA 1/500

INDICACION:	FECHA:
MODIFICACION:	ESCALA:
OBSERVACIONES:	INDICADA:
<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>	
PROYECTO:	
SECTOR EL BOSQUE, ZONA 2, PATZÚN, CHIMALTENANGO	
CONTENIDO:	
PLANTA-PERFIL PV-9 A PV-15	
PROYECTANTE:	HOJA:
MUNICIPALIDAD DE PATZÚN, CHIMALTENANGO	06
	09
Valdo Amador	L. Espinosa



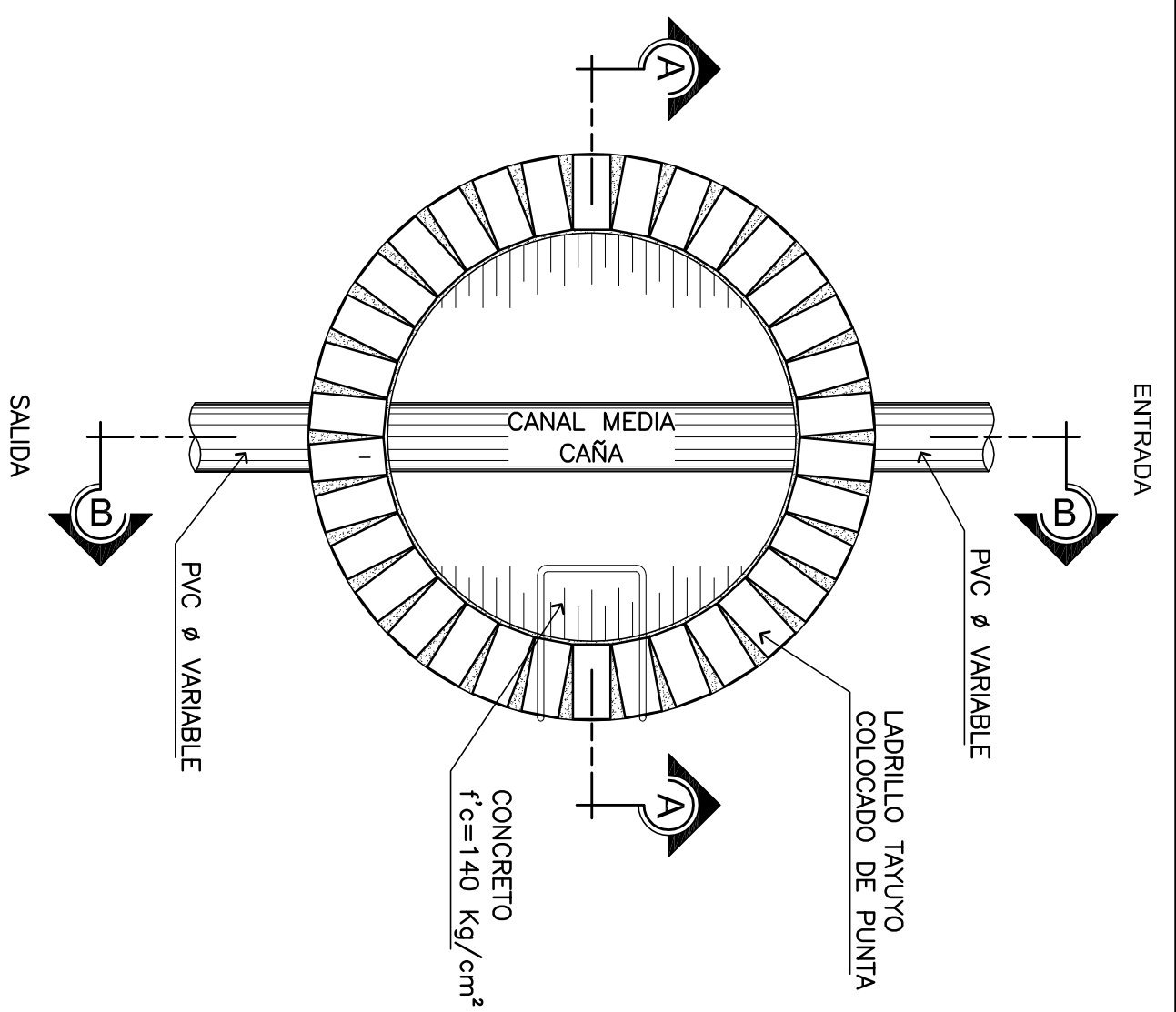
**PLANTA PV-15 A PV-21**  
 ALCANTARILLADO EL BOSQUE ESCALA 1/500



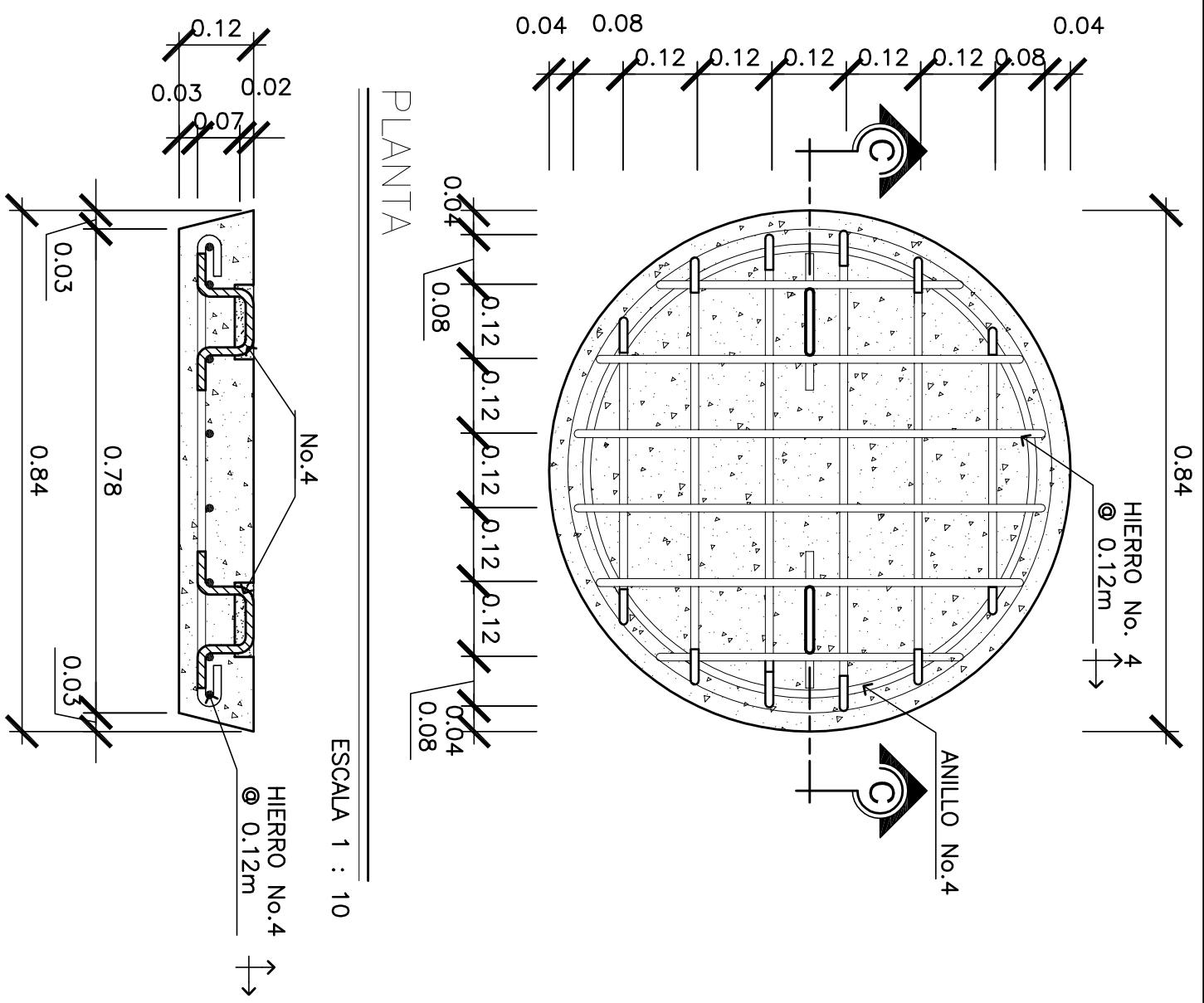
**PERFIL PV-15 A PV-21**  
 ALCANTARILLADO EL BOSQUE ESCALA 1/500

MODIFICACION: MODIFICACION: OBSERVACIONES:	FECHA: FECHA: FECHA:
<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>	
PROYECTO:	
UBICACION: SECTOR EL BOSQUE ZONA 2 PATIZCA, CHIMALTENANGO	
CONTENIDO: PLANTA-PERFIL PV-15 A PV-21	
PROYECTANTE: MUNICIPALIDAD DE PATIZCA, CHIMALTENANGO	
FECHA: SEPTIEMBRE 2012	ESCALA: INDICADA
07	09
Visto, Autorizo: _____	
L. Espinosa	

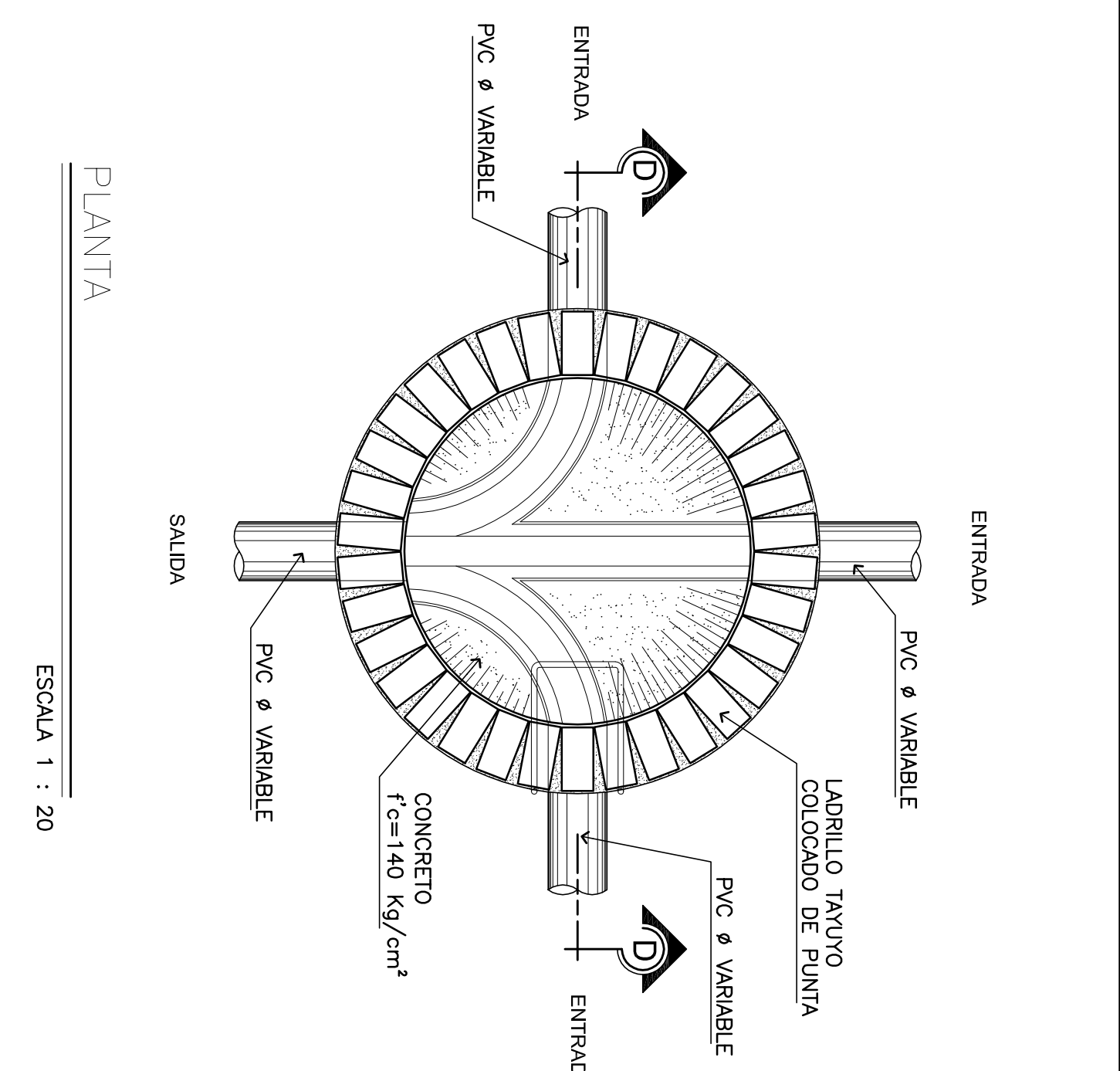




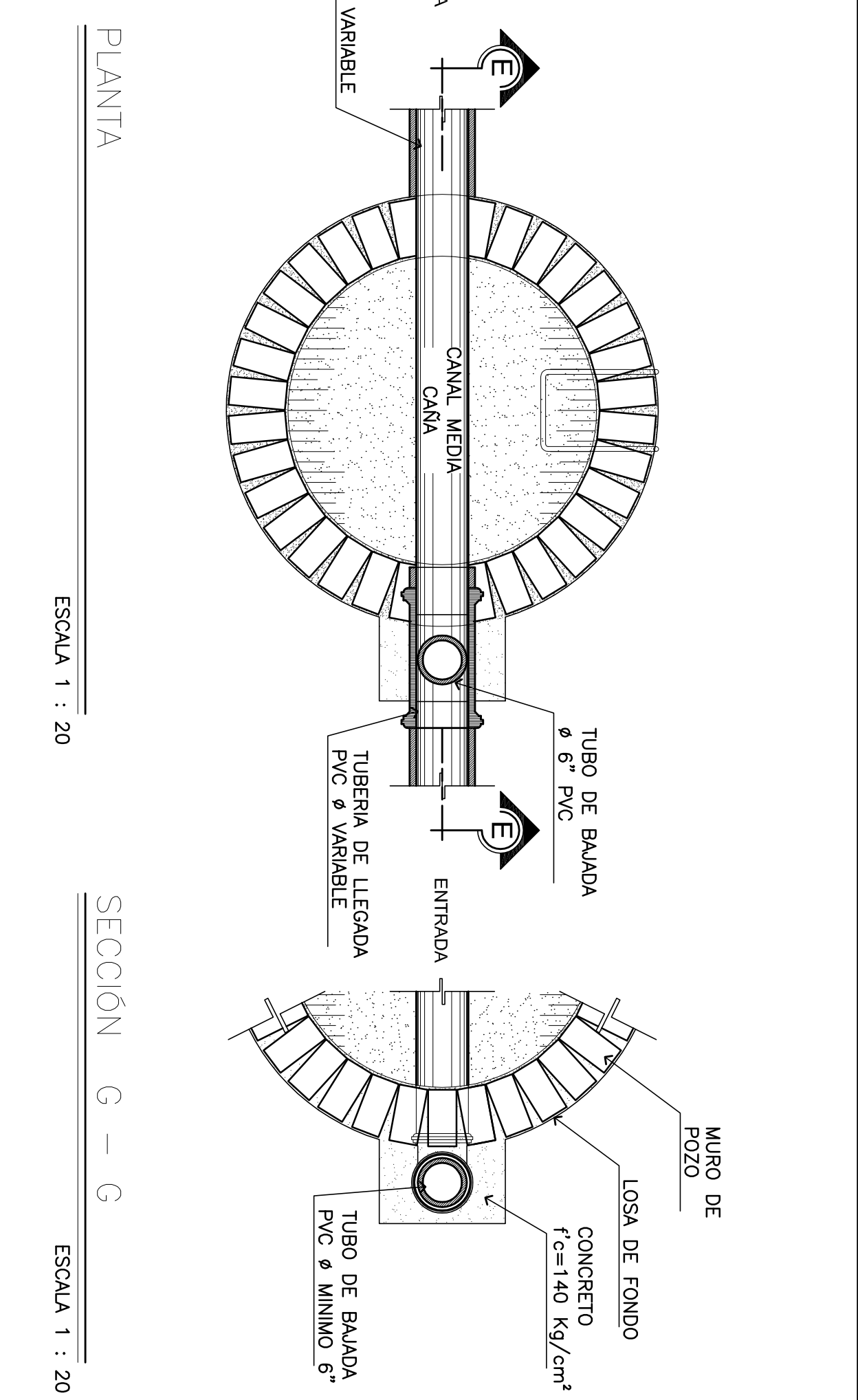
PLANTA  
ESCALA 1 : 20



SECCIÓN C-C  
ESCALA 1 : 10

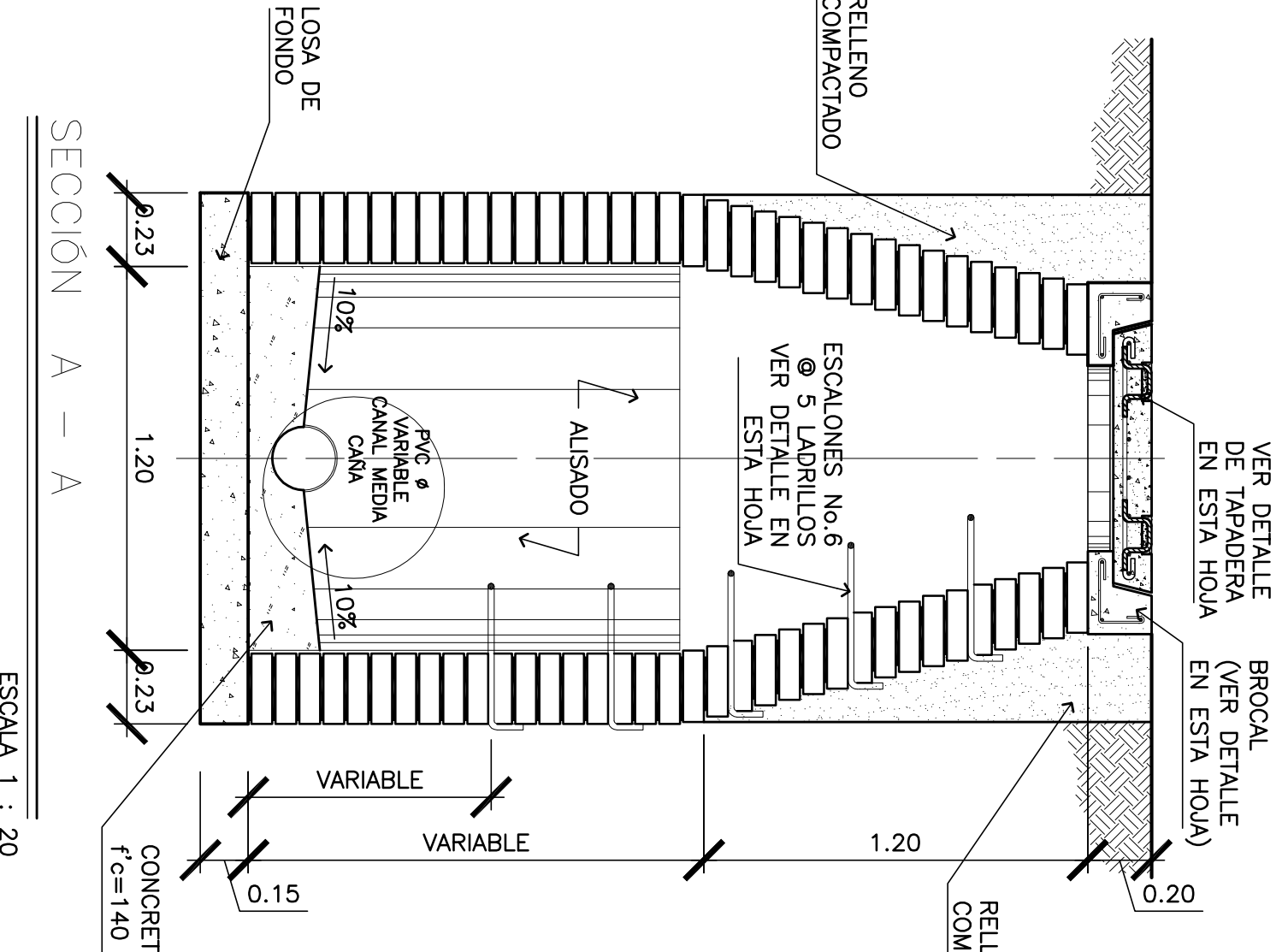


PLANTA  
ESCALA 1 : 20

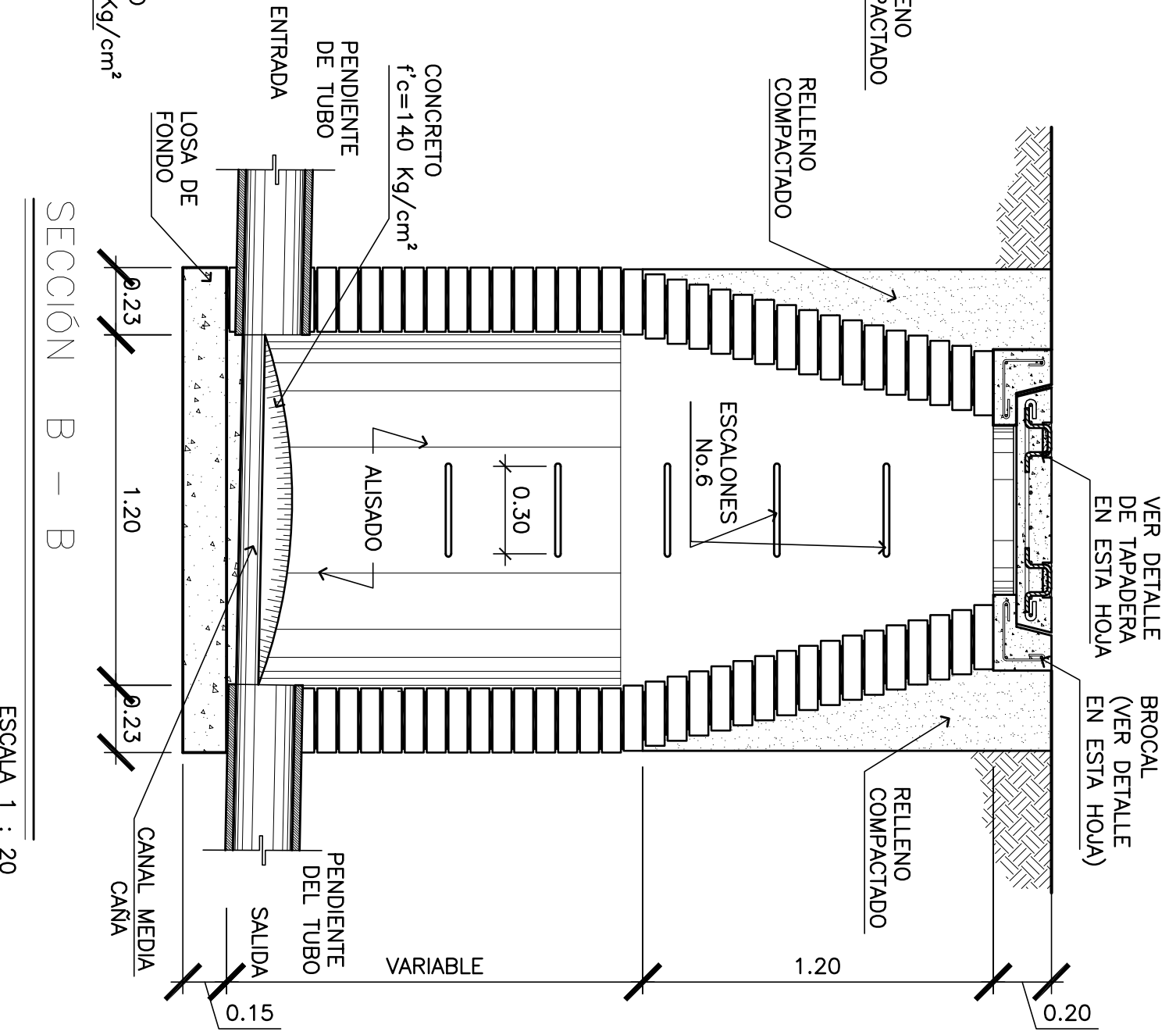


PLANTA  
ESCALA 1 : 20

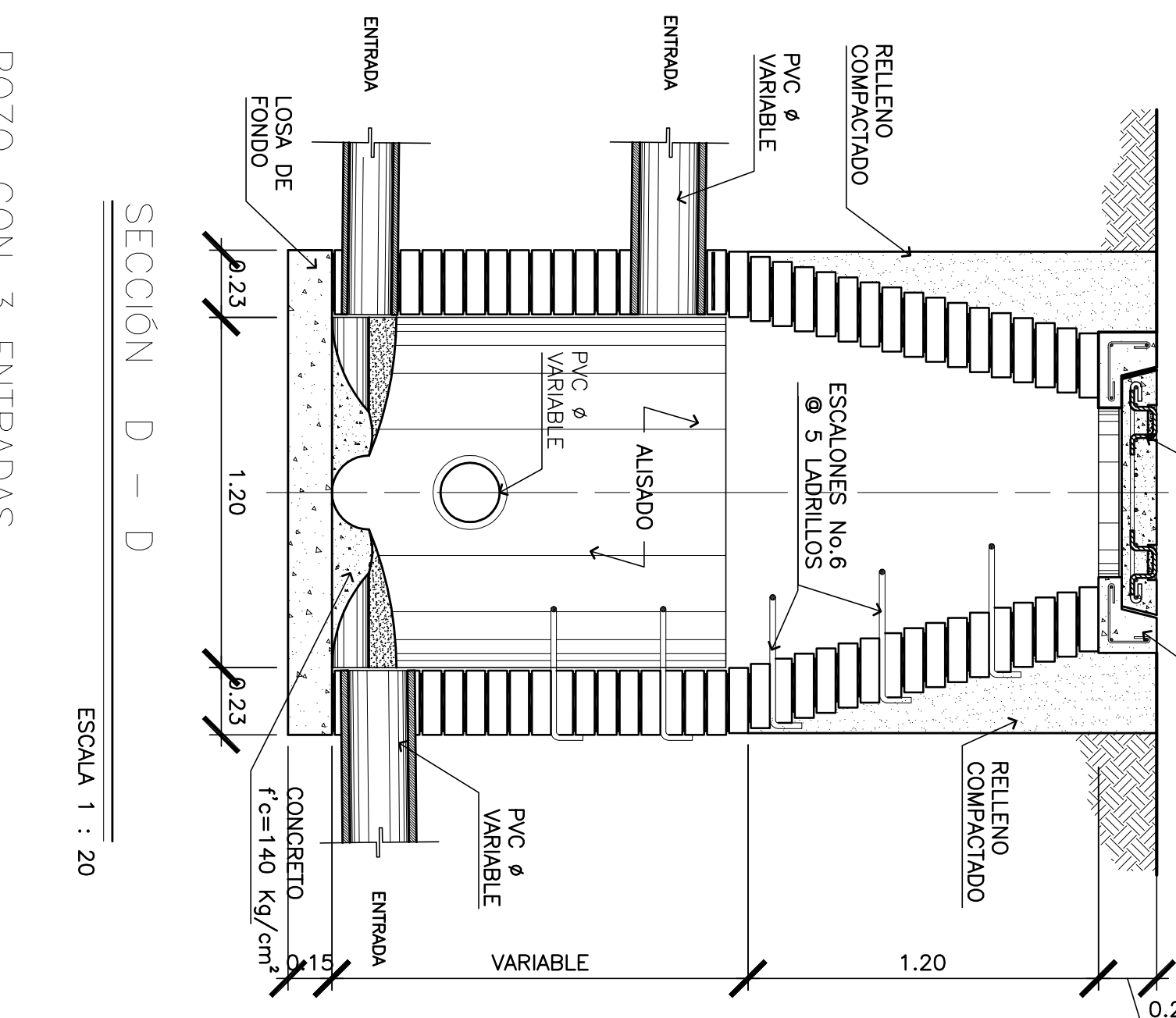
SECCIÓN G-G  
ESCALA 1 : 20



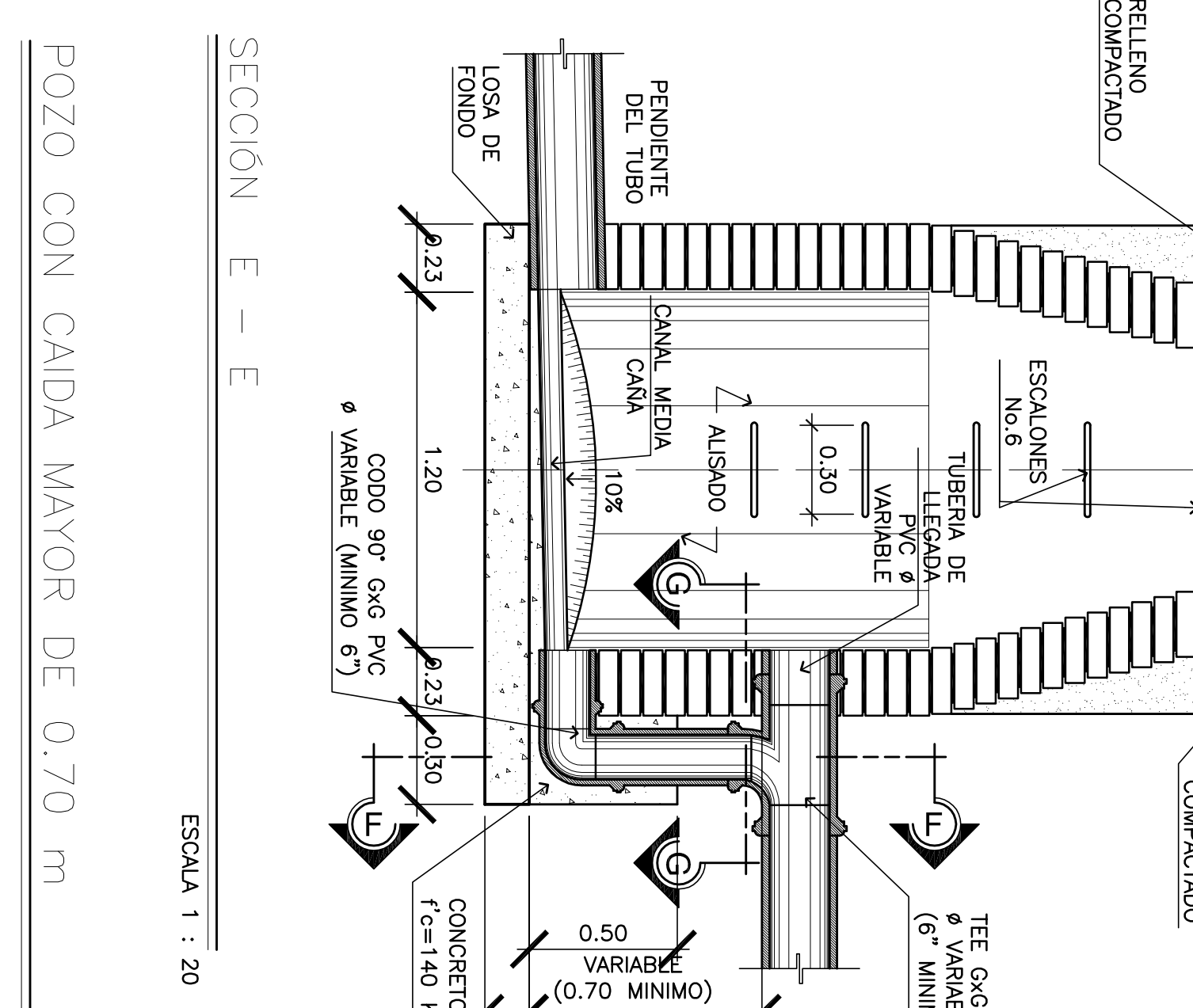
SECCIÓN A - A  
ESCALA 1 : 20



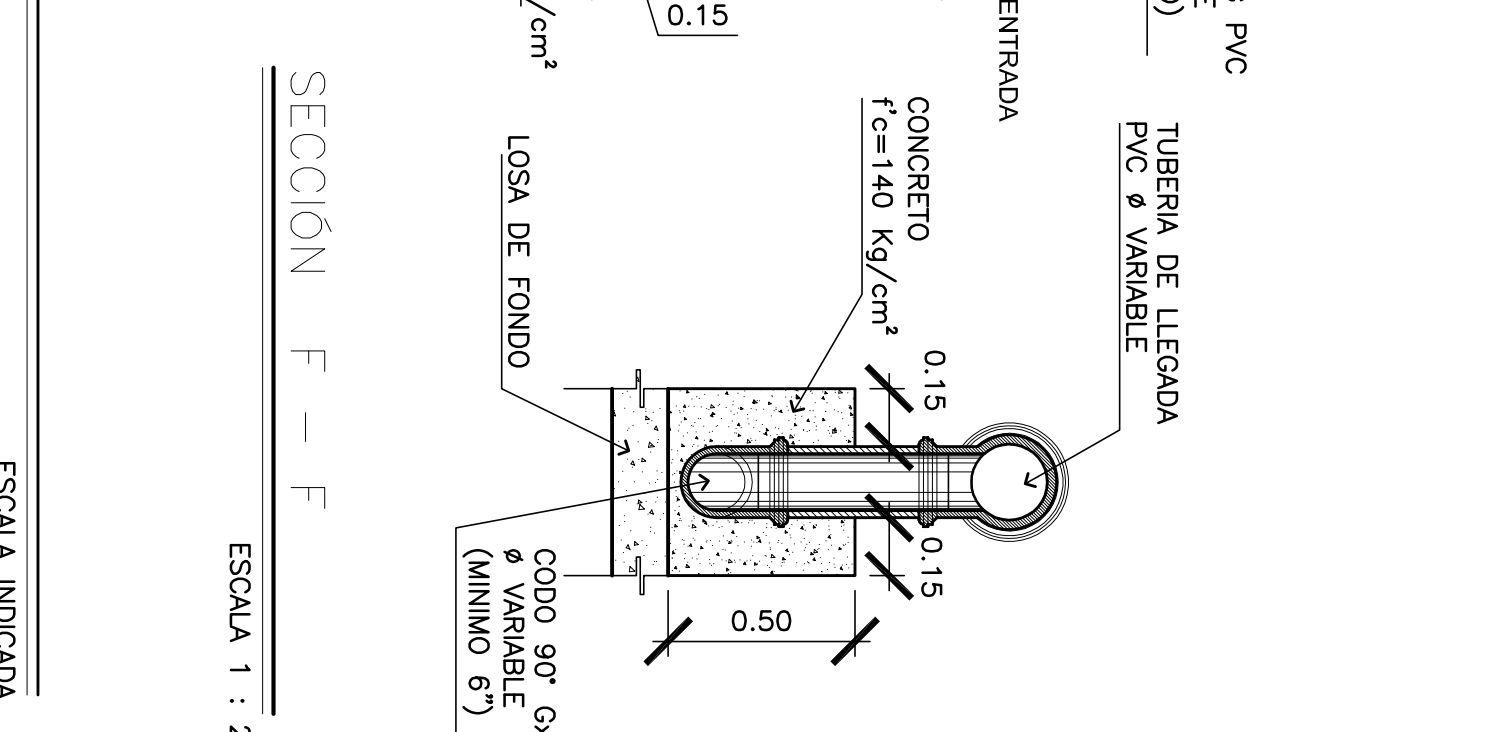
SECCIÓN B - B  
ESCALA 1 : 20



SECCIÓN D - D  
ESCALA 1 : 20



SECCIÓN E - E  
ESCALA 1 : 20



SECCIÓN F - F  
ESCALA 1 : 20

POZO DE VISITA TÍPICO

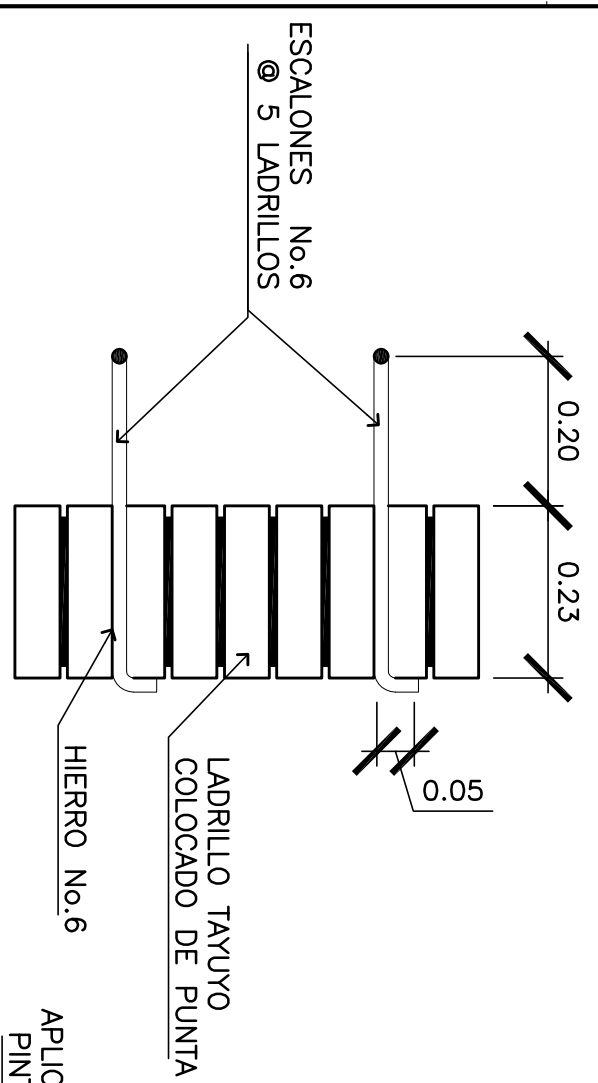
ESCALA INDICADA

POZO CON 3 ENTRADAS

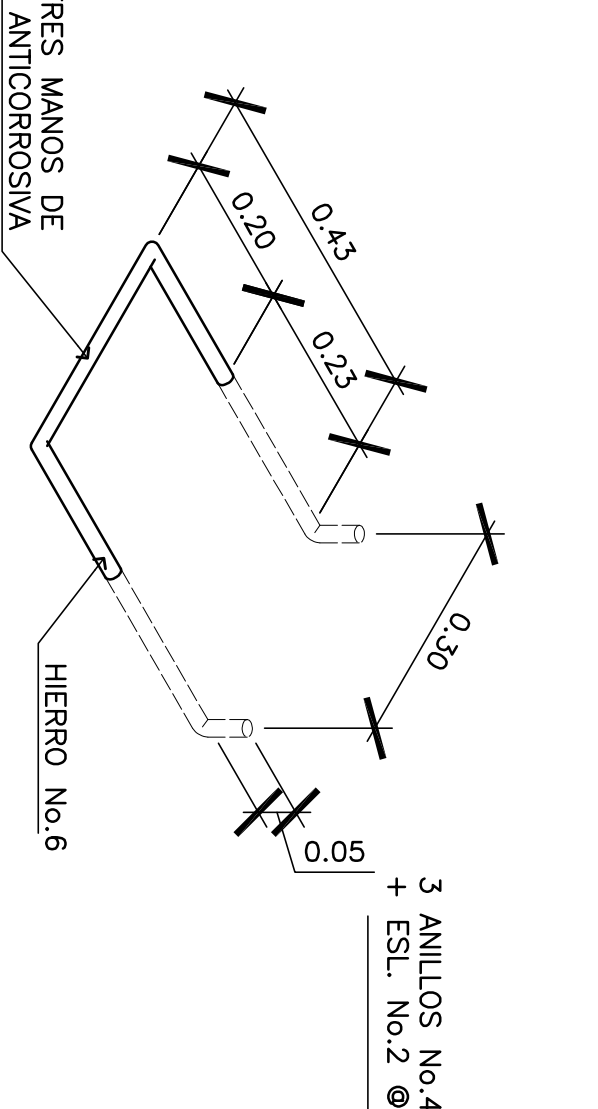
ESCALA INDICADA

POZO CON CAIDA MAYOR DE 0.70 m

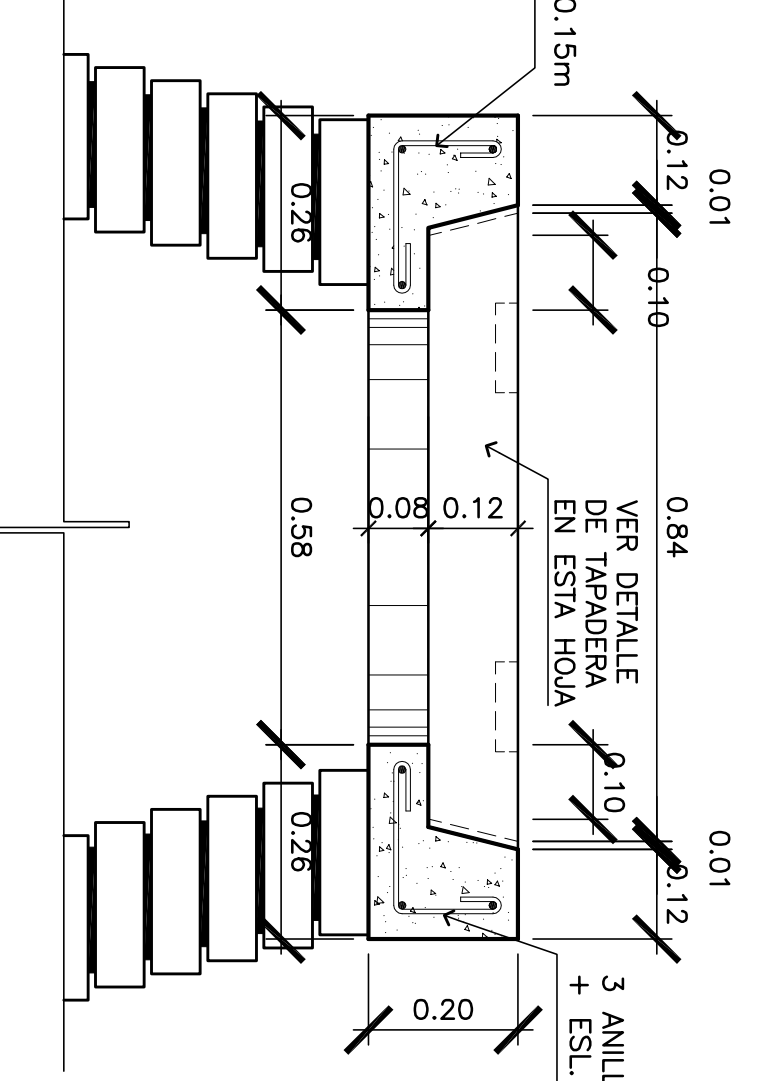
ESCALA INDICADA



DETALLE ESCALONES  
ESCALA 1 : 10



ESCALA 1 : 10



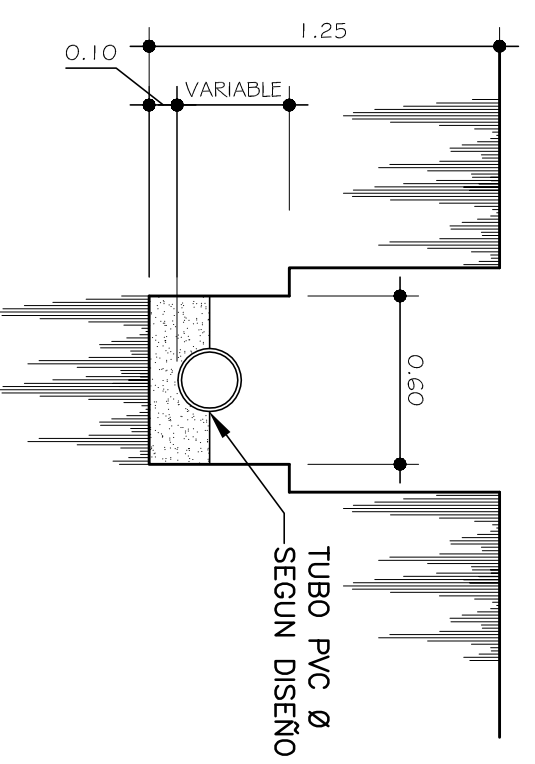
DETALLE DE BROCAL  
ESCALA 1 : 10

ESPECIFICACIONES:

- 1.- LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DE VISITA DEBERÁN IDENTIFICARSE CON LA NOMENCLATURA DEL PLANO DE RED GENERAL, EN BAJO RELIEVE A TORN DE PROFUNDIDAD 2.- 1x=210 Kg/cm² SALVO QUE SE ESPECIFIQUE OTRO VALOR.
- 2.- EL MORTERO A UTILIZAR EN EL ENTANQUE DEL LADRILLO SERÁ PROPORCIÓN 1 : 3 (CEMENTO GRS, ARENA DE RIO).
- 3.- EL INTERIOR DE LOS POZOS IRA CON ALISADO (ESPESOR DE 1 cm) HASTA UNA ALTURA DE 0.30 m, SOBRE LA COTA DE CORONA DE LA TUBERÍA DE ENTRADA DE MAYOR ALTURA.
- 4.- P=2810 Kg/cm²
- 5.- EL INTERIOR DE LOS POZOS IRA CON ALISADO (ESPESOR DE 1 cm) HASTA UNA ALTURA DE 0.30 m, SOBRE LA COTA DE CORONA DE LA TUBERÍA DE ENTRADA DE MAYOR ALTURA.
- 6.- PROPORCIÓN DE ALISADO 1:2 (CEMENTO GRS, ARENA DE RIO).
- 7.- TODA LA TUBERÍA DIÁMETRO 6" SERÁ SDR 35 FABRICADA BAJO NORMA ASTM D3034.
- 8.- TODA LA TUBERÍA DIÁMETRO 10" SERÁ SDR 41 FABRICADA BAJO NORMA ASTM D3034.

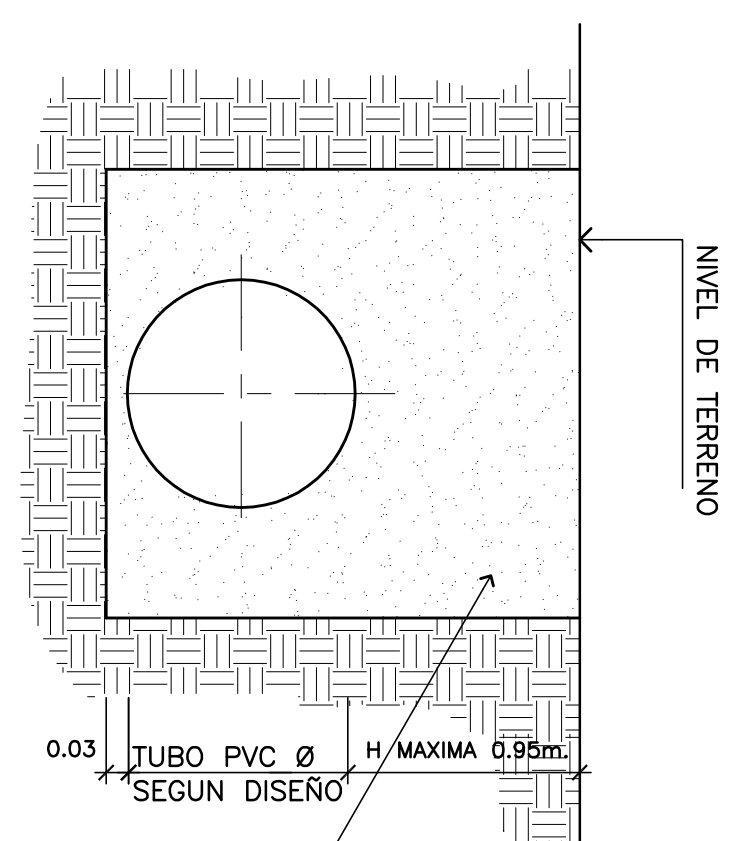
<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>	<b>PLANTA-PERFIL PV-15 A PV-21</b>	<b>08</b>
SECTOR EL BOSQUE ZONA 2 PATIZICA, CHIMALTENANGO	MUNICIPIO DE PATIZICA, CHIMALTENANGO	<b>09</b>
FECHA: SEPTIEMBRE 2012	ESCALA: INDICADA	HOJA
MODIFICACIONES:	OBSERVACIONES:	FECHA:
MODIFICACION:	OBSERVACIONES:	FECHA:
PROYECTISTA:	REVISOR:	FECHA:
V. B. A.	E.	





### DETALLE PARA EXCAVACION DE ZANJA

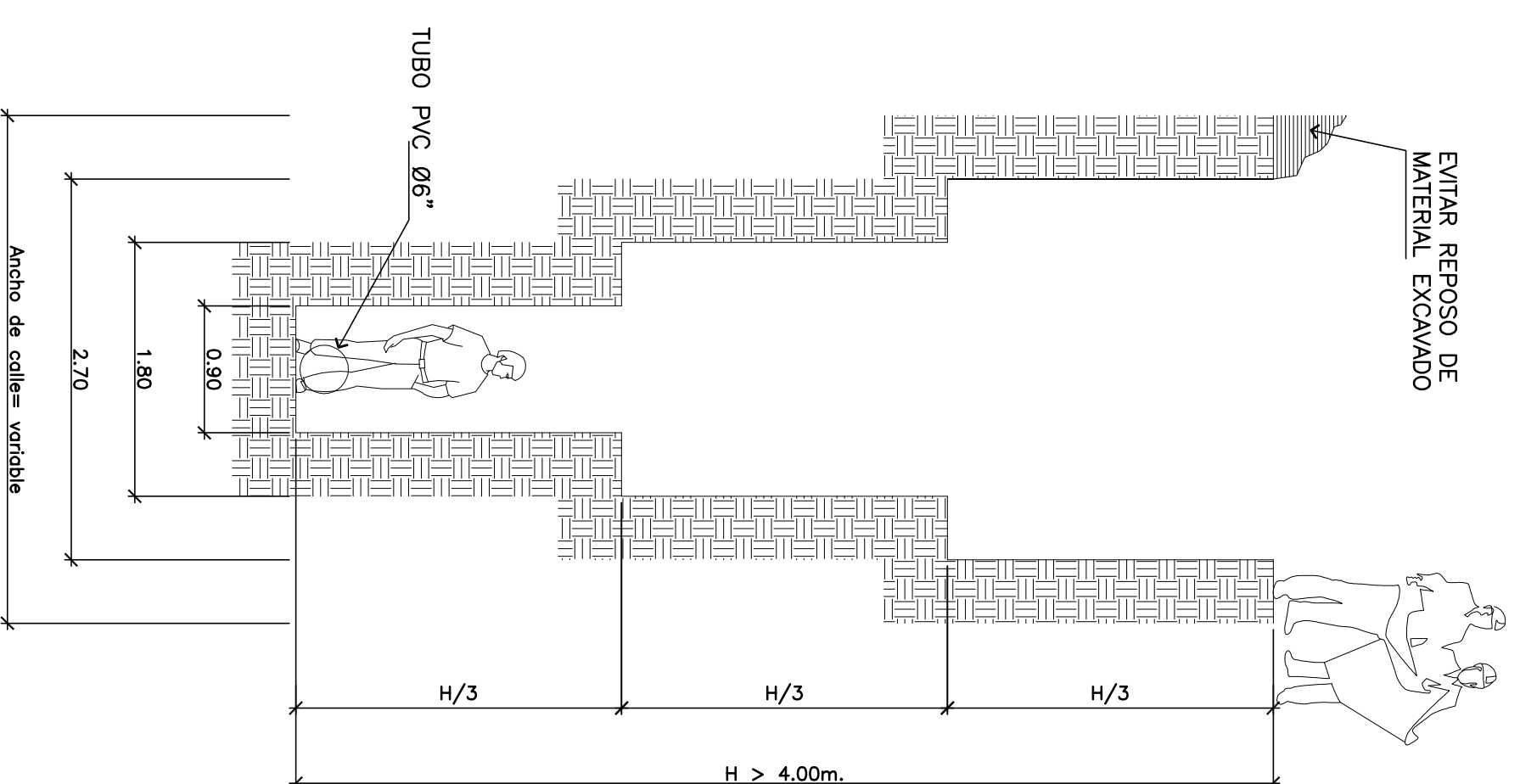
PARA CONDICIONES NORMALES ESCALA 1:50



### SECCION TRANSVERSAL TÍPICA DE ZANJA

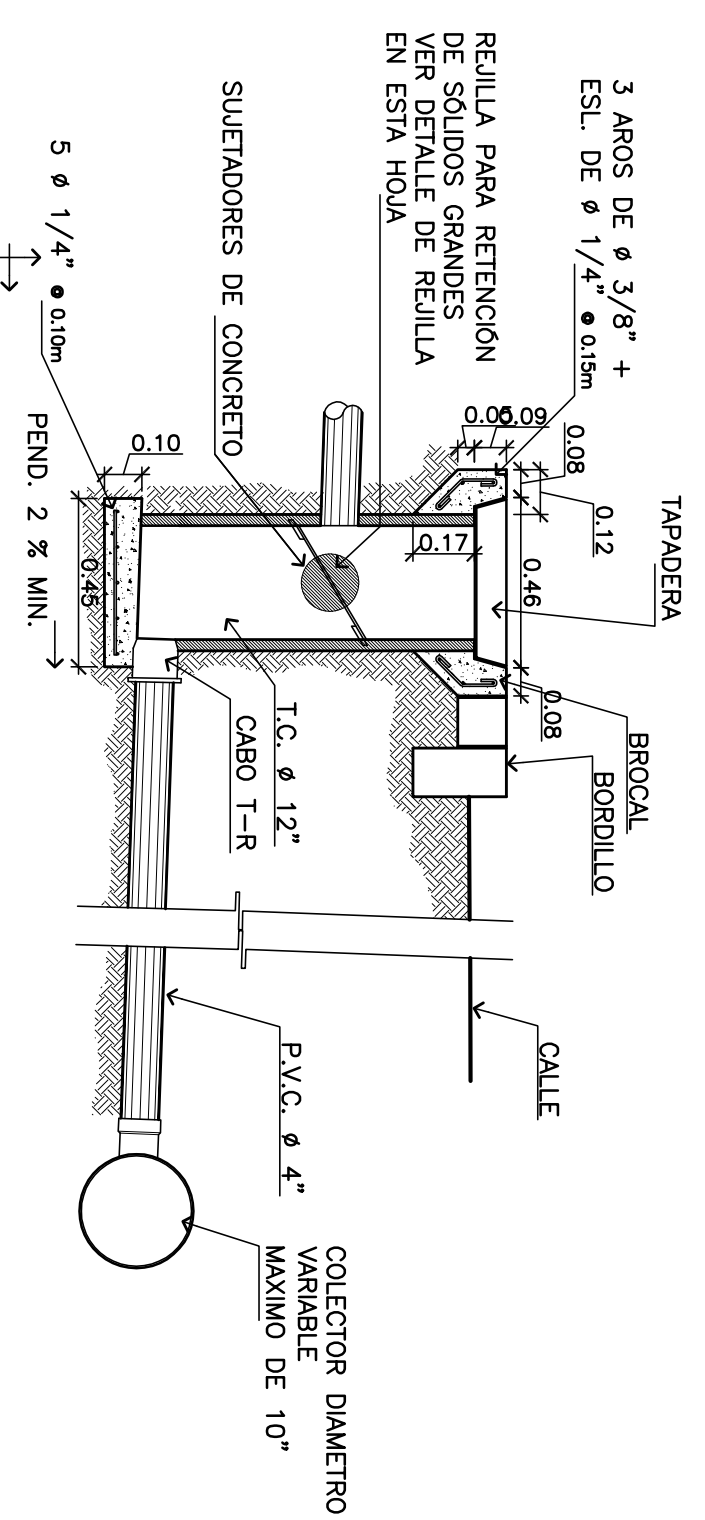
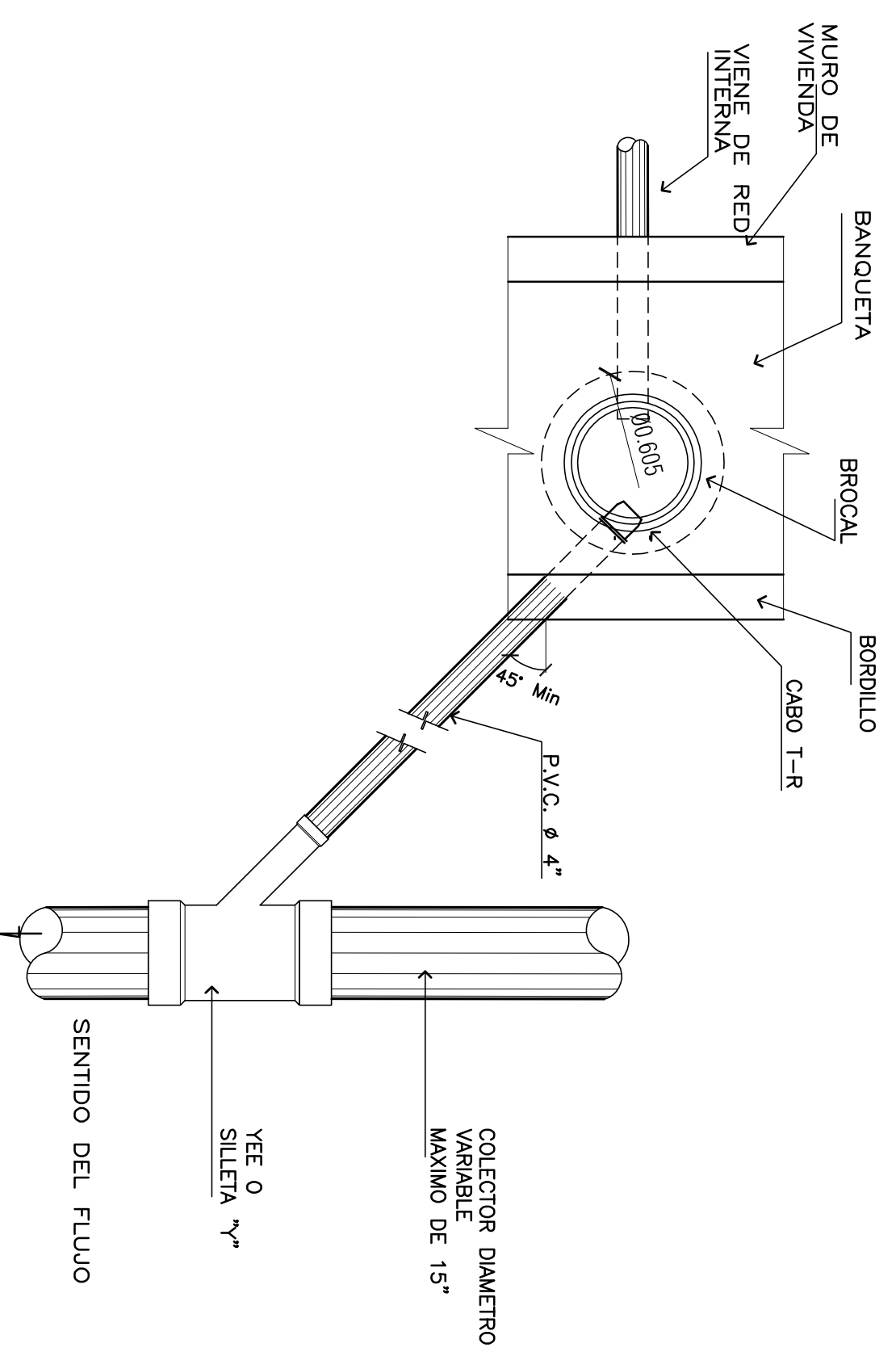
RELLENO ESPECIAL ESCALA 1:10

RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL SELECTO, COHESIVO, HOMÓGENEO, EN CAPAS DE 0.15m, EN HÓMEDO, CON APISONADOR MECÁNICO, 3 PASADAS MÍNIMO, ANTES DE CONFORMAR LA CAPA SIGUIENTE

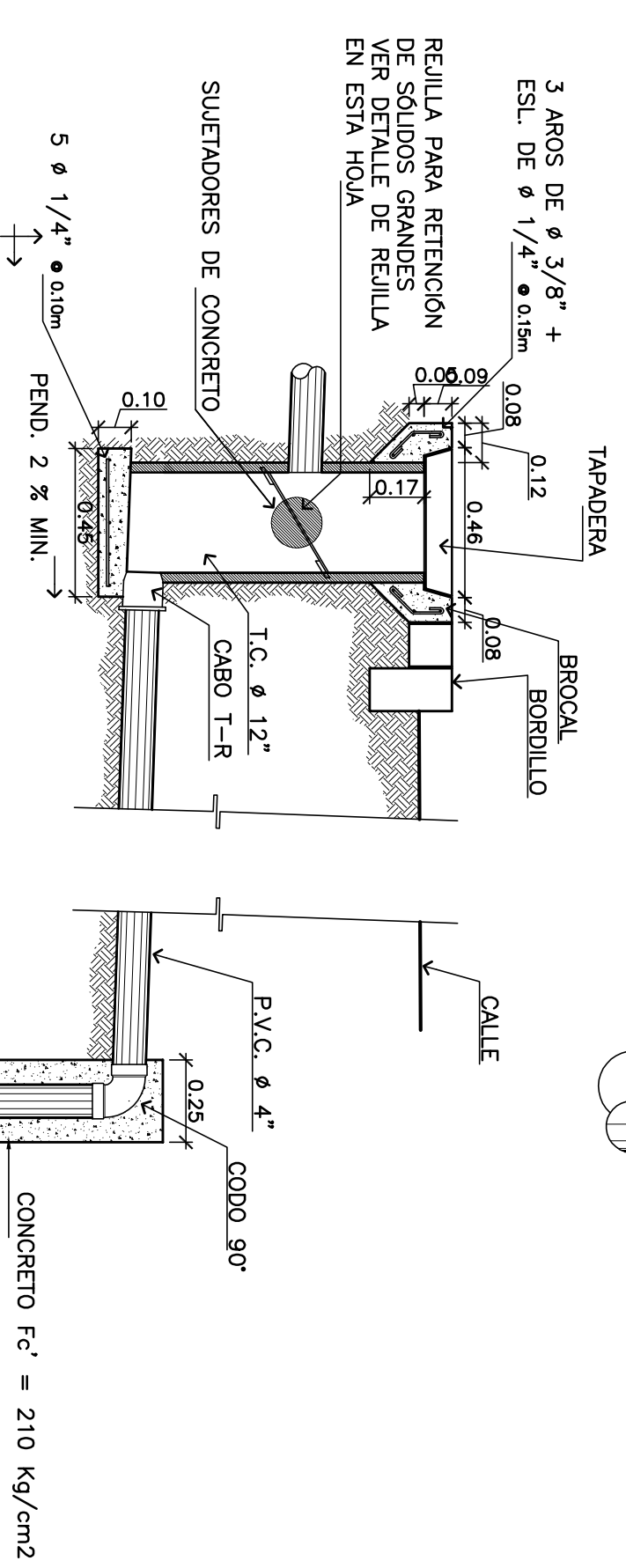
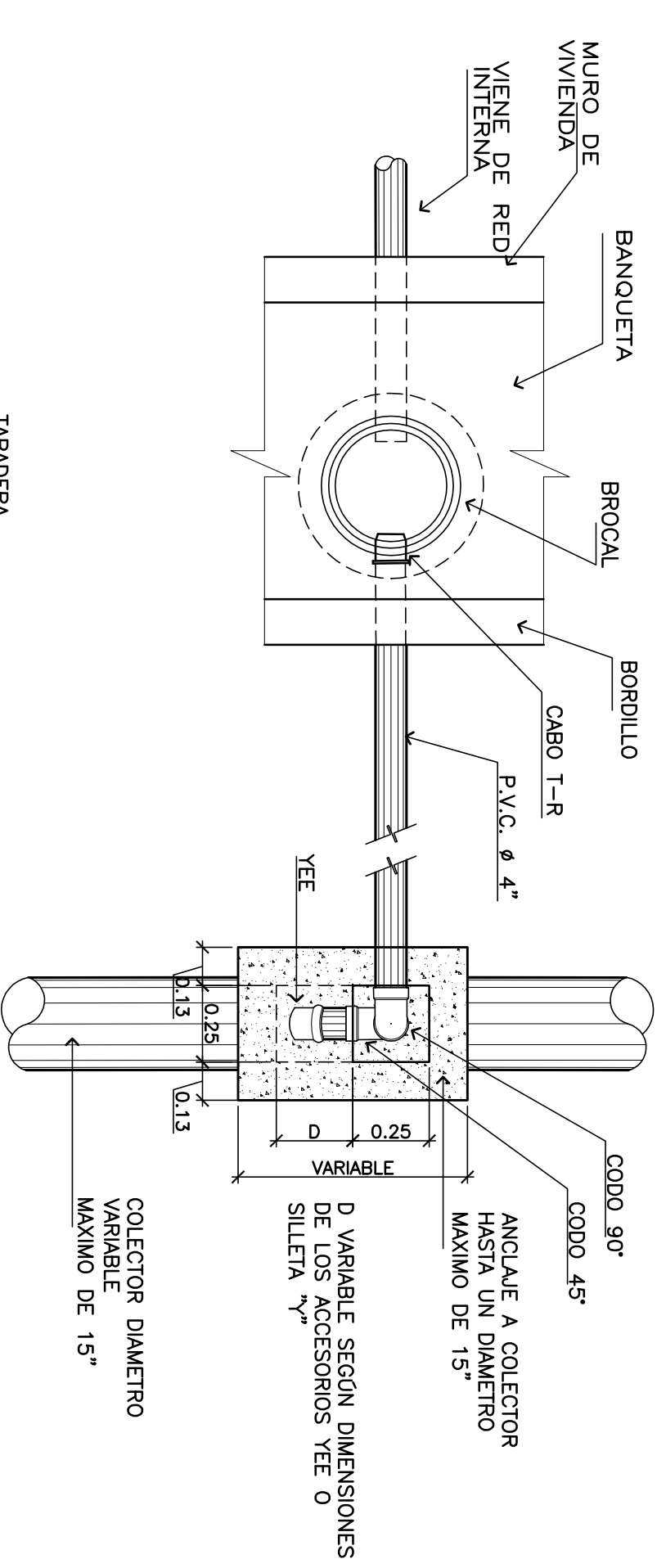


### DETALLE PARA EXCAVACION DE ZANJA

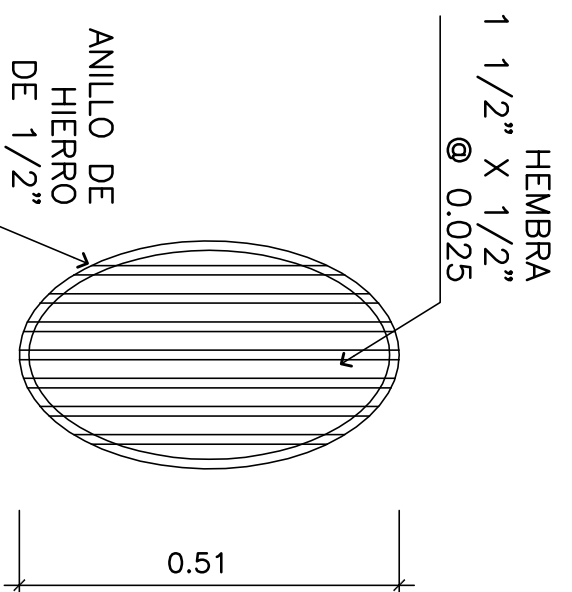
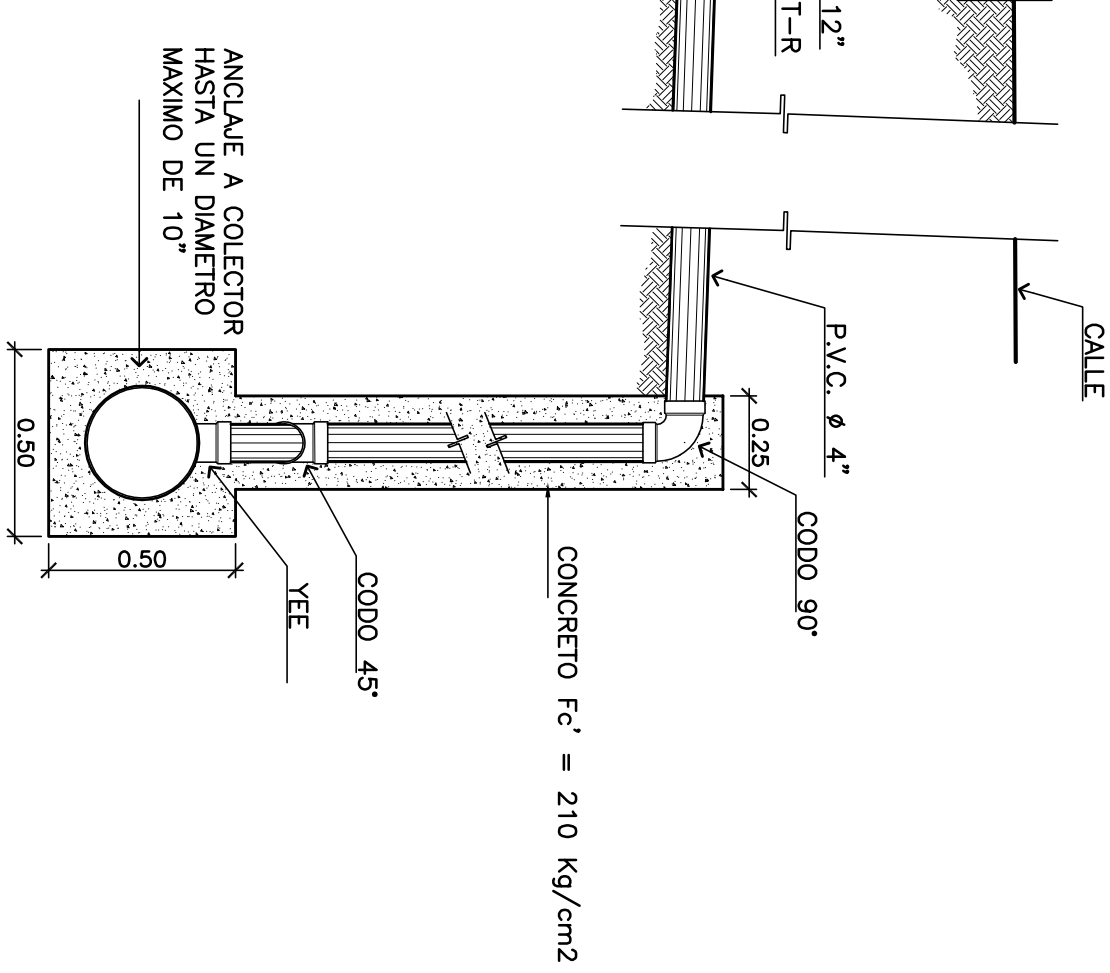
PARA ALTURAS MAYORES DE 4.00m. ESCALA 1:50



CONEXION DOMICILIAR CONDICIONES NORMALES ESCALA 1:20



CONEXION DOMICILIAR PARA COLECTOR CON PROFUNDIDAD MAYOR DE 3.00m ESCALA 1:20



### DETALLE REJILLA

ESCALA 1:10

<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>	<b>PROYECTO:</b>	<b>FECHA:</b>	<b>ESCALA:</b>
SECTOR EL BOSQUE ZONA 2 PATZIQUIA, CHIMALTENANGO	OBSERVACIONES:	SEPTIEMBRE 2012	INDICADA
PLANTA-PERFIL PV-15 A PV-21	MODIFICACIONES:	09	09
MUNICIPIO DE PATZIQUIA, CHIMALTENANGO	FECHA:	09	09
V. B. Anzor	ESCALA:		
	OBSERVACIONES:		
	FECHA:		