



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

**DISEÑO DE UN EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES Y DEL SISTEMA DE
ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA COMUNIDAD CONCEPCIÓN EL PILAR 2, ALDEA
LO DE RAMOS, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**

José Eduardo Mazariegos Sosa

Asesorado por la Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra

Guatemala, abril de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES Y DEL SISTEMA DE
ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA COMUNIDAD CONCEPCION EL PILAR 2, ALDEA
LO DE RAMOS, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JOSÉ EDUARDO MAZARIEGOS SOSA

ASESORADO POR LA INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORIA DE SIERRA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, ABRIL DE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Armando Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADORA	Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra
EXAMINADORA	Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DE UN EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES Y DEL SISTEMA DE
ALCANTARILLAD PLUVIAL PARA LA COMUNIDAD CONCEPCION EL PILAR 2, ALDEA LO
DE RAMOS, SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería civil, con fecha 2 de febrero de 2016.

José Eduardo Mazariegos Sosa

Universidad de San Carlos de
Guatemala



Facultad de Ingeniería
Unidad de EPS

Guatemala, 03 de enero de 2021
REF.EPS.D.247.11.2021

Ing. Armando Fuentes Roca
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Fuentes Roca:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DE UN EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES Y DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA COMUNIDAD CONCEPCIÓN EL PILAR 2, ALDEA LO DE RAMOS, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **José Eduardo Mazariegos Sosa, CUI 2540 97723 0101 y Registro Académico 200915457**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS

OAH/ra



Guatemala, 25 de octubre de 2021

Ingeniero
Armando Fuentes Roca
Director Escuela Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos

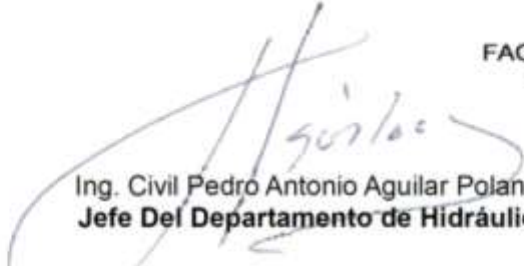
Ingeniero Fuentes:

Le informo que he revisado el informe Final de EPS, **Diseño de un edificio escolar de dos niveles y del sistema de alcantarillado pluvial para la comunidad Concepción El Pilar 2, aldea Lo de Ramos, San Juan Sacatepéquez, Guatemala**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil, **José Eduardo Mazariegos Sosa, Registro Académico, 2009 15457**, quien contó con la asesoría de la **Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra**.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte futuro 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


FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
U S A C
Ing. Civil Pedro Antonio Aguilar Polanco
Jefe Del Departamento de Hidráulica

Cc: Estudiante xxxxxxxxxx
Archivo

Más de 140 años de Trabajo y Mejora Continua
<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>



Universidad de San Carlos de
Guatemala



Facultad de Ingeniería
Unidad de EPS

Guatemala, 03 de noviembre de 2021
REF.EPS.DOC.459.11.2021

Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Argueta Hernández:

Por este medio atentamente le informo que como Asesora–Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **José Eduardo Mazariegos Sosa, Registro Académico 200915457 y CUI 2540 97723 0101** de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DE UN EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES Y DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA COMUNIDAD CONCEPCIÓN EL PILAR 2, ALDEA LO DE RAMOS, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA.**

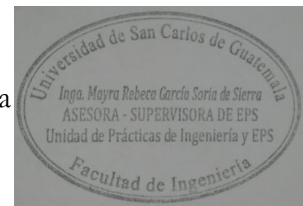
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra
Asesora-Supervisora de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
MRGSdS/ra

Edificio de EPS, Facultad de Ingeniería, Ciudad Universitaria, zona 12.
Teléfono directo: 2442-3509



LNG.DIRECTOR.070.EIC.2022

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador de Área y la aprobación del área de lingüística del trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE UN EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES Y DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA COMUNIDAD CONCEPCIÓN EL PILAR 2, ALDEA LO DE RAMOS, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**, presentado por: **José Eduardo Mazariegos Sosa**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Armando Fuentes Roca
Director
Escuela de Ingeniería Civil



Guatemala, marzo de 2022



LNG.DECANATO.OI.178.2022

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE UN EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES Y DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA COMUNIDAD CONCEPCIÓN EL PILAR 2, ALDEA LO DE RAMOS, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**, presentado por: **José Eduardo Mazariegos Sosa**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Inga. Aurelia Ariabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, abril de 2022

AACE/gaoc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por ser una importante influencia en mi carrera, por darme la sabiduría y coraje de siempre cumplir mis metas.
Mis padres	Marco Vinicio Mazariegos Enríquez y Siomara Soledad Sosa Navas, por siempre brindarme su apoyo, amor y sabiduría.
Mis hermanos	Ana Lucía y José Carlos Mazariegos Sosa, por su amor y por ser quienes me motivan a ser un mejor ejemplo a seguir cada día.
Mi familia y amigos	Por demostrarme que este triunfo no lo logre solo, lo hice gracias al apoyo y oraciones de cada uno de los que me rodean.
Mi abuelo	Quien seguramente estaría orgulloso de verme cumplir esta meta, un abrazo al cielo.

AGRADECIMIENTOS A:

- Dios** Por haberme dado la vida, el coraje, entendimiento y capacidad de llegar a este punto dentro de mi desarrollo personal.
- Mis padres** Marco Vinicio Mazariegos y Siomara Soledad Sosa, por haberme formado como lo hicieron y darme el apoyo necesario para culminar esta etapa.
- Ingeniera** Mayra Rebeca García Soria de Sierra, por haberme guiado y motivado a cerrar este capítulo de mi vida.
- Mis compañeros** La canastilla, que durante el transcurso de la carrera me dieron su apoyo y amistad.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XIII
GLOSARIO	XV
RESUMEN.....	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN	XXIII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Monografía del municipio de San Juan Sacatepéquez.....	1
1.1.1. Localización geográfica	1
1.1.2. Topografía del lugar.....	2
1.1.3. Clima	2
1.1.4. Actividades económicas	3
1.1.5. Servicios públicos	3
1.1.6. Servicios existentes	4
1.1.6.1. Educación	4
1.1.6.2. Salud	4
1.1.6.3. Agua potable.....	4
1.1.6.4. Drenajes	5
1.1.7. Principales necesidades del municipio	5
1.1.7.1. Descripción de las necesidades	5
1.1.7.1.1. Área de salud	5
1.1.7.1.2. Área de infraestructura.....	6

1.1.7.2.	Evaluación y priorización de las necesidades	6
2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	9
2.1.	Diseño de una escuela de educación primaria de dos niveles en la comunidad Concepción el Pilar 2, Aldea Lo de Ramos, San Juan Sacatepéquez	9
2.1.1.	Memoria descriptiva del proyecto	9
2.1.2.	Investigación preliminar.....	9
2.1.2.1.	Dimensiones y área del terreno.....	10
2.1.2.2.	Normas para el diseño de edificios educativos	10
2.1.3.	Criterios generales	11
2.1.3.1.	Topografía del terreno.....	11
2.1.3.1.1.	Planimetría	11
2.1.3.1.2.	Altimetría	12
2.1.3.2.	Estudio de suelos	12
2.1.3.2.1.	Valor soporte del suelo	12
2.1.3.3.	Criterios de conjunto	15
2.1.3.4.	Distribución de ambientes	16
2.1.3.5.	Capacidad y área requerida	17
2.1.3.6.	Criterios de iluminación	17
2.1.3.7.	Instalaciones	18
2.1.4.	Sistema estructural a utilizar	18
2.1.4.1.	Predimensionamiento estructural	20
2.1.4.2.	Predimensionamiento de losa	20
2.1.4.3.	Predimensionamiento de vigas	24
2.1.4.4.	Predimensionamiento de columnas	25

2.1.5.	Modelos matemáticos de marcos dúctiles con nudos rígidos	30
2.1.5.1.	Cargas aplicadas a marcos dúctiles con nudos rígidos	30
2.1.5.2.	Cargas verticales	31
2.1.5.3.	Cargas horizontales.....	31
2.1.5.4.	Integración de cargas	32
2.1.5.5.	Integración cargas verticales	32
2.1.5.6.	Cargas horizontales.....	39
2.1.5.6.1.	Corte basal	39
2.1.5.7.	Fuerzas por nivel	47
2.1.5.8.	Centro de rigidez	48
2.1.5.9.	Centro de masas	51
2.1.5.10.	Cálculo de excentricidades	57
2.1.5.11.	Distribución de fuerzas por marco	59
2.1.6.	Análisis estructural.....	61
2.1.6.1.	Análisis estructural por el método de rigideces	61
2.1.6.2.	Análisis estructural utilizando software	71
2.1.6.3.	Comparación software-rigideces	83
2.1.7.	Envolvente de momentos	89
2.1.8.	Diseño estructural.....	93
2.1.8.1.	Diseño de losas	93
2.1.8.2.	Diseño de vigas	102
2.1.8.3.	Diseño de columnas	115
2.1.8.4.	Diseño de cimentación	128
2.1.8.5.	Nudo sísmico.....	142
2.1.9.	Diseño de gradas.....	146

2.1.10.	Instalaciones hidráulicas	153
2.1.11.	Instalaciones de drenajes.....	157
2.1.12.	Instalaciones eléctricas	161
2.1.13.	Planos del proyecto.....	161
2.1.14.	Presupuesto	162
2.1.15.	Cronograma	164
2.1.16.	Evaluación de impacto ambiental inicial.....	164
2.2.	Diseño de sistema de alcantarillado pluvial en la comunidad	
	Concepción el Pilar 2, aldea Lo de Ramos	164
2.2.1.	Identificación del problema.....	164
2.2.2.	Situación actual	165
2.2.3.	Levantamiento topográfico	165
2.2.3.1.	Altimetría	165
2.2.3.2.	Planimetría	165
2.2.4.	Normas de diseño	166
2.2.4.1.	Período de diseño	166
2.2.4.2.	Diseño de secciones y pendientes	167
2.2.4.3.	Velocidades mínimas y máximas	167
2.2.4.4.	Diámetros mínimos	168
2.2.4.5.	Pendientes	168
2.2.4.6.	Tirante mínimo y máximo	168
2.2.4.7.	Ancho de zanja.....	169
2.2.4.8.	Pozos de visita	170
2.2.4.8.1.	Pozos de visita en función de la tubería....	170
2.2.4.8.2.	Pozos de visita en función de la altura.....	171

	2.2.4.8.3.	Clasificación estructural de pozos de visita	172
	2.2.4.9.	Cotas invert.....	172
	2.2.4.10.	Profundidad de tubería	173
	2.2.4.11.	Disipadores de energía.....	174
	2.2.4.12.	Tragantes.....	179
	2.2.4.13.	Relaciones hidráulicas.....	180
	2.2.4.14.	Desfogue	183
2.2.5.		Diseño de drenaje pluvial	183
	2.2.5.1.	Coeficiente de escorrentía	183
	2.2.5.2.	Intensidad de lluvia	185
	2.2.5.3.	Tiempo de concentración	187
	2.2.5.4.	Áreas tributarias.....	189
	2.2.5.5.	Caudal de diseño.....	189
	2.2.5.6.	Cálculo de un tramo del sistema de drenaje pluvial.....	190
	2.2.5.7.	Resumen de valores adoptados	196
	2.2.5.8.	Diseño de tragantes.....	197
	2.2.5.9.	Geometría de tragante.....	198
	2.2.5.10.	Espejo de agua (T)	198
	2.2.5.11.	Tirante de agua parcial (d).....	199
	2.2.5.12.	Tirante de agua máximo (d _m).....	199
	2.2.5.13.	Radio de flujo.....	200
	2.2.5.14.	Pendiente de inclinación.....	200
	2.2.5.15.	Pendiente equivalente	201
	2.2.5.16.	Longitud efectiva.....	202
	2.2.5.17.	Eficiencia	202
	2.2.5.18.	Cálculo de tragante.....	203

2.2.5.19.	Detalle de tragantes	207
2.2.6.	Presupuesto drenaje pluvial	208
2.3.	Evaluación de impacto ambiental.....	210
CONCLUSIONES.....		211
RECOMENDACIONES		213
BIBLIOGRAFÍA.....		215
APÉNDICES.....		217
ANEXO.....		223

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación Lo de Ramos, San Juan Sacatepéquez	2
2.	Presión máxima permisible del suelo para las aulas.....	15
3.	Planta del módulo 1.....	19
4.	Planta del módulo 2.....	20
5.	Distribución de losas módulo 1	21
6.	Área tributaria para columna critica E2, modulo 1	27
7.	Espectros probables de diseño según AGIES	46
8.	Matriz de rigidez para un elemento tipo barra	65
9.	Matriz de transformación.....	65
10.	Selección de modelo a utilizar en software	71
11.	Colocación de dimensiones de pórtico.....	72
12.	Creación de elementos estructurales	73
13.	Dimensionamiento de elementos	74
14.	Asignación de cargas al pórtico	75
15.	Selección de tipo de análisis a realizar	76
16.	Visualización de resultados.....	77
17.	Combinaciones de carga segun AGIES.....	90
18.	Detalle general de losa de primer y segundo nivel.....	94
19.	Detalle de armado de losa del primer y segundo nivel.....	102
20.	Zonas de empalmes de refuerzo en vigas principales	114
21.	Armado de viga eje C, 2-3, del módulo I, nivel 1	115
22.	Combinaciones de carga para dimensionar cimientos	129
23.	Capacidad columna critica	145

24.	Planta de escaleras	147
25.	Detalle de gradas.....	153
26.	Pozo sin artefacto disipador.....	176
27.	Colchón de agua.....	177
28.	Codo disipador.....	178
29.	Bandejas disipadoras.....	179
30.	Características geométricas del tragante.....	190
31.	Características geométricas del tragante.....	198
32.	Perfil de tragante.....	201
33.	Perfil tragante tipo R	208

TABLAS

I.	Dimensiones del terreno disponible	10
II.	Resultados de ensayo triaxial para la escuela de dos niveles	17
III.	Determinación de funcionamiento de losa	22
IV.	Espesor mínimo de losas no presforzadas en dos direcciones	23
V.	Espesor de losa	23
VI.	Integración de cargas muertas	26
VII.	Integración de cargas vivas	26
VIII.	Datos para espectro.....	42
IX.	Fuerzas horizontales, módulo 1	48
X.	Centro de rigidez eje X, nivel 2, módulo 1	50
XI.	Centro de rigidez eje X, nivel 1, módulo 1	50
XII.	Centro de rigidez eje Y, nivel 2, módulo 1	51
XIII.	Centro de rigidez eje Y, nivel 1, módulo 1	51
XIV.	Resumen centro de rigidez, módulo 1	51
XV.	Peso ejes en sentido x, segundo nivel, módulo 1	52
XVI.	Peso ejes en sentido X, primer nivel utilizando, módulo I	52

XVII.	Peso ejes en sentido Y segundo nivel módulo I	53
XVIII.	Peso ejes en sentido y primer nivel módulo I	54
XIX.	Centro de masa eje X, segundo nivel.....	55
XX.	Centro de masa eje X, primer nivel	55
XXI.	Centro de masa eje Y, segundo nivel.....	56
XXII.	Centro de masa eje Y, primer nivel	57
XXIII.	Excentricidades de diseño	58
XXIV.	Distribución de fuerzas por nivel 2, eje X, módulo 1	60
XXV.	Distribución de fuerzas por nivel 1, eje X, módulo 1	60
XXVI.	Distribución de fuerzas por nivel 2, eje Y, módulo 1	61
XXVII.	Distribución de fuerzas por nivel 1, eje Y, módulo 1	61
XXVIII.	Momentos vigas carga muerta método de rigidez, marco X-X.....	66
XXIX.	Momentos columnas carga muerta método de rigidez, marco X-X.....	66
XXX.	Momentos vigas carga viva método de rigidez, marco X-X.....	66
XXXI.	Momentos columnas carga viva método de rigidez, marco X-X.....	67
XXXII.	Momentos vigas carga sismo método de rigidez, marco X-X.....	67
XXXIII.	Momentos columnas carga sismo método de rigidez, marco X-X.....	67
XXXIV.	Momentos vigas carga muerta método de rigidez, marco Y-Y.....	68
XXXV.	Momentos columnas carga muerta método de rigidez, marco Y-Y.....	68
XXXVI.	Momentos vigas carga viva método de rigidez, marco Y-Y.....	69
XXXVII.	Momentos columnas carga muerta método de rigidez, marco Y-Y.....	69
XXXVIII.	Momentos vigas carga sismo método de rigidez, marco Y-Y.....	70
XXXIX.	Momentos columnas carga muerta método de rigidez, marco Y-Y.....	70
XL.	Momentos obtenidos de software carga muerta, vigas marco X-X	78
XLI.	Momentos obtenidos de software carga muerta, columnas marco X-X	78
XLII.	Momentos obtenidos de software carga viva, vigas marco X-X.....	78
XLIII.	Momentos obtenidos de software carga viva, columnas marco X-X....	79
XLIV.	Momentos obtenidos de software carga sismo, vigas marco X-X	79

XLV.	Momentos obtenidos de software carga viva, columnas marco X-X.....	79
XLVI.	Momentos obtenidos de software carga muerta, vigas marco Y-Y	80
XLVII.	Momentos obtenidos de software carga muerta, columnas marco Y-Y	81
XLVIII.	Momentos obtenidos de software carga viva, vigas marco Y-Y.....	81
XLIX.	Momentos obtenidos de software carga viva, columnas marco Y-Y.....	82
L.	Momentos obtenidos de software carga sismo, vigas marco Y-Y.....	82
LI.	Momentos obtenidos de software carga sismo, columnas marco Y-Y	83
LII.	Comparacion de momentos vigas, marco X-X segundo nivel.....	84
LIII.	Comparación de momentos vigas, marco X-X primer nivel	84
LIV.	Comparación de momentos vigas, marco Y-Y, segundo nivel.....	85
LV.	Comparación de momentos vigas, marco Y-Y, primer nivel	85
LVI.	Comparación de momentos, columnas segundo nivel marco X-X.....	86
LVII.	Comparación de momentos columnas, primer nivel marco X-X	87
LVIII.	Comparación de momentos columnas, segundo nivel marco Y-Y.....	87
LIX.	Comparación de momentos columnas, primer nivel marco Y-Y	88
LX.	Envolvente de momentos Viga 1-2, segundo nivel	90
LXI.	Envolvente de momentos Viga 2-3, segundo nivel	91
LXII.	Envolvente de momentos viga 1-2, primer nivel	91
LXIII.	Envolvente de momentos viga 2-3 primer nivel	91
LXIV.	Envolvente de momentos columnas segundo nivel	92
LXV.	Envolvente de momentos columnas, primer nivel.....	92
LXVI.	Relación a/b losas.....	95
LXVII.	Resumen de cargas muertas	95
LXVIII.	Momentos losas, primer nivel	98
LXIX.	Momentos finales losa	98
LXX.	Diseño de viga Eje 1-2, segundo nivel.....	107
LXXI.	Diseño de viga Eje 2-3, segundo nivel.....	107

LXXII.	Diseño viga Eje 1-2, primer nivel.....	108
LXXIII.	Diseño de viga Eje 2-3 primer nivel.....	108
LXXIV.	Diseño viga Eje A-B, B-C, C-D, D-E, E-F, F-G segundo nivel.....	109
LXXV.	Diseño viga Eje A-B, B-C, C-D, D-E, E-F, F-G primer nivel	109
LXXVI.	Envolvente de momentos columna 1	130
LXXVII.	Envolvente de momentos columna 2	130
LXXVIII.	Envolvente de momentos columna 3	131
LXXIX.	Envolvente de momentos columna A.....	131
LXXX.	Envolvente de momentos columna B.....	132
LXXXI.	Envolvente de momentos columna C.....	132
LXXXII.	Envolvente de momentos columna D.....	133
LXXXIII.	Envolvente de momentos columna E	133
LXXXIV.	Envolvente de momentos columna F	134
LXXXV.	Envolvente de momentos columna G.....	134
LXXXVI.	Unidades de gasto para tuberías de distribución	155
LXXXVII.	Gastos probables para el método de Hunter (lt/s).....	156
LXXXVIII.	Ecuaciones de intensidad de lluvia por región	158
LXXXIX.	Unidades de descarga y diámetro mínimo en derivaciones simples y sifones de descarga	160
XC.	Presupuesto de edificio escolar para la aldea Lo de Ramos.....	163
XCI.	Anchos de zanja.....	169
XCII.	Pozos de visita en función del diámetro de la tubería	171
XCIII.	Pozos de visita en función de la altura.....	171
XCIV.	Clasificación estructural de pozos de visita.....	172
XCV.	Profundidad mínima de cota invert para evitar rupturas.....	174
XCVI.	Profundidad mínima para tubería cemento	174
XCVII.	Relaciones hidráulicas	181
XCVIII.	Coeficiente de escorrentía	185
XCIX.	Constantes A, B y n.....	186

C.	Cuencas y estaciones de Guatemala	187
CI.	Tiempos de concentración iniciales	188
CII.	Resumen del presupuesto de drenaje pluvial	209

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Q	Caudal a sección llena
q	Caudal a sección parcialmente llena
Q dis	Caudal de diseño
cm	Centímetro
C	Coeficiente de escorrentía
CTF	Cota final de terreno
CTI	Cota inicial de terreno
CIE	Cota invert de entrada
CIS	Cota invert de salida
D	Diámetro de tubería
DH	Distancia horizontal
=	Igual a
I	Intensidad de lluvia
L	Longitud de tubería
>	Mayor que
<	Menor que
m	Metro
m²	Metro cuadrado
m³	Metro cúbico
m³/s	Metro cúbico por segundo
m/s	Metro por segundo
k	Módulo de reacción
S	Pendiente

PV	Pozo de visita
q/Q	Relación de caudales
d/D	Relación de diámetros
v/V	Relación de velocidades
V	Velocidad del flujo a sección llena
v	Velocidad del flujo dentro del drenaje

GLOSARIO

ACI	Instituto Americano del Concreto.
Agregado	Material inerte, que se mezcla con cemento y agua para producir concreto.
Área Tributaria	Zona de acción de carga para el análisis estructural.
Altimetría	Procedimiento usado para definir las diferencias de nivel existente entre puntos de elevación de una construcción o un terreno.
Análisis Estructural	Proceso para determinar la respuesta de la estructura ante los agentes externos o internos que puedan afectar su integridad.
Carga Axial	Carga aplicada en el eje longitudinal de un elemento.
Carga muerta	Carga vertical aplicada sobre una estructura, generalmente es el peso propio de la misma más los elementos permanentes.
Carga viva	Carga de ocupación de un edificio, puede moverse a través del tiempo y de la cual no se sabe su posición o magnitud en el tiempo.

Carga muerta	Carga vertical aplicada sobre una estructura, generalmente es el peso propio de la misma más los elementos permanentes.
Caudal de diseño	Volumen de agua escurrido en una unidad de tiempo, con el que se realizan los cálculos pertinentes.
Concreto	Material pétreo, artificial, obtenido de la mezcla de Altura a la que se encuentra la tubería, medida hasta la parte inferior e interior de la misma.
Confinamiento	Adecuada distribución de estribos dentro de un elemento estructural de concreto armado de acuerdo a los lineamientos de códigos y especificaciones técnicas para un perfecto amarre perimetral de la estructura.
Corte basal	Fuerza de corte provocada por la acumulación de fuerzas aplicadas en la base de las estructuras.
Cota invert	Altura a la que se encuentra la tubería, medida hasta la parte inferior e interior de la misma.
Drenajes	Sistema de tuberías interconectadas que permiten el desalojo de los líquidos pluviales o de servicio.
INFOM	Instituto de Fomento Municipal
Intensidad de lluvia	Relación entre la precipitación pluvial y su duración.

Periodo de diseño	Período de tiempo en el cual un sistema prestará un servicio eficiente.
Predimensionamiento	Es dar las medidas preliminares a los elementos que componen una estructura.
Tirante	Altura de las aguas residuales y pluviales dentro de un drenaje.

RESUMEN

Los habitantes de la comunidad Concepción El Pilar 2, han manifestado que la falta de una edificación adecuada para la educación primaria de los niños en la comunidad, genera inconformidad con los mismos, puesto que sus hijos no se sienten en un ambiente apropiado que les permita aprender en forma cómoda y segura.

Así mismo han sufrido daños en su infraestructura vial, esto debido a que las copiosas lluvias con cada invierno incrementan la precipitación pluvial. La falta de un sistema de manejo correcto de la escorrentía de lluvia provoca erosión en las calles y caminos dificultando la locomoción de las personas dentro y hacia la comunidad.

Por lo indicado anteriormente y tras haber evaluado ambas situaciones se realizará el diseño de una escuela con un sistema de módulos de aulas y servicios en dos niveles e incluyendo muros perimetrales. Así mismo se diseñará un sistema de alcantarillado pluvial adecuado a las necesidades presentes y futuras, el cual estará conformado por tragantes, tuberías, obras de arte y demás accesorios necesarios para el manejo y control adecuado de la escorrentía de lluvia. Todo esto con el fin de solventar la problemática de la comunidad y a su vez brindarles una mejor calidad de vida a los mismos.

OBJETIVOS

General

Diseñar una edificación escolar y un sistema de alcantarillado pluvial para la comunidad de Concepción el Pilar 2.

Específicos

1. Diseñar un sistema de alcantarillado pluvial que evite el deterioro de las calles y principales vías de comunicación de la comunidad.
2. Capacitar a los miembros del COCODE de Concepción el Pilar 2, por medio de charlas y un manual de mantenimiento y operación de los sistemas de alcantarillado pluvial.
3. Diseñar un plantel educativo de nivel primario que satisfaga las necesidades de la población.
4. Aplicar las normas estructurales de diseño que el AGIES presenta, para el diseño de la edificación escolar y con esto cumplir con los requisitos y criterios sísmicos que se puedan producir en la región.
5. Presentar un juego de planos del diseño y presupuesto detallado.

INTRODUCCIÓN

San Juan Sacatepéquez es un municipio del departamento de Guatemala que se encuentra en vías de desarrollo, el mismo ha tenido un alto crecimiento poblacional junto con el cual han surgido necesidades dentro de las aldeas que lo conforman, dentro de las cuales podemos destacar servicios básicos y de educación.

Dentro de la infraestructura de la comunidad de Concepción el Pilar 2, aldea Lo de Ramos, se ubica la necesidad de un edificio escolar de educación primaria y un sistema de alcantarillado pluvial.

El edificio escolar existente no posee la cantidad de salones suficientes que permitan albergar a los estudiantes, provocando incomodidad y falta de interés en los educandos y disgusto en los padres de familia.

Las calles de la comunidad se han visto devastadas por las copiosas lluvias que se presentan en la región y a la vez provocan alteraciones y deformaciones en las principales vías de comunicación, dificultando a los pobladores la locomoción dentro de la misma y la extracción de sus productos y mercaderías.

Para dichos proyectos se realizará un estudio técnico que permita plantear soluciones reales, los alcances y limitaciones de los mismos, así como elaborar un plan de trabajo que permita su ejecución.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía del municipio de San Juan Sacatepéquez

El nombre del municipio de San Juan Sacatepéquez deriva de dos fuentes: San Juan Bautista, patrono del municipio y dos voces del Kaqchiquel: sacar, que significa hierba y tepet, que significa cerro.

1.1.1. Localización geográfica

El municipio de San Juan Sacatepéquez se encuentra ubicado a 25 kilómetros de la ciudad capital. Posee una extensión territorial de 242 kilómetros cuadrados y limita al norte con el municipio de Granados, Baja Verapaz; al este con el Municipio de San Raymundo y San Pedro Sacatepéquez, ambos del departamento de Guatemala; al sur limita con el Municipio de San Pedro Sacatepéquez; y al oeste con el municipio de San Martín Jilotepeque perteneciente al Departamento de Chimaltenango y con el municipio de Santo Domingo Xenacoj perteneciente al Departamento de Sacatepéquez.

Figura 1. Ubicación Lo de Ramos, San Juan Sacatepéquez



Fuente: Medio de comunicación digital. *San Juan*.

<http://www.sanjuansac.com/category/territorio/mapa/>. Consulta: 11 de octubre de 2017.

1.1.2. Topografía del lugar

La topografía de este municipio es irregular, montañosa y quebrada, con pocas planicies y numerosas pendientes y hondonadas, cubiertas con grandes extensiones de vegetación. Tiene regiones fértiles que gradualmente van haciendo contacto con partes de terrenos secos, barrancos arenosos e incluso barrozos.

1.1.3. Clima

El clima de San Juan Sacatepéquez es templado la mayor parte del tiempo y frío en algunos cerros y lugares elevados. Las estaciones marcadas son el verano y el invierno. La temperatura general oscila entre 15 a 23 grados

centígrados. La estación meteorológica que se utiliza como patrón para registrar información del sitio es la ubicada en la zona 13 de la Ciudad de Guatemala, la cual es la estación más cercana al punto de estudio.

1.1.4. Actividades económicas

San Juan Sacatepéquez es conocida por su alta actividad en la agricultura, contando con una gran producción de flores, las cuales se venden en la cabecera del municipio. Otra de ellas es la tapicería, para la cual desarrollan finos muebles para sala, comedor, cocina, entre otros.

Dentro de otras actividades económicas que con el paso de los años se han vuelto fuertes encontramos el transporte, elaboración de tejidos, ganadería y comercio informal.

1.1.5. Servicios públicos

El municipio cuenta con distintos servicios, tanto públicos como privados, que ofrecen el apoyo a las aldeas del lugar, para el abastecimiento de la canasta básica y pago de servicios, en instituciones públicas y privadas.

Instituciones públicas: escuelas, colegios, Bomberos Voluntarios, Policía Nacional Civil, Centro de Salud, Periferia IGSS., Juzgado de Paz, Ministerio Público, Iglesias católicas, Iglesias evangélicas, entre otras.

Instituciones privadas: empresas financieras (bancos y cooperativa), transportes, bienes raíces, sanatorio, centro médico, unidad asistencial, restaurantes, cafeterías, entre otros.

1.1.6. Servicios existentes

El municipio cuenta con varios servicios principales los cuales se describen a continuación.

1.1.6.1. Educación

La comunidad Concepción el Pilar 2, actualmente cuenta con una escuela donde se imparten clases a nivel primario, la misma fue construida hace más de 20 años y su capacidad ha sido excedida.

El movimiento nacional para la alfabetización que dio inicio el 1 de octubre del año 2000, pretende atender a todas las comunidades, sin embargo, no se ha logrado en su totalidad. San Juan Sacatepéquez cuenta con un índice de analfabetismo de 27,84 %.

1.1.6.2. Salud

La aldea cuenta con un puesto de salud, un médico para atender a los pacientes que se requieren de tratamiento especializado y otro de consulta externa, las enfermeras se ocupan de atender a las personas bajo las prescripciones de los mismos.

1.1.6.3. Agua potable

En la actualidad, la situación del agua potable dentro de la comunidad es buena, pese a que el acceso al vital líquido es a través de chorros y pilas comunitarias, la cantidad de esta es abundante.

1.1.6.4. Drenajes

La aldea no cuenta con un sistema de alcantarillados, es por ello que el diseño y cálculo de la red de drenajes pluvial se ha detallado en este documento, en cuanto a las aguas negras en el departamento de planificación municipal ya se cuenta con un diseño para la implementación de dicho sistema.

1.1.7. Principales necesidades del municipio

La municipalidad de San Juan Sacatepéquez ha realizado investigaciones a través de las diferentes comunidades y aldeas que lo conforman, esto con el fin de determinar las principales necesidades de la población.

1.1.7.1. Descripción de las necesidades

De acuerdo con la información de la municipalidad las principales necesidades de la población se centran en dos grandes ramas:

1.1.7.1.1. Área de salud

El municipio posee dos centros de Salud tipo B. Estos son establecimientos de servicios públicos que cuentan con servicios de internamiento de seis a diez camas para atención materno infantil. Estos centros están situados en áreas geográficas seleccionadas, en centros urbanos de alta concentración poblacional. Tienen un área de influencia entre diez y veinte mil habitantes. Funcionan las veinticuatro horas del día y brinda atención de maternidad (parto sin complicaciones), Además de las acciones de recuperación ejecutan acciones de promoción, prevención y rehabilitación según normas. Los recursos humanos básicos son: médico general, odontólogo, psicólogo, enfermera graduada,

auxiliar de enfermería, técnico de salud rural, inspector de saneamiento ambiental; técnicos de laboratorio, y personal administrativo y operativo de apoyo.

Actualmente se está evaluando la construcción de un centro de salud tipo A, el cual podría apoyar y satisfacer las necesidades de la población. La alta densidad poblacional y bajos recursos se combinan de tal forma que se hacen necesarios centros de esta índole.

1.1.7.1.2. Área de infraestructura

Existe la necesidad de mejorar la infraestructura del municipio. Las principales redes que comunican a este se encuentran en mal estado, el remozamiento y habilitación de nuevas obras viales se hacen necesarias para mejorar la comunicación interna de las comunidades.

1.1.7.2. Evaluación y priorización de las necesidades

Tras haber evaluado los proyectos y las principales necesidades de la comunidad se acordó lo siguiente con la dirección municipal de planificación:

- La realización de un centro educativo a nivel primario es prioridad, pues a pesar de que la comunidad cuenta con un centro educativo ya existente, el mismo ha sido sobrepasado en capacidad de alumnos y las instalaciones se encuentran en malas condiciones.
- La elaboración del diseño de un sistema de alcantarillado pluvial. El agua de lluvia ha desgastado y dañado las vías principales de comunicación de

la comunidad. Al ser un terreno con una topografía irregular y que su línea central es un medio de transporte del agua de lluvia, en invierno imposibilita el acceso o salida de la aldea, no permitiendo a los pobladores poder sacar su producto y mejorar su calidad económica.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño de una escuela de educación primaria de dos niveles en la comunidad Concepción el Pilar 2, Aldea Lo de Ramos, San Juan Sacatepéquez

La construcción de la escuela primaria en aldea es de carácter prioritario, ya que este beneficiará a cerca de 300 alumnos que hasta el día de hoy siguen migrando a las aldeas vecinas para recibir su educación.

Para el proyecto de la escuela primaria, se cuenta con un terreno de propiedad municipal, con un área de 1 500 metros cuadrados, con forma de trapezoide en planta y elevación bastante regular, el cual está provisto de servicios básicos, como agua potable, alcantarillado sanitario y energía eléctrica.

2.1.1. Memoria descriptiva del proyecto

El proyecto estará compuesto por dos módulos de aulas y un módulo de gradas, el diseño se realizará bajo la normativa AGIES NSE 2018 modificadas en julio del año 2020; código de diseño ACI 318-19, la filosofía de diseño será LRFD, diseño por factores de carga y resistencia.

2.1.2. Investigación preliminar

La investigación preliminar se compone de información necesaria para realizar el diseño del proyecto.

2.1.2.1. Dimensiones y área del terreno

La escuela a construir es de dos niveles y servirá para desfogar la carga de alumnos que se tiene en aldeas vecinas.

Tabla I. **Dimensiones del terreno disponible**

Largo	Ancho	Área
50,00 m	30,00 m	1 500,00 m^2

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

2.1.2.2. Normas para el diseño de edificios educativos

En el Reglamento de Construcción de Edificios Escolares del Ministerio de Educación, se describen los criterios utilizados para espacios educativos, siendo los de aula teórica los que mejor se adaptan al diseño de este tipo de edificios.

Se denominan espacios educativos a la totalidad de espacios destinados al ejercicio de la educación, el cual se desarrolla por medio de diferentes actividades, por tal razón, las características de los espacios educativos varían de acuerdo a los requerimientos pedagógicos de las distintas asignaturas.

En el reglamento se describen como espacios educativos característicos a los siguientes: aula teórica, aula unitaria, aula de proyecciones y la economía doméstica. Los criterios que se describen a continuación son los de aula teórica que son los más adecuados para este tipo de edificaciones y tienen como función proveer a los maestros y alumnos un espacio para desarrollar, en forma cómoda,

las actividades del proceso enseñanza y aprendizaje, los criterios de aula teórica se detallan de forma general a continuación:

- La capacidad óptima en el área básica es de 30 alumnos, permitiendo un máximo de 40.
- El área mínima por educando es de 1,25 metros cuadrados.
- Para la superficie total del aula debe considerarse el caso crítico, es decir; cuando se da la capacidad máxima de alumnos, podrá ser diseñada de acuerdo a los requerimientos existentes.
- La forma del aula podrá ser cuadrada o rectangular utilizando proporción ancho-largo que no exceda de una relación 1:1,5.
- La fuente principal de iluminación natural debe provenir del lado izquierdo del alumno sentado frente al pizarrón.
- La distancia máxima del alumno sentado al fondo del salón al pizarrón será de 8 metros.

2.1.3. Criterios generales

Son los aspectos importantes que se toman en cuenta para el diseño, entre ellos se mencionan los siguientes:

2.1.3.1. Topografía del terreno

La topográfica en la comunidad es plana.

2.1.3.1.1. Planimetría

La planimetría del terreno se compone de medidas longitudinales y ángulos mediante las cuales se logra definir el área disponible en el terreno.

2.1.3.1.2. Altimetría

La altimetría del terreno se compone de medidas de elevación dentro del terreno y por la cual se obtiene la inclinación que posee el terreno.

2.1.3.2. Estudio de suelos

En 1776 Coulomb introdujo sus teorías de presión de tierras, que se aplicaron a los métodos analíticos, en 1871 Mohr presentó una teoría de falla para materiales idealmente plásticos, que, en combinación con el trabajo de Coulomb, produjo la expresión muy conocida de resistencia cortante de suelos:

$$T = C + \sigma \operatorname{tg}$$

La calidad y tipo de suelo es de gran importancia, ya que sobre dicho suelo es donde recaerán todas las cargas originadas por la estructura y el uso que se le dé a la misma.

2.1.3.2.1. Valor soporte del suelo

Para conocer la calidad y tipo de suelo, se extrajo una muestra de 1 pie cúbico, recubierta con parafina para mantener las propiedades y características propias del terreno. A la misma se le realizó un ensayo de compresión triaxial, en el Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII) de la Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.

El tipo de suelo examinado tiene partículas entre 0,002 –0,0425 milímetros, ubicándolo en la clasificación de limo arenoso, de color café, con los datos

obtenidos del ensayo de compresión triaxial, por medio del método de capacidad soporte del Dr. Terzaghi se calcula el valor soporte del suelo.

- Método de capacidad soporte de Dr. Terzaghi

$$q_0 = C N_c + q N_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma$$

Donde:

q_0	=	valor de esfuerzo limite
C	=	coeficiente de cohesión del suelo
Φ	=	ángulo de fricción interna
N_c	=	factor de capacidad de carga debido a la cohesión
N_q	=	factor de capacidad de carga debido a la sobrecarga
N_γ	=	factor de capacidad de carga debido al peso del suelo
γ_s	=	peso específico del suelo
D_f	=	desplante de cimentación
B	=	base de la zapata
F_s	=	factor de seguridad

De la tabla 3.1 del libro, principios de ingeniería de cimentaciones de Braja Das, se obtuvieron los factores siguientes por el ángulo de fricción interna de 26,16 °C.

N_c	=	27,09
N_q	=	14,21
N_γ	=	9,84

Calculando q:

$$q = \gamma D_f$$

$$q = 1,67 (1,20)$$

$$q = 2,004$$

Calculando el valor de esfuerzo limite (q_0)

$$q_0 = 2,41 (27,09) + 2,004 (14,21) + \frac{1}{2} 1,67 (2) (9,84)$$

$$q_0 = 110,20 \text{ ton/m}^2$$

Calculando el valor soporte del suelo en estudio (V_s)

$$V_s = \frac{q_0}{F_s}$$

$$V_s = \frac{110,20}{3}$$

$$V_s = 36,73 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

Figura 2. **Presión máxima permisible del suelo para las aulas**

Tipo de material	Presión máxima permisible del suelo	
	klb/ft ²	t/m ²
Roca	20 % de la resistencia última al aplastamiento	20 % de la resistencia última al aplastamiento
Arena gruesa compacta con mezcla de limo , arena fina compacta, arcilla dura o arcilla arenosa	8	39,12
Arcilla semirrigida o arcilla arenosa	6	29,34
Arcilla inorgánica compacta y mezclas de limo	4	19,56
Arena suelta	3	14,67
Arcilla arenosa suave o arcilla	2	9,78
Arena inorgánica suelta y mezclas de limo	1	4,89
Arena orgánica suelta y mezclas de limo, humus o lodo	0	0

Fuente: MCORMAC, Jack C. *Diseño de concreto reforzado*. p. 392.

Se determina un factor de seguridad intermedio, para cubrir las deficiencias que pudieran haberse dado, tanto en la obtención de la muestra, como en la realización del ensayo triaxial.

2.1.3.3. Criterios de conjunto

Entre estos mencionamos los más importantes:

- Conjunto arquitectónico: estos criterios se basan en los requisitos que debe de cumplir la escuela para atender a los educandos que se esperan recibir, la misma se debe diseñar con respecto a su funcionalidad.

- El diseño arquitectónico tiene como objetivo principal, condicionar el comportamiento del hombre en el espacio, tanto física como emocionalmente, el diseño arquitectónico se ocupa de todo lo relacionado con la proyección y la construcción del edificio, y engloba, por tanto, no sólo la capacidad de diseñar los espacios sino también la construcción de los volúmenes necesarios.
- Emplazamiento: un correcto emplazamiento del conjunto arquitectónico en el terreno se logra cuando el área construida en la planta baja no exceda el 40 % del área total del terreno.
- Orientación del edificio: la correcta orientación proporciona una óptima iluminación, ventilación y asoleamiento de todos los ambientes del edificio, la orientación ideal para las ventanas es de norte a sur, de preferencia abriéndolas hacia el norte; sin embargo, la orientación será definida en el terreno, tomando en cuenta que el sentido del viento dominante es el ideal para abrir las ventanas.
- Superficie y altura del edificio: la superficie varía en función de las necesidades que se tengan que satisfacer, tanto en capacidad como en tipo de enseñanza; y la altura no debe exceder de tres niveles, tratando de ubicar los talleres y laboratorios en el primer nivel.

2.1.3.4. Distribución de ambientes

Los espacios escolares tienen que ser planificados ya que son espacios donde se da la relación entre la información y la diversidad de ofertas pedagógicas, por lo que el espacio debe dar cabida a todas las posibles de actividades que se dan en un centro educativo.

La forma de los ambientes y su distribución dentro del edificio se hará del modo tradicional para edificios educativos, las cuales se ajustan a las necesidades existentes y al espacio disponible; los cuales serán en el primer nivel de tres aulas, y tres aulas en el segundo nivel.

2.1.3.5. Capacidad y área requerida

El área requerida para un aula de un establecimiento educativo sugiere que sea de 1,0 metro cuadrado por alumno, en el área rural y 1,25 metros cuadrados por alumno, en área urbana, para el diseño de este caso la capacidad de alumnos será la siguiente:

Tabla II. **Resultados de ensayo triaxial para la escuela de dos niveles**

Detalle	Capacidad optima	Capacidad máxima
Alumnos	30	40
Área	$(6m * 8m) / 30 = 1,6 m^2$	$(6m * 8m) / = 1,2 m^2$

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

2.1.3.6. Criterios de iluminación

Existes dos criterios principales a considerar en cuanto a la iluminación para centros educativos, estos son:

- La iluminación debe estar distribuida uniformemente y debe ser abundante y debe procurar evitar la proyección de sombras. Para esto es importante considerar la ubicación, tamaño y distribución de luminarias y ventanas. Adicionalmente son recomendables acabados claros y brillantes, puesto que estos permiten la reflexión de la luz y por ende una mayor iluminación de los ambientes.

- Se recomienda que el tipo de iluminación de los centros educativos sea predominantemente natural, sin embargo, no se limita el uso de fuentes artificiales como apoyo. Si se requiere iluminación nocturna, se debe considerar que esta debe simular en calidad y en cantidad la luz natural.

2.1.3.7. Instalaciones

Las instalaciones que se encuentran en centros educativos son sin limitarse a estas: sanitarias, hidráulicas, de iluminación y potencia. En todo caso, lo primordial es que se garantice, tanto en diseño como en colocación los siguientes:

- Seguridad
- Capacidad
- Protección contra agentes nocivos

2.1.4. Sistema estructural a utilizar

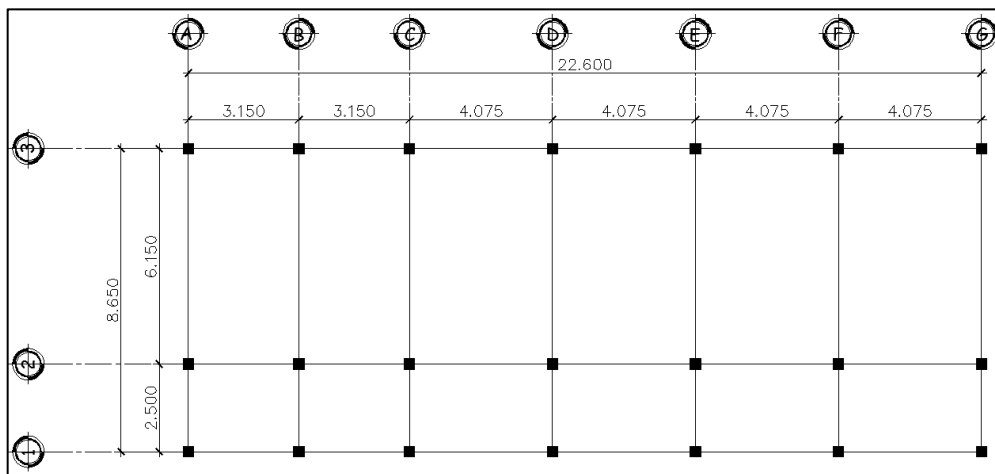
Para la edificación tipo escolar es necesario emplear un sistema estructural que resista la demanda de cargas tanto vertical como horizontal cuya ductilidad sea amplia.

Se ha elegido el sistema E1 descrito en la norma AGIES NSE-3-2018 modificada en junio del año 2020, el sistema estará compuesto por marcos de concreto reforzado resistentes a momento, de alta ductilidad, las losas serán de concreto armado y funcionarán en el sistema como diafragmas rígidos, los muros serán de bloques de mampostería reforzada la cual será únicamente de cerramiento y no de carga, por lo tanto, se utilizarán juntas estructurales mediante material aislante de por lo menos 2,50 centímetros de espesor.

En las secciones siguientes se detallará el proceso de diseño para el módulo I de la planta general presentada en la figura 2. Luego, se llevará a cabo el procedimiento posterior para las condiciones particulares del módulo restante, el diseño se complementará.

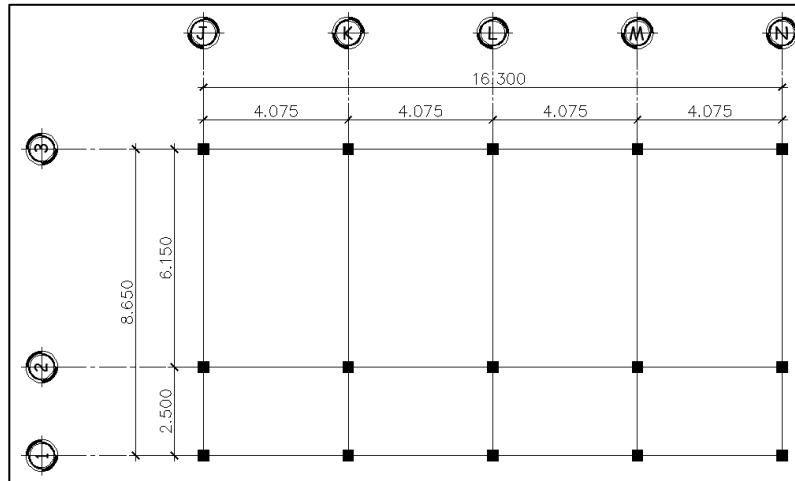
Se hace la aclaración de que ahora en adelante todas las normas AGIES-2018 hacen referencia a la versión modificada en julio de 2020.

Figura 3. **Planta del módulo 1**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

Figura 4. **Planta del módulo 2**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

2.1.4.1. **Predimensionamiento estructural**

Predimensionar, es dar medidas preliminares a los elementos que componen la estructura, que soportaran las cargas aplicadas. Para esto, se puede recurrir a la experiencia en obras similares y utilizar métodos analíticos cortos como los descritos a continuación.

2.1.4.2. **Predimensionamiento de losa**

Para el predimensionamiento de la losa es necesario verificar si esta trabajará en un sentido o en dos sentidos, para ello se realiza una relación entre el sentido largo y el sentido corto, a continuación, se muestra el procedimiento.

$$\text{Si } \frac{a}{b} < 0,50 \text{ losa en un sentido}$$

$$\text{Si } \frac{a}{b} \geq 0,50 \text{ losa en dos sentidos}$$

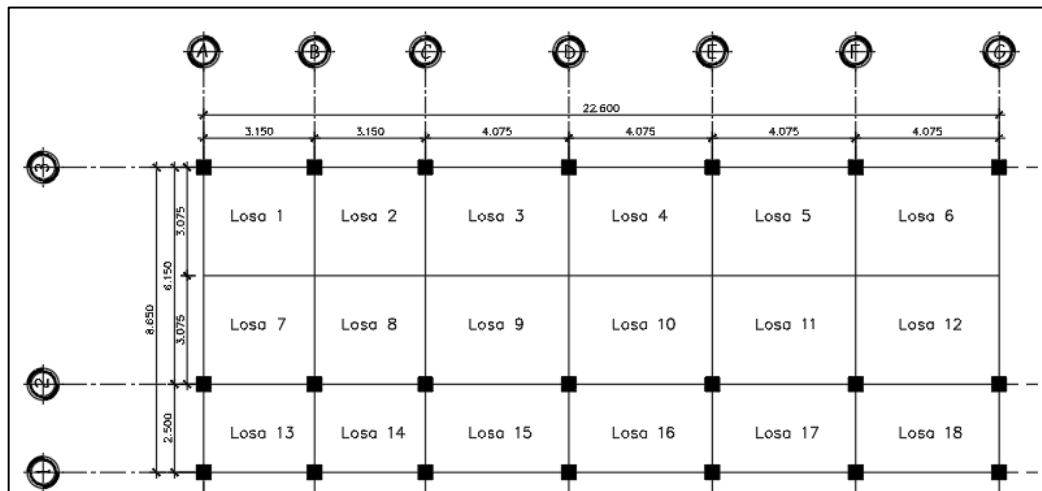
Donde:

a: lado menor de la losa

b: lado mayor de la losa

Para realizar este procedimiento se enumeraron las losas y se obtuvo la siguiente distribución, en la cual se tuvo la necesidad de agregar una viga secundaria para reducir el espesor de losa.

Figura 5. **Distribución de losas módulo 1**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

Dadas las medidas de cada una de las losas se realizó el procedimiento para determinar si trabajan en uno o dos sentidos.

Para la losa 1 se realizó el procedimiento de la siguiente manera:

$$\frac{a}{b} \geq 0,50 \text{ losa en dos sentidos, } \frac{3,08 \text{ m}}{3,15 \text{ m}} = 0,98$$

Ya que el resultado de la relación fue mayor a 0,50 se conoce que la losa trabaja en dos sentidos, de igual manera se realizó el procedimiento para todas las losas y los resultados fueron los siguientes:

Tabla III. **Determinación de funcionamiento de losa**

Módulo 1				
Losa	Lado Menor (m)	Lado Mayor (m)	Relación	Uno o dos sentidos
Losa 1	3,08	3,15	0,98	Dos sentidos
Losa 2	3,08	3,15	0,98	Dos sentidos
Losa 3	3,08	4,08	0,75	Dos sentidos
Losa 4	3,08	4,08	0,75	Dos sentidos
Losa 5	3,08	4,08	0,75	Dos sentidos
Losa 6	3,08	4,08	0,75	Dos sentidos
Losa 7	3,08	3,15	0,98	Dos sentidos
Losa 8	3,08	3,15	0,98	Dos sentidos
Losa 9	3,08	4,08	0,75	Dos sentidos
Losa 10	3,08	4,08	0,75	Dos sentidos
Losa 11	3,08	4,08	0,75	Dos sentidos
Losa 12	3,08	4,08	0,75	Dos sentidos
Losa 13	2,50	3,15	0,79	Dos sentidos
Losa 14	2,50	3,15	0,79	Dos sentidos
Losa 15	2,50	4,08	0,61	Dos sentidos
Losa 16	2,50	4,08	0,61	Dos sentidos
Losa 17	2,50	4,08	0,61	Dos sentidos
Losa 18	2,50	4,08	0,61	Dos sentidos

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

Para predimensionar las losas, se utilizará lo que dicta el código ACI 318-19 en el capítulo 8 tabla 8.3.1.1 Espesor mínimo de las losas no preesforzadas en dos direcciones.

Tabla IV. **Espesor mínimo de losas no presforzadas en dos direcciones**

f_y MPa ^[3]	Sin ábacos ^[3]			Con ábacos ^[3]		
	Paneles exteriores		Paneles interiores	Paneles exteriores		Paneles interiores
	Sin vigas de borde	Con vigas de borde ^[4]		Sin vigas de borde	Con vigas de borde ^[4]	
280	$\frac{\ell_n}{33}$	$\frac{\ell_n}{36}$	$\frac{\ell_n}{36}$	$\frac{\ell_n}{36}$	$\frac{\ell_n}{40}$	$\frac{\ell_n}{40}$
420	$\frac{\ell_n}{30}$	$\frac{\ell_n}{33}$	$\frac{\ell_n}{33}$	$\frac{\ell_n}{33}$	$\frac{\ell_n}{36}$	$\frac{\ell_n}{36}$
550	$\frac{\ell_n}{27}$	$\frac{\ell_n}{30}$	$\frac{\ell_n}{30}$	$\frac{\ell_n}{30}$	$\frac{\ell_n}{33}$	$\frac{\ell_n}{33}$

Fuente: Código ACI 318-19 capítulo 8.3.1. *Código para hormigón estructural*. p. 215.

De la tabla IV se utilizarán los factores para losas sin ábacos con paneles interiores.

Para realizar los cálculos l_n será la dimensión del lado mayor de la losa, y los resultados fueron los siguientes:

Tabla V. **Espesor de losa**

Módulo 1		
Losa	Lado Mayor (m)	$l_n/36$ (m)
Losa 1	3,15	0,09
Losa 2	3,15	0,09
Losa 3	4,08	0,11
Losa 4	4,08	0,11
Losa 5	4,08	0,11
Losa 6	4,08	0,11
Losa 7	3,15	0,09
Losa 8	3,15	0,09
Losa 9	4,08	0,11
Losa 10	4,08	0,11

Continuación de la tabla V.

Losa 11	4,08	0,11
Losa 12	4,08	0,11
Losa 13	3,15	0,09
Losa 14	3,15	0,09
Losa 15	4,08	0,11
Losa 16	4,08	0,11
Losa 17	4,08	0,11
Losa 18	4,08	0,11

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

Se tomará como dimensión uniforme para todas las losas 12 centímetros de espesor, por consideraciones constructivas y arquitectónicas.

2.1.4.3. Predimensionamiento de vigas

Para predimensionar vigas, el método determina el peralte o altura de la viga, ésta depende de la luz que esta cubra. En este caso se calcula la viga crítica, es decir, la de mayor longitud, quedando las demás con igual sección.

Según código ACI 318-19 sección 9.3.1 Altura mínima de la viga, el espesor mínimo de viga, no pretensadas con un extremo continuo es $L/18,50$, donde L es la luz máxima.

$$h = \frac{L}{18,50}$$

$$h = \frac{6.15}{18,50}$$

$$h = 0,33 \text{ m}$$

Donde:

L = luz libre crítica de viga a utilizar

Posterior a varias iteraciones de diseño se llegó a la conclusión de utilizar una viga con peralte de 50 centímetros.

En el caso de la base, se utilizará lo dictado por el código ACI 318-19 en el capítulo 18.6.2.1 donde indica que el ancho b debe ser al menos igual al menor de 0,3 del peralte de la viga y 25 centímetros

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

$$b = 0,30h$$

$$b = 0,30 * 50 \text{ cm} = 15 \text{ cm}$$

Debido a los requerimientos de diseño se utilizará una sección de viga de 30 centímetros de base y 50 centímetros de peralte.

2.1.4.4. Predimensionamiento de columnas

El método que se utiliza para predimensionar las columnas y determinar la sección se basa en la carga aplicada que se le aplica. En este caso en particular, se desea guardar simetría en las dimensiones de la columna. Por esta razón se toma la columna crítica, es decir, la que soporta mayor carga. La medida resultante se aplica a todas las demás.

Para el predimensionamiento de la sección de la columna es necesario tomar en cuenta los criterios que dicta el código ACI 318-19 en el capítulo 18.

Los cuales se describen a continuación:

Sección 18.7.2.1.

- La dimensión menor de la sección transversal, medida en una línea recta que pasa a través del centroide geométrico, de ser al menos 30 cm.
- La relación entre la dimensión menor de la sección transversal y la dimensión perpendicular debe ser al menos 0,4.
- El área de refuerzo longitudinal, A_{st} , debe ser al menos $0,01 A_g$ y no debe exceder $0,06 A_g$.

Tabla VI. **Integración de cargas muertas**

Carga muerta	kg/m ²
Losa	288
Muros	135
Sobrecarga	200

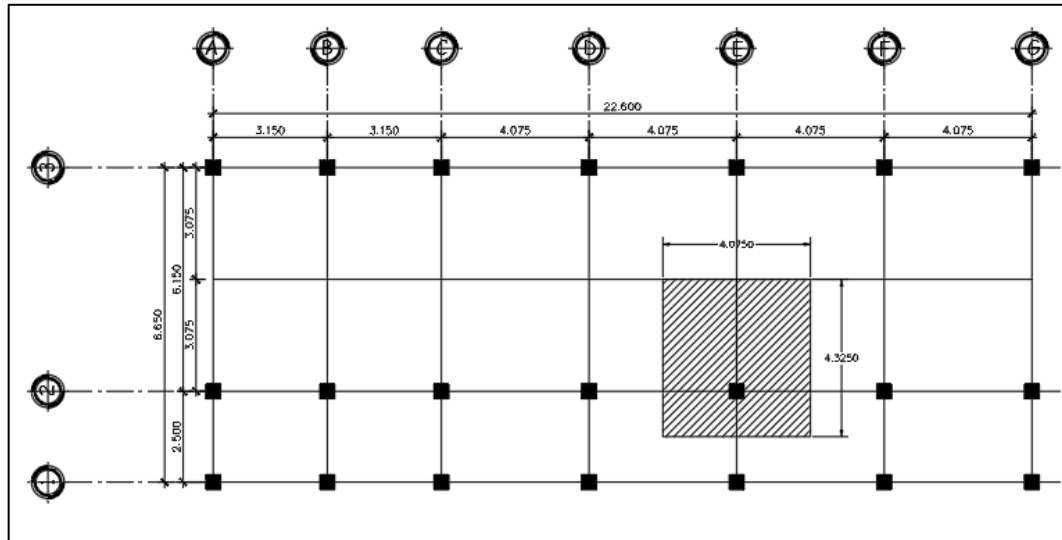
Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2018.

Tabla VII. **Integración de cargas vivas**

Carga viva	kg/m ²
Techo sin acceso	100
Aulas	200
Pasillos	500

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2018.

Figura 6. Área tributaria para columna crítica E2, modulo 1



Fuente: elaboración propia, utilizando AutoCAD 2018.

Se propone una columna de 40 x 40 que supera el área necesaria y las limitantes.

Datos:

$$\text{Área tributaria en columna: } 4,08 * 4,33 = 17,62 \text{ m}^2$$

- Techo sin acceso

$$Cm = W_{losa} + W_{vigas} + W_{sc}$$

$$Cm = \left(288 \frac{kg}{m^2} * 17,62m^2 \right) + \left(16,80m * 0,30m * 0,50m * 2\ 400 \frac{kg}{m^3} \right) + \left(17,92m^2 * \frac{200kg}{m^2} \right) = 14\ 648,70 \text{ kg}$$

$$Cv = 17,62m^2 * 100 \frac{kg}{m^2} = 1\,762,44\,kg$$

- Entrepiso

$$Cm = W_{losa} + W_{vigas} + W_{sc} + W_{muros}$$

$$\begin{aligned} Cm &= \left(288 \frac{kg}{m^2} * 17,92m^2 \right) + \left(16,80m * 0,30m * 0,50m * 2\,400 \frac{kg}{m^3} \right) \\ &\quad + \left(17,62m^2 * \frac{200kg}{m^2} \right) + \left(17,62\,m * 3\,m * 135 \frac{kg}{m^2} \right) \\ &= 21\,452,70\,kg \end{aligned}$$

$$Cv = \left(1,25m * 4,08m * 500 \frac{kg}{m^2} \right) + \left(3,08 * 4,08 * 200 \frac{kg}{m^2} \right) = 5\,057,08\,kg$$

- Peso propio columna

$$Pp_{col} = \left(8,5m * 0,40m * 0,40m * 2\,400 \frac{kg}{m^2} \right) = 3\,264\,kg$$

- Carga muerta total

$$Cm = Cm_{techo} + Cm_{entrepiso} + Pp_{col}$$

$$Cm = 14\,648,70\,kg + 21\,452,70\,kg + 3\,264\,kg = 39\,365,40\,kg$$

- Carga viva total

$$Cv = Cv_{techo} + Cv_{entrepiso}$$

$$Cv = 1\,762,44\text{ kg} + 5\,057,08\text{ kg} = 6\,819,51\text{ kg}$$

- Cargas totales mayoradas

$$Pu = 1,2Cm + 1,6 Cv$$

$$Pu = 1,2(39\,365,40\text{ kg}) + 1,6(6\,819,51\text{kg}) = 58\,149,69\text{ kg}$$

Con la carga última obtenida de la integración de cargas, se determinará el área gruesa necesaria utilizando la ecuación 22.4.2.2 del ACI 318-19 y de esta forma se verificará si la sección propuesta proporciona el área requerida.

$$Pn = 0,85 * f'c * (Ag - Ast) + fy * Ast$$

$$\Phi Pn \geq Pu$$

$$Pu = \Phi * 0,85 * f'c * (Ag - Ast) + fy * Ast$$

Donde:

$$Ast = 0,01Ag$$

$$Ag = 40\text{ cm} * 40\text{ cm} = 1\,600\text{ cm}^2$$

$$\Phi = 0,65\text{ según ACI 318-19 Cap. 21.2.2}$$

$$f'c = 281 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$fy = 4\,200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Sustituyendo valores en la ecuación:

$$58\,149,69\text{ kg} = 0,65 * 0,85 * 281 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * (Ag - 0,01Ag) + 4\,200\text{ kg/cm}^2 * 0,01Ag$$

Despejando A_g se obtiene:

$$A_g = 297,14 \text{ cm}^2$$

Dados los resultados se establece que la sección propuesta de 40 centímetros por 40 centímetros para obtener un área gruesa de 1 600 centímetros cuadrados es adecuada para el diseño.

2.1.5. Modelos matemáticos de marcos dúctiles con nudos rígidos

Los modelos matemáticos consisten en idealizar una estructura para lograr realizar un análisis matemático y de esta manera se puede realizar posteriormente un diseño estructural.

2.1.5.1. Cargas aplicadas a marcos dúctiles con nudos rígidos

Según la norma AGIES NSE 2-2018 se deben considerar distintos tipos de cargas aplicadas a la estructura, entre las cuales encontramos las cargas muertas las cuales son aquellas que se componen del peso propio de la estructura y de todos aquellos elementos que forman parte inamovible de la estructura. A demás se deben considerar cargas vivas las cuales dependen netamente del uso que tendrá la estructura. Finalmente es necesario incluir las cargas de sismo las cuales dependen del nivel de protección sísmico de la estructura con base en la clasificación de la obra, ubicación y criterios estructurales.

2.1.5.2. Cargas verticales

Las cargas verticales a utilizar en la estructura son las descritas por la norma AGIES NSE-2-2018, las cuales incluyen la carga muerta, carga muerta sobre puesta y la carga viva, las cuales están detalladas en los capítulos 2, 3 y anexos de dicha norma.

Para este caso se utilizarán las siguientes cargas:

Cargas Muertas

- Peso específico del concreto 2400 kg/m^3
- Muros 135 kg/m^2
- Sobre carga (rellenos, acabados, entre otros.) 200 kg/m^2

Carga Viva para edificaciones escolares

- Aulas 200 kg/m^2
- Pasillos 500 kg/m^2

2.1.5.3. Cargas horizontales

Las cargas horizontales que se utilizarán en este diseño serán las cargas de sismo las cuales según la norma AGIES NSE-2-2018, capítulo 4, son aquellas obtenidas bajo el nivel de protección sísmico que se tiene en cada localidad y que se complementa según sea la clasificación de la obra y los aspectos del sistema estructural a utilizar.

2.1.5.4. Integración de cargas

La integración de carga consiste en establecer la carga que llegará a cada uno de los elementos, para ello es necesario conocer las áreas que tributan a cada uno de los elementos. Adicionalmente es preciso seguir con los procedimientos dictados por las normas AGIES NSE-2018, tal es el caso de la integración de carga sísmica.

2.1.5.5. Integración cargas verticales

Para la integración de cargas verticales se hará uso de las cargas establecidas en las tablas IV y V.

$$\text{Peso específico de concreto } \gamma_c = 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Losa} = 288 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Muros} = 135 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Sobrecarga} = 200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

Las dimensiones de los elementos serán las que se obtuvieron mediante el proceso de predimensionamiento las cuales son:

$$b_{viga} = 0,30 \text{ m}$$

$$h_{viga} = 0,50 \text{ m}$$

Integración de cargas verticales para el marco E, del nivel 2, modulo 1.

$$CM = W_{losa} + W_{sc} + W_{viga}$$

$$CM = \frac{At_{losa} * W_{losa}}{L_{viga}} + \frac{At_{losa} * W_{sc}}{L_{viga}} + (A_v * \gamma_c)$$

$$CV = \frac{At_{losa} * CV}{L_{viga}}$$

- Eje 1-2 Marco E, segundo nivel

Longitud de viga: 2,50 m

Área tributaria: 3,12 m²

$$CM = \frac{3,12 \text{ m}^2 * 288 \text{ kg/m}^2}{2,50 \text{ m}} + \frac{3,12 \text{ m}^2 * 200 \text{ kg/m}^2}{2,50 \text{ m}} + \left(0,30 \text{ m} * 0,50 \text{ m} * 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right) = 969,02 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$CV = \frac{3,12 \text{ m}^2 * 100 \text{ kg/m}^2}{2,50 \text{ m}} = 124,80 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

- Eje 2-3 Marco E, segundo nivel

Longitud de viga: 6,15 m

Área tributaria: 17,25 m²

$$CM = \frac{17,25 \text{ m}^2 * 288 \text{ kg/m}^2}{6,15 \text{ m}} + \frac{17,25 \text{ m}^2 * 200 \text{ kg/m}^2}{6,15 \text{ m}} + \left(0,30 \text{ m} * 0,50 \text{ m} * 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right) = 1728,78 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$CV = \frac{17,25m^2 * 100 \text{ kg/m}^2}{6,15 \text{ m}} = 280,49 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Integración de cargas verticales para el marco E, del nivel 1, modulo 1.

$$CM = W_{losa} + W_{sc} + W_{viga} + W_{muro}$$

$$CM = \frac{At_{losa} * W_{losa}}{L_{viga}} + \frac{At_{losa} * W_{sc}}{L_{viga}} + (A_v * \gamma_c) + \frac{A_{muro} * W_{muro}}{L_{viga}}$$

$$CV = \frac{At_{losa} * CV}{L_{viga}}$$

- Eje 1-2 Marco E, primer nivel

Longitud de viga: 2,50 m

Área tributaria: 3,12 m²

$$\begin{aligned} CM &= \frac{3,12m^2 * 288 \text{ kg/m}^2}{2,50m} + \frac{3,12 m^2 * 200 \text{ kg/m}^2}{2,50 m} \\ &+ (0,30m * 0,50m * 2400 \text{ kg/m}^3) + \frac{2,50m * 3,00m * 135 \text{ kg/m}^2}{2,50m} \\ &= 1\,374,02 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \end{aligned}$$

$$CV = \frac{3,12m^2 * 500 \frac{\text{kg}}{m^2}}{2,50 m} = 624 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

- Eje 2-3 Marco E, primer nivel.

Longitud de viga: 6,15 m

Área tributaria: 17,25 m²

$$\begin{aligned}
 CM &= \frac{17,25 \text{ m}^2 * 288 \text{ kg/m}^2}{6,15 \text{ m}} + \frac{17,25 * 200 \text{ kg/m}^2}{6,15 \text{ m}} \\
 &+ (0,30\text{m} * 0,50\text{m} * 2400 \text{ kg/m}^3) + \frac{6,15\text{m} * 3,00\text{m} * 135 \text{ kg/m}^2}{6,15\text{m}} \\
 &= 2 \ 133,78 \frac{\text{kg}}{\text{m}}
 \end{aligned}$$

$$CV = \frac{17,25 \text{ m}^2 * 200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}}{2,50 \text{ m}} = 560,98 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Integración de cargas verticales para el marco 2, del nivel 2, modulo 1.

$$CM = W_{losa} + W_{sc} + W_{viga}$$

$$CM = \frac{At_{losa} * W_{losa}}{L_{viga}} + \frac{At_{losa} * W_{sc}}{L_{viga}} + (A_v * \gamma_c)$$

$$CV = \frac{At_{losa} * CV}{L_{viga}}$$

- Eje A-B y B-C Marco 2, segundo nivel.

Longitud de viga: 3,15 m

Área tributaria: 4,96 m²

$$CM = W_{losa} + W_{sc} + W_{viga}$$

$$CM = \frac{4,96 \text{ m}^2 * 288 \text{ kg/m}^2}{3,15\text{m}} + \frac{4,96 \text{ m}^2 * 200 \text{ kg/m}^2}{3,15 \text{ m}} + \left(0,30\text{m} * 0,50\text{m} * 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right) = 1128,41 \text{ kg/m}$$

$$CV = \frac{4,96 \text{ m}^2 * 100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}}{3,15 \text{ m}} = 154,29 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Integración de cargas verticales para el marco 2, del nivel 1, modulo 1.

$$CM = W_{losa} + W_{sc} + W_{viga} + W_{muro}$$

$$CM = \frac{At_{losa} * W_{losa}}{L_{viga}} + \frac{At_{losa} * W_{sc}}{L_{viga}} + (A_v * \gamma_c) + \frac{A_{muro} * W_{muro}}{L_{viga}}$$

$$CV = \frac{At_{losa} * CV}{L_{viga}}$$

- Eje A-B y B-C Marco 2, primer nivel.

Longitud de viga: 3,15 m

Área tributaria: 4,96 m²

$$CM = W_{losa} + W_{sc} + W_{viga} + W_{muro}$$

$$\begin{aligned}
 CM &= \frac{4,96 \text{ m}^2 * 288 \text{ kg/m}^2}{3,15 \text{ m}} + \frac{4,96 \text{ m}^2 * 200 \text{ kg/m}^2}{3,15 \text{ m}} \\
 &+ \left(0,30 \text{ m} * 0,50 \text{ m} * 2\,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) + \frac{3 \text{ m} * 3,15 \text{ m} * 135 \text{ kg/m}^2}{3,15 \text{ m}} \\
 &= 1\,533,41 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

$$CV = \frac{2,48 \text{ m}^2 * 200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}}{3,15 \text{ m}} + \frac{2,38 \text{ m}^2 * 500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}}{3,15 \text{ m}} = 535,24 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Integración de cargas verticales para el marco 2, del nivel 1, modulo 1.

$$CM = W_{losa} + W_{sc} + W_{viga}$$

$$CM = \frac{At_{losa} * W_{losa}}{L_{viga}} + \frac{At_{losa} * W_{sc}}{L_{viga}} + (A_v * \gamma_c)$$

$$CV = \frac{At_{losa} * CV}{L_{viga}}$$

- Eje C-D, D-E, E-F y F-G Marco 2, segundo nivel.

Longitud de viga: 4,08 m

Área tributaria: 7,43 m²

$$CM = W_{losa} + W_{sc} + W_{viga}$$

$$\begin{aligned}
 CM &= \frac{7,43 \text{ m}^2 * 288 \text{ kg/m}^2}{4,08 \text{ m}} + \frac{7,43 \text{ m}^2 * 200 \text{ kg/m}^2}{4,08 \text{ m}} \\
 &+ \left(0,30 \text{ m} * 0,50 \text{ m} * 2\,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = 1\,249,78 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

$$CV = \frac{7,43 \text{ m}^2 * 100 \text{ kg/m}^2}{4,08 \text{ m}} = 182,33 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Integración de cargas verticales para el marco 2, del nivel 1, modulo 1.

$$CM = W_{losa} + W_{sc} + W_{viga} + W_{muro}$$

$$CM = \frac{At_{losa} * W_{losa}}{L_{viga}} + \frac{At_{losa} * W_{sc}}{L_{viga}} + (A_v * \gamma_c) + \frac{A_{muro} * W_{muro}}{L_{viga}}$$

$$CV = \frac{At_{losa} * CV}{L_{viga}}$$

- Eje C-D, D-E, E-F y F-G Marco 2, primer nivel.

Longitud de viga: 4,08 m

Área tributaria: 7,43 m²

$$CM = W_{losa} + W_{sc} + W_{viga} + W_{muro}$$

$$\begin{aligned} CM &= \frac{7,43 \text{ m}^2 * 288 \text{ kg/m}^2}{4,08 \text{ m}} + \frac{7,43 \text{ m}^2 * 200 \text{ kg/m}^2}{4,08 \text{ m}} \\ &+ (0,30 \text{ m} * 0,50 * 2400 \text{ kg/m}^3) + \frac{3 \text{ m} * 4,08 \text{ m} * 135 \text{ kg/m}^2}{4,08 \text{ m}} \\ &= 1\,654,78 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \end{aligned}$$

$$CV = \frac{3,90 \text{ m}^2 * 200 \text{ kg/m}^2}{4,08 \text{ m}} + \frac{3,53 \text{ m}^2 * 500 \text{ kg/m}^2}{4,08 \text{ m}} = 624,54 \text{ kg/m}$$

2.1.5.6. Cargas horizontales

En Guatemala, las cargas horizontales son principalmente debido a fuerzas sísmicas. Las fuerzas horizontales a las que se encuentra expuesto comúnmente un edificio son: de viento y de sismo. En el análisis estructural regularmente se considera una de las dos, ya que los fenómenos naturales que las provocan, generalmente no se presentan simultáneamente.

Desde el punto de vista de las estructuras, los sismos consisten en movimientos horizontales y verticales en la superficie de la tierra, a medida que el terreno se mueve, la inercia tiende a mantener a la estructura en su sitio original, lo cual conlleva a la imposición de desplazamiento y de fuerzas que pueden tener resultados catastróficos, por lo tanto; la respuesta sísmica depende fuertemente de las propiedades geométricas de la estructura, especialmente su altura.

Para determinar las fuerzas sísmicas aplicadas a la estructura se utilizará el método de AGIES.

2.1.5.6.1. Corte basal

El cortante basal forma parte de la integración de la carga sísmica en una estructura, el cortante basal, es el cortante que se aplica en la base de una estructura, la base sísmica no siempre suele coincidir con el nivel más bajo de la estructura.

Para determinar el cortante basal es necesario determinar el peso sísmico de la edificación y que la norma AGIES NSE-3-2018 capítulo 1.11.3, indica que se debe considerar la carga muerta a totalidad y un 25 % de carga viva.

Cálculo del peso de la estructura:

Cargas muertas del segundo nivel

$$W_{losa} = 195,49 \text{ m}^2 * 288 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 56\,301,12 \text{ kg}$$

$$W_{vigas} = 0,30 \text{ m} * 0,50 \text{ m} * 150,95 \text{ m} * 2\,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 54\,342 \text{ kg}$$

$$W_{columnas} = 21 * 0,40 \text{ m} * 0,40 \text{ m} * 1,75 \text{ m} * 2\,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 14\,112 \text{ kg}$$

$$W_{SC} = 195,49 \text{ m}^2 * 200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 39\,098 \text{ kg}$$

$$W_{muros} = 157 \text{ m} * 1,5 \text{ m} * 135 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 31\,792,62 \text{ kg}$$

$$W_{total\ CM} = 56\,301,12 \text{ kg} + 54\,342 \text{ kg} + 14\,112 \text{ kg} + 39\,098 \text{ kg} + 31\,792,62 \text{ kg} = 195\,645,62 \text{ kg}$$

Carga viva del segundo nivel

$$W_{viva\ 2\ Nivel} = 0,25 * 195,49 \text{ m}^2 * 100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 4\,887,25 \text{ kg}$$

Carga total segundo nivel

$$W_{total\ 2\ Nivel} = 195\,645,62 \text{ kg} + 4\,887,25 = 200\,532,87 \text{ kg}$$

Cargas muertas del primer nivel:

$$W_{losa} = 195,49 \text{ m}^2 * 288 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 56\,301,12 \text{ kg}$$

$$W_{vigas} = 0,30 \text{ m} * 0,50 \text{ m} * 150,95 \text{ m} * 2\,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 46\,206 \text{ kg}$$

$$W_{columnas} = 21 * 0,40 \text{ m} * 0,40 \text{ m} * 6,75 \text{ m} * 2\,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 54\,432 \text{ kg}$$

$$W_{SC} = 195,49 \text{ m}^2 * 200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 39\,098 \text{ kg}$$

$$W_{muros} = 157 \text{ m} * 4,5 \text{ m} * 135 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 95\,377,50 \text{ kg}$$

$$W_{total\ CM} = 56\,301,12 \text{ kg} + 46\,206 \text{ kg} + 54\,432 \text{ kg} + 39\,098 \text{ kg} \\ + 95\,377,50 \text{ kg} = 291\,414,62 \text{ kg}$$

Carga viva del primer nivel

$$W_{viva\ 1N} = 0,25 * \left(6,15\text{m} * 22,60\text{m} * 200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 2,50\text{m} * 22,60\text{m} * 500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right) \\ = 20\,198,75 \text{ kg}$$

Carga total segundo nivel

$$W_{total\ 2N} = 291\,414,62 \text{ kg} + 20\,198,75 \text{ kg} = 512\,146,24 \text{ kg}$$

Se utilizará el método de la carga sísmica equivalente, para ello se hará uso del procedimiento que indica la norma AGIES NSE-3-2018 capítulo 2, el cual consiste en modelar las fuerzas horizontales de manera estática.

Se obtendrá el coeficiente sísmico mediante la creación del espectro sísmico de respuesta, para ello se hará uno de los datos sísmicos del país los cuales se encuentra en el apartado de anexos de la norma AGIES NSE-2-2018.

- Ubicación de la obra: San Juan, Sacatepéquez.
- Clasificación de la obra, según AGIES NSE-1-2018 capítulo 3, la obra se clasifica como importante III.

El suelo se clasifico según la norma AGIES NSE-2.1-2018, y obtuvo la clasificación tipo D

Tabla VIII. **Datos para espectro**

LUGAR	San Juan Sacatepéquez	
CLASE DE SITIO	D	
Io	4,1	
Scr	1,56	g
S1r	1,17	g
TL	3,49	s

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2018.

Se utilizarán marcos de concreto, sistema E1 según la norma AGIES NSE-3-2018 capítulo 1.6.

El nivel de protección sísmica se obtuvo de la norma AGIES NSE-2-2018, tabla 4.2.2-1, el cual indica que la probabilidad de exceder el sismo de diseño es de 5 % en 50 años y lo clasifica como tipo D, el factor K_d a utilizar es de 0,80.

Ajuste por clase de sitio e intensidades sísmicas especiales:

$$S_{cs} = S_{cr} * F_a * N_a$$

$$S_{1s} = S_{1r} * F_v * N_v$$

Donde:

- S_{cs} es la ordenada espectral del sismo extremo en el sitio de interés para estructuras con periodo de vibración corto. Ecuación 4.5.3-1 de AGIES NSE-2-2018.
- S_{1s} es la ordenada espectral correspondiente a periodos de vibración de 1 segundo. Ecuación 4.5.3-2 de AGIES NSE-2-2018.
- F_a es el coeficiente de sitio para periodos de vibración cortos y se obtiene de AGIES NSE-2-2018 tabla 4.5-1.
- F_v es el coeficiente de sitio para periodos largos y se obtiene de AGIES NSE-2-2018 tabla 4.5-2.
- N_a y N_v son factores que se aplican si existe proximidad a tipos de fuente sísmica descritos en la tabla 4.6.2-1 de AGIES NSE-2-2018.

Para esta edificación se tiene:

- $F_a = 1,00$
- $N_a = 1,00$
- $F_v = 1,00$
- $N_v = 1,00$

$$S_{cs} = 1,56 * 1 * 1 = 1,56 g$$

$$S_{1s} = 1,17 * 1 * 1 = 1,17 g$$

Periodo T_s separa los periodos cortos de los largos ecuación 4.5.4-1 de la norma AGIES NSE-2-2018.

$$T_s = \frac{S_{1s}}{S_{cs}}$$

$$T_s = \frac{1,17g}{1,56g} = 0,75 s$$

Periodo T_o define el inicio de la meseta de periodos cortos del espectro ecuación 4.5.4-2 de la norma AGIES NSE-2-2018.

$$T_o = 0,2T_s$$

$$T_o = 0,2 * 0,75 = 0,15 s$$

Ordenadas espectrales de diseño, según norma AGIES NSE-2-2018 capítulo 4.5.5.

$$Scd = Kd * Scs$$

$$Scd = 0,80 * 1,56 g = 1,25 g$$

$$S1d = Kd * S1s$$

$$S1d = 0,80 * 1,17g = 0,94 g$$

Cálculo del periodo fundamental de vibración, se realizará de forma empírica y genérica tal como lo indica AGIES NSE-3-2018 capítulo 2.1.6:

$$Ta = K_T(h_n)^x$$

Para sistemas E1 de concreto reforzado se tienen los siguientes valores:

- $K_t = 0,047$
- $H_n =$ altura total del edificio desde la base = 6,00 m
- $X=0,085$

$$Ta = 0,047(7)^{0,9} = 0,27 s$$

Para calcular los espectros genéricos probables, se hará uso de las ecuaciones dadas por la norma AGIES NSE-2-2018 capítulo 4.5.6, en el cual se obtiene lo siguiente:

Figura 7. **Espectros probables de diseño según AGIES**

$S_a(T) = S_{cd} \left[0.4 + 0.6 \frac{T}{T_0} \right]$	<i>cuando</i> $T < T_0$	(4.5.6-1)
$S_a(T) = S_{cd}$	<i>cuando</i> $T_0 \leq T \leq T_s$	(4.5.6-2)
$S_a(T) = \frac{S_{1d}}{T} \leq S_{cd}$	<i>cuando</i> $T_s < T < T_L$	(4.5.6-3)
$S_a(T) = \frac{S_{1d}}{(T^2)} * T_L$	<i>cuando</i> $T \geq T_L$	(4.5.6-4)

Fuente: AGIES NSE-2-2018, capítulo 4.5.6. *Requisitos de reglamento para concreto estructural.*
p. 125.

Para este caso $T_0 \leq T \leq T_s$

$$0,15 \text{ s} \leq 0,27 \text{ s} \leq 0,75 \text{ s}$$

El cálculo de $S_a(T)$ se realizará de la siguiente manera:

$$S_a(T) = S_{cd}$$

$$S_a(T) = 1,25 \text{ g}$$

Seguidamente se realizará el cálculo del coeficiente sísmico según la norma AGIES NSE-3-2018, el cual es la relación de $S_a(T)$ y el coeficiente R, el cual depende del sistema estructural y que según la norma AGIES NSE-3-2018, capítulo 1.5.2, tiene un valor de 8.

$$C_s = \frac{S_a(T)}{R}$$

$$C_s = \frac{1,25 g}{8} = 0,15$$

La norma AGIES NSE-3-2018 en el capítulo 2.1.4 indica que se debe verificar que el coeficiente sísmico este por encima de los límites que la norma indica.

$$C_s \geq 0,044S_{cd} \geq 0,01$$

$$0,15 \geq 0,055 \geq 0,01 \text{ cumple}$$

$$C_s \geq \frac{0,75K_dS_{1r}}{R}$$

$$0,15 \geq 0,12 \text{ cumple}$$

El cortante basal indica la fuerza que se aplicará a la estructura, en cada una de las direcciones de análisis, el cual se obtiene de la siguiente manera:

$$V_B = C_s W_s$$

$$V_B = 0,15 * 488 489,74 \text{ kg} = 76 206,40 \text{ kg}$$

2.1.5.7. Fuerzas por nivel

El corte basal produce una distribución de fuerzas en cada piso, el cual se calcula a partir de la división del corte por nivel, dentro del número de marcos que soportarán dicha fuerza.

Las fuerzas sísmicas se distribuirán a lo alto del edificio de acuerdo con la ecuación:

$$F_x = C_{yx}V_B$$

Donde:

$$C_{xy} = \frac{W_x h_x^k}{\sum_{t=1}^n (w_i h_i^k)}$$

- F_x = cortante de cedencia en el nivel "x" de la edificación
- h_x = altura del nivel "x" sobre la base sísmica
- $k = 1$ para $T \leq 0,5$ segundos

Tabla IX. **Fuerzas horizontales, módulo 1**

Nivel	h_x (m)	Peso sísmico efectivo de Nivel (KG) (w_i)	$w_i * h_x$ (kg*m)	F_x (kg)
1	3,5	287 956,87	1 007 849,05	31 847,40
2	7	200 532,87	1 403 730,09	44 357,00
			2 411 579,14	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel, 2018.

2.1.5.8. Centro de rigidez

Según AGIES NSE-3-2018 capítulo 2.3 Distribución horizontal de las fuerzas sísmicas en el inciso b, indica que en el proceso de distribuir las fuerzas sísmicas se deberá de tomar en cuenta el momento de giro causado por la excentricidad del centro de masa del entrepiso respecto de su centro de rigidez. En este punto se centran los elementos verticales de un sistema estructural que resiste a las fuerzas laterales.

Para su cálculo utilizaremos las expresiones:

$$K_{\text{techo}} = \frac{1}{\frac{F x H^3}{3 x E_c x I} + \frac{1.2 x F x H}{A x G}} \text{ para losas de techo.}$$

$$K_{\text{entrepiso}} = \frac{1}{\frac{F x H^3}{12 x E_c x I} + \frac{1.2 x F x H}{A x G}} \text{ para losas de entrepiso.}$$

$$CR \frac{y}{x} = \Sigma \frac{(K_m x I)}{K_m}$$

Donde:

- K_c = rigidez
- F = fuerza de nivel
- H = altura de la columna
- I = inercia de sección
- E_c = módulo de elasticidad del concreto
- A = área de la sección
- G = módulo de cortante

Calculando:

- E_c = 15 100 x $\sqrt{f'c}$
- E_c = 15 100 x $\sqrt{280 \text{ kg/cm}^2}$
- E_c = 252 671,33 kg/cm²
- G = 0,4 x E_c
- G = 0,4 x (252 671,33 kg/cm²)
- G = 101 068,53 kg/cm²

$$H_{\text{columna 2nivel}} = 350 \text{ cm}$$

$$H_{\text{columna 1nivel}} = 450 \text{ cm}$$

$$I = \frac{1}{12} \times b \times h^3$$

$$I = \frac{1}{12} \times 40 \times (40)^3$$

$$I = 213\,333,33 \text{ cm}^4$$

$$A = 40 \times 40 \text{ cm}$$

$$A = 1,600 \text{ cm}^2$$

Tabla X. **Centro de rigidez eje X, nivel 2, módulo 1**

Segundo nivel, Sentido X-X					
Marco	Núm. Col.	Kc (cm ⁻¹)	Kc (cm ⁻¹)	L (m)	Km*L
A	3	0,08	0,25	0,00	0,00
B	3	0,08	0,25	3,15	0,80
C	3	0,08	0,25	6,30	1,59
D	3	0,08	0,25	10,38	2,63
E	3	0,08	0,25	14,45	3,66
F	3	0,08	0,25	18,53	4,69
G	3	0,08	0,25	22,60	5,72
		Total	1,77	Total	19,08
				CR-X	10,77

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

Tabla XI. **Centro de rigidez eje X, nivel 1, módulo 1**

Primer Nivel, Sentido X-X					
Marco	Núm. Col.	Kc (cm ⁻¹)	Kc (cm ⁻¹)	L (m)	Km*L
A	3	0,16	0,48	0,00	0,00
B	3	0,16	0,48	3,15	1,51
C	3	0,16	0,48	6,30	3,02
D	3	0,16	0,48	10,38	4,97
E	3	0,16	0,48	14,45	6,92
F	3	0,16	0,48	18,53	8,88
G	3	0,16	0,48	22,60	10,83
		Total	3,35	Total	36,13
				CR-X	10,77

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

Tabla XII. **Centro de rigidez eje Y, nivel 2, módulo 1**

Segundo nivel, Sentido Y-Y					
Marco	Núm. Col.	Kc (cm ⁻¹)	Kc (cm ⁻¹)	L (m)	Km*L
1	7	0,08	0,59	0,00	0,00
2	7	0,08	0,59	2,50	1,48
3	7	0,08	0,59	8,65	5,11
		Total	1,77	Total	6,58
				CR-Y	3,72

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

Tabla XIII. **Centro de rigidez eje Y, nivel 1, módulo 1**

Primer nivel, Sentido Y-Y					
Marco	Núm. Col.	Kc (cm ⁻¹)	Kc (cm ⁻¹)	L (m)	Km*L
1	7	0,16	1,12	0,00	0,00
2	7	0,16	1,12	2,50	2,79
3	7	0,16	1,12	8,65	9,67
		Total	3,35	Total	12,47
				CR-Y	3,72

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

Tabla XIV. **Resumen centro de rigidez, módulo 1**

MÓDULO 1		
NIVEL	X	Y
CR 2	10,77	3,72
CR 1	10,77	3,72

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

2.1.5.9. Centro de masas

Según AGIES NSE-3-2018 Existen varias formas de aproximar el centro de masas de un nivel determinado. Para el presente diseño, se simplificará el procedimiento según los ejes, calculando los pesos de los elementos

involucrados y dando un peso total por eje, agregando la carga viva asignada en el nivel de análisis.

Tabla XV. Peso ejes en sentido x, segundo nivel, módulo 1

Segundo nivel							
Losa	Área (m ²)	Uso	PP Losa (kg/m ²)	Sc Losa (kg/m ²)	CM (kg)	SC (kg)	CV (kg)
1	9,69	Techo	288	200	2 789,64	1 937,25	968,63
2	9,69	Techo	288	200	2 789,64	1 937,25	968,63
3	12,53	Techo	288	200	3 608,82	2 506,125	1 253,06
4	12,53	Techo	288	200	3 608,82	2 506,125	1 253,06
5	12,53	Techo	288	200	3 608,82	2 506,125	1 253,06
6	12,53	Techo	288	200	3 608,82	2 506,125	1 253,06
7	9,69	Techo	288	200	2 789,64	1 937,25	968,63
8	9,69	Techo	288	200	2 789,64	1 937,25	968,63
9	12,53	Techo	288	200	3 608,82	2 506,125	1 253,06
10	12,53	Techo	288	200	3 608,82	2 506,125	1 253,06
11	12,53	Techo	288	200	3 608,82	2 506,125	1 253,06
12	12,53	Techo	288	200	3 608,82	2 506,125	1 253,06
13	7,88	Techo	288	200	2 268	1575	787,50
14	7,88	Techo	288	200	2 268	1575	787,50
15	10,19	Techo	288	200	2 934	2 037,5	1 018,75
16	10,19	Techo	288	200	2 934	2 037,5	1 018,75
17	10,19	Techo	288	200	2 934	2 037,5	1 018,75
18	10,19	Techo	288	200	2 934	2 037,5	1 018,75

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

Tabla XVI. Peso ejes en sentido X, primer nivel utilizando, módulo I

Primer nivel Y-Y							
Losa	Área (m ²)	Uso	PP Losa (kg/m ²)	Sc Losa (kg/m ²)	CM (kg)	SC (kg)	CV (kg)
1	9,69	Techo	288	200	2 789,64	1 937,25	968,63
2	9,69	Techo	288	200	2 789,64	1 937,25	968,63
3	12,53	Techo	288	200	3 608,82	2 506,125	1 253,06
4	12,53	Techo	288	200	3 608,82	2 506,125	1 253,06
5	12,53	Techo	288	200	3 608,82	2 506,125	1 253,06
6	12,53	Techo	288	200	3 608,82	2 506,125	1 253,06
7	9,69	Techo	288	200	2 789,64	1 937,25	968,63
8	9,69	Techo	288	200	2 789,64	1 937,25	968,63

Continuación de la tabla XVI.

Primer nivel Y-Y							
Losa	Área (m ²)	Uso	PP Losa (kg/m ²)	Sc Losa (kg/m ²)	CM (kg)	SC (kg)	CV (kg)
9	12,53	Techo	288	200	3 608,82	2 506,125	1 253,06
10	12,53	Techo	288	200	3 608,82	2 506,125	1 253,06
11	12,53	Techo	288	200	3 608,82	2 506,125	1 253,06
12	12,53	Techo	288	200	3 608,82	2 506,125	1 253,06
13	7,88	Techo	288	200	2 268	1 575	787,50
14	7,88	Techo	288	200	2 268	1 575	787,50
15	10,19	Techo	288	200	2 934	2 037,5	1 018,75
16	10,19	Techo	288	200	2 934	2 037,5	1 018,75
17	10,19	Techo	288	200	2 934	2 037,5	1 018,75
18	10,19	Techo	288	200	2 934	2 037,5	1 018,75

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

Tabla XVII. Peso ejes en sentido Y segundo nivel módulo I

Segundo nivel							
Losa	Área (m ²)	Uso	PP Losa (kg/m ²)	Sc Losa (kg/m ²)	CM (kg)	SC (kg)	CV (kg)
1	9,69	Techo	288	200	2 789,64	1 937,25	1 937,25
2	9,69	Techo	288	200	2 789,64	1 937,25	1 937,25
3	12,53	Techo	288	200	3 608,82	2 506,125	2 506,13
4	12,53	Techo	288	200	3 608,82	2 506,125	2 506,13
5	12,53	Techo	288	200	3 608,82	2 506,125	2 506,13
6	12,53	Techo	288	200	3 608,82	2 506,125	2 506,13
7	9,69	Techo	288	200	2 789,64	1 937,25	1 937,25
8	9,69	Techo	288	200	2 789,64	1 937,25	1 937,25
9	12,53	Techo	288	200	3 608,82	2 506,125	2 506,13
10	12,53	Techo	288	200	3 608,82	2 506,125	2 506,13
11	12,53	Techo	288	200	3 608,82	2 506,125	2 506,13
12	12,53	Techo	288	200	3 608,82	2 506,125	2 506,13
13	7,88	Techo	288	200	2 268	1 575	3 937,50
14	7,88	Techo	288	200	2 268	1 575	3 937,50
15	10,19	Techo	288	200	2 934	2 037,5	5 093,75
16	10,19	Techo	288	200	2 934	2 037,5	5 093,75
17	10,19	Techo	288	200	2 934	2 037,5	5 093,75
18	10,19	Techo	288	200	2 934	2 037,5	5 093,75

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

Tabla XVIII. **Peso ejes en sentido y primer nivel módulo I**

Primer nivel							
Losa	Área (m ²)	Uso	PP Losa (kg/m ²)	Sc Losa (kg/m ²)	CM (kg)	SC (kg)	CV (kg)
1	9,69	Techo	288	200	2 789,64	1 937,25	1 937,25
2	9,69	Techo	288	200	2 789,64	1 937,25	1 937,25
3	12,53	Techo	288	200	3 608,82	2 506,125	2 506,13
4	12,53	Techo	288	200	3 608,82	2 506,125	2 506,13
5	12,53	Techo	288	200	3 608,82	2 506,125	2 506,13
6	12,53	Techo	288	200	3 608,82	2 506,125	2 506,13
7	9,69	Techo	288	200	2 789,64	1 937,25	1 937,25
8	9,69	Techo	288	200	2 789,64	1 937,25	1 937,25
9	12,53	Techo	288	200	3 608,82	2 506,125	2 506,13
10	12,53	Techo	288	200	3 608,82	2 506,125	2 506,13
11	12,53	Techo	288	200	3 608,82	2 506,125	2 506,13
12	12,53	Techo	288	200	3 608,82	2 506,125	2 506,13
13	7,88	Techo	288	200	2 268	1 575	3 937,50
14	7,88	Techo	288	200	2 268	1 575	3 937,50
15	10,19	Techo	288	200	2 934	2 037,5	5 093,75
16	10,19	Techo	288	200	2 934	2 037,5	5 093,75
17	10,19	Techo	288	200	2 934	2 037,5	5 093,75
18	10,19	Techo	288	200	2 934	2 037,5	5 093,75

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

Teniendo los pesos de los ejes en cada nivel y en cada sentido, se procede a calcular el centro de masas en cada nivel, con las expresiones siguientes:

$$\bar{X} \text{ cm} = \frac{\sum(W_i X_i)}{\sum W_i}; \quad \bar{Y} \text{ cm} = \frac{\sum(W_i Y_i)}{\sum W_i}$$

El peso de los ejes se calculó en las tablas anteriores, y la distancia se midió del centroide del eje hacia el punto de referencia en X y en Y que se muestra en la figura anterior.

Tabla XIX. Centro de masa eje X, segundo nivel

CM Sentido X, Segundo Nivel						
Losa	Área (m2)	Wcm +SC (kg)	Wcv (kg)	Wi (kg)	Li (m)	Wi*Li (kg*m)
1	9,69	4 726,89	968,63	5 695,52	1,58	8 970,44
2	9,69	4 726,89	968,63	5 695,52	4,73	26 911,31
3	12,53	6 114,95	1 253,06	7 368,01	8,34	61 430,76
4	12,53	6 114,95	1 253,06	7 368,01	12,41	91 455,39
5	12,53	6 114,95	1 253,06	7 368,01	16,49	121 480,02
6	12,53	6 114,95	1 253,06	7 368,01	20,56	151 504,65
7	9,69	4 726,89	968,63	5 695,52	1,58	8 970,44
8	9,69	4 726,89	968,63	5 695,52	4,73	26 911,31
9	12,53	6 114,95	1 253,06	7 368,01	8,34	61 430,76
10	12,53	6 114,95	1 253,06	7 368,01	12,41	91 455,39
11	12,53	6 114,95	1 253,06	7 368,01	16,49	121 480,02
12	12,53	6 114,95	1 253,06	7 368,01	20,56	151 504,65
13	7,88	3 843,00	787,50	4 630,50	1,58	7 293,04
14	7,88	3 843,00	787,50	4 630,50	4,73	21 879,11
15	10,19	4 971,50	1 018,75	5 990,25	8,34	49 943,71
16	10,19	4 971,50	1 018,75	5 990,25	12,41	74 353,98
17	10,19	4 971,50	1 018,75	5 990,25	16,49	98 764,25
18	10,19	4 971,50	1 018,75	5 990,25	20,56	123 174,52
Total				114948,12	Total	1 298 913,76
					CM X	11,30

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

Tabla XX. Centro de masa eje X, primer nivel

CM Sentido Y-Y, Primer Nivel						
Losa	Área (m2)	Wcm +SC (kg)	Wcv (kg)	Wi (kg)	Li (m)	Wi*Li (kg*m)
1	9,69	4 726,89	968,63	5 695,52	7,11	40 509,35
2	9,69	4 726,89	968,63	5 695,52	7,11	40 509,35
3	12,53	6 114,95	1 253,06	7 368,01	7,11	52 404,95
4	12,53	6 114,95	1 253,06	7 368,01	7,11	52 404,95
5	12,53	6 114,95	1 253,06	7 368,01	7,11	52 404,95
6	12,53	6 114,95	1 253,06	7 368,01	7,11	52 404,95
7	9,69	4 726,89	968,63	5 695,52	4,04	22 995,64
8	9,69	4 726,89	968,63	5 695,52	4,04	22 995,64
9	12,53	6 114,95	1 253,06	7 368,01	4,04	29 748,33
10	12,53	6 114,95	1 253,06	7 368,01	4,04	29 748,33

Continuación de la tabla XX.

CM Sentido Y-Y, Primer Nivel						
Losa	Área (m2)	Wcm +SC (kg)	Wcv (kg)	Wi (kg)	Li (m)	Wi*Li (kg*m)
11	12,53	6 114,95	1 253,06	7 368,01	4,04	29 748,33
12	12,53	6 114,95	1 253,06	7 368,01	4,04	29 748,33
13	7,88	3 843,00	787,50	4 630,50	1,25	5 788,13
14	7,88	3 843,00	787,50	4 630,50	1,25	5 788,13
15	10,19	4 971,50	1 018,75	5 990,25	1,25	7 487,81
16	10,19	4 971,50	1 018,75	5 990,25	1,25	7 487,81
17	10,19	4 971,50	1 018,75	5 990,25	1,25	7 487,81
18	10,19	4 971,50	1 018,75	5 990,25	1,25	7 487,81
Total				114 948,12	Total	497 150,62
					CM Y	4,33

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

Tabla XXI. Centro de masa eje Y, segundo nivel

CM Sentido X, Segundo Nivel						
Losa	Área (m2)	Wcm +SC (kg)	Wcv (kg)	Wi (kg)	Li (m)	Wi*Li (kg*m)
1	9,69	4 726,89	1 937,25	6 664,14	1,58	10 496,02
2	9,69	4 726,89	1 937,25	6 664,14	4,73	31 488,06
3	12,53	6 114,95	2 506,13	8 621,07	8,34	71 878,17
4	12,53	6 114,95	2 506,13	8 621,07	12,41	107 009,03
5	12,53	6 114,95	2 506,13	8 621,07	16,49	142 139,89
6	12,53	6 114,95	2 506,13	8 621,07	20,56	177 270,75
7	9,69	4 726,89	1 937,25	6 664,14	1,58	10 496,02
8	9,69	4 726,89	1 937,25	6 664,14	4,73	31 488,06
9	12,53	6 114,95	2 506,13	8 621,07	8,34	71 878,17
10	12,53	6 114,95	2 506,13	8 621,07	12,41	107 009,03
11	12,53	6 114,95	2 506,13	8 621,07	16,49	142 139,89
12	12,53	6 114,95	2 506,13	8 621,07	20,56	177 270,75
13	7,88	3 843,00	3 937,50	7 780,50	1,58	12 254,29
14	7,88	3 843,00	3 937,50	7 780,50	4,73	36 762,86
15	10,19	4 971,50	5 093,75	10 065,25	8,34	83 919,02
16	10,19	4 971,50	5 093,75	10 065,25	12,41	124 934,92
17	10,19	4 971,50	5 093,75	10 065,25	16,49	165 950,81
18	10,19	4 971,50	5 093,75	10 065,25	20,56	206 966,70
Total				151 447,12	Total	1 711 352,46
					CM X	11,30

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

Tabla XXII. Centro de masa eje Y, primer nivel

CM Sentido Y-Y, Segundo Nivel						
Losa	Área (m ²)	Wcm +SC (kg)	Wcv (kg)	Wi (kg)	Li (m)	Wi*Li (kg*m)
1	9,69	4 726,89	1 937,25	6 664,14	7,11	47 398,70
2	9,69	4 726,89	1 937,25	6 664,14	7,11	47 398,70
3	12,53	6 114,95	2 506,13	8 621,07	7,11	61 317,36
4	12,53	6 114,95	2 506,13	8 621,07	7,11	61 317,36
5	12,53	6 114,95	2 506,13	8 621,07	7,11	61 317,36
6	12,53	6 114,95	2 506,13	8 621,07	7,11	61 317,36
7	9,69	4 726,89	1 937,25	6 664,14	4,04	26 906,47
8	9,69	4 726,89	1 937,25	6 664,14	4,04	26 906,47
9	12,53	6 114,95	2 506,13	8 621,07	4,04	34 807,57
10	12,53	6 114,95	2 506,13	8 621,07	4,04	34 807,57
11	12,53	6 114,95	2 506,13	8 621,07	4,04	34 807,57
12	12,53	6 114,95	2 506,13	8 621,07	4,04	34 807,57
13	7,88	3 843,00	3 937,50	7 780,50	1,25	9 725,63
14	7,88	3 843,00	3 937,50	7 780,50	1,25	9 725,63
15	10,19	4 971,50	5 093,75	10 065,25	1,25	12 581,56
16	10,19	4 971,50	5 093,75	10 065,25	1,25	12 581,56
17	10,19	4 971,50	5 093,75	10 065,25	1,25	12 581,56
18	10,19	4 971,50	5 093,75	10 065,25	1,25	12 581,56
Total				15 1447,12	Total	602 887,54
					CM Y	3,98

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

2.1.5.10. Cálculo de excentricidades

A la distancia horizontal o vertical que existe entre el centro de rigidez y el centro de masa, se le conoce como excentricidad (e), misma que al ser multiplicada por el cortante sísmico, que actúa en el nivel, produce el momento torsional. Según la norma AGIES NSE-3-2018 capítulo 3.2 se debe tomar la excentricidad real y accidental.

Según AGIES NSE-3-2018 capítulo 2.3.2 Excentricidad accidental, se deberá considera una excentricidad accidental adicional a la excentricidad inherente que se determinará de la siguiente forma:

Excentricidad directa o real

$$e_1 = |CM_{x,y} - CR_{x,y}|$$

Excentricidad de diseño

$$e_{x,y 1} = |CM_{x,y} - CR_{x,y}| + 0,05 \times B$$

$$e_{x,y 2} = |CM_{x,y} - CR_{x,y}| - 0,05 \times B$$

Aplicando las ecuaciones y parámetros mencionados obtenemos lo siguiente:

Tabla XXIII. **Excentricidades de diseño**

Excentricidades de diseño		
Eje	Nivel 1	Nivel 2
X	0,60	0,60
	-1,66	-1,66
Y	0,17	-0,18
	-0,70	-1,04

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

De los valores anteriores se tomarán los que de mayor resultado en el momento torsionante para cada uno de los módulos.

2.1.5.11. Distribución de fuerzas por marco

Según AGIES NSE-3-2018 capítulo 2.3.1 distribución directa, se deberá distribuir la fuerza sísmica, acumulada desde arriba hasta el nivel “X”, se distribuirá a los diversos miembros verticales del sistema sismo-resistente que están en el piso debajo del nivel “X”, tomando en cuenta las rigideces relativas de esos miembros verticales y las del diafragma en el nivel “X”. Para establecer las fuerzas de sismo distribuidas a lo largo de la edificación, se consideran solo los marcos perpendiculares a la dirección en que esta actúa.

Para el cálculo de las mismas, se aplicaron las siguientes ecuaciones:

$$V_T = V_s + V_t$$

$$V_s = \frac{K_m \times F_x}{\Sigma k_m}$$

$$V_t = \frac{e_{xy} \times F_x \times (K_m \times d_i)}{\Sigma K_m \times d_i^2}$$

Donde:

V_T = corte total

d_i = distancia al centro de la estructura hacia cada eje

V_s = corte por sismo

V_t = corte por torsión

e_{xy} = excentricidad de diseño

F_x = fuerza del nivel

Para el análisis tomar el V_T del marco más crítico, para tener seguridad que los marcos soportaran la torsión extrema calculada.

Tabla XXIV. Distribución de fuerzas por nivel 2, eje X, módulo 1

Torsión Segundo Nivel, Sentido X-X												
Marco	e diseño		Fn (kg)	Km	di	Km x Fi	Km x di	Km x di ²	Vs (kg)	Vt (kg)	Vs+Vt (kg)	V (kg)
A	e1x	0,60	44 357,00	0,25	-11,3	11 225,19	-2,86	32,31	6336,71	-735,65	5 601,06	8 365,44
	e2x	-1,66								2 028,72	8 365,44	
B	e1x	0,60	44 357,00	0,25	-8,15	11 225,19	-2,06	16,81	6336,71	-530,58	5 806,13	7 799,91
	e2x	-1,66								1 463,19	7 799,91	
C	e1x	0,60	44 357,00	0,25	-5	11 225,19	-1,27	6,33	6336,71	-325,51	6 011,20	7 234,38
	e2x	-1,66								897,66	7 234,38	
D	e1x	0,60	44 357,00	0,25	-0,925	11 225,19	-0,23	0,22	6336,71	-60,22	6 276,49	6 502,78
	e2x	-1,66								166,07	6 502,78	
E	e1x	0,60	44 357,00	0,25	3,15	11 225,19	0,80	2,51	6336,71	205,07	6 541,79	6 541,79
	e2x	-1,66								-565,53	5 771,18	
F	e1x	0,60	44 357,00	0,25	7,225	11 225,19	1,83	13,21	6336,71	470,36	6 807,08	6 807,08
	e2x	-1,66								-1 297,13	5 039,59	
G	e1x	0,60	44 357,00	0,25	11,3	11 225,19	2,86	32,31	6336,71	735,65	7 072,37	7 072,37
	e2x	-1,66								-2 028,72	4 307,99	
			Total	1,77			Total	103,70				

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

Tabla XXV. Distribución de fuerzas por nivel 1, eje X, módulo 1

Torsión Primer Nivel, Sentido X-X												
Marco	e diseño		Fn (kg)	Km	di	Km x Fi	Km x di	Km x di ²	Vs (kg)	Vt (kg)	Vs+Vt (kg)	V (kg)
A	e1x	0,60	31 847,40	0,48	-11,3	15 258,85	-5,41	61,18	4 549,63	-1 000,00	3 549,63	7 307,35
	e2x	-1,66								2 757,73	7 307,35	
B	e1x	0,60	31 847,40	0,48	-8,15	15 258,85	-3,90	31,82	4 549,63	-721,24	3 828,39	6 538,61
	e2x	-1,66								1 988,98	6 538,61	
C	e1x	0,60	31 847,40	0,48	-5	15 258,85	-2,40	11,98	4 549,63	-442,48	4 107,15	5 769,86
	e2x	-1,66								1 220,23	5 769,86	
D	e1x	0,60	31 847,40	0,48	-0,925	15 258,85	-0,44	0,41	4 549,63	-81,86	4 467,77	4 775,37
	e2x	-1,66								225,74	4 775,37	
E	e1x	0,60	31 847,40	0,48	3,15	15 258,85	1,51	4,75	4 549,63	278,76	4 828,39	4 828,39
	e2x	-1,66								-768,75	3 780,88	
F	e1x	0,60	31 847,40	0,48	7,225	15 258,85	3,46	25,01	4 549,63	639,38	5 189,01	5 189,01
	e2x	-1,66								-1 763,24	2 786,39	
G	e1x	0,60	31 847,40	0,48	11,3	15 258,85	5,41	61,18	4 549,63	1 000,00	5 549,63	5 549,63
	e2x	-1,66								-2757,73	1 791,90	
			Total	3,35			Total	196,34				

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

Tabla XXVI. **Distribución de fuerzas por nivel 2, eje Y, módulo 1**

Torsión Segundo Nivel, Sentido Y-Y												
Marco	e diseño		Fn (kg)	Km	di	Km x Fi	Km x di	Km x di ²	Vs (kg)	Vt (kg)	Vs+Vt (kg)	V (kg)
1	e1y	-0,18	44 357,00	0,59	-4,325	26 192,1	-2,55	11,05	14 785,67	827,96	15 613,62	19 686,71
	e2y	-1,04								4 901,04	19 686,71	
2	e1y	-0,18	44 357,00	0,59	-1,825	26 192,1	-1,08	1,97	14 785,67	349,37	15 135,04	16 853,74
	e2y	-1,04								2 068,07	16 853,74	
3	e1y	-0,18	44 357,00	0,59	4,325	26 192,1	2,55	11,05	14 785,67	-827,96	13 957,71	13 957,71
	e2y	-1,04								-4 901,04	9 884,62	
			Total	1,77			Total	24,06				

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

Tabla XXVII. **Distribución de fuerzas por nivel 1, eje Y, módulo 1**

Torsión Primer Nivel, Sentido Y-Y												
Marco	e diseño		Fn (kg)	Km	di	Km x Fi	Km x di	Km x di ²	Vs (kg)	Vt (kg)	Vs+Vt (kg)	V (kg)
1	e1y	0,17	31847,40	1,12	-4,325	35603,99	-4,84	20,91	10 615,80	-1 077,40	9 538,41	15 075,11
	e2y	-0,70								4 459,31	15 075,11	
2	e1y	0,17	31847,40	1,12	-1,825	35603,99	-2,04	3,72	10 615,80	-454,62	10 161,18	12 497,48
	e2y	-0,70								1 881,68	12 497,48	
3	e1y	0,17	31847,40	1,12	4,325	35603,99	4,84	20,91	10 615,80	1 077,40	11 693,20	11 693,20
	e2y	-0,70								-4 459,31	6 156,49	
			Total	3,35			Total	45,55				

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

2.1.6. Análisis estructural

Proceso de cálculo y determinación de los efectos de las cargas y las fuerzas internas en una estructura.

2.1.6.1. Análisis estructural por el método de rigideces

Tras obtener la magnitud de las cargas que afectan a la estructura, es necesario analizar su comportamiento estructural.

Para determinar el comportamiento estructural se realizará el análisis estructural por el método matricial de la rigidez, el método matricial es aplicable

a estructuras hiperestáticas de barras, el método consiste en determinar la rigidez de cada elemento y de esta manera encontrar fuerzas y desplazamientos.

En el método de las rigideces, el comportamiento de la estructura está compuesto por un sistema global de coordenadas, además cada elemento está compuesto por un sistema local de coordenadas.

A partir de la integración de cargas verticales y horizontales se obtienen los datos para realizar el análisis estructural. Las cargas vivas y muertas son representadas por cargas verticales, mientras que las cargas sísmicas son representadas por la carga lateral que afecta a cada marco.

Para el análisis de la estructura se deben analizar las cargas por separado; es decir, se debe analizar la estructura bajo las cargas muertas, luego por las cargas vivas y por último por las fuerzas de sismo.

El procedimiento de análisis se detalla a continuación:

Se deben asignar número de nodos y así mismo asignar grados de libertad en cada uno de los nodos, una vez definidos estos aspectos se deben tener datos geométricos y especificaciones del material a utilizar, entre ellos se encuentran:

- Secciones de los elementos
- Módulo de elasticidad del concreto
- Definir áreas e inercia de las secciones de los elementos
- Cargas aplicadas a los elementos

Posteriormente se deben realizar los siguientes cálculos:

El módulo de elasticidad se calculará con la siguiente ecuación:

$$E = 15\,100 * \sqrt{f'c}$$

$$E = 15\,100 * \sqrt{281 \frac{kg}{cm^2}} = 253\,122,12 \frac{kg}{cm^2} \cong 2,53 \times 10^9 \frac{kg}{m^2}$$

- Cálculo de área de la sección de los elementos e inercia de la sección:

Área sección viga

$$A = 0,30 * 0,50 = 0,15 \text{ m}^2$$

Área sección columna:

$$A = 0,40 * 0,40 = 0,16 \text{ m}^2$$

Inercia sección viga:

$$I = \frac{1}{12} * 0,30 \text{ m} * (0,50 \text{ m})^3 = 3,125 \times 10^3 \text{ m}^4$$

Inercia sección columna:

$$I = \frac{1}{12} * 0,40 \text{ m} * (0,40 \text{ m})^3 = 2,13 \times 10^3 \text{ m}^4$$

- Momentos fijos (M_f): Se calculan cuando existen cargas verticales, a través de la siguiente ecuación

$$M_f = \frac{1}{12} * W * L^2$$

Donde:

- M_f = Momento fijo de empotramiento kg/m
- W = carga distribuida (carga viva o carga muerta)
- L = luz libre del elemento

- Rigidez de los elementos (K): Se determina haciendo uso de la ecuación:

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

Donde:

- I = inercia del elemento
- L = longitud del elemento

- Momentos finales en vigas: para el cálculo de los momentos finales en vigas aplicamos la fórmula:

$$M_{ik(+)} = \frac{WL^2}{8} - \frac{M_{i(-)} + M_{k(-)}}{2}$$

Donde:

- $M_{i(-)}$ = momento negativo de la viga en el extremo del lado izquierdo.
- $M_{k(-)}$ = momento negativo de la viga en el extremo del lado derecho.

Para cada elemento se debe integrar una matriz de rigidez, en este caso ya que los elementos cuentan con seis grados de libertad, se integrará una matriz de seis por seis, en la cual se denotan los tres grados de libertad en cada uno de los extremos de las barras.

Figura 8. **Matriz de rigidez para un elemento tipo barra**

$$[K^{(e)}] = \begin{bmatrix} \frac{EA}{L} & 0 & 0 & -\frac{EA}{L} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{12EI}{L^3} & \frac{6EI}{L^2} & 0 & -\frac{12EI}{L^3} & \frac{6EI}{L^2} \\ 0 & \frac{6EI}{L^2} & \frac{4EI}{L} & 0 & -\frac{6EI}{L^2} & \frac{2EI}{L} \\ -\frac{EA}{L} & 0 & 0 & \frac{EA}{L} & 0 & 0 \\ 0 & -\frac{12EI}{L^3} & -\frac{6EI}{L^2} & 0 & \frac{12EI}{L^3} & -\frac{6EI}{L^2} \\ 0 & \frac{6EI}{L^2} & \frac{2EI}{L} & 0 & -\frac{6EI}{L^2} & \frac{4EI}{L} \end{bmatrix}$$

Fuente: ROBINSON, John. *Structural Matrix Analysis for the Engineer*. p. 246.

Figura 9. **Matriz de transformación**

$$\mathbf{T} = \begin{bmatrix} \cos \theta & \sin \theta & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -\sin \theta & \cos \theta & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \cos \theta & \sin \theta & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -\sin \theta & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Fuente: ROBINSON, John. *Structural Matrix Analysis for the Engineer*. p. 248.

Debido a que el procedimiento de análisis es demasiado extenso, podrá ser consultado en el apartado de anexos, en el cual se incluye un ejemplo del análisis estructural matricial mediante el programa computacional MATHCAD.

Tabla XXVIII. **Momentos vigas carga muerta método de rigidez, marco X-X**

Vigas Segundo Nivel			
	M (-) Izq.	M (+)	M (-) Der.
Eje 1-2	-586	-614	-2 156
Eje 2-3	-5 220	3 726	-3 676
Vigas Primer Nivel			
	M (-) Izq.	M (+)	M (-) Der.
Eje 1-2	-732	-442	-2 298
Eje 2-3	-6 534	4 238	-5 169

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

Tabla XXIX. **Momentos columnas carga muerta método de rigidez, marco X-X**

Columnas Segundo Nivel		
Eje	M Inf.	M Sup.
1	-545	585
2	-2 959	3 064
3	3 478	-3 676
Columnas Primer Nivel		
Eje	M Inf.	M Sup.
1	-212	187
2	-756	1 277
3	743	-1 690

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

Tabla XXX. **Momentos vigas carga viva método de rigidez, marco X-X**

Vigas Segundo Nivel			
	M (-) Izq.	M (+)	M (-) Der.
Eje 1-2	-140	-95	-245
Eje 2-3	-819	585	-658
Vigas Primer Nivel			
	M (-) Izq.	M (+)	M (-) Der.
Eje 1-2	-220	-22	-798
Eje 2-3	-1 756	1 118	-1 303

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

Tabla XXXI. **Momentos columnas carga viva método de rigidez, marco X-X**

Columnas Segundo Nivel		
Eje	M Inf.	M Sup.
1	-141	140
2	-629	573
3	827	-658
Columnas Primer Nivel		
Eje	M Inf.	M Sup.
1	-74	78
2	-199	329
3	206	-475

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

Tabla XXXII. **Momentos vigas carga sismo método de rigidez, marco X-X**

Vigas Segundo Nivel			
	M (-) Izq.	M (+)	M (-) Der.
Eje 1-2	5725	0	-4 685
Eje 2-3	3 388	0	-3 925
Vigas Primer Nivel			
	M (-) Izq.	M (+)	M (-) Der.
Eje 1-2	15 862	0	-13 093
Eje 2-3	7 810	0	-10 264

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

Tabla XXXIII. **Momentos columnas carga sismo método de rigidez, marco X-X**

Columnas Segundo Nivel		
Eje	M Inf.	M Sup.
1	3 872	-5 725
2	7 064	-8 073
3	616	-3 925
Columnas Primer Nivel		
Eje	M Inf.	M Sup.
1	14 401	-11 989
2	15 305	-13 838
3	13 176	-9 648

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

Tabla XXXIV. **Momentos vigas carga muerta método de rigidez, marco Y-Y**

Vigas Segundo Nivel			
	M (-) Izq.	M (+)	M (-) Der.
Eje A-B	-597	640	-923
Eje B-C	-888	368	-1 175
Eje C-D	-1 530	946	-1 766
Eje D-E	-1 755	862	-1 710
Eje E-F	-1 743	851	-1 743
Eje F-G	-1 873	1 124	-1 067
Vigas Primer Nivel			
	M (-) Izq.	M (+)	M (-) Der.
Eje A-B	-897	812	-1 281
Eje B-C	-1 230	523	-1 527
Eje C-D	-2 069	1 229	-2 343
Eje D-E	-2 324	1 141	-2 264
Eje E-F	-2 295	1 129	-2 317
Eje F-G	-2 481	1 398	-1 592

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

Tabla XXXV. **Momentos columnas carga muerta método de rigidez, marco Y-Y**

Columnas Segundo Nivel		
Eje	M Inf.	M Sup.
A	-590	596
B	48	-34
C	-357	355
D	12	-10
E	-32	32
F	-132	129
G	1 054	-1 067
Columnas Primer Nivel		
Eje	M Inf.	M Sup.
A	-164	306
B	-8	-3
C	-101	185
D	-3	-6
E	-3	-1
F	-16	30
G	271	-538

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

Tabla XXXVI. **Momentos vigas carga viva método de rigidez, marco Y-Y**

Vigas Segundo Nivel			
	M (-) Izq.	M (+)	M (-) Der.
Eje A-B	-116	77	-113
Eje B-C	-115	58	-151
Eje C-D	-235	137	-248
Eje D-E	-249	127	-254
Eje E-F	-264	132	-229
Eje F-G	-247	148	-214
Vigas Primer Nivel			
	M (-) Izq.	M (+)	M (-) Der.
Eje A-B	-283	293	-458
Eje B-C	-430	169	-559
Eje C-D	-761	469	-893
Eje D-E	-883	430	-850
Eje E-F	-857	421	-894
Eje F-G	-960	541	-551

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2018.

Tabla XXXVII. **Momentos columnas carga muerta método de rigidez, marco Y-Y**

Columnas Segundo Nivel		
Eje	M Inf.	M Sup.
A	-169	117
B	18	2
C	-121	85
D	6	0
E	-6	10
F	-41	18
G	331	-214
Columnas Primer Nivel		
Eje	M Inf.	M Sup.
A	-60	113
B	2	-10
C	-43	80
D	1	-3
E	-2	0
F	-14	24
G	108	-219

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

Tabla XXXVIII. **Momentos vigas carga sismo método de rigidez, marco Y-Y**

Vigas Segundo Nivel			
	M (-) Izq.	M (+)	M (-) Der.
Eje A-B	4 332	0	-3 488
Eje B-C	3 431	0	-3 467
Eje C-D	2 948	0	-3 040
Eje D-E	3 005	0	-2 993
Eje E-F	3 042	0	-3 036
Eje F-G	3 217	0	-3 795
Vigas Primer Nivel			
	M (-) Izq.	M (+)	M (-) Der.
Eje A-B	12 852	0	-10 127
Eje B-C	8 680	0	-9 302
Eje C-D	7 991	0	-8 194
Eje D-E	8 295	0	-8 293
Eje E-F	8 087	0	-7 823
Eje F-G	9 210	0	-11 200

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

Tabla XXXIX. **Momentos columnas carga muerta método de rigidez, marco Y-Y**

Columnas Segundo Nivel		
Eje	M Inf.	M Sup.
A	2 225	-4 332
B	5 969	-6 920
C	5 104	-6 415
D	4 646	-6 046
E	4 628	-6 035
F	5 053	-6 254
G	1 472	-3 795
Columnas Primer Nivel		
Eje	M Inf.	M Sup.
A	12 958	-10 626
B	13 998	-12 838
C	13 617	-12 189
D	13 383	-11 842
E	13 291	-11 752
F	13 373	-11 980
G	12 226	-9 727

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

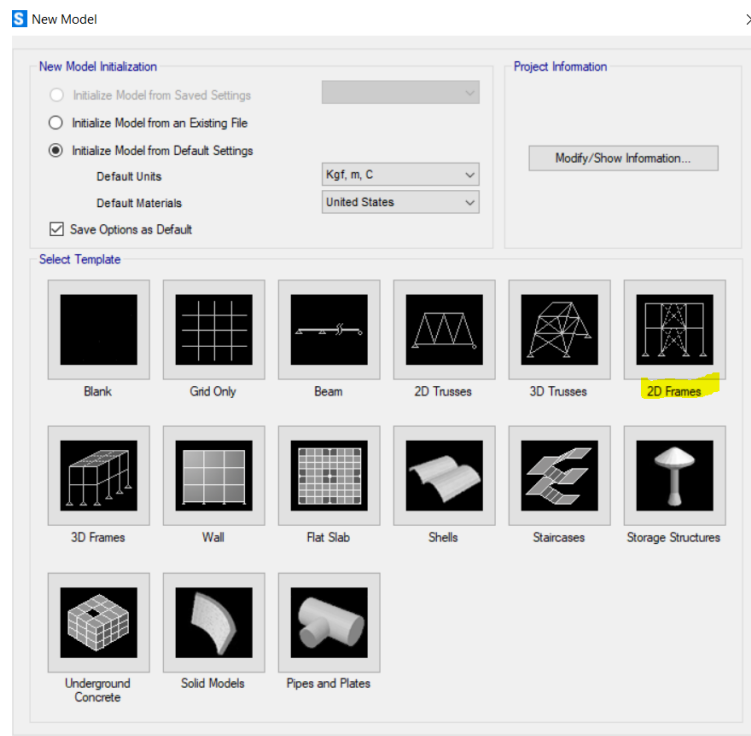
2.1.6.2. Análisis estructural utilizando software

Se utilizará el software SAP 2000 para realizar el análisis estructural de la estructura, el cual se realizará mediante análisis de pórticos en dos dimensiones y se realizará para cada una de las cargas.

A continuación, se describirá el procedimiento realizado en el software, como ejemplo se realizará el análisis del marco X-X para la carga muerta.

Para iniciar se debe seleccionar el modelo a utilizar, para este caso de análisis se utilizará un pórtico en dos dimensiones.

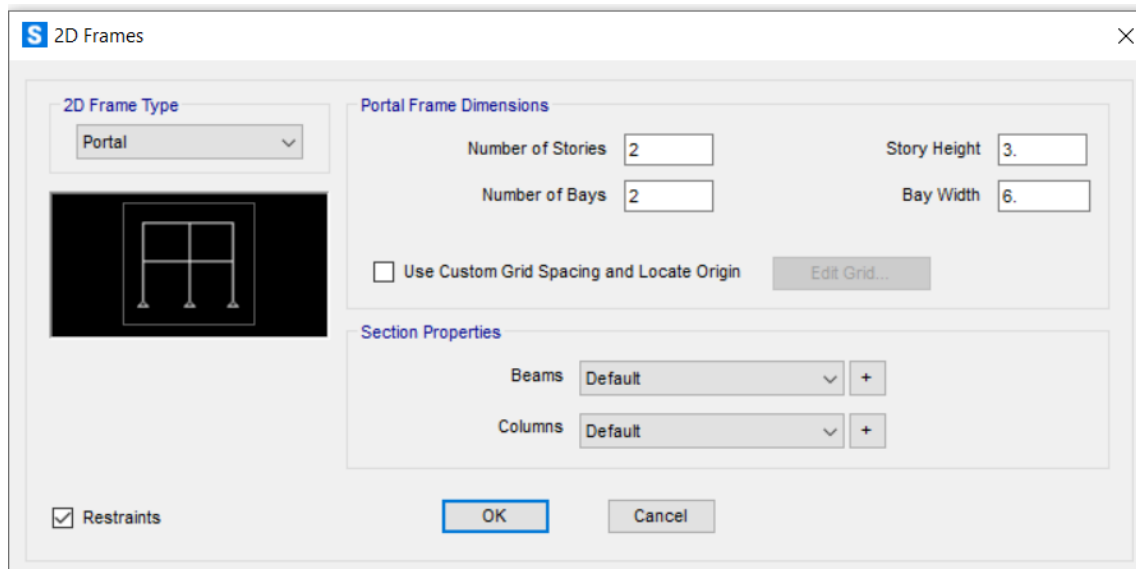
Figura 10. Selección de modelo a utilizar en software



Fuente: elaboración propia, empleando software SAP 2000.

Seguidamente se deberá ingresar información respecto al pórtico, tal como número de pisos, altura de pisos y cantidad de segmentos que forman el pórtico.

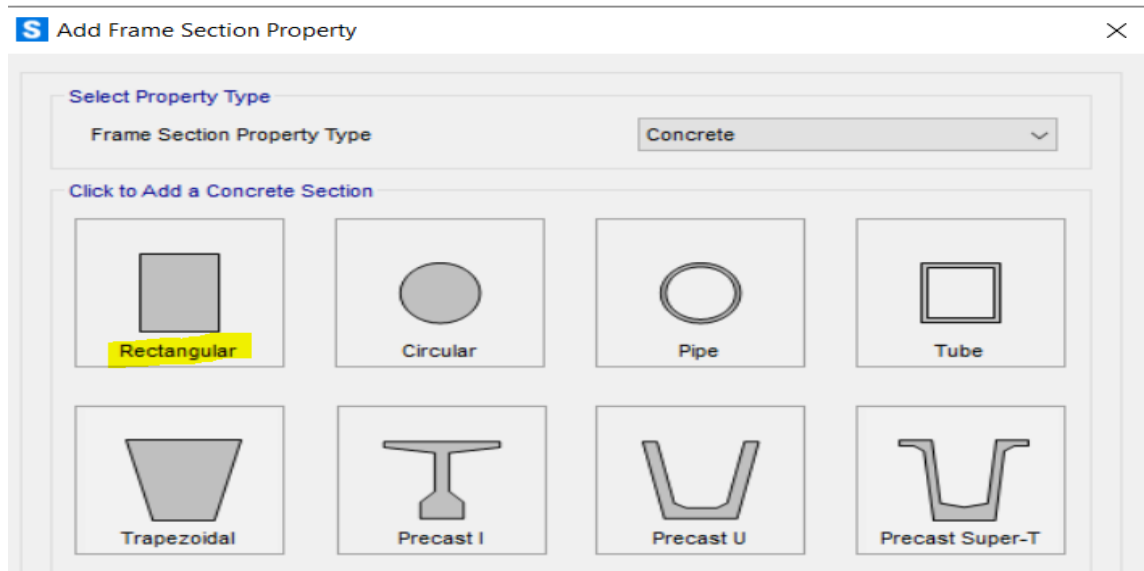
Figura 11. **Colocación de dimensiones de pórtico**



Fuente: elaboración propia, empleando software SAP 2000.

Posteriormente se deberán agregar los elementos que conforman el pórtico, en este caso son elementos de concreto armado.

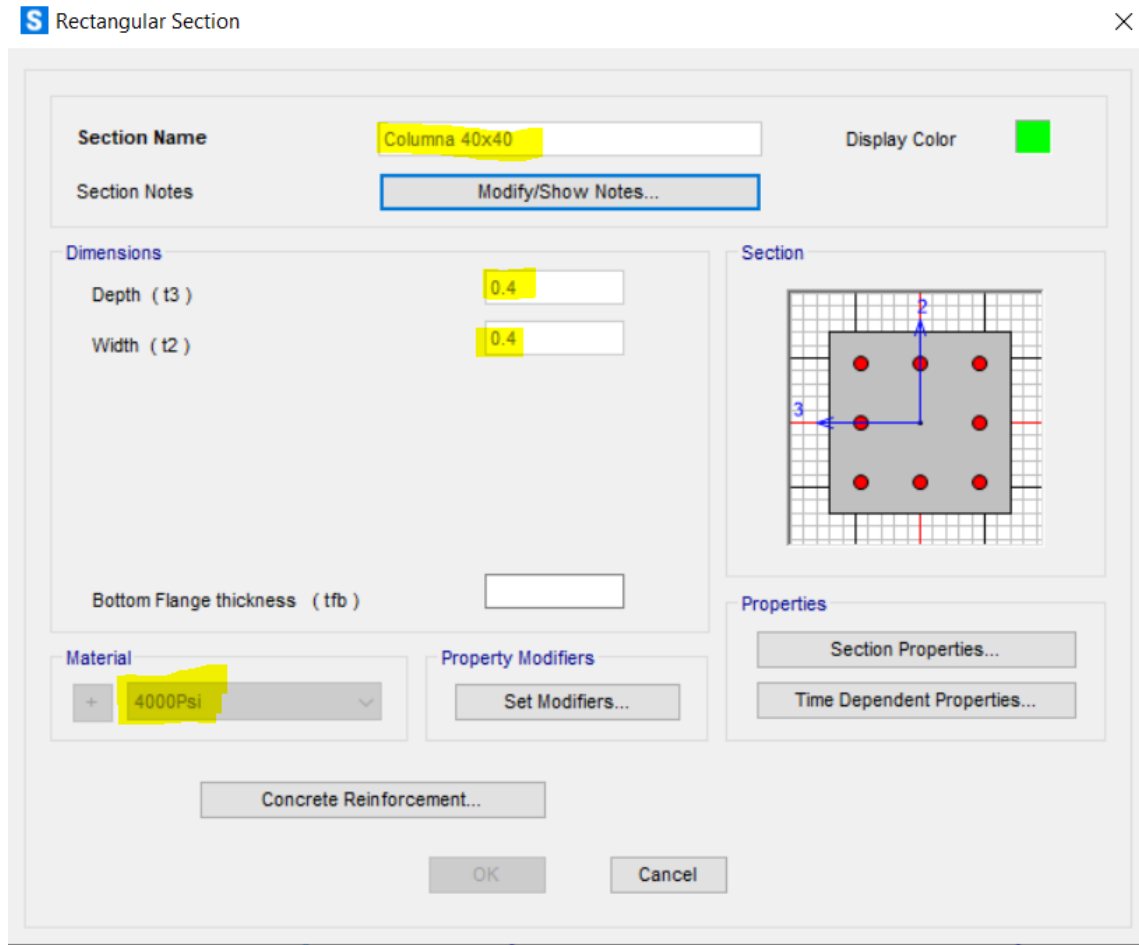
Figura 12. Creación de elementos estructurales



Fuente: elaboración propia, empleando software SAP 2000.

Seguidamente se deberán ingresar los datos de propiedades de los materiales y las dimensiones de los elementos.

Figura 13. Dimensionamiento de elementos



Fuente: elaboración propia, empleando software SAP 2000.

Posteriormente se deberá asignar cargas, las cuales fueron integradas anteriormente.

Figura 14. Asignación de cargas al pórtico

S Assign Frame Distributed Loads ×

General

Load Pattern: Carga Puesta

Coordinate System: GLOBAL

Load Direction: Gravity

Load Type: Force

Options

Add to Existing Loads

Replace Existing Loads

Delete Existing Loads

Uniform Load: 1729 kgf/m

Trapezoidal Loads

	1.	2.	3.	4.
Relative Distance	0	0.25	0.75	1
Loads	0	0	0	0 kgf/m

Relative Distance from End-I Absolute Distance from End-I

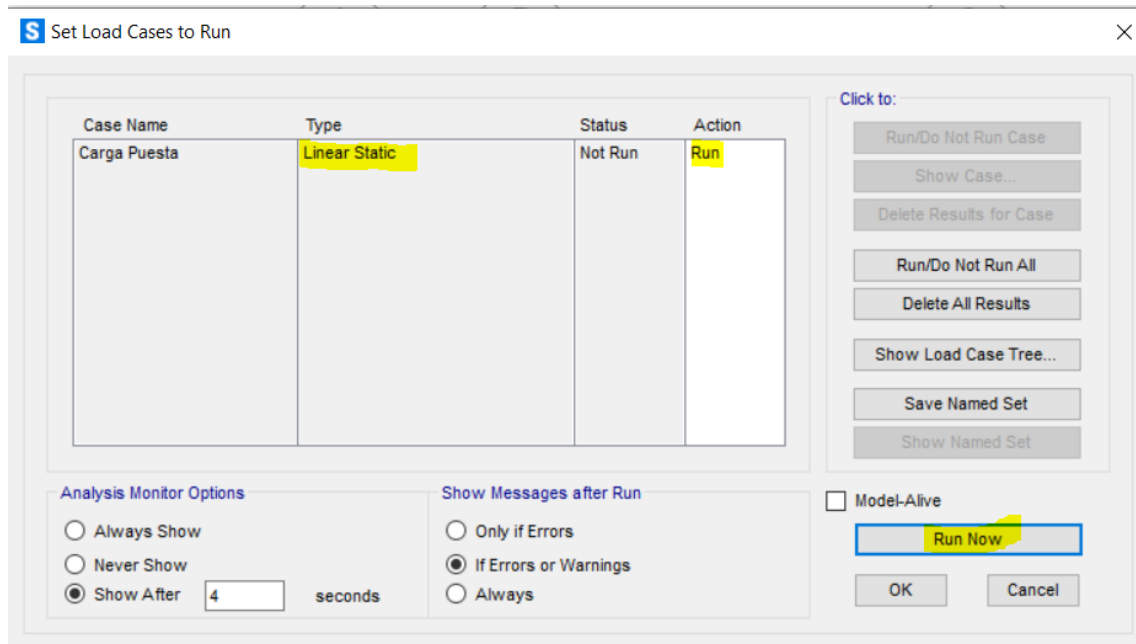
Reset Form to Default Values

OK Close Apply

Fuente: elaboración propia, empleando software SAP 2000.

Seguidamente se procede a realizar el análisis mediante el software, para ello es necesario indicarle al software el tipo de análisis que se requiere, para este caso se realizará un análisis lineal únicamente, por lo que se deberá desactivar el análisis modal.

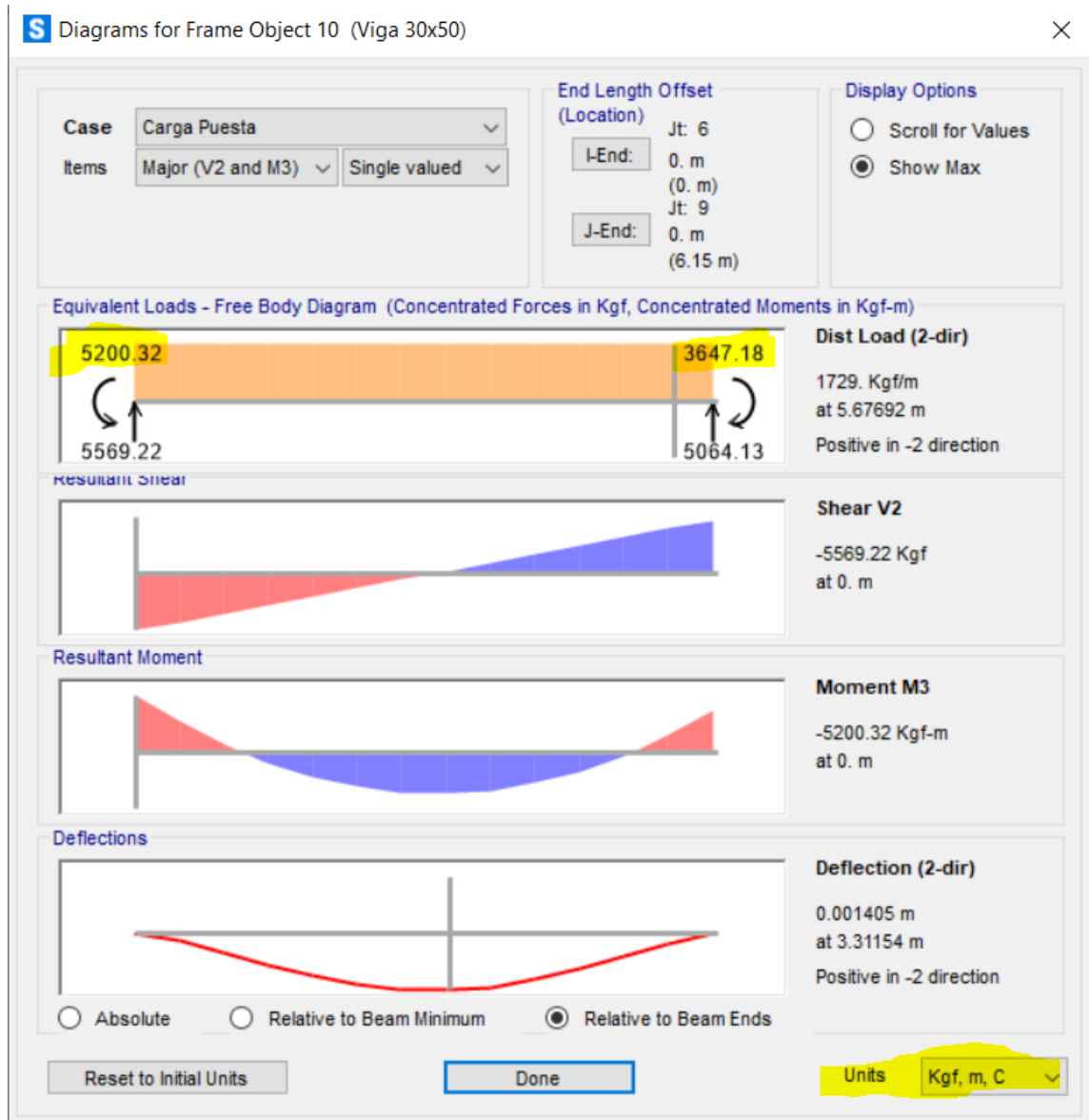
Figura 15. Selección de tipo de análisis a realizar



Fuente: elaboración propia, empleando software SAP 2000.

Finalmente se deben visualizar los resultados del análisis, para ello es necesario seleccionar el elemento del cual se desea visualizar los resultados y seleccionar el tipo de resultado a visualizar, ya que el software proporciona resultados de cortante y momento en ambas direcciones, para este caso el momento de interés es en la dirección 3 y para cortante el de interés es en la dirección 2.

Figura 16. Visualización de resultados



Fuente: elaboración propia, empleando software SAP 2000.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos mediante el software para cada uno de los elementos.

Tabla XL. **Momentos obtenidos de software carga muerta, vigas marco X-X**

Vigas Segundo Nivel			
	M (-) Izq.	M (+)	M (-) Der.
Eje 1-2	-594	-628	-2 176
Eje 2-3	-5 200	3 751	-3 647
Vigas Primer Nivel			
	M (-) Izq.	M (+)	M (-) Der.
Eje 1-2	-748	-455	-2 308
Eje 2-3	-6 512	4 258	-5 150

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2018.

Tabla XLI. **Momentos obtenidos de software carga muerta, columnas marco X-X**

Columnas Segundo Nivel		
Eje	M Inf.	M Sup.
1	-553	594
2	-2 916	3 024
3	3 441	-3 647
Columnas Primer Nivel		
Eje	M Inf.	M Sup.
1	-215	195
2	-752	1 287
3	741	-1 709

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2018.

Tabla XLII. **Momentos obtenidos de software carga viva, vigas marco X-X**

Vigas Segundo Nivel			
	M (-) Izq.	M (+)	M (-) Der.
Eje 1-2	-140	-99	-253
Eje 2-3	-818	590	-650
Vigas Primer Nivel			
	M (-) Izq.	M (+)	M (-) Der.
Eje 1-2	-226	-23	-794
Eje 2-3	-1 746	1 126	-1 298

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2018.

Tabla XLIII. **Momentos obtenidos de software carga viva, columnas marco X-X**

Columnas Segundo Nivel		
Eje	M Inf.	M Sup.
1	-144	140
2	-620	563
3	819	-650
Columnas Primer Nivel		
Eje	M Inf.	M Sup.
1	-74	81
2	-197	330
3	205	-479

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2018.

Tabla XLIV. **Momentos obtenidos de software carga sismo, vigas marco X-X**

Vigas Segundo Nivel			
	M (-) Izq.	M (+)	M (-) Der.
Eje 1-2	5 708	0	-4 591
Eje 2-3	3 488	0	-4 067
Vigas Primer Nivel			
	M (-) Izq.	M (+)	M (-) Der.
Eje 1-2	15 577	0	-12 696
Eje 2-3	8 014	0	10 428

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2018.

Tabla XLV. **Momentos obtenidos de software carga viva, columnas marco X-X**

Columnas Segundo Nivel		
Eje	M Inf.	M Sup.
1	3 724	-5 708
2	6 956	-8 080
3	741	-4 067

Continuación de la tabla XLV.

Columnas Primer Nivel		
Eje	M Inf.	M Sup.
1	14 423	-11 854
2	15 340	-13 754
3	13 301	-9 688

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

Tabla XLVI. **Momentos obtenidos de software carga muerta, vigas marco Y-Y**

Vigas Segundo Nivel			
	M (-) Izq.	M (+)	M (-) Der.
Eje A-B	-591	644	-920
Eje B-C	-890	367	-1 176
Eje C-D	-1 528	948	-1 764
Eje D-E	-1 755	861	-1 711
Eje E-F	-1 743	851	-1 744
Eje F-G	-1 869	1 131	-1 058
Vigas Primer Nivel			
	M (-) Izq.	M (+)	M (-) Der.
Eje A-B	-894	815	-1 278
Eje B-C	-1 232	521	-1 528
Eje C-D	-2 068	1 230	-2 341
Eje D-E	-2 323	1 140	-2 266
Eje E-F	-2 296	1 129	-2 316
Eje F-G	-2 474	1 404	-1 588

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2018.

Tabla XLVII. **Momentos obtenidos de software carga muerta, columnas marco Y-Y**

Columnas Segundo Nivel		
Eje	M Inf.	M Sup.
A	-584	591
B	43	-30
C	-353	351
D	12	-9
E	-31	32
F	-128	125
G	1 044	-1 058
Columnas Primer Nivel		
Eje	M Inf.	M Sup.
A	-164	309
B	-9	-2
C	-101	187
D	-3	-6
E	-3	-1
F	-16	30
G	270	-544

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

Tabla XLVIII. **Momentos obtenidos de software carga viva, vigas marco Y-Y**

Vigas Segundo Nivel			
	M (-) Izq.	M (+)	M (-) Der.
Eje A-B	-115	77	-114
Eje B-C	-117	57	-152
Eje C-D	-235	136	-249
Eje D-E	-250	126	-254
Eje E-F	-264	131	-231
Eje F-G	-248	149	-211
Vigas Primer Nivel			
	M (-) Izq.	M (+)	M (-) Der.
Eje A-B	-283	294	-457
Eje B-C	-431	168	-560
Eje C-D	-761	470	-892
Eje D-E	-882	430	-851
Eje E-F	-858	421	-892
Eje F-G	-956	543	-550

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

Tabla XLIX. **Momentos obtenidos de software carga viva, columnas marco Y-Y**

Columnas Segundo Nivel		
Eje	M Inf.	M Sup.
A	-168	115
B	17	2
C	-120	83
D	6	1
E	-6	10
F	-40	18
G	330	-211
Columnas Primer Nivel		
Eje	M Inf.	M Sup.
A	-60	114
B	2	-9
C	-43	80
D	1	-3
E	-2	0
F	-13	24
G	107	-221

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

Tabla L. **Momentos obtenidos de software carga sismo, vigas marco Y-Y**

Vigas Segundo Nivel			
	M (-) Izq.	M (+)	M (-) Der.
Eje A-B	4 356	0	-3 474
Eje B-C	3 413	0	-3 450
Eje C-D	2 982	0	-3 068
Eje D-E	3 030	0	-3 020
Eje E-F	3 063	0	-3 051
Eje F-G	3 243	0	-3 859
Vigas Primer Nivel			
	M (-) Izq.	M (+)	M (-) Der.
Eje A-B	12 724	0	-9 975
Eje B-C	8 630	0	-9 207
Eje C-D	8 010	0	-8 198
Eje D-E	8 280	0	-8 278
Eje E-F	8 090	0	-7 832
Eje F-G	9 162	0	-11 185

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

Tabla LI. **Momentos obtenidos de software carga sismo, columnas marco Y-Y**

Columnas Segundo Nivel		
Eje	M Inf.	M Sup.
A	2 173	-4 356
B	5 852	-6 888
C	5 064	-6 432
D	4 649	-6 098
E	4 628	-6 084
F	5 035	-6 295
G	1 483	-3 859
Columnas Primer Nivel		
Eje	M Inf.	M Sup.
A	12 984	-10 550
B	14 004	-12 752
C	13 652	-12 152
D	13 432	-11 828
E	13 342	-11 740
F	13 418	-11 959
G	12 285	-9 701

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

2.1.6.3. Comparación software-rigideces

Se realizará la comparación de momentos obtenidos mediante el método matricial de rigideces y los obtenidos del software SAP 2000, los valores de variación que se obtienen son mínimos, por lo tanto, se deduce que el análisis estructural realizado mediante software y mediante método numérico son correctos.

Tabla LII. Comparacion de momentos vigas, marco X-X segundo nivel

		Marco X-X Segundo Nivel								
		Análisis Matricial			Análisis SAP 2000			% de Error		
		Carga Muerta, Marco X-X			Carga Muerta, Marco X-X			Carga Muerta, Marco X-X		
	Momento (-) Izquierdo	Momento (+)	Momento (-) Derecho	Momento (-) Izquierdo	Momento (+)	Momento (-) Derecho	Momento (-) Izquierdo	Momento (+)	Momento (-) Derecho	
Viga 1-2	-586,00	-613,97	-2 156,00	-594,00	-627,97	-2 176,00	1,35 %	2,23 %	0,92 %	
Viga 2-3	-5 220,00	3 726,39	-3 676,00	-5 200,00	3 750,89	-3 647,00	0,38 %	0,00 %	0,00 %	
		Carga Viva, Marco X-X			Carga Viva, Marco X-X			Carga Viva, Marco X-X		
	Momento (-) Izquierdo	Momento (+)	Momento (-) Derecho	Momento (-) Izquierdo	Momento (+)	Momento (-) Derecho	Momento (-) Izquierdo	Momento (+)	Momento (-) Derecho	
Viga 1-2	-140,00	-94,84	-245,00	-140,00	-98,84	-253,00	0,00 %	4,05 %	3,16 %	
Viga 2-3	-819,00	585,29	-658,00	-818,00	589,79	-650,00	0,12 %	0,00 %	0,00 %	
		Carga Sismo, Marco X-X			Carga Sismo, Marco X-X			Carga Sismo, Marco X-X		
	Momento (-) Izquierdo	Momento (+)	Momento (-) Derecho	Momento (-) Izquierdo	Momento (+)	Momento (-) Derecho	Momento (-) Izquierdo	Momento (+)	Momento (-) Derecho	
Viga 1-2	5 725,00	0,00	-4 685,00	5 708,00	0,00	-4 591,00	0,30 %	0,00 %	2,05 %	
Viga 2-3	3 388,00	0,00	-3 925,00	3 488,00	0,00	-4 067,00	2,87 %	0,00 %	0,00 %	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

Tabla LIII. Comparación de momentos vigas, marco X-X primer nivel

		Marco X-X Primer Nivel								
		Análisis Matricial			Análisis SAP 2000			% de Error		
		Carga Muerta, Marco X-X			Carga Muerta, Marco X-X			Carga Muerta, Marco X-X		
	Momento (-) Izquierdo	Momento (+)	Momento (-) Derecho	Momento (-) Izquierdo	Momento (+)	Momento (-) Derecho	Momento (-) Izquierdo	Momento (+)	Momento (-) Derecho	
Viga 1-2	-732,00	-441,56	-2 298,00	-748,00	-454,56	-2 308,00	2,14 %	2,86 %	0,43 %	
Viga 2-3	-6 534,00	4 237,65	-5 169,00	-6 512,00	4 258,15	-5 150,00	0,34 %	0,00 %	0,00 %	
		Carga Viva, Marco X-X			Carga Viva, Marco X-X			Carga Viva, Marco X-X		
	Momento (-) Izquierdo	Momento (+)	Momento (-) Derecho	Momento (-) Izquierdo	Momento (+)	Momento (-) Derecho	Momento (-) Izquierdo	Momento (+)	Momento (-) Derecho	
Viga 1-2	-220,00	-21,50	-798,00	-226,00	-22,50	-794,00	2,65 %	4,44 %	0,50 %	
Viga 2-3	-1 756,00	1 118,08	-1 303,00	-1 746,00	1 125,58	-1 298,00	0,57 %	0,00 %	0,00 %	
		Carga Sismo, Marco X-X			Carga Sismo, Marco X-X			Carga Sismo, Marco X-X		
	Momento (-) Izquierdo	Momento (+)	Momento (-) Derecho	Momento (-) Izquierdo	Momento (+)	Momento (-) Derecho	Momento (-) Izquierdo	Momento (+)	Momento (-) Derecho	
Viga 1-2	15 862,00	0,00	-13 093,00	15 577,00	0,00	-12 696,00	1,83 %	0,00 %	3,13 %	
Viga 2-3	7 810,00	0,00	-10 264,00	8 014,00	0,00	10 428,00	2,55 %	0,00 %	0,00 %	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

Tabla LIV. Comparación de momentos vigas, marco Y-Y, segundo nivel

	Marco Y-Y Segundo Nivel									
	Análisis Matricial			Análisis SAP 2000			% de Error			
	Carga Muerta, Marco Y-Y			Carga Muerta, Marco Y-Y			Carga Muerta, Marco Y-Y			
	Momento (-) Izquierdo	Momento (+)	Momento (-) Derecho	Momento (-) Izquierdo	Momento (+)	Momento (-) Derecho	Momento (-) Izquierdo	Momento (+)	Momento (-) Derecho	
Viga A-B	-597,00	639,58	-923,00	-591,00	644,08	-920,00	1,02 %	0,70 %	0,33 %	
Viga B-C	-888,00	368,08	-1 175,00	-890,00	366,58	-1 176,00	0,22 %	0,41 %	0,09 %	
Viga C-D	-1 530,00	946,17	-1 766,00	-1 528,00	948,17	-1 764,00	0,13 %	0,21 %	0,11 %	
Viga D-E	-1 755,00	861,67	-1 710,00	-1 755,00	861,17	-1 711,00	0,00 %	0,06 %	0,06 %	
Viga E-F	-1 743,00	851,17	-1 743,00	-1 743,00	850,67	-1 744,00	0,00 %	0,06 %	0,06 %	
Viga F-G	-1 873,00	1 124,17	-1 067,00	-1 869,00	1 130,67	-1 058,00	0,21 %	0,57 %	0,85 %	
	Carga Viva, Marco Y-Y			Carga Viva, Marco Y-Y			Carga Viva, Marco Y-Y			
	Momento (-) Izquierdo	Momento (+)	Momento (-) Derecho	Momento (-) Izquierdo	Momento (+)	Momento (-) Derecho	Momento (-) Izquierdo	Momento (+)	Momento (-) Derecho	
	Viga A-B	-116,00	76,51	-113,00	-115,00	76,51	-114,00	0,87 %	0,00 %	0,88 %
	Viga B-C	-115,00	58,01	-151,00	-117,00	56,51	-152,00	1,71 %	2,65 %	0,66 %
Viga C-D	-235,00	136,96	-248,00	-235,00	136,46	-249,00	0,00 %	0,37 %	0,40 %	
Viga D-E	-249,00	126,96	-254,00	-250,00	126,46	-254,00	0,40 %	0,40 %	0,00 %	
Viga E-F	-264,00	131,96	-229,00	-264,00	130,96	-231,00	0,00 %	0,76 %	0,87 %	
Viga F-G	-247,00	147,96	-214,00	-248,00	148,96	-211,00	0,40 %	0,67 %	1,42 %	
	Carga Sismo, Marco Y-Y			Carga Sismo, Marco Y-Y			Carga Sismo, Marco Y-Y			
	Momento (-) Izquierdo	Momento (+)	Momento (-) Derecho	Momento (-) Izquierdo	Momento (+)	Momento (-) Derecho	Momento (-) Izquierdo	Momento (+)	Momento (-) Derecho	
	Viga A-B	4 332,00	0,00	-3 488,00	4 356,00	0,00	-3 474,00	0,55 %	0,00 %	0,40 %
	Viga B-C	3 431,00	0,00	-3 467,00	3 413,00	0,00	-3 450,00	0,53 %	0,00 %	0,49 %
Viga C-D	2 948,00	0,00	-3 040,00	2 982,00	0,00	-3 068,00	1,14 %	0,00 %	0,91 %	
Viga D-E	3 005,00	0,00	-2 993,00	3 030,00	0,00	-3 020,00	0,83 %	0,00 %	0,89 %	
Viga E-F	3 042,00	0,00	-3 036,00	3 063,00	0,00	-3 051,00	0,69 %	0,00 %	0,49 %	
Viga F-G	3 217,00	0,00	-3 795,00	3 243,00	0,00	-3 859,00	0,80 %	0,00 %	1,66 %	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

Tabla LV. Comparación de momentos vigas, marco Y-Y, primer nivel

	Marco Y-Y Primer Nivel									
	Análisis Matricial			Análisis SAP 2000			% de Error			
	Carga Muerta, Marco Y-Y			Carga Muerta, Marco Y-Y			Carga Muerta, Marco Y-Y			
	Momento (-) Izquierdo	Momento (+)	Momento (-) Derecho	Momento (-) Izquierdo	Momento (+)	Momento (-) Derecho	Momento (-) Izquierdo	Momento (+)	Momento (-) Derecho	
Viga A-B	-897,00	812,40	-1 281,00	-894,00	815,40	-1 278,00	0,34 %	0,37 %	0,23 %	
Viga B-C	-1 230,00	522,90	-1 527,00	-1 232,00	521,40	-1 528,00	0,16 %	0,29 %	0,07 %	
Viga C-D	-2 069,00	1 228,83	-2 343,00	-2 068,00	1 230,33	-2 341,00	0,05 %	0,12 %	0,09 %	
Viga D-E	-2 324,00	1 140,83	-2 264,00	-2 323,00	1 140,33	-2 266,00	0,04 %	0,04 %	0,09 %	
Viga E-F	-2 295,00	1 128,83	-2 317,00	-2 296,00	1 128,83	-2 316,00	0,04 %	0,00 %	0,04 %	
Viga F-G	-2 481,00	1 398,33	-1 592,00	-2 474,00	1 403,83	-1 588,00	0,28 %	0,39 %	0,25 %	
	Carga Viva, Marco Y-Y			Carga Viva, Marco Y-Y			Carga Viva, Marco Y-Y			
	Momento (-) Izquierdo	Momento (+)	Momento (-) Derecho	Momento (-) Izquierdo	Momento (+)	Momento (-) Derecho	Momento (-) Izquierdo	Momento (+)	Momento (-) Derecho	
	Viga A-B	-283,00	293,07	-458,00	-283,00	293,57	-457,00	0,00 %	0,17 %	0,22 %
	Viga B-C	-430,00	169,07	-559,00	-431,00	168,07	-560,00	0,23 %	0,60 %	0,18 %
Viga C-D	-761,00	469,36	-893,00	-761,00	469,86	-892,00	0,00 %	0,11 %	0,11 %	
Viga D-E	-883,00	429,86	-850,00	-882,00	429,86	-851,00	0,11 %	0,00 %	0,12 %	
Viga E-F	-857,00	420,86	-894,00	-858,00	421,36	-892,00	0,12 %	0,12 %	0,22 %	
Viga F-G	-960,00	540,86	-551,00	-956,00	543,36	-550,00	0,42 %	0,46 %	0,18 %	

Continuación de la tabla LV.

	Carga Sismo, Marco Y-Y			Carga Sismo, Marco Y-Y			Carga Sismo, Marco Y-Y		
	Momento (-) Izquierdo	Momento (+)	Momento (-) Derecho	Momento (-) Izquierdo	Momento (+)	Momento (-) Derecho	Momento (-) Izquierdo	Momento (+)	Momento (-) Derecho
Viga A-B	12 852,00	0,00	-10 127,00	12 724,00	0,00	-9 975,00	1,01 %	0,00 %	1,52 %
Viga B-C	8 680,00	0,00	-9 302,00	8 630,00	0,00	-9 207,00	0,58 %	0,00 %	1,03 %
Viga C-D	7 991,00	0,00	-8 194,00	8 010,00	0,00	-8 198,00	0,24 %	0,00 %	0,05 %
Viga D-E	8 295,00	0,00	-8 293,00	8 280,00	0,00	-8 278,00	0,18 %	0,00 %	0,18 %
Viga E-F	8 087,00	0,00	-7 823,00	8 090,00	0,00	-7 832,00	0,04 %	0,00 %	0,11 %
Viga F-G	9 210,00	0,00	-11 200,00	9 162,00	0,00	-11 185,00	0,52 %	0,00 %	0,13 %

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

Tabla LVI. **Comparación de momentos, columnas segundo nivel marco X-X**

	Marco X-X Segundo Nivel					
	Análisis Matricial		Análisis Sap 2000		% de Error	
	Carga Muerta Marco X-X		Carga Muerta Marco X-X		Carga Muerta Marco X-X	
	Momento Inferior	Momento Superior	Momento Inferior	Momento Superior	Momento Inferior	Momento Superior
Columna 1	-545,00	585,00	-553,00	594,00	1,45 %	1,52 %
Columna 2	-2 959,00	3 064,00	-2 916,00	3 024,00	1,47 %	1,32 %
Columna 3	3 478,00	-3 676,00	3 441,00	-3 647,00	1,08 %	0,80 %
	Análisis Matricial		Análisis Sap 2000		% de Error	
	Carga Viva Marco X-X		Carga Viva Marco X-X		Carga Viva Marco X-X	
	Momento Inferior	Momento Superior	Momento Inferior	Momento Superior	Momento Inferior	Momento Superior
Columna 1	-141,00	140,00	-144,00	140,00	2,08 %	0,00 %
Columna 2	-629,00	573,00	-620,00	563,00	1,45 %	1,78 %
Columna 3	827,00	-658,00	819,00	-650,00	0,98 %	1,23 %
	Análisis Matricial		Análisis Sap 2000		% de Error	
	Carga Sismo Marco X-X		Carga Sismo Marco X-X		Carga Sismo Marco X-X	
	Momento Inferior	Momento Superior	Momento Inferior	Momento Superior	Momento Inferior	Momento Superior
Columna 1	3 872,00	-5 725,00	3 724,00	-5 708,00	3,97 %	0,30 %
Columna 2	7 064,00	-8 073,00	6 956,00	-8 080,00	1,55 %	0,09 %
Columna 3	616,00	-3925,00	741,00	-4067,00	16,87 %	3,49 %

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

Tabla LVII. **Comparación de momentos columnas, primer nivel marco X-X**

Marco X-X Primer Nivel						
Análisis Matricial		Análisis Sap 2000		% de Error		
Carga Muerta Marco X-X		Carga Muerta Marco X-X		Carga Muerta Marco X-X		
	Momento Inferior	Momento Superior	Momento Inferior	Momento Superior	Momento Inferior	Momento Superior
Columna 1	-212,00	187,00	-215,00	195,00	1,40 %	4,10 %
Columna 2	-756,00	1 277,00	-752,00	1 287,00	0,53 %	0,78 %
Columna 3	743,00	-1690,00	741,00	-1 709,00	0,27 %	1,11 %
Análisis Matricial		Análisis Sap 2000		% de Error		
Carga Viva Marco X-X		Carga Viva Marco X-X		Carga Viva Marco X-X		
	Momento Inferior	Momento Superior	Momento Inferior	Momento Superior	Momento Inferior	Momento Superior
Columna 1	-74,00	78,00	-74,00	81,00	0,00 %	3,70 %
Columna 2	-199,00	329,00	-197,00	330,00	1,02 %	0,30 %
Columna 3	206,00	-475,00	205,00	-479,00	0,49 %	0,84 %
Análisis Matricial		Análisis Sap 2000		% de Error		
Carga Sismo Marco X-X		Carga Sismo Marco X-X		Carga Sismo Marco X-X		
	Momento Inferior	Momento Superior	Momento Inferior	Momento Superior	Momento Inferior	Momento Superior
Columna 1	14 401,00	-11 989,00	14 423,00	-11 854,00	0,15 %	1,14 %
Columna 2	15 305,00	-13 838,00	15 340,00	-13 754,00	0,23 %	0,61 %
Columna 3	13 176,00	-9 648,00	13 301,00	-9 688,00	0,94 %	0,41 %

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

Tabla LVIII. **Comparación de momentos columnas, segundo nivel marco Y-Y**

Marco Y-Y Segundo Nivel						
Análisis Matricial		Análisis Sap 2000		% de Error		
Carga Muerta Marco Y-Y		Carga Muerta Marco Y-Y		Carga Muerta Marco Y-Y		
	Momento Inferior	Momento Superior	Momento Inferior	Momento Superior	Momento Inferior	Momento Superior
Columna A	-590,00	596,00	-584,00	591,00	1,03 %	0,85 %
Columna B	48,00	-34,00	43,00	-30,00	11,63 %	13,33 %
Columna C	-357,00	355,00	-353,00	351,00	1,13 %	1,14 %
Columna D	12,00	-10,00	12,00	-9,00	0,00 %	11,11 %
Columna E	-32,00	32,00	-31,00	32,00	3,23 %	0,00 %
Columna F	-132,00	129,00	-128,00	125,00	3,13 %	3,20 %
Columna G	1 054,00	-1 067,00	1 044,00	-1 058,00	0,96 %	0,85 %

Continuación de la tabla LVIII.

	Análisis Matricial		Análisis Sap 2000		% de Error	
	Carga Viva Marco Y-Y		Carga Viva Marco Y-Y		Carga Viva Marco Y-Y	
	Momento Inferior	Momento Superior	Momento Inferior	Momento Superior	Momento Inferior	Momento Superior
	Columna A	-169,00	117,00	-168,00	115,00	0,60 %	1,74 %
Columna B	18,00	2,00	17,00	2,00	5,88 %	0,00 %
Columna C	-121,00	85,00	-120,00	83,00	0,83 %	2,41 %
Columna D	6,00	0,00	6,00	1,00	0,00 %	0,00 %
Columna E	-6,00	10,00	-6,00	10,00	0,00 %	0,00 %
Columna F	-41,00	18,00	-40,00	18,00	2,50 %	0,00 %
Columna G	331,00	-214,00	330,00	-211,00	0,30 %	1,42 %
	análisis Matricial		Análisis Sap 2000		% de Error	
	Carga Sismo Marco Y-Y		Carga Sismo Marco Y-Y		Carga Sismo Marco Y-Y	
	Momento Inferior	Momento Superior	Momento Inferior	Momento Superior	Momento Inferior	Momento Superior
	Columna A	2 225,00	-4 332,00	2 173,00	-4 356,00	2,39 %	0,55 %
Columna B	5 969,00	-6 920,00	5 852,00	-6 888,00	2,00 %	0,46 %
Columna C	5 104,00	-6 415,00	5 064,00	-6 432,00	0,79 %	0,26 %
Columna D	4 646,00	-6 046,00	4 649,00	-6 098,00	0,06 %	0,85 %
Columna E	4 628,00	-6 035,00	4 628,00	-6 084,00	0,00 %	0,81 %
Columna F	5 053,00	-6 254,00	5 035,00	-6 295,00	0,36 %	0,65 %
Columna G	1 472,00	-3 795,00	1 483,00	-3 859,00	0,74 %	1,66 %

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

Tabla LIX. **Comparación de momentos columnas, primer nivel marco Y-Y**

	Marco Y-Y Primer Nivel					
	análisis Matricial		análisis Sap 2000		% de Error	
	Carga Muerta Marco Y-Y		Carga Muerta Marco Y-Y		Carga Muerta Marco Y-Y	
	Momento Inferior	Momento Superior	Momento Inferior	Momento Superior	Momento Inferior	Momento Superior
Columna A	-164,00	306,00	-164,00	309,00	0,00 %	0,97 %
Columna B	-8,00	-3,00	-9,00	-2,00	11,11 %	50,00 %
Columna C	-101,00	185,00	-101,00	187,00	0,00 %	1,07 %
Columna D	-3,00	-6,00	-3,00	-6,00	0,00 %	0,00 %
Columna E	-3,00	-1,00	-3,00	-1,00	0,00 %	0,00 %
Columna F	-16,00	30,00	-16,00	30,00	0,00 %	0,00 %
Columna G	271,00	-538,00	270,00	-544,00	0,37 %	1,10 %

Continuación de la tabla LIX.

	análisis Matricial		análisis Sap 2000		% de Error	
	Carga Viva Marco Y-Y		Carga Viva Marco Y-Y		Carga Viva Marco Y-Y	
	Momento Inferior	Momento Superior	Momento Inferior	Momento Superior	Momento Inferior	Momento Superior
Columna A	-60,00	113,00	-60,00	114,00	0,00 %	0,88 %
Columna B	2,00	-10,00	2,00	-9,00	0,00 %	11,11 %
Columna C	-43,00	80,00	-43,00	80,00	0,00 %	0,00 %
Columna D	1,00	-3,00	1,00	-3,00	0,00 %	0,00 %
Columna E	-2,00	0,00	-2,00	0,00	0,00 %	0,00 %
Columna F	-14,00	24,00	-13,00	24,00	7,69 %	0,00 %
Columna G	108,00	-219,00	107,00	-221,00	0,93 %	0,90 %
	análisis Matricial		análisis Sap 2000		% de Error	
	Carga Sismo Marco Y-Y		Carga Sismo Marco Y-Y		Carga Sismo Marco Y-Y	
	Momento Inferior	Momento Superior	Momento Inferior	Momento Superior	Momento Inferior	Momento Superior
Columna A	12 958,00	-10 626,00	12 984,00	-10 550,00	0,20 %	0,72 %
Columna B	13 998,00	-12 838,00	14 004,00	-12 752,00	0,04 %	0,67 %
Columna C	13 617,00	-12 189,00	13 652,00	-12 152,00	0,26 %	0,30 %
Columna D	13 383,00	-11 842,00	13 432,00	-11 828,00	0,36 %	0,12 %
Columna E	13 291,00	-11 752,00	13 342,00	-11 740,00	0,38 %	0,10 %
Columna F	13 373,00	-11 980,00	13 418,00	-11 959,00	0,34 %	0,18 %
Columna G	12 226,00	-9 727,00	12 285,00	-9 701,00	0,48 %	0,27 %

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

2.1.7. Envoltente de momentos

La envoltente de momentos determina los valores para el cálculo y diseño de las vigas y columnas de las estructuras, estas representan los esfuerzos que pueden acontecer al superponer los efectos de las diferentes combinaciones de cargas.

Las combinaciones a utilizar son de la norma AGIES NSE-2-2018 capítulo 9, tomando los valores máximos para el diseño estructural.

Las combinaciones que se tomaron en cuenta para la envoltente de momentos se muestran en la siguiente figura:

Figura 17. **Combinaciones de carga segun AGIES**

8.3.2 — Carga de gravedad	
$1.4 M$	(CR1)
$1.2 M + 1.6 V + 0.5 (V_t \text{ o bien } P_L \text{ o bien } A_R)$	(CR2)
$1.2 M + V + 1.6 (V_t \text{ o bien } P_L \text{ o bien } A_R)$	(CR3)
(a) Reducciones a la carga viva — En todas las combinaciones donde se señala carga viva V, ésta será la carga V ya reducida si se ha optado por hacer las reducciones de la Sección 3.5, cuando la reducción sea permitida.	
8.3.3 — Carga de sismo	
$1.2 M + V + S_{vd} \pm S_{hd}$	(CR4)
$0.9 M - S_{vd} \pm S_{hd}$	(CR5)

Fuente: AGIES NSE-2-2018, capítulo 8. *Demandas estructurales y condiciones de sitio*. p. 312.

Tabla LX. **Envolvente de momentos Viga 1-2, segundo nivel**

Envolvente Viga 1-2, Segundo Nivel			
Momentos	Momento (-)	Momento (+)	Momento (-)
CM	-594,00	-627,97	-2 176,00
CV	-140,00	-98,84	-253,00
CS	3 488,00	0,00	-4 067,00
CR1	831,60	879,16	3 046,40
CR2	936,80	911,71	3 016,00
CR3	852,80	852,41	2 864,20
CR4	4 489,30	1 009,40	7 475,20
CR5	3 874,10	408,18	5 481,40
Utilizar	4 489,30	1 009,40	7 475,20

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

Tabla LXI. Envoltente de momentos Viga 2-3, segundo nivel

Envoltente Viga 2-3, Segundo Nivel			
Momentos	Momento (-)	Momento (+)	Momento (-)
CM	-5 200,00	3 750,89	-3 647,00
CV	-818,00	589,79	-650,00
CS	3 488,00	0,00	-4 067,00
CR1	7 280,00	5 251,24	5 105,80
CR2	7 548,80	5 444,73	5 416,40
CR3	7 058,00	5 090,85	5 026,40
CR4	11 846,00	6 028,57	10 005,15
CR5	6 868,00	2 438,08	6 437,55
Utilizar	11 846,00	6 028,57	10 005,15

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

Tabla LXII. Envoltente de momentos viga 1-2, primer nivel

Envoltente Viga 1-2, Primer Nivel			
Momentos	Momento (-)	Momento (+)	Momento (-)
CM	-748,00	-454,56	-2 308,00
CV	-226,00	-22,50	-794,00
CS	15 577,00	0,00	-12 696,00
CR1	1 047,20	636,39	3 231,20
CR2	1 259,20	581,48	4 040,00
CR3	1 123,60	567,98	3 563,60
CR4	16 887,60	681,62	16 836,60
CR5	16 063,20	295,47	14 196,20
Utilizar	16 887,60	681,62	16 836,60

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

Tabla LXIII. Envoltente de momentos viga 2-3 primer nivel

Envoltente Viga 2-3, Primer Nivel			
Momentos	Momento (-)	Momento (+)	Momento (-)
CM	-6 512,00	4 258,15	-5 150,00
CV	-1 746,00	1 125,58	-1 298,00
CS	8 014,00	0,00	10 428,00
CR1	9 116,80	5 961,41	7 210,00
CR2	10 608,00	6 910,70	8 256,80
CR3	9 560,40	6 235,36	7 478,00
CR4	19 202,40	7 299,90	19 193,50
CR5	12 246,80	2 767,80	13 775,50
Utilizar	19 202,40	7 299,90	19 193,50

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

Tabla LXIV. **Envolvente de momentos columnas segundo nivel**

Envolvente Columna 1, Segundo Nivel		
Momentos	Momento Inferior	Momento Superior
CM	-553,00	594,00
CV	-144,00	140,00
CS	3 724,00	-5 708,00
CR1	774,20	831,60
CR2	894,00	936,80
CR3	807,60	852,80
CR4	4 669,85	6 709,30
CR5	4 083,45	6 094,10
Utilizar	4 669,85	6 709,30
Envolvente Columna 2, Segundo Nivel		
Momentos	Momento Inferior	Momento Superior
CM	-2 916,00	3 024,00
CV	-620,00	563,00
CS	6 956,00	-8 080,00
CR1	4 082,40	4 233,60
CR2	4 491,20	4 529,60
CR3	4 119,20	4 191,80
CR4	11 804,20	13 027,80
CR5	8 851,40	10 045,60
Utilizar	11 804,20	13 027,80
Envolvente Columna 3, Segundo Nivel		
Momentos	Momento Inferior	Momento Superior
CM	3 441,00	-3 647,00
CV	819,00	-650,00
CS	741,00	-4 067,00
CR1	4 817,40	5 105,80
CR2	5 439,60	5 416,40
CR3	4 948,20	5 026,40
CR4	6 549,45	10 005,15
CR5	2 977,65	6 437,55
Utilizar	6 549,45	10 005,15

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

Tabla LXV. **Envolvente de momentos columnas, primer nivel**

Envolvente Columna 1, Primer Nivel		
Momentos	Momento Inferior	Momento Superior
CM	-215,00	195,00
CV	-74,00	81,00
CS	14 423,00	-11 854,00
CR1	301,00	273,00
CR2	376,40	363,60
CR3	332,00	315,00
CR4	14 808,75	12 217,75
CR5	14 562,75	11 980,75
Utilizar	14 808,75	12 217,75

Continuación de la tabla LXV.

Envolvente Columna 2, Primer Nivel		
Momentos	Momento Inferior	Momento Superior
CM	-752,00	1 287,00
CV	-197,00	330,00
CS	15 340,00	-13 754,00
CR1	1 052,80	1 801,80
CR2	1 217,60	2 072,40
CR3	1 099,40	1 874,40
CR4	16 627,40	15 950,15
CR5	15 828,80	14 590,55
Utilizar	16 627,40	15 950,15
Envolvente Columna 3, Primer Nivel		
Momentos	Momento Inferior	Momento Superior
CM	741,00	-1 709,00
CV	205,00	-479,00
CS	13 301,00	-9 688,00
CR1	1 037,40	2 392,60
CR2	1 217,20	2 817,20
CR3	1 094,20	2 529,80
CR4	14 580,45	12 645,05
CR5	13 782,65	10 798,85
Utilizar	14 580,45	12 645,05

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

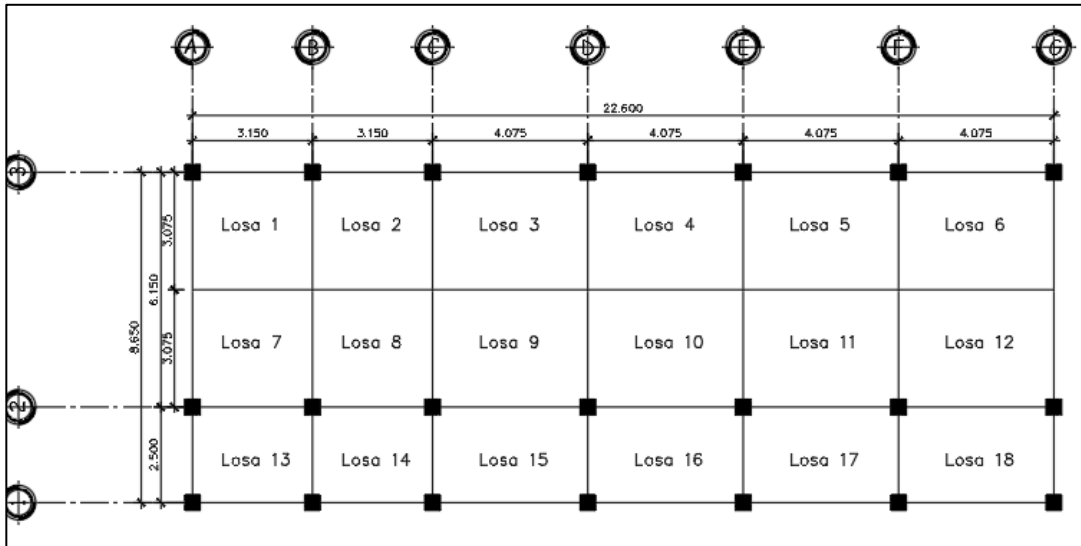
2.1.8. Diseño estructural

Para el cálculo de los siguientes elementos se tomará en cuenta los siguientes datos.

2.1.8.1. Diseño de losas

Para el diseño de losas se utilizó el método 3 del ACI, el cual determina los momentos actuantes máximos en las losas, tanto en el sentido corto como en el sentido largo.

Figura 18. Detalle general de losa de primer y segundo nivel



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

Para el diseño de losas primero se debe verificar si la losa trabaja en uno o dos sentidos, de la siguiente manera:

Si $\frac{a}{b} < 0,5$ losa en un sentido

Si $\frac{a}{b} \geq 0,5$ losa en dos sentidos

Donde:

a: lado menor de la losa

b: lado mayor de la losa

Por lo tanto:

Tabla LXVI. **Relación a/b losas**

Losa	a	B	A/B	A/B
	m	M	real	empleado
L-1	3,08	3,15	0,98	1
L-2	3,08	3,15	0,98	1,00
L-3	3,08	4,08	0,75	0,75
L-4	3,08	4,08	0,75	0,75
L-5	3,08	4,08	0,75	0,75
L-6	3,08	4,08	0,75	0,75
L-7	3,08	3,15	0,98	1,00
L-8	3,08	3,15	0,98	1,00
L-9	3,08	4,08	0,75	0,75
L-10	3,08	4,08	0,75	0,75
L-11	3,08	4,08	0,75	0,75
L-12	3,08	4,08	0,75	0,75
L-13	2,50	3,15	0,79	0,80
L-14	2,50	3,15	0,79	0,80
L-15	2,50	4,08	0,61	0,65
L-16	2,50	4,08	0,61	0,65
L-17	2,50	4,08	0,61	0,65
L-18	2,50	4,08	0,61	0,65

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

El espesor de losa se tomará del predimensionamiento como se calculó previamente en el capítulo 2.1.4.2 de este documento, $t = 12$ cm, según lo que indica el código ACI 318-19 capítulo 8.3.1.1

Tabla LXVII. **Resumen de cargas muertas**

CARGA MUERTA	
Descripción	Valor (kg/m²)
Concreto	288
Sobrecarga	200
PESO TOTAL LOSA ENTREPISO	488

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

$$CMU = 1,2 * (CM_{concreto} + CM_{sobrecarga})$$

$$CMU = 1,2 * (288 \text{ kg/m}^2 + 200 \text{ kg/m}^2)$$

$$\text{CMU} = 585,60 \text{ kg/m}^2$$

Carga viva (losas 13-18)

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

$$\text{CVU} = 1,6 * \text{CV}$$

$$\text{CVU} = 1,6 * (500 \text{ kg/m}^2) = 800 \text{ kg/m}^2$$

Carga ultima total (losas 13-18):

$$\text{CTU} = \text{CMU} + \text{CVU}$$

$$\text{CTU} = 585,60 \text{ kg/m}^2 + 800 \text{ kg/m}^2 = 1385,6 \text{ kg/m}^2$$

Se utilizará una franja unitaria de 1 m para el diseño de la losa, por lo cual la carga distribuida será la siguiente:

$$W = \text{CTU} * 1 \text{ m}$$

$$W = 1385,6 \text{ kg/m}^2 * 1 \text{ m} = 1385,6 \text{ kg/m}$$

Carga viva (losas 1-12)

$$\text{CV} = 200 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{CVU} = 1.6 * \text{CV}$$

$$\text{CVU} = 1.6 * (200 \text{ kg/m}^2) = 320 \text{ kg/m}^2$$

Carga ultima total (losas 1-12):

$$\text{CTU} = \text{CMU} + \text{CVU}$$

$$\text{CTU} = 585,6 \text{ kg/m}^2 + 320 \text{ kg/m}^2 = 905,6 \text{ kg/m}^2$$

Se utilizará una franja unitaria de 1 m para el diseño de la losa, por lo cual la carga distribuida será la siguiente:

$$W = CTU * 1 \text{ m}$$

$$W = 905,6 \text{ kg/m}^2 * 1 \text{ m} = 905,6 \text{ kg/m}$$

Cálculo de momentos actuantes negativos y positivos:

Momentos negativos:

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

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

Momentos positivos:

$$M_{a(+)} = C_{am(-)} * CMU * a^2 + C_{av(-)} * CVU * a^2$$

$$M_{b(+)} = C_{bm(-)} * CMU * b^2 + C_{bv(-)} * CVU * b^2$$

Donde:

$C_{a(-)}$ y $C_{b(-)}$ = coeficiente para momentos negativos

$C_{am(-)}$ y $C_{bm(-)}$ = coeficiente para momentos positivos debido a carga muerta

$C_{av(-)}$ y $C_{bv(-)}$ = coeficiente para momentos positivos debido a carga viva

Los coeficientes a utilizar provienen del código ACI 18-83 tabla 12.3, tabla 12.4, tabla 12.5 y tabla 12.6, los cuales son dictados mediante el método simplificado número 3 para diseño de losas en dos direcciones

El cálculo restante se realizará mediante lo que dicta el código ACI 318-19 para losas de dos direcciones en el capítulo 8.

Tabla LXVIII. **Momentos losas, primer nivel**

Losa	a	b	A/B	A/B	caso	coef M -		kg-m/nervadura	
	m	m	real	empleado		A	B	A	B
L-1	3,08	3,15	0,98	1	2	0,045	0,045	589,6	618,7
L-2	3,08	3,15	0,98	1,00	2,00	0,045	0,045	589,6	618,7
L-3	3,08	4,08	0,75	0,75	2,00	0,069	0,022	904,0	506,2
L-4	3,08	4,08	0,75	0,75	2,00	0,069	0,022	904,0	506,2
L-5	3,08	4,08	0,75	0,75	2,00	0,069	0,022	904,0	506,2
L-6	3,08	4,08	0,75	0,75	2,00	0,069	0,022	904,0	506,2
L-7	3,08	3,15	0,98	1,00	2,00	0,045	0,045	589,6	618,7
L-8	3,08	3,15	0,98	1,00	2,00	0,045	0,045	589,6	618,7
L-9	3,08	4,08	0,75	0,75	2,00	0,069	0,022	904,0	507,4
L-10	3,08	4,08	0,75	0,75	2,00	0,069	0,022	904,0	507,4
L-11	3,08	4,08	0,75	0,75	2,00	0,069	0,022	904,0	507,4
L-12	3,08	4,08	0,75	0,75	2,00	0,069	0,022	904,0	507,4
L-13	2,50	3,15	0,79	0,80	2,00	0,065	0,027	562,9	371,2
L-14	2,50	3,15	0,79	0,80	2,00	0,065	0,027	562,9	371,2
L-15	2,50	4,08	0,61	0,65	2,00	0,077	0,014	666,8	322,1
L-16	2,50	4,08	0,61	0,65	2,00	0,077	0,014	666,8	322,1
L-17	2,50	4,08	0,61	0,65	2,00	0,077	0,014	666,8	322,1
L-18	2,50	4,08	0,61	0,65	2,00	0,077	0,014	666,8	322,1

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

Debido a la simetría que existe entre losas, el balance de momentos se realizará promediando los momentos de las losas continuas, y que para este caso se utilizará únicamente el momento crítico.

Tabla LXIX. **Momentos finales losa**

Losa	a	b	M -		M +	
			kg-m/nervadura		kg-m/nervadura	
			A	B	A	B
L-1	3,08	3,15	589,6	618,7	1 048,14	1 099,89
L-2	3,08	3,15	589,6	618,7	890,92	1 156,14
L-3	3,08	4,08	904,0	506,2	733,70	2 369,90
L-4	3,08	4,08	904,0	506,2	733,70	2 369,90
L-5	3,08	4,08	904,0	506,2	733,70	2 369,90
L-6	3,08	4,08	904,0	506,2	890,92	2 313,65
L-7	3,08	3,15	589,6	618,7	1 048,14	1 099,89
L-8	3,08	3,15	589,6	618,7	890,92	1 155,52
L-9	3,08	4,08	904,0	507,4	733,70	2 375,72
L-10	3,08	4,08	904,0	507,4	733,70	2 375,72
L-11	3,08	4,08	904,0	507,4	733,70	2 375,72

Continuación de la tabla LXIX.

Losa	a	b	M -		M +	
			kg-m/nervadura		kg-m/nervadura	
			A	B	A	B
L-12	3,08	4,08	904,0	507,4	904,26	2 443,83
L-13	2,50	3,15	562,9	371,2	519,60	1 347,36
L-14	2,50	3,15	562,9	371,2	467,64	1 371,91
L-15	2,50	4,08	666,8	322,1	415,68	2 553,97
L-16	2,50	4,08	666,8	322,1	415,68	2 553,97
L-17	2,50	4,08	666,8	322,1	415,68	2 553,97
L-18	2,50	4,08	666,8	322,1	749,09	2 715,03

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

Determinación del área de acero y espaciamiento:

Recubrimiento= 2,50 cm

Ø varilla≈ 0,71 cm (varilla No.3)

*Peralte (d) = espesor de losa – recubrimiento – 0,50 * øvarilla*

*Peralte (d) = 12 cm – 2,50 cm – 0,50 * (0,95) = 9,025 cm*

Para determinar el acero mínimo se utilizarán las siguientes ecuaciones, dadas por el código ACI 318-19, capítulo 9.

$$A_{s_{min}} = \frac{0,80\sqrt{f'c}}{f_y} b_w d$$

$$A_{s_{min}} = \frac{0,80\sqrt{281 \frac{kg}{cm^2}}}{4\ 200 \frac{kg}{cm^2}} * 100\ cm * 9,025\ cm = 2,88\ cm^2$$

$$A_{s_{min}} = \frac{14}{f_y} b_w d$$

$$A_{s_{min}} = \frac{14}{4\,200 \frac{kg}{cm^2}} * 100\,cm * 9,025\,cm = 3,01\,cm^2$$

Se debe utilizar el mayor de ambos, por consiguiente, el área de acero mínimo será de 3,01 centímetros cuadrados

El mayor momento que actúa sobre la losa es de 2 715 kg-m, superior al momento que soporta el área mínima de acero, por lo tanto, es necesario determinar el área de acero necesaria para soportar el mayor momento actuante.

Cálculo de acero necesario para cada momento

Utilizando las ecuaciones para el cálculo de área de:

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

Acero necesario para $M_{1(-)}$:

$$AS = \left[100 * 9\,025 - \sqrt{(100 * 9\,025)^2 - \frac{904 * 100}{0,003825 * 280}} \right] * \left(\frac{0,85 * 280}{4\,200} \right)$$

$$AS = 2,63\,cm^2$$

Acero necesario para $M_{(+)}$:

$$AS = \left[100 * 9\,025 - \sqrt{(100 * 9\,025)^2 - \frac{2\,715 * 100}{0,003825 * 280}} \right] * \left(\frac{0,85 * 280}{4\,200} \right)$$
$$AS = 8,70 \text{ cm}^2$$

Cálculo de espaciamiento:

El espaciamiento entre las varillas de acero se calculará mediante la siguiente ecuación:

$$S = \frac{\text{Ancho de franja unitaria}}{\text{As mayor momento}} * AS \text{ varilla no 4}$$

$$S = \frac{100 \text{ cm}}{8,70 \text{ cm}^2} * 1,27 \text{ cm}^2 = 14,60 \text{ cm}$$

El espaciamiento a utilizar es de 14 cm.

Chequeo por corte

Las losas están sometidas a esfuerzos de corte, los cuales deben ser resistidos por sus materiales.

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

$$V_{max} = \frac{W * L}{2}$$

$$V_{max} = \frac{1\,386 \times 4,08}{2} = 2\,827 \text{ kg}$$

$$V_r = 45 * t * \sqrt{f'c}$$

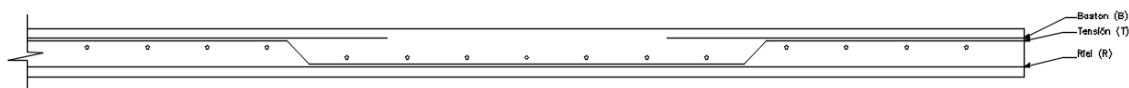
$$V_r = 45 * 12 * \sqrt{280} = 9\,036 \text{ kg}$$

$$V_r > V_{max} ; \text{si chequea}$$

Para la losa del entrepiso tendrá un espesor de 12 cm y un recubrimiento de 2,50 cm. El refuerzo será con varilla No.4 grado 60. Los bastones tendrán una longitud de L/4 y el doblé de las tensiones una longitud de L/5.

Diseño de losa segundo nivel: para el diseño de la losa del segundo nivel se utilizará el mismo diseño que para la losa del primer nivel.

Figura 19. **Detalle de armado de losa del primer y segundo nivel**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

2.1.8.2. Diseño de vigas

Los momentos últimos obtenidos de la envolvente de momentos se utilizarán para el diseño de las vigas. Para garantizar que las vigas soportarán los mayores esfuerzos a los que serán sometidas, se tomarán los mayores momentos para su diseño. El diseño de vigas se realizará con base al capítulo 18 del ACI 318-19.

Datos preliminares:

Base "b"= 30 cm

Altura "h"= 50 cm

Recubrimiento= 4 cm

Peralte "d"= 46 cm

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

$f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Se utilizarán dichas resistencias en concreto y acero debido a la alta demanda de esfuerzos anteriormente calculada en el análisis estructural, además de obtener un diseño óptimo con secciones de elementos más pequeños.

Según ACI 318-19 capítulo 9, se debe cumplir con lo siguiente:

- La resistencia de diseño en todas las secciones debe cumplir con:
 - $\Phi M_n \geq M_u$
 - $\Phi V_n \geq V_u$

El valor de Φ debe tomarse de ACI 318-19 sección 21.2.

- No se debe considerar en los cálculos de los elementos sometidos a flexión, la resistencia a tracción en el concreto.

Diseño a flexión:

Cálculo de acero mínimo

Según el código ACI 318-19, sección 9.6.1.2 A_s min debe ser el mayor de:

$$A_{s_{min}} = \frac{0,80\sqrt{f'c}}{fy} b_w d$$

$$A_{s_{min}} = \frac{0,80\sqrt{281 \frac{kg}{cm^2}}}{4\,200 \frac{kg}{cm^2}} * 30\,cm * 46\,cm = 4,40\,cm^2$$

$$A_{s_{min}} = \frac{14}{fy} b_w d$$

$$A_{s_{min}} = \frac{14}{4\,200 \frac{kg}{cm^2}} * 30\,cm * 46\,cm = 4,60\,cm^2$$

Se utilizará $4,60\,cm^2$ como acero mínimo.

Según ACI 318-19 sección 18.6.3.1, la cuantía de refuerzo ρ no debe exceder a 0.025, lo cual evita condiciones de congestión de acero.

Donde:

$$\rho = \frac{A_s}{bd}$$

$$A_s = 0,025 * b * d$$

$$A_s = 0,025 * 30\,cm * 46\,cm = 34,50\,cm^2$$

Por consiguiente, el área de acero para vigas debe estar entre los siguientes límites:

$$4,60 \text{ cm}^2 < A_s < 34,50 \text{ cm}^2$$

Cálculo del refuerzo longitudinal

Cálculo del área de acero requerido en Viga 1-2 del segundo nivel, marco

X:

$$M_{1(-)} = 4\,489,30 \text{ kg-m}$$

$$M_{(+)} = 1\,009,40 \text{ kg-m}$$

$$M_{2(-)} = 7\,475,20 \text{ kg-m}$$

Cálculo de acero necesario para cada momento

Utilizando las ecuaciones para el cálculo de área de:

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

Acero necesario para $M_{1(-)}$:

$$AS = \left[30 * 46 - \sqrt{(30 * 46)^2 - \frac{4\,489,30 * 30}{0,003825 * 280}} \right] * \left(\frac{0,85 * 280}{4\,200} \right)$$

$$AS = 2,63 \text{ cm}^2$$

Acero necesario para $M_{(+)}$:

$$AS = \left[30 * 46 - \sqrt{(30 * 46)^2 - \frac{1\,009,40 * 30}{0,003825 * 280}} \right] * \left(\frac{0,85 * 280}{4\,200} \right)$$

$$AS = 0,58 \text{ cm}^2$$

Acero necesario para $M_{2(-)}$:

$$AS = \left[30 * 46 - \sqrt{(30 * 46)^2 - \frac{7\,475 * 30}{0,003825 * 280}} \right] * \left(\frac{0,85 * 280}{4\,200} \right)$$
$$AS = 4,42 \text{ cm}^2$$

Determinación de varillas a utilizar:

Refuerzo longitudinal según ACI 318-19

- Sección 18.6.3.1 “Las vigas deben tener al menos dos barras continuas tanto en la cara superior como inferior. En cualquier sección, tanto para el refuerzo superior como para el inferior”¹.
- Sección 18.6.3.2 “La resistencia a momento positivo en la cara del nudo no deber ser menor que la mitad de la resistencia a momento negativo proporcionada en esa misma cara”².
- Sección 18.6.3.2 “La resistencia a momento negativo o positivo, en cualquier sección a lo largo de la longitud del miembro, debe ser al menos igual a un cuarto de la resistencia máxima a momento proporcionada en la cara de cualquiera de los nidos”³.

Para este caso se utilizará 3 varillas número 5 en la cama superior y 3 varillas en la cama inferior, las varillas serán continuas en toda la viga.

A continuación, se detalla el diseño de cada una de las vigas:

¹ Normas ACI 318-19. *Vigas de pórticos especiales resistentes a momento*. p. 310.

² *Ibíd.*

³ *Ibíd.*

Tabla LXX. **Diseño de viga Eje 1-2, segundo nivel**

Viga Ejes 1-2, Segundo Nivel			
	Momento (-) kg- m	Momento (+) kg- m	Momento (-) kg- m
	4 489,30	1 009,40	7 475,20
As min (cm ²)	4,40	4,40	4,40
As min (cm ²)	4,60	4,60	4,60
As máx. (cm ²)	34,5	34,5	34,5
As req. (cm ²)	2,63	0,58	4,42
As a utilizar	4,60	4,60	4,60
Refuerzo Superior	3 varillas No. 5	3 varillas No. 5	3 varillas No. 5
Refuerzo Inferior	3 varillas No. 5	3 varillas No. 5	3 varillas No. 5

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

Tabla LXXI. **Diseño de viga Eje 2-3, segundo nivel**

Viga Ejes 2-3, Segundo Nivel			
	Momento (-) kg- m	Momento (+) kg- m	Momento (-) kg- m
	11 846,00	6 028,57	10 005,15
As min (cm ²)	4,40	4,40	4,40
As min (cm ²)	4,60	4,60	4,60
As máx. (cm ²)	34,5	34,5	34,5
As req. (cm ²)	7,14	3,55	5,98
As a utilizar	7,14	4,60	5,98
Refuerzo Superior	4 varillas No. 5	4 varillas No. 5	4 varillas No. 5
Refuerzo Inferior	3 varillas No.5	3 varillas No.5	3 varillas No.5

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

Tabla LXXII. Diseño viga Eje 1-2, primer nivel

	Viga Ejes 1-2, Primer Nivel		
	Momento (-) kg- m	Momento (+) kg- m	Momento (-) kg- m
		16 887,60	681,62	16 836,60
As min (cm ²)	4,40	4,40	4,40
As min (cm ²)	4,60	4,60	4,60
As máx. (cm ²)	34,5	34,5	34,5
As req. (cm ²)	10,40	0,39	10,37
As a utilizar	10,40	4,60	10,37
Refuerzo Superior	4 varillas No. 6	4 varillas No. 6	4 varillas No. 6
Refuerzo Inferior	2 varillas No. 6	2 varillas No. 6	2 varillas No. 6

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

Tabla LXXIII. Diseño de viga Eje 2-3 primer nivel

	Viga Ejes 2-3, Primer Nivel		
	Momento (-) kg- m	Momento (+) kg- m	Momento (-) kg- m
		19 202,40	7 299,90	19 193,50
As min (cm ²)	4,40	4,40	4,40
As min (cm ²)	4,60	4,60	4,60
As máx. (cm ²)	34,5	34,5	34,5
As req. (cm ²)	11,96	4,32	11,95
As a utilizar	11,96	4,60	11,95
Refuerzo Superior	4 varillas No. 6	4 varillas No. 6	4 varillas No. 6
Refuerzo Inferior	2 varillas No. 6	2 varillas No. 6	2 varillas No. 6

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

Tabla LXXIV. **Diseño viga Eje A-B, B-C, C-D, D-E, E-F, F-G segundo nivel**

	Viga Ejes A-B Segundo Nivel		
	Momento (-) kg-m	Momento (+) kg-m	Momento (-) kg-m
	5 327,95	1 010,43	4 922,00
As min (cm ²)	4,40	4,40	4,40
As min (cm ²)	4,60	4,60	4,60
As máx. (cm ²)	34,5	34,5	34,5
As req. (cm ²)	3,13	0,58	2,88
As a utilizar	4,60	4,60	4,60
Refuerzo Superior	3 varillas No. 5	3 varillas No. 5	3 varillas No. 5
Refuerzo Inferior	3 varillas No. 5	3 varillas No. 5	3 varillas No. 5

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

Tabla LXXV. **Diseño viga Eje A-B, B-C, C-D, D-E, E-F, F-G primer nivel**

	Viga Ejes A-B Primer Nivel		
	Momento (-) kg-m	Momento (+) kg-m	Momento (-) kg-m
	14 303,30	1 475,90	12 285,10
As min (cm ²)	4,40	4,40	4,40
As min (cm ²)	4,60	4,60	4,60
As máx. (cm ²)	34,5	34,5	34,5
As req. (cm ²)	8,71	0,85	7,42
As a utilizar	8,71	4,60	7,42
Refuerzo Superior	4 varillas No. 5	4 varillas No. 5	4 varillas No. 5
Refuerzo Inferior	3 varillas No. 5	3 varillas No. 5	3 varillas No. 5

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

Cálculo de acero transversal

Los fines de colocar acero transversal son: por armado, para mantener el refuerzo longitudinal en la posición deseada, y para contrarrestar los esfuerzos de corte, en caso de que la sección de concreto no fuera suficiente para cumplir esta función. El procedimiento a seguir es el siguiente:

Cálculo de corte resistente:

$$Vr = 0,85 * 0,53 * \sqrt{f'c} * b * d$$

$$Vr = 0,85 * 0,53 * \sqrt{280} * 30 * 46 = 10\,402,86 \text{ kg}$$

$$Vu = 10\,749,50 \text{ kg}$$

Comparar corte resistente con corte último:

Si $Vr > Vu$; la viga necesita estribos solo por armado, $Sma = d/2$

Si $Vr < Vu$; se diseñan estribos por corte, usando la expresión siguiente:

$$S = \frac{2 * Av * fy * d}{Vu}$$

Zona de confinamiento:

$$\text{confinamiento} = 2 * 50 \text{ cm} = 100 \text{ cm}$$

Espaciamiento de estribos en zona confinada:

$$\frac{d}{4} = \frac{44,10}{4} \text{ cm} = 11,02 \text{ cm}$$

$$6db = 6 * 1,59 \text{ cm} = 9,54 \text{ cm}$$

$$6 \text{ pulg} = 6 * 2,54 = 15,24 \text{ cm}$$

Cálculo de cortante de diseño:

$$Ve = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{l_n} \mp \frac{W_u l_n}{2}$$

$$a = \frac{1,25 * As * fy}{0,85 * f'c * b}$$

$$M_{pr} = 1,25 * fy * As * \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$W_u = 1,2D + 1,0L$$

Datos:

$$As_{izq} = 8,71 \text{ cm}^2$$

$$As_{der} = 7,41 \text{ cm}^2$$

$$fy = 4\,200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$f'c = 281 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$b = 30 \text{ cm}$$

$$D = 2\,134 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$L = 560 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$l_n = 6,15 \text{ m}$$

$$a_{izq} = \frac{1,25 * 8,75 \text{ cm}^2 * 4 200 \text{ kg/cm}^2}{0,85 * 281 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 30 \text{ cm}} = 6,13 \text{ cm}$$

$$a_{der} = \frac{1,25 * 7,42 \text{ cm}^2 * 4 200 \text{ kg/cm}^2}{0,85 * 281 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 30 \text{ cm}} = 5,22 \text{ cm}$$

$$M_{pr1} = \frac{1,25 * 4 200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 8,75 \text{ cm}^2 * \left(46 \text{ cm} - \frac{6,13 \text{ cm}}{2}\right)}{100} = 19 636,35 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_{pr1} = \frac{1,25 * 4 200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 7,42 \text{ cm}^2 * \left(46 \text{ cm} - \frac{5,22 \text{ cm}}{2}\right)}{100} = 16 896,38 \text{ kg} - \text{m}$$

✓

$$✓ \quad W_u = 1,2 \left(2 135 \frac{\text{kg}}{\text{m}}\right) + 1,0 \left(560 \frac{\text{kg}}{\text{m}}\right) = 3 122 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$V_e = \frac{19 636,35 \text{ kg} - \text{m} + 16 896,38 \text{ kg} - \text{m}}{6,15 \text{ m}} + \frac{3 122 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * 6,15 \text{ m}}{2} = 15 540 \text{ kg}$$

Cálculo de separación de estribos en zona confinada

$$S = \frac{\Phi * A_v * f_y * d}{V_e}$$

Donde:

$$\Phi = 0,75$$

$$A_v = \text{área de acero de refuerzo por corte} = 2 * 0,71 \text{ cm}^2 = 1,42 \text{ cm}^2$$

$$S = \frac{0,75 * 1,42 \text{ cm}^2 * 4\,200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3} * 46 \text{ cm}}{15\,540 \text{ kg}} = 13,24 \text{ cm}$$

Para la zona no confinada se utilizará una separación igual a $d/2$

$$\frac{d}{2} = \frac{46 \text{ cm}}{2} = 23 \text{ cm}$$

Para la zona confinada se utilizará un espaciamiento de 12 cm y para la zona no confinada, de 20 cm.

Longitud de desarrollo:

De acuerdo con el código ACI 318-19 sección 18.8.5.1, la longitud de desarrollo debe ser al menos igual al mayor valor entre 8 veces el diámetro de la varilla y 150 milímetros para concreto de peso norma, y debe ser al menos igual al mayor entre 10 veces el diámetro de la varilla y 190 milímetros.

Con base en el diámetro de una varilla número 5, con 15,88 milímetros de diámetro, se tiene lo siguiente:

$$l_{dh} = 10d_b = 10 * 15,88 = 158,80 \text{ mm} = 15,88 \text{ cm}$$

■

Dado el resultado se utilizará una longitud de desarrollo de 19 cm

Así mismo el código ACI 318-19 indica en la tabla 25.3.1 y tabla 25.3.2 que debe utilizarse un gancho a 90 grados ubicado dentro del núcleo confinado de la columna y que este tendrá una extensión del tamaño de la mayor de las siguientes expresiones:

$$12 db = 12 * 1,58 = 18,96 \text{ cm}$$

$$8db = 8 * 1,58 = 12,64 \text{ cm}$$

$$6 \text{ pulg} = 6 * 1,58 = 9,48 \text{ cm}$$

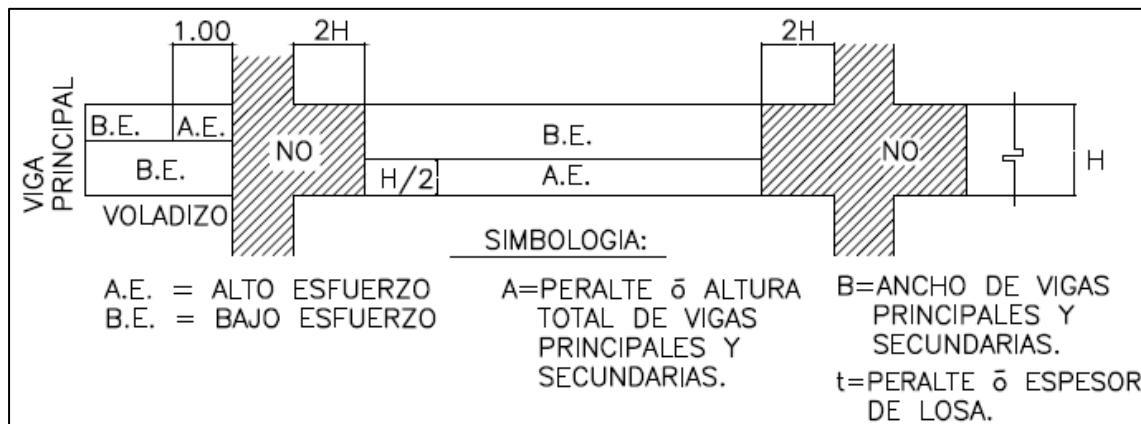
Se utilizará 20 cm.

ACI 318-19 en la tabla 25.3.2 indica el diámetro mínimo interior de doblado el cual es:

$$6db = 6 * 1,58 = 9,58 \text{ cm}$$

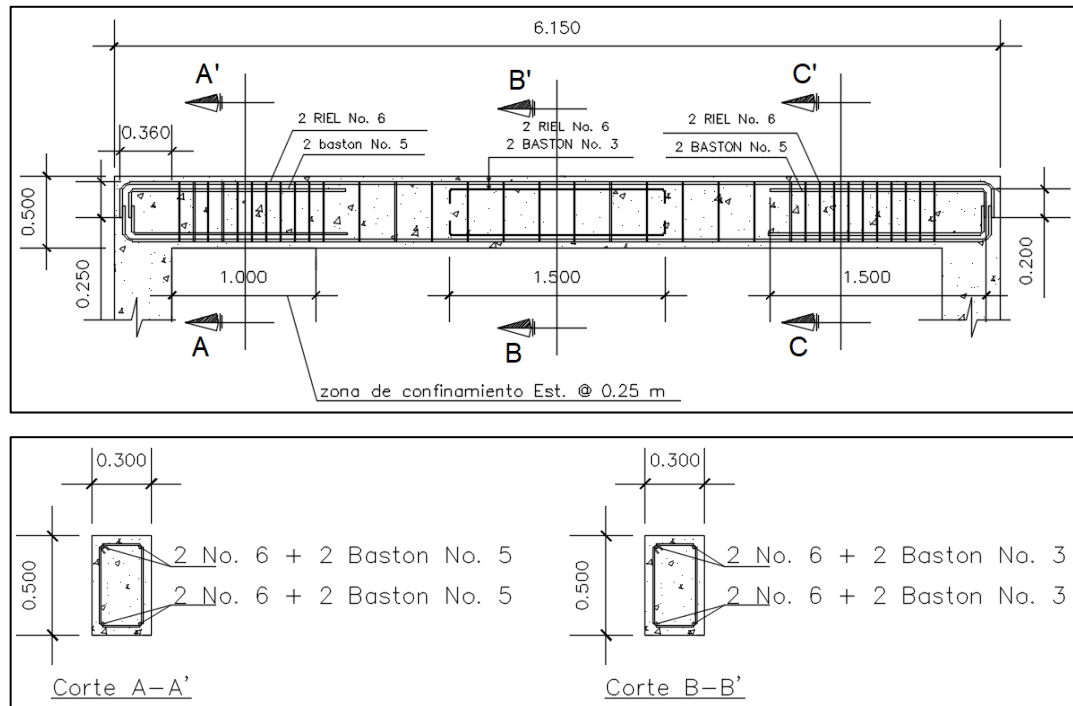
La ubicación de los empalmes se restringe por medio de la siguiente gráfica.

Figura 20. **Zonas de empalmes de refuerzo en vigas principales**



Fuente. elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

Figura 21. Armado de viga eje C, 2-3, del módulo I, nivel 1



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

2.1.8.3. Diseño de columnas

Para este caso, se diseñará la columna crítica que se encuentra en el eje H con intersección en el eje 5 y el diseño resultante fue aplicado a todas las columnas de los tres módulos y del nivel respectivo.

Para su diseño, se deben cumplir los parámetros que establece el código ACI 318-19, para elementos sismorresistentes. En la sección 18, establece que es adecuado diseñar una columna de dimensiones suficientes para resistir la carga mayorada que esté dentro de los porcentajes mínimos de refuerzo de elementos sometidos a compresión. Dentro de los requerimientos mínimos para

el diseño de sus dimensiones, nos refiere la sección 18.7.2, nos plantea lo siguiente:

- La dimensión menor de la sección transversal, no debe ser menor de 30 cm.
- La relación entre la dimensión menor de la sección transversal de la dimensión perpendicular no debe ser menor a 0,4.

El refuerzo longitudinal sirve para controlar las deformaciones que el momento de fluencia exceda al momento de fisuración, en la sección 18.7.4.1 establece:

- El área de refuerzo longitudinal, A_{st} no debe ser menor que 0,01 A_g ni mayor que 0,06 A_g .

El refuerzo transversal tiene relación con el confinamiento del concreto y el suministro de soporte lateral al refuerzo longitudinal. En la sección 18.7.5, establece que el refuerzo transversal debe suministrarse en una longitud l_o , medida desde la cara del nudo y a ambos lados de cualquier sección donde pueda ocurrir fluencia por flexión. La longitud, l_o , no deber ser menor de la mayor de (a), (b), y (c):

- La altura del elemento en la cara del nudo o en la sección donde puede ocurrir fluencia por flexión.
 - Un sexto de la luz libre del elemento.
 - 45 cm.
- Los requisitos de espaciamiento transversal, tomamos en cuenta la sección 18.7.5.3 donde indica que la separación del refuerzo transversal a

lo largo del eje longitudinal del elemento no debe exceder la menor de (a), (b), y (c):

- La cuarta parte de la dimensión mínima del elemento.
- Seis veces el diámetro del refuerzo longitudinal.
- S_o según lo definido en la siguiente ecuación:

$$S_o = 10 + \left(\frac{35 - h_x}{3}\right)$$

$$10 \text{ cm} \leq S_o \leq 15 \text{ cm}$$

Los datos necesarios para el diseño de columnas fueron obtenidos del análisis estructural y se diseñó con el mayor de los momentos actuantes. Los datos de diseño para las columnas son los siguientes:

Sección	=	0,40 x 0,40 m
M_x	=	16 627,40 kg-m
M_y	=	14 019,05 kg-m
L_u	=	5,00 m
P_u	=	58 149,69 kg

La carga axial se determina por medio de áreas tributarias, incluyendo el peso de las vigas que se localicen dentro de dicha área. Considerando que, si la columna soporta otros niveles, la carga axial de los niveles superiores se acumulan para el diseño de la misma. La carga axial a utilizar es la anteriormente calculada para el predimensionamiento de la columna.

Según el código ACI 318-19, sección 6.2.5, se permite ignorar los efectos de esbeltez únicamente si se cumple con la siguiente expresión:

$$\frac{k * l_u}{r} \leq 22$$

De cumplirse lo anterior se considera la columna, como una columna corta y en el diseño no es necesario considerar magnificación de momentos actuantes, caso contrario debe realizarse la magnificación, con el fin de evitar fallas por pandeo.

La esbeltez se calcula con la siguiente ecuación:

$$E = \frac{k * l_u}{r}$$

Donde:

k = coeficiente de rigidez de la columna

l_u = longitud efectiva

r = radio de giro (0.3 h) (según ACI 318-19, sección 6.2.5.1)

Cálculo de factor que mide el grado de empotramiento a la rotación en las columnas:

$$\psi_A = \frac{\sum k \text{ columnas}}{\sum k \text{ vigas}}$$

Donde las rigideces (k) están dadas por la relación de momentos de inercia sobre la longitud del elemento, tal como lo indica el código ACI 318-19, Fig. R6.2.5, además, en la tabla 6.6.3.1.1 (a) indica los factores para el cálculo del momento de inercia de la sección transversal, y se representa de la siguiente manera:

$$k_{col} = \frac{I_{col}}{l_{col}} = \frac{0,70 * \frac{b * h^3}{12}}{l_{col}}$$

$$k_{viga} = \frac{I_{viga}}{l_{viga}} = \frac{0,35 * \frac{b * h^3}{12}}{l_{viga}}$$

$$k_{col_2N} = \frac{0,70 * \frac{0,40m * 0,40m^3}{12}}{3,00} = 4,98 * 10^{-4}$$

$$k_{col_1N} = \frac{0,70 * \frac{0,40m * 0,40m^3}{12}}{4,00} = 3,32 * 10^{-4}$$

$$k_{viga_izq} = \frac{0,35 * \frac{0,30m * 0,50m^3}{12}}{4,08 m} = 2,68 * 10^{-4}$$

$$k_{viga_der} = \frac{0,35 * \frac{0,30m * 0,50m^3}{12}}{4,08 m} = 2,68 * 10^{-4}$$

$$\psi_A = \frac{4,98 * 10^{-4} + 3,32 * 10^{-4}}{2,68 * 10^{-4} + 2,68 * 10^{-4}} = 1,55$$

El extremo inferior de la columna se considera empotrado por lo tanto $\psi_B = 0$.

$$\psi_{prom} = \frac{\psi_A + \psi_B}{2}$$

$$\psi_{prom} = \frac{1,55 + 0}{2} = 0,77$$

El cálculo del factor de longitud efectiva (k) se realizará con la siguiente ecuación:

$$k = \frac{20 - \psi_{prom}}{20} * \sqrt{1 + \psi_{prom}}$$

$$k = \frac{20 - 0,77}{20} * \sqrt{1 + 0,77} = 1,28$$

Cálculo de esbeltez:

$$E_x = \frac{1,28 * 4,50m}{0,3 * 0,40m} = 48,00$$

$$E_y = \frac{1,28 * 4,50m}{0,3 * 0,40m} = 48,00$$

Debido a que E en ambos sentidos es mayor a 22, se deben considerar efectos de esbeltez, lo cual implica realizar una magnificación de momentos.

Se aplicará el método de magnificación de momentos debido a efectos de esbeltez, siguiendo lo que dice el código ACI 318-19, sección 6.6.4. La estructura, en este caso, se considera como una estructura con desplazamiento lateral no arriostrada, y por ello específicamente el código designa la sección 6.6.4.6.

El análisis por realizar es de primer orden, donde la magnificación de momentos está en función de la fuerza axial mayorada Pu y de la carga de pandeo Pc de la columna.

$$P_c = \frac{\pi^2 (EI)_{eff}}{(kl_u)^2}$$

Para columnas no compuestas el código ACI 318-19, sección 6.6.4.4.4. indica que $(EI)_{eff}$ debe calcularse de acuerdo con:

$$(EI)_{eff} = \frac{0,4E_c I_g}{1 + \beta_{dns}}$$

Donde:

E_c = módulo de elasticidad del concreto

I_g = momento de inercia de la columna

β_{dns} = factor de flujo plástico del concreto

$$\beta_{dns} = \frac{1,2Cm}{1,2Cm + 1,6Cv}$$

$$\beta_{dns} = \frac{1,2 \left(488 \frac{kg}{m^2} \right)}{1,2 \left(488 \frac{kg}{m^2} \right) + 1,6 \left(350 \frac{kg}{m^2} \right)} = 0,51$$

$$(EI)_{eff} = \frac{0,4 \left(15\,100 * \sqrt{281 \frac{kg}{cm^2} * \frac{(40\,cm)^4}{12}} \right)}{1 + 0,51} = 1\,429\,ton - m^2$$

$$P_c = \frac{\pi^2 * 1\,429\,ton - m^2}{(1,28 * 4,50m)^2} = 525,20\,ton$$

El magnificador del momento se calculará según lo indica el código ACI 318-19, sección 6.6.4.6.2b:

$$\delta_s = \frac{1}{1 - \frac{P_u}{0,75P_c}}$$

Donde:

δ_s = magnificador de momento

P_u = carga axial mayorada

P_c = carga de pandeo

$$\delta_s = \frac{1}{1 - \frac{58,15 \text{ ton}}{0,75 * 425,20 \text{ ton}}} = 1,22$$

Cálculo de magnificación de momentos de diseño

$$M_c = \delta_s * M_u$$

$$M_{cx} = 1,22 * 16 627,40 \text{ kg} - m = 20 335,50 \text{ kg} - m$$

$$M_{cy} = 1,22 * 14 019,05 \text{ kg} - m = 17 145,46 \text{ kg} - m$$

Se utilizará el método de Bresler para el cálculo de acero longitudinal, el cual consiste en contemplar las excentricidades que se generan en la carga de la columna debido a los momentos que en ella actúan. El procedimiento se describe a continuación:

- Cálculo de acero longitudinal

El código ACI 318-19, sección 18.7.4. indica que el área de refuerzo longitudinal debe estar dentro de los límites: $0,01A_g < A_s < 0,06A_g$ para columnas

que pertenecen al sistema de marcos especiales resistentes a momento, y que debe haber al menos seis barras longitudinales.

$$As_{\min}: 0,01 * 40 * 40 = 16 \text{ cm}^2$$

$$As_{\max}: 0,06 * 40 * 40 = 96 \text{ cm}^2$$

Se propone un armado de doce varillas número seis, para conformar un área de acero de 34,20 centímetros cuadrados, los cuales representan 0,021 de área de acero, inferior al 0,06 que el código requiere.

Cálculo de excentricidades:

$$e_x = \frac{M_{cx}}{P_u} = \frac{20\,335,50 \text{ kg} - m}{58\,150 \text{ kg}} = 0,35 \text{ m}$$

$$e_y = \frac{17\,145,46 \text{ kg} - m}{58\,150 \text{ kg}} = 0,29 \text{ m}$$

Relación entre la altura del núcleo y la base de la columna:

$$\gamma = \frac{h_c - d'}{h_c}$$

$$d' = h_c - rec - \phi_t - \frac{\phi_l}{2}$$

$$d' = 4 \text{ cm} + 0,95 \text{ cm} + \frac{2 \text{ cm}}{2} = 5,95 \text{ cm}$$

$$\gamma = \frac{40 \text{ cm} - 5,95 \text{ cm}}{40 \text{ cm}} = 0,85$$

Cálculo de la curva ρ_u

$$\rho_u = \frac{A_s * f_y}{0,85 * f'_c * A_g}$$

Se propone un armado de 12 varillas No. 8 las cuales concretan un área de acero de 60,80 centímetros cuadrados y la cual representa una cuantía de 0,0380 menor a 0,06.

$$\rho_u = \frac{60,80 \text{ cm}^2 * 4\,200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{0,85 * 281 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 40 \text{ cm} * 40 \text{ cm}} = 0,67$$

Cálculo del valor de las diagonales en el diagrama de interacción:

$$\frac{e_x}{h_x} = \frac{0,35 \text{ m}}{0,40 \text{ m}} = 0,87$$

$$\frac{e_y}{h_y} = \frac{0,29}{0,40} = 0,74$$

Los resultados de los coeficientes k'_x y k'_y , se han calculado mediante el programa JC-Diseño Concreto, y los valores son 0,34 y 0,39, respectivamente.

Cálculo de la resistencia a carga axial:

La carga axial será calculada mediante la ecuación de Bresler:

$$\frac{1}{P_{ni}} = \frac{1}{P_{nx}} + \frac{1}{P_{ny}} - \frac{1}{P_o}$$

Donde:

- P_{ni} = carga normal resistente de diseño, aplicada con excentricidades e_x y e_y .
- P_o = carga axial resistente de diseño, suponiendo $e_x=e_y=0$.
- P_{nx} = carga normal resistente de diseño, aplicada con una excentricidad e_x en un plano de simetría.
- P_{ny} = carga normal resistente de diseño, aplicada con una excentricidad e_y en el otro plano de simetría.

$$P_{nx} = k'x * f'c * b * h$$

$$P_{nx} = 0,34 * 281 \frac{kg}{cm^2} * 40 \text{ cm} * 40 \text{ cm} = 152\ 864 \text{ kg}$$

$$P_{ny} = k'y * f'c * b * h$$

$$P_{ny} = 0,39 * 281 \frac{kg}{cm^2} * 40 \text{ cm} * 40 \text{ cm} = 175\ 344 \text{ kg}$$

$$\Phi P_o = \Phi * [0,85 * f'c * (A_g - A_s) + A_s * f_y]$$

$\Phi = 0,65$ según ACI 318-19 sección 21.2.2

$$\Phi P_o = 0,65 * \left[0,85 * 281 \frac{kg}{cm^2} * (1\ 600 \text{ cm}^2 - 60,80 \text{ cm}^2) + 60,80 \text{ cm}^2 * 4\ 200 \frac{kg}{cm^2} \right]$$

$$\Phi P_o = 404\ 948 \text{ kg}$$

$$\frac{1}{P_{ni}} = \frac{1}{152\ 864 \text{ kg}} + \frac{1}{175\ 344 \text{ kg}} - \frac{1}{404\ 948 \text{ kg}}$$

$$P_{ni} = 102\,297 \text{ kg}$$

Condiciones:

Si $P_{ni} > \frac{P_u}{0,65}$ el área de acero es adecuada

Si $P_{ni} < \frac{P_u}{0,65}$ se debe aumentar el área de acero o sección de la columna

$$\frac{P_u}{0,65} = \frac{58\,150 \text{ kg}}{0,65} = 89\,460 \text{ kg}$$

$$102\,297 \text{ kg} > 89\,460 \text{ kg}$$

Como $P'_{ni} > P_u$ el armado propuesto resiste las cargas aplicadas, si esto no fuera el caso, se deberá aumentar el área de acero hasta que la misma cumpla.

El armado longitudinal estará compuesto por 12 varillas No. 8, lo que corresponde a una cuantía de 3,80 %.

- Cálculo de acero transversal

El acero transversal debe suministrarse sobre una longitud medida desde la cara del nudo y ambos lados de cualquier sección donde pueda ocurrir fluencia por flexión como resultado de desplazamientos laterales inelásticos del marco, dicha longitud no debe ser menor que lo establecido en la sección 18.7.5.1, comprobando (a), (b) y (c) tenemos:

- Altura del elemento → 0,40 m
- $\frac{1}{6}$ de la luz libre → $\frac{1}{6} \times 4,70 = 0,78$
- 0,45

A criterio se establece que la longitud de confinamiento debe ser al menos 0,80 m en ambos extremos de la columna.

Según ACI 318-19 sección 18.7.5.3 se utilizará una separación en la zona confinada de 10 centímetros.

Cantidad de refuerzo transversal:

La cantidad de refuerzo transversal según ACI 318

-19, sección 18.7.5.4., debe cumplir con al menos lo que establece la mayor de las siguientes expresiones:

$$A_{sh} = 0,3 \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) * \frac{s * b * f'c}{f_{yt}}$$

$$A_{sh} = 0,3 \left(\frac{(40 \text{ cm})^2}{(36 \text{ cm})^2} - 1 \right) * \frac{10 \text{ cm} * 40 \text{ cm} * 281 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{4 \ 200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} = 1,35 \text{ cm}^2$$

$$A_{sh} = 0,09 * \frac{s * b * f'c}{f_{yt}}$$

$$A_{sh} = 0,09 * \frac{10 \text{ cm} * 40 \text{ cm} * 281 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{4 \ 200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} = 1,75 \text{ cm}^2$$

Debido al armado propuesto de varillas longitudinales, con la finalidad de confinar el núcleo y que cada varilla sea abrazada por el refuerzo transversal, se utilizarán un confinamiento con dos estribos.

Refuerzo transversal en zona no confinada:

Para la zona no confinada se requieren estribos cerrados con gancho sísmico, con una separación del menor de:

$$6d_b = 6 * 1,91 \text{ cm} = 11,46 \text{ cm} \\ 15 \text{ cm}$$

La separación por utilizar en la zona no confinada será de 11 centímetros.

2.1.8.4. Diseño de cimentación

Los cimientos de una estructura son los encargados de transmitir las cargas al suelo, por eso la importancia de haber realizado un buen estudio de mecánica de suelos determinando la capacidad de soporte y así realizar un diseño adecuado para no tener problemas de hundimiento desfavorables. Para el diseño de la cimentación se debe considerar, la naturaleza de las cargas, la influencia en la estructura y las condiciones del suelo.

En este proyecto se utilizarán zapatas concéntricas y zapatas excéntricas, para cargar las columnas.

Para el diseño de cimentaciones se utilizarán las combinaciones de carga que indica AGIES NSE-2-2018 para dimensionamiento de cimientos en el

capítulo 9. Además, se cumplirá con los requerimientos del código ACI 318-19 para diseño de cimentación.

Figura 22. **Combinaciones de carga para dimensionar cimientos**

9.2.2 — Combinaciones gravitacionales

(a) Combinación para carga permanente o de larga duración

$$M + V_P \quad (\text{CCS1})$$

(b) Combinaciones gravitacionales de corta duración

$$M + V + (V_t \text{ o bien } P_L \text{ o bien } A_R) \quad (\text{CCS2})$$

Donde:

- V es la carga viva acumulada reducible más no reducible

9.2.3 — Solicitaciones sísmicas

(a) Para dimensionar el cimiento se establecerán tantos juegos de combinaciones CCS3 y CCS4 como direcciones de análisis por sismo se hayan planteado para la estructura soportada.

$$M + V_p + 0.7 k_z S_v \pm 0.7 k_z S_h \quad (\text{CCS3})$$

$$M \pm 0.7 k_z S_h \quad (\text{CCS4})$$

Fuente: Normas AGIES NSE-2-2018, capítulo 9. Vigas. p. 137.

Donde:

M = carga muerta

V_p = carga viva permanente

V = carga viva

$k_z = 1$ para dimensionar los cimientos en planta para todos los tipos de suelo

S_v = carga sísmica vertical, se sumará a la carga muerta

S_h = carga sísmica horizontal

En este caso de análisis se utilizará únicamente la carga viva, mas no la carga viva permanente ya que no se consideró en este caso de análisis.

Utilizando los momentos obtenidos del análisis estructural se procede a realizar la envolvente de momentos utilizando las combinaciones para dimensionar cimientos.

Tabla LXXVI. **Envolvente de momentos columna 1**

Envolvente Columna 1, Primer Nivel		
Momentos	Momento Inferior	Momento Superior
CM	-215,00	195,00
CV	-74,00	81,00
CS	14 423,00	-11 854,00
CCS1	289,00	273,00
CCS2	289,00	276,00
CCS3	14 675,63	12 083,13
CCS4	12 835,13	10 567,25
Utilizar	14 675,63	12 083,13

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

Tabla LXXVII. **Envolvente de momentos columna 2**

Envolvente Columna 2, Primer Nivel		
Momentos	Momento Inferior	Momento Superior
CM	-752,00	1 287,00
CV	-197,00	330,00
CS	15 340,00	-13 754,00
CCS1	949,00	1 801,80
CCS2	949,00	1 617,00
CCS3	16 223,60	15 266,23
CCS4	14 174,50	13 321,75
Utilizar	16 223,60	15 266,23

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

Tabla LXXVIII. **Envolvente de momentos columna 3**

Envolvente Columna 3, Primer Nivel		
Momentos	Momento Inferior	Momento Superior
CM	741,00	-1 709,00
CV	205,00	-479,00
CS	13 301,00	-9 688,00
CCS1	946,00	2 392,60
CCS2	946,00	2 188,00
CCS3	14 171,68	11 696,08
CCS4	12 379,38	10 186,00
Utilizar	14 171,68	11 696,08

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

Tabla LXXIX. **Envolvente de momentos columna A**

Envolvente Columna A, Primer Nivel		
Momentos	Momento Inferior	Momento Superior
CM	-164,00	309,00
CV	-60,00	114,00
CS	12 984,00	-10 550,00
CCS1	224,00	432,60
CCS2	224,00	423,00
CCS3	13 176,70	10 913,08
CCS4	11 525,00	9 540,25
Utilizar	13 176,70	10 913,08

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

Tabla LXXX. **Envolvente de momentos columna B**

Envolvente Columna B, Primer Nivel		
Momentos	Momento Inferior	Momento Superior
CM	-9,00	-2,00
CV	2,00	-9,00
CS	14 004,00	-12 752,00
CCS1	11,00	2,80
CCS2	11,00	11,00
CCS3	14 014,58	12 754,35
CCS4	12 262,50	11 160,00
Utilizar	14 014,58	12 754,35

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

Tabla LXXXI. **Envolvente de momentos columna C**

Envolvente Columna C, Primer Nivel		
Momentos	Momento Inferior	Momento Superior
CM	-101,00	187,00
CV	-43,00	80,00
CS	13 652,00	-12 152,00
CCS1	144,00	261,80
CCS2	144,00	267,00
CCS3	13 770,68	12 371,73
CCS4	12 046,50	10 820,00
Utilizar	13 770,68	12 371,73

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

Tabla LXXXII. Envoltente de momentos columna D

Envoltente Columna D, Primer Nivel		
Momentos	Momento Inferior	Momento Superior
CM	-3,00	-6,00
CV	1,00	-3,00
CS	13 432,00	-11 828,00
CCS1	4,00	8,40
CCS2	4,00	9,00
CCS3	13 435,53	11 835,05
CCS4	11 756,00	10 355,50
Utilizar	13 435,53	11 835,05

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

Tabla LXXXIII. Envoltente de momentos columna E

Envoltente Columna E, Primer Nivel		
Momentos	Momento Inferior	Momento Superior
CM	-3,00	-1,00
CV	-2,00	0,00
CS	13 342,00	-11 740,00
CCS1	5,00	1,40
CCS2	5,00	1,00
CCS3	13 345,00	11 741,00
CCS4	9 342,40	82 19,00
Utilizar	13 345,00	11 741,00

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

Tabla LXXXIV. **Envolvente de momentos columna F**

Envolvente Columna F, Primer Nivel		
Momentos	Momento Inferior	Momento Superior
CM	-16,00	30,00
CV	-13,00	24,00
CS	13 418,00	-11 959,00
CCS1	29,00	42,00
CCS2	29,00	54,00
CCS3	13 436,80	11 994,25
CCS4	11 756,75	10 494,13
Utilizar	13 436,80	11 994,25

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

Tabla LXXXV. **Envolvente de momentos columna G**

Envolvente Columna G, Primer Nivel		
Momentos	Momento Inferior	Momento Superior
CM	270,00	-544,00
CV	107,00	-221,00
CS	12 285,00	-9 701,00
CR1	378,00	761,60
CR2	495,20	10 06,40
CCS3	12 602,25	10 340,20
CCS4	11 019,38	9 032,38
Utilizar	12 602,25	10 340,20

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

- Zapatas concéntricas aisladas

Los datos a utilizar para el diseño de la zapata son:

$$P_u = 58\,149 \text{ kg}$$

$$M_x = 16\,223 \text{ kg-m}$$

$$\begin{aligned}
M_y &= 14\,014 \text{ kg}\cdot\text{m} \\
V_s &= 36,73 \text{ ton/m}^2 \\
W_c &= 2\,400 \text{ kg/m}^3 \\
f_y &= 4\,200 \text{ kg/cm}^2 \\
f'_c &= 280 \text{ kg/cm}^2 \\
\gamma_s &= 1,67 \text{ Ton/m}^3 \\
D_f &= 1,50 \text{ m} \\
t_{zapata} &= 0,50 \text{ m}
\end{aligned}$$

Según el código ACI 318-19 capítulo 13.3 indica que para cimientos poco profundo la altura de los elementos debe ser como mínimo 0,15 m.

Se propone un espesor de zapata de 50 centímetros.

$$t = 50 \text{ cm} = 0,50 \text{ m}$$

Según el código ACI 318-19 capítulo 20 Tabla 20.5.1.3.1 indica el recubrimiento mínimo para elementos expuestos permanentemente con el suelo para este caso se debe utilizar como mínimo 0,075m

Cálculo de recubrimiento:

$$r = 1,5(dv) + 0,075m$$

Utilizando varilla No. 6

$$r = 1,5\left(\frac{3}{4} * 2,54\text{cm}\right) + 0,075m = 0,1036 \text{ m}$$

Cálculo de altura efectiva:

$$d = t - r$$

$$d = 0,50 - 0,1036 = 0,39 \text{ m}$$

Cálculo de área de zapata:

$$A_z = \frac{P}{V_s} = \frac{58\,149 \text{ kg}}{36\,730 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}} = 1,58 \text{ m}^2$$

Tras varias iteraciones de diseño se obtuvieron las siguientes magnitudes para cada una de las secciones de la zapata.

$$B = 2,10 \text{ m}$$

$$L = 2,10 \text{ m}$$

Con dichas dimensiones se obtiene un área total de 4,41 metros cuadrados, superior a los 1,58 metros cuadrados requeridos; además, se propone el espesor de 0,50 metros cumpliendo con el recubrimiento mínimo y altura efectiva mínima que dicta el código ACI 318-19.

Cálculo del módulo de sección:

$$S_x = S_y = \frac{1}{6} * b * h^2 = \frac{1}{6} * 2,10\text{m} * (2,10\text{m})^2 = 1,54\text{m}^3$$

Cálculo de la carga total que soporta el suelo:

$$P = P + P_{col} + P_{suelo} + P_{cimiento}$$

$$P_{col} = 0,4 m * 0,4m * 1,5m * \frac{2\,400kg}{m^3} = 576 kg$$

$$P_{suelo} = 2,10m * 2,10m * 1,5m * 1\,670 \frac{kg}{m^3} = 11\,047 kg$$

$$P_{cimiento} = 2,10m * 2,10m * 0,50m * 2\,400 \frac{kg}{m^3} = 5\,292 kg$$

$$P = 58\,149 kg + 576 kg + 11\,047 kg + 5\,292 kg = 75\,064 kg$$

Cálculo de presiones del suelo:

$$q = \frac{P}{A_z} \pm \frac{M_{tx}}{S_x} \pm \frac{M_{ty}}{S_y}$$

$$q_{max} = \frac{75\,064 kg}{4,41 m^2} + \frac{16\,223 kg - m}{1,54m^3} + \frac{14\,014 kg - m}{1,54m^3} = 36\,611 \frac{kg}{m^2}$$

$$q_{min} = \frac{75\,064 kg}{4,41 m^2} - \frac{16\,223 kg - m}{1,54m^3} - \frac{14\,014 kg - m}{1,54m^3} = 27\,823 \frac{kg}{m^2}$$

Ya que la presión máxima no supera el valor soporte del suelo y la presión mínima no es menor a cero, se comprueba que las dimensiones son las adecuadas para soportar con las cargas y momentos que actúan sobre la cimentación.

Cálculo de corte actuante en una dirección:

Según ACI 318-19 capítulo 13 sección 13.2.7.2, la sección crítica para cortante en una dirección o en dos direcciones debe medirse desde la ubicación de la sección crítica para Mu.

Según ACI 318-19 capítulo 13 tabla 13.2.7.1-1, localización de la sección crítica para Mu, para una columna o pedestal, la sección crítica debe medirse desde la cara de la columna o pedestal.

$$V_{act} = \left(\frac{Bz - b_{col}}{2} - d \right) * Bz * q_{max}$$

$$V_{act} = \left(\frac{2,10 \text{ m} - 0,4\text{m}}{2} - 0,39\text{m} \right) * 2,10\text{m} * 36\,611 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 34\,873 \text{ kg}$$

Según ACI 318-19 capítulo 22.5.5.1 el cortante resistente en una dirección debe calcularse con la siguiente ecuación:

$$V_R = 1,33 * \sqrt{f'c} * Bz * d$$

$$V_R = 1,33 * \sqrt{\frac{281\text{kg}}{\text{cm}^2}} * 2,10 \text{ cm} * 39\text{cm} = 185\,272 \text{ kg}$$

$$\phi V_R \geq V_{act}$$

Según ACI 318-19 capítulo 21 tabla 21.2.1, factores de reducción de resistencia, indica que para elementos sometidos a cortante se debe utilizar un factor de 0,75.

$$\phi = 0,75$$

$$\phi V_R = 0,75 * 185\,272 = 138\,954 \text{ kg}$$

$$V_R \geq V_{act} \text{ por lo tanto cumple}$$

Chequeo de cortante en dos direcciones o punzonamiento:

$$V_{act} = q_{max} * A_{punzonante}$$

$$A_{punzonante} = Bz^2 - (b_{col} - d)^2 = (2,10m)^2 - (0,40 m - 0,39m)^2 = 4,40 m^2$$

$$V_{act} = 36\,611 \frac{kg}{m^2} * 4,40 m^2 = 161\,458 kg$$

Cálculo del corte resistente:

Según ACI 318-19 capítulo 22 sección 22.6.5 tabla 22.6.5.2 el cortante en dos direcciones debe ser el menor, de las siguientes ecuaciones:

$$V_R = 0.53 \left(1 + \frac{2}{\beta} \right) * \lambda_s * \sqrt{f'c}$$

$$V_R = 0.27 \left(2 + \frac{\alpha * d}{b_o} \right) * \lambda_s * \sqrt{f'c}$$

$$b_o = 2(b_{col} + d) + 2(b_{col} + d)$$

$$b_o = 2(0,40 m + 0,39 m) + 2(0,40 m + 0,39 m) = 3,19 m \cong 319 cm$$

$\alpha = 40$ para columnas interiores, según ACI 318-19 sección 22.6.5.3

$$V_R = 0,53 \left(2 + \frac{2}{\frac{40}{40}} \right) * 0,88 * \sqrt{281 \frac{kg}{cm^2}} = 23,40$$

$$V_R = 0,27 * \left(2 + \frac{40 * 39}{318} \right) = 20,32$$

Utilizando el menor

$$V_R = 20,32 * 318 * 39 = 252\ 008\ kg$$

$$\phi V_R = 0,75 * 252\ 008 = 189\ 006\ kg$$

$$\phi V_R \geq V_{act} \text{ por lo tanto, cumple}$$

Diseño de refuerzo por flexión:

$$M_U = \left(B * \left(\frac{B - b}{2} \right) \right) * q_{max} * \left(\frac{B - b}{4} \right)$$

$$M_U = \left(2,10m * \left(\frac{2,10m - 0,40m}{2} \right) \right) * 36\ 611 \frac{kg}{m^2} * \left(\frac{2,10m - 0,40m}{4} \right)$$

$$M_U = 27\ 774\ kg - m$$

Cálculo de acero mínimo:

$$A_{s_{min}} = \frac{0,80\sqrt{f'c}}{f_y} * b * d$$

$$A_{s_{min}} = \frac{0,80\sqrt{281\ kg/cm^2}}{4\ 200\ kg/cm^2} * 2,10\ cm * 39\ cm = 26,53\ cm^2$$

$$A_{s_{min}} = \frac{14}{f_y} * b * d$$

$$A_{s_{min}} = \frac{14}{4\,200\text{ kg/cm}^2} * 2,10\text{ cm} * 39\text{ cm} = 27,75\text{ cm}^2$$

Cálculo de acero requerido:

$$AS = \left[210\text{cm} * 39\text{cm} - \sqrt{(210\text{cm} * 39\text{cm})^2 - \frac{27\,774\text{kg} - m * 210}{0,003825 * 280}} \right] * \left(\frac{0,85 * 280}{4200} \right)$$

$$AS = 18,91\text{ cm}^2$$

Se utilizará un área de acero de 27,75 centímetros de acero ya que es el más crítico entre el acero mínimo y el acero calculado.

Espaciamiento requerido

$$s = \frac{Bz - 2rec}{No.\text{ varillas}}$$

Utilizando varilla numero 6 la cual posee un área de 2,85 centímetros cuadrados, se deberán utilizar 10 varillas:

$$s = \frac{2,10\text{cm} - 2(7,5\text{ cm})}{10\text{ varillas}} = 18,92\text{ cm} \cong 18\text{ cm}$$

Se utilizará armado por flexión de 10 No. 6 @ 18 cm, en ambos sentidos para la cama inferior

2.1.8.5. Nudo sísmico

El código ACI 318-19, sección 18.8, indica las directrices con las que debe cumplir el nudo, las cuales se enuncian a continuación:

- Sección 18.8.2.1. “Las fuerzas en el refuerzo longitudinal de la viga en la cara del nudo debe determinarse suponiendo que la resistencia en el refuerzo de tracción por flexión es de $1.25 f_y$ ”.⁴
- Sección 18.8.2.2. “El refuerzo longitudinal de una viga que termine en una columna, debe prolongarse hasta la cara del núcleo confinado de la columna más distante y anclarse en tracción”.⁵
- Sección 18.8.2.3. “Donde el refuerzo longitudinal de una viga atraviese el nudo viga-columna, la dimensión de la columna paralela al refuerzo de la viga no debe ser menor que 20 veces el diámetro de la barra longitudinal de viga de mayor diámetro”.⁶

El refuerzo transversal del nudo debe cumplir con lo estipulado para el refuerzo transversal en columnas.

En la sección 18.8.3.2 el código ACI 318-19, indica que cuando existan vigas que lleguen a los cuatro lados del nudo y el ancho de cada viga mida por lo menos tres cuartas partes del ancho de la columna, se permite reducir la cuantía de refuerzo especificada para columnas siempre que este no exceda los 15 centímetros.

⁴ Normas ACI 318-19. *Estructuras sismo resistentes*. p. 296.

⁵ *Ibíd.*

⁶ *Ibíd.*

En la sección 18.8.3.3 el código ACI 318-19, indica que se debe disponer refuerzo transversal que pase a través del nudo para dar confinamiento al refuerzo longitudinal de la viga que pasa fuera del núcleo de la columna, cumpliendo con el espaciamiento de lo solicitado en vigas.

Cumpliendo con lo que dice el código el nudo se considera confinado ya que las vigas miden tres cuartas partes del ancho de la columna, además, debido al sistema estructural de marcos especiales resistentes a momento o de alta ductilidad, el área del nudo se considera en su totalidad igual al área de la sección transversal de la columna.

Según ACI 318-19, en la sección 18.8.4.1 indica que se debe calcular la resistencia a cortante del nudo:

$$V_n = 5,3\lambda\sqrt{f'c}A_j$$

Donde:

$$\lambda = 1 \text{ para concreto de peso normal}$$

$$A_j = \text{Area del nudo (sección transversal columna)}$$

$$V_n = 5,3 * 1 \sqrt{281 \frac{kg}{cm^2} * 40 \text{ cm} * 40 \text{ cm}} = 142 \ 151 \text{ kg}$$

$$\phi V_n = 142 \ 151 \text{ kg} * 0,75 = 106 \ 613 \ \text{kg}$$

Y el cortante actuante en el nudo debido a los momentos mayores producidos por las vigas es de 15 540 kg por viga, lo cual en un eje genera un cortante de 31 080kg para el cual se utilizó el 1,25 fy tal como lo indica el código

ACI 318-19 en la sección 18.8, por lo tanto, el nudo se confinará con estribos al igual que la columna.

el código ACI 318-19 indica en el capítulo 18 sección 18.7.3.2 que se debe cumplir con lo establecido en la siguiente expresión:

$$\sum M_{nc} \geq \left(\frac{6}{5}\right) \sum M_{nb}$$

Donde:

M_{nc} = momento nominal en columna

M_{nb} = momento nominal en viga

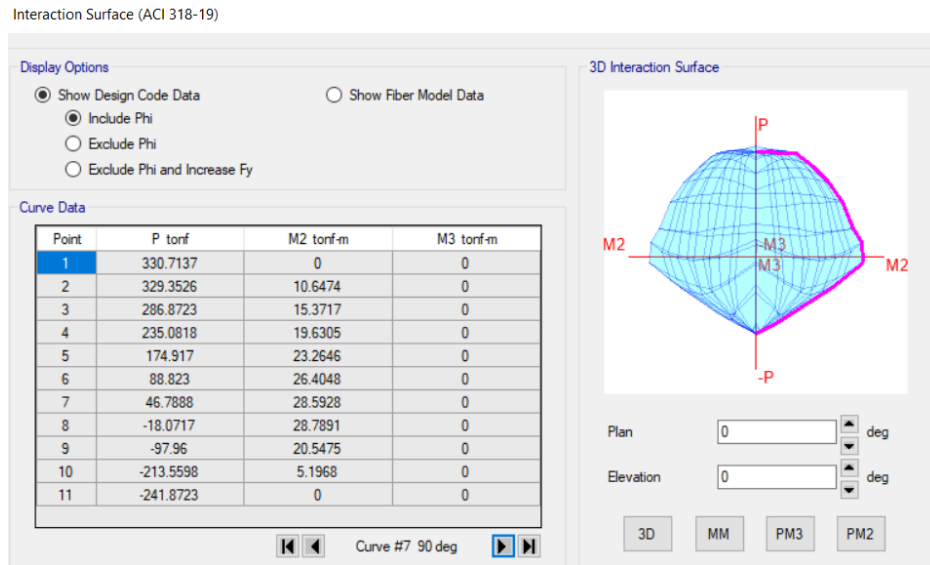
Para los momentos nominales en vigas se utilizará los calculados en este documento, donde se realiza el cálculo de momentos probables en vigas aumentando en 1,25 el f_y , los cuales son los siguientes:

M derecha: 19 636 ton-m

M izquierda: 16 896 ton-m

Para encontrar el momento nominal de la columna se hará uso del software SAP 2000.

Figura 23. Capacidad columna critica



Fuente: elaboración propia, empleando SAP 2000.

Dados los resultados del software SAP 2000, se tiene que, para una carga de 58,15 toneladas, el momento nominal es de 28 toneladas.

Por lo tanto:

$$2 * (28 \text{ ton} - m) \geq \left(\frac{6}{5}\right) (19,63 \text{ ton} - m + 16,89 \text{ ton} - m)$$

$$56 \text{ ton} - m \geq 43,84 \text{ ton} - m$$

Con este resultado se comprueba que el nudo cumple con los requerimientos sísmicos solicitados por el código ACI 318-19.

2.1.9. Diseño de gradas

Las escaleras tienen como función principal, comunicar dos ambientes separados por una distancia horizontal, de forma segura y eficiente. El módulo de escaleras del presente edificio será una estructura independiente, esto significa que es una edificación que no se basa en otra existente para su apoyo. De manera que su periodo de vibración e inercia sean diferentes a los del resto de la estructura, haciendo fácil la evacuación del inmueble.

Para su diseño se deben tomar en cuenta factores como el número de escalones, descansos, huella y contrahuella, esto para que sean cómodas y seguras. Al ser esta edificación un centro escolar se deberán respetar los parámetros establecidos en los criterios normativos para el diseño arquitectónico de centros educativos, del Ministerio de Educación. Se recomienda que siempre deba existir relación entre las dimensiones de los corredores, caminamientos y las dimensiones de las circulaciones verticales.

Según el Manual de criterios normativos para el diseño arquitectónico de centros educativos oficiales, en el capítulo D, Tabla DI.21 Dimensionamiento de huellas y contrahuellas en gradas, indica los siguientes criterios:

Contra huella máxima (C_{max})= 15 cm

Huella máxima (H_{max})= 25 cm

Ancho libre mínimo del módulo de gradas= 1,80 m

Dimensiones propuestas para diseño:

Contrahuella= 13,5 cm

Huella= 25 cm

Número de gradas= 26

Verificación de parámetros de comodidad

$$C < 15 \text{ cm}$$

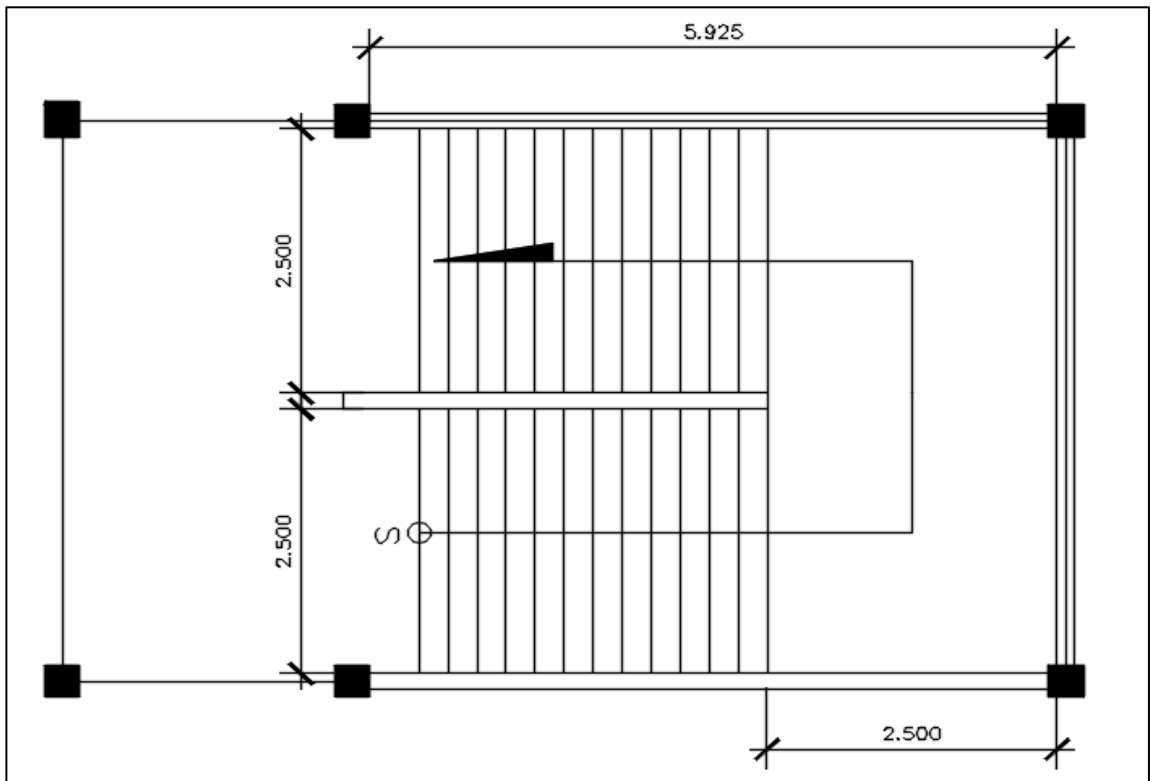
$13,5 \text{ cm} < 15 \text{ cm}$; sí cumple

$$2C + H \leq 64 \text{ cm}$$

$$2 * 13,5 + 25 \leq 64 \text{ cm}$$

$52 \leq 64 \text{ cm}$; si cumple

Figura 24. **Planta de escaleras**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

- Diseño del refuerzo
- Integración de cargas
 - Carga viva:

Según la Norma de seguridad estructural NSE-2-2018 de AGIES, la carga viva que se debe aplicar para el diseño de un módulo de escaleras para un edificio escolar es de 500 kg/m².

- Longitud inclinada

$$L_{inclinada} = \sqrt{h_{piso}^2 + L_{horizontal}^2}$$

$$L_{inclinada} = \sqrt{1,75^2 + 3,00^2} = 3,47 \text{ m}$$

Según ACI 318-19 se debe calcular el espesor de la losa, para ello se utilizará lo que dicta el código ACI 318-19 en el capítulo 7.3.1.1 para determinar espesor mínimo en losas de una dirección para ello se utilizará la siguiente expresión:

$$t = \frac{l}{24}$$

La cual se simplifica a lo siguiente:

$$t = \frac{l}{24} = \frac{L_{inclinada}}{24} = \frac{3,47 \text{ m}}{24} = 0,1445 \text{ m}$$

Por lo tanto, se utilizará un espesor de 15 centímetros.

- Carga muerta:

Espesor (t)	= 15 cm
Contrahuella (C)	= 13,5 cm
$\gamma_{concreto}$	= 2 400,00 kg/m ³
Acabados:	= 20 kg/m ²
Sobrecarga	= 60 kg/m ²

$$CM = \gamma_{concreto} * \left(t + \frac{c}{2} \right) + W_{acabados} + W_{sobrecarga}$$

$$CM = 2\,400 * \left(0,15 + \frac{0,135}{2} \right) + 20 + 60 = 602 \text{ kg/m}^2$$

$$CU = 1,2 CM + 1,6 CV$$

$$CU = 1,2 (602) + 1,6 (500) = 1\,692,80$$

- Cálculo de momentos

Previo a calcular los momentos que afectan el módulo de escaleras, se debe determinar la longitud inclinada que posee dicho modulo hasta el descanso.

- Determinación de momentos

Para determinar los momentos se utilizarán las ecuaciones brindadas por el código ACI 318-19 en el capítulo 6.5 en el cual se brinda el método de análisis simplificado para miembros no pre esforzados y losas en una dirección, para el caso de análisis se tienen las siguientes ecuaciones:

$$M_{(+)} = \frac{CU * L_{total}^2}{9} = \frac{1\,522 * (5.97)^2}{9} = 6\,028 \text{ kg} - m$$

$$M_{(-)} = \frac{CU * L_{total}^2}{14} = \frac{1\,522 * (5.97)^2}{14} = 3\,875 \text{ kg} - m$$

- Área de acero mínima:

Espesor (t) = 15 cm

Recubrimiento = 5 cm

Numero de varilla = 4

Diámetro de varilla = 1,27cm

Base de las gradas (b) = 2,50 m

$$d = t - rec - \frac{\phi_{varilla}}{2}$$

$$d = 15 - 5 - \frac{1,27}{2} = 9,37 \text{ cm}$$

Se calculará el acero mínimo según el código ACI 318-19 capítulo 9.6.1.1 el cual indica la siguiente ecuación para acero mínimo en elementos en flexión.

$$AS_{min} = \frac{14,1}{fy} * b * d$$

$$AS_{min} = \frac{14,1}{2\,810} * 250 * 9,37 = 11,75 \text{ cm}^2$$

- Área de acero requerida para momentos:

$$AS = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M * b}{0,03825 * f'c}} \right] * \left(\frac{0,85 * f'c}{fy} \right)$$

- Momento positivo:

$$AS_+ = \left[250 * 9,37 - \sqrt{(250 * 9,37)^2 - \frac{6\,028 * 250}{0,003825 * 280}} \right] * \left(\frac{0,85 * 280}{2\,810} \right)$$

$$AS_+ = 27,32 \text{ cm}^2$$

- Momento negativo:

$$AS_- = \left[250 * 9,37 - \sqrt{(250 * 9,37)^2 - \frac{3\,875 * 250}{0,003825 * 280}} \right] * \left(\frac{0,85 * 280}{2\,810} \right)$$

$$AS_- = 17,09 \text{ cm}^2$$

Las áreas de acero necesarias para cubrir los momentos se encuentran dentro de los parámetros de acero máximo y mínimo, por lo que se utilizarán las áreas requeridas de los momentos para el diseño del refuerzo.

- Refuerzo longitudinal

Para el refuerzo longitudinal se utilizará el AS del momento positivo, utilizando varillas de acero número 4.

$$S = \frac{AS_{varilla} * base_{gradas}}{AS_+}$$

$$S = \frac{1,27 * 250}{27,32} = 11,62 \text{ cm}$$

Se utilizará 10 cm

- Refuerzo transversal

Para el refuerzo transversal se diseñará el refuerzo con acero por temperatura, utilizando varillas de acero número 3.

Según el código ACI capítulo 7.6.1.1 se debe proporcionar como mínimo acero en losas de una dirección utilizando la siguiente expresión:

$$AS_{min} = 0,0018 * Ag$$
$$AS_{min} = 0,0018 * 250 * 15 = 6,75 \text{ cm}^2$$

$$S = \frac{0,71 * 250}{6,75} = 26,29 \text{ cm}$$

Por motivos constructivos se utilizará varilla No. 3 con una separación de 20 centímetros.

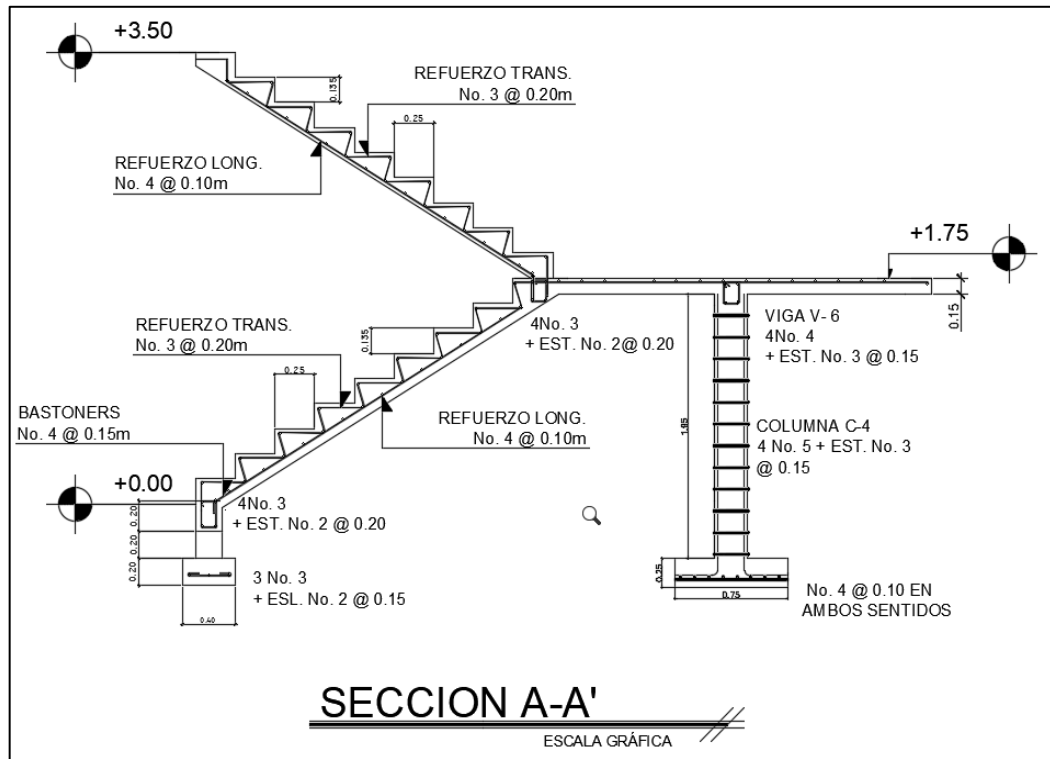
- Refuerzo en los extremos

Para el diseño de los bastones de refuerzo en los extremos se utilizará el área de acero requerida por el momento negativo, utilizando varillas número 4.

$$S = \frac{AS_{varilla} * base_{gradas}}{AS_-}$$

$$S = \frac{1,27 * 250}{19,11} = 16,61 \cong 15 \text{ cm}$$

Figura 25. Detalle de gradas



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

2.1.10. Instalaciones hidráulicas

El diseño de agua potable para abastecer el edificio será a través de un circuito cerrado. La red principal debe diseñarse para que el funcionamiento de todos los artefactos sanitarios sea correcto, satisfaciendo los requisitos de capacidad y demandas máximas.

Para el diseño del sistema de agua potable se deberán tomar en cuenta los siguientes parámetros:

- La dotación mínima es de 100 lt/alumnos/día.
- La tubería de agua potable se debe ubicar a una distancia mínima de 30 cm por debajo del nivel de piso.
- El servicio de agua potable será continuo durante 10 horas al día.
 - Cálculo de sub-ramales

Los sub-ramales son los tramos de tubería que conecta los ramales con los artefactos sanitarios. Los mismos serán diseñados con tubería PVC Ø ½”.

- Cálculo de ramales

Los ramales son tuberías que provienen de la red principal del sistema de agua potable, que abastecen de agua a un punto de consumo aislado. Los mismos al igual que los sub ramales utilizarán tubería de PVC Ø ½”.

- Diseño de línea principal

Para el diseño de la línea principal del sistema de agua potable se utilizó el método Hunter, el cual asigna un número de unidades de gasto a cada aparato sanitario.

Tabla LXXXVI. **Unidades de gasto para tuberías de distribución**

Pieza	Tipo	Unidades de gasto		
		Total	Agua fría	Agua caliente
Tina		4	3	3
Lavadero de Ropa		8	4.50	4.50
Ducha		4	3	3
Inodoro	Con tanque	5	5	---
Inodoro	Con válvula semiautomática	8	8	---
Lavadero	Cocina hotel, restaurante	4	3	3
Lavadero	Repostería	3	2	2
Bebedero	Simple	1	1	---
Bebedero	Múltiple	1*	1*	---
Lavatorio	Corriente	2	1.50	1.50
Lavatorio	Múltiple	2*	1.50	1.50
Botadero		3	2	2
Urinario	Con tanque	3	3	---
Urinario	Con válvula semiautomática	5	5	---

Fuente: RODRÍGUEZ SOZA, Luis Carlos. *Guía para las instalaciones sanitarias en edificios*.
p. 48.

Demanda para los diferentes artefactos sanitarios del primer nivel del edificio escolar:

$$\text{Lavamanos} = 2 * 19 \text{ lavamanos} = 38 \text{ UH}$$

$$\text{Grifo para pila} = 4,5 * 2 \text{ grifo para pila} = 9 \text{ UH}$$

$$\text{Inodoro con tanque} = 5 * 17 \text{ inodoro con tanque} = 85 \text{ UH}$$

$$\text{Urinario} = 5 * 6 \text{ grifo para patio} = 30 \text{ UH}$$

$$\text{Grifo para patio} = 1 * 4 = 4 \text{ UH}$$

$$\text{Total primer nivel} = 166 \text{ UH}$$

Demanda para los diferentes artefactos sanitarios del segundo nivel del edificio escolar:

$$\text{Lavamanos} = 2 * 16 \text{ lavamanos} = 32 \text{ UH}$$

$$\text{Inodoro con tanque} = 5 * 14 \text{ inodoro con tanque} = 70 \text{ UH}$$

$$\text{Urinario} = 5 * 6 \text{ grifo para patio} = 30 \text{ UH}$$

$$\text{Total segundo nivel} = 132 \text{ UH}$$

$$\text{Numero total de UH} = 298 \text{ UH}$$

Para determinar el gasto que corresponde al número total de UH que se calculó para el edificio escolar se debe utilizar la siguiente tabla:

Tabla LXXXVII. **Gastos probables para el método de Hunter (lt/s)**

No. de unidades	Gasto probable		No. de unidades	Gasto probable	
	Tanque	Válvula		Tanque	Válvula
170	2.22	3.12	390	3.83	4.60
180	2.29	3.20	400	3.97	4.72
190	2.37	3.25	420	4.12	4.84
200	2.45	3.36	440	4.27	4.96
210	2.53	3.44	460	4.42	5.08
220	2.60	3.51	480	4.57	5.20
230	2.65	3.58	500	4.71	5.31
240	3.75	3.65	550	5.02	5.57
250	2.84	3.71	600	5.34	5.83
260	2.91	3.79	650	5.85	6.09
270	2.99	3.87	700	5.95	6.35
280	3.07	3.94	750	6.20	6.61
290	3.15	4.04	800	6.60	6.84
300	3.32	4.12	850	6.91	7.11
320	3.37	4.24	900	7.22	7.36
340	3.52	4.35	950	7.53	7.61
380	3.67	4.46	1000	7.84	7.85

Fuente: RODRÍGUEZ SOZA, Luis Carlos. *Guía para las instalaciones sanitarias en edificios.*

p. 51.

De la tabla se determinó que el gasto probable del edificio será de 3,32 lt/s.

Cálculo del diámetro de tubería a utilizar

$$Q = V * A$$

La velocidad promedio de la red municipal para el edificio escolar es de 3 m/s.

$$A = \frac{Q}{V} = \frac{3,32 * 10^{-3}}{3} = 0,00111 \text{ m}^2 = 1,72 \text{ plg}^2$$

Se utilizará tubería PVC de 1 ½ “de diámetro.

2.1.11. Instalaciones de drenajes

El agua superficial proviene de las aguas de precipitaciones o de irrigación que no se infiltran en el suelo, para ello es la importancia de la creación de instalaciones de drenaje.

- Drenaje pluvial: su función principal es evacuar y conducir la escorrentía generada por precipitación. Las tuberías se deben ubicar en las partes externas del edificio y ser recubiertas por un mortero o concreto.

Para determinar el caudal se utilizará la siguiente formula:

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

Donde:

Q = caudal

C = coeficiente de escorrentía del concreto (0.90)

I = intensidad de lluvia (mm/h)

A = área a drenar (Ha)

Para calcular la intensidad de lluvia se utilizarán los parámetros de la estación meteorológica más cercana. Para el presente trabajo se utilizará la de la ciudad de Guatemala en el INSIVUMEH.

Tabla LXXXVIII. **Ecuaciones de intensidad de lluvia por región**

INSIVUMEH								
	2	5	10	20	25	30	50	100
A	1970	7997	1345	720	820	815	900	890
B	15	30	9	2	2	2	2	2
n	0.958	1.161	0.791	0.637	0.656	0.65	0.66	0.647

Fuente: Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología INSIVUMEH.

Para San Juan Sacatepéquez se utilizará la ecuación para la estación ubicada en el INSIVUMEH, asumiendo un período de retorno de 20 años.

$$I_{lluvia} = \frac{A}{(B + t)^n}$$

Se considera un tiempo de concentración de 12 minutos.

$$I_{lluvia} = \frac{720}{(2 + 12)^{0,958}}$$

$$I_{lluvia} = 134,04 \frac{mm}{h}$$

EL área crítica a drenar para las bajadas de agua es de 70,5 m² equivalente a 0,00705 Ha.

$$Q = \frac{0,90 * 13.4.04 * 0,00705}{360} = 2,36 \text{ lt/s}$$

Para calcular el diámetro de la tubería se empleará la ecuación de Manning:

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

Para las tuberías de PVC el coeficiente de rugosidad n es de 0,009 y se propone una pendiente de 1,00 %.

$$D = \left(\frac{691\ 000 * 0,00236 * 0,009}{\sqrt{0,01}} \right)^{3/8}$$
$$D = 6,49 \text{ cm}$$

Por desechos que se pueden encontrar en las partes superiores de las edificaciones debido a materia orgánica o de otra fuente, no se recomienda que se utilicen diámetros pequeños por lo que se utilizara tubería de 3" la cual cumple y rebasa la solicitada y es la apropiada.

- Drenaje sanitario: este se encarga de coleccionar y transportar las aguas residuales de la edificación, así mismo, es el medio por el cual se conducen dichas aguas al colector municipal. La pendiente mínima y máxima para tubería de drenaje sanitario es de 2 % y 6 % respectivamente.

Para determinar el diámetro de la tubería a utilizar se tomará en cuenta la siguiente tabla:

Tabla LXXXIX. **Unidades de descarga y diámetro mínimo en derivaciones simples y sifones de descarga**

<i>Tipo de mueble o aparato</i>	<i>Unidades de descarga</i>			<i>Diámetro mínimo del sifón y derivación</i>		
	<i>Clase</i>			<i>Clase</i>		
	<i>1ra</i>	<i>2da</i>	<i>3ra</i>	<i>1ra</i>	<i>2da</i>	<i>3ra</i>
<i>Lavabo</i>	1	2	2	1 1/4	1 1/4	1 1/4
<i>Inodoro</i>	4	5	6	3	3	3
<i>Tina</i>	3	4	4	1 1/4	2	2
<i>Bidet</i>	2	2	2	1 1/4	1 1/4	1 1/4
<i>Cuarto de baño completo</i>	7	...	...	3	3	3
<i>Regadera</i>	2	3	3	1 1/4	2	2
<i>Urinario suspendido</i>	2	2	2	1 1/4	1 1/4	1 1/4
<i>Urinario vertical</i>	...	4	4	...	2	2
<i>Fregadero de viviendas</i>	3	...	...	1 1/4	...	...
<i>Fregadero de restaurante</i>	...	8	8	...	3	3
<i>Lavadero (ropa)</i>	3	3	...	1 1/4	1 1/4	...
<i>Vertedero</i>	...	8	8	4	4	...
<i>Bebederio</i>	1	1	1	1 1/4	1 1/4	1 1/4
<i>Lavaplatos de casa</i>	2	...	...	1 1/2	...	...
<i>Lavaplatos comercial</i>	...	4	...	...	...	2

Fuente: RODRÍGUEZ SOZA, Luis Carlos. *Guía para las instalaciones sanitarias en edificios*. p. 71.

Por ser un edificio escolar se contemplará una instalación de primera clase, esto quiere decir que todas las tuberías y accesorios deberán ser de PVC cedula 40, la misma deberá cumplir con la norma ASTA D-3034.

La tubería de las ramificaciones que provienen de los artefactos sanitarios será de 3"; la tubería para bajada de aguas negras será de 4" y la tubería del colector principal será de 6".

2.1.12. Instalaciones eléctricas

La instalación eléctrica consistirá en un circuito de iluminación con 12 lámparas como máximo de 120 watts, tipo industrial, y un circuito de fuerza para tomacorrientes, la cantidad de lámparas se distribuyeron según el espacio del salón.

2.1.13. Planos del proyecto

Los planos constructivos para el edificio escolar se presentan en la sección de anexos; y están conformados por los siguientes planos:

- Planta amueblada
- Planta acotada
- Planta de acabados
- Secciones y elevaciones
- Planta de cimentación y columnas
- Detalles estructurales
- Detalle de gradas
- Planta de losas y vigas
- Planta de instalación eléctrica iluminación
- Planta de instalación eléctrica fuerza
- Planta de drenaje sanitario
- Planta de drenaje pluvial
- Planta instalación hidráulica

2.1.14. Presupuesto

El resumen del presupuesto del edificio escolar se elaboró según precios unitarios. Se tomaron en cuenta los siguientes aspectos: materiales, mano de obra, maquinaria, prestaciones y factores de gastos indirectos (administración e impuestos). Para el precio de mano de obra, materiales y gastos indirectos se tomaron como referencia los utilizados por la Municipalidad de San Juan Sacatepéquez para proyectos similares.

Tabla XC. Presupuesto de edificio escolar para la aldea Lo de Ramos

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION
Guatemala, C.A.

CUADRO DE RENGLONES DE TRABAJO DEL PROYECTO

IDENTIFICACIÓN PROYECTO: Construccion de la escuela primaria de dos niveles
UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN: Comunidad Concepcion El Pilar 2, Aldea Lo de Ramos
NOMBRE DE SOLICITANTE: Municipalidad de San Juan Sacatepequez Fecha oct-18
ÁREA DE CONSTRUCCIÓN: 1258.24 m²

No.	DESCRIPCIÓN DE RENGLÓN DE TRABAJO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	COSTO RENGLON
1.00	Preliminares				
1.01	Limpieza y chapeo	M ²	1500	Q 10.00	Q 15,000.00
1.02	Nivelacion	M ²	1230	Q 11.25	Q 13,837.50
1.03	Trazo y Estaqueado	ML	443	Q 10.25	Q 4,540.75
Subtotal					Q 33,378.25
2.00	Cimentaciones				
2.01	Zapata concentrica	U	60	Q 4,703.24	Q 282,194.40
2.02	Zapata excéntrica	U	24	Q 4,501.41	Q 108,033.84
2.03	Cimiento Corrido	ML	303	Q 186.96	Q 56,648.88
Subtotal					Q 446,877.12
3.00	Columnas				
3.01	Columna C-1 (40cm x 40 cm)	ML	689	Q 876.06	Q 603,605.34
3.02	Columna C-2 (15 cm x 15 cm)	ML	772	Q 141.12	Q 108,944.64
3.03	Columna C-3 (15 cm x 10 cm)	ML	12	Q 84.67	Q 1,016.04
3.04	Columna C-4 (30 cm x 30 cm)	ML	4	Q 657.05	Q 2,628.20
Subtotal					Q 716,194.22
4.00	Muros y Soleras				
4.01	Levantado de muro	M ²	1620	Q 279.76	Q 453,211.20
4.02	Solera de humedad	ML	290	Q 196.80	Q 57,072.00
4.03	Solera intermedia	ML	520	Q 69.53	Q 36,155.60
4.04	Dintel	ML	113	Q 160.40	Q 18,125.20
Subtotal					Q 564,564.00
5.00	Losas y Vigas				
5.01	Viga Tipo 1 (30cm x 50 cm)	ML	920	Q 609.60	Q 560,832.00
5.06	Losa primer nivel (superficie con acabado alisado)	M ²	675	Q 524.58	Q 354,090.83
5.07	Losa segundo nivel (con pañuelos)	M ²	675	Q 548.42	Q 370,185.86
Subtotal					Q 1,285,108.69
6.00	Modulo de gradas				
6.01	Gradas con huella de 25 cm y contrahuella de 13.5 cm	U	36	Q 657.24	Q 23,660.64
6.02	Losa de descanso	M ²	26.5	Q 678.26	Q 17,973.89
6.03	Cimiento Corrido	ML	10.6	Q 259.42	Q 2,749.85
Subtotal					Q 44,384.38
7.00	Puertas y Ventanas				
7.01	Puerta tipo 1	U	16	Q 1,300.00	Q 20,800.00
7.02	Puerta tipo 2	U	9	Q 1,100.00	Q 9,900.00
7.03	Puerta tipo 3	U	31	Q 970.00	Q 30,070.00
7.04	Ventana tipo 1	M ²	82.8	Q 400.00	Q 33,120.00
7.05	Baranda metalica en segundo nivel	Global	1	Q 50,000.00	Q 50,000.00
Subtotal					Q 143,890.00
8.00	Acabados				
8.01	Plancha de concreto primer nivel (alisado)	M ²	715	Q 295.01	Q 210,932.15
Subtotal					Q 210,932.15
9.00	Instalaciones Hidrosanitarias				
9.01	Instalacion de tuveria de drenaje, potable, pluvial y artefactos (inodoros, orinales, lavamanos, pilas y chorros)	Global	1	Q 160,000.00	Q 160,000.00
Subtotal					Q 160,000.00
10.00	Instalaciones Electricas				
10.01	Instalacion iluminacion y fuerza, incluye artefactos (tomacorrientes, tuveria electrica, plafoneras, focos, caja de flipones, cables)	Global	1	Q 200,000.00	Q 200,000.00
Subtotal					Q 200,000.00
Total					Q 3,805,328.81

Fuente: Municipalidad de San Juan Sacatepéquez. Dirección Municipal de Planificación.

2.1.15. Cronograma

El cronograma es la guía para llevar a cabo las actividades dentro de las fechas establecidas.

2.1.16. Evaluación de impacto ambiental inicial

Es el documento técnico que ayudará a realizar el proyecto de alcantarillado, ya que describe el impacto ambiente que este tendrá en la comunidad.

2.2. Diseño de sistema de alcantarillado pluvial en la comunidad Concepción el Pilar 2, aldea Lo de Ramos

Su función principal será la de reunir el agua de las lluvias, que corre a través de las calles y llevarlo hacia el drenaje que se diseñó.

2.2.1. Identificación del problema

La comunidad de Concepción el Pilar 2, aldea Lo de Ramos, perteneciente del municipio de San Juan Sacatepéquez, no cuenta con un sistema adecuado de evacuación de agua pluvial, ocasionando que las familias de la comunidad en época de invierno tengan dificultades para trasladarse tanto dentro de la aldea como para extraer sus productos y mercaderías. Las calles de la comunidad Concepción El Pilar 2 se han deteriorado y creado irregularidades en la superficie, haciendo que la transitabilidad de la misma se vea afectada.

2.2.2. Situación actual

En cuanto al drenaje pluvial el padecimiento es de inundaciones, arrastre de sedimentos, principalmente por las aguas que ingresan a la comunidad proveniente de otras colonias o de áreas verdes, causando problemas de transitabilidad y deterioro de las calles en tiempo de invierno.

2.2.3. Levantamiento topográfico

Lo constituyen la planimetría y la altimetría, las cuales son base fundamental para todo proyecto de ingeniería.

2.2.3.1. Altimetría

Estudio de métodos y procedimientos para determinar y representar la altura o cota de cada punto respecto de un plano de referencia. Con la altimetría se consigue representar el relieve del terreno, (planos de curvas de nivel, perfiles, entre otros.).

El método utilizado es de ajuste y compensación, los datos de sensibilidad del nivel y los aumentos del anteojo fueron datos ingresados en la libreta electrónica, para realizar la compensación

2.2.3.2. Planimetría

Es el estudio de métodos y procedimientos que tienden a conseguir la representación a escala de todos los detalles interesantes del terreno sobre una superficie plana (plano geometría), prescindiendo de su relieve y se representa en una proyección horizontal.

El método utilizado es a partir de un solo punto conocido, por proyección radial, que consiste en medir distancias horizontales y azimut, o ángulos horizontales.

- Para este proyecto se utilizó el siguiente equipo:
 - Estación total marca
 - Plomadas
 - Una brújula
 - Un metro
 - Dos prismas
 - Pintura de aceite color blanco
 - Trompos y estacas

2.2.4. Normas de diseño

Los sistemas de alcantarillado pluvial se diseñaron con base en parámetros indicados en las normas del INFOM y EMPAGUA.

2.2.4.1. Período de diseño

Los sistemas de drenaje serán proyectados durante períodos no muy largos, esto para que los sistemas puedan llevar un adecuado funcionamiento. La municipalidad de San Juan Sacatepéquez ha optado que es más viable y factible que el drenaje pluvial sea de un período de diseño de 25 años, por lo cual se utilizaron esos datos para el diseño de los sistemas.

2.2.4.2. Diseño de secciones y pendientes

Para el diseño de un drenaje pluvial se debe contar con la información correspondiente a los valores de la velocidad y caudal de la sección llena de la tubería que se está utilizando.

Para el cálculo de la velocidad, se emplea la siguiente fórmula:

$$v = \frac{0,003429 \times D^{2/3} \times S^{1/2}}{n}$$

La anterior fórmula se conoce como la fórmula de Manning para canales abiertos y cerrados.

Donde

V = velocidad en metros por segundo

R = radio hidráulico en metros

S = pendiente de tubería

n = coeficiente de rugosidad

A = área mojada en metros cuadrados

P = perímetro mojado en metros

D = diámetro interno en metros

2.2.4.3. Velocidades mínimas y máximas

La velocidad del flujo está en función de la pendiente del terreno, el diámetro de la tubería y el tipo de tubería que se utiliza. La velocidad del flujo se determina por la fórmula de Manning y las relaciones hidráulicas v/V , donde v es la velocidad del flujo y V es la velocidad a sección llena.

En un sistema de drenaje pluvial la velocidad para tubería de cemento debe estar entre 0,60 – 3,00 m/s y para tubería de PVC la velocidad debe de estar entre 0,75 – 5,00 m/s.

El diseño de los sistemas se hizo con tubería de PVC, la cual permite una velocidad de 0,75 – 10,00 m/s para drenaje pluvial, según el manual del fabricante, sin embargo, por seguridad del sistema y para evitar socavamiento en los pozos de visita se trabajará con una velocidad de 0,75 – 5,00 m/s.

2.2.4.4. Diámetros mínimos

El reglamento para diseño y construcción de drenajes, establece que se debe de utilizar para sistemas de drenaje sanitario un diámetro mínimo de 8", cuando se utiliza tubería de cemento y de 6", cuando la tubería sea de PVC y para sistemas de drenaje pluvial un diámetro mínimo de 10", cuando se utiliza tubería de cemento y de 8", cuando la tubería sea de PVC.

Se ha optado que para este proyecto se utilizara tubería de PVC, por lo cual este dato se utilizó para el diseño de los sistemas.

2.2.4.5. Pendientes

Se recomienda que la pendiente utilizada en el diseño sea la misma del terreno, para evitar costos excesivos en la excavación, siempre cuando esta cumpla con las relaciones hidráulicas y las velocidades permisibles.

2.2.4.6. Tirante mínimo y máximo

- El tirante para un drenaje sanitario debe de estar entre:

$$0,10 \leq d \leq 0,70$$

- El tirante para un drenaje pluvial debe de estar entre:

- Para diámetros menores a 20"

$$0,10 \leq d \leq 0,75$$

- Para diámetro entre 20 a 40"

$$0,10 \leq d \leq 0,80$$

- Para diámetros mayores de 40"

$$0,10 \leq d \leq 0,85$$

2.2.4.7. Ancho de zanja

Para llegar a las profundidades mínimas del colector, se deben hacer excavaciones de estación a estación (pozos de visita), en la dirección que se determinó la topografía de la red general; el ancho de zanja está en función del diámetro de la tubería a colocar. Se presenta a continuación una tabla que muestra anchos de zanjas aconsejables, en función del diámetro de la tubería.

Tabla XCI. **Anchos de zanja**

Ø Tubería	Ancho
8	0,60
10	0,60
12	0,60
14	0,60
16	0,60
18	0,60

Continuación de la tabla CXI.

Ø Tubería	Ancho
20	0,60
22	1,20
24	1,20
26	1,20

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

2.2.4.8. Pozos de visita

Los pozos de visita son parte de las obras accesorias de un alcantarillado y se emplean como medio de inspección y limpieza. Según las normas para construcción de alcantarillados, se recomienda colocar pozos de visita en los siguientes casos:

- En cambios de diámetros.
- En cambios de pendiente.
- En cambios de dirección horizontal para diámetros menores de 24”.
- En las intersecciones de 2 o más tuberías.
- En los extremos superiores de ramales iniciales.
- A distancias no mayores de 150 metros en línea recta en diámetro hasta de 24”.
- A distancias no mayores de 200 metros en diámetros superiores a 24”.

2.2.4.8.1. Pozos de visita en función de la tubería

Los diámetros de los pozos de visita serán diseñados en función del diámetro de la tubería, para ello la siguiente tabla.

Tabla XCII. **Pozos de visita en función del diámetro de la tubería**

Diámetro de tubería (plg)	Diámetro de pozo (m)
12"	1,5
14"	1,5
16"	1,5
18"	1,5
20"	1,5
22"	1,5
24"	1,75
26"	1,75
28"	1,75
30"	1,75
36"	1,75
40"	2
42"	2
48"	2
52"	2
60"	2

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

2.2.4.8.2. Pozos de visita en función de la altura

Los pozos de visita serán diseñados en función de la altura.

Tabla XCIII. **Pozos de visita en función de la altura**

Altura de pozo (m)		Ø Pozo (m)	Clasificación estructural
De	A		
0	4	1,50	Sin refuerzo
4	6	1,50	Con refuerzo
0	4	1,75	Sin refuerzo
4	6	1,75	Con refuerzo
0	6	2,00	Con refuerzo

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

2.2.4.8.3. Clasificación estructural de pozos de visita

Los pozos de visita estructuralmente serán construidos en función de la altura del pozo.

Tabla XCIV. Clasificación estructural de pozos de visita

Altura de pozo (m)	Clasificación estructural
$0 \leq 4$	Sin refuerzo
$4 < x \leq 6$	Con refuerzo
$x > 6$	Fundidos

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

2.2.4.9. Cotas invert

Al diseñar un sistema de drenaje pluvial se deben considerar los siguientes aspectos, que se refieren a las cotas invert de entrada y salida de las tuberías en los pozos de visita:

- Caso 1

Cuando a un pozo de visita entra una tubería y sale otra del mismo diámetro, la cota invert de salida estará, como mínimo, a 3 cm debajo de la cota invert de entrada.

$$\emptyset A = \emptyset B$$

$$C \text{ invert de salida} = C \text{ invert de entrada} + 0,03$$

- Caso 2

Cuando a un pozo de visita entra una tubería de un diámetro y salga otra de diferente diámetro, la cota invert de salida estará, como mínimo, debajo de la cota invert de entrada, igual a la diferencia de los diámetros de la cota invert de entrada y salida.

$$\varnothing A < \varnothing B$$

$$C \text{ invert de salida} = C \text{ invert de entrada} + (\varnothing A - \varnothing B)$$

- Caso 3

Cuando a un pozo de visita la tubería de salida es del mismo diámetro a las que ingresan en él, la cota invert de salida mínima estará a 3 cm debajo de la cota más baja que entre.

$$\varnothing A = \varnothing B = \varnothing C = \varnothing D$$

$$C \text{ invert de salida} = C \text{ invert de entrada} + 0,03$$

Cuando a un pozo de visita la tubería de salida es de diferente diámetro a las que ingresan en este, la cota invert de salida deberá cumplir con las especificaciones anteriores y se tomará el valor menor.

2.2.4.10. Profundidad de tubería

La profundidad de la tubería se determina en función de las cotas invert. Además, deberá de chequearse que la tubería tenga un recubrimiento mínimo adecuado, para no dañarse con el paso de vehículos y peatones, o se dañe por

algún objeto pesado. La profundidad de tubería también puede ir en función del tipo de material de la tubería. Estas pueden ser de cemento o PVC.

- Para tubería de PVC

Tabla XCV. **Profundidad mínima de cota invert para evitar rupturas**

Tipo de trafico	Diámetros									
	6"	8"	10"	12"	15"	18"	24"	36"	42"	48"
Liviano	60	60	90	90	90	90	90	100	100	120
Pesado	90	90	90	110	110	120	120	120	140	140

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

- Para tubería de cemento

Tabla XCVI. **Profundidad mínima para tubería cemento**

Tipo de trafico	Diámetros									
	6"	8"	10"	12"	15"	18"	24"	36"	42"	48"
Liviano	117	122	128	134	140	149	165	170	175	180
Pesado	137	142	148	154	160	169	185	200	205	215

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

2.2.4.11. Disipadores de energía

Los disipadores de energía son estructuras que conducen el agua de un determinado nivel hasta otro inferior, existiendo en este proceso una disipación de energía efectiva antes de la entrega final. Durante la caída el agua se mezcla con el aire creando unas condiciones de flujo que no siempre son favorables para las estructuras.

El objetivo de un dissipador de energía es reducir la energía cinética de un flujo, para así evitar riesgos de socavación en una estructura.

En un pozo de visita, cuando la diferencia entre la cota invert de entrada con cota invert de salida es demasiado alta, es necesario colocar un artefacto de disipación, el cual permita reducir la energía cinética del flujo, para así evitar que el flujo cause daños a la estructura.

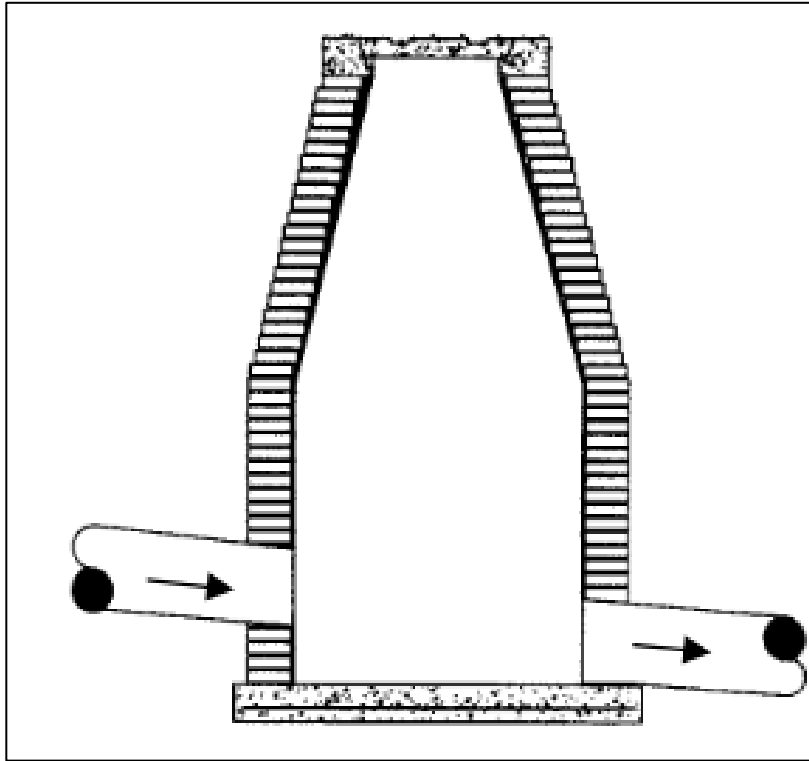
Se pueden distinguir los siguientes casos de dissipadores de energía en sistemas de drenaje sanitario y pluvial.

- Caso 1

Cuando la diferencia de altura entre cota invert de entrada de una tubería con la cota invert de salida de otra tubería esté entre 0,03 y 0,25 metros, no se coloca ningún artefacto dissipador.

$$0,03 \text{ m} \leq x \leq 0,25 \text{ m}$$

Figura 26. **Pozo sin artefacto disipador**



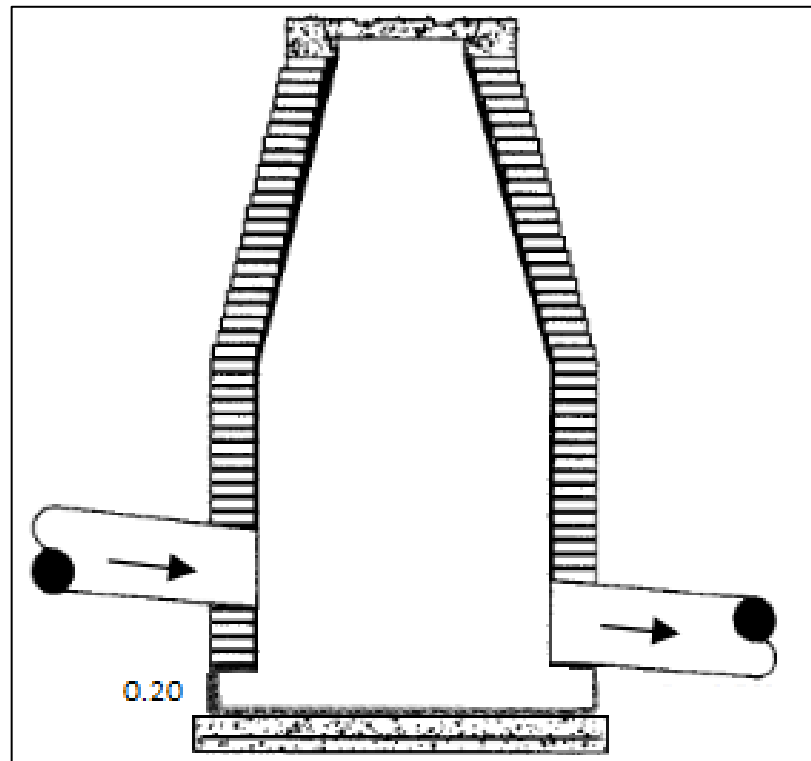
Fuente: PAREDES, Carolina. *Reglamento técnico de diseño para sistemas de alcantarillado. Cámaras de inspección.* p. 50.

- **Caso 2**

Cuando la diferencia de altura entre cota invert de entrada de una tubería con la cota invert de salida de otra tubería esté entre 0,26 a 0,75 metros, se debe de dejar un colchón de agua, el cual consiste en dejar 20 cm a partir de la parte inferior de la tubería de salida.

$$0,26 \text{ m} \leq x \leq 0,75 \text{ m}$$

Figura 27. Colchón de agua



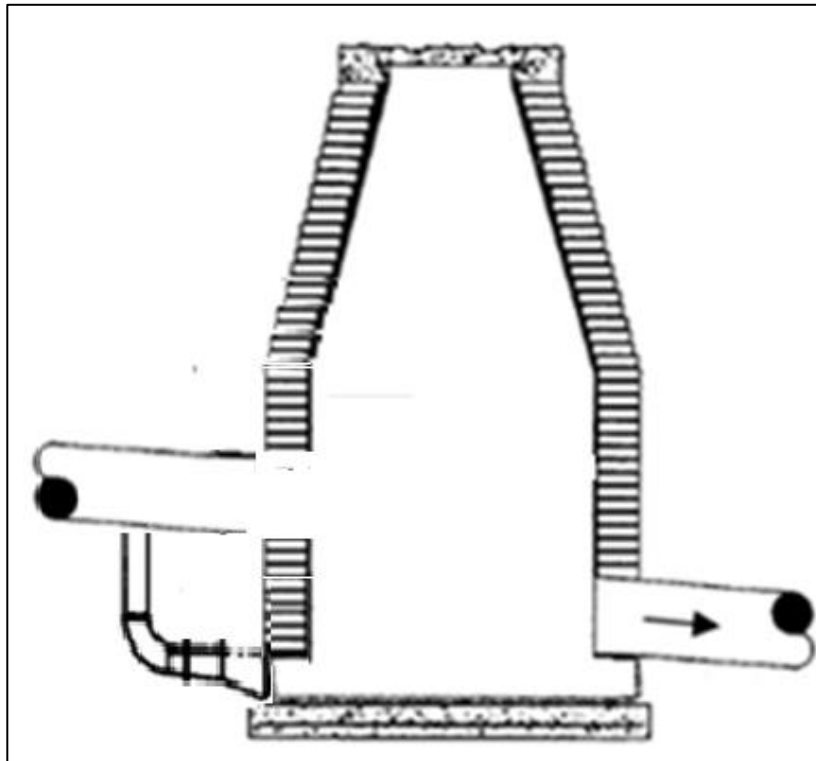
Fuente: PAREDES, Carolina. *Reglamento técnico de diseño para sistemas de alcantarillado, Cámaras de inspección.* p. 50.

- Caso 3

Cuando la diferencia de altura entre cota invert de entrada de una tubería con la cota invert de salida de otra tubería este entre 0,76 a 2 metros, se debe de colocar un accesorio disipador de energía.

$$0,76 \text{ m} \leq x \leq 2,00 \text{ m}$$

Figura 28. **Codo disipador**



Fuente: PAREDES, Carolina. *Reglamento técnico de diseño para sistemas de alcantarillado, Cámaras de inspección.* p. 50.

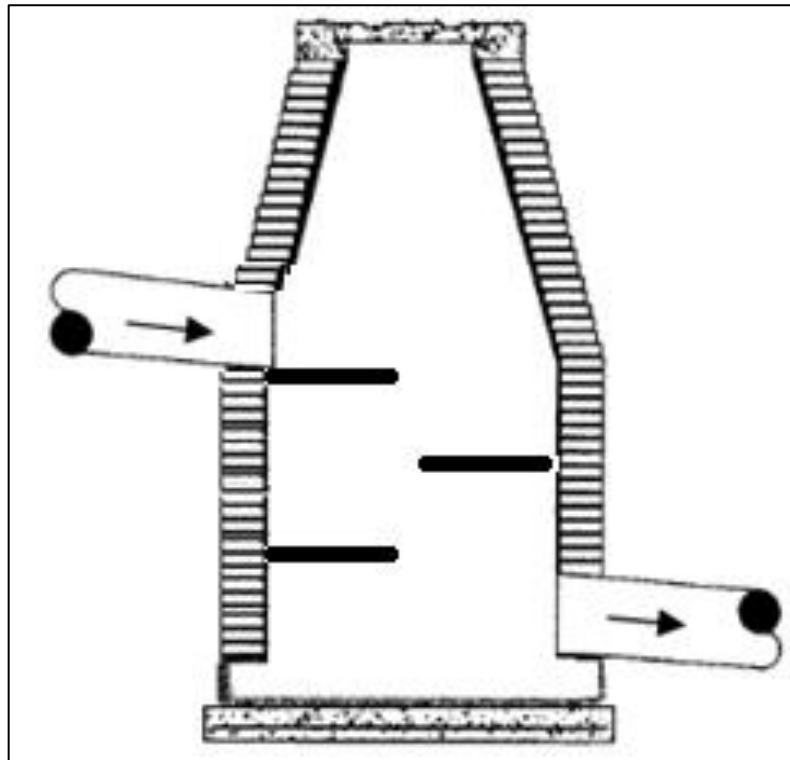
- Caso 4

Cuando la diferencia de altura entre cota invert de entrada de una tubería con la cota invert de salida de otra tubería esté 2 a 6 metros, se debe de colocar bandejas cuadradas, separadas en función del caudal de entrada.

Regularmente este tipo de disipación solo se utiliza para drenaje pluvial, eso debido al arrastre de sólidos.

$$2,01 \text{ m} \leq x \leq 6,00 \text{ m}$$

Figura 29. **Bandejas disipadoras**



Fuente: PAREDES, Carolina. *Reglamento técnico de diseño para sistemas de alcantarillado, Cámaras de inspección*. p. 50.

2.2.4.12. **Tragantes**

La localización de los tragantes se debe efectuar en los siguientes puntos.

- En todos los puntos bajos de las calles, así como en las intersecciones de éstas y en puntos intermedios.

- En calles que cuenten con pavimento o hallan recibido o vayan a recibir algún tipo de tratamiento para estabilizar su superficie.
- Cuando las calles cuenten con bordillo o que se conozcan las cotas definitivas de la rasante.

2.2.4.13. Relaciones hidráulicas

- Relación q/Q : relación que determina qué porcentaje del caudal pasa con respecto al máximo posible, $q_{\text{diseño}} < Q_{\text{Sección llena}}$
- Relación v/V : relación entre la velocidad del flujo a sección parcial y la velocidad del flujo a sección llena. Para hallar este valor se utilizan las tablas de relaciones hidráulicas, según el valor de q/Q . Una vez encontrada la relación de velocidades se puede determinar la velocidad parcial dentro de la tubería.
- Relación d/D : relación entre la altura del flujo dentro de la tubería (tirante) y el diámetro de la tubería. Se determina a través de las tablas de relaciones hidráulicas, según el valor de q/Q . La relación d/D debe estar comprendida dentro de $0,10 \leq \frac{d}{D} \leq 0,75$.

Tabla XCVII. Relaciones hidráulicas

d/D	a/A	v/V	q/Q	d/D	a/A	v/V	q/Q
0.0100	0.0017	0.0880	0.00015	0.1025	0.0540	0.4080	0.02202
0.0125	0.0237	0.1030	0.00024	0.1050	0.0558	0.4140	0.02312
0.0150	0.0031	0.1160	0.00036	0.1075	0.0578	0.4200	0.02429
0.0175	0.0039	0.1290	0.00050	0.1100	0.0599	0.4260	0.02550
0.0200	0.0048	0.1410	0.00067	0.1125	0.0619	0.4320	0.02672
0.0225	0.0057	0.1520	0.00087	0.1150	0.0639	0.4390	0.02804
0.0250	0.0067	0.1630	0.00108	0.1175	0.0659	0.4440	0.02926
0.0275	0.0077	0.1740	0.00134	0.1200	0.0680	0.4500	0.03059
0.0300	0.0087	0.1840	0.00161	0.1225	0.0701	0.4560	0.03194
0.0325	0.0099	0.1940	0.00191	0.1250	0.0721	0.4630	0.03340
0.0350	0.0110	0.2030	0.00223	0.1275	0.0743	0.4680	0.03475
0.0375	0.0122	0.2120	0.00258	0.1300	0.0764	0.4730	0.03614
0.0400	0.0134	0.2210	0.00223	0.1325	0.0786	0.4790	0.03763
0.0425	0.0147	0.2300	0.00338	0.1350	0.0807	0.4840	0.03906
0.0450	0.0160	0.2390	0.00382	0.1375	0.0829	0.4900	0.04062
0.0475	0.0173	0.2480	0.00430	0.1400	0.0851	0.4950	0.04212
0.0500	0.0187	0.2560	0.00479	0.1425	0.0873	0.5010	0.04375
0.0525	0.0201	0.2640	0.00531	0.1450	0.0895	0.5070	0.04570
0.0550	0.0215	0.2730	0.00588	0.1475	0.0913	0.5110	0.04665
0.0575	0.0230	0.2710	0.00646	0.1500	0.0941	0.5170	0.04863
0.0600	0.0245	0.2890	0.00708	0.1525	0.0964	0.5220	0.05031
0.0625	0.0260	0.2970	0.00773	0.1550	0.0986	0.5280	0.05208
0.0650	0.0276	0.3050	0.00841	0.1575	0.1010	0.5330	0.05381
0.0675	0.0292	0.3120	0.00910	0.1600	0.1033	0.5380	0.05556
0.0700	0.0308	0.3200	0.00985	0.1650	0.1080	0.5480	0.05916
0.0725	0.0323	0.3270	0.01057	0.1700	0.1136	0.5600	0.06359
0.0750	0.0341	0.3340	0.01138	0.1750	0.1175	0.5680	0.06677
0.0775	0.0358	0.3410	0.01219	0.1800	0.1224	0.5770	0.07063
0.0800	0.0375	0.3480	0.01304	0.1850	0.1273	0.5870	0.07474
0.0825	0.0392	0.3550	0.01392	0.1900	0.1323	0.6960	0.07885
0.0850	0.0410	0.3610	0.01479	0.1950	0.1373	0.6050	0.08304
0.0875	0.0428	0.3680	0.01574	0.2000	0.1424	0.6150	0.08756
0.0900	0.0446	0.3750	0.01672	0.2050	0.1475	0.6240	0.09104
0.0925	0.0464	0.3810	0.01792	0.2100	0.1527	0.6330	0.09663

Continuación de la tabla XCVII.

d/D	a/A	v/V	q/Q	d/D	a/A	v/V	q/Q
0.2200	0.1631	0.6510	0.10619	0.5900	0.6140	1.0700	0.65488
0.2250	0.1684	0.6590	0.11098	0.6000	0.6265	1.0700	0.64157
0.2300	0.1436	0.6690	0.11611	0.6100	0.6389	1.0800	0.68876
0.2350	0.1791	0.6760	0.12109	0.6200	0.6513	1.0800	0.70537
0.2400	0.1846	0.6840	0.12623	0.6300	0.6636	1.0900	0.72269
0.2450	0.1900	0.6920	0.13148	0.6400	0.6759	1.0900	0.73947
0.2500	0.1955	0.7020	0.13726	0.6500	0.6877	1.1000	0.75510
0.2600	0.2066	0.7160	0.14793	0.6600	0.7005	1.1000	0.77339
0.2700	0.2178	0.7300	0.15902	0.6700	0.7122	1.1100	0.78913
0.3000	0.2523	0.7760	0.19580	0.7000	0.7477	1.1200	0.85376
0.3100	0.2640	0.7900	0.20858	0.7100	0.7596	1.1200	0.86791
0.3200	0.2459	0.8040	0.22180	0.7200	0.7708	1.1300	0.88384
0.3300	0.2879	0.8170	0.23516	0.7300	0.7822	1.1300	0.89734
0.3400	0.2998	0.8300	0.24882	0.7400	0.7934	1.1300	0.91230
0.3500	0.3123	0.8430	0.26327	0.7500	0.8045	1.1300	0.92634
0.3600	0.3241	0.8560	0.27744	0.7600	0.8154	1.1400	0.93942
0.3700	0.3364	0.8680	0.29197	0.7700	0.8262	1.1400	0.95321
0.3800	0.3483	0.8790	0.30649	0.7800	0.8369	1.3900	0.97015
0.3900	0.3611	0.8910	0.32172	0.7900	0.8510	1.1400	0.98906
0.4000	0.3435	0.9020	0.33693	0.8000	0.8676	1.1400	1.00045
0.4100	0.3860	0.9130	0.35246	0.8100	0.8778	1.1400	1.00045
0.4200	0.3986	0.9210	0.36709	0.8200	0.8776	1.1400	1.00965
0.4400	0.4238	0.9430	0.39963	0.8400	0.8967	1.1400	1.03100
0.4500	0.4365	0.9550	0.41681	0.8500	0.9059	1.1400	1.04740
0.4600	0.4491	0.9640	0.43296	0.8600	0.9149	1.1400	1.04740
0.4800	0.4745	0.9830	0.46647	0.8800	0.9320	1.1300	1.06030
0.4900	0.4874	0.9910	0.48303	0.8900	0.9401	1.1300	1.06550
0.5000	0.5000	1.0000	0.50000	0.9000	0.9480	1.1200	1.07010
0.5100	0.5126	1.0090	0.51719	0.9100	0.9554	1.1200	1.07420
0.5200	0.5255	1.0160	0.53870	0.9200	0.9625	1.1200	1.07490
0.5300	0.5382	1.0230	0.55060	0.9300	0.9692	1.1100	1.07410
0.5400	0.5509	1.0290	0.56685	0.9400	0.9755	1.1000	1.07935
0.5500	0.5636	1.0330	0.58215	0.9500	0.9813	1.0900	1.07140

Fuente: INFOM. *Relaciones hidráulicas*. p. 26.

2.2.4.14. Desfogue

Para la localización de los puntos de desfogue se eligen las partes más bajas del sistema, tratando de encauzarlo hacia un cuerpo de agua en movimiento.

Para el sistema de drenaje pluvial se optó por utilizar un zanjón, ubicado en la parte baja del terreno, como único punto de desfogue.

2.2.5. Diseño de drenaje pluvial

EL sistema de drenaje pluvial será sistema de tuberías, colectores e instalaciones complementarias que recolectarán agua de precipitaciones pluviales que permite su recolección para su vertido y así, evitar daños materiales y humanos.

2.2.5.1. Coeficiente de escorrentía

Es el porcentaje de la precipitación tomada en consideración, ya que no todo el volumen de precipitación pluvial drena por medio de la alcantarilla natural o artificial. Esto debido a factores como la evaporación, infiltración, retención del suelo, entre otros, por lo mismo existen diferentes coeficientes para cada tipo de terreno, el cual va de mayor a menor dependiendo de la permeabilidad de la superficie.

El coeficiente de escorrentía promedio se calcula por medio de la siguiente relación:

$$c = \frac{\sum(c \times a)}{\sum a}$$

Donde

C = coeficiente de escorrentía promedio del área drenada

c = coeficiente de escorrentía en cada área parcial

a = área parcial (Ha)

Para el diseño del alcantarillado pluvial se utilizaron las siguientes tablas para la determinación del coeficiente de escorrentía. Estos valores están en función del tipo de superficie y el período de retorno.

Tabla XCVIII. Coeficiente de escorrentía

TABLA 15.1.1							
Coeficientes de escorrentía para ser usados en el método racional							
Característica de la superficie	Periodo de retorno (años)						
	2	5	10	25	50	100	500
Áreas desarrolladas							
Asfáltico	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Concreto/techo	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
Zonas verdes (jardines, parques, etc.)							
<i>Condición pobre</i> (cubierta de pasto menor del 50% del área)							
Plano, 0-2%	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
Promedio, 2-7%	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente, superior a 7%	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
<i>Condición promedio</i> (cubierta de pasto del 50 al 75% del área)							
Plano, 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente, superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
<i>Condición buena</i> (cubierta de pasto mayor del 75% del área)							
Plano, 0-2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
Promedio, 2-7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Pendiente, superior a 7%	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.58
Áreas no desarrolladas							
Área de cultivos							
Plano, 0-2%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.57
Promedio, 2-7%	0.35	0.38	0.41	0.44	0.48	0.51	0.60
Pendiente, superior a 7%	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51	0.54	0.61
Pastizales							
Plano, 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente, superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
Bosques							
Plano, 0-2%	0.22	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39	0.48
Promedio, 2-7%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.56
Pendiente, superior a 7%	0.35	0.39	0.41	0.45	0.48	0.52	0.58

Nota: Los valores de la tabla son los estándares utilizados en la ciudad de Austin, Texas. Utilizada con autorización.

Fuente: CHOW, Ven Te. *Hidrología aplicada*. p. 511.

2.2.5.2. Intensidad de lluvia

Es el espesor de lámina de agua por unidad de tiempo, suponiendo que el agua permanece en el sitio donde cayó. Su medición es en milímetros por hora.

La intensidad de lluvia es determinada a través de registros pluviográficos elaborados por el Departamento de Hidrología del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH), con base en estaciones pluviométricas ubicadas en inmediaciones de la cabecera departamental.

La probabilidad de ocurrencia se tomará en 25 años. La ecuación proporcionada por el INSIVUMEH para el departamento de Guatemala es:

$$I = \frac{A}{(t + B)^n}$$

Donde

I = intensidad de lluvia (mm/h)

t = tiempo de concentración (min)

A, n y B= cte. en función al período de retorno

Tabla XCIX. **Constantes A, B y n**

INSIVUMEH	2	5	10	20	25	30	50	100
A	1 970	7 997	1 345	720	820	815	900	890
B	15	30	9	2	2	2	2	2
n	0,958	1,161	0,791	0,637	0,656	0,65	0,66	0,647

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

Tabla C. **Cuencas y estaciones de Guatemala**

Núm	NOMBRE ESTACIÓN	CUENCA	DEPTO.	MUNICIPIO
1	COBÁN	CAHABÓN	Alta Verapaz	Cobán
2	SAN JERÓNIMO	SALINAS	Baja Verapaz	S.Jeronimo
3	ALAMEDA ICTA	MOTAGUA	Chimaltenango	Chimaltenango
4	ESQUIPULAS	OLOPA	Chiquimula	Esquipulas
5	SABANA GRANDE	ACHIGUATE	Escuintla	Escuintla
6	PUERTO SAN JOSÉ	MARIA LINDA	Escuintla	S.Jose
7	CAMANTULUL	COYOLATE	Escuintla	Sta.Lucia Cotz.
8	INSIVUMEH	MARIA LINDA	Guatemala	Guatemala
9	HUEHUETENANGO	SELEGUA	Huehuetenango	Huehuetenango
10	PUERTO BARRIOS	MOTAGUA	Izabal	Puerto Barrios
11	POTRERO CARRILLO	MOTAGUA	Jalapa	Jalapa
12	LA CEIBITA	OSTUA-GUIJA	Jalapa	Monjas
13	ASUNCIÓN MITA	OSTUA-GUIJA	Jutiapa	Asuncion Mita
14	MONTUFAR	PAZ	Jutiapa	Moyuta
15	FLORES	S.PEDRO	Petén	Flores
16	EL PORVENIR	PASIÓN	Petén	Sayaxché
17	MORAZÁN	MOTAGUA	El Progreso	Morazán
18	LABOR OVALLE	SAMALÁ	Quezaltenango	Olintepeque
19	RETALHULEU	OCOSITO	Retalhuleu	Retalhuleu
20	LOS ESCLAVOS	LOS ESCLAVOS	Santa Rosa	Cuilapa
21	SANTIAGO ATITLÁN	ATITLÁN	Sololá	Santiago Atitlán
22	LA FRAGUA	GRANDE DE ZA	Zacapa	Estanzuela
23	LA UNIÓN	MOTAGUA	Zacapa	La Unión

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

2.2.5.3. **Tiempo de concentración**

El tiempo de concentración es el tiempo necesario para que el agua superficial descienda desde el punto más alto hasta un punto de desfogue, este se divide en: tiempo de entrada y tiempo en la tubería.

Para el diseño del drenaje pluvial se determinaron los tiempos de concentración iniciales, para ello se utilizó la tabla del reglamento para diseño y construcción de drenajes de EMPAGUA.

Tabla Cl. **Tiempos de concentración iniciales**

		Tiempo de Concentración									
Pendiente	< 0,01	20	19	18	17	16	15	14	13	12	
	0,01	19	18	17	16	15	14	13	12	11	
	0,02	18	17	16	15	14	13	12	11	10	
	0,03	17	16	15	14	13	12	11	10	9	
	0,04	16	15	14	13	12	11	10	9	8	
	0,05	15	14	13	12	11	10	9	8	7	
	0,06	14,5	13,5	12,5	11,5	10,5	9,5	8,5	7,5	6,5	
	0,07	14	13	12	11	10	9	8	7	6	
	0,08	13,5	12,5	11,5	10,5	9,5	8,5	7,5	6,5	5,5	
	0,09	13	12	11	10	9	8	7	6	5	
0,1	12,5	11,5	10,5	9,5	8,5	7,5	6,5	5,5	5		
> 0,10	12	11	10	9	8	7	6	5	5		
		10 %	20 %	30 %	40 %	50 %	60 %	70 %	80 %	90 %	
		Impermeabilidad									

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

El tiempo de flujo dentro de la alcantarilla, para los tramos consecutivos se calcula de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$T2 = T1 + \frac{L}{60V}$$

Donde

T2 = tiempo de concentración en el tramo de estudio en minutos

T1 = tiempo de concentración en el tramo anterior en minutos

L = longitud del tramo anterior en metros

V = velocidad a sección llena en el tramo anterior en metros por segundo

2.2.5.4. Áreas tributarias

Área total que contribuye a que la precipitación escurra superficialmente sobre el suelo desde la divisoria de aguas hasta el punto en estudio es decir que contribuye a formar la escorrentía, la misma es tomada en hectáreas. Para el cálculo de la misma se tomó en cuenta un ancho promedio de 35 metros, luego multiplicándolo por la longitud del tramo, para luego convertirlo en hectáreas.

$$\text{Área tributaria} = \frac{35m * 13,13m}{10\ 000} = 0,045\ ha$$

2.2.5.5. Caudal de diseño

Existen dos métodos para el cálculo del caudal de diseño: el empírico y el racional. En el presente estudio se utiliza el método racional, que asume que el caudal máximo para un punto dado se alcanza cuando el área tributaria está contribuyendo con su escorrentía.

Durante un período de precipitación máxima, debe prolongarse durante un período igual o mayor que el que necesita, la gota de agua más lejana para llegar hasta el punto considerado.

Este método está representado por la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{C I A}{360}$$

Donde

q = caudal metros cúbicos por segundo

C = coeficiente de escorrentía

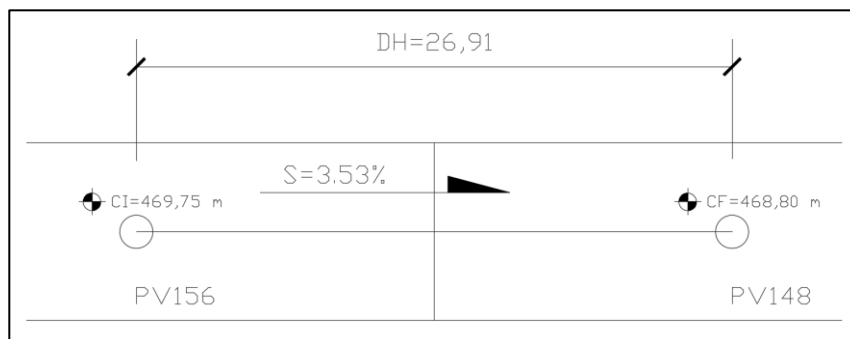
I = intensidad de lluvia en milímetros por hora

A = área en hectáreas

2.2.5.6. Cálculo de un tramo del sistema de drenaje pluvial

Se diseñará un tramo el cual demostrara como se realizó el cálculo del sistema de alcantarillado pluvial. Este tramo pertenece a un colector de orden cuaternario y va del PV 156 a PVC148.

Figura 30. Características geométricas del tragante



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

Cálculo del tramo de PV156 a PV148

Cota inicial (CI) = 469,75, m

Cota final (CF) = 468,80 m

Distancia horizontal (DH) = 26,91 m

- Cálculo de la pendiente del terreno

$$S\% = \frac{(CI - CF)}{D.H} * 100 = \frac{(469,75 - 468,80)}{26,91} * 100 = 3,53 \%$$

Fuente: elaboración propia, utilizando AutoCAD Civil 3D.

Área tributaria = 0,094 Ha

Área tributaria acumulada = 0,140 Ha

- Tiempo de concentración

Tiempo de concentración de tramo anterior = 7,50 min

Longitud del tramo anterior = 13,13 m

Velocidad del tramo anterior = 2,387 m/s

$$T2 = T1 + \frac{L}{60V}$$

$$T2 = 7,50 + \frac{13,13}{60 * 2,387}$$

$$T2 = 7,69 \text{ min}$$

- Intensidad de lluvia

Por medio de la tabla IX, se obtuvieron los valores de A, B y n.

Tiempo de concentración = 7,74 min

A = 820

B = 2

n = 0,656

$$I = \frac{A}{(t + B)^n}$$

$$I = \frac{820}{(7,69 + 2)^{0,656}}$$

$$I = 184,20 \text{ mm/hr}$$

- Coeficiente de escorrentía

Por medio de la tabla VIII se determinaron los coeficientes “C” en función de la superficie y el tipo de superficie, y con base en eso se obtuvo un coeficiente de escorrentía “C” promedio con el cual se calculó el sistema.

Coeficiente para concreto $C_1=0,88$

Coeficiente para áreas verdes $C_2=0,40$

$$\text{Coeficiente ponderado} = \frac{0,88 + 0,40}{2} = 0,64$$

- Caudal de diseño

Coeficiente de escorrentía = 0,64

Área tributaria acumulada = 0,140 Ha

Intensidad de lluvia = 184,20 mm/hr

$$Q = \frac{C I A}{360}$$

$$Q = \frac{0,64 \times 184,20 \times 0,140}{360}$$

$$Q = 0,04589 \frac{m^3}{s}$$

$$Q = 45,89 \frac{Lt}{s}$$

- Diseño hidráulico

Diámetro de tubería 12"

Pendiente de tubería propuesta = 4,5 %

- Velocidad a sección llena

$$V = \left(\frac{1}{0,01} \right) x D^{2/3} x S^{1/2}$$

$$V = \left(\frac{1}{0,01} \right) x \left(12 * \frac{0,0254}{4} \right)^{2/3} x \left(\frac{4,5}{100} \right)^{1/2}$$

$$V = 3,81 \frac{m}{s}$$

- Capacidad a sección llena

$$A = \frac{\pi x D^2}{4}$$

$$A = \frac{\pi x (12 x 0,0254)^2}{4}$$

$$A = 0,0730 m^2$$

$$Q = V \times A$$

$$Q = 3,81 \frac{m}{s} \times 0,0730 m^2$$

$$Q = 0,278 \frac{m^3}{s}$$

$$Q = 278,20 \frac{lt}{s}$$

- Relaciones hidráulicas

$$\frac{q}{Q} = \frac{45,89 \frac{m^3}{s}}{278,20 \frac{m^3}{s}}$$

$$\frac{q}{Q} = 0,1649549$$

Como $q < Q$, de las tablas de relaciones hidráulicas se obtiene los siguientes valores, (ver tabla VII).

$$\frac{v}{V} = 0,73805 \quad y \quad \frac{d}{D} = 0,274$$

- Velocidad de diseño

$$v = 3,8128 \times 0,73805 \frac{m}{s}$$

$$v = 2,814 \frac{m}{s}$$

Como la velocidad de diseño se encuentra dentro de los valores establecidos como se indica en la sección 2.2.3., este drenaje a un período de retorno de 25 años, su velocidad estaría dentro de lo permitido, por lo tanto, cumple.

$$0,75 \text{ m/s} \leq 2,814 \text{ m/s} \leq 5 \text{ m/s}$$

- Tirante

$$\frac{d}{D} = 0,274$$

Como la altura de tirante para un período de retorno de 25 años se encuentra dentro de los valores establecidos, el tirante cumple.

$$0,10 \leq 0,274 \leq 0,75$$

- Cotas invert

Cota invert de salida del PV156

$$\text{CIS} = 468,22 - 0,03 = 468,19 \text{ m}$$

Cota Invert de entrada al PV148

$$\text{CIE} = 468,19 - (25,41 \times 4,5 \%) / 100 = 467,05 \text{ m}$$

- Profundidad del pozo de visita

- PV156

- Cota invert de salida= 468,19 m
- Cota de terreno inicial= 469,75 m
- Altura de pozo= 469,75-468,19 = 1,56 m

- PV148
 - Cota invert de salida= 467,05 m
 - Cota de terreno inicial= 468,80 m
 - Altura de pozo= 468,80-467,05 = 1,75 m
- Excavación

$$Ex = \left(\frac{\text{prof de pozo inicial} + \text{prof de pozo final}}{2} \right) \times \text{Ancho de zanja} \times Dh$$

$$Ex = \left(\frac{1,56 \text{ m} + 1,75 \text{ m}}{2} \right) \times 0,60 \text{ m} \times 26,91 \text{ m}$$

$$Ex = 26,73 \text{ m}^3$$

- Relleno

$$R = Exc - \left(\frac{\pi}{4} \times D^2 \times 0,0254 \right) \times Dh$$

$$R = 26,73 \text{ m}^3 - \left(\frac{\pi}{4} \times 12^2 \times 0,0254 \right) \times 26,91 \text{ m}$$

$$R = 24,77 \text{ m}^3$$

2.2.5.7. Resumen de valores adoptados

Período de retorno 25 años

Caudal de diseño método racional $Q = \frac{CIA}{360}$

Coefficiente de escorrentía 0,64

Intensidad de lluvia $I = \frac{820}{(t+2)^{0,656}}$

Tiempo de concentración	$T2 = T1 + \frac{L}{60V}$
Velocidad mínima	0,75 m/seg
Velocidad máxima	5,00 m/seg
Diámetro mínimo	12 pulgadas
Tipo de tubería	PVC
Tirante mínimo	0,10 m
Tirante máximo	0,85 m
Profundidad mínima	1,20 m

2.2.5.8. Diseño de tragantes

La capacidad hidráulica es la característica más importante de los tragantes, ya que de esto depende que la cantidad de flujo es capaz de captar en un evento.

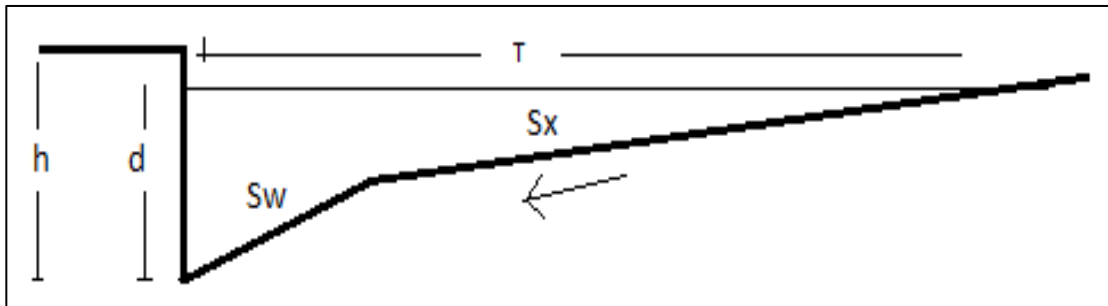
Para que la capacidad de captación de un tragante sea eficiente, este debe de depender de muchos factores como:

- Tipo de tragante
- Localización
- Pendiente del terreno
- Características del flujo
- Sedimentos arrastrados por el flujo

2.2.5.9. Geometría de tragante

Para determinar las características geométricas de un tragante, se deben calcular varios factores, como: el espejo de agua, tirante de agua, tirante máximo, radio de flujo, longitud efectiva, longitud propuesta y la eficiencia de captación.

Figura 31. Características geométricas del tragante



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

2.2.5.10. Espejo de agua (T)

Es el ancho de la superficie libre de agua, está en función de las características geométricas de la superficie.

Para el cálculo de el espejo de agua se utiliza la siguiente fórmula:

$$T = \left[\frac{(Q_n)}{K_u S_x^{1.67} S_L^{0.5}} \right]^{0.375}$$

Donde

Q = caudal metros cúbicos por segundo

$K_u = 0,376$ cte

S_x = pendiente transversal

n = coeficiente de rugosidad de la superficie

S_L = pendiente longitudinal

2.2.5.11. Tirante de agua parcial (d)

Es la altura parcial de un flujo en un determinado evento tal como se muestra en la figura, está en función del espejo de agua y la pendiente transversal.

Para el cálculo del tirante de agua se utiliza la siguiente ecuación:

$$d = T S_x$$

Donde

d = tirante de flujo en metros

T = espejo de agua en metros

S_x = pendiente transversal

2.2.5.12. Tirante de agua máximo (d_m)

Es la altura máxima que el flujo puede llegar en un determinado evento, está en función de la sección de la superficie y la pendiente transversal.

Para el cálculo del tirante máximo de agua se utiliza la siguiente ecuación:

$$d = \frac{\text{ancho de calle}}{2} S_x$$

Donde

d = tirante máximo (m)

S_x = pendiente transversal

2.2.5.13. Radio de flujo

Es la relación del flujo frontal al flujo total dentro del canal y la pendiente transversal. Este factor es adimensional y se utiliza para la pendiente equivalente (S_e).

Para el cálculo del radio de flujo se utiliza la siguiente ecuación:

$$E_o = 1 - \left(1 - \frac{W}{T}\right)^{2,67}$$

Donde

E_o = radio de flujo

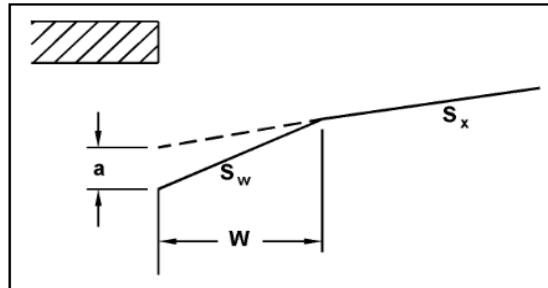
W = ancho de inclinación entre 0,40-0,60 metros

T = espejo de agua (m)

2.2.5.14. Pendiente de inclinación

Es la pendiente que le brinda la dirección al flujo, conduciéndola hacia el tragante y está en función del ancho de inclinación (W) y altura del canal de depresión (a).

Figura 32. **Perfil de tragante**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

Para el cálculo de la pendiente de inclinación se utiliza la siguiente ecuación:

$$S_w = \frac{a}{W}$$

Donde

W = ancho de cuenta puede ser entre 0,40 – 0,60 m

a = canal de depresión puede ser entre 0,025 m – 0,050 metros

S_w = pendiente del tragante

2.2.5.15. **Pendiente equivalente**

Es la relación entre la pendiente transversal y la pendiente de inclinación con el radio de flujo.

$$S_e = S_x + S_w' E_o$$

Donde

S_e = pendiente equivalente

E_o = radio de flujo

S_w = pendiente dentro del tragante

S_x = pendiente transversal

2.2.5.16. Longitud efectiva

Es la longitud que debe de tener el tragante para captar el 100 % del flujo superficial y está en función del caudal, la pendiente longitudinal, la pendiente equivalente (S_e) y un factor K_T .

Para el cálculo de la longitud efectiva se utiliza la siguiente ecuación:

$$L_T = K_T Q^{0,42} S_L^{0,3} [1/(S_e)]^{0,6}$$

Donde

L_T = longitud efectiva para captar el 100 % del flujo

$K_T = 0,817$

Q = caudal según el número de tragantes (m^3/s)

S_L = pendiente longitudinal

S_e = pendiente equivalente

2.2.5.17. Eficiencia

Determina la cantidad de flujo que es captado por el tragante y está en función de la longitud efectiva y la longitud propuesta.

El porcentaje de captación puede estar entre 70 – 100 %, ya que está en función de las dimensiones del tragante y estas pueden variar según el diseñador.

Para el cálculo de la eficiencia se utiliza la siguiente ecuación:

$$E\% = 1 - \left[1 - \left(\frac{L}{L_T} \right) \right]^{1,8} \times 100$$

Donde

L = longitud propuesta según el diseñador en metros

L_T = longitud efectiva en metros

2.2.5.18. Cálculo de tragante

Tragantes en tramo de PV156 – PV148

Para el cálculo de un tragante, primero es necesario determinar las características geométricas de la superficie, como la sección de la calle, la pendiente del terreno, la pendiente transversal y el tipo de superficie.

Ancho de calle = 6 m

Pendiente transversal de la calle = 2,5 %

Pendiente longitudinal = 3,53 %

Caudal = 0,003 m³/s, dato obtenido del método racional

- Espejo de agua

Q = 0,003 m³/s

K_U = 0,376 cte

S_x = 0,025

$$n = 0,010$$

$$S_L = 0,0353$$

$$T = [(Q_n)/K_u S_x^{1,67} S_L^{0,5}]^{0,375}$$

$$T = \left[\frac{(0,003 \text{ m}^3/\text{s})}{0,376 \times 0,025^{1,67} \times 0,0353^{0,5}} \right]^{0,375}$$

$$T = 0,66 \text{ m}$$

El espejo de agua cumple con los parametros, ya que este debe ser menor o igual a 3 m.

- Tirante de agua máximo (d_m)

S_x = pendiente transversal

$$d = \frac{\text{ancho de calle}}{2} S_x$$

$$d = \frac{6 \text{ m}}{2} \times 0,025$$

$$d = 0,075$$

- Tirante de agua parcial (d)

$$T = 0,66 \text{ (m)}$$

$$S_x = 0,025$$

$$d = T S_x$$

$$d = 0,66 \times 0,025$$

$$d = 0,016$$

El tirante parcial está dentro de los parametros, ya que el tirante parcial debe de ser menor a tirante máximo.

- Radio de flujo

W = para este diseño se propuso 0,3 (m)

T= 0,66 (m)

$$Eo = 1 - \left(1 - \frac{W}{T}\right)^{2,67}$$

$$Eo = 1 - \left(1 - \frac{0,3 \text{ m}}{0,66 \text{ m}}\right)^{2,67}$$

$$Eo = 0,80$$

- Pendiente de inclinación

W = para este diseño se propuso 0,30 (m)

a = para este diseño canal se propuso 0,025 (m)

$$S_w = \frac{a}{W}$$

$$S_w = \frac{0,025 \text{ m}}{0,30 \text{ m}}$$

$$S_w = 0,083$$

- Pendiente equivalente

$$E_o = 0,80$$

$$S_w = 0,083$$

$$S_x = 0,025$$

$$S_e = S_x + S_w E_o$$

$$S_e = 0,025 + 0,083 * 0,80$$

$$S_e = 0,092$$

- Longitud efectiva

Para un tragante en el PV156

$$K_T = 0,817$$

$$Q = 0,003, \text{ m}^3/\text{s}$$

$$S_L = 0,0353$$

$$S_e = 0,092$$

$$L_T = K_T Q^{0,42} S_L^{0,3} [1/(S_e)]^{0,6}$$

$$L_T = 0,817 * \left(0,003 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}\right)^{0,42} * 0,0353^{0,3} * \left[\frac{1}{(0,092)}\right]^{0,6}$$

$$L_T = 1,32 \text{ m}$$

- Eficiencia

L = 1,50 m longitud propuesta

$$L_T = 1,32 \text{ (m)}$$

$$E\% = 1 - \left[1 - \left(\frac{L}{L_T}\right)\right]^{1,8} \times 100$$

$$E\% = 1 - \left[1 - \left(\frac{1,50 \text{ m}}{1,32 \text{ m}} \right) \right]^{1.8} \times 100$$

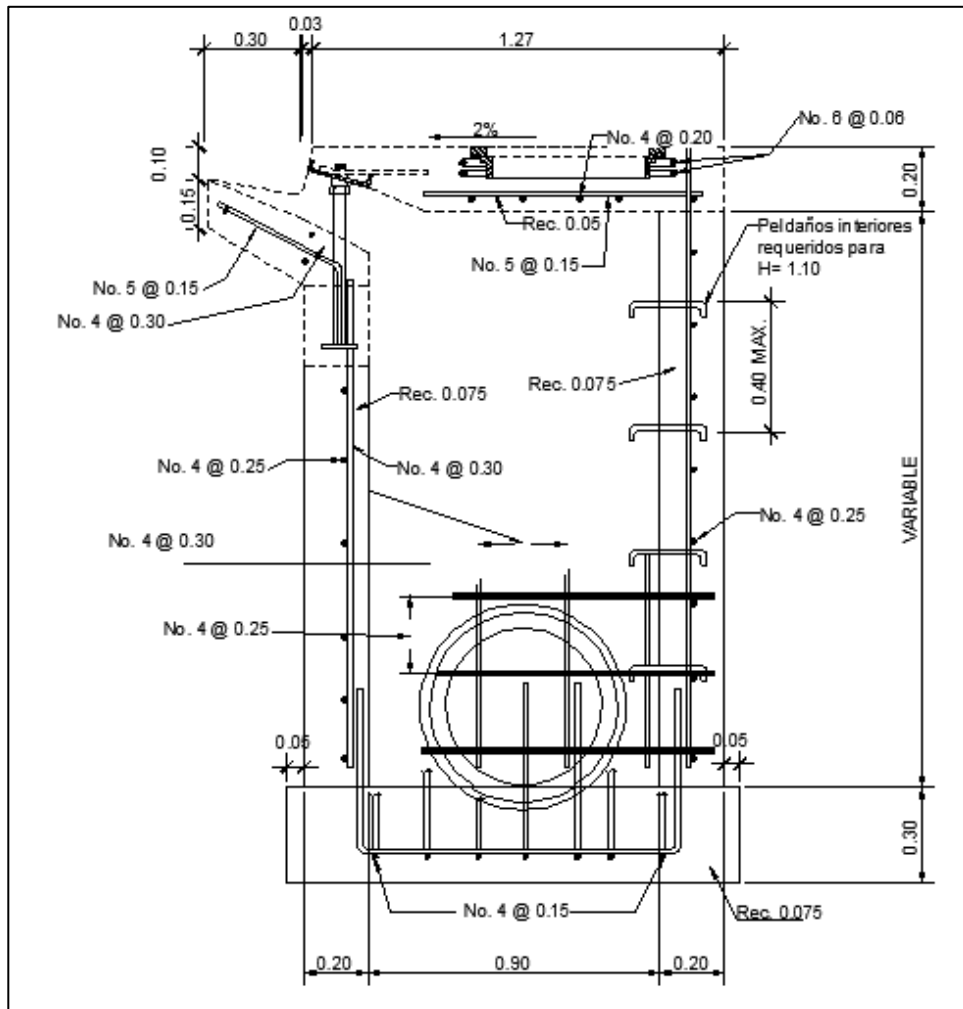
$$E\% = 100,00 \%$$

El tragante estaría dentro de los parámetros, ya que la eficiencia debe de ser mayor o igual a 70 %.

2.2.5.19. Detalle de tragantes

Los detalles de los tragantes tipo R fueron establecidos por la Municipalidad de San Juan Sacatepéquez.

Figura 33. Perfil tragante tipo R




Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

2.2.6. Presupuesto drenaje pluvial

A continuación, se muestra la tabla resumen del presupuesto de drenaje pluvial.

Tabla CII. Resumen del presupuesto de drenaje pluvial

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA			
Guatemala, C.A.					
PRESUPUESTO DE CUADRO DE RENGLONES DE TRABAJO DEL PROYECTO					
IDENTIFICACIÓN PROYECTO:		ALCANTARILLADO PLUVIAL			
UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN:		LO DE RAMOS, EL PILAR 2			
NOMBRE DE SOLICITANTE:		MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ			
ÁREA DE CONSTRUCCIÓN:		ANCHO (m)	LARGO (ml)	FECHA PROYECTO	oct-17
		6,762.27			
No.	DESCRIPCIÓN DE RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO RENGLON
1.00	TUBERIA DE CONDUCCION				
1.01	Suministro e instalación de Tubería PVC Ø12" norma F-794, menor a 4 metros de profundidad	ml	3883.82	Q 672.33	Q 2,611,215.06
1.02	Suministro e instalación de Tubería PVC Ø14" norma F-794, menor a 4 metros de profundidad	ml	770.49	Q 869.38	Q 669,846.84
1.03	Suministro e instalación de Tubería PVC Ø16" norma F-794, menor a 4 metros de profundidad	ml	1126.46	Q 1,171.94	Q 1,320,148.17
1.04	Suministro e instalación de Tubería PVC Ø16" norma F-794, mayor a 4 metros de profundidad	ml	1126.46	Q 1,353.46	Q 1,524,614.02
1.05	Suministro e instalación de Tubería PVC Ø18" norma F-794, menor a 4 metros de profundidad	ml	747.17	Q 1,008.80	Q 753,742.38
1.06	Suministro e instalación de Tubería PVC Ø18" norma F-794, mayor a 4 metros de profundidad	ml	365.06	Q 1,394.93	Q 509,233.26
1.07	Suministro e instalación de Tubería PVC Ø20" norma F-794, menor a 4 metros de profundidad	ml	686.08	Q 1,051.13	Q 721,156.30
1.08	Suministro e instalación de Tubería PVC Ø20" norma F-794, mayor a 4 metros de profundidad	ml	1046.58	Q 1,457.82	Q 1,525,726.04
1.09	Suministro e instalación de Tubería PVC Ø22" norma F-794, menor a 4 metros de profundidad	ml	768.91	Q 1,910.85	Q 1,469,268.61
1.10	Suministro e instalación de Tubería PVC Ø24" norma F-794, mayor a 4 metros de profundidad	Unidad	56.65	Q 2,697.11	Q 152,791.56
1.11	Suministro e instalación de Tubería PVC Ø26" norma F-794, menor a 4 metros de profundidad	ml	1224.70	Q 2,286.33	Q 2,800,063.88
SUB TOTAL					Q 14,057,806.12
2.00	POZOS DE VISITA				
2.01	Construcción de pozo de visita para drenaje sanitario, ladrillo tayuyo 0.23x0.11x0.065m + brocal, diámetro interno de 1.50m, sin refuerzo. De 1.20 a 4.00 m.	unidad	175.00	Q 12,239.49	Q 2,141,910.75
2.02	Construcción de pozo de visita para drenaje sanitario, ladrillo tayuyo 0.23x0.11x0.065m + brocal, diámetro interno de 1.50m, con refuerzo. DE 4.01 a 6.00 m.	unidad	11.00	Q 32,971.78	Q 362,689.58
2.03	Construcción de pozo de visita para drenaje sanitario, ladrillo tayuyo 0.23x0.11x0.065m + brocal, diámetro interno de 1.75m, sin refuerzo.	unidad	2.00	Q 21,516.95	Q 43,033.90
SUB TOTAL					Q 2,547,634.23
3.00	TRAGANTES				
3.01	Construcción de Tragante Tipo R (episo=0.30 m + No. 4 @ 0.15 m ambos sentidos, epared=0.20 m + No. 4 @ 0.25 m y @ 0.30 m, losa=0.20 m + No. 4 @ 0.20 + No. 5 @ 0.15 m, f'c 210 kg/cm ² y fy Grado 40)	Unidad	420.00	Q 8,738.44	Q 3,670,144.80
SUB TOTAL					Q 3,670,144.80
COSTO TOTAL ESTIMADO					Q 20,275,585.15

Fuente: Municipalidad de San Juan Sacatepéquez. Dirección Municipal de Planificación.

2.3. Evaluación de impacto ambiental

La importancia del estudio de impacto ambiental para los proyectos anteriormente mencionados radica en la estimación de los efectos ambientales que puedan ocasionar durante las principales fases del proyecto; construcción, operación y abandono.

Dentro de los estudios se deben considerar principalmente los impactos al aire, agua, suelo, elementos bióticos y elementos socioeconómicos, además de considerar las medidas de salud y seguridad ocupacional que requieren los empleados para realizar los trabajos necesarios durante las fases del proyecto.

Durante la construcción del sistema de alcantarillado pluvial y la construcción del edificio escolar se puede considerar que se provocará un bajo impacto, ya que los inconvenientes que la ejecución de estos produciría sobre los habitantes de las áreas involucradas serían especialmente el ruido y polvo durante su realización. Sin embargo, se prevén impactos positivos hacia la comunidad, la generación de empleos, el aumento de la plusvalía de los inmuebles y la mejora del saneamiento básico son aspectos que incrementan la calidad de vida.

CONCLUSIONES

1. Como resultado de la investigación realizada por parte de la municipalidad de San Juan Sacatepéquez se identificaron las necesidades de infraestructura de bien común, con el fin de fortalecer la educación y promover la misma dentro de la comunidad; se presenta la propuesta de diseño de la edificación escolar de dos niveles para nivel primario; y para el desarrollo social; se presenta la propuesta del alcantarillado pluvial.
2. El uso de normas y reglamentos de construcción, tanto para el área estructural como para el área de drenajes es necesario para garantizar la calidad y buen funcionamiento de las mismas y no incurrir en gastos legales o de mitigación no contemplados en la propuesta económica.
3. El desarrollo adecuado de una evaluación de impacto ambiental, logra identificar los posibles impactos que podría ocasionar un proyecto al llevarse a cabo.
4. El diseño de alcantarillado pluvial captará la mayor parte del caudal de tormenta y desfogará de manera segura, para la población, infraestructura y para el mismo sistema en sí, por tanto, existirá un mayor control de la erosión, la cual se considera como la causante del deterioro de las calles de la aldea.
5. La realización del Ejercicio Profesional Supervisado brinda la oportunidad de poner en práctica la mayor parte de los conocimientos adquiridos durante la formación académica, permitiendo al mismo tiempo adquirir

criterios, que únicamente son posibles obtener a través de resolver problemas reales.

RECOMENDACIONES

A la municipalidad de San Juan Sacatepéquez:

1. Garantizar la supervisión técnica en ambos proyectos con el fin de garantizar que se cumplan con las especificaciones contenidas en los planos.
2. Exigir un control de calidad y pruebas de laboratorio de los materiales de construcción a utilizar para llevar a cabo los proyectos, así mismo que se presenten las certificaciones y fichas técnicas según sea el caso.
3. Realizar una actualización de los costos de materiales y mano de obra de los proyectos en el momento que se vayan a llevar a cabo.
4. Brindar un mantenimiento periódico y adecuado del sistema de alcantarillado pluvial, con el fin de garantizar la vida útil del proyecto.
5. Concientizar a la población acerca del mantenimiento y funcionamiento de los proyectos, para prevenir el atascamiento, deterioro o mal uso de los mismos.

BIBLIOGRAFÍA

1. AMANCO. *Manual técnico de Novas: Mexichem*. México: 2014. 165 p.
2. CHOW, Ven Te. *Hidrología Aplicada*. 4a ed. México: McGraw-Hill, 1994. 584 p.
3. DURMAN. *Manual técnico de tuberías Ribloc y Ribsteel*. Bélgica: Durman, 2009. 50 p.
4. Empresa Municipal de Agua. *Reglamento para diseño y construcción de drenajes para la ciudad de Guatemala*. Guatemala: EMPAGUA, 2009. 37 p.
5. Instituto de Fomento Municipal. *Normas Generales para el diseño de alcantarillados*. Guatemala: INFOM, 2009. 44 p.
6. Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología. *Informe de intensidades de lluvia*. Guatemala: INSIVUMEH. 12 p.
7. VILLAMARIN PAREDES, Sorayda Carolina, *Manual básico de diseño de estructuras de disipación de energía hidráulica*. Sangolquí, Ecuador: Escuela Politécnica del Ejercito, 2013. 250 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. **Tablas de diseño**

Fuente; elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2018.

CUADRO DE RENGLONES DE TRABAJO DEL PROYECTO

IDENTIFICACIÓN PROYECTO:	Construccion de la escuela primaria de dos niveles		
UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN:	Comunidad Concepcion El Pilar 2, Aldea Lo de Ramos		
NOMBRE DE SOLICITANTE:	Municipalidad de San Juan Sacatepequez	Fecha	jun-19
ÁREA DE CONSTRUCCIÓN:	1258.24	m ²	

No.	DESCRIPCIÓN DE RENGLÓN DE TRABAJO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	COSTO RENGLON
1.00	Preliminares				
1.01	Limpieza y chapeo	M ²	1500	Q 10.00	Q 15,000.00
1.02	Nivelacion	M ²	1230	Q 11.25	Q 13,837.50
1.03	Trazo y Estaqueado	ML	443	Q 10.25	Q 4,540.75
Subtotal					Q 33,378.25
2.00	Cimentaciones				
2.01	Zapata concentrica	U	60	Q 4,703.24	Q 282,194.40
2.02	Zapata excentrica	U	24	Q 4,501.41	Q 108,033.84
2.03	Cimiento Corrido	ML	303	Q 186.96	Q 56,648.88
Subtotal					Q 446,877.12
3.00	Columnas				
3.01	Columna C-1 (40cm x 40 cm)	ML	689	Q 876.06	Q 603,605.34
3.02	Columna C-2 (15 cm x 15 cm)	ML	772	Q 141.12	Q 108,944.64
3.03	Columna C-3 (15 cm x 10 cm)	ML	12	Q 84.67	Q 1,016.04
3.04	Columna C-4 (30 cm x 30 cm)	ML	4	Q 657.05	Q 2,628.20
Subtotal					Q 716,194.22
4.00	Muros y Soleras				
4.01	Levantado de muro	M ²	1620	Q 279.76	Q 453,211.20
4.02	Solera de humedad	ML	290	Q 196.80	Q 57,072.00
4.03	Solera intermedia	ML	520	Q 69.53	Q 36,155.60
4.04	Dintel	ML	113	Q 160.40	Q 18,125.20
Subtotal					Q 564,564.00
5.00	Losas y Vigas				
5.01	Viga Tipo 1 (30cm x 50 cm)	ML	920	Q 609.60	Q 560,832.00
5.06	Losa primer nivel (superficie con acabado alisado)	M ²	675	Q 524.58	Q 354,090.83
5.07	Losa segundo nivel (con pañuelos)	M ²	675	Q 548.42	Q 370,185.86
Subtotal					Q 1,285,108.69
6.00	Modulo de gradas				
6.01	Gradas con huella de 25 cm y contrahuella de 13.5 cm	U	36	Q 657.24	Q 23,660.64
6.02	Losa de descanso	M ²	26.5	Q 678.26	Q 17,973.89
6.03	Cimiento Corrido	ML	10.6	Q 259.42	Q 2,749.85
Subtotal					Q 44,384.38
7.00	Puertas y Ventanas				
7.01	Puerta tipo 1	U	16	Q 1,300.00	Q 20,800.00
7.02	Puerta tipo 2	U	9	Q 1,100.00	Q 9,900.00
7.03	Puerta tipo 3	U	31	Q 970.00	Q 30,070.00
7.04	Ventana tipo 1	M ²	82.8	Q 400.00	Q 33,120.00
7.05	Baranda metalica en segundo nivel	Global	1	Q 50,000.00	Q 50,000.00
Subtotal					Q 143,890.00
8.00	Acabados				
8.01	Plancha de concreto primer nivel (alisado)	M ²	715	Q 295.01	Q 210,932.15
Subtotal					Q 210,932.15
9.00	Instalaciones Hidrosanitarias				
9.01	Instalacion de tuberia de drenaje, potable, pluvial y artefactos (inodoros, orinales, lavamanos, pilas y chorros)	Global	1	Q 160,000.00	Q 160,000.00
Subtotal					Q 160,000.00
10.00	Instalaciones Electricas				
10.01	Instalacion iluminacion y fuerza, incluye artefactos (tomacorrientes, tuberia electrica, plafoneras, focos, caja de flipones, cables)	Global	1	Q 200,000.00	Q 200,000.00
Subtotal					Q 200,000.00
Total					Q 3,805,328.81



Diseño de drenaje Pluvial
Aldea El Pilar 2
José Eduardo Mazariegos Sosa



Datos		
Area	URBANA	
Tr	2	25
Drenaje menor		
A	1970	820
B	15	2
n	0.958	0.656
i	99.7873	187.2523

Coefficiente "n" 0.01

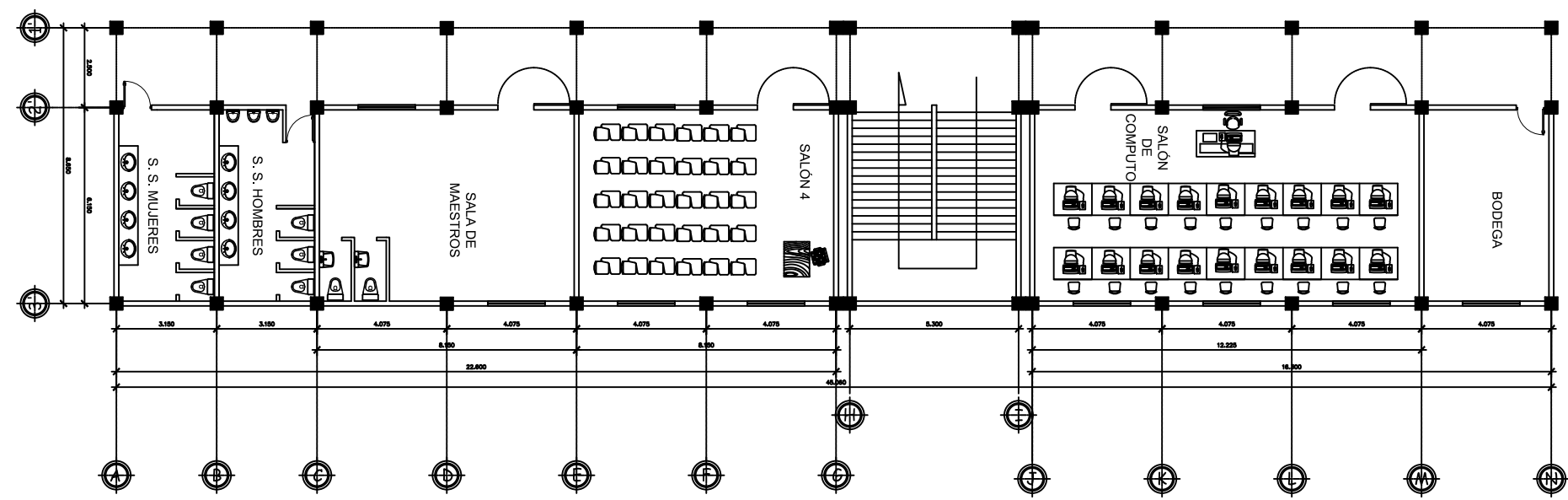
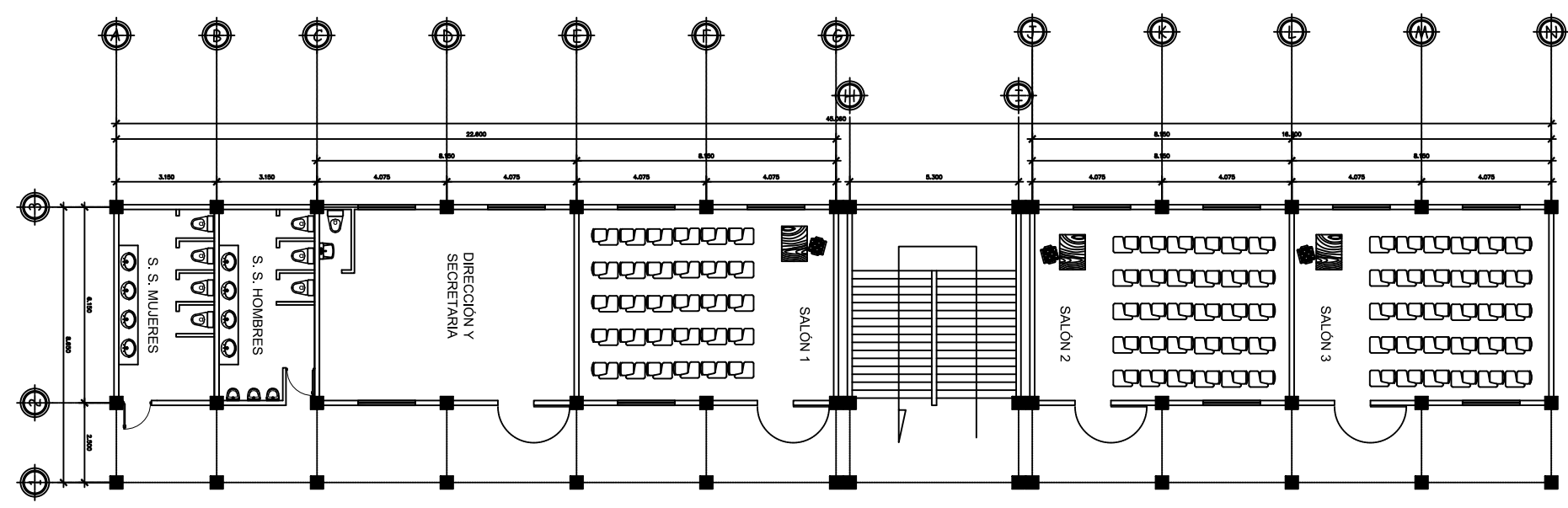
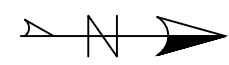
RAMAL SUBDIVISION	0.8141																																		
	TERRENO							ZONAS VERDES																Pozo											
	Tipo tramo	De PV	APV	Inicio	Final	Dist	Pendiente	SUPERFICIE ₁	SUPERFICIE ₂	Impermeabilidad	Area (m ²)	Area (ha)	Area cu	ϕ	Coe "C" Ponderado Futuro	♦ (Area *C) Futuro	Σ	Tiempo Concentracion FUTURO	Intendencia Futura 25a	q (l/s)	q/Q	v/v	d/D	v	Ø pozo Inicial	Final	Dist Horizontal entre pozos	Inicial	Final	Inicial	Final	Zanja	Excavacion (m ³)	Relleno (m ³)	
4	Inicial	155	156	470.54	469.75	13.130	6.02	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	459.55	0.045955	0.045955	12	0.64	0.0294112	0.0294112	7.5	187.2523	15.298097	0.04408982	0.501799	0.143	2.3862	CUMPLE	1.50	1.50	11.63	469.04	468.22	1.50	1.53	0.60	11.95	10.99
	Continuidad	156	148	469.75	468.8	26.910	3.53	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	941.85	0.094185	0.14014	12	0.64	0.0896896	0.0896896	7.687952016	184.1968	45.8903781	0.16495494	0.73805	0.274	2.8140	CUMPLE	1.50	1.50	25.41	468.19	467.05	1.56	1.75	0.60	26.73	24.77
4	Inicial	189	185	475.04	473.15	54.729	3.45	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	1915.52	0.1915515	0.1915515	12	0.64	0.12259296	0.12259296	9	170.0827	57.9192969	0.22082246	0.802488	0.319	2.8847	CUMPLE	1.50	1.50	53.23	473.54	471.41	1.50	1.74	0.60	53.34	49.35
	Inicial	187	188	474.72	474.22	14.000	3.57	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	490.00	0.049	0.049	12	0.64	0.03136	0.03136	9	170.0827	14.8160967	0.05648768	0.539682	0.161	1.9400	CUMPLE	1.50	1.50	12.50	473.22	472.72	1.50	1.50	0.60	12.64	11.62
4	Continuidad	188	185	474.22	473.15	27.990	3.82	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	979.65	0.097965	0.146965	12	0.64	0.0940576	0.0940576	9.240462341	167.0623	43.6485465	0.15689658	0.727376	0.267	2.7733	CUMPLE	1.50	1.50	26.49	472.69	471.49	1.53	1.66	0.60	26.80	24.76
	Inicial	177	173	474.96	474.1	25.135	3.42	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	879.73	0.0879725	0.0879725	12	0.64	0.0563024	0.0563024	9	170.0827	26.6001851	0.10141557	0.641931	0.215	2.3076	CUMPLE	1.50	1.50	23.64	473.46	472.51	1.50	1.59	0.60	23.34	21.50
4	Inicial	168	169	472	471.1	10.921	8.24	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	382.24	0.0382235	0.0382235	12	0.64	0.02446304	0.02446304	6	209.5978	14.2427793	0.03434351	0.463893	0.126	2.6367	CUMPLE	1.50	1.50	9.42	470.50	469.55	1.50	1.55	0.60	10.00	9.20
	Continuidad	169	165	471.1	470.52	18.370	3.16	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	642.95	0.064295	0.06561184	12	0.64	0.06561184	0.06561184	6.116119041	207.0587	37.7374986	0.14387756	0.611393	0.256	2.5531	CUMPLE	1.50	1.50	16.87	469.52	468.85	1.58	1.67	0.60	17.90	16.56
3	Inicial	126	120	480.14	473.14	44.498	15.73	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	1557.43	0.155743	0.155743	12	0.64	0.09967552	0.09967552	5	228.7860	63.3454678	0.11714966	0.669441	0.231	4.9610	CUMPLE	1.50	1.50	43.00	478.64	471.33	1.50	1.81	0.60	44.31	41.06
	Inicial	124	125	478.6	477.93	14.537	4.61	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	508.80	0.0508795	0.0508795	12	0.64	0.03256288	0.03256288	8	181.0564	16.3769929	0.05324794	0.529374	0.156	2.2314	CUMPLE	1.50	1.50	13.04	477.10	476.38	1.50	1.55	0.60	13.33	12.27
3	Continuidad	125	118	477.93	476.46	25.630	5.74	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	897.05	0.089705	0.1405845	12	0.64	0.08997408	0.08997408	8.191432978	178.2216	44.542556	0.13865945	0.702273	0.251	3.0918	CUMPLE	1.50	1.50	24.13	476.35	474.90	1.58	1.56	0.60	24.15	22.28
	Inicial	122	123	478.99	477.9	24.216	4.50	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	847.56	0.084756	0.084756	12	0.64	0.05424384	0.05424384	8	181.0564	27.2810937	0.09303079	0.625939	0.206	2.5157	CUMPLE	1.50	1.50	22.72	477.49	476.35	1.50	1.55	0.60	22.20	20.43
3	Continuidad	123	117	477.9	477	12.554	7.17	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	439.39	0.043939	0.128695	12	0.64	0.0823648	0.0823648	8.083172013	179.8132	41.139663	0.11454603	0.66437	0.228	3.2702	CUMPLE	1.50	1.50	11.05	476.32	475.49	1.58	1.51	0.60	11.64	10.72
	Inicial	95	96	469.67	466.89	49.265	5.64	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	1724.28	0.1724275	0.1724275	12	0.64	0.1103536	0.1103536	7.5	187.2523	57.3999048	0.17868393	0.755927	0.286	3.3281	CUMPLE	1.50	1.50	47.77	468.17	465.30	1.50	1.59	0.60	45.75	42.16
3	Continuidad	96	97	466.89	465.93	57.809	1.66	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	2023.32	0.2023315	0.374759	12	0.64	0.23984576	0.23984576	7.789502338	182.6413	121.682583	0.65608994	1.066296	0.59	2.7104	CUMPLE	1.50	1.50	56.31	465.27	464.14	1.62	1.79	0.60	59.10	54.88
	Inicial	151	152	468.88	467.38	10.000	15.00	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	350.00	0.035	0.035	12	0.64	0.0224	0.0224	5	228.7860	14.2355764	0.02757142	0.435721	0.114	3.0833	CUMPLE	1.50	1.50	8.50	467.38	466.06	1.50	1.32	0.60	8.48	7.75
3	Continuidad	152	153	467.38	466.34	35.560	2.92	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	1244.60	0.12446	0.15946	12	0.64	0.1020544	0.1020544	5.192220416	223.5187	63.3640822	0.25826115	0.83792	0.346	2.8176	CUMPLE	1.50	1.50	34.06	466.03	464.84	1.35	1.50	0.60	30.48	27.88
	Continuidad	153	154	466.34	465.39	20.220	4.70	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	707.70	0.07077	0.23023	12	0.64	0.1473472	0.1473472	5.311827438	220.4505	90.2298974	0.30769144	0.879362	0.38	3.5342	CUMPLE	1.50	1.50	18.72	464.81	463.87	1.53	1.52	0.60	18.53	17.66
3	Continuidad	154	144	465.39	463.17	43.500	5.10	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	1522.50	0.15225	0.38248	12	0.64	0.2447872	0.2447872	5.51696664	215.4518	146.499589	0.49957576	0.99915	0.499	4.0156	CUMPLE	1.50	1.50	42.00	463.84	461.74	1.55	1.43	0.60	38.90	35.73
	Inicial	145	146	471.8	470.75	22.260	4.72	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	779.10	0.07791	0.07791	12	0.64	0.0498624	0.0498624	8	181.0564	25.0775168	0.0815367	0.60214	0.193	2.5381	CUMPLE	1.50	1.50	20.76	470.30	469.15	1.50	1.60	0.60	20.71	19.09
3	Continuidad	146	147	470.75	469.47	14.990	8.54	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	524.65	0.052465	0.130375	12	0.64	0.08344	0.08344	8.098431683	179.5834	41.6234434	0.10297366	0.643684	0.216	3.5659	CUMPLE	1.50	1.50	13.49	469.12	467.84	1.63	1.63	0.60	14.64	13.54
	Continuidad	147	148	469.47	468.8	38.610	1.74	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	1351.35	0.135135	0.26551	12	0.64	0.1699264	0.1699264	8.278890201	176.9731	83.534453	0.45040229	0.973393	0.47	2.4742	CUMPLE	1.50	1.50	37.11	467.81	467.07	1.66	1.73	0.60	39.25	36.43
3	Continuidad	148	149	468.8	467.86	41.495	2.27	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	1452.33	0.1452325	0.4107425	12	0.64	0.2628752	0.2628752	8.558404902	173.1829	126.459726	0.60986286	1.048517	0.563	2.9798	CUMPLE	1.50	1.50	40.00	467.02	466.02	1.78	1.84	0.60	45.12	42.09
	Continuidad	149	150	467.86	466.93	41.495	2.24	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	1452.33	0.1452325	0.555975	12	0.64	0.355824	0.355824	8.790498089	170.2235	168.248895	0.81139471	1.11355	0.683	3.1646	CUMPLE	1.50	1.50	40.00	465.99	464.99	1.87	1.94	0.60	47.48	44.45
3	Continuidad	150	143	466.93	465.32	16.999	9.47	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	594.97	0.0594965	0.6154715	12	0.64	0.39390176	0.39390176	8.880025443	169.1367	185.06461	0.51527931	1.00671	0.508	4.9553	CUMPLE	1.50	1.50	15.50	464.96	463.80	1.97	1.52	0.60	17.83	16.59
	Inicial	157	158	470.58	468.14	68.330	3.57	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	2391.55	0.239155	0.239155	12	0.64	0.1530592	0.1530592	9	170.0827	72.3131349	0.27570024	0.85294	0.358	3.0661	CUMPLE	1.50	1.50	66.83	469.08	466.40	1.50	1.74	0.60	66.47	61.49
3	Continuidad	158	159	468.14	467.78	28.560	1.26	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	999.60	0.09996	0.339115	12	0.64	0.2170336	0.2170336	9.155246503	168.1439	101.369088	0.54656334	1.022003	0.527	2.5978	CUMPLE	1.50	1.50	27.06	466.37	465.83	1.77	1.95	0.60	31.85	29.77
	Continuidad	159	160	467.78	467	16.950	4.60	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	593.25	0.059325	0.39844	12	0.64	0.2550016	0.2550016	9.26399284	166.8398	118.178899	0.45056754	0.973393	0.47	3.4991	CUMPLE	1.50	1.50	15.45	465.80	465.18	1.98	1.8			

SUBDIVISION	Tipo tramo	De PV	APV	TERRENO		SUPERFICIE			FACTORES					FUTURO										Pozo				Ancho	Excavacion (m³)	Relleno (m³)						
				Cotas de Terreno		Dist	Pendiente	SUPERFICIE ₁	SUPERFICIE ₂	Impermeabilidad	Area (m2)	Area (ha)	Area cu	ϕ	Coe "C" Futuro	*(Area °C) Futuro	Σ	Timp Concentraci Futuro	Intendencia Futura 25a	q (l/s)	q/Q	v/v	d/D	v	ϕ pozo Inicial	Final	Dist Horizontal entre pozos				Cota invert		Profundidad de Pozo			
				Inicio	Final																										Inicial	Final	Inicial	Final		
				Inicial	Final																										Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
1	Inicial	127	128	480.18	480.01	18.018	0.94	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	630.63	0.063063	0.063063	12	0.64	0.04036032	0.04036032	13	138.7708	15.5578681	0.11863151	0.671122	0.232	1.2063	CUMPLE	1.50	1.50	16.52	478.68	478.51	1.50	1.50	0.60	16.24	14.93	
	Continuidad	128	129	480.01	479.2	17.417	4.65	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	609.60	0.0609595	0.1240225	12	0.64	0.0793744	0.0793744	13	134.24064895	136.9907	30.2043184	0.10299923	0.643684	0.216	2.5870	CUMPLE	1.50	1.50	15.92	478.48	477.68	1.53	1.52	0.60	15.91	14.64
	Continuidad	129	130	479.2	478.92	28.002	1.00	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	980.07	0.098007	0.2220295	12	0.64	0.14209888	0.14209888	135.6918	53.5601636	0.3334619	0.898821	0.397	1.9786	CUMPLE	1.50	1.50	26.50	477.65	477.26	1.53	1.66	0.60	26.96	24.92		
	Continuidad	130	131	478.92	477.52	11.130	12.58	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	389.55	0.038955	0.2609845	12	0.64	0.16703008	0.16703008	135.0384	62.654082	0.13250359	0.692597	0.245	4.4884	CUMPLE	1.50	1.50	9.63	477.23	475.97	1.69	1.55	0.60	10.81	10.00		
Continuidad	131	4	477.52	476.61	19.972	7.11	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	699.02	0.069902	0.3308865	12	0.64	0.21176736	0.21176736	134.5211	79.1310485	0.20302625	0.801131	0.318	3.9434	CUMPLE	1.50	1.50	18.47	475.94	474.56	1.58	1.54	0.60	18.67	17.21			
2	Inicial	115	116	481.93	477.65	66.208	6.46	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	2317.28	0.231728	0.231728	12	0.64	0.14830592	0.14830592	7	194.0130	79.925756	0.23034972	0.811897	0.326	3.8609	CUMPLE	1.50	1.50	64.71	480.43	475.90	1.50	1.75	0.60	64.73	59.90	
	Continuidad	116	117	477.65	477	19.910	3.26	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	696.85	0.069685	0.301413	12	0.64	0.19290432	0.19290432	7.085947531	192.4826	103.140926	0.39323393	0.939416	0.435	3.3769	CUMPLE	1.50	1.50	18.41	475.87	475.13	1.78	1.87	0.60	21.83	20.38	
	Continuidad	117	118	477	476.46	15.500	3.48	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	542.50	0.05425	0.355663	12	0.64	0.22762432	0.22762432	8.139671029	178.6991	117.989627	0.40614609	0.947466	0.443	3.6125	CUMPLE	1.50	1.50	14.00	475.10	474.47	1.90	1.99	0.60	18.10	16.96	
	Continuidad	118	119	476.46	475.29	39.370	2.97	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	1377.95	0.137795	0.493458	12	0.64	0.31581312	0.31581312	8.373071361	175.6845	154.120751	0.55399369	1.025108	0.531	3.9085	CUMPLE	1.50	1.50	37.87	474.44	472.74	2.02	2.55	0.60	54.04	51.17	
	Continuidad	119	120	475.29	473.14	22.561	9.53	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	789.64	0.0789635	0.5724215	12	0.64	0.36634976	0.36634976	8.469275679	174.3891	177.465302	0.49411964	0.996585	0.496	4.9055	CUMPLE	1.50	1.50	21.06	472.71	471.13	2.58	2.01	0.60	31.13	29.48	
	Continuidad	120	121	473.14	472.24	29.001	3.10	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	1051.04	0.1051035	0.673925	12	0.64	0.431312	0.431312	8.567808315	173.0840	207.369983	0.91292526	1.133473	0.75	3.5286	CUMPLE	1.50	1.50	27.50	471.10	470.27	2.04	1.97	0.60	34.92	32.81	
Continuidad	121	8	472.24	471.14	28.800	3.82	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	1008.00	0.1008	0.774725	12	0.64	0.495824	0.495824	8.703837715	171.3890	236.05212	0.89996966	1.131532	0.741	4.0676	CUMPLE	1.50	1.50	27.30	470.24	469.15	2.00	1.99	0.60	34.48	32.38		
3	Inicial	112	113	475.64	474.6	51.332	2.03	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	1796.62	0.179662	0.179662	12	0.64	0.11498368	0.11498368	10	160.6464	51.3103123	0.24744838	0.827661	0.338	2.3521	CUMPLE	1.50	1.50	49.83	474.14	472.89	1.50	1.71	0.60	49.52	45.77	
	Continuidad	113	114	474.6	473.33	28.783	4.41	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	1007.41	0.1007405	0.2804205	12	0.64	0.1794576	0.1794576	10.20395092	158.4589	78.990728	0.28393558	0.860288	0.364	3.2801	CUMPLE	1.50	1.50	27.28	472.86	471.63	1.74	1.70	0.60	29.69	27.59	
	Continuidad	114	9	473.33	470.48	36.400	7.83	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	1274.00	0.1274	0.4078025	12	0.64	0.2609936	0.2609936	10.38890476	156.5398	113.488577	0.30595469	0.878192	0.379	4.4645	CUMPLE	1.50	1.50	34.90	471.60	468.81	1.73	1.67	0.60	37.11	34.46	
4	Inicial	110	111	472.79	471.1	6.280	26.91	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	219.80	0.02198	0.02198	12	0.64	0.0140672	0.0140672	5	228.7860	8.93994196	0.01136144	0.331034	0.074	3.5699	CUMPLE	1.50	1.50	4.78	471.29	469.56	1.50	1.54	0.60	5.73	5.27	
	Continuidad	111	10	471.1	469.41	23.660	7.14	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	828.10	0.08281	0.10479	12	0.64	0.0670656	0.0670656	5.110459479	225.7053	42.0473848	0.11335585	0.626267	0.227	3.3688	CUMPLE	1.50	1.50	22.16	469.53	467.76	1.57	1.65	0.60	22.81	21.09	
5	Inicial	105	106	474.43	474.05	11.714	3.24	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	409.99	0.040999	0.040999	12	0.64	0.02623936	0.02623936	9	170.0827	12.3968398	0.04726405	0.510407	0.147	1.8348	CUMPLE	1.50	1.50	10.21	472.93	472.52	1.50	1.53	0.60	10.68	9.82	
	Continuidad	106	107	474.05	473.63	33.092	1.27	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	1158.22	0.115822	0.156821	12	0.64	0.10036544	0.10036544	9.30059967	166.3347	46.3729428	0.22363749	0.805193	0.321	2.2883	CUMPLE	1.50	1.50	31.59	472.49	471.70	1.56	1.93	0.60	34.71	32.30	
	Continuidad	107	108	473.63	472.73	35.602	2.53	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	1246.07	0.124607	0.281428	12	0.64	0.18011392	0.18011392	9.559908021	163.2962	81.6997518	0.35967485	0.91747	0.414	2.8562	CUMPLE	1.50	1.50	34.10	471.67	470.64	1.96	2.09	0.60	43.25	40.65	
	Continuidad	108	109	472.73	472.56	39.601	0.43	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	1386.04	0.1386035	0.4200315	12	0.64	0.26882016	0.26882016	9.790989828	160.7245	120.016656	0.57879061	1.035662	0.545	2.9432	CUMPLE	1.50	1.50	38.10	470.61	469.66	2.12	2.90	0.60	59.58	56.69	
Continuidad	109	11	472.56	468.61	39.601	9.97	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	1386.04	0.1386035	0.558635	14	0.64	0.3575264	0.3575264	10.01523867	158.3610	157.272886	0.27269023	0.85294	0.358	4.9533	CUMPLE	1.50	1.50	38.10	469.61	466.37	2.95	2.24	0.60	61.63	57.70		
6	Inicial	102	103	476.22	471.09	48.580	10.56	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	1700.30	0.17003	0.17003	12	0.64	0.1088192	0.1088192	5	228.7860	69.15643	0.15222707	0.721193	0.263	4.4903	CUMPLE	1.50	1.50	47.08	474.72	469.07	1.50	2.02	0.60	51.43	47.89	
	Continuidad	103	104	471.09	467.85	78.250	4.14	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	2738.75	0.273875	0.443905	12	0.64	0.2840992	0.2840992	5.290438592	221.0236	174.423973	0.59480023	1.042093	0.555	4.1915	CUMPLE	1.50	1.50	76.75	469.04	465.20	2.05	2.65	0.60	110.48	104.77	
	Continuidad	104	12	467.85	465.08	24.320	11.39	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	851.20	0.08512	0.529025	14	0.64	0.338576	0.338576	5.387143107	218.6540	205.6416237	0.39290466	0.939416	0.435	4.9508	CUMPLE	1.50	1.50	22.82	465.15	463.55	2.70	1.53	0.60	30.88	28.47	
7	Inicial	98	99	470	469.5	13.820	3.62	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	483.70	0.04837	0.04837	12	0.64	0.0309568	0.0309568	9	170.0827	14.625604	0.05257236	0.527293	0.155	2.0105	CUMPLE	1.50	1.50	12.32	468.50	467.94	1.50	1.56	0.60	12.70	11.69	
	Continuidad	99	100	469.5	467.2	25.140	9.15	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	879.90	0.08799	0.13636	12	0.64	0.0872704	0.0872704	9.208410268	167.4567	40.5944914	0.1004281	0.640173	0.214	3.5465	CUMPLE	1.50	1.50	23.64	467.91	465.67	1.59	1.53	0.60	23.56	21.73	
	Continuidad	100	101	467.2	466.56	12.581	5.09	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	440.34	0.0440335	0.1803935	12	0.64	0.11545184	0.11545184	9.267534854	166.7344	53.4716615	0.17385704	0.750026	0.282	3.1615	CUMPLE	1.50	1.50	11.08	465.64	465.03	1.56	1.53	0.60	11.70	10.78	
	Continuidad	101	97	466.56	465.93	18.630	3.38	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	652.05	0.065205	0.2459885	12	0.64	0.15718304	0.15718304	9.365747473	165.5575	72.2856601	0.29642398	0.868725	0.371	3.9211	CUMPLE	1.50	1.50	17.13	465.00	464.40	1.56	1.53	0.60	17.32	15.96	
	Continuidad	97	13	465.93	463.54	52.750	4.53	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	1846.25	0.184625	0.4302235	12	0.64	0.27534304	0.27534304	9.666714019	162.0989	123.979987	0.42278205	0.95729	0.453	3.8474	CUMPLE	1.50	1.50	51.25	464.11	461.55	1.82	1.99	0.60	60.23	56.39	
8	Inicial	132	133	473.86	473.82	15.256	0.26	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	536.96	0.053696	0.053696	12	0.64	0.03417344	0.03417344	13	138.7708	31.729846	0.082014	0.62014	0.193	3.3255	CUMPLE	1.50	1.50	13.76	472.36	472.15	1.50	1.67	0.60	14.54	13.42	
	Continuidad	133	134	473.82	473.36	27.043	1.70	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	946.51	0.0946505	0.1480465	12	0.64	0.09474976	0.09474976	13.34003519	136.2631	95.8635987	0.2322843	0.805193	0.321	3.7725	CUMPLE	1.50	1.50	25.54	472.12	471.74	1.70	1.				

RAMAL	SUBDIVISION	Tipo tramo	De PV	APV	TERRENO					FACTORES												FUTURO					Pozo											
					Cotas de Terreno		Dist	Pendiente	SUPERFICIE ₁		CTU											Ø pozo Inicial	q Final	Dist Horizontal entre pozos	Cota Invert		Profundidad de Pozo		Ancho Zanja	Excavacion (m³)	Relleno (m³)							
					Inicio	Final			Impermeabilidad	Area (m2)	Area (ha)	Area cu	Ø	Coe "C" Ponderado Futuro	♦(Area °C) Futuro	Σ	Tempo Concentracion FUTURO	Intencidad Futura 25a	q (l/s)	q/Q	v/v				d/D	v	Inicial	Final				Inicial	Final					
1	1	Inicial	1	2	478.91	477.61	12.048	10.79	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	421.68	0.042168	0.042168	12	0.64	0.02698752	0.02698752	5	228.7860	17.1510224	0.03627173	0.473014	0.13	3.0654	CUMPLE	1.50	1.50	10.55	477.41	476.03	1.50	1.58	0.60	11.14	10.26		
		Continuidad	2	3	477.61	478.2	88.020	-0.67	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	3080.70	0.30807	0.350238	14	0.64	0.22415232	0.22415232	5.478572562	216.2018	134.617057	0.55562227	1.025878	0.532	2.5027	CUMPLE	1.50	1.50	86.52	475.98	474.69	1.63	3.51	0.60	135.77	127.02		
		1	1	Continuidad	3	4	478.2	476.1	95.670	2.20	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	3348.45	0.334845	0.685083	14	0.64	0.43845312	0.43845312	6.115683904	202.4345	246.550088	0.7882434	1.107851	0.669	3.4891	CUMPLE	1.50	1.50	94.17	474.66	472.30	3.54	3.80	0.60	210.77	201.27
				Continuidad	4	5	476.1	474.4	40.990	4.15	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	1434.65	0.143465	0.828548	16	0.64	0.53027072	0.53027072	13.78476516	133.1889	196.183878	0.28357483	0.860288	0.364	4.5883	CUMPLE	1.50	1.50	39.49	472.25	469.88	3.85	4.52	0.60	102.91	97.59
				Continuidad	5	6	474.4	473.55	23.690	3.59	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	829.15	0.082915	0.911463	16	0.64	0.58333632	0.58333632	13.870818	132.6153	214.887009	0.35866079	0.916395	0.413	4.2327	CUMPLE	1.50	1.50	22.19	469.85	468.85	4.55	4.70	0.60	65.72	62.64
				Continuidad	6	7	473.55	472.55	28.970	3.45	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	1013.95	0.101395	1.012858	16	0.64	0.64822912	0.64822912	13.98489002	131.8664	237.443373	0.39630887	0.941445	0.437	4.3484	CUMPLE	1.50	1.50	27.47	468.82	467.59	4.73	4.96	0.60	84.23	80.47
				Continuidad	7	8	472.55	471.14	13.200	10.68	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	462.00	0.0462	1.059058	16	0.64	0.67779712	0.67779712	14.03548324	131.5388	247.657205	0.50625617	1.002535	0.503	3.7808	CUMPLE	1.50	1.50	11.70	467.56	467.21	4.99	3.93	0.60	35.36	33.64
				Continuidad	8	9	471.14	470.48	43.910	1.50	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	1536.85	0.153685	1.212743	16	0.64	0.77615552	0.77615552	14.22904648	130.3103	280.947411	0.70388202	1.082822	0.618	3.3343	CUMPLE	1.50	1.50	42.41	467.18	466.33	3.96	4.15	0.60	106.94	101.24
				Continuidad	9	10	470.48	469.41	65.200	1.64	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	2282.00	0.2282	1.440943	16	0.64	0.92220352	0.92220352	14.55495456	128.3333	328.748517	0.82305488	1.116207	0.68	3.4371	CUMPLE	1.50	1.50	63.70	466.30	465.02	4.18	4.39	0.60	167.63	159.17
				Continuidad	10	11	469.41	468.61	43.900	1.82	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	1536.50	0.15365	1.594593	18	0.64	1.02053952	1.02053952	14.76782943	127.0978	360.301041	0.5379949	1.018066	0.522	4.1531	CUMPLE	1.50	1.50	42.40	464.97	463.70	4.44	4.91	0.60	123.11	115.90
				Continuidad	11	12	468.61	465.08	41.600	8.49	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	1456.00	0.1456	1.740193	18	0.64	1.11372352	1.11372352	14.93477993	126.1271	390.196394	0.50457592	1.001693	0.502	4.7184	CUMPLE	1.50	1.50	40.10	463.67	462.07	4.94	3.01	0.60	99.26	92.43
				Continuidad	12	13	465.08	463.54	33.600	4.58	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	1176.00	0.1176	1.857793	20	0.64	1.18898752	1.18898752	15.05345903	125.4479	414.322073	0.38140388	0.932233	0.428	4.9965	CUMPLE	1.50	1.50	32.10	462.02	460.57	3.06	2.97	0.60	60.82	54.01
				Continuidad	13	14	463.54	461.31	33.740	6.61	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	1180.90	0.11809	1.975883	20	0.64	1.26456512	1.26456512	15.16600431	124.8078	438.410065	0.42805918	0.961147	0.457	4.8569	CUMPLE	1.50	1.50	32.24	460.54	459.25	3.00	2.06	0.60	51.19	44.36
				Continuidad	14	15	461.31	458.47	61.990	4.58	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	2169.65	0.216965	2.192848	20	0.64	1.40342272	1.40342272	15.37872747	123.6227	481.930479	0.47055207	0.983411	0.482	4.9694	CUMPLE	1.50	1.50	60.49	459.22	456.80	2.09	1.67	0.60	69.87	57.30
				Continuidad	15	16	458.47	458.32	7.010	2.14	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	245.35	0.024535	2.217383	20	0.64	1.41912512	1.41912512	17.25858925	114.4453	451.144917	0.55718492	1.026646	0.533	4.1013	CUMPLE	1.50	1.50	5.51	456.47	456.33	2.00	1.99	0.60	8.40	6.98
				Continuidad	16	17	458.32	456	84.390	2.75	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	2953.65	0.295365	2.512748	20	0.64	1.60815872	1.60815872	17.60152534	112.9352	504.493714	0.56878538	1.031949	0.59	4.5160	CUMPLE	1.50	1.50	82.89	456.30	453.81	2.02	2.19	0.60	106.60	89.50
				Continuidad	17	18	456	455.57	64.120	0.67	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	2244.20	0.22442	2.737168	22	0.64	1.75178752	1.75178752	17.83816503	111.9256	544.624163	0.82483998	1.116942	0.692	3.0072	CUMPLE	1.50	1.50	62.62	453.76	453.13	2.24	2.44	1.20	179.87	164.14
				Continuidad	18	19	455.57	454.57	57.390	1.74	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	2008.65	0.200865	2.938033	22	0.64	1.88034112	1.88034112	18.15623955	110.6250	577.813024	0.61879262	1.052624	0.569	4.0079	CUMPLE	1.50	1.50	55.89	453.10	451.99	2.47	2.58	1.20	173.87	159.79
				Continuidad	19	20	454.57	452.78	106.190	1.69	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	3716.65	0.371665	3.309698	22	0.64	2.11820672	2.11820672	18.59781939	108.8537	640.485117	0.68590954	1.077144	0.608	4.1013	CUMPLE	1.50	1.50	104.69	451.96	449.86	2.61	2.92	1.20	352.39	326.35
				Continuidad	20	21	452.78	451.54	84.680	1.46	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	2963.80	0.29638	3.606078	22	0.64	2.30788992	2.30788992	18.94193937	107.5301	689.354464	0.73824479	1.093929	0.639	4.1652	CUMPLE	1.50	1.50	83.18	449.83	448.17	2.95	3.37	1.20	321.02	300.25
				Continuidad	21	22	451.54	449.66	38.110	4.93	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	1333.85	0.133385	3.739463	22	0.64	2.39325632	2.39325632	19.09443333	106.9590	711.056358	0.62175057	1.0533	0.57	4.9118	CUMPLE	1.50	1.50	36.61	448.14	447.04	3.40	2.62	1.20	137.66	128.31
				Continuidad	22	23	449.66	448.23	45.280	3.16	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	1584.80	0.15848	3.897943	22	0.64	2.49468352	2.49468352	19.24807588	106.3864	737.223018	0.64463081	1.062501	0.584	4.9547	CUMPLE	1.50	1.50	43.78	447.01	445.70	2.65	2.53	1.20	140.78	129.68
		Continuidad	23	24	448.23	447.57	20.620	3.20	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	721.70	0.07217	3.970113	22	0.64	2.54087232	2.54087232	19.31743707	106.1308	749.068836	0.65498884	1.066296	0.59	4.9724	CUMPLE	1.50	1.50	19.12	445.67	445.09	2.56	2.48	1.20	62.34	57.28		
		Continuidad	24	25	447.57	446.5	40.760	2.63	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	1426.60	0.14266	4.112773	22	0.64	2.63217472	2.63217472	19.45405685	105.6320	772.33871	0.73979364	1.09443	0.64	4.6590	CUMPLE	1.50	1.50	39.14	445.06	444.09	2.51	2.41	1.20	120.34	110.35		
		Continuidad	25	26	446.5	446.37	104.340	0.12	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	3651.90	0.36519	4.477963	26	0.64	2.86589632	2.86589632	19.82731616	104.3087	830.383446	0.80553244	1.112372	0.68	3.3477	CUMPLE	1.75	1.75	102.59	443.98	442.96	2.52	3.41	1.20	371.13	335.39		
		Continuidad	26	27	446.37	446.85	23.070	-2.08	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	807.45	0.080745	4.558708	26	0.64	2.91757312	2.91757312	19.94217072	103.9121	842.142468	0.81693955	1.115084	0.687	3.3559	CUMPLE	1.75	1.75	21.32	442.93	442.71	3.44	4.14	1.20	104.89	96.98		
1	2	Inicial	28	29	466.74	466.83	54.310	-0.17	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	1900.85	0.190085	0.190085	12	0.64	0.1216544	0.1216544	13	138.7708	46.8946509	0.35758004	0.916395	0.413	1.6471	CUMPLE	1.50	1.50	52.81	465.24	464.71	1.50	2.12	0.60	59.11	55.14		
		Continuidad	29	30	466.83	465.91	66.780	1.38	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	2337.30	0.23373	0.423815	12	0.64	0.2712416	0.2712416	13.67573405	133.9688	100.938646	0.62843708	1.055978	0.574	2.3245	CUMPLE	1.50	1.50	65.28	464.68	463.70	2.15	2.21	0.60	87.45	82.58		
		Continuidad	30	31	465.91	463.02	56.070	5.15	CONCRETO	ZONAS VERDES	75	1962.45	0.196245	0.62006	12	0.64	0.3968384	0.3968384	14.07774896	131.3507	144.791706	0.47077381	0.983411	0.482	4.1453	CUMPLE	1.50	1.50	54.57	463.6								

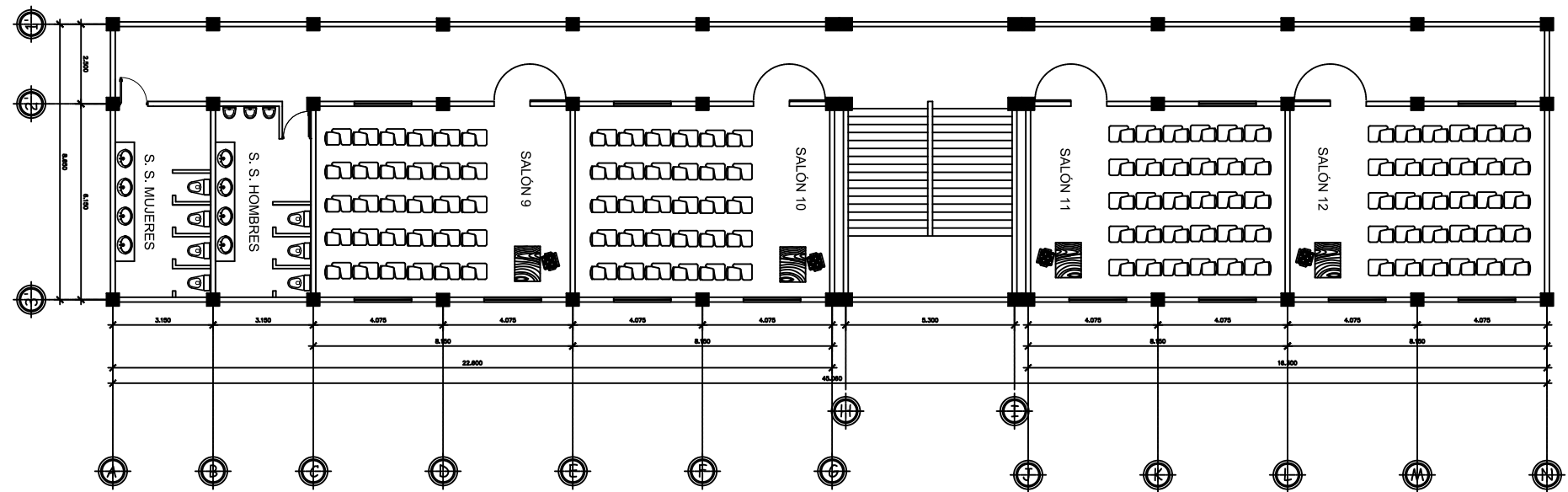
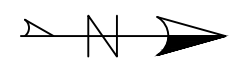
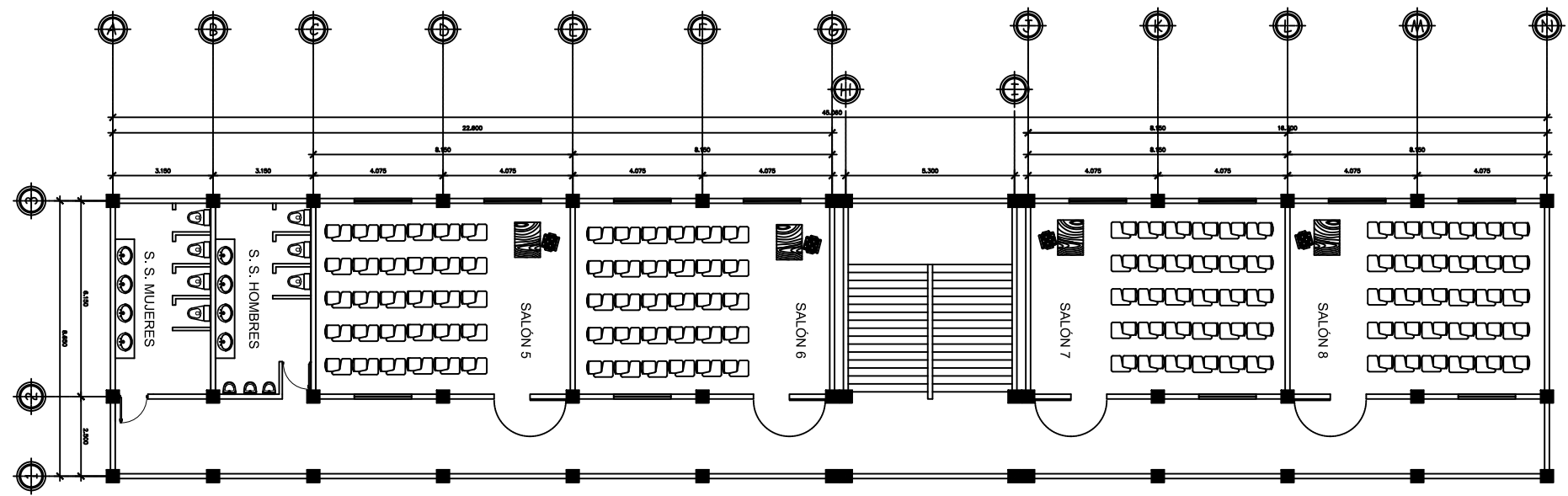
Apéndice 2. **Planos de un edificio escolar de dos niveles**

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.



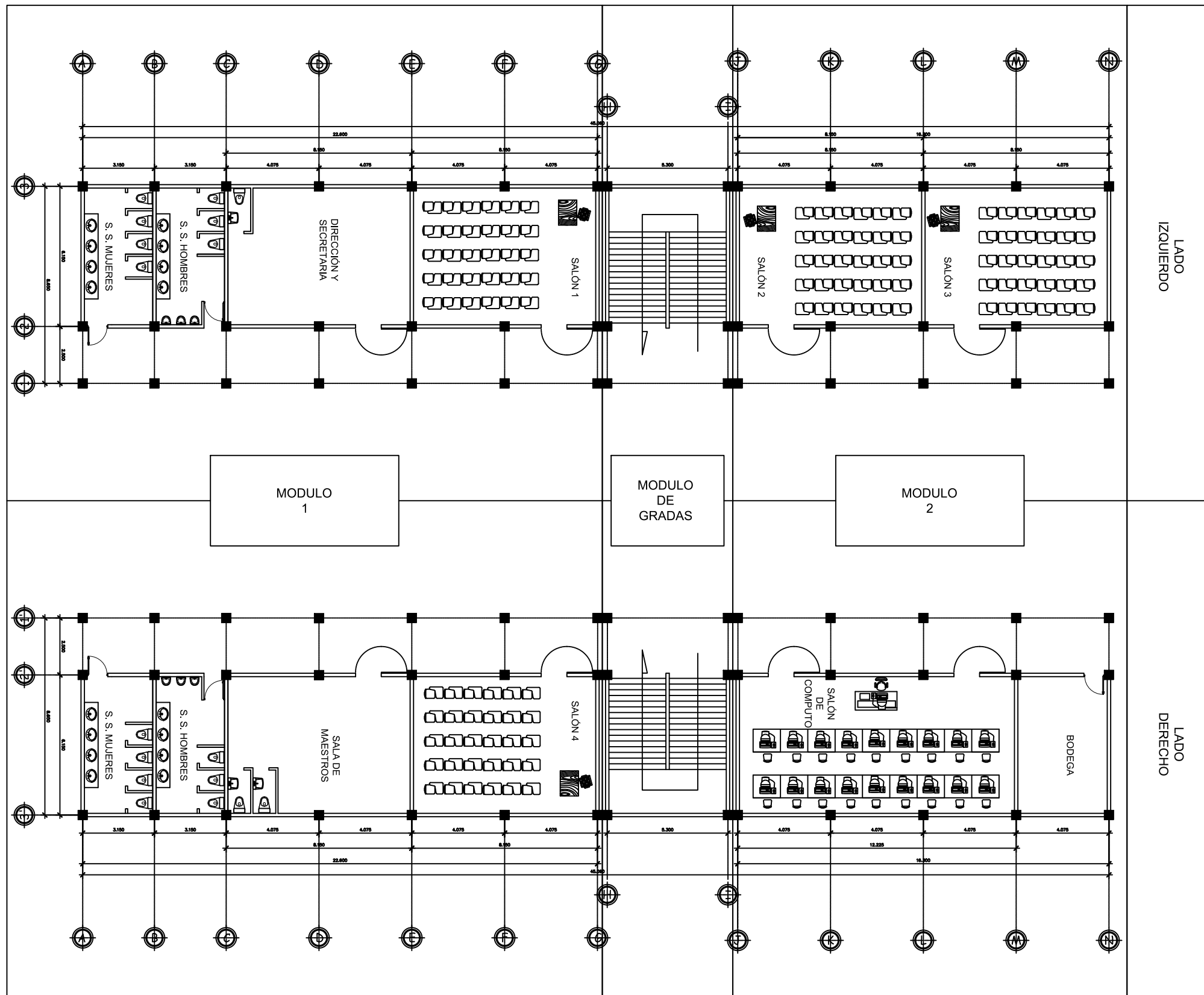
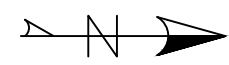
PLANTA PRIMER NIVEL

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR		PROGRAMA: EPS USAC 2017	
PLANTA AMUEBLADA		ESCALA: 1:200	
		FECHA: 2017	
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA		
ASESORIA: DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS, USAC		
DIBUJO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	FIRMA:		
			1
			35




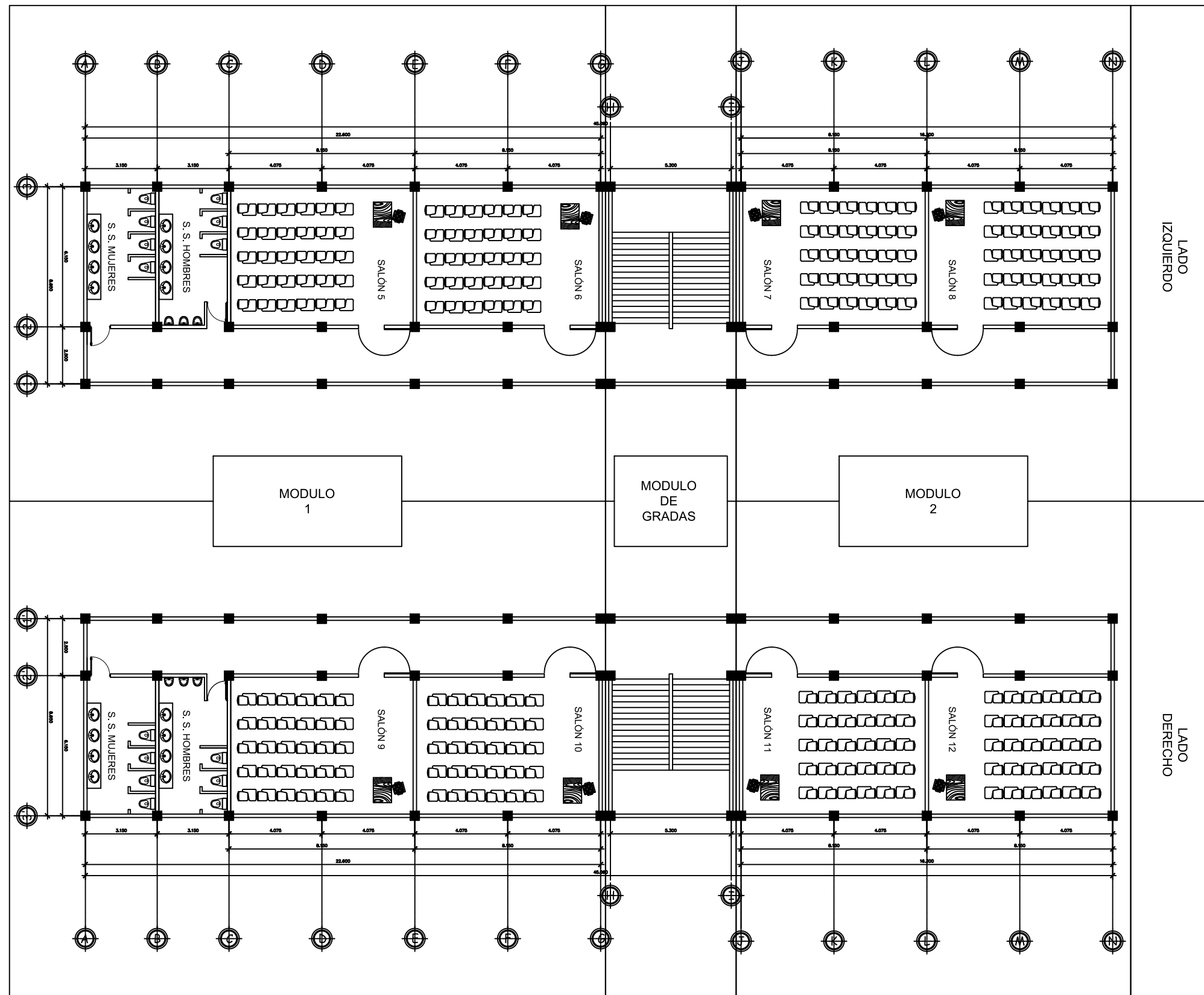
PLANTA SEGUNDO
NIVEL

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR		PROGRAMA: EPS USAC 2017	
PLANTA AMUEBLADA		ESCALA: 1:150	
		FECHA: 2017	
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	<div style="text-align: center; font-size: 2em; font-weight: bold;">2</div>	
ASESORIA: DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS. USAC		
DIBUJO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	FIRMA:		
		35	




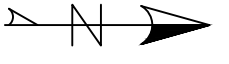
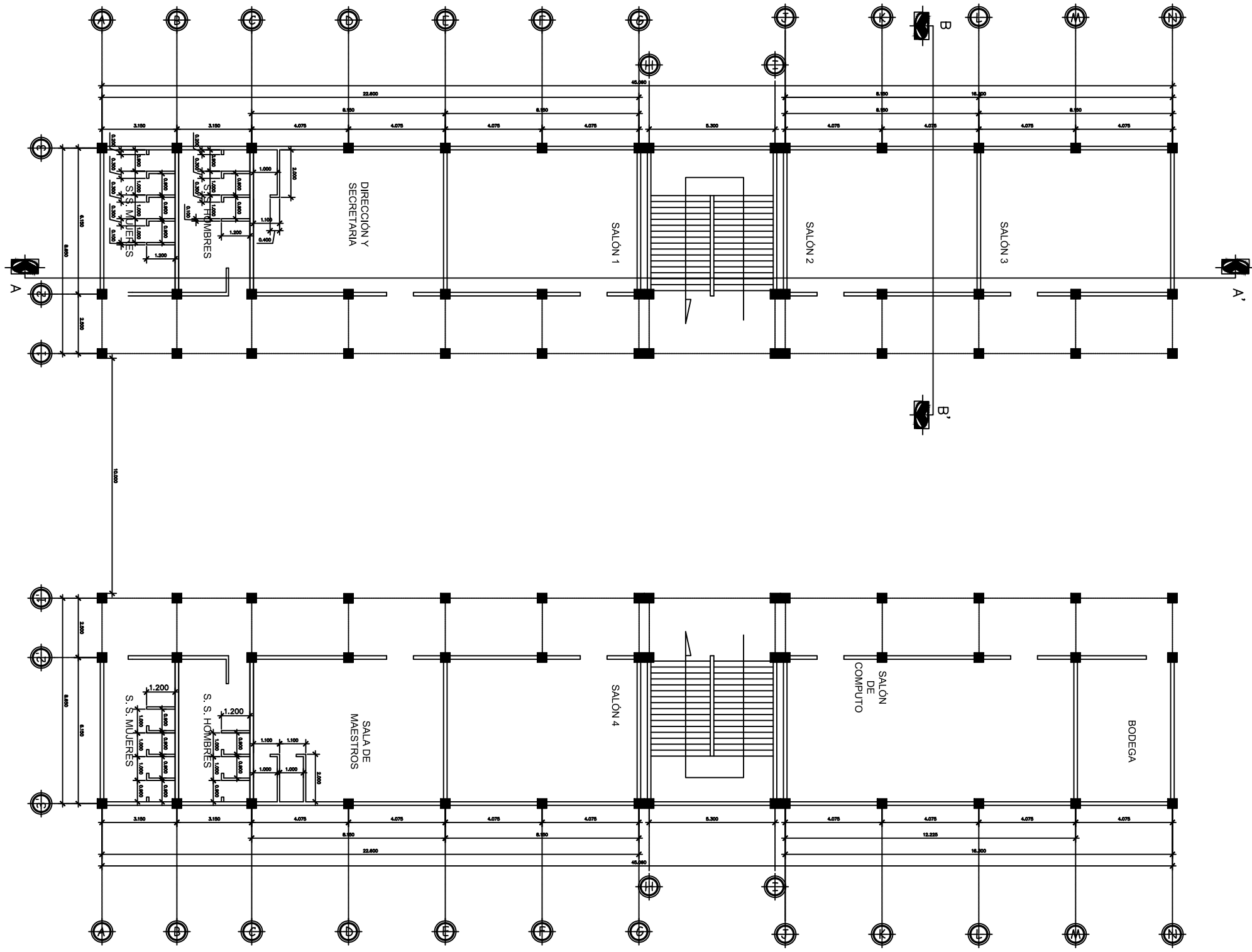
PLANTA PRIMER NIVEL

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		PROGRAMA:	EPS USAC 2017
		PROYECTO:	EDIFICIO ESCOLAR
DISTRIBUCIÓN DE MÓDULOS		ESCALA:	1:200
		FECHA:	2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO:	MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	DIBUJO Y CALCULO HIDRÁULICO:	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA
ASESORIA:	DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	SUPERVISOR:	UNIDAD DE EPS. USAC
DIBUJO:	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	FIRMA:	
			3
			35



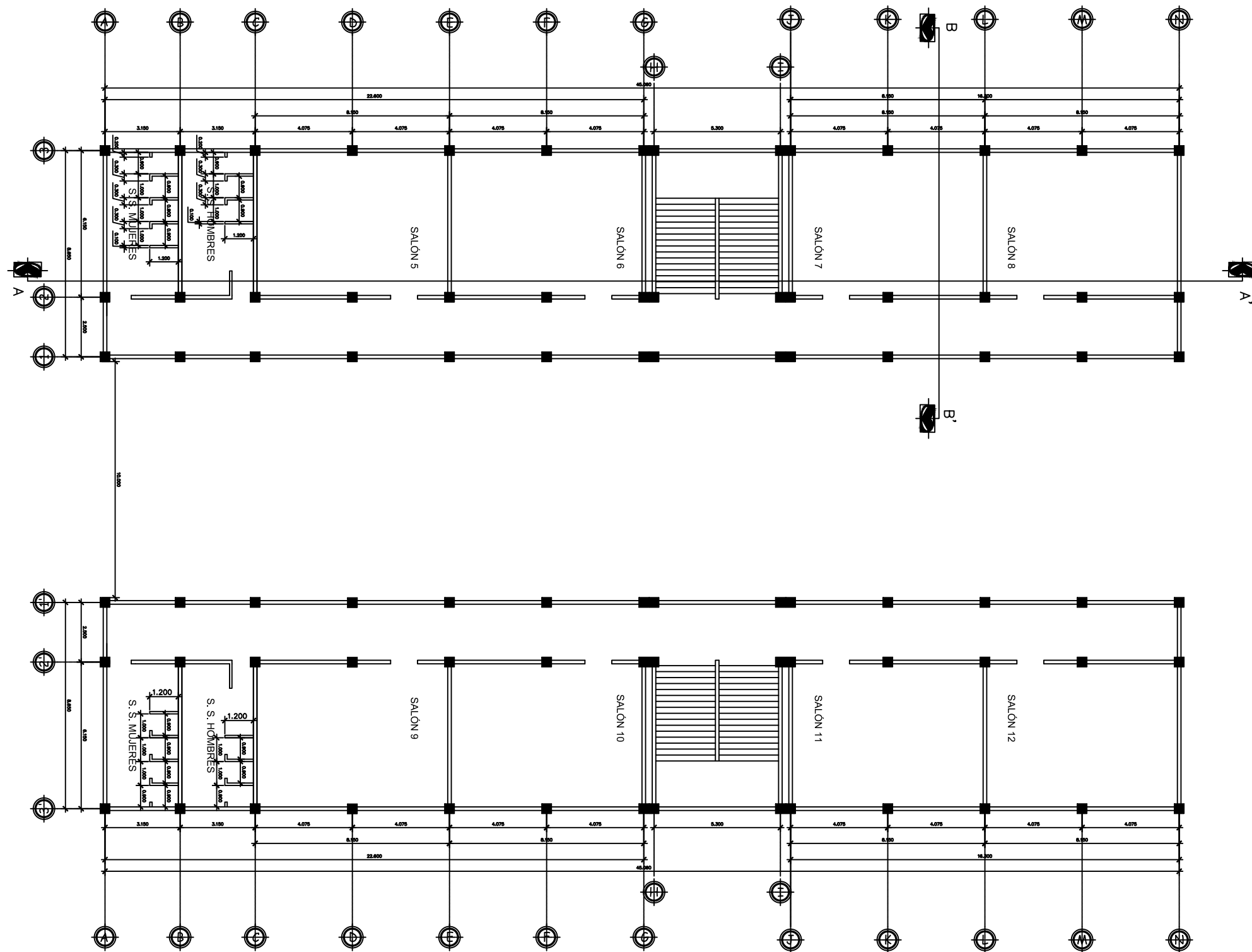
PLANTA SEGUNDO
NIVEL

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR		PROGRAMA: EPS USAC 2017	
DISTRIBUCIÓN DE MÓDULOS		ESCALA: 1:200	
		FECHA: 2017	
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	DIBUJO Y CALCULO HIDRÁULICO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	<div style="text-align: center; font-size: 2em; font-weight: bold;">4</div>	
ASESORIA: DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS, USAC		
DIBUJO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	FIRMA:		
		35	




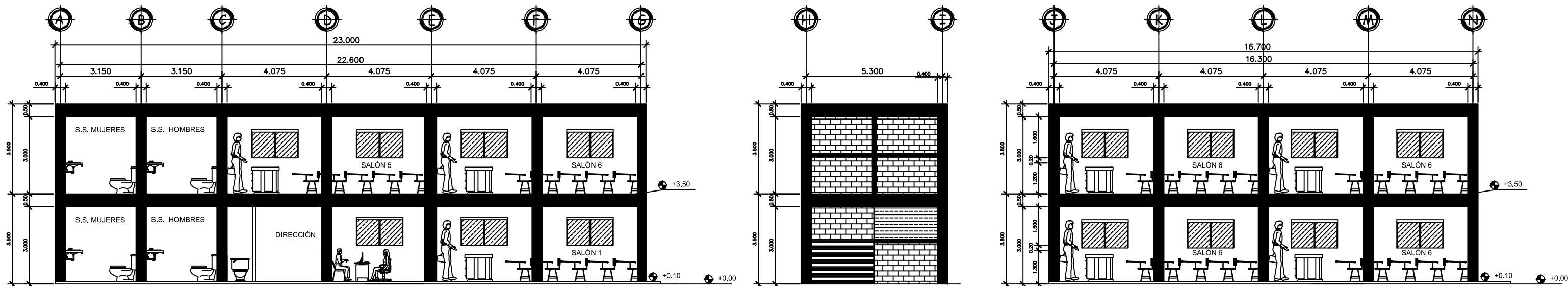
PLANTA PRIMER NIVEL

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
		PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR	PROGRAMA: EPS USAC 2017
PLANTA ACOTADA		ESCALA: 1:200	5
		FECHA: 2017	
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	35	
ASESORIA: DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS. USAC		
DIBUJO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	FIRMA:		

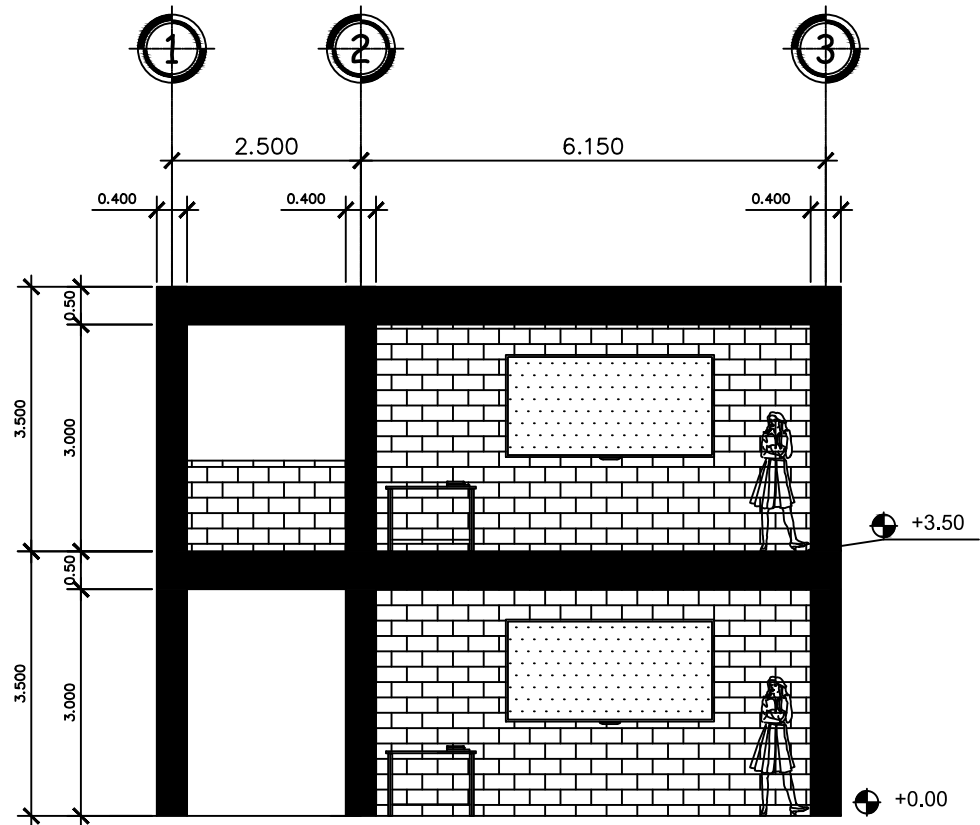


PLANTA SEGUNDO
NIVEL

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR		PROGRAMA: EPS USAC 2017	
PLANTA ACOTADA		ESCALA: 1:200	
		FECHA: 2017	
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA		
ASESORIA: DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS. USAC		
DIBUJO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	FIRMA:		
			6
			35

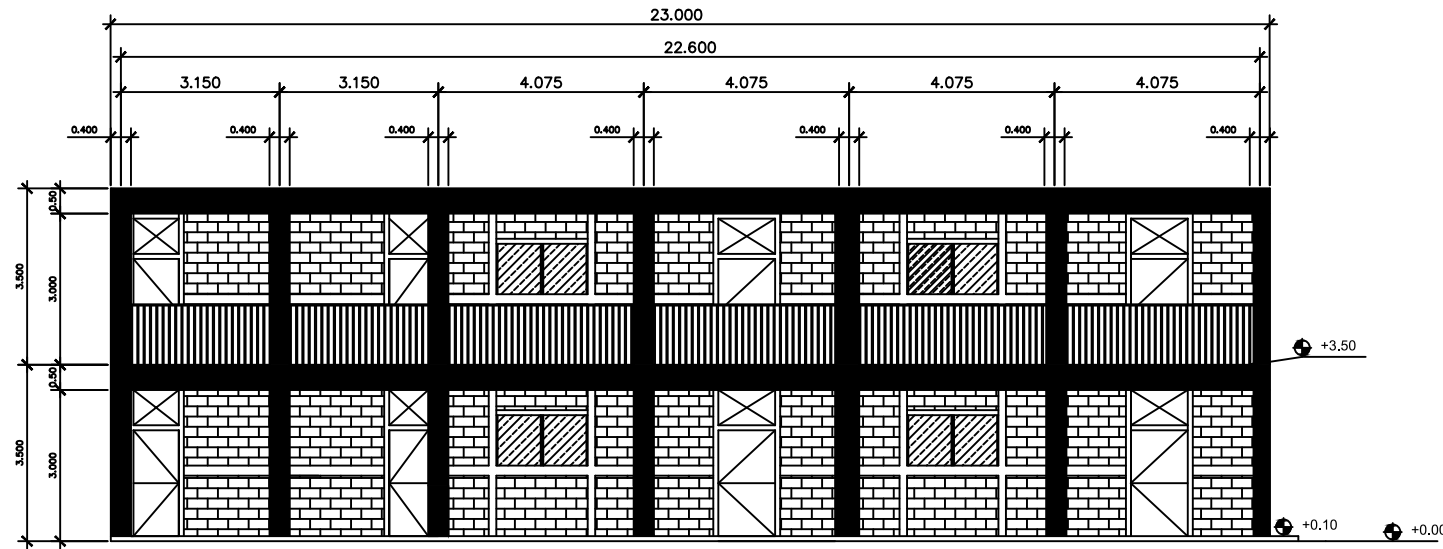


SECCION A-A'

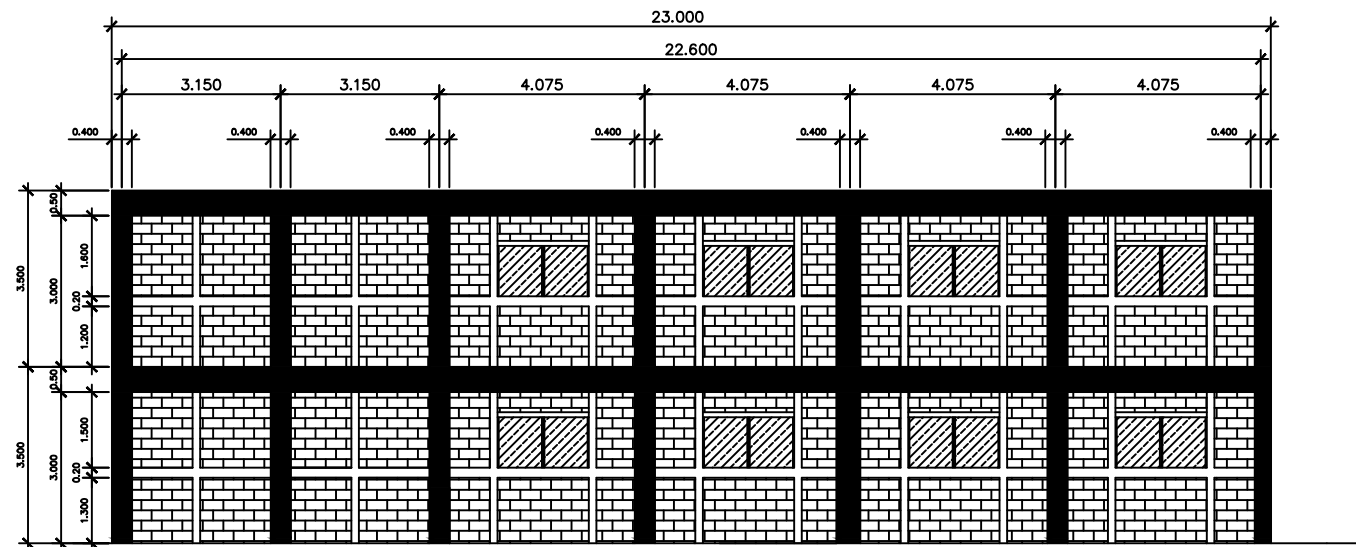


SECCION B-B'

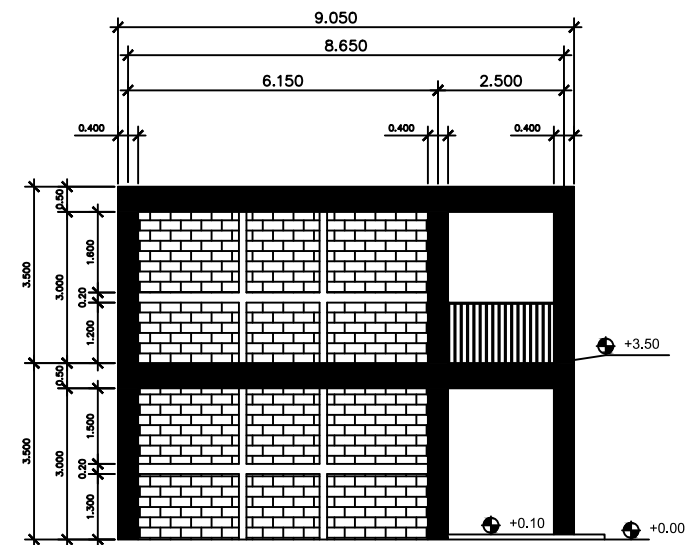
		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO:	EDIFICIO ESCOLAR	PROGRAMA:	EPS USAC 2017
SECCIONES		ESCALA:	1:150
		FECHA:	2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO:	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA
ASESORIA:	DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	SUPERVISOR:	UNIDAD DE EPS. USAC
DIBUJO:	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	FIRMA:	
			7
			35




ELEVACIÓN FRONTAL MODULO //

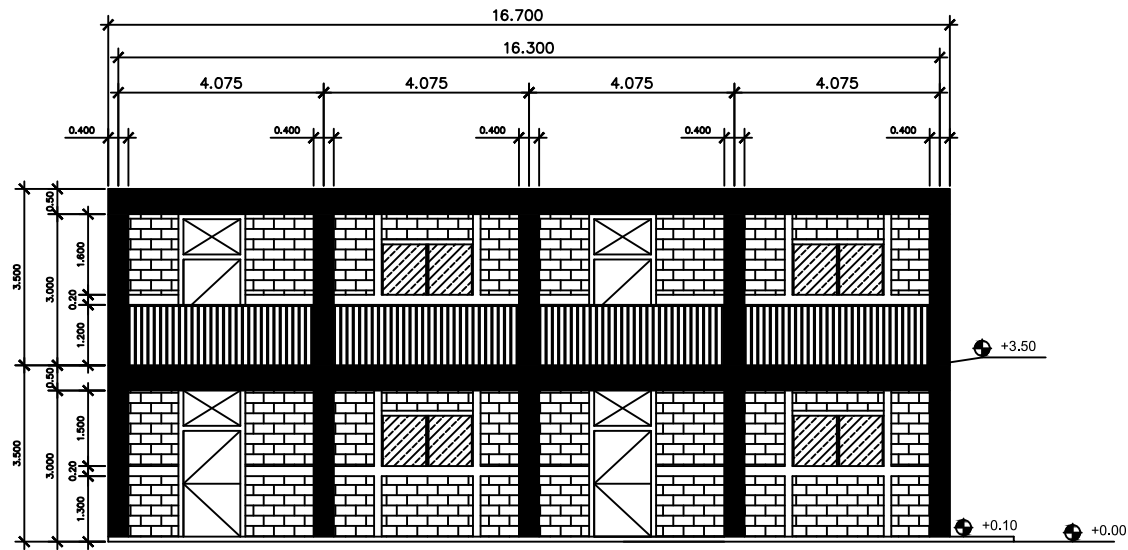


ELEVACIÓN TRASERA MODULO //

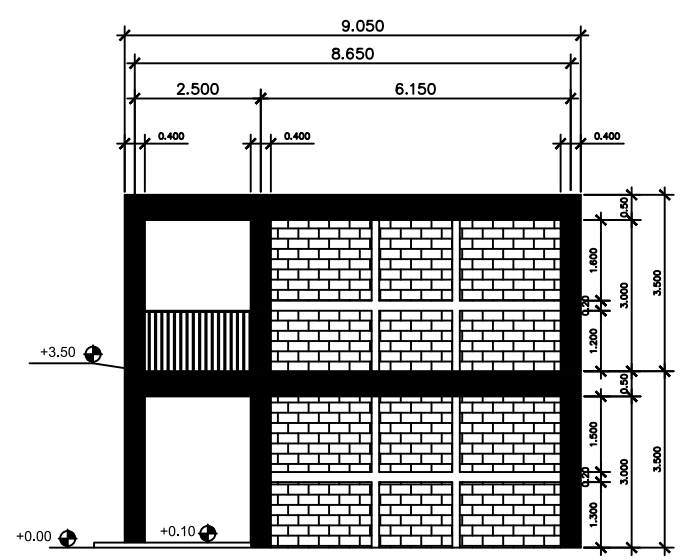


ELEVACIÓN LATERAL MODULO 1 //

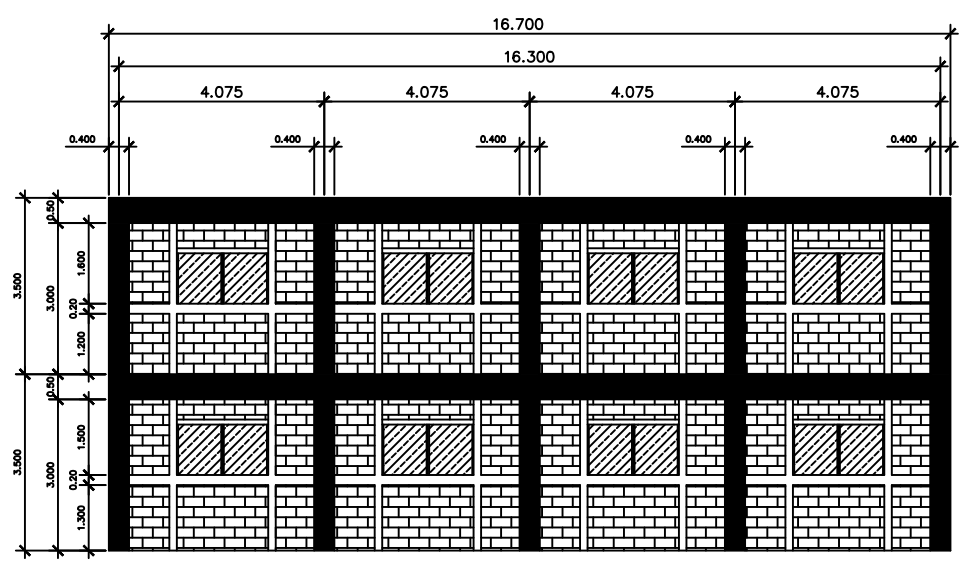
		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
		PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR	PROGRAMA: EPS USAC 2017
ELEVACIONES MODULO 1		ESCALA: 1:150	8
		FECHA: 2017	
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	35	
ASESORIA: DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS. USAC		
DIBUJO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	FIRMA:		



ELEVACIÓN FRONTAL MODULO
2

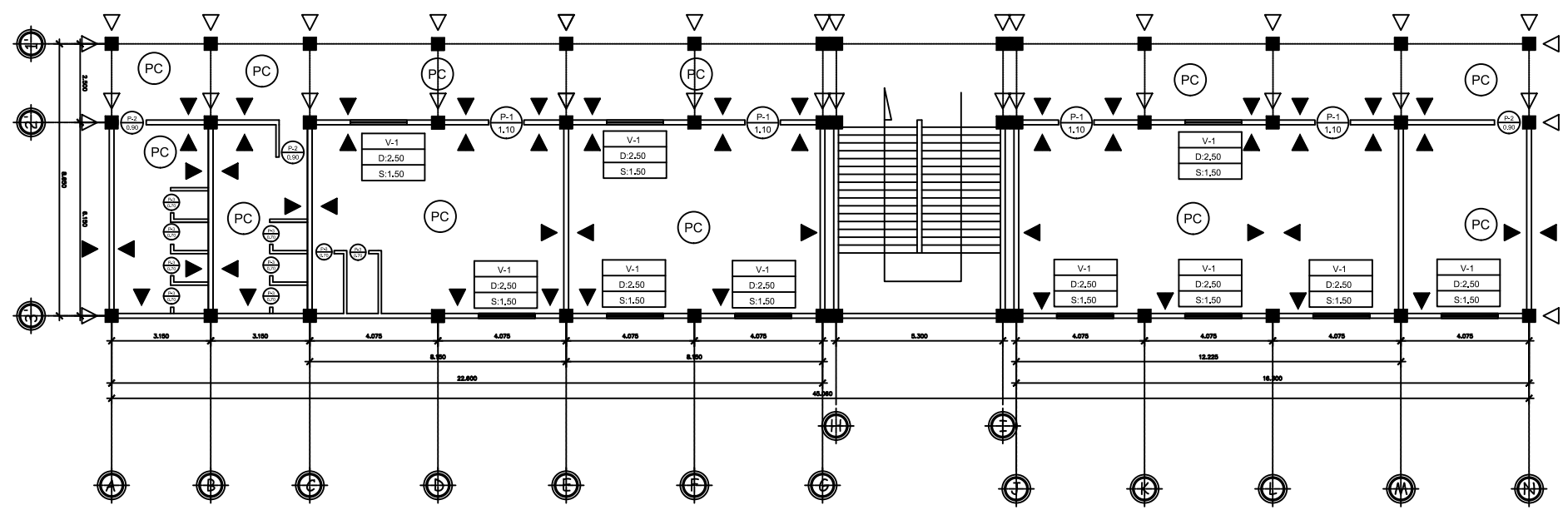
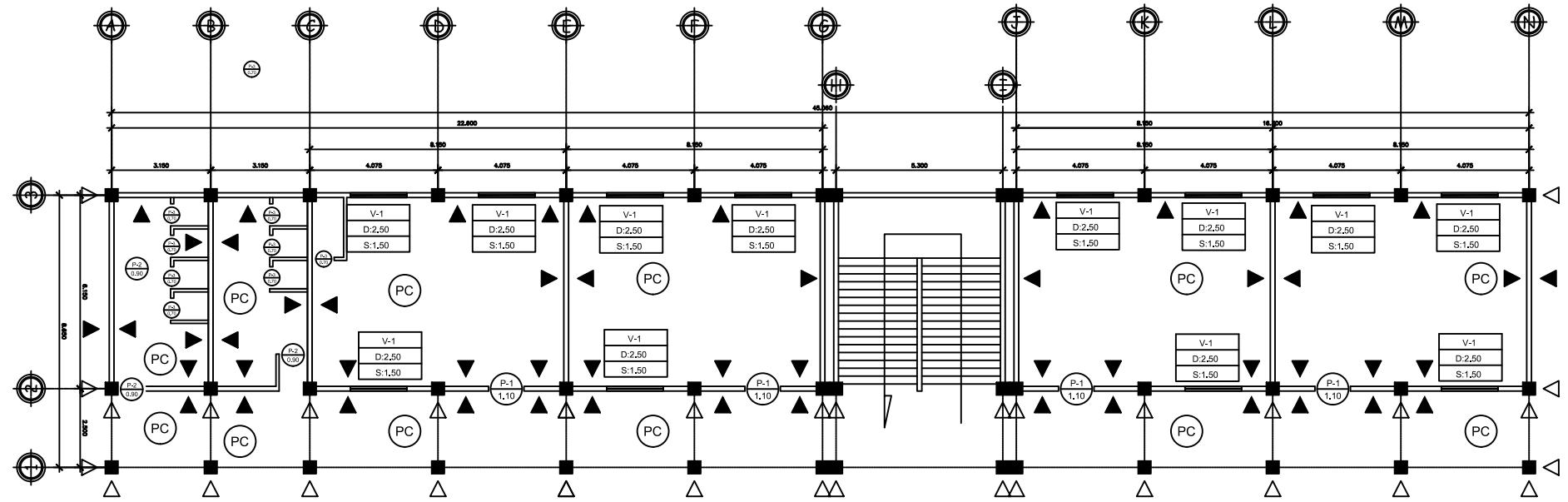
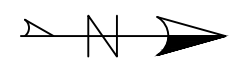


ELEVACIÓN LATERAL MODULO
2



ELEVACIÓN TRASERA MODULO
2

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR		PROGRAMA: EPS USAC 2017	
ELEVACIONES MODULO 2		ESCALA: 1:150	
		FECHA: 2017	
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	9	35
ASESORIA: DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS. USAC		
DIBUJO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	FIRMA:		

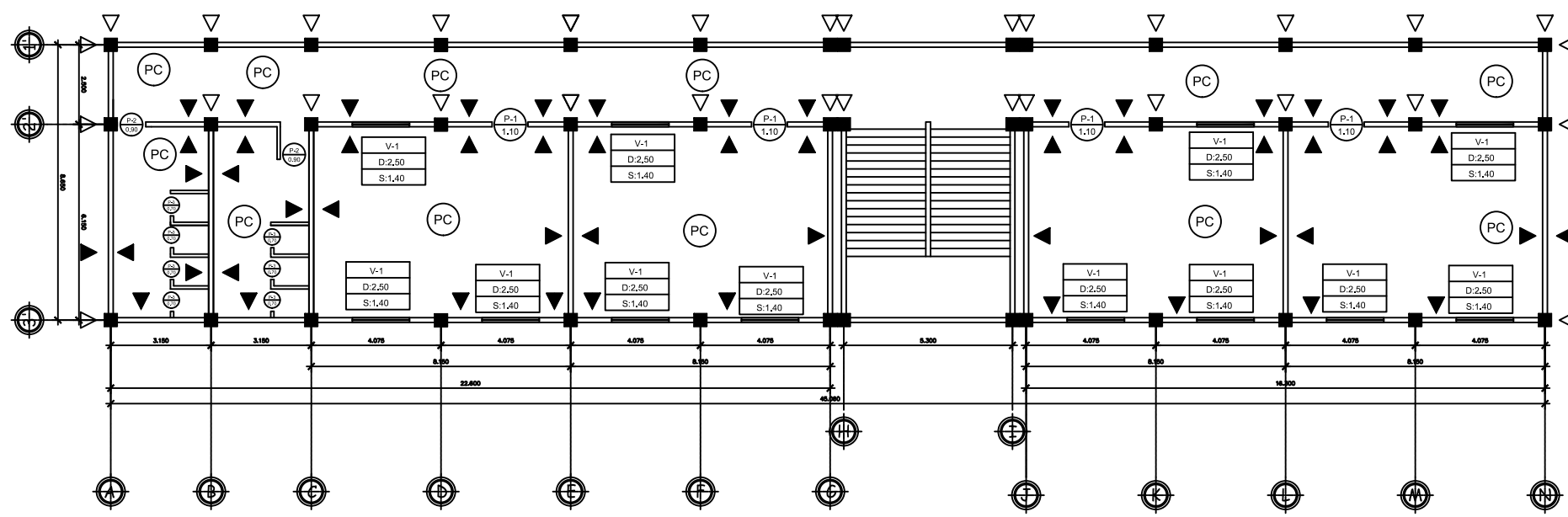
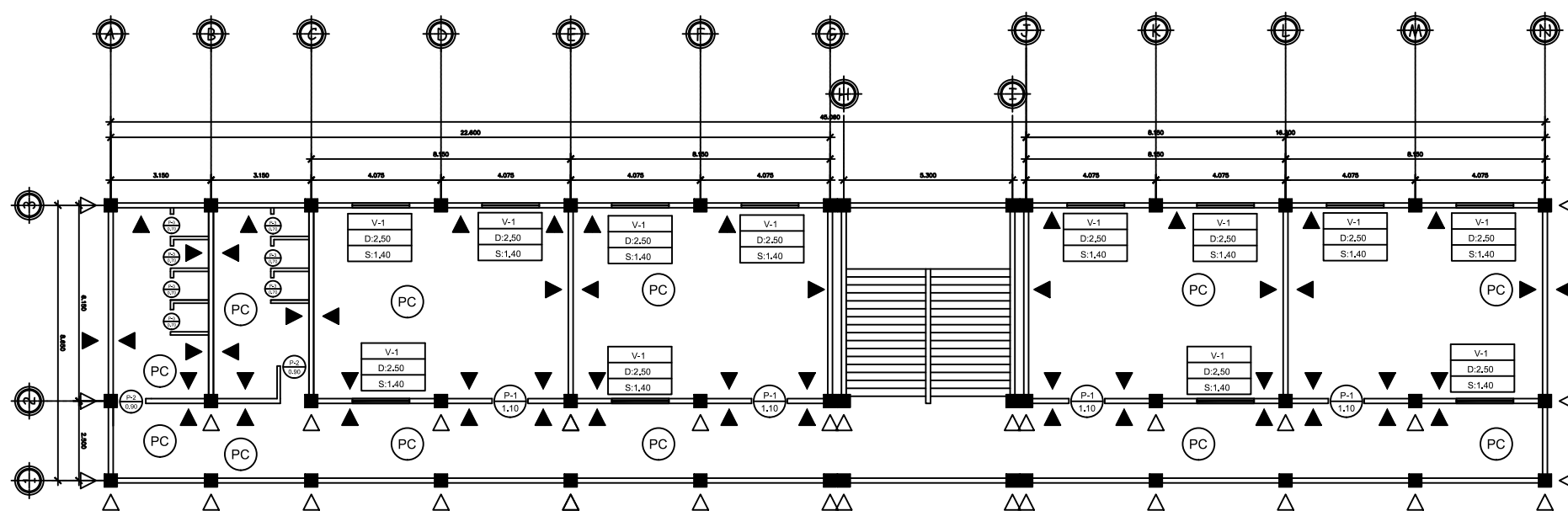
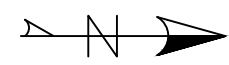


SIMBOLOGIA DE ACABADOS

SIMBOLOGIA DE ACABADOS	SIGNIFICADO
	INDICA TIPO DE PUERTA Y BANO DE LA MISMA
	INDICA TIPO DE VENTANA INDICA ALTURA DE DINTEL INDICA ALTURA DE SILLAR
	INDICA REPELLO GRIS + CERNIDO VERTICAL
	INDICA BLOCK VISTO SISADO, COLUMNAS Y Y SOLERAS TALLADAS
	PISO CERÁMICO

PLANTA PRIMER NIVEL

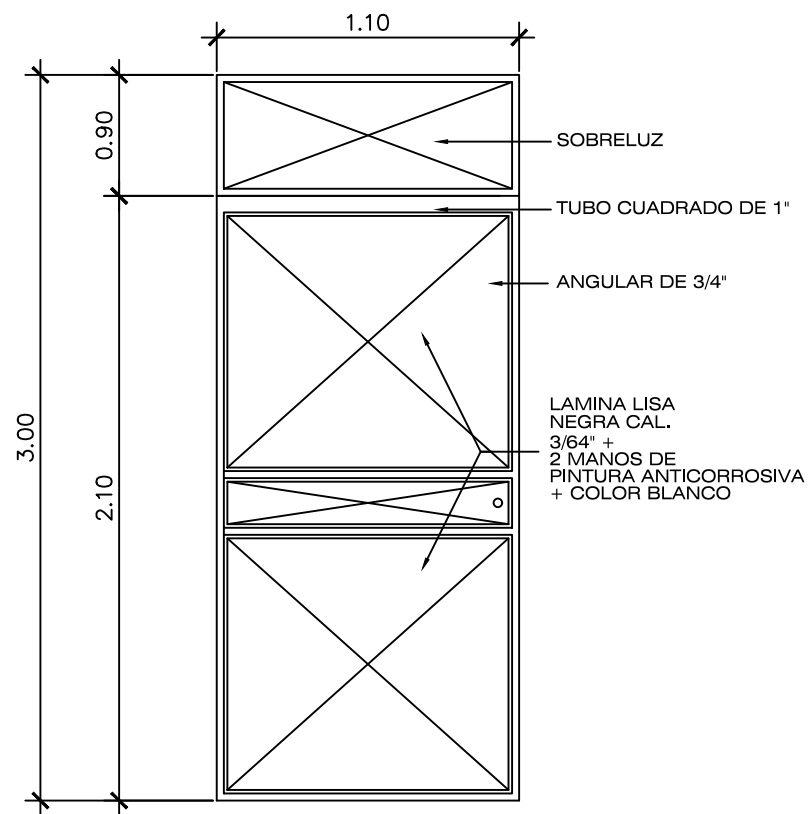
		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
		PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR	PROGRAMA: EPS USAC 2017
PLANTA DE ACABADOS			ESCALA: 1:200
			FECHA: 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	DIBUJO Y CALCULO HIDRÁULICO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	<div style="font-size: 2em; font-weight: bold;">10</div>	
ASESORIA: DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS. USAC		
DIBUJO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	FIRMA:		
		<div style="font-size: 2em; font-weight: bold;">35</div>	



SIMBOLOGIA DE ACABADOS	
SIMBOLOGIA DE ACABADOS	SIGNIFICADO
	INDICA TIPO DE PUERTA Y BANO DE LA MISMA
	INDICA TIPO DE VENTANA INDICA ALTURA DE DINTEL INDICA ALTURA DE SILLAR
	INDICA REPELLO GRIS + CERNIDO VERTICAL
	INDICA BLOCK VISTO SISADO, COLUMNAS Y Y SOLERAS TALLADAS
	PISO CERÁMICO

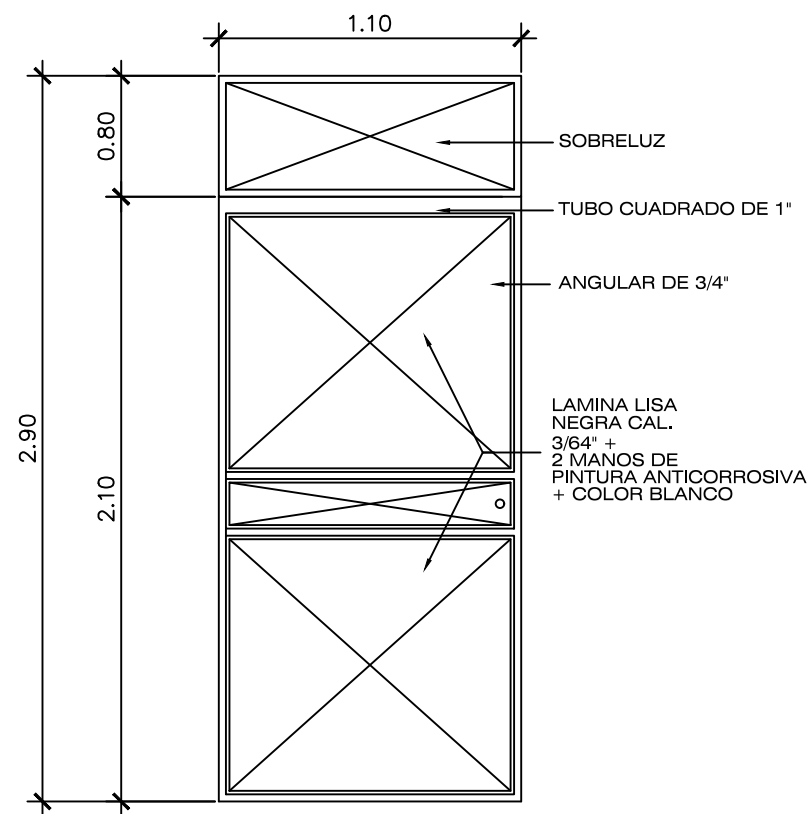
PLANTA SEGUNDO
NIVEL

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
	PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR	PROGRAMA: EPS USAC 2017
PLANTA DE ACABADOS		ESCALA: 1:200
		FECHA: 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	11 35
ASESORIA: DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS. USAC	
DIBUJO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	FIRMA:	



DETALLE PUERTA P-1

ESCALA GRÁFICA



DETALLE PUERTA P-1

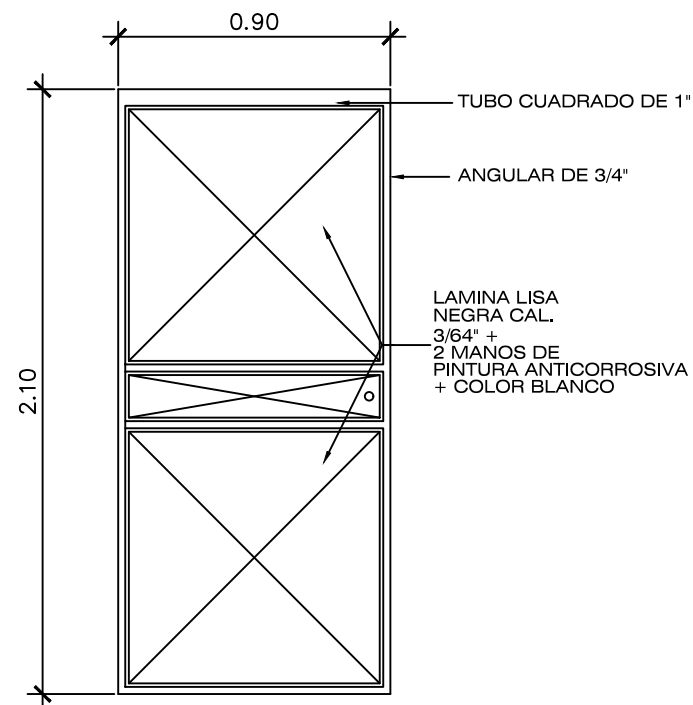
ESCALA GRÁFICA

PLANILLA DE PUERTAS

TIPO	ANCHO	ALTO	ALTURA DINTEL	UNIDADES	MATERIAL	TIPO DE ABATIMIENTO
P-1	1.10	2.10	---	16	LAMINA LISA NEGRA CAL. 3/64"+ 2 MANOS DE PINTURA ANTICORROSIVA Y BLANCA	ABATIMIENTO 180 GRADOS
P-2	0.90	2.10	---	9	LAMINA LISA NEGRA CAL. 3/64"+ 2 MANOS DE PINTURA ANTICORROSIVA Y BLANCA	ABATIMIENTO 90 GRADOS
P-4	0.70	2.10	---	31	LAMINA LISA NEGRA CAL. 3/64"+ 2 MANOS DE PINTURA ANTICORROSIVA Y BLANCA	ABATIMIENTO 90 GRADOS

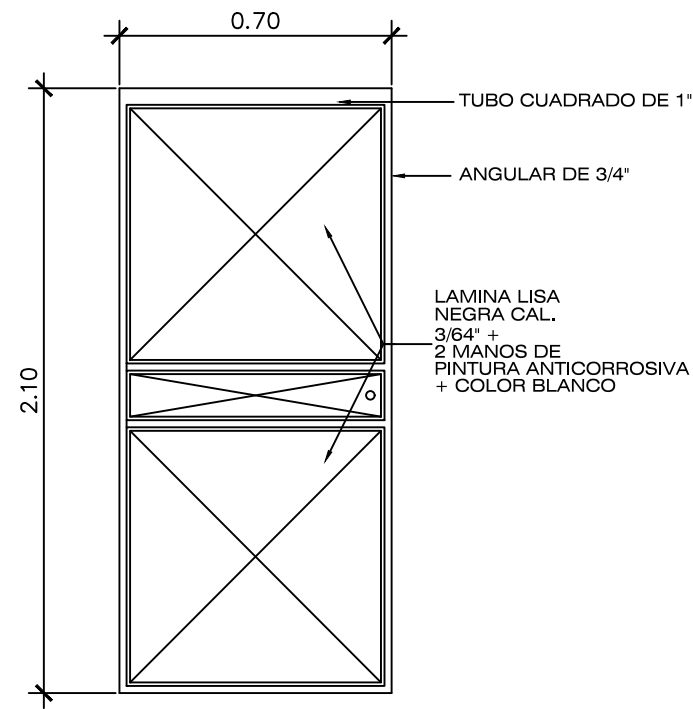
PLANILLA DE VENTANAS

TIPO	ANCHO	ALTO	SILLAR	DINTEL	UNIDADES	MATERIAL	OBSERVACIONES
V-1	1.80	1.00	1.40 1.50	2.50 2.60	46	VIDRIO DE 4mm. PINTURA ANTICORROSIVA COLOR BLANCO	CORREDIZA




DETALLE PUERTA P-2

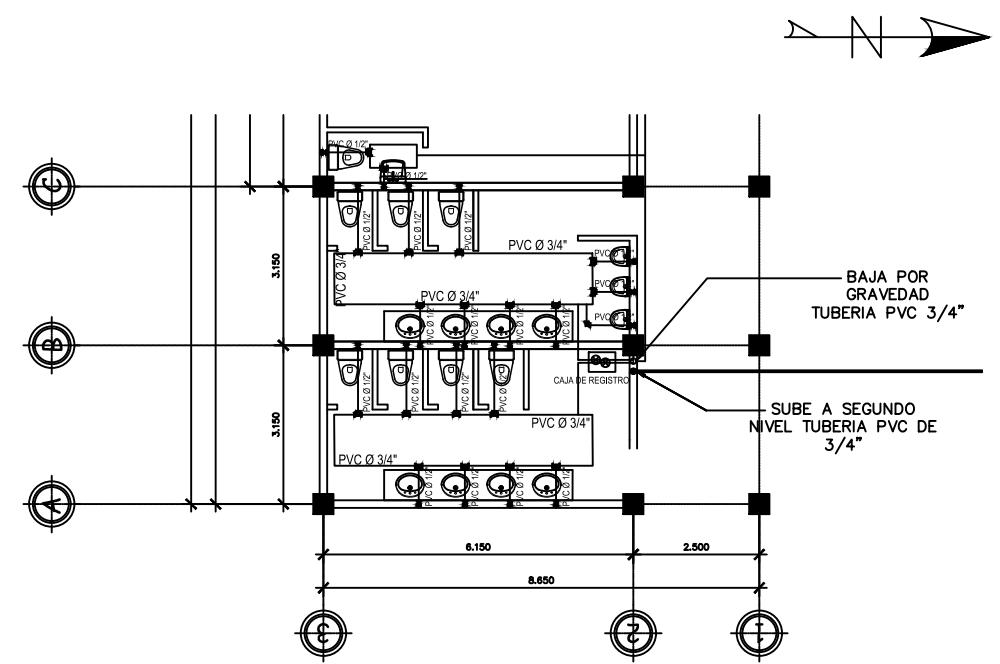
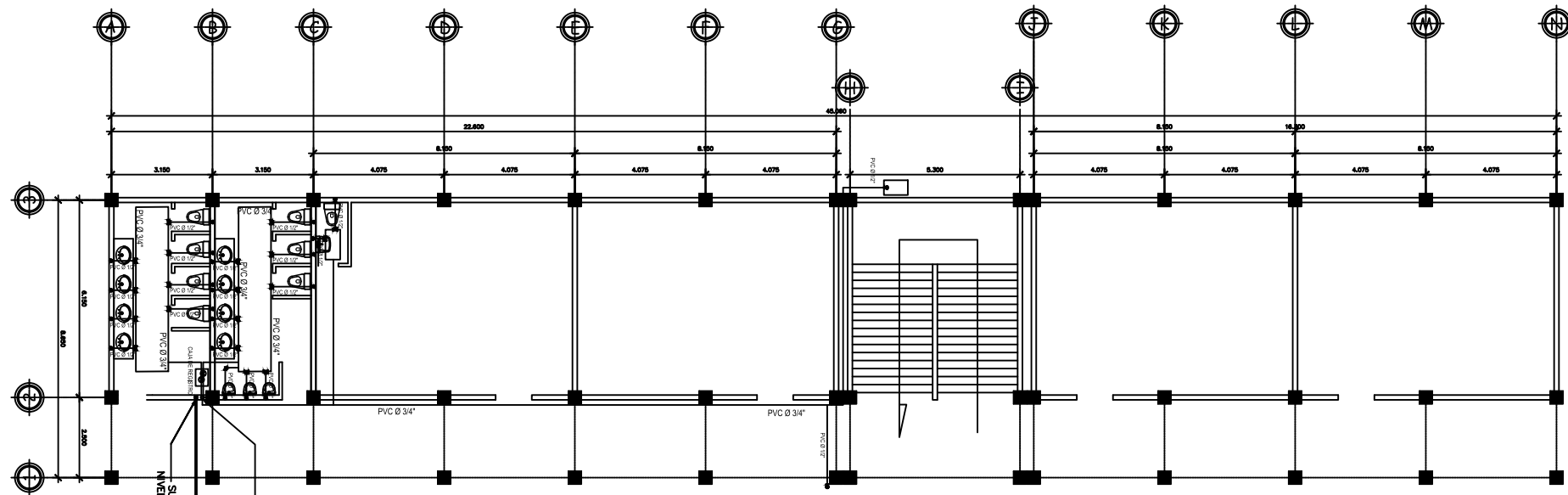
ESCALA GRÁFICA



DETALLE PUERTA P-3

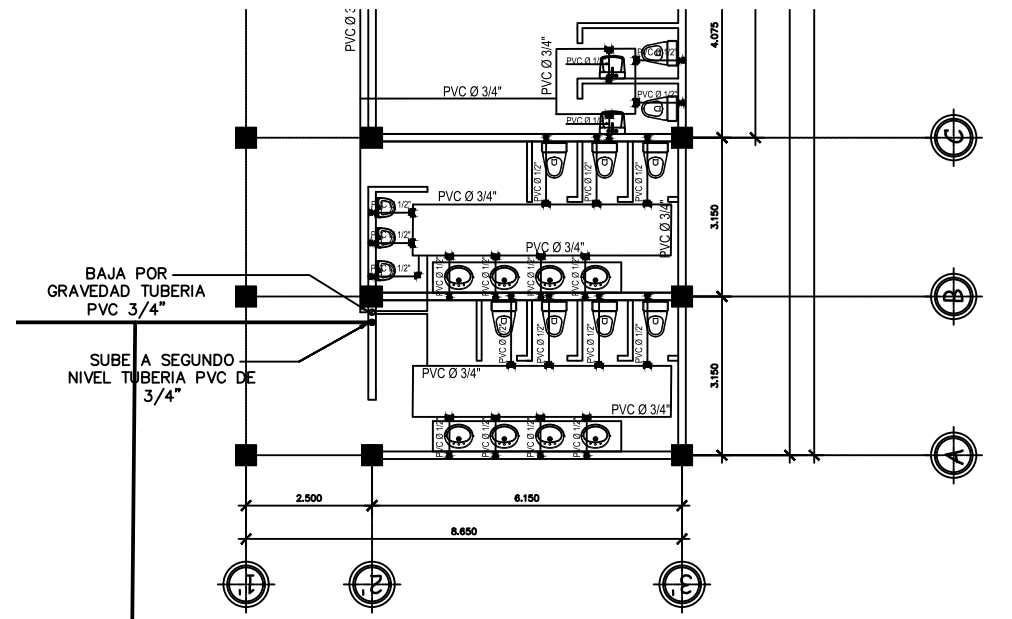
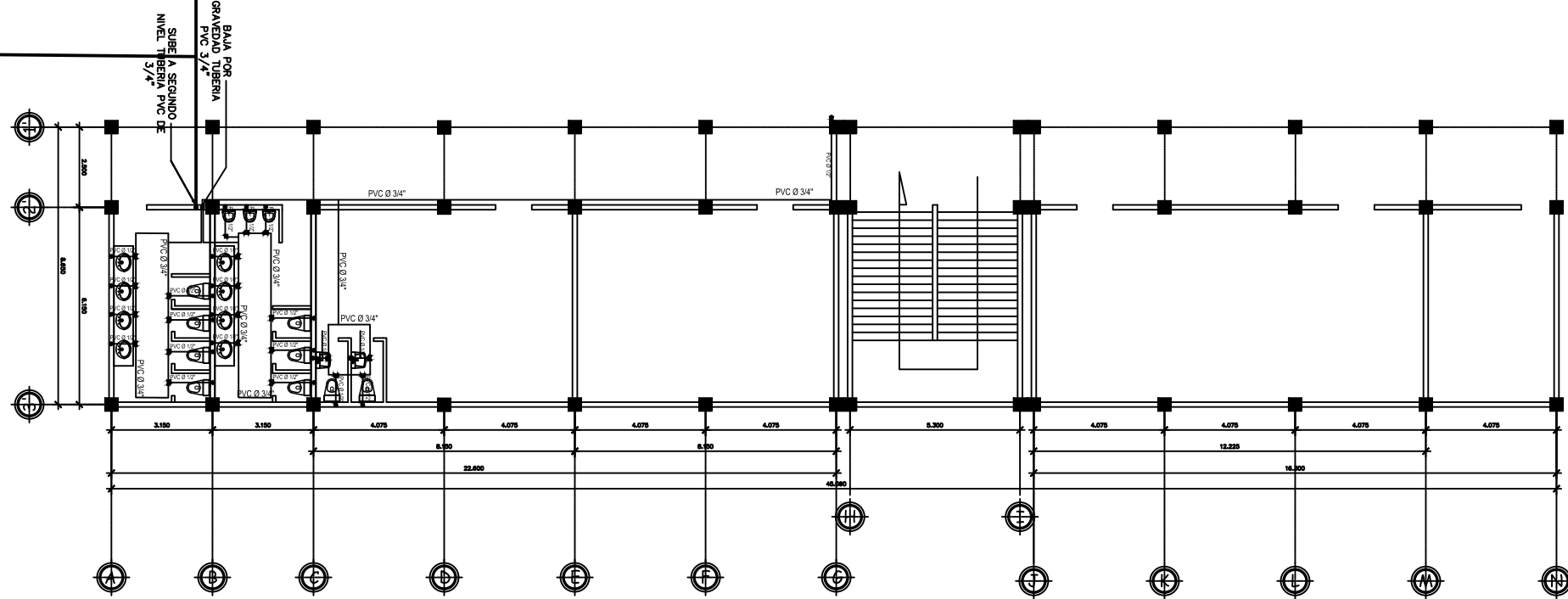
ESCALA GRÁFICA

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
		PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR	PROGRAMA: EPS USAC 2017
DETALLES DE ACABADOS			ESCALA: 1:200
			FECHA: 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	DIBUJO Y CALCULO HIDRÁULICO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA		12
ASESORIA: DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS. USAC		
DIBUJO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	FIRMA:		35



MODULO 1, LADO IZQ, 1ER

NIVEL ESCALA 1:150



MODULO 1, LADO DCHO, 1ER

NIVEL ESCALA 1:150

SIMBOLOGIA/NOMENCLATURA DE AGUA POTABLE

	CODO HORIZONTAL PVC DIAMETRO DE ACUERDO A DIAMETRO DE TUBERIA INDICADO
	TEE HORIZONTAL PVC DIAMETRO DE ACUERDO A DIAMETRO DE TUBERIA INDICADO
	CODO VERTICAL PVC DE ACUERDO A DIAMETRO DE TUBERIA INDICADO
	LLAVE DE GLOBO DE ACUERDO A DIAMETRO DE TUBERIA INDICADO, CON CAJA DE CONCRETO
	TUBERIA DE PVC DE ACUERDO A DIAMETRO INDICADO, 250 PSI
	INDICA DIAMETRO DE TUBERIA DE AGUA POTABLE
	CAJA DE REGISTRO PREFABRICADA, 0.39 X 0.53 X 0.30
	INDICA ACOMETIDA PRINCIPAL
	REDUCIDOR PVC DEACUERDO A DIAMETRO INDICADO.
	DEPOSITO DE AGUA CAP. 2500 LITROS

PLANTA PRIMER NIVEL

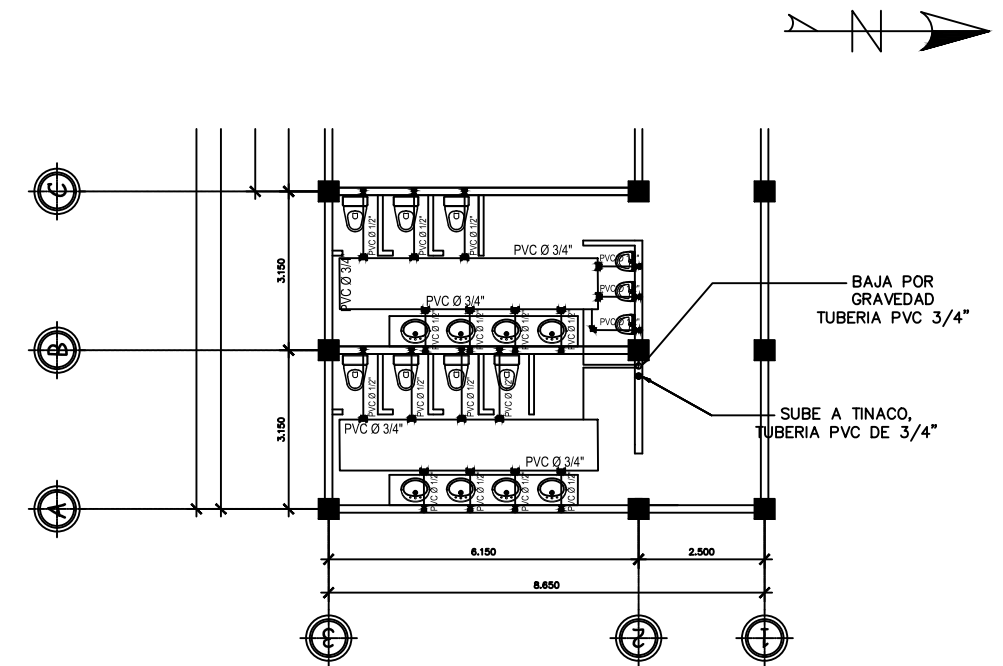
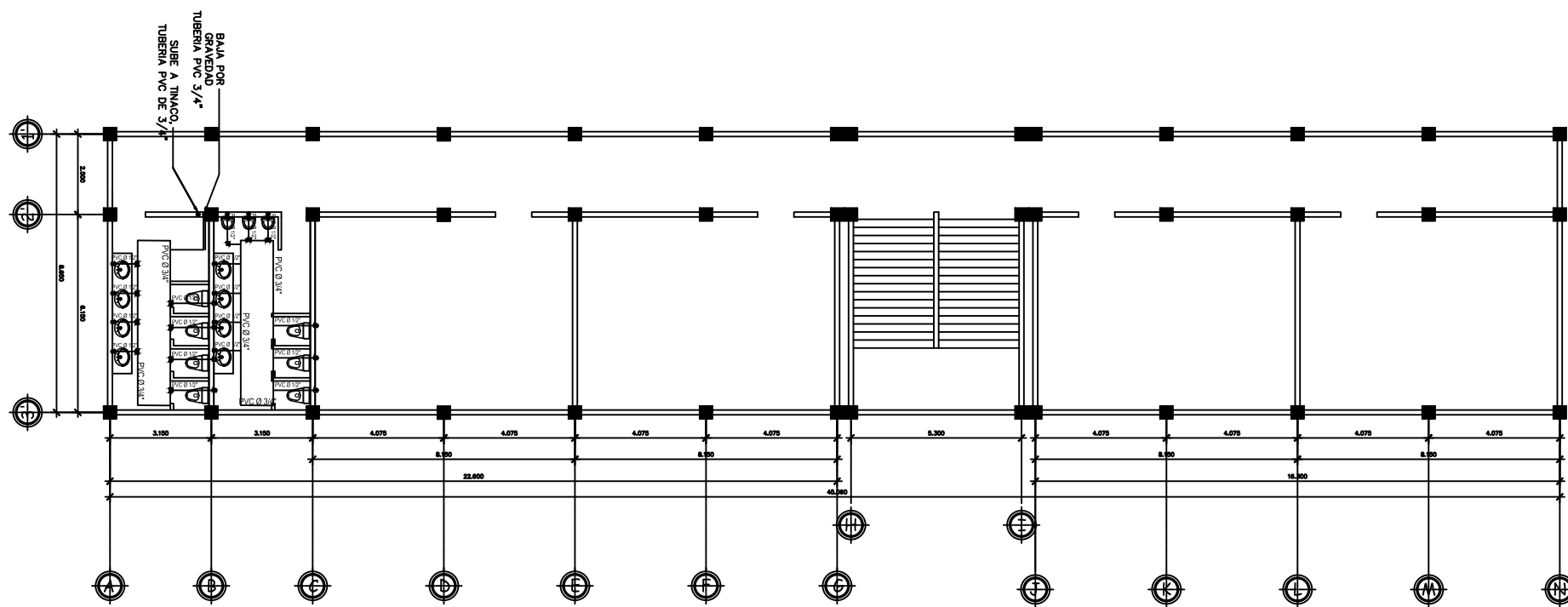
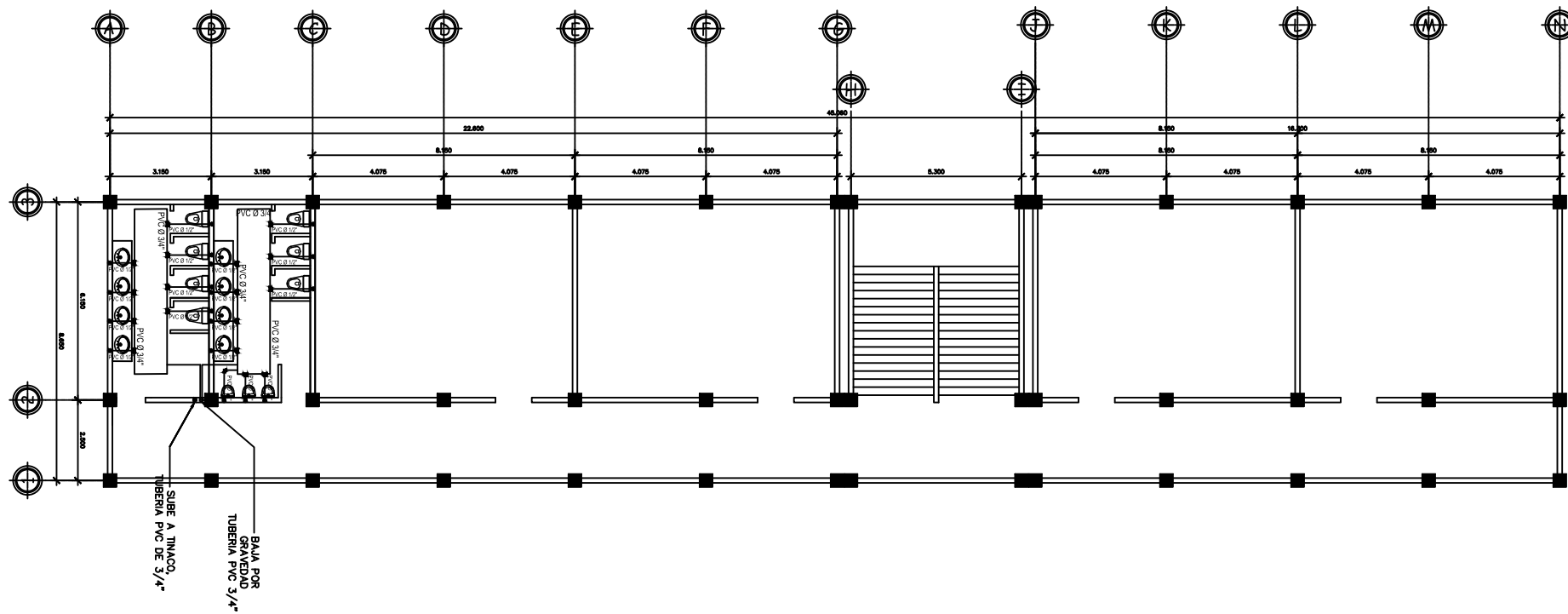
ESCALA 1:200



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

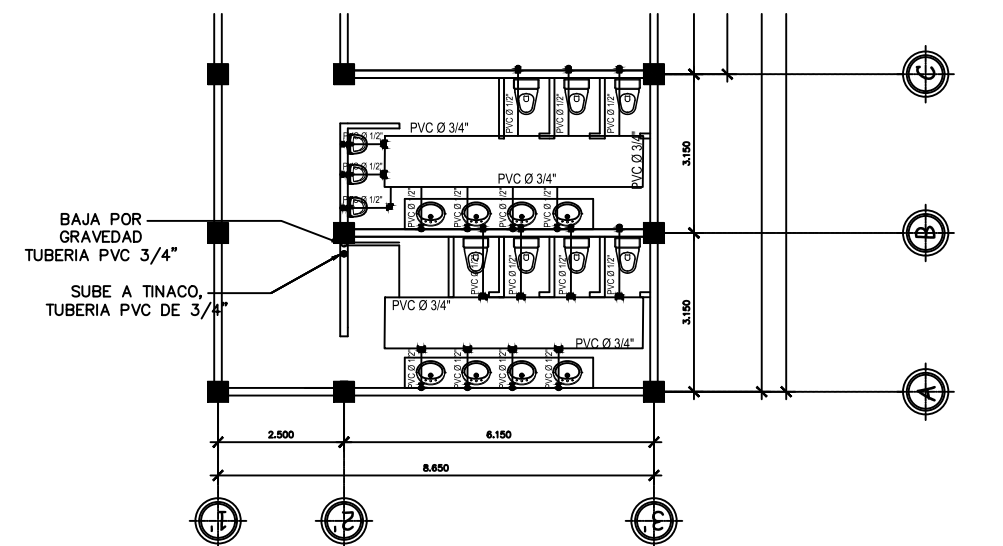
PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR	PROGRAMA: EPS USAC 2017
INSTALACIONES HIDRAULICAS	
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA
ASESORIA: DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS. USAC
DIBUJO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	FIRMA:
13	
35	



MODULO 1, LADO IZQ, 2DO

NIVEL

ESCALA 1:150



MODULO 1, LADO DCHO, 2DO

NIVEL

ESCALA 1:150

SIMBOLOGIA/NOMENCLATURA DE AGUA POTABLE

	CODO HORIZONTAL PVC DIAMETRO DE ACUERDO A DIAMETRO DE TUBERIA INDICADO
	TEE HORIZONTAL PVC DIAMETRO DE ACUERDO A DIAMETRO DE TUBERIA INDICADO
	CODO VERTICAL PVC DE ACUERDO A DIAMETRO DE TUBERIA INDICADO
	LLAVE DE GLOBO DE ACUERDO A DIAMETRO DE TUBERIA INDICADO, CON CAJA DE CONCRETO
	TUBERIA DE PVC DE ACUERDO A DIAMETRO INDICADO, 250 PSI
	INDICA DIAMETRO DE TUBERIA DE AGUA POTABLE
	CAJA DE REGISTRO PREFABRICADA, 0.39 X 0.53 X 0.30
	INDICA ACOMETIDA PRINCIPAL
	REDUCIDOR PVC DEACUERDO A DIAMETRO INDICADO.
	DEPOSITO DE AGUA CAP. 2500 LITROS

PLANTA SEGUNDO

NIVEL

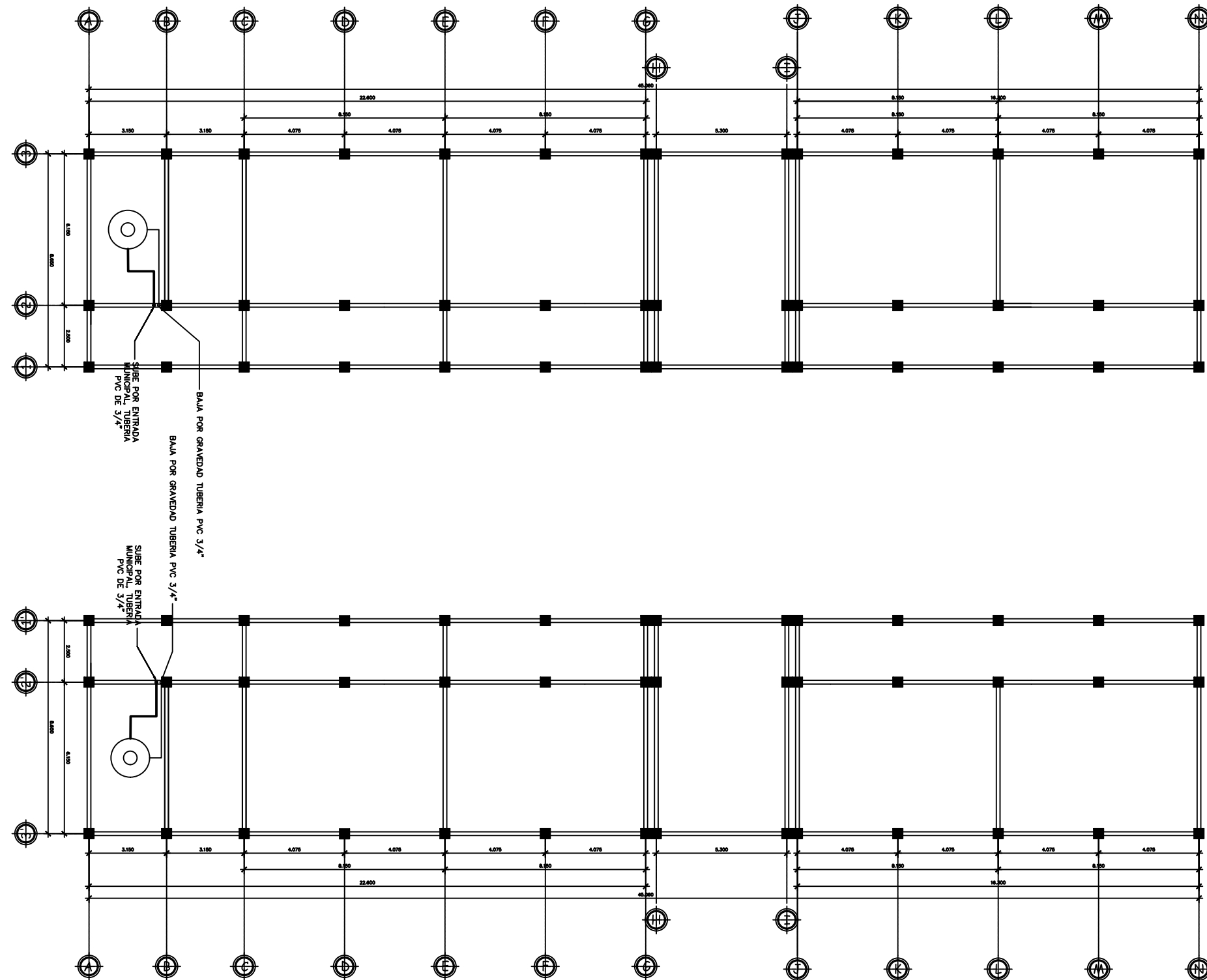
ESCALA 1:200



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR		PROGRAMA: EPS USAC 2017
INSTALACIONES HIDRAULICAS		ESCALA: INDICADA
		FECHA: 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	14
ASESORIA: DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS. USAC	
DIBUJO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	FIRMA:	35

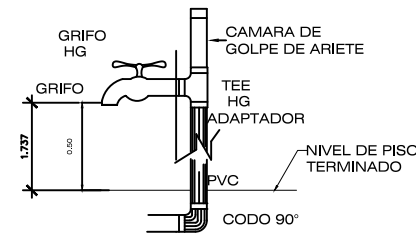
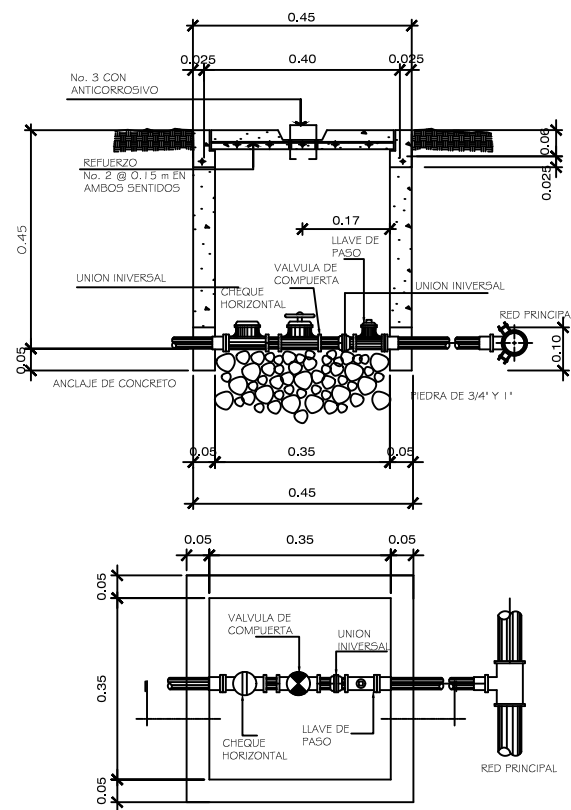


SIMBOLOGIA/NOMENCLATURA DE AGUA POTABLE	
	CODO HORIZONTAL PVC DIAMETRO DE ACUERDO A DIAMETRO DE TUBERIA INDICADO
	TEE HORIZONTAL PVC DIAMETRO DE ACUERDO A DIAMETRO DE TUBERIA INDICADO
	CODO VERTICAL PVC DE ACUERDO A DIAMETRO DE TUBERIA INDICADO
	LLAVE DE GLOBO DE ACUERDO A DIAMETRO DE TUBERIA INDICADO, CON CAJA DE CONCRETO
	TUBERIA DE PVC DE ACUERDO A DIAMETRO INDICADO, 250 PSI
PVC Ø	INDICA DIAMETRO DE TUBERIA DE AGUA POTABLE
	CAJA DE REGISTRO PREFABRICADA, 0.39 X 0.53 X 0.30
	INDICA ACOMETIDA PRINCIPAL
	REDUCIDOR PVC DEACUERDO A DIAMETRO INDICADO.
	DEPOSITO DE AGUA CAP. 2500 LITROS

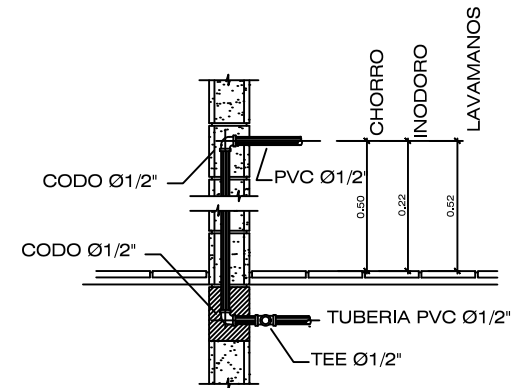
PLANTA DE TECHO

ESCALA 1:200

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA			
		FACULTAD DE INGENIERIA			
PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR		PROGRAMA: EPS USAC 2017			
INSTALACIONES HIDRAULICAS		ESCALA: INDICADA			
		FECHA: 2017			
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	<table border="1"> <tr> <td>15</td> </tr> <tr> <td>35</td> </tr> </table>		15	35
15					
35					
ASESORIA: DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS. USAC				
DIBUJO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	FIRMA:				



GRIFO DE PISO
ESCALA 1:10

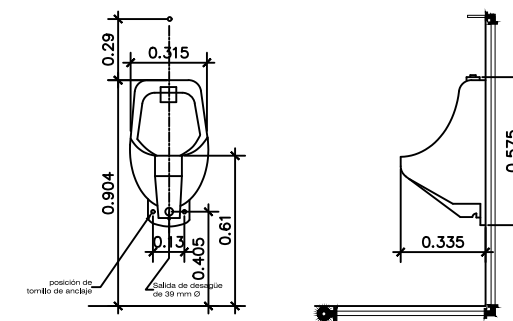


ACOMETIDAS
ESCALA 1:25

ESPECIFICACIONES TECNICAS

COMO LAS UNIDADES DE CONSUMO SON HABITANTES LA DOTACION SERA DE 90 LITROS/PERSONAS/DIAS, YA QUE DICHO CALCULO FUE BASADO EN TABLAS PARA EL CALCULO DE INSTALACIONES HIDRAULICAS EL MATERIAL DE LA TUBERIA SERA PVC, CON RESISTENCIA DE 250 PSI, Y DIAMETRO 3/4\"/>

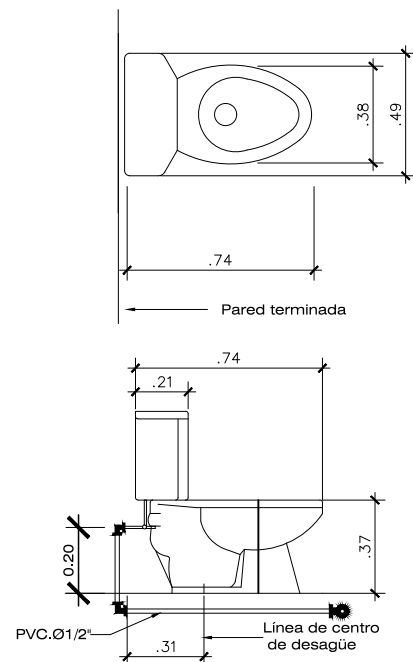
ACOMETIDA DEL EDIFICIO
ESCALA 1:150



CARACTERÍSTICAS

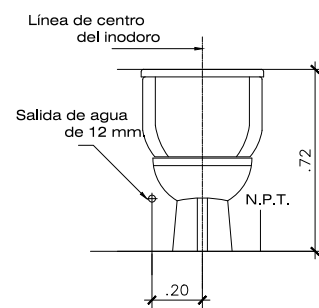
Orinal de colgar a la pared lavada (wash down), de trampa y tamis integrales. Viene equipado con: llave de resorte con codo y campana cromados, acople de bronce y par de unñas de fijación

INSTALACIÓN DE ORINALES
ESCALA 1:150

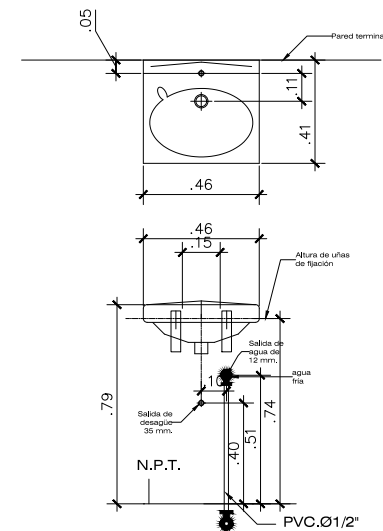


CARACTERÍSTICAS

Loza vitrificada Dos piezas (taza y tanque) Consumo de 3.5 galones de descarga (131) Taza elongada con sifón vórtice Partes internas esmaltadas Desagüe al piso Distancia de pared terminada al centro de descarga 305mm (12\"/>




INSTALACIÓN DE INODORO
ESCALA 1:150

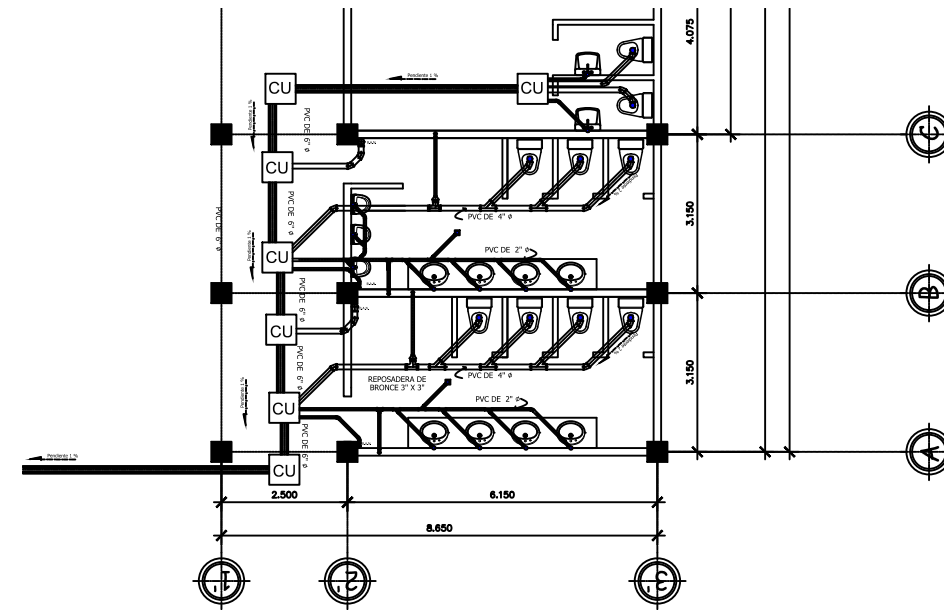
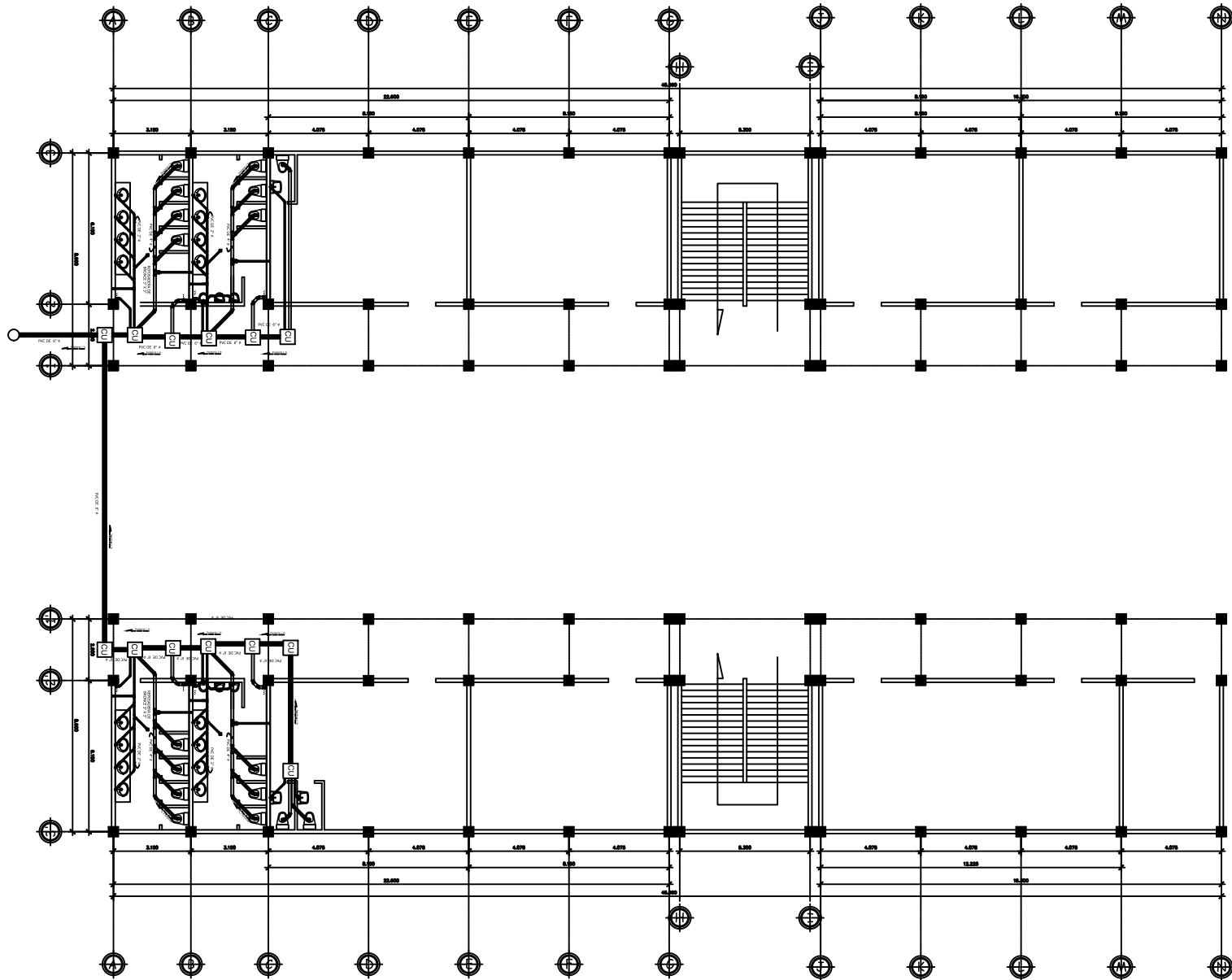


CARACTERÍSTICAS

Loza vitrificada Una sola pieza Pieza de colgar en pared Perforación a un agujero

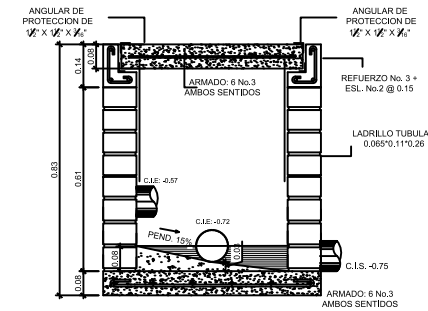
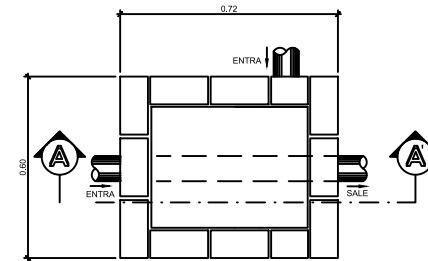
INSTALACIÓN DE LAVAMANOS
ESCALA 1:150

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO:	EDIFICIO ESCOLAR	PROGRAMA:	EPS USAC 2017
INSTALACIONES HIDRAULICAS, DETALLES DE INSTALACIONES		ESCALA:	INDICADA
		FECHA:	2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO:	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA
ASESORIA:	DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	SUPERVISOR:	UNIDAD DE EPS. USAC
DIBUJO:	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	FIRMA:	



MODULO 1, LADO DCHO, 1ER NIVEL

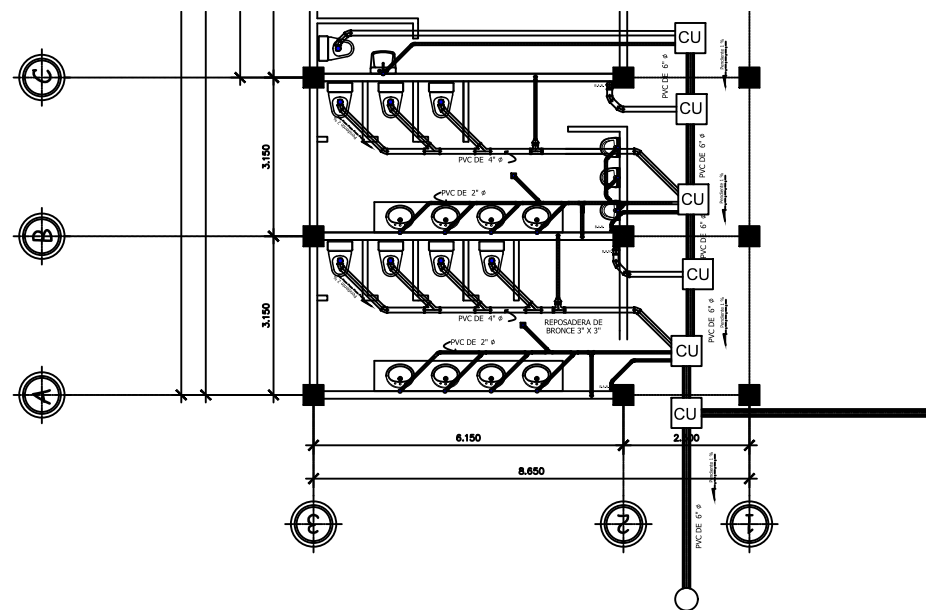
ESCALA 1:150



DETALLE CAJA DE REGISTRO

ESCALA 1:10

SIMBOLOGIA DE DRENAJE	
SIMBOLO	SIGNIFICADO
	TUBERIA P.V.C. Ø INDICADO
	CODO P.V.C. A 90° EN POSICION VERTICAL INVERTIDA
	CODO P.V.C. A 90° EN POSICION VERTICAL
	CODO P.V.C. A 90° EN POSICION HORIZONTAL
	CODO P.V.C. A 45° EN POSICION HORIZONTAL
	REDUCTOR P.V.C. DE Ø 4" A 2"
	TEE SANITARIA P.V.C. EN POSICION VERTICAL
	TEE SANITARIA P.V.C. EN POSICION HORIZONTAL
	YEE SIMPLE P.V.C. EN POSICION HORIZONTAL
	REPOSADERA
	INDICA PENDIENTE 1,5 % Y DIRECCIÓN DE FLUJO
	B.A.P. BAJAN AGUAS PLUVIALES
	B.A.G. BAJAN AGUAS GRISES
	B.A.N. BAJAN AGUAS NEGRAS
	CAJA UNIFICADORA
	CAJA DE REGISTRO
	CAJA TRAMPA GRASA



MODULO 1, LADO IZQ, 1ER NIVEL

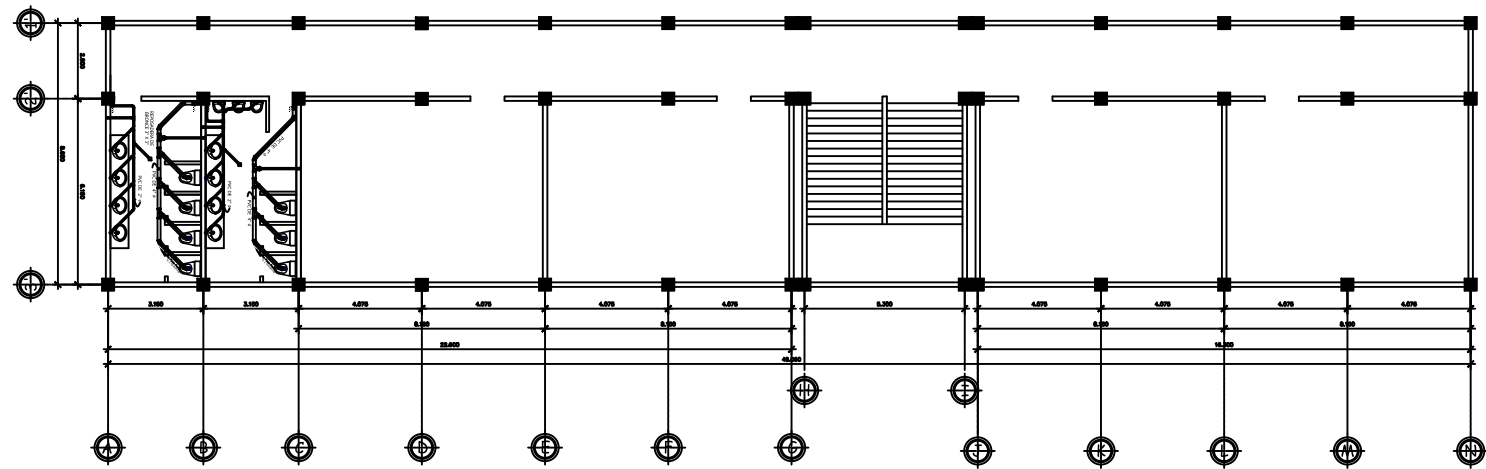
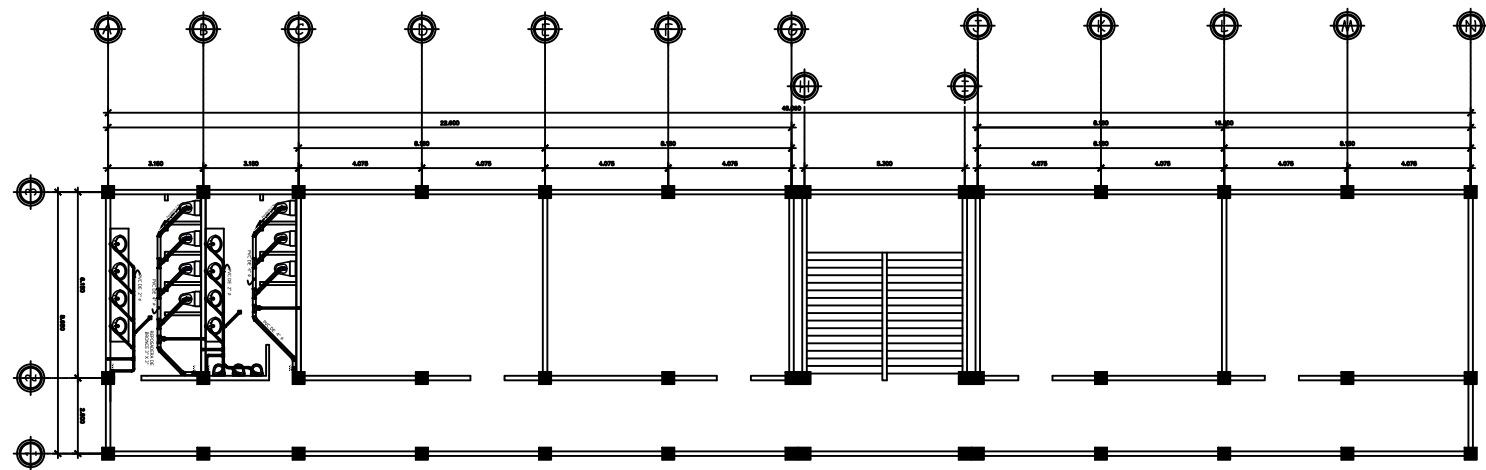
ESCALA 1:150



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

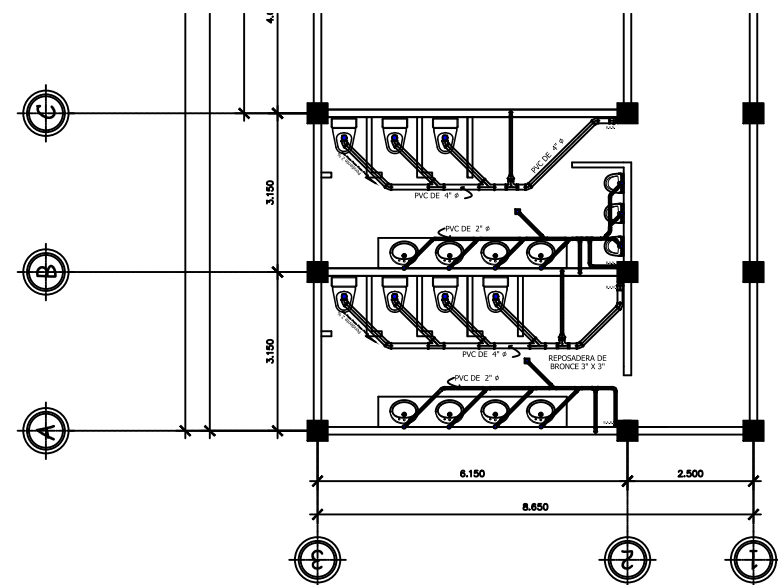
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR	PROGRAMA: EPS USAC 2017
INSTALACIONES SANITARIAS	
ESCALA: INDICADA	
FECHA: 2017	
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA
ASESORIA: DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS. USAC
DIBUJO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	FIRMA:



PLANTA PRIMER NIVEL

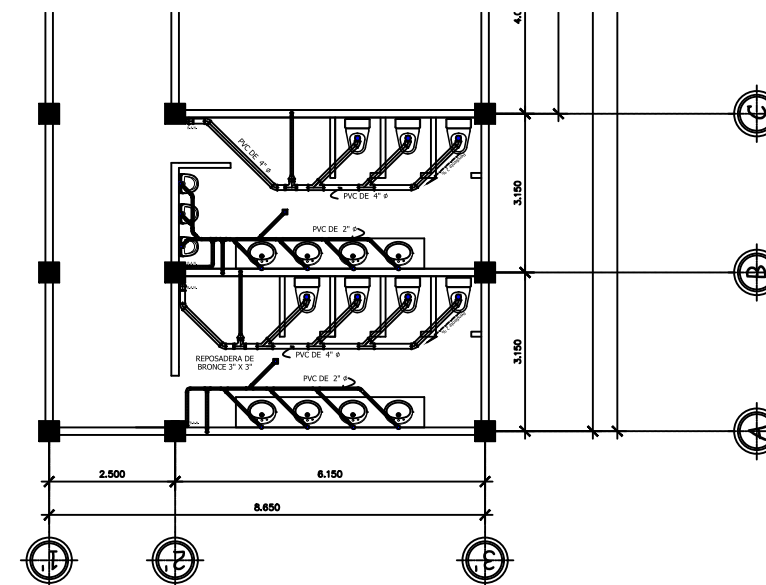
ESCALA 1:250



MODULO 1, LADO IZQ, 1ER

NIVEL

ESCALA 1:150



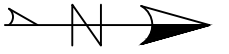
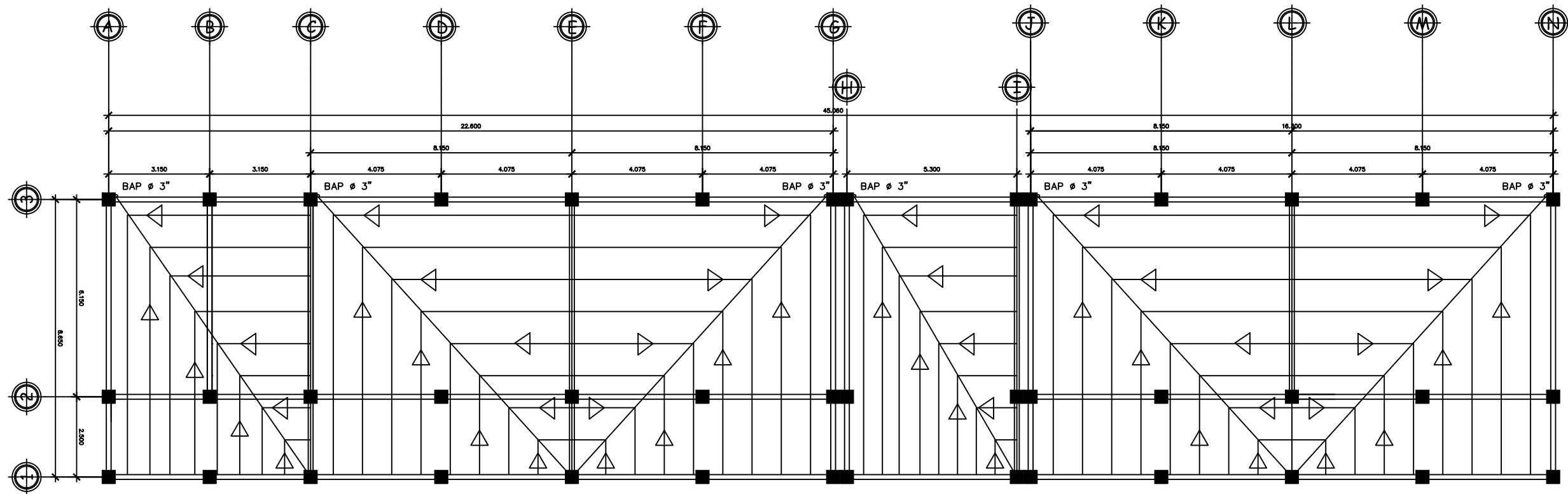
MODULO 1, LADO DCHO, 1ER

NIVEL

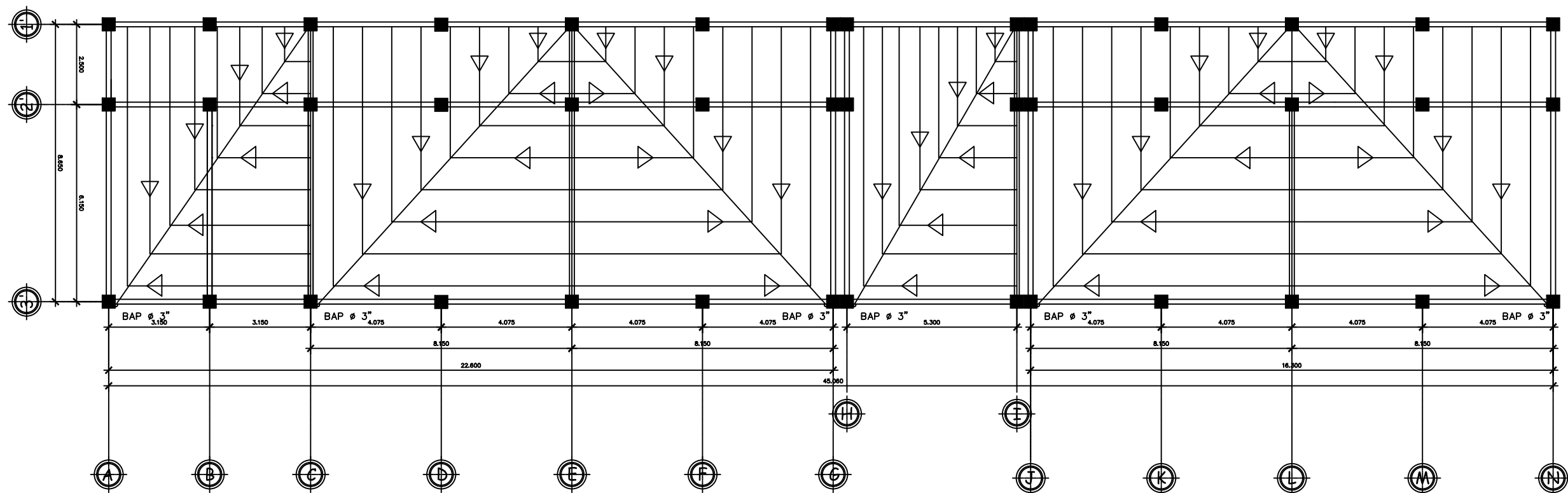
ESCALA 1:150


SIMBOLOGIA DE DRENAJE	
SIMBOLO	SIGNIFICADO
	TUBERIA P.V.C. Ø INDICADO
	CODO P.V.C. A 90° EN POSICION VERTICAL INVERTIDA
	CODO P.V.C. A 90° EN POSICION VERTICAL
	CODO P.V.C. A 90° EN POSICION HORIZONTAL
	CODO P.V.C. A 45° EN POSICION HORIZONTAL
	REDUCTOR P.V.C. DE Ø 4" A 2"
	TEE SANITARIA P.V.C. EN POSICION VERTICAL
	TEE SANITARIA P.V.C. EN POSICION HORIZONTAL
	YEE SIMPLE P.V.C. EN POSICION HORIZONTAL
	REPOSADERA
	INDICA PENDIENTE 1.5 % Y DIRECCIÓN DE FLUJO
	B.A.P. BAJAN AGUAS PLUVIALES
	B.A.G. BAJAN AGUAS GRISES
	B.A.N. BAJAN AGUAS NEGRAS
	CAJA UNIFICADORA
	CAJA DE REGISTRO
	CAJA TRAMPA GRASA

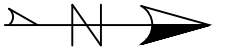
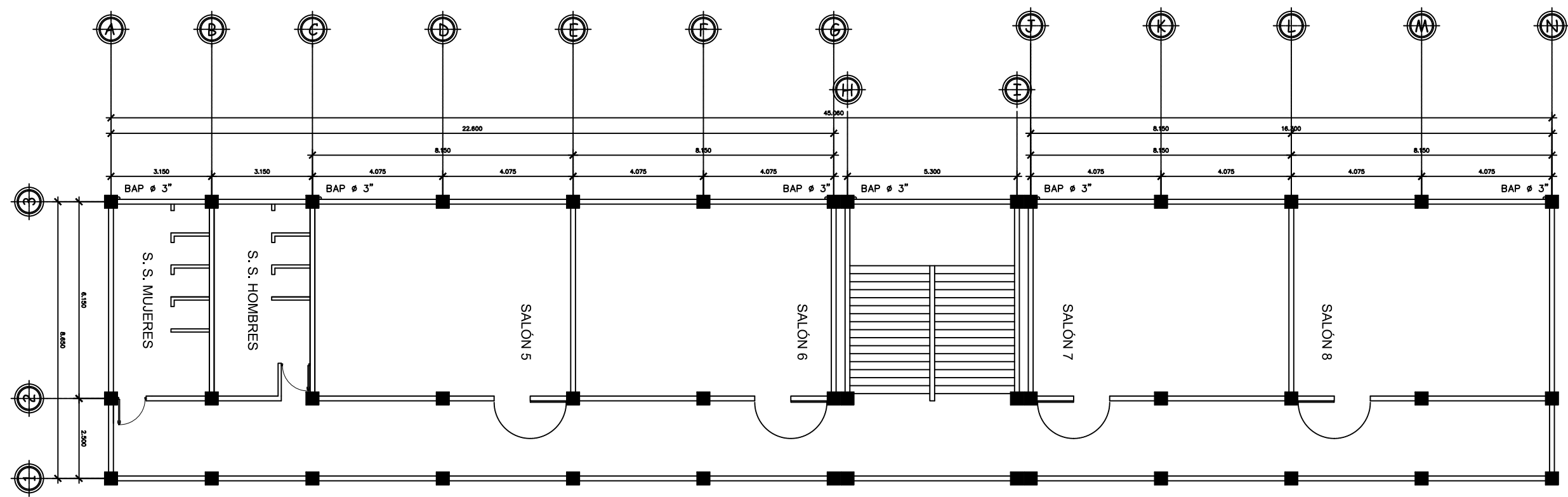
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
	FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR	PROGRAMA: EPS USAC 2017	ESCALA: INDICADA
INSTALACIONES SANITARIAS			FECHA: 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	18
ASESORIA: DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS. USAC	
DIBUJO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	FIRMA:	35



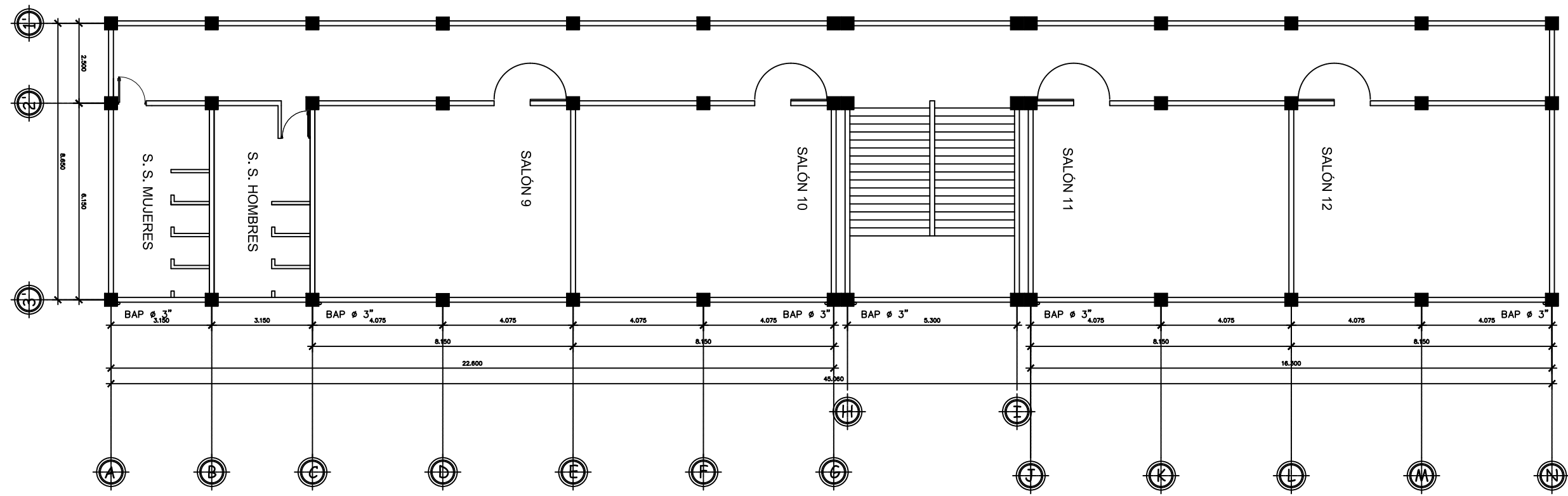
PLANTA TERRAZA




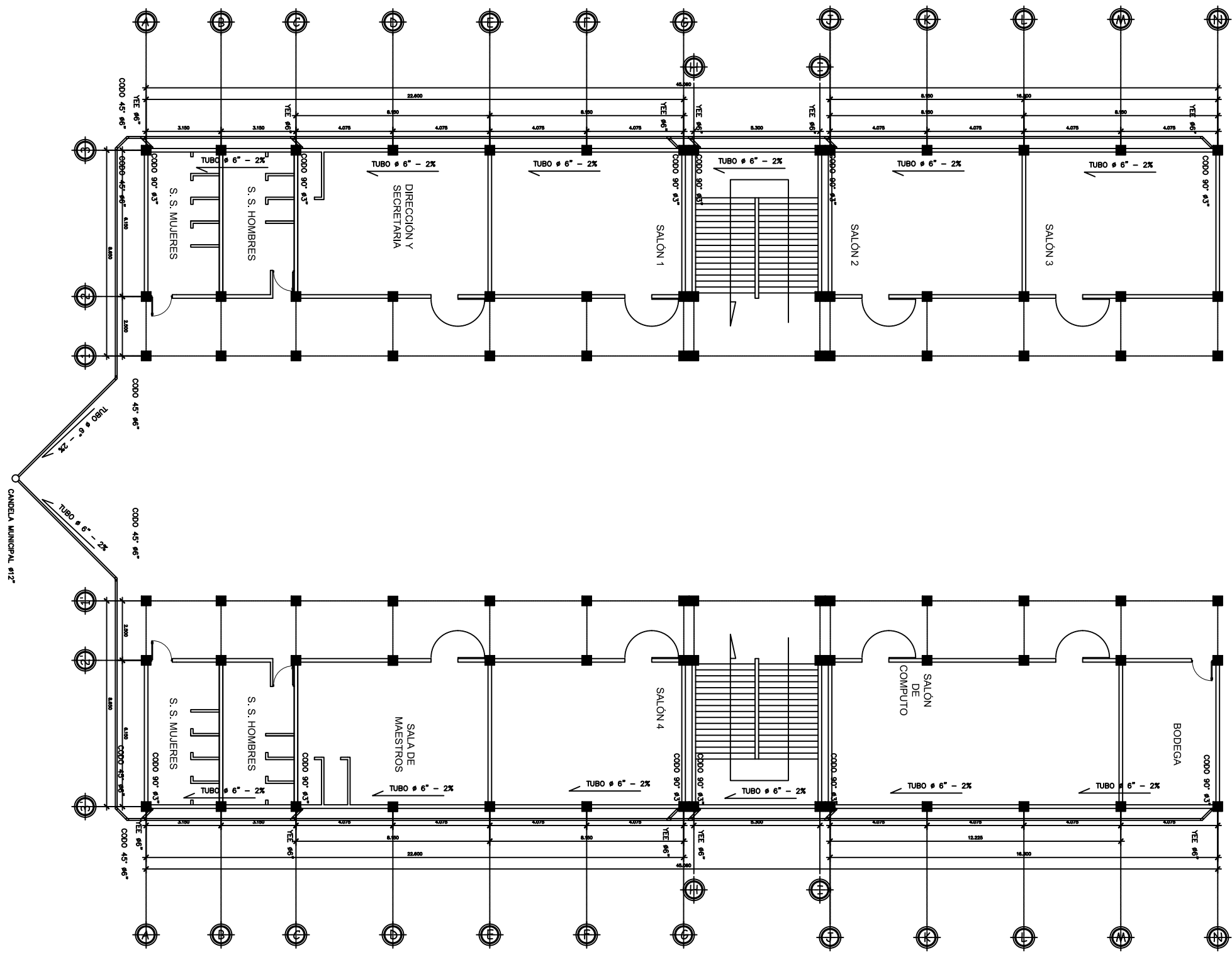
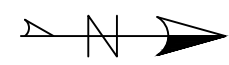
		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
		PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR	PROGRAMA: EPS USAC 2017
DRENAJE PLUVIAL		ESCALA: 1:150	FECHA: 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	19 35	
ASESORIA: DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS, USAC		
DIBUJO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	FIRMA:		



PLANTA SEGUNDO NIVEL



 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		PROGRAMA:	EPS USAC 2017
		PROYECTO:	EDIFICIO ESCOLAR
DRENAJE PLUVIAL		ESCALA:	1:150
		FECHA:	2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO:	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA
ASESORIA:	DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	SUPERVISOR:	UNIDAD DE EPS, USAC
DIBUJO:	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	FIRMA:	
			20
			35



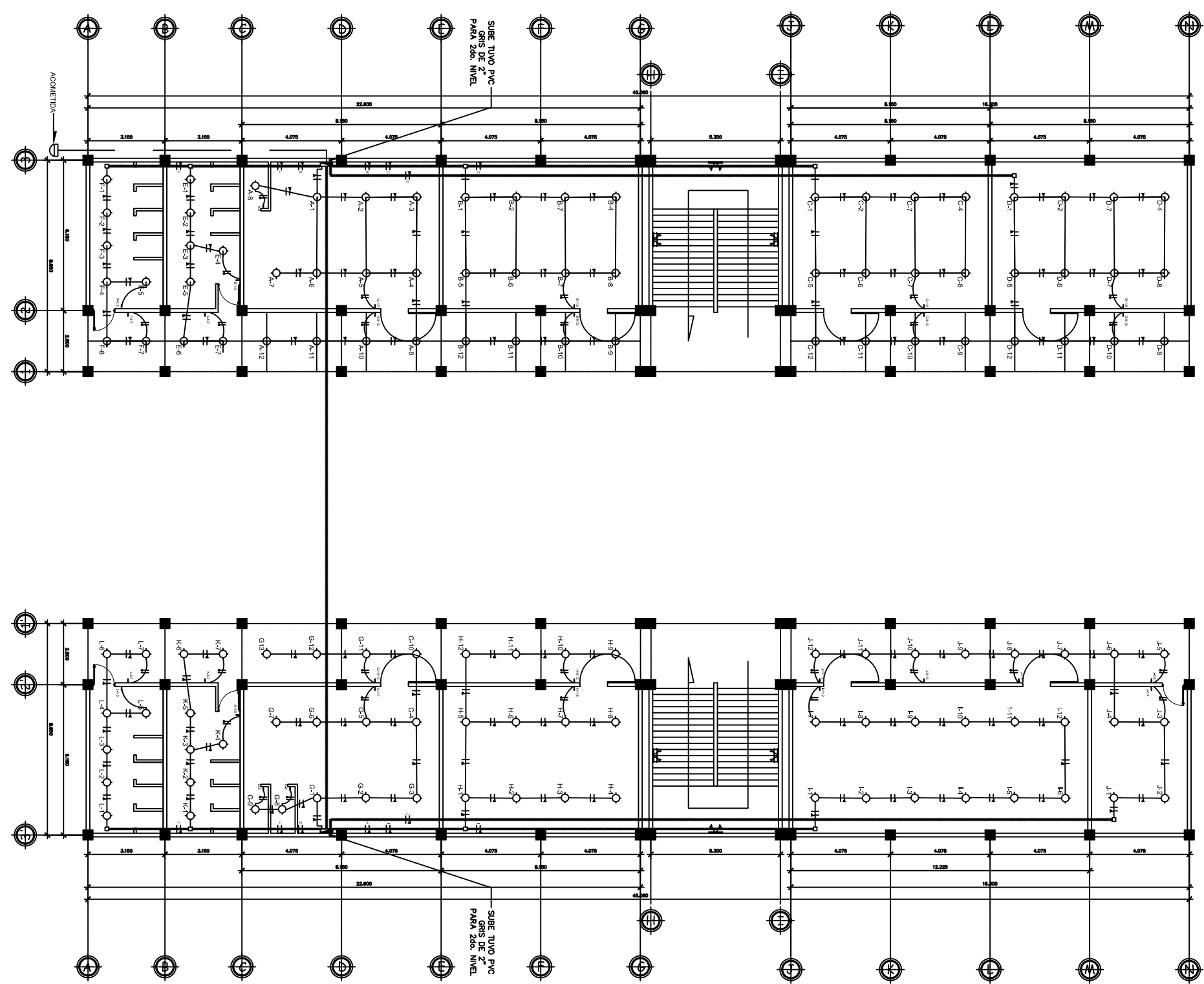
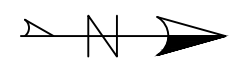
PLANTA PRIMER NIVEL

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	SIGNIFICADO
	INDICA TUBERIA DE AGUA PLUVIAL
	INDICA TEE HORIZONTAL
	INDICA CODO A 45°
	INDICA CODO A 90°
	INDICA REDUCIDOR DE TUBERIA
	INDICA BAJADAS DE AGUA PLUVIAL
	INDICA SENTIDO DE LA PENDIENTE



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR	PROGRAMA: EPS USAC 2017
DRENAJE PLUVIAL	
FECHA: 2017	
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA
ASESORIA: DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS. USAC
DIBUJO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	FIRMA:

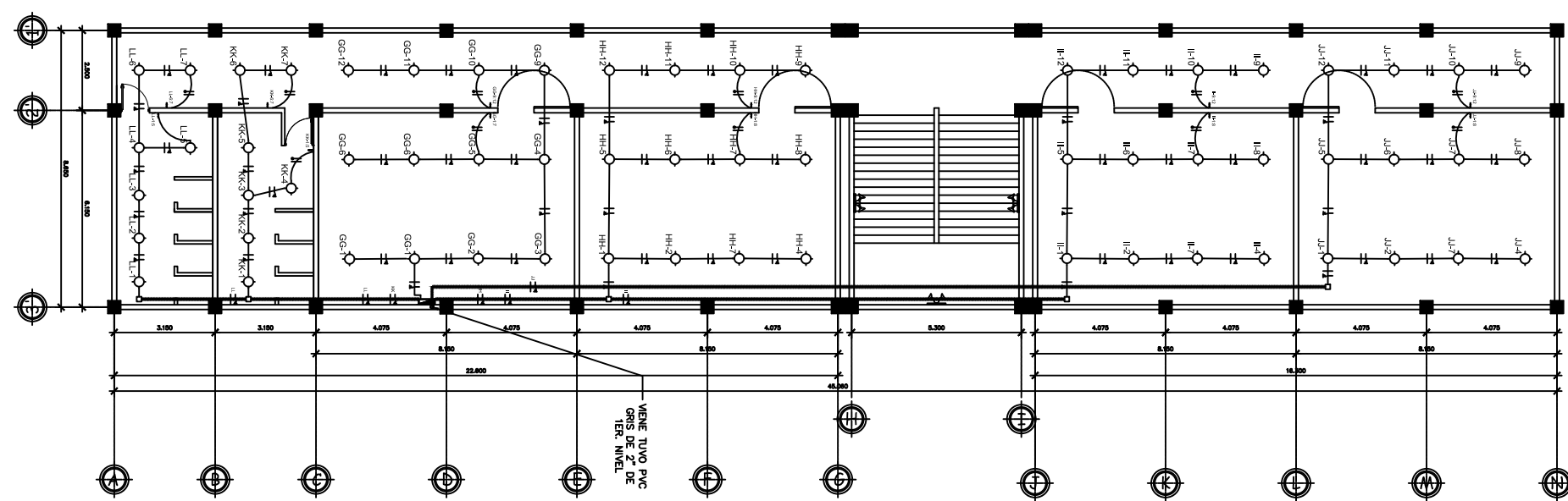
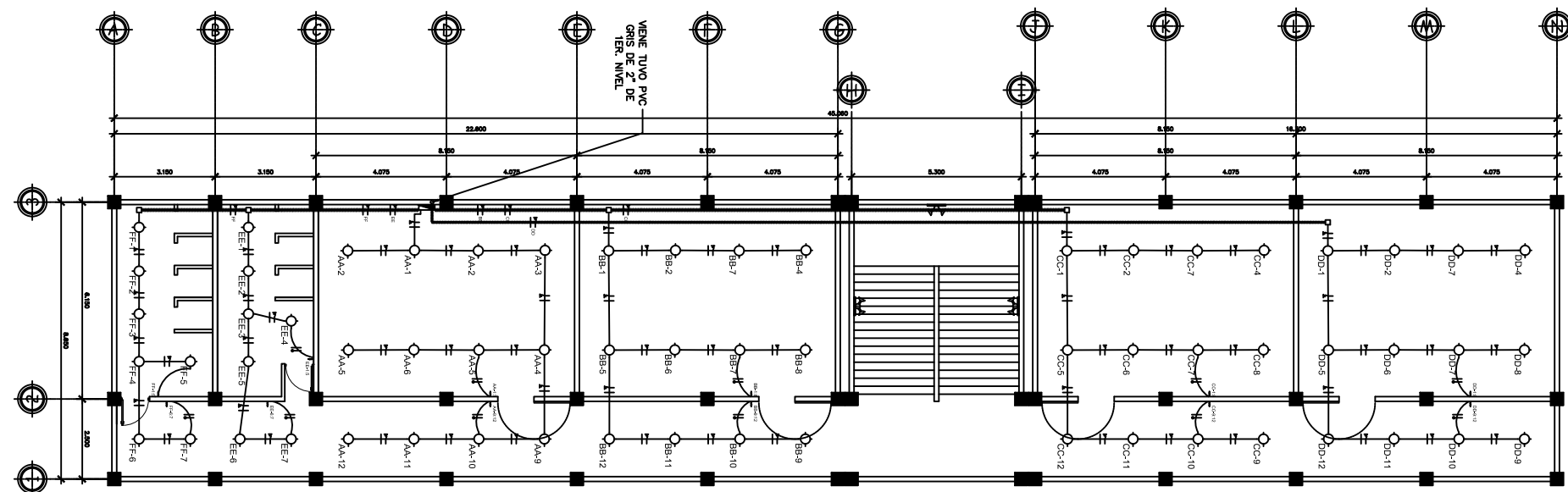
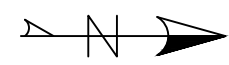


SIMBOLOGÍA DE ILUMINACIÓN

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	PLAFONERA, PARA FOCO DE 120 WATTS
	REFLECTOR DOBLE 120°, 100 WATTS, EXTERIOR CON DETECTOR DE MOVIMIENTO
	CAJA DE REGISTRO 4" x 4" SALIDAS DE 1/2" - 3/4"
	INTERRUPTOR TRIPLE H=1.20 S.N.P.T.
	LÍNEA NEUTRAL CABLE AWG No. 12 FORRO TIPO THHN BLANCO
	LÍNEA DE PUENTE CABLE AWG No. 12 FORRO TIPO THHN AMARILLO
	LÍNEA VIVA CABLE AWG No. 12 FORRO TIPO THHN NEGRO
	LÍNEA DE RETORNO CABLE AWG No. 12 FORRO TIPO THHN AZUL
	TUBO ELÉCTRICO Ø3/4" INDICA EMPOTRADO EN LOSA
	TUBO ELÉCTRICO Ø 2" INDICA ENTERRADO EN SUELO
	INTERRUPTOR 3w H=1.20 S.N.P.T.
	INTERRUPTOR SIMPLE H=1.20 S.N.P.T.

PLANTA PRIMER NIVEL

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
		PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR	PROGRAMA: EPS USAC 2017
PLANTA INSTALACIONES ELÉCTRICAS, ILUMINACIÓN		ESCALA: 1:200	FECHA: 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	DIBUJO Y CALCULO HIDRÁULICO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	22	
ASESORIA: DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS. USAC	35	
DIBUJO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	FIRMA:		

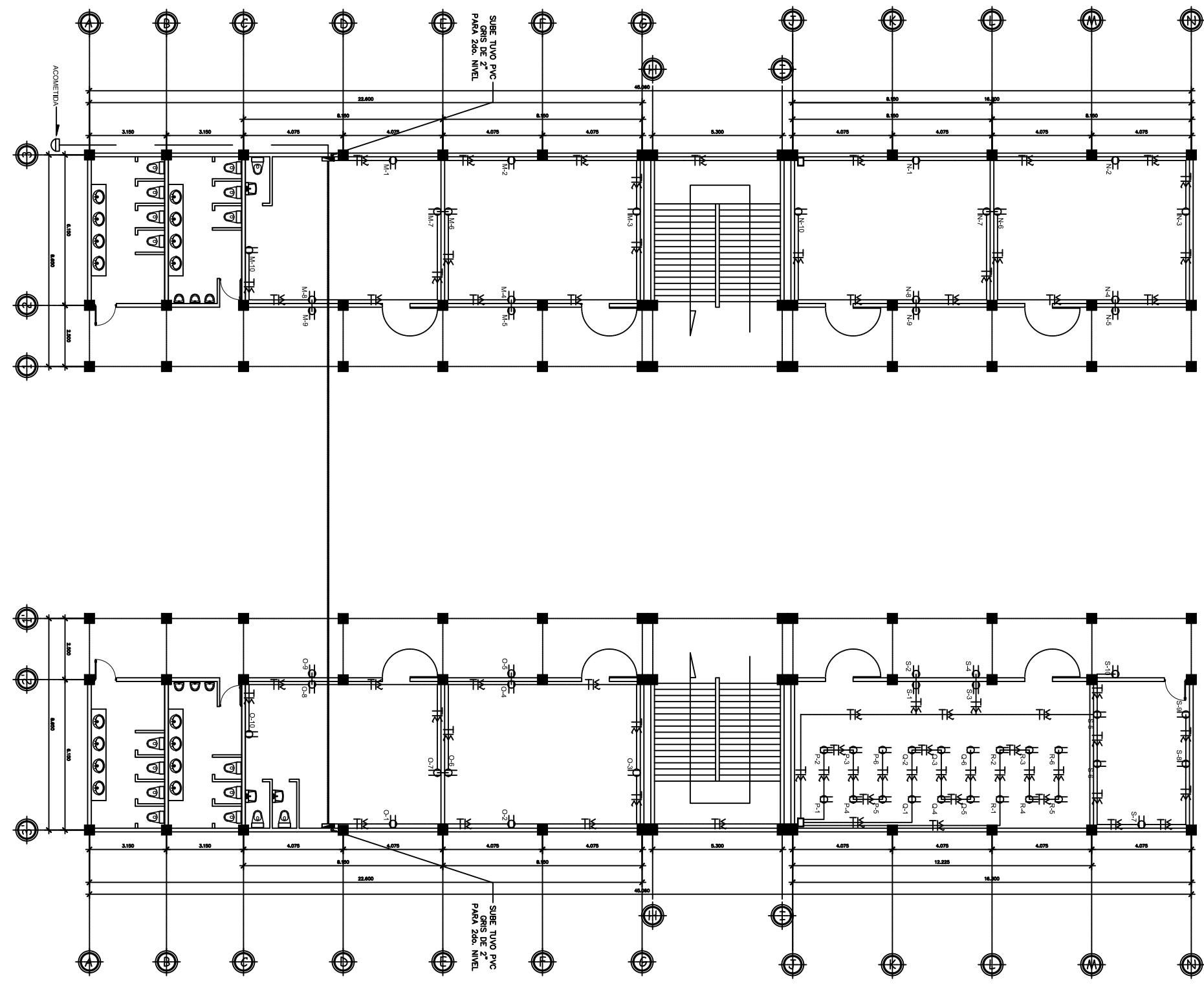
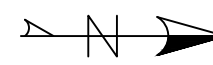


SIMBOLOGÍA DE ILUMINACIÓN

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	PLAFONERA, PARA FOCO DE 120 WATTS
	REFLECTOR DOBLE 120°, 100 WATTS, EXTERIOR CON DETECTOR DE MOVIMIENTO
	CAJA DE REGISTRO 4" x 4" SALIDAS DE 1/2" - 3/4"
	INTERRUPTOR TRIPLE H=1.20 S.N.P.T.
	LÍNEA NEUTRAL CABLE AWG No. 12 FORRO TIPO THHN BLANCO
	LÍNEA DE PUENTE CABLE AWG No. 12 FORRO TIPO THHN AMARILLO
	LÍNEA VIVA CABLE AWG No. 12 FORRO TIPO THHN NEGRO
	LÍNEA DE RETORNO CABLE AWG No. 12 FORRO TIPO THHN AZUL
	TUBO ELÉCTRICO Ø3/4" INDICA EMPOTRADO EN LOSA
	TUBO ELÉCTRICO Ø 2" INDICA ENTERRADO EN SUELO
	INTERRUPTOR 3w H=1.20 S.N.P.T.
	INTERRUPTOR SIMPLE H=1.20 S.N.P.T.

PLANTA SEGUNDO
NIVEL

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
		PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR	PROGRAMA: EPS USAC 2017
PLANTA INSTALACIONES ELÉCTRICAS, ILUMINACIÓN		ESCALA: 1:200	FECHA: 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	DIBUJO Y CALCULO HIDRÁULICO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	23	
ASESORIA: DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS. USAC	35	
DIBUJO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	FIRMA:		

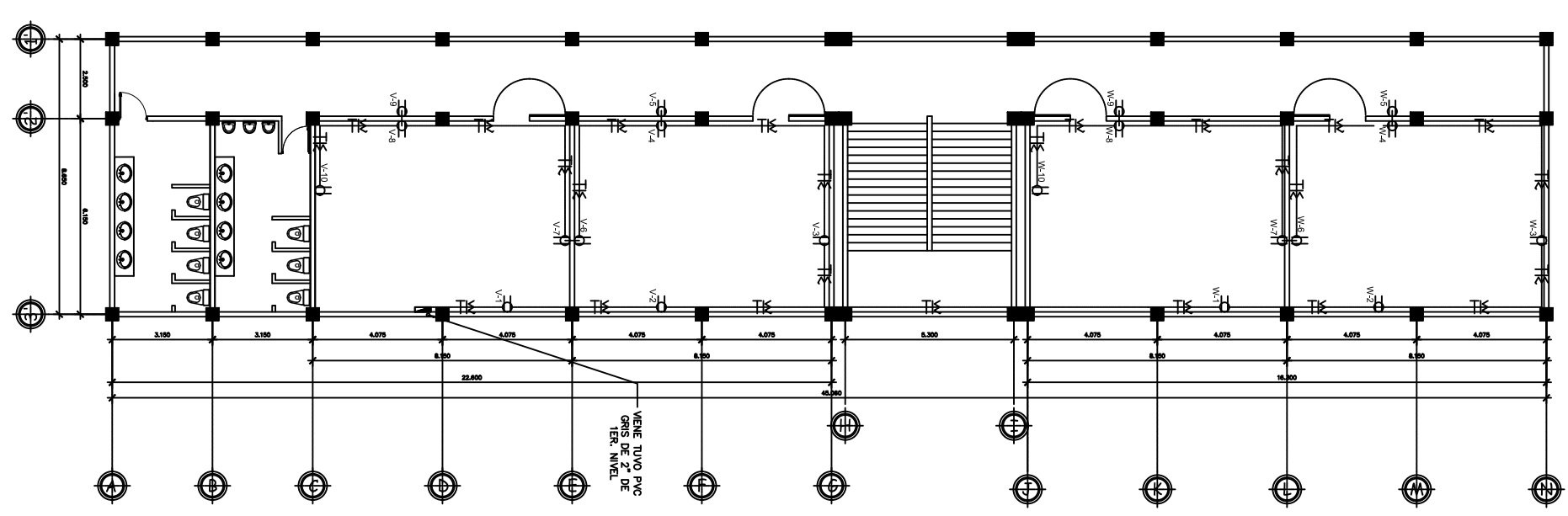
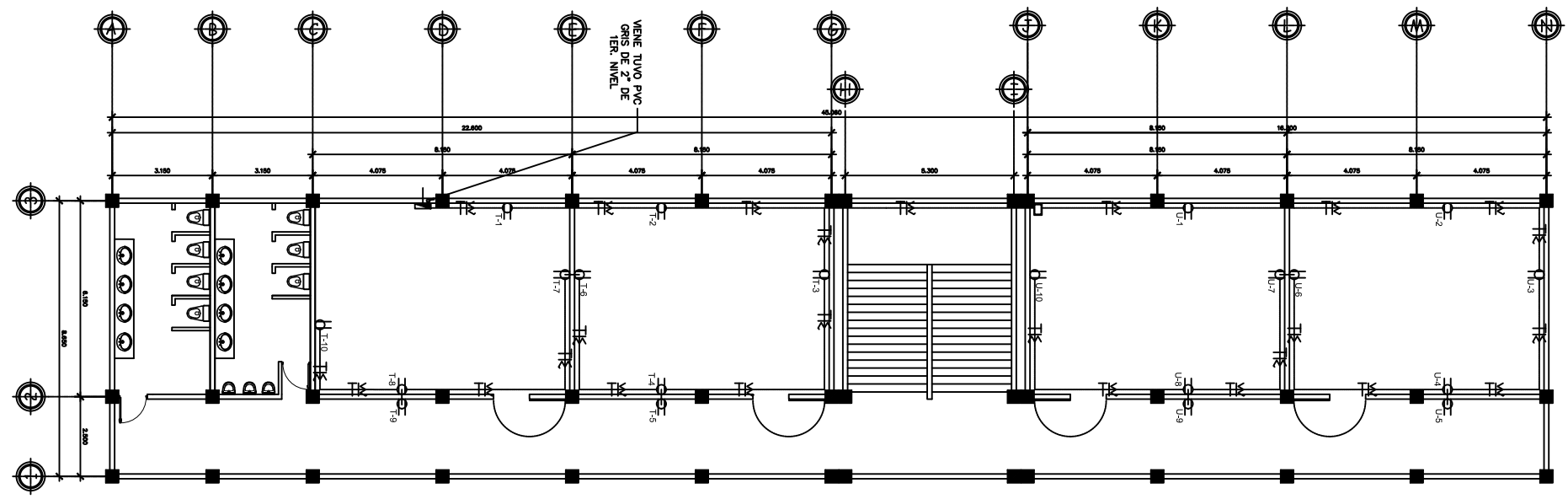
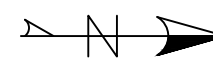


SIMBOLOGÍA ELECTRICA/ FUERZA

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	LÍNEA NEUTRAL CALIBRE 12 TW O INDICADO
	LÍNEA VIVA CALIBRE 12 TW O INDICADO
	LÍNEA DE TIERRA CALIBRE 12 TW O INDICADO
	TOMACORRIENTE DOBLE 120 V. H=0.30 S.N.P.T.
	TUBO PVC ELÉCTRICO Ø 2" O INDICADO EMPOTRADO EN PARED
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN H=1.70 S.N.P.T.
	CAJA RH

PLANTA PRIMER NIVEL

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
		PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR	PROGRAMA: EPS USAC 2017
PLANTA INSTALACIONES ELÉCTRICAS, FUERZA		ESCALA: 1:200	FECHA: 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	DIBUJO Y CALCULO HIDRÁULICO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	24 35	
ASESORIA: DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS. USAC		
DIBUJO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	FIRMA:		

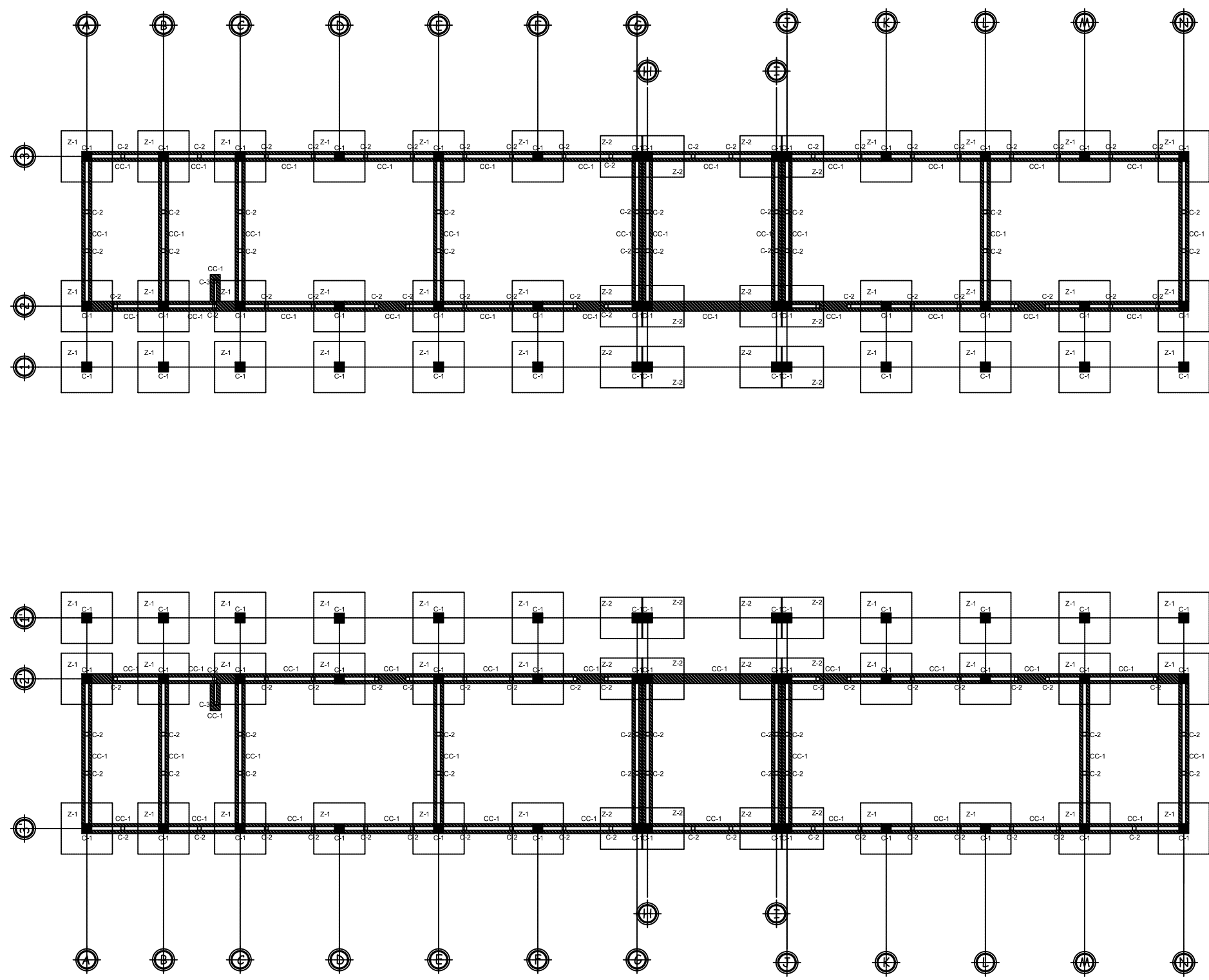
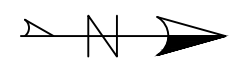


SIMBOLOGÍA ELECTRICA/ FUERZA

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	LÍNEA NEUTRAL CALIBRE 12 TW O INDICADO
	LÍNEA VIVA CALIBRE 12 TW O INDICADO
	LÍNEA DE TIERRA CALIBRE 12 TW O INDICADO
	TOMACORRIENTE DOBLE 120 V. H=0.30 S.N.P.T.
	TUBO PVC ELÉCTRICO Ø 2" O INDICADO EMPOTRADO EN PARED
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN H=1.70 S.N.P.T.
	CAJA RH

PLANTA SEGUNDO
NIVEL

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
		PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR	PROGRAMA: EPS USAC 2017
PLANTA INSTALACIONES ELÉCTRICAS, FUERZA		ESCALA: 1:200	FECHA: 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	DIBUJO Y CALCULO HIDRÁULICO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	25	
ASESORIA: DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS. USAC	35	
DIBUJO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	FIRMA:		

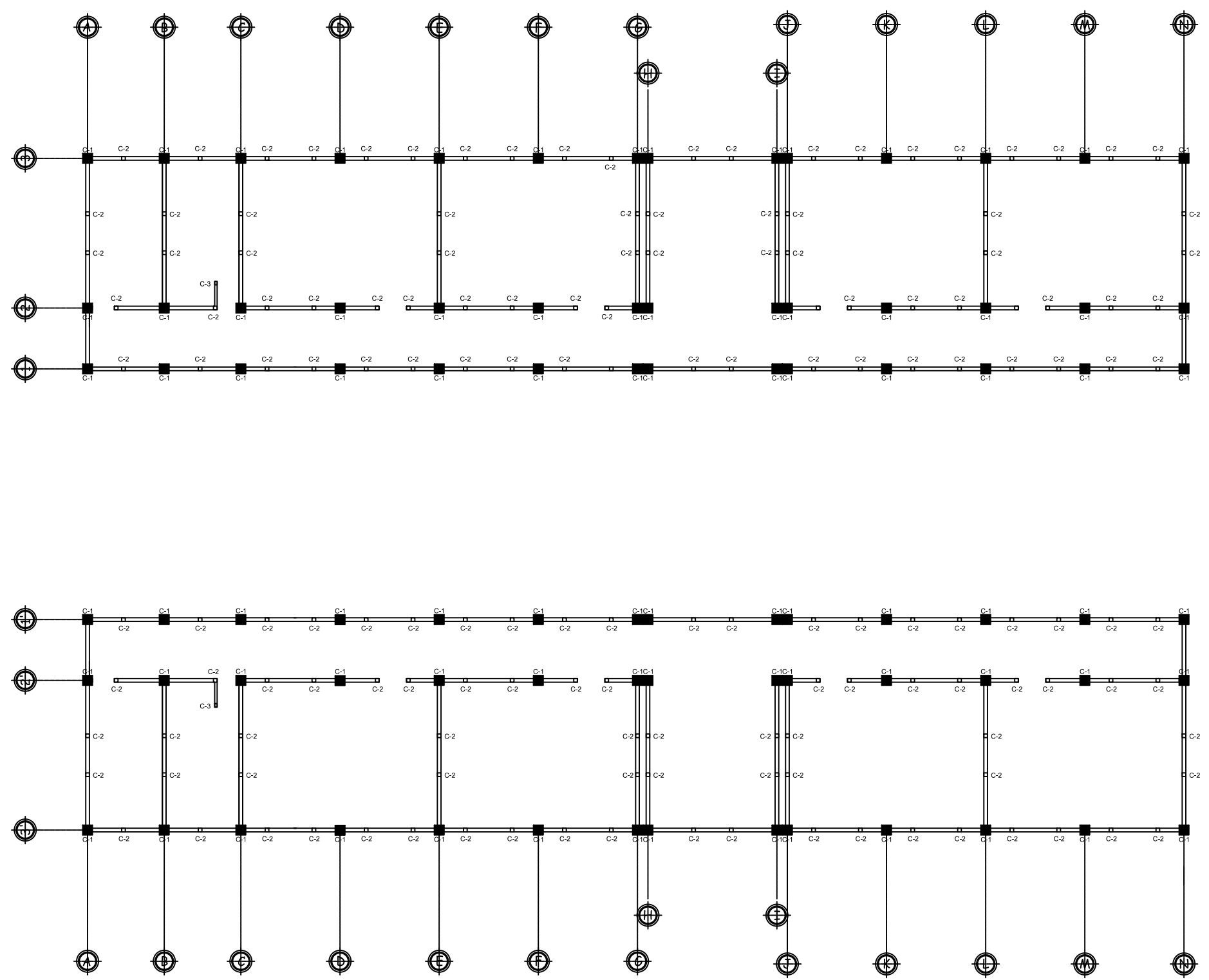
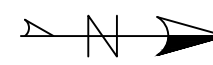


ESPECIFICACIONES GENERALES

CONCRETO F' _c = CONCRETO 4000 PSI A LOS 28 DIAS AGREGADO Ø 1/2"																		
ACERO DE REFUERZO F _y = 60,000 PSI																		
MAMPOSTERIA F'm = 35 Kg/Cm. ²																		
SOPORTE DE SUELO V _s = 36 T/m ²																		
CODIGOS DE REFERENCIA ACI-318-19 AGIES 2018																		
EMPALMES DE VARILLAS Y LONGITUDES DE ANCLAJE																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>VARILLA</th> <th>LONGITUD A</th> <th>LONGITUD B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>No 3</td> <td>0.40 m</td> <td>0.12 m</td> </tr> <tr> <td>No 4</td> <td>0.50 m</td> <td>0.16 m</td> </tr> <tr> <td>No 5</td> <td>0.60 m</td> <td>0.20 m</td> </tr> <tr> <td>No 6</td> <td>0.70 m</td> <td>0.25 m</td> </tr> <tr> <td>No 8</td> <td>0.80 m</td> <td>0.30 m</td> </tr> </tbody> </table>	VARILLA	LONGITUD A	LONGITUD B	No 3	0.40 m	0.12 m	No 4	0.50 m	0.16 m	No 5	0.60 m	0.20 m	No 6	0.70 m	0.25 m	No 8	0.80 m	0.30 m
VARILLA	LONGITUD A	LONGITUD B																
No 3	0.40 m	0.12 m																
No 4	0.50 m	0.16 m																
No 5	0.60 m	0.20 m																
No 6	0.70 m	0.25 m																
No 8	0.80 m	0.30 m																
RECUBRIMIENTOS																		
<table border="1"> <tbody> <tr> <td>CIMENTOS</td> <td>7 cm.</td> </tr> <tr> <td>ZAPATAS</td> <td>7.5 cm.</td> </tr> <tr> <td>COLUMNAS</td> <td>4 cm.</td> </tr> <tr> <td>VIGAS</td> <td>4 cm.</td> </tr> </tbody> </table>	CIMENTOS	7 cm.	ZAPATAS	7.5 cm.	COLUMNAS	4 cm.	VIGAS	4 cm.										
CIMENTOS	7 cm.																	
ZAPATAS	7.5 cm.																	
COLUMNAS	4 cm.																	
VIGAS	4 cm.																	

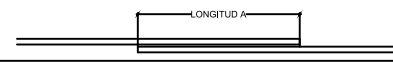
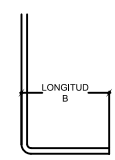
PLANTA PRIMER NIVEL

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
		PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR	PROGRAMA: EPS USAC 2017
CIMENTACIONES Y COLUMNAS		ESCALA: 1:200	FECHA: 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	26	
ASESORIA: DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS. USAC	35	
DIBUJO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	FIRMA:		



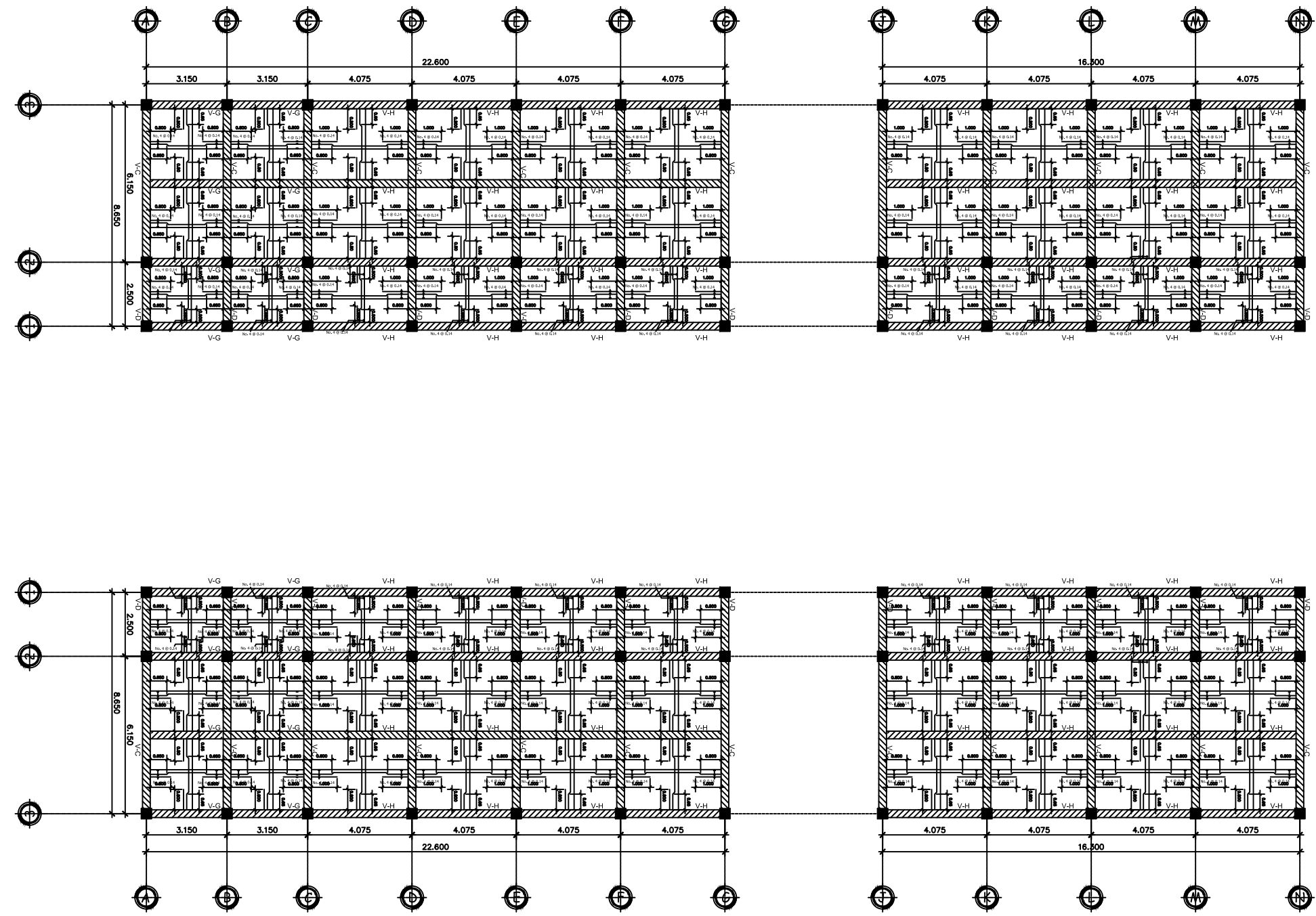
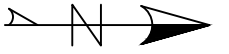
ESPECIFICACIONES GENERALES

<p>CONCRETO $F'_c = \text{CONCRETO 4000 PSI A LOS 28 DIAS AGREGADO } \varnothing 1/2''$</p>															
<p>ACERO DE REFUERZO $F_y = 60,000 \text{ PSI}$</p>															
<p>MAMPOSTERIA $F'_m = 35 \text{ Kg/Cm.}^2$</p>															
<p>SOPORTE DE SUELO $V_s = 36 \text{ T/m}^2$</p>															
<p>CODIGOS DE REFERENCIA ACI-318-19 AGIES 2018</p>															
<p>EMPALMES DE VARILLAS Y LONGITUDES DE ANLAJE VARILLA LONGITUD A LONGITUD B</p> <table border="1"> <tr><td>No 3</td><td>0.40 m</td><td>0.12 m</td></tr> <tr><td>No 4</td><td>0.50 m</td><td>0.16 m</td></tr> <tr><td>No 5</td><td>0.60 m</td><td>0.20 m</td></tr> <tr><td>No 6</td><td>0.70 m</td><td>0.25 m</td></tr> <tr><td>No 8</td><td>0.80 m</td><td>0.30 m</td></tr> </table>	No 3	0.40 m	0.12 m	No 4	0.50 m	0.16 m	No 5	0.60 m	0.20 m	No 6	0.70 m	0.25 m	No 8	0.80 m	0.30 m
No 3	0.40 m	0.12 m													
No 4	0.50 m	0.16 m													
No 5	0.60 m	0.20 m													
No 6	0.70 m	0.25 m													
No 8	0.80 m	0.30 m													
<p>RECUBRIMIENTOS</p> <table border="1"> <tr><td>CIMENTOS</td><td>7 cm.</td></tr> <tr><td>ZAPATAS</td><td>7.5 cm.</td></tr> <tr><td>COLUMNAS</td><td>4 cm.</td></tr> <tr><td>VIGAS</td><td>4 cm.</td></tr> </table>	CIMENTOS	7 cm.	ZAPATAS	7.5 cm.	COLUMNAS	4 cm.	VIGAS	4 cm.							
CIMENTOS	7 cm.														
ZAPATAS	7.5 cm.														
COLUMNAS	4 cm.														
VIGAS	4 cm.														




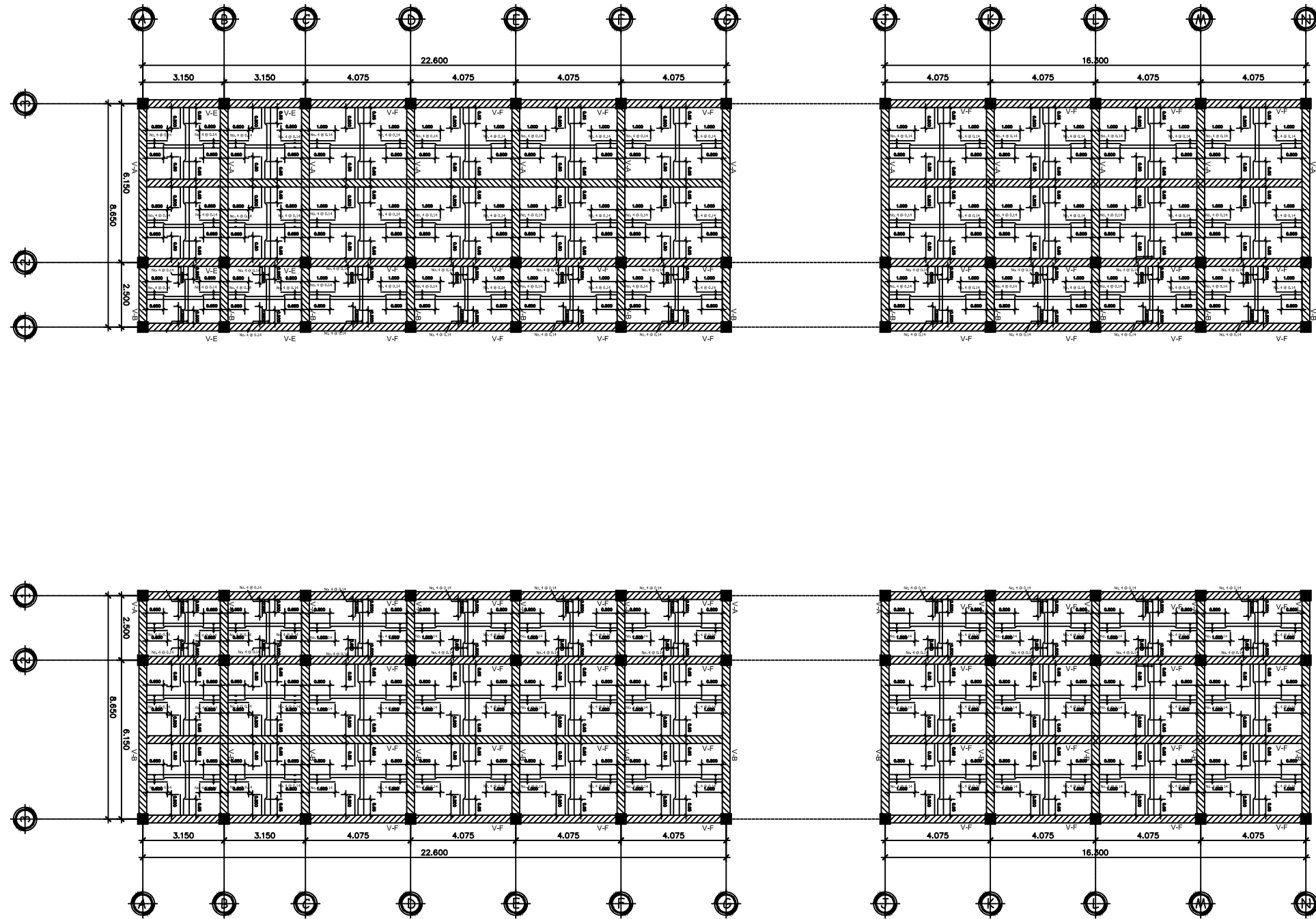
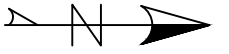
PLANTA SEGUNDO
 NIVEL

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
	PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR	PROGRAMA: EPS USAC 2017
CIMENTACIONES Y COLUMNAS		ESCALA: 1:200
		FECHA: 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	27 35
ASESORIA: DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS. USAC	
DIBUJO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	FIRMA:	




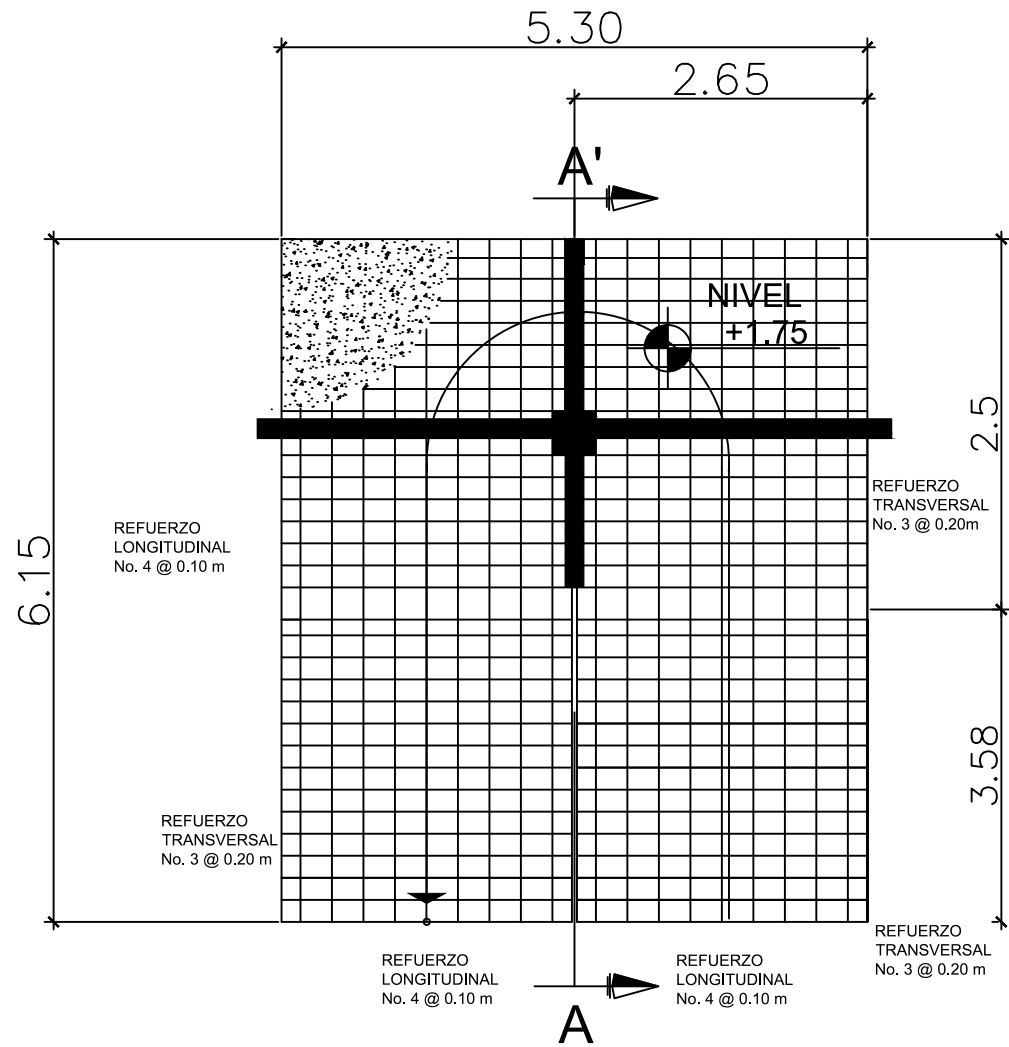
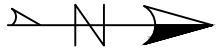
PLANTA PRIMER NIVEL

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
		PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR	PROGRAMA: EPS USAC 2017
PLANTA DE LOSAS Y VIGAS		ESCALA: 1:200	FECHA: 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	28	
ASESORIA: DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS, USAC	35	
DIBUJO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	FIRMA:		

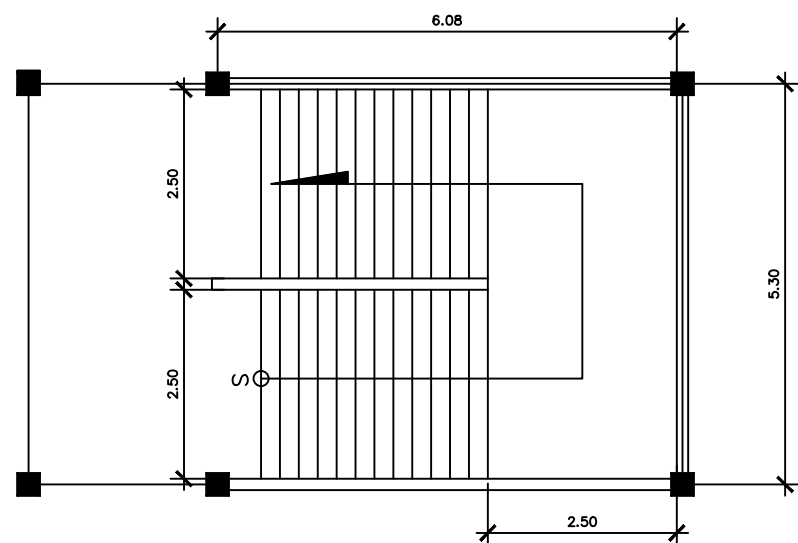


PLANTA PRIMER NIVEL

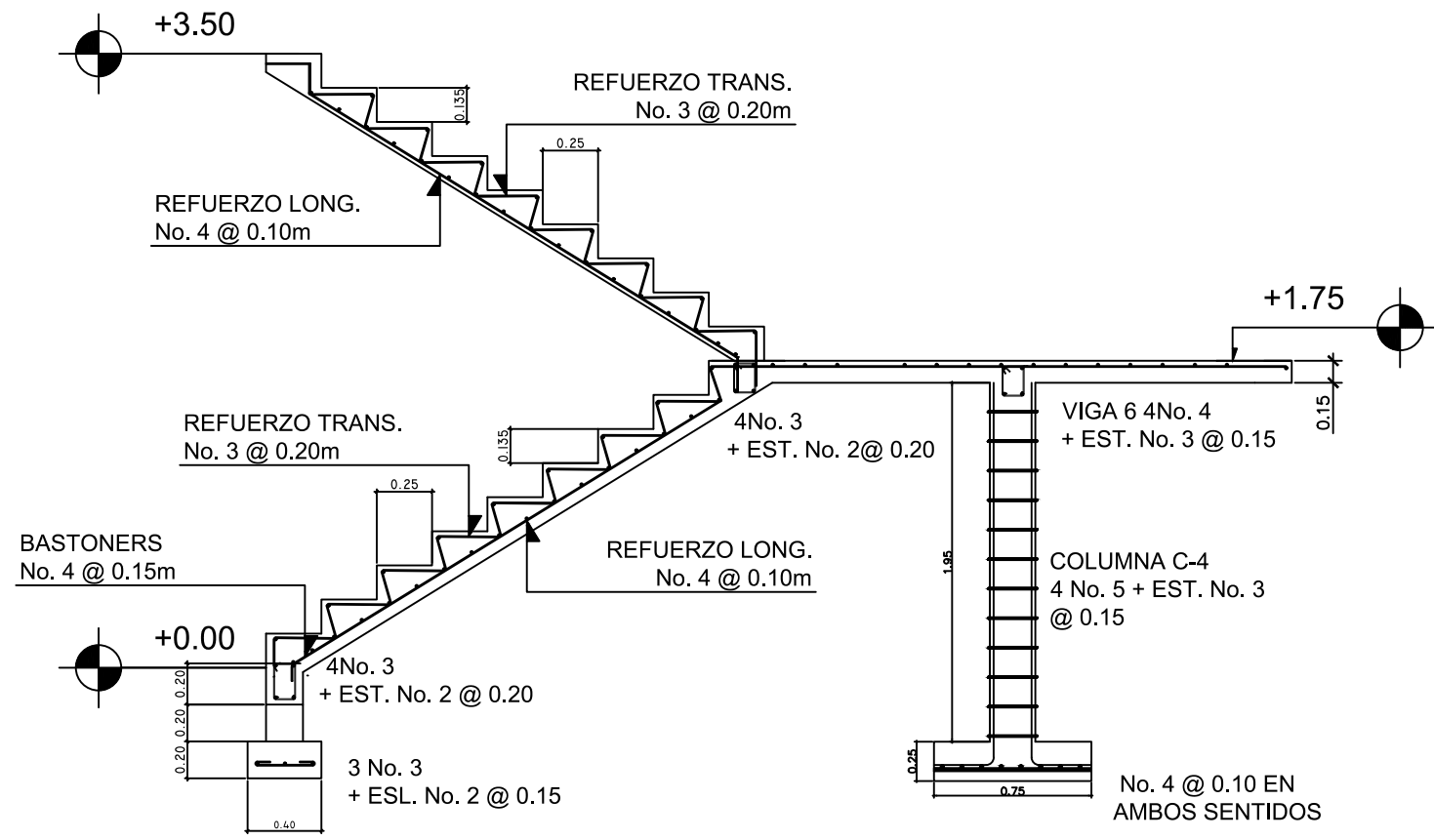
		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
		PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR	PROGRAMA: EPS USAC 2017
PLANTA DE LOSAS Y VIGAS		ESCALA: 1:200	FECHA: 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	29	
ASESORIA: DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS. USAC	35	
DIBUJO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	FIRMA:		



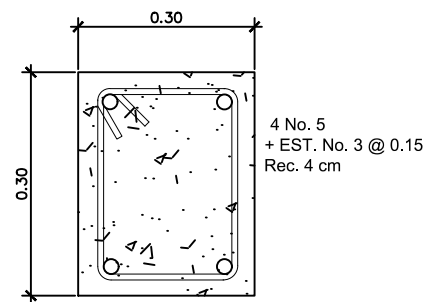
ARMADO PLANTA DE GRADAS
ESCALA GRÁFICA



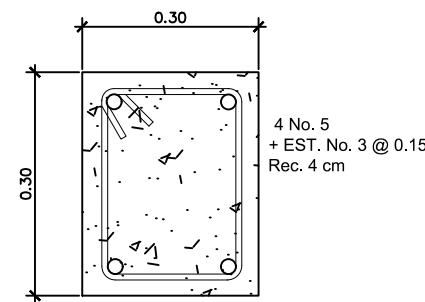
PLANTA DE GRADAS
ESCALA 1:100



SECCIÓN A - A'
ESCALA GRÁFICA

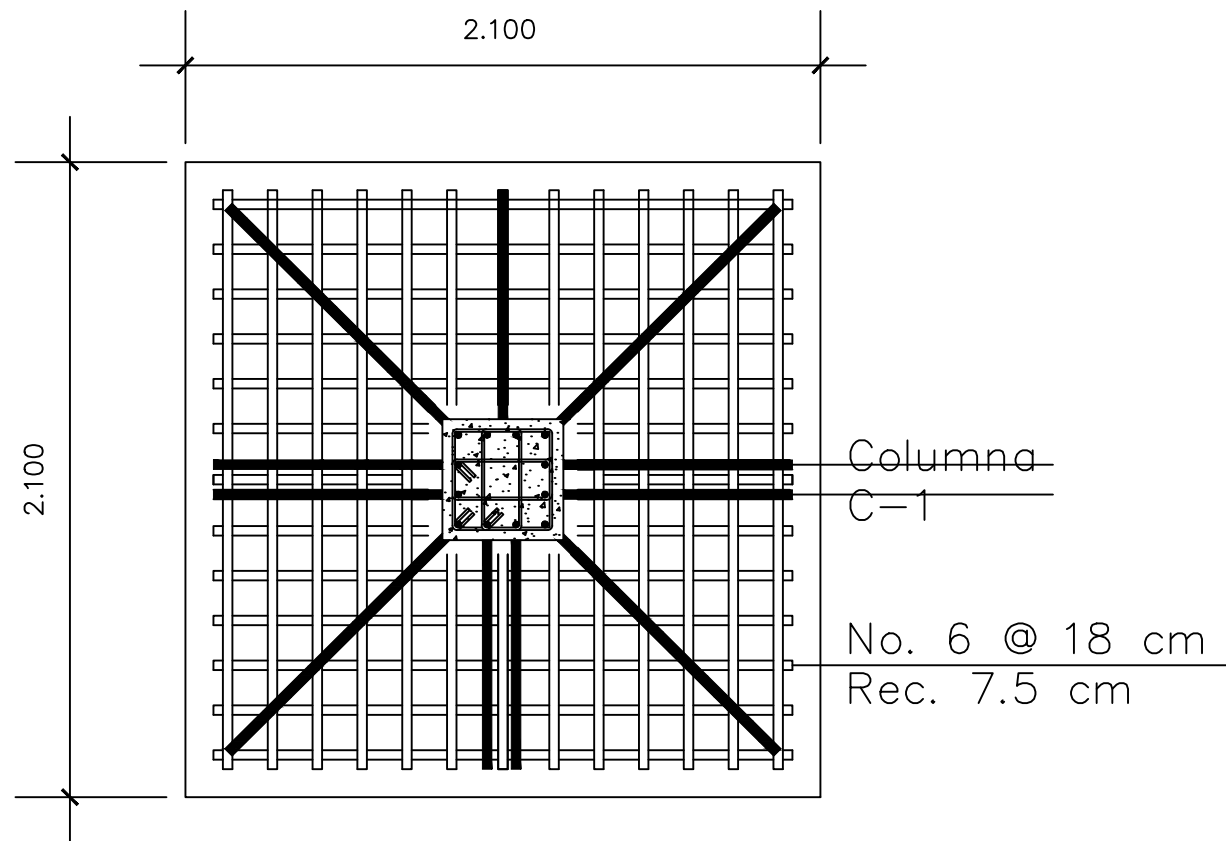


COLUMNA C-4
ESCALA GRÁFICA



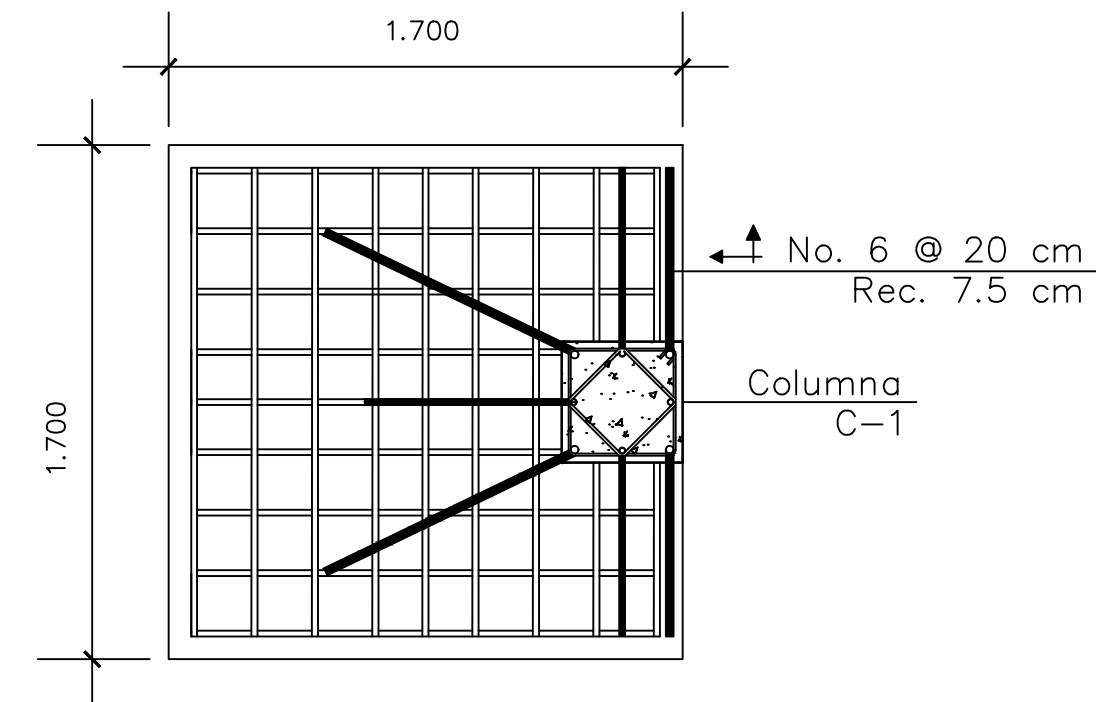
VIGA V-6
ESCALA GRÁFICA

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO:	EDIFICIO ESCOLAR	PROGRAMA:	EPS USAC 2017
MODULO DE GRADAS		ESCALA:	INDICADA
		FECHA:	2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO:	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA
ASESORIA:	DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	SUPERVISOR:	UNIDAD DE EPS. USAC
DIBUJO:	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	FIRMA:	
			30
			35



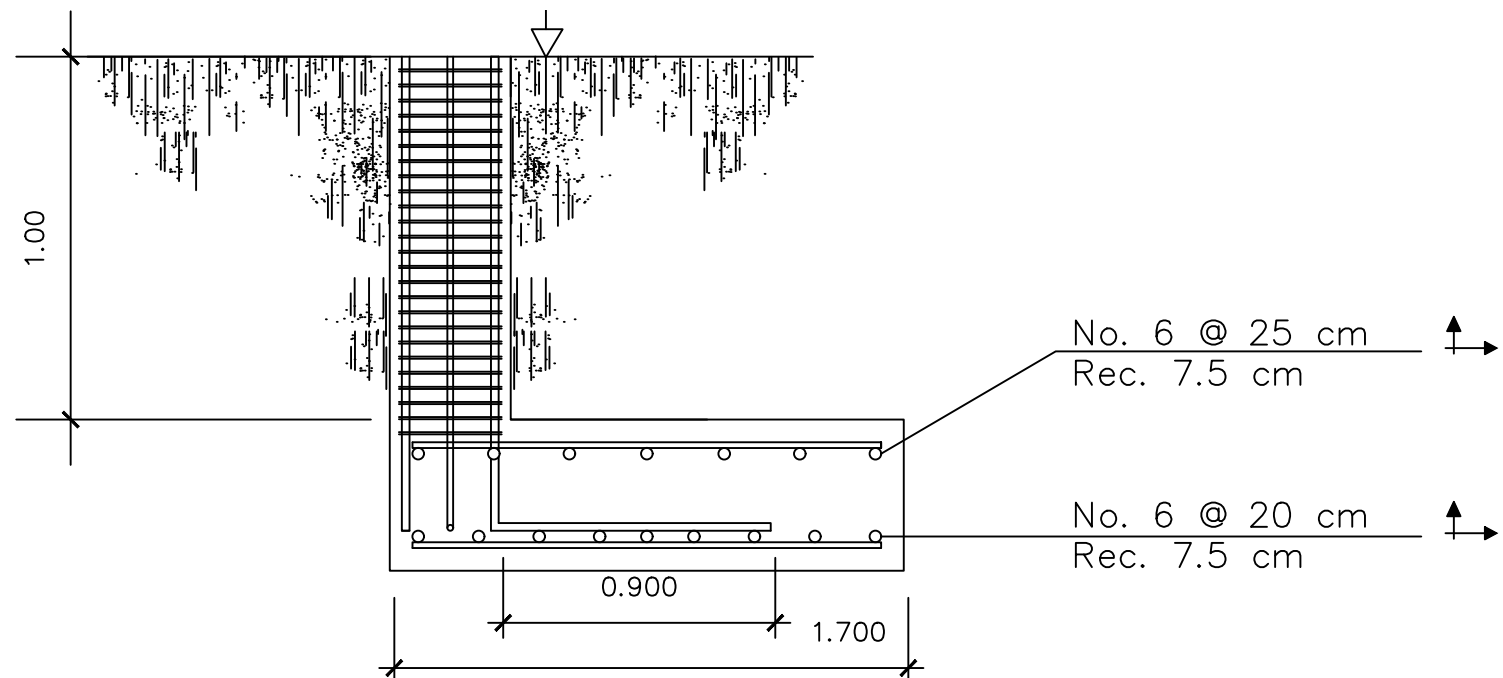
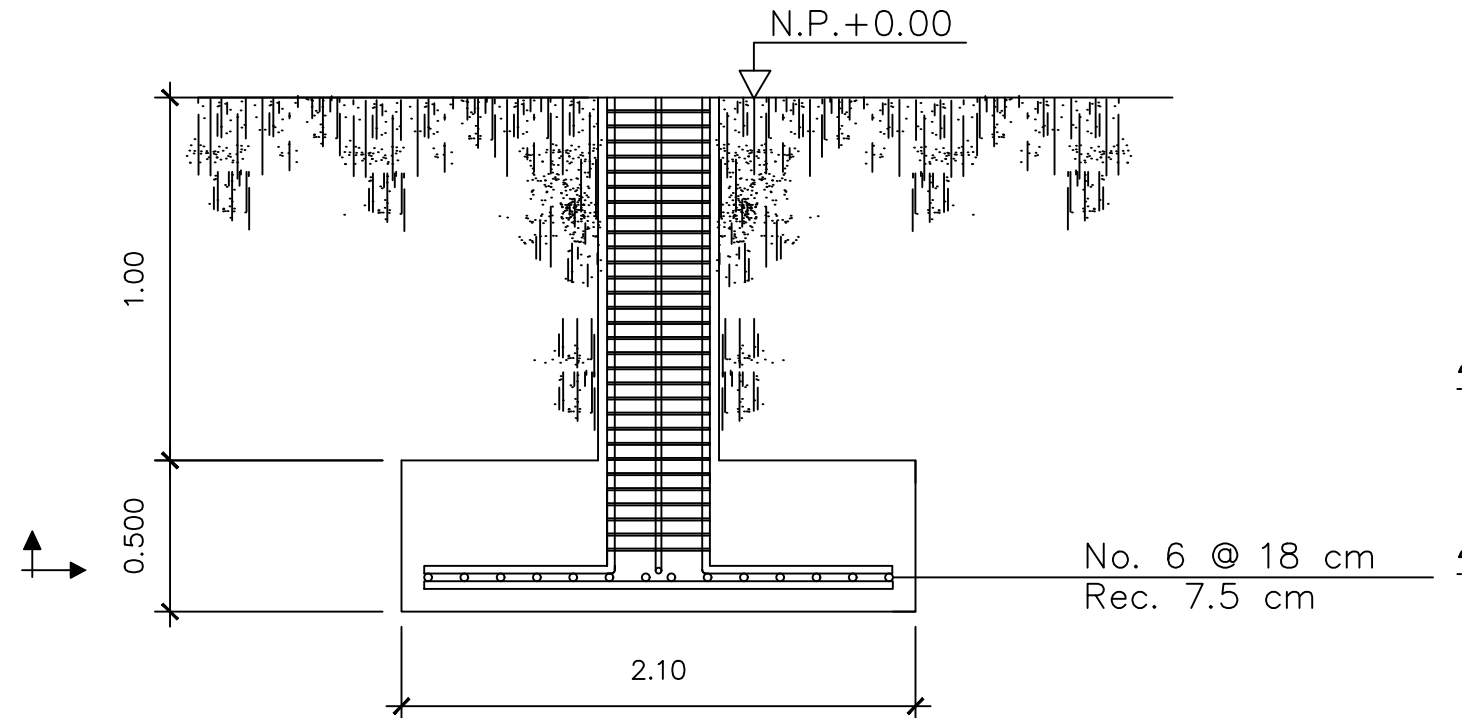
DETALLE DE ZAPATA TIPO 1

ESCALA 1:25



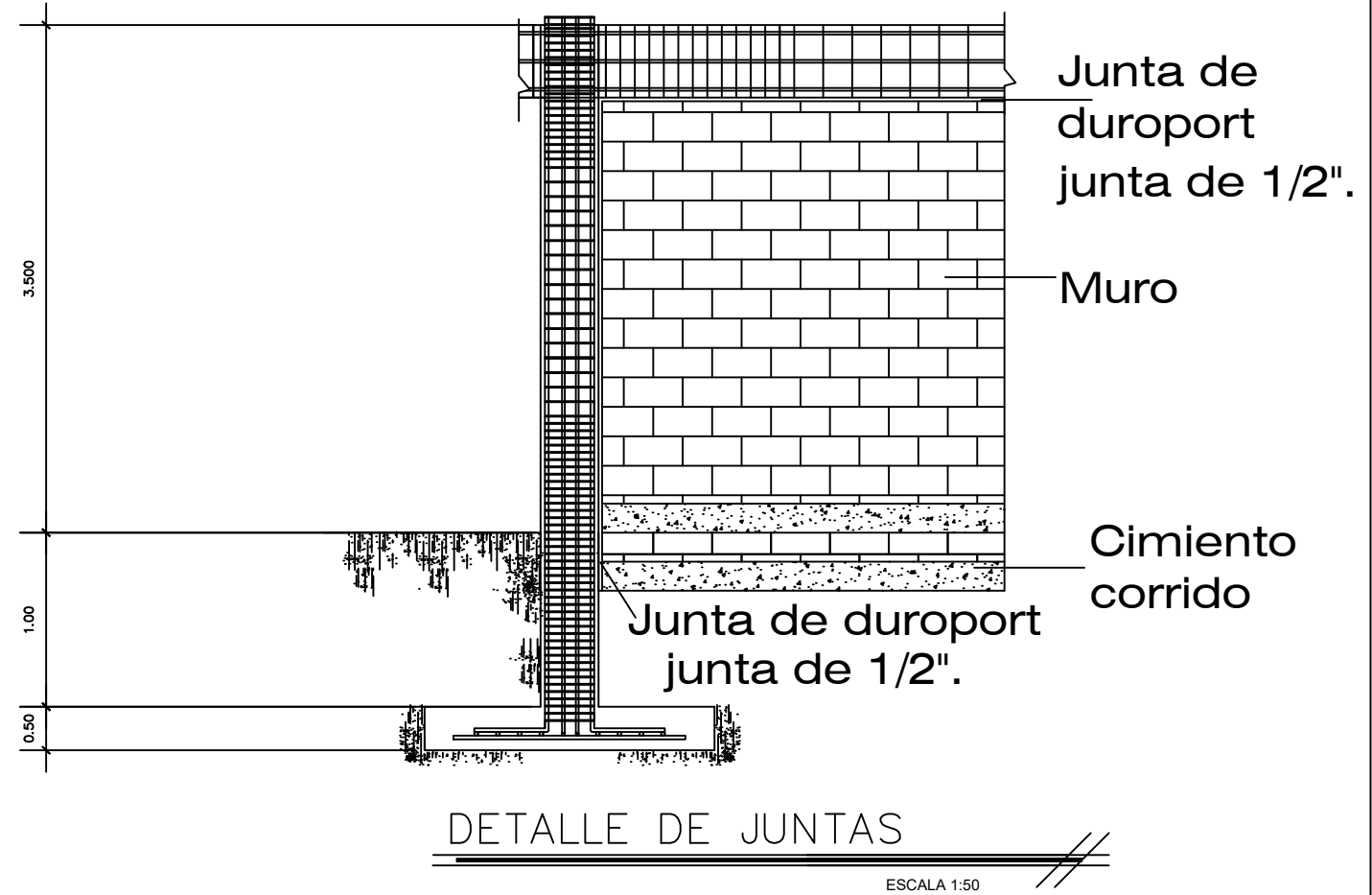
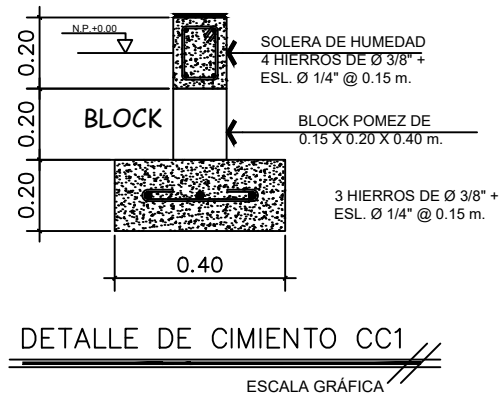
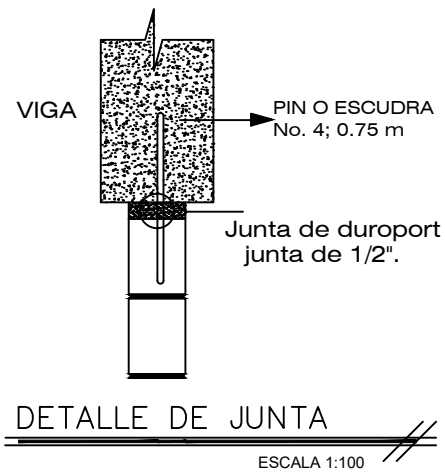
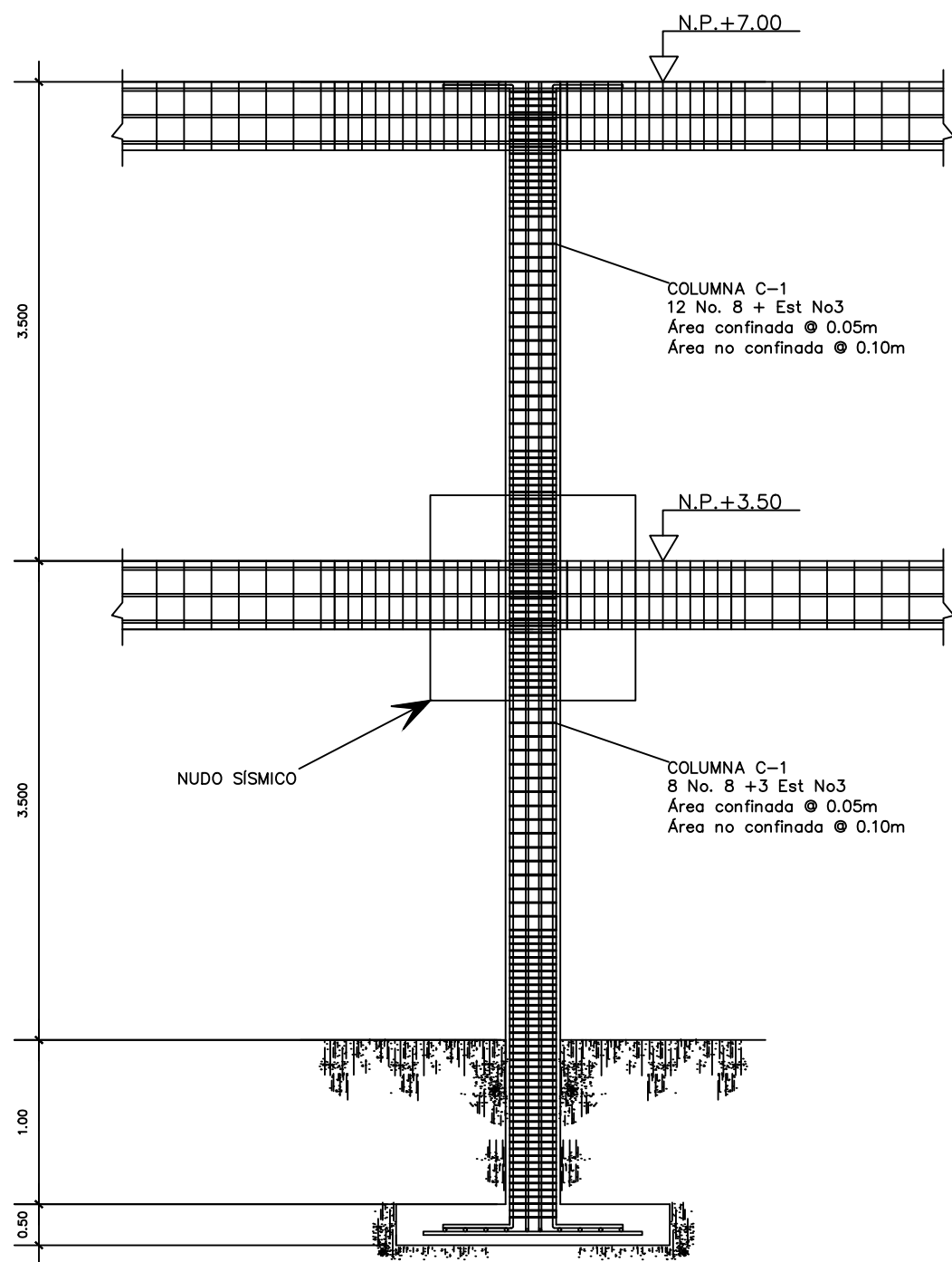
DETALLE DE ZAPATA TIPO 2

ESCALA 1:25



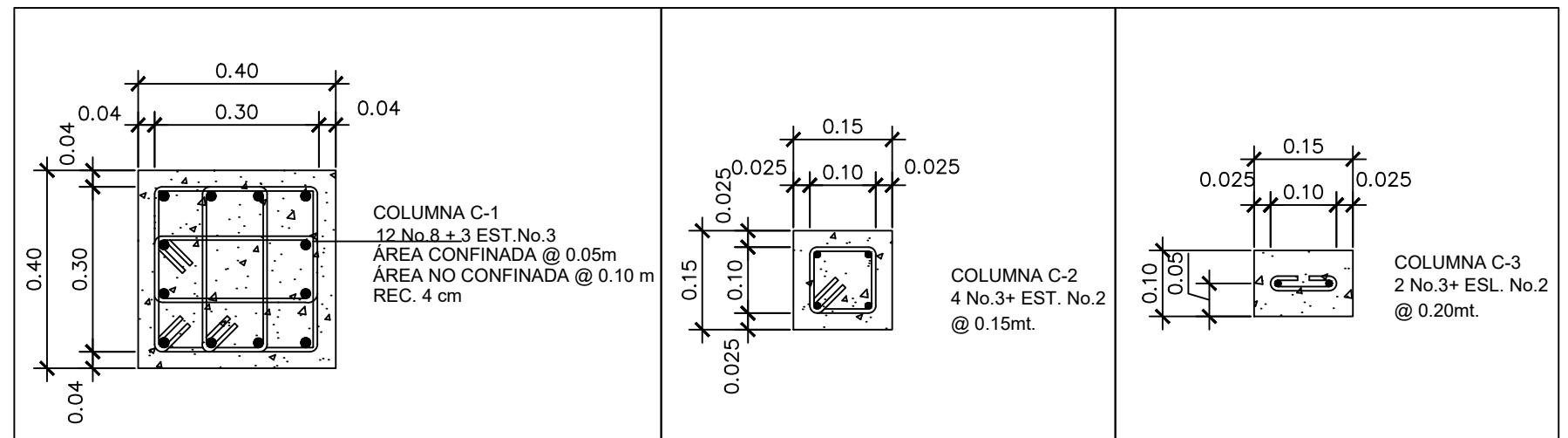
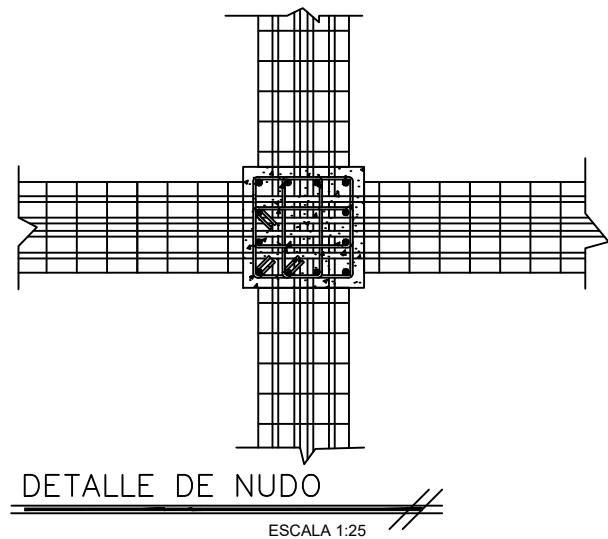
NOTA:
 EL CONCRETO A UTILIZAR EN LAS ZAPATAS DEBERÁ TENER RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE 4000 PSI A LOS 28 DÍAS.
 LAS VARILLAS DE ACERO A UTILIZAR EN LAS ZAPATAS DEBERÁN TENER UNA RESISTENCIA A TENSIÓN DE 60,000 PSI.
 LA LONGITUD DE DESARROLLO DE LAS VARILLAS PROVENIENTES DE LAS COLUMNAS SERA DE 90 CM EN LAS No. 8 Y 70 EN LAS No. 6.
 PARA EVITAR QUE LAS BARRAS DE ACERO ESTÉN EN CONTACTO CON EL SUELO SE DEBERAN COLOCAR TACOS DE CONCRETO CON LA MISMA RESISTENCIA QUE EL CONCRETO A UTILIZAR.

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO:	EDIFICIO ESCOLAR	PROGRAMA:	EPS USAC 2017
DETALLES ESTRUCTURALES		ESCALA:	1:150
		FECHA:	2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO:	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA
ASESORIA:	DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	SUPERVISOR:	UNIDAD DE EPS, USAC
DIBUJO:	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	FIRMA:	
			31
			35




DETALLE DE COLUMNA

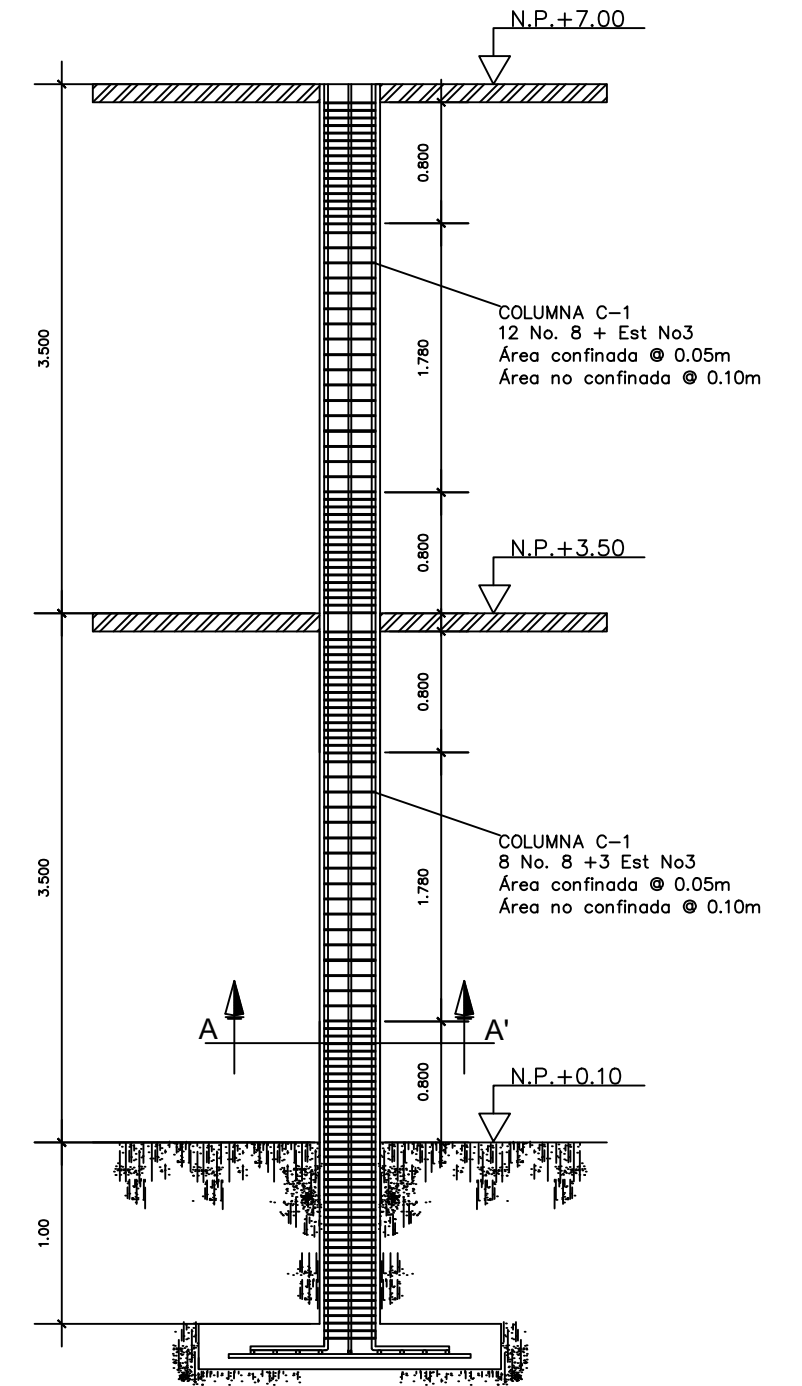
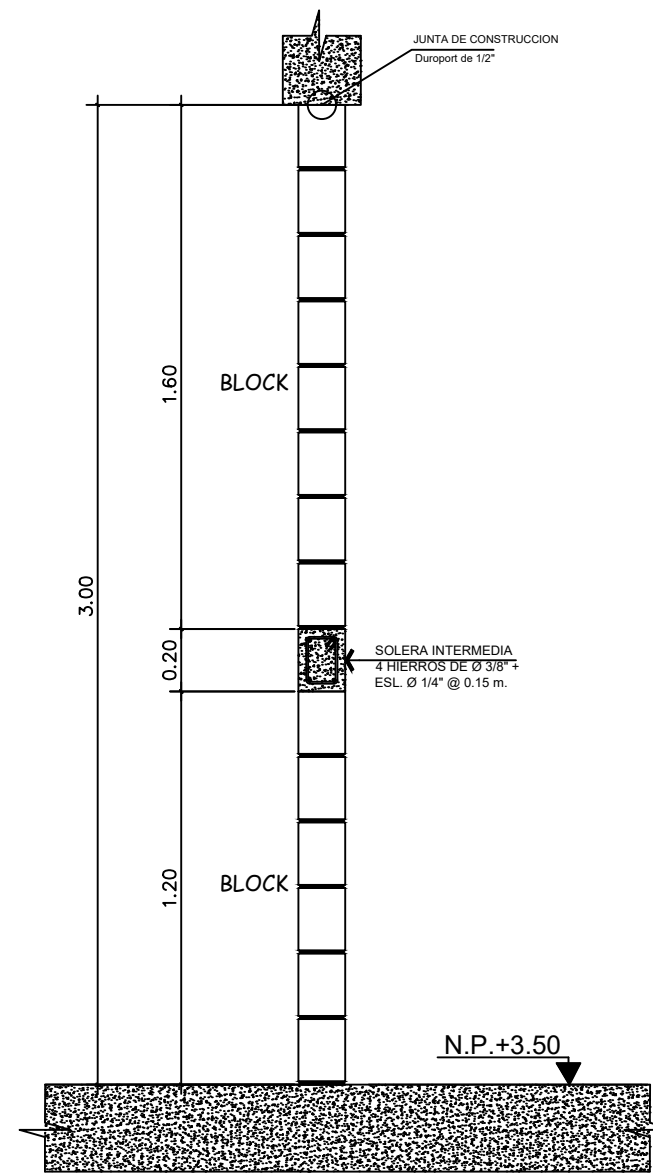
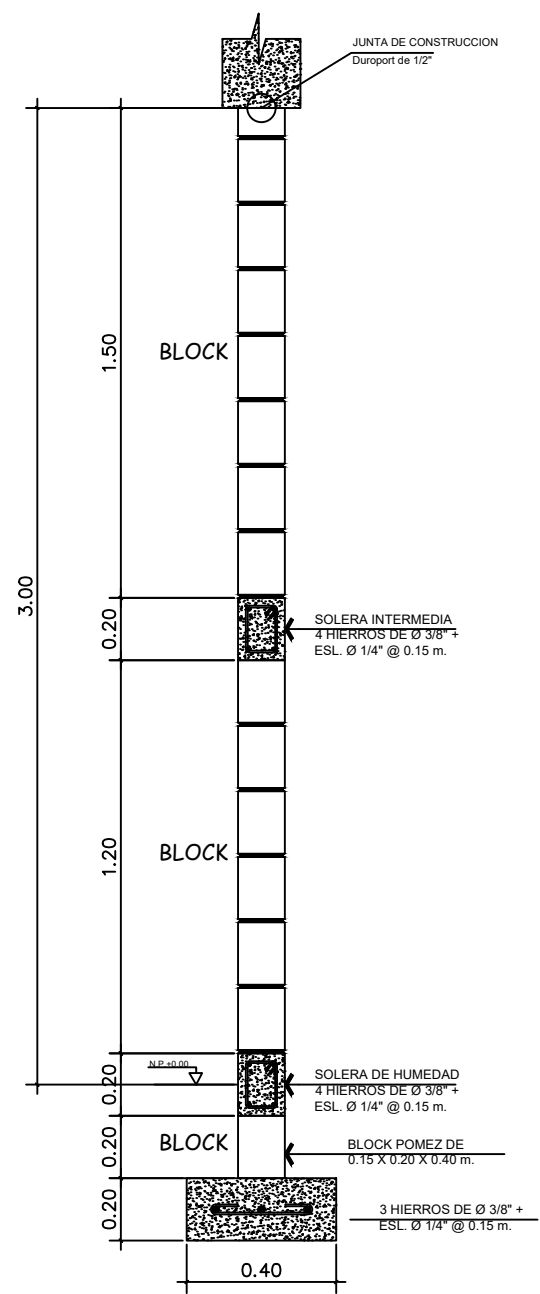
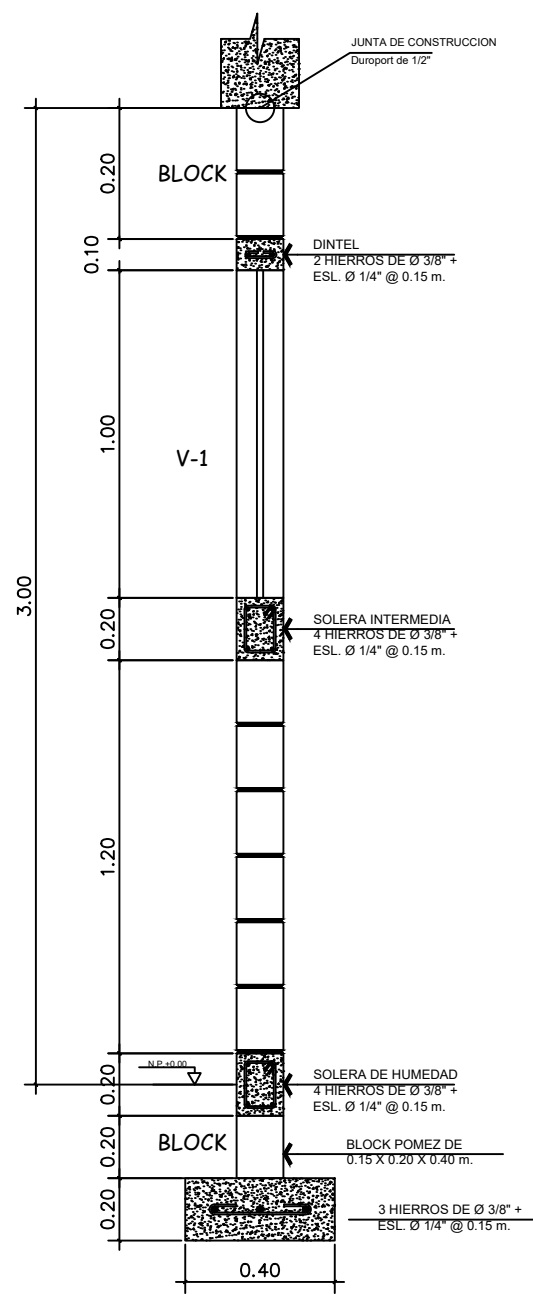
ESCALA 1:50



DETALLE DE COLUMNAS

ESCALA 1:150

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA			
		FACULTAD DE INGENIERIA			
PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR		PROGRAMA: EPS USAC 2017			
DETALLES ESTRUCTURALES		ESCALA: 1:150			
		FECHA: 2017			
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	DIBUJO Y CALCULO HIDRÁULICO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	<table border="1"> <tr> <td>32</td> </tr> <tr> <td>35</td> </tr> </table>		32	35
32					
35					
ASESORIA: DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS. USAC				
DIBUJO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	FIRMA:				



DETALLE DE MUROS

ESCALA GRÁFICA

DETALLE DE COLUMNA

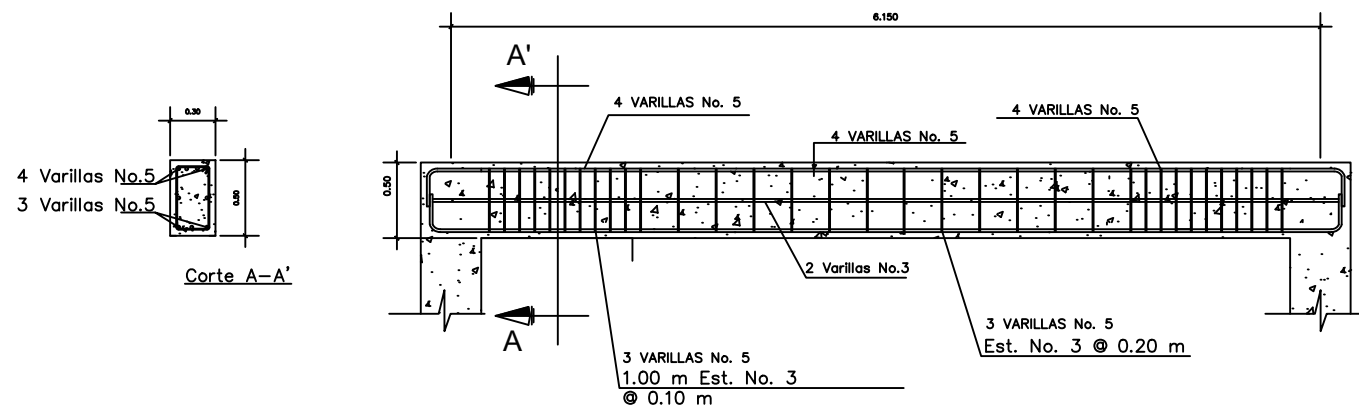
ESCALA 1:50



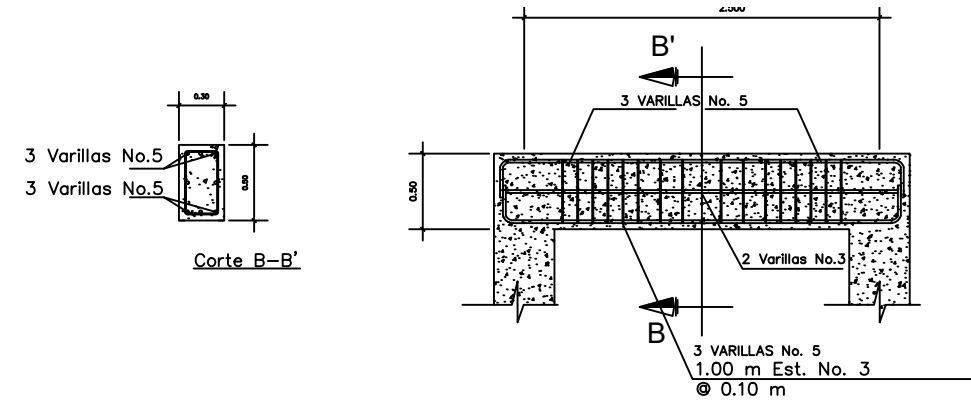
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

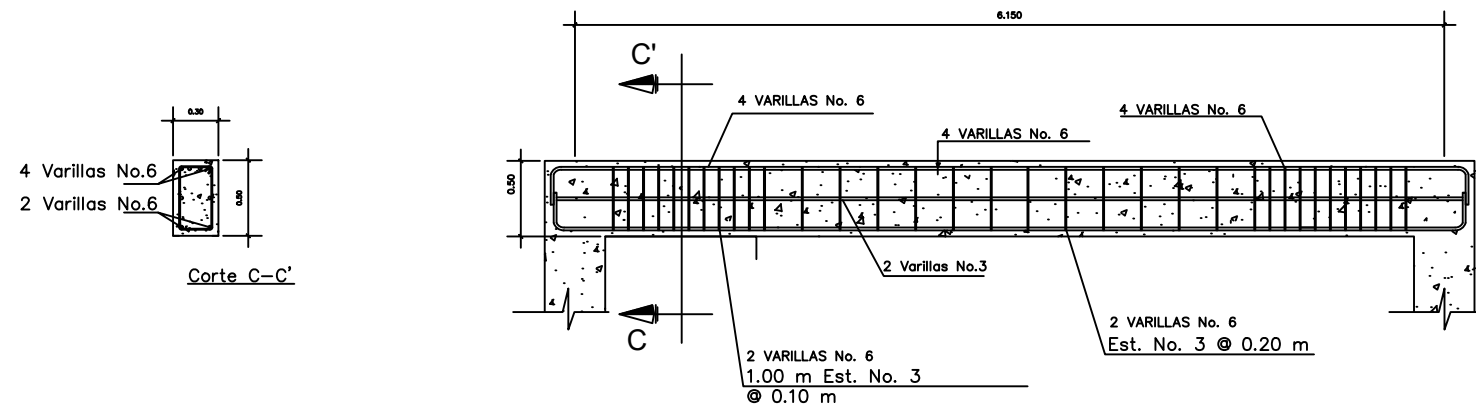
PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR	PROGRAMA: EPS USAC 2017	
DETALLES ESTRUCTURALES		ESCALA: 1:150
		FECHA: 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	33
ASESORIA: DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS. USAC	
DIBUJO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	FIRMA:		35



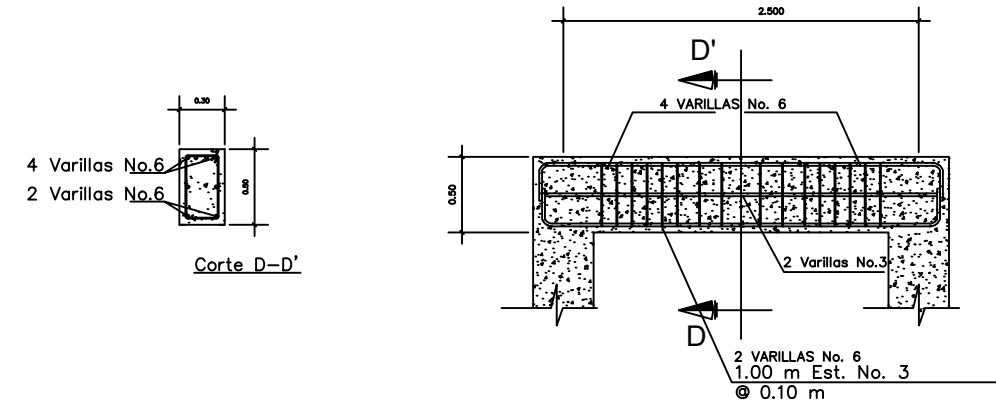
DETALLE DE VIGA V-A
ESCALA 1:100



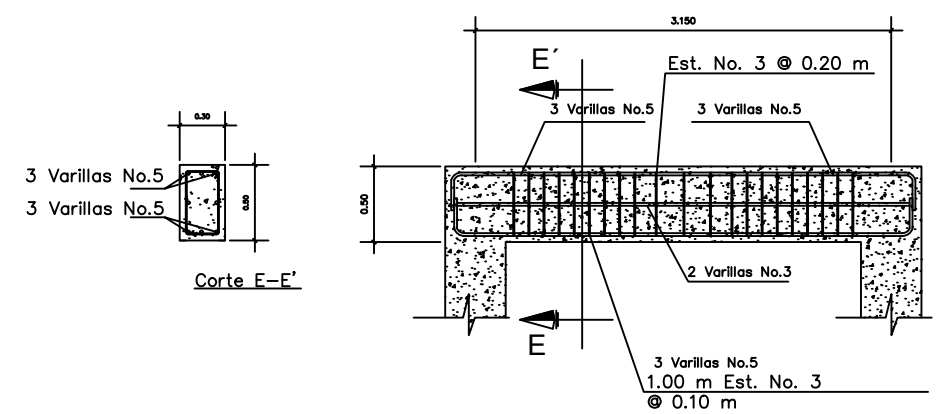
DETALLE DE VIGA V-B
ESCALA 1:100



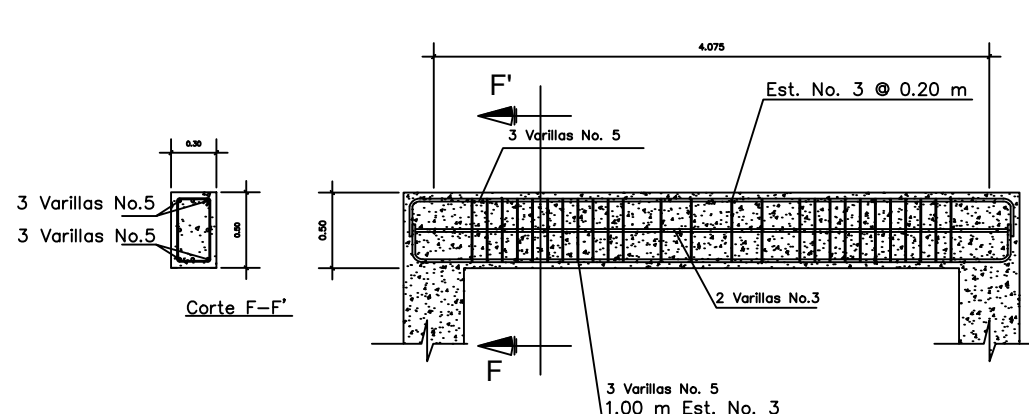
DETALLE DE VIGA V-C
ESCALA 1:100



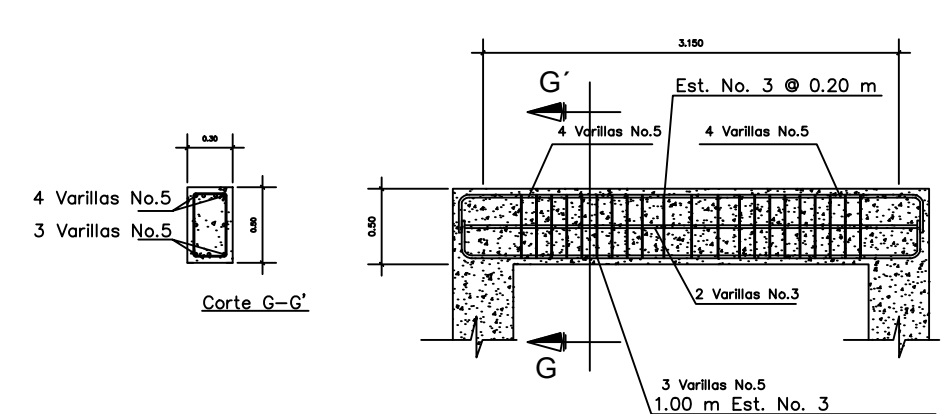
DETALLE DE VIGA V-D
ESCALA 1:100



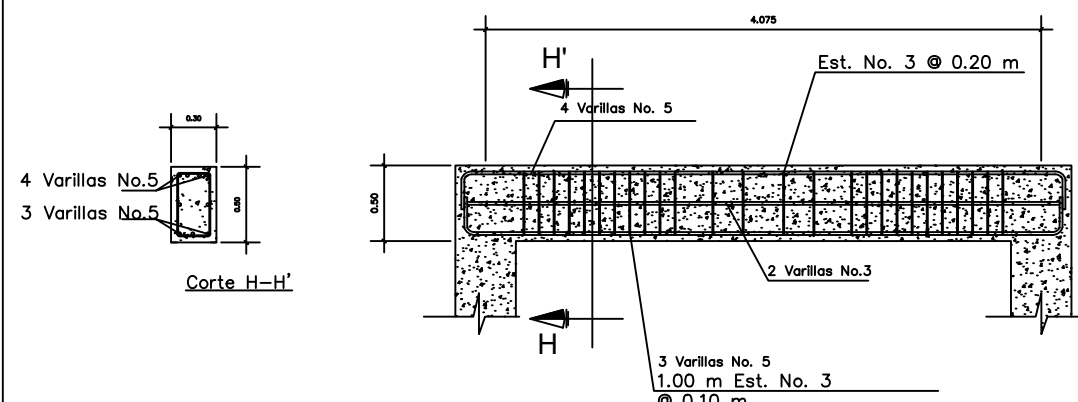
DETALLE DE VIGA V-E
ESCALA 1:100



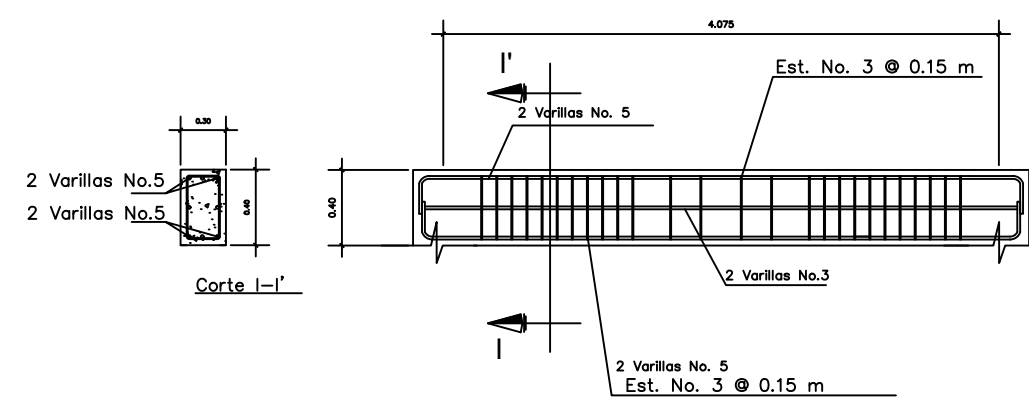
DETALLE DE VIGA V-F
ESCALA 1:100




DETALLE DE VIGA V-G
ESCALA 1:100



DETALLE DE VIGA V-H
ESCALA 1:100



DETALLE DE VIGA V-I
ESCALA 1:100

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO:	EDIFICIO ESCOLAR	PROGRAMA:	EPS USAC 2017
DETALLES ESTRUCTURALES		ESCALA:	1:150
		FECHA:	2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO:	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA
ASESORIA:	DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	SUPERVISOR:	UNIDAD DE EPS. USAC
DIBUJO:	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	FIRMA:	

RELLENO PARA CIMENTACIONES:

SE EFECTUARA HASTA QUE EL PROCESO DE CURADO DEL CONCRETO HAYA CONCLUIDO Y TENGA SUFICIENTE RESISTENCIA PARA SOPORTAR PRESIONES.

EL RELLENO DE LA CIMENTACIÓN SE EFECTUARA CON EL MISMO MATERIAL EXCAVADO, EN CAPAS NO MAYORES A 10 CM., HASTA OBTENER UNA COMPACTACIÓN DEL 95% DE LA DENSIDAD SECA, OBTENIDA EN EL ENSAYO AASTO T-99 (PROCTOR ESTANDAR).

CEMENTO:

SE UTILIZARA CEMENTO PORTLAND TIPO 1 Y LLENARA LAS "SPECIFICATIONS FOR PORTLAND CEMENT" (ASTM C150)

AGREGADOS:

LOS AGREGADOS PARA EL CONCRETO LLENARAN LAS "SPECIFICATIONS FOR CONCRETE AGREGATES" (ASTM C33). PARA LOSAS, VIGAS Y COLUMNAS USAR TAMAÑO MÁXIMO DE AGREGADOS DE ½". PARA CIMENTOS PODRÁ UTILIZARSE UN AGREGADO MÁXIMO DE ¾".

AGUA:

EL AGUA A USARSE EN LA MEZCLA DE CONCRETO DEBERÁ SER LIMPIA Y LIBRE DE ACEITES, ÁCIDOS, SALES, MATERIAS ORGÁNICAS U OTRAS SUSTANCIAS QUE PUEDAN DETERIORAR EL CONCRETO O EL REFUERZO, DE ACUERDO A LO ESPECIFICADO EN LA NORMA ASTM C1602.

REFUERZO:

EL REFUERZO DEBERÁ CUMPLIR CON LAS "SPECIFICATIONS FOR DEFORMED BILLET-STEEL BARS FOR CONCRETE REINFORCEMENT" (ASTM A615). CUANDO EL REFUERZO VAYA A SOLDARSE LAS ESPECIFICACIONES DE LA "ASTM" DEBERÁN SER COMPLETADAS POR LAS "RECOMMENDED PRACTICE FOR WELDING REINFORCING STEEL, METAL INSERTS AND CONNECTIONS IN REFORCED CONCRETE CONSTRUCTION" (AWS D12.1). AL COLOCAR EL CONCRETO, EL REFUERZO ESTARÁ LIBRE DE ÓXIDO SUELTO, LODO, ACEITE O CUALQUIER OTRA CAPA QUE DESTRUYA O REDUZCA SU ADHERENCIA, POR LO CUAL DEBERÁN TOMARSE LAS PRECAUCIONES NECESARIAS, PARA EVITAR LA OXIDACIÓN DEL ACERO DEL REFUERZO.

CALIDAD DEL CONCRETO:

EL CONCRETO DEBERÁ SER PROPORCIONADO PARA PRODUCIR EL ESFUERZO DE COMPRESIÓN F'C EN PSI ESPECIFICADO, ESTA RESISTENCIA ESTARÁ BASADA EN PRUEBAS EFECTUADAS A LOS 28 DÍAS.

MEZCLA Y COLOCACIÓN DEL CONCRETO:

EL CONCRETO DEBERÁ SER DEPOSITADO LO MÁS CERCA POSIBLE DE LA POSICIÓN FINAL QUE OCUPARA, PARA EVITAR LA SEGREGACIÓN DE SUS COMPONENTES. NO SE ACEPTARA EL USO DE NINGÚN CONCRETO PARCIALMENTE FRAGUADO.

CURADO DEL CONCRETO:

TODO CONCRETO DEBERÁ SER CURADO CONTINUAMENTE Y DE MANERA ADECUADA POR UN TIEMPO MÍNIMO DE 7 DÍAS DESPUÉS DE SU COLOCACIÓN.

FORMALETAS Y DESFOMALETEADO:

ES NECESARIO QUE TODA LA FORMAleta SE ENCUENTRE EN BUEN ESTADO Y QUE ESTE BIEN ASEGURADA PARA EVITAR MOVIMIENTOS DURANTE EL PROCESO DE FUNDICIÓN, SE RECOMIENDA QUE SE APLIQUE UN DESENCOFRANTE CADA VEZ QUE SE FUNDA.

EL DESENCOFRADO DEBERÁ REALIZARSE CUANDO EL CONCRETO HAYA ALCANZADO SU RESISTENCIA DE DISEÑO. SE RECOMIENDA REVISAR LA RESISTENCIA EN EL LABORATORIO.

RECUBRIMIENTO:

PARA CIMENTOS Y MIEMBROS ESTRUCTURALES EN CONTACTO CON EL SUELO 0.075M. PARA LOSAS 0.02M PARA VIGAS 0.04M. Y COLUMNAS 0.04M. PARA SOLERA DE CIMENTACIÓN 0.05M.

ESPECIFICACIONES:

a) EN CIMENTOS, LOSAS, VIGAS Y COLUMNAS:

a. CONCRETO F'C = 4000 PSI = 280 KG/CM2 REFUERZO F'Y = 60,000 PSI = 4200 KG/CM2.

b) PARA SOLERAS Y MOCHETAS DE MUROS DE RELLENO Y ELEMENTOS SECUNDARIOS:

a. CONCRETO F'C = 3000 PSI = 210 KG/CM2 REFUERZO F'Y = 60,000 PSI = 4200 KG/CM2.

MAMPOSTERÍA:

LAS UNIDADES HUECAS DE CONCRETO A UTILIZARSE EN LA CONSTRUCCIÓN DE PAREDES O MUROS DE MAMPOSTERÍA REFORZADA, CUMPLIRÁN CON LA NOMA ASTM C127 PARA LAS PAREDES QUE NO SOPORTAN CARGA ALGUNA.

EL MORTERO UTILIZADO EN EL PEGAMENTO DE LOS BLOQUES CUMPLIRÁ CON LA NORMA ASTM C2270 M Y SU DOSIFICACIÓN SE REALIZARA CONFORME A LO ESTABLECIDO EN ESTA NORMA.

LAS UNIDADES HUECAS DE CONCRETO PARA MAMPOSTERÍA SE COLOCARAN DE TAL FORMA QUE EL MORTERO CUBRIRÁ TOTALMENTE LAS CARAS HORIZONTALES Y VERTICALES DE LA UNIDAD. EL ESPESOR DE LA JUNTA ES EL MÍNIMO QUE PERMITA UNA CAPA UNIFORME DE MORTERO Y LA ALINEACIÓN DE LOS BLOQUES, SIN QUE SEA MAYOR DE 1 CM. DESPUÉS DE RETIRARSE LA REBABA, TODAS LAS JUNTAS SERÁN IMPERMEABILIZADAS SISÁNDOLAS CON UNA VARILLA DE 5/8".

EL CONCRETO FLUIDO QUE SE UTILIZARA EN EL COLOCADO DE LOS HUECOS DE LAS UNIDADES DE MAMPOSTERÍA CUMPLIRÁN CON LOS REQUISITOS DE LA NORMA ASTM C476, LA RESISTENCIA Y EL PROPORCIONAMIENTO DEL CONCRETO FLUIDO SE REALIZARA DE ACUERDO A LOS REQUISITOS DE DICHA NORMA.

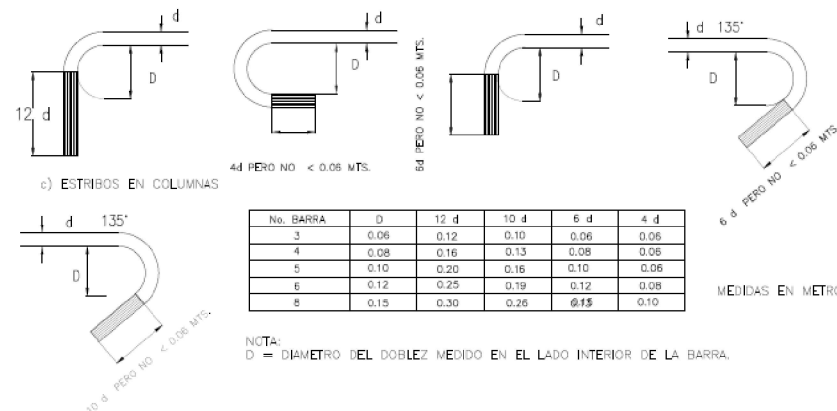
TODOS LOS TABIQUES O MUROS DEBERÁN IR SEPARADOS DE LAS LOSAS (SUPERIORES), VIGAS COLUMNAS Y MUROS DE LA ESTRUCTURA PRINCIPAL DEL CONCRETO REFORZADO, COMO MÍNIMO 1". ESTA SEPARACIÓN DEBERÁ SER RELLENADA CON DUROPORT.

GANCHOS Y DOBLECES: TODOS LOS DOBLECES DE LAS BARRAS

DEBERAN EFECTUARSE EN FRIO.

a) REFUERZO PRINCIPAL

b) ESTRIBOS EN VIGAS Y NERVIOS

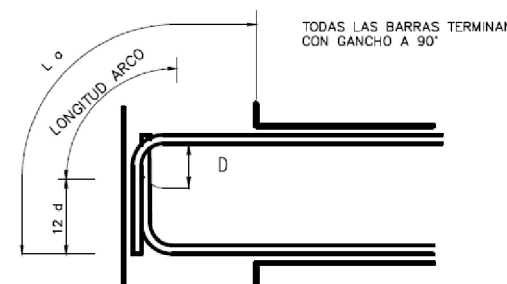


LONGITUDES MINIMAS DE TRASLAPES

$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2, fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$

No. BARRA	BARRAS EN TENSION		COMPRESION
	B.E.	A.E.	
3	0.30	0.40	0.30
4	0.40	0.55	0.40
5	0.50	0.65	0.50
6	0.60	0.80	0.60
8	0.80	1.05	0.80
10	0.90	1.30	0.90
11	1.10	1.45	1.10

ANCLAJE DEL REFUERZO EN VIGAS (La).



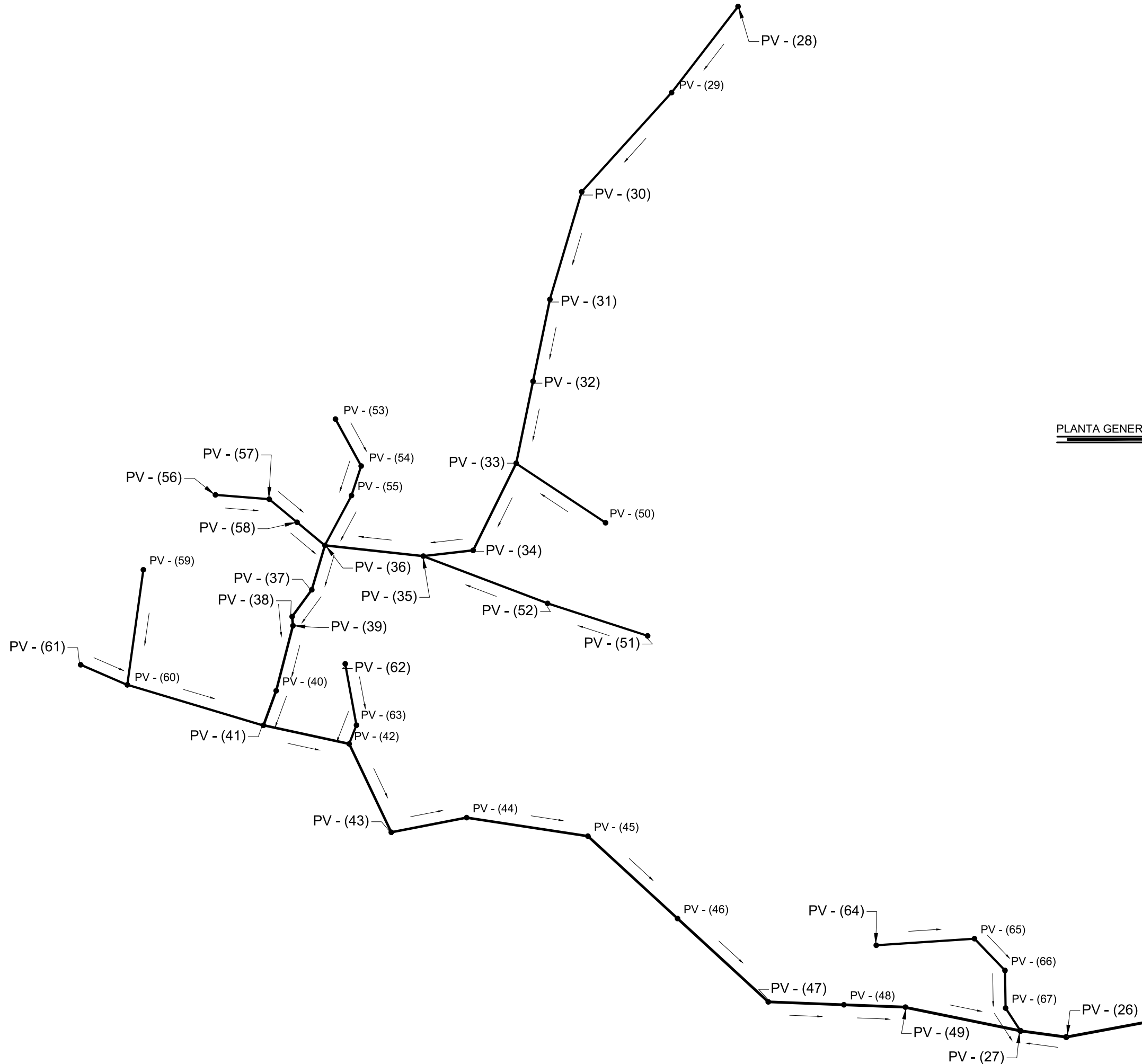
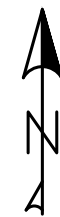
LONGITUDES MINIMAS DE ANCLAJE	
No. BARRA	La (MTS)
3	0.12
4	0.16
5	0.20
6	0.25
8	0.30

NOTA: EL REFUERZO SUPERIOR E INFERIOR DEBE SER ANCLADO EN LA CARA LEJANA DE LA ZONA CONFINADA DE LA COLUMNA Y CADA BARRA DEBERA TERMINARSE CON UN GANCHO ESTANDAR A 90°. ADICIONALMENTE, TODAS LAS BARRAS TENDRAN COMO MINIMO LA LONGITUD DEL ANCLAJE (La) ESPECIFICADA.


	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
	FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR	PROGRAMA: EPS USAC 2017	ESCALA: 1:150
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS			FECHA: 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	35
ASESORIA: DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS. USAC	
DIBUJO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	FIRMA:	35

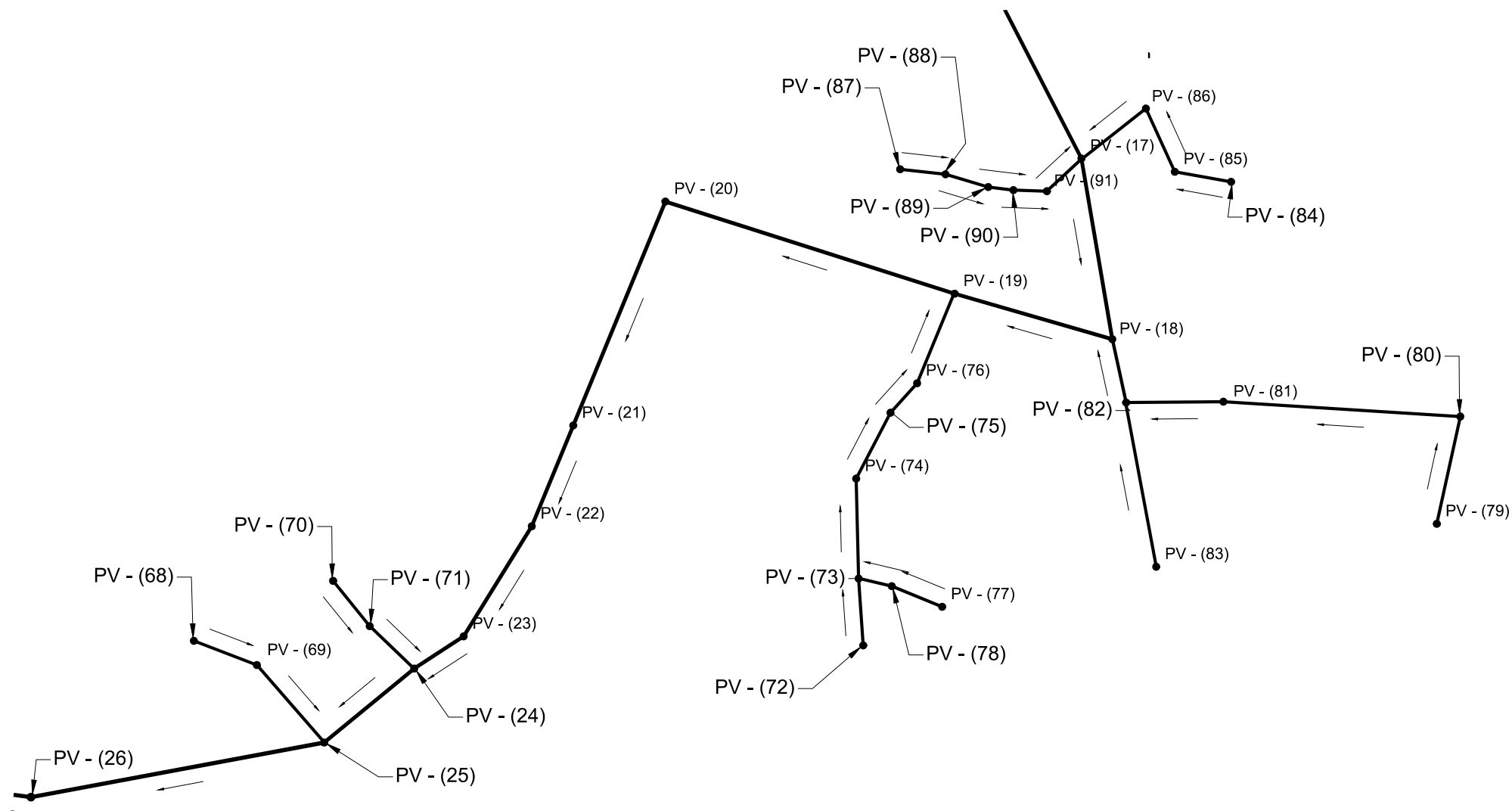
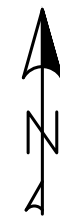
Apéndice 3. **Planos del sistema de alcantarillad pluvial**

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.




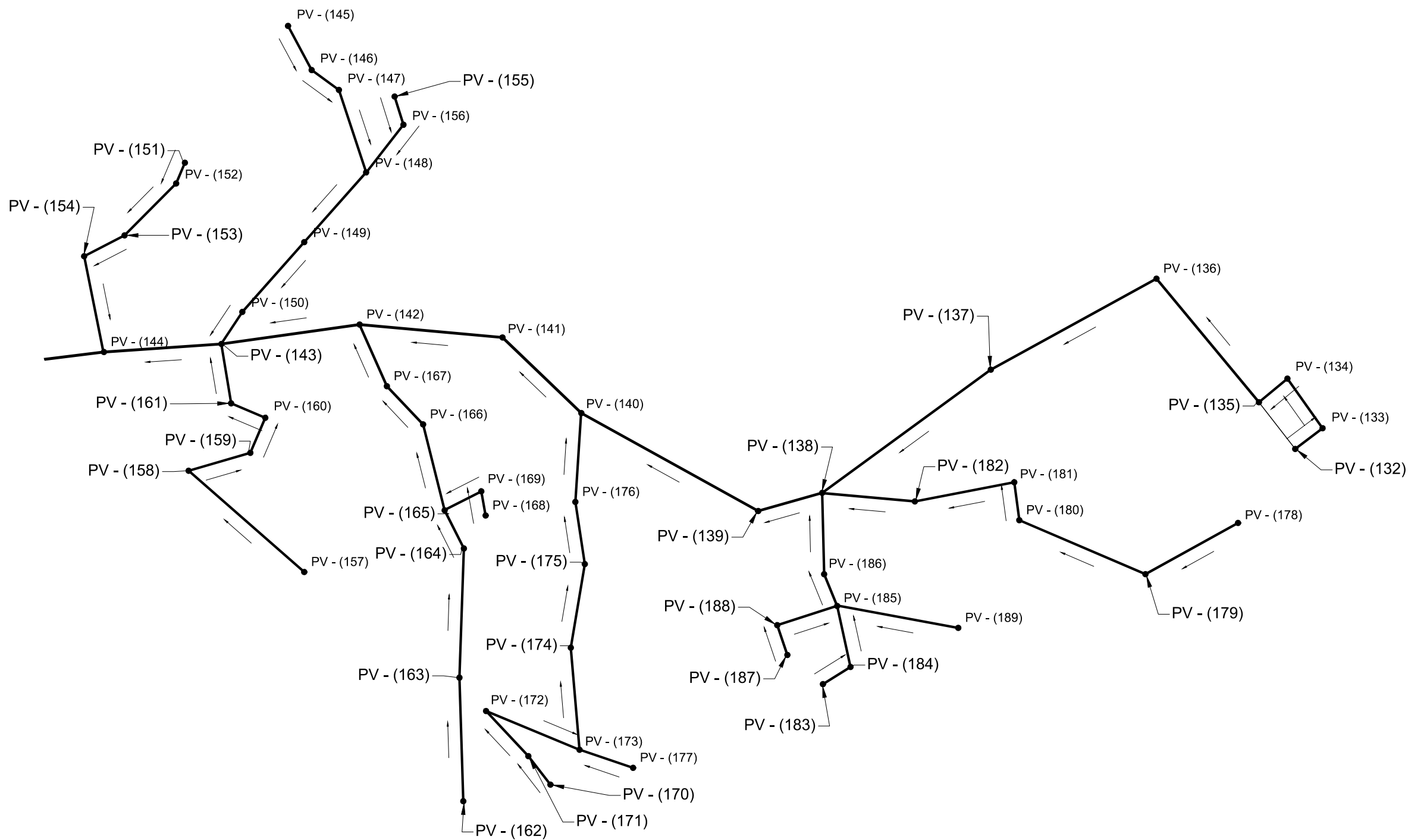
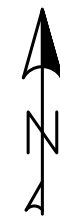
PLANTA GENERAL ALCANTARILLADO PLUVIAL - SECCION A

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		PROGRAMA:	EPS USAC 2017		
		ESCALA:	1:2000		
PROYECTO: ALCANTARILLADO PLUVIAL		FECHA:	2017		
PLANTA GENERAL		1 79			
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO:				
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA				
ASESORIA:	SUPERVISOR				
DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	UNIDAD DE EPS, USAC				
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO:	FIRMA:				
JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA					




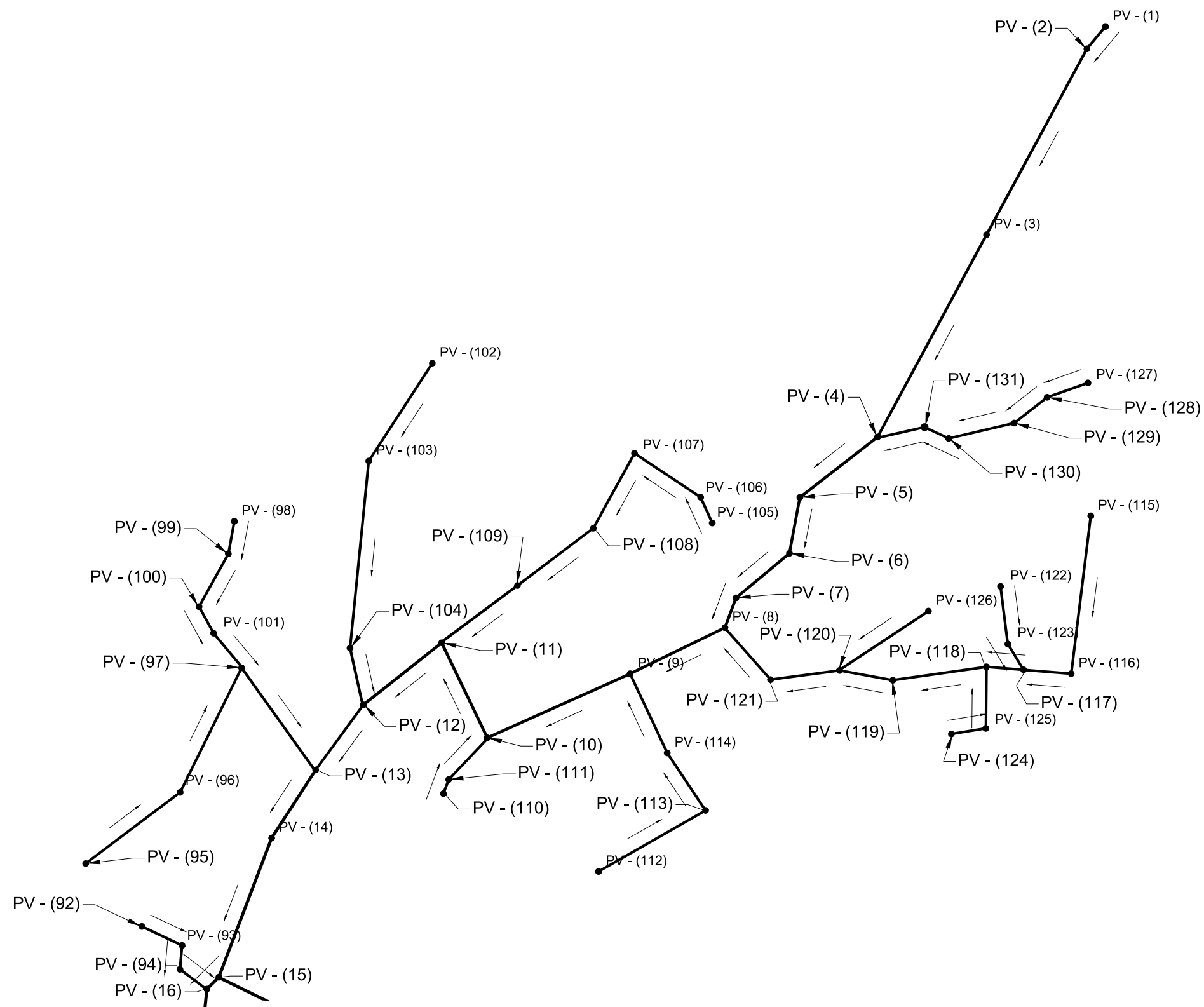
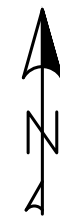
PLANTA GENERAL ALCANTARILLADO PLUVIAL - SECCION B

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		PROGRAMA:	EPS USAC 2017
		PROYECTO:	ALCANTARILLADO PLUVIAL
PLANTA GENERAL		ESCALA:	1:2000
		FECHA:	2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO:	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA
ASESORIA:	DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	SUPERVISOR	UNIDAD DE EPS, USAC
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO:	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	FIRMA:	
			2
			79




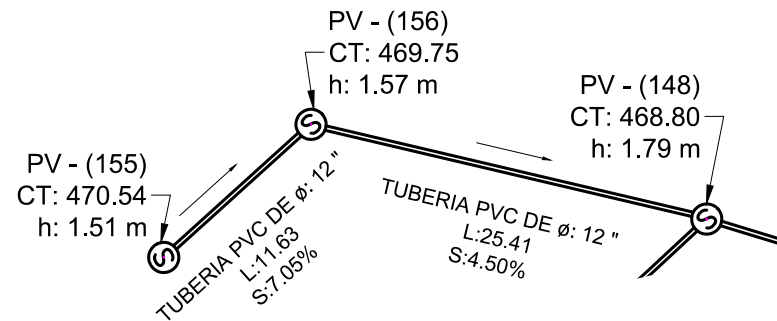
PLANTA GENERAL ALCANTARILLADO PLUVIAL - SECCION C

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		PROGRAMA:	EPS USAC 2017
		PROYECTO:	ALCANTARILLADO PLUVIAL
PLANTA GENERAL		ESCALA:	1:2000
		FECHA:	2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO:	3	79
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA		
ASESORIA:	SUPERVISOR		
DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	UNIDAD DE EPS, USAC		
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO:	FIRMA:		
JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA			

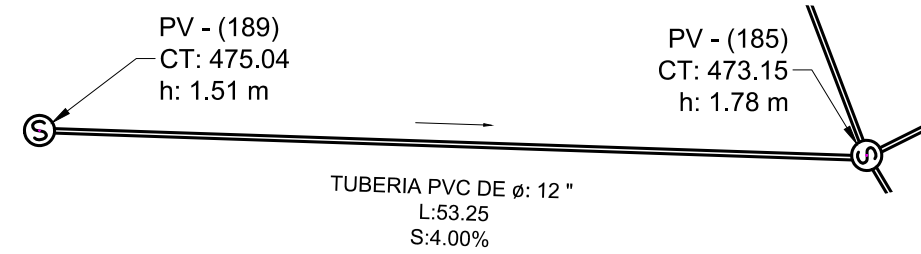


PLANTA GENERAL ALCANTARILLADO PLUVIAL - SECCION D

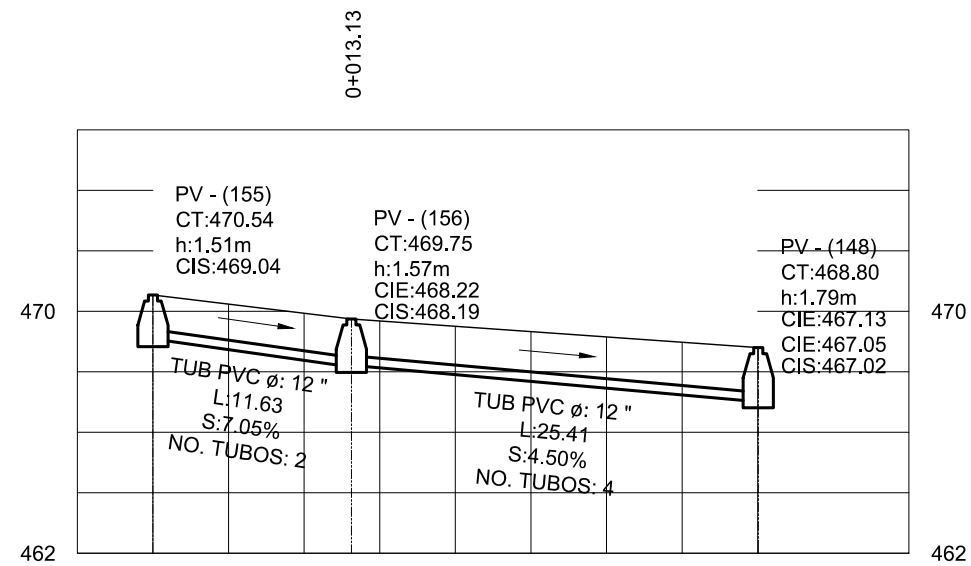
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		PROGRAMA:	EPS USAC 2017
		PROYECTO:	ALCANTARILLADO PLUVIAL
PLANTA GENERAL		ESCALA:	1: 2000
		FECHA:	2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO:	4	79
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA		
ASESORIA:	SUPERVISOR		
DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	UNIDAD DE EPS, USAC		
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO:	FIRMA:		
JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA			



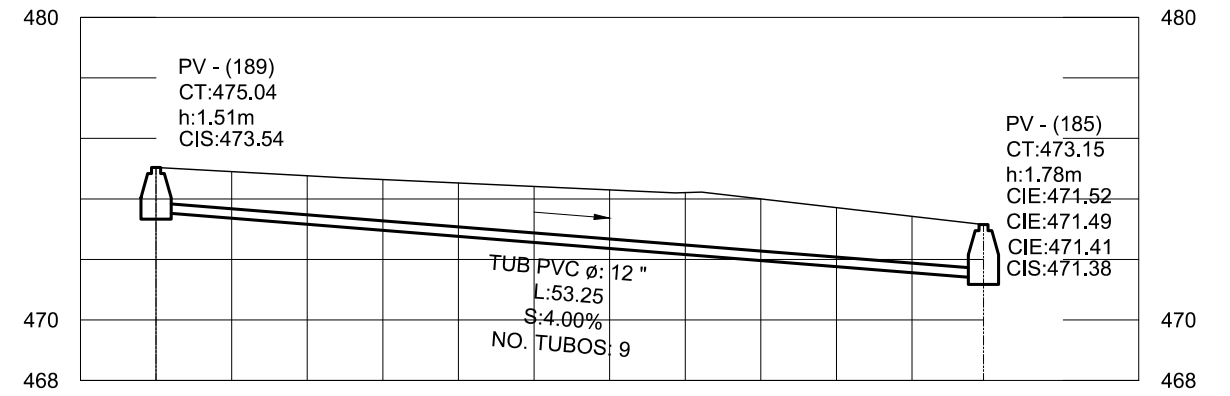
PLANTA ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 155 AL PV 148




PLANTA ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 189 AL PV 185

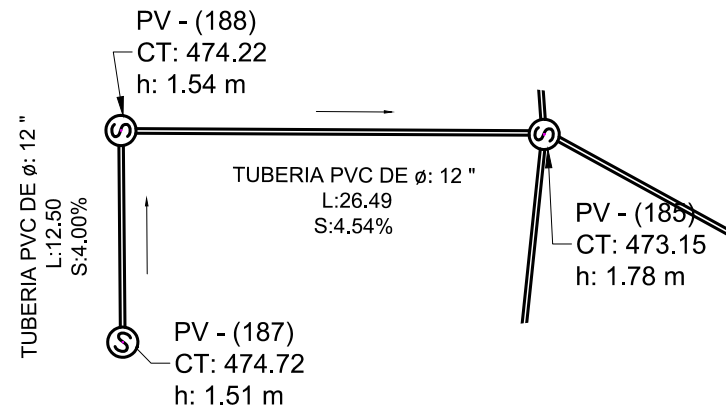


PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 155 AL PV 148

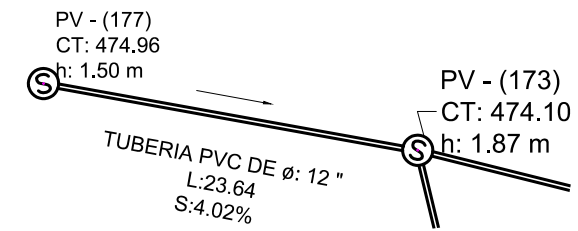


PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 189 AL PV 185

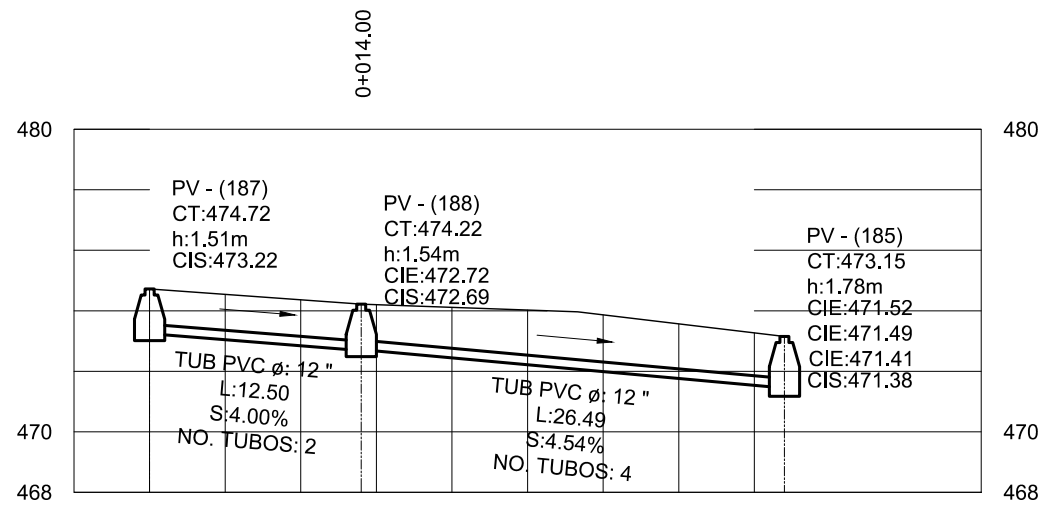
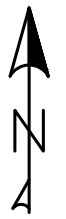
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		PROGRAMA:	EPS USAC 2017
		PROYECTO:	ALCANTARILLADO PLUVIAL
PLANTA - PERFIL		ESCALA:	1:500
		FECHA:	2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO:	5	79
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA		
ASESORIA:	SUPERVISOR		
DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	UNIDAD DE EPS, USAC		
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO:	FIRMA:		
JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA			



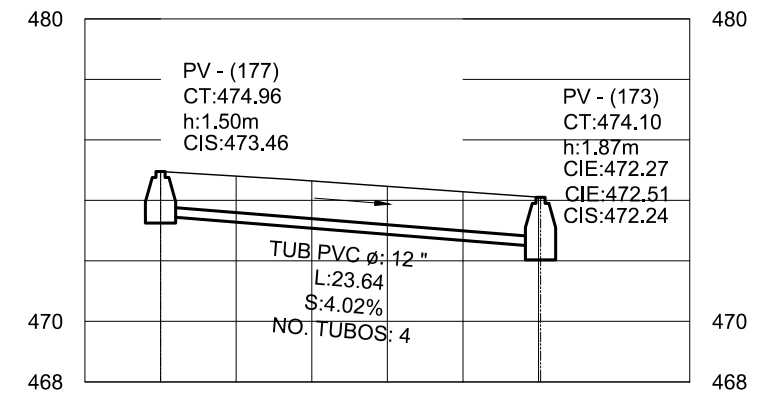
PLANTA ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 187 AL PV 185



PLANTA ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 177 AL PV 173

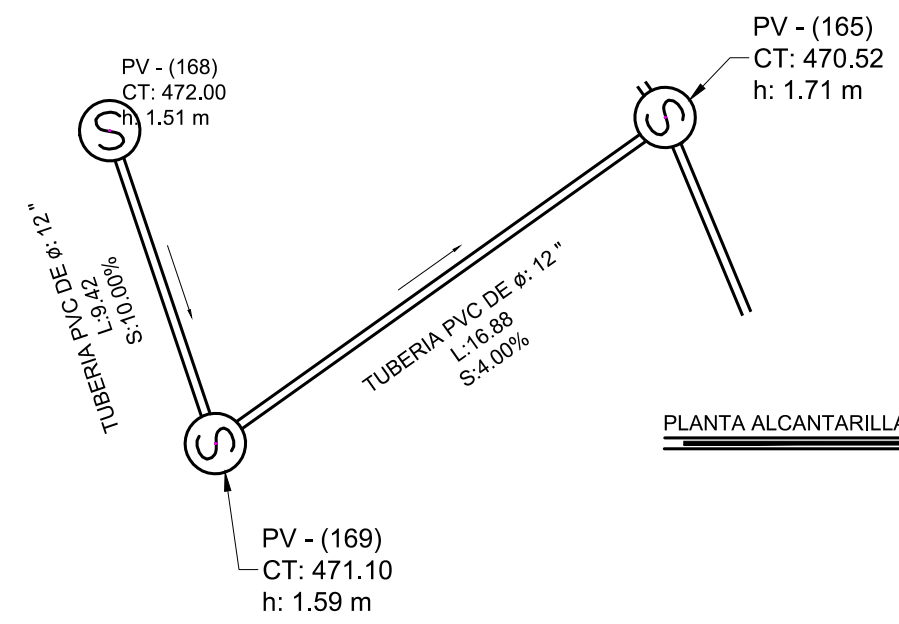
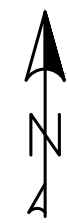


PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 187 AL PV 185

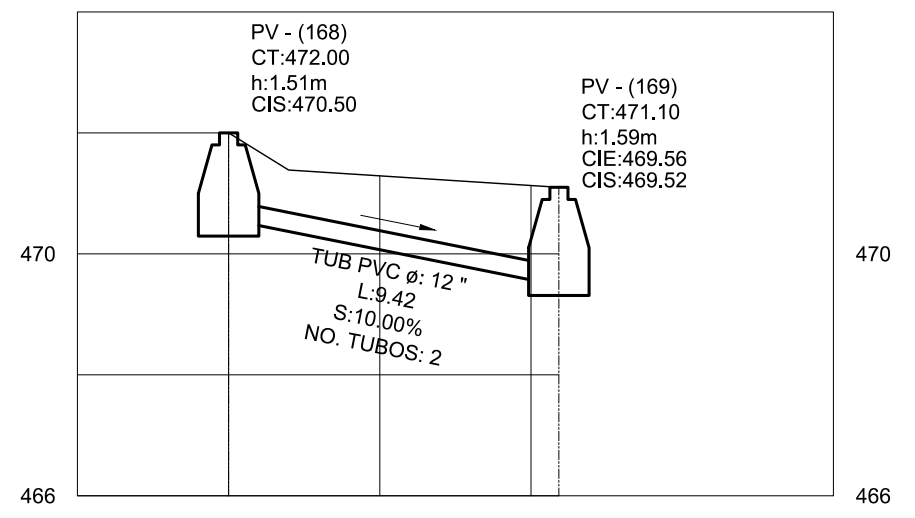


PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 177 AL PV 173

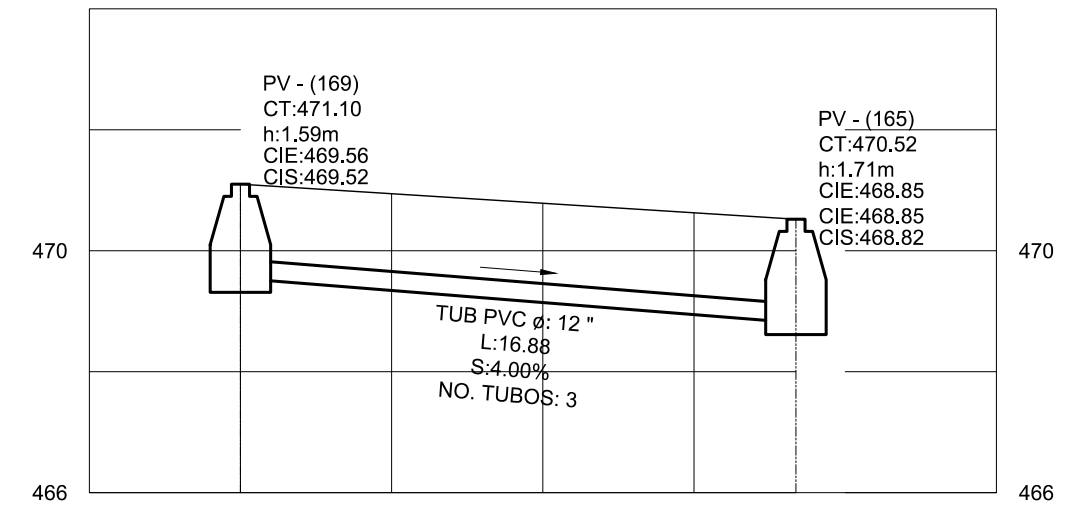
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		PROGRAMA:	EPS USAC 2017
		PROYECTO:	ALCANTARILLADO PLUVIAL
PLANTA - PERFIL		ESCALA:	1:500
		FECHA:	2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO:	6	79
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA		
ASESORIA:	SUPERVISOR		
DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	UNIDAD DE EPS, USAC		
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO:	FIRMA:		
JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA			



PLANTA ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 168 AL PV 165

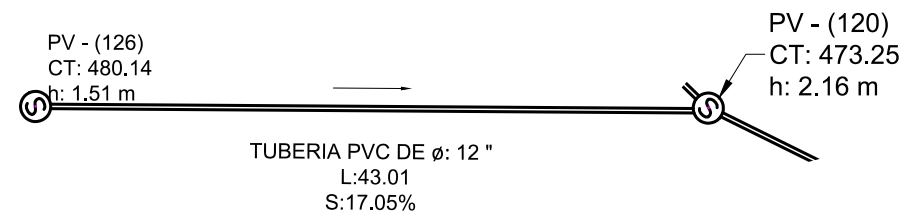


PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 168 AL PV 169

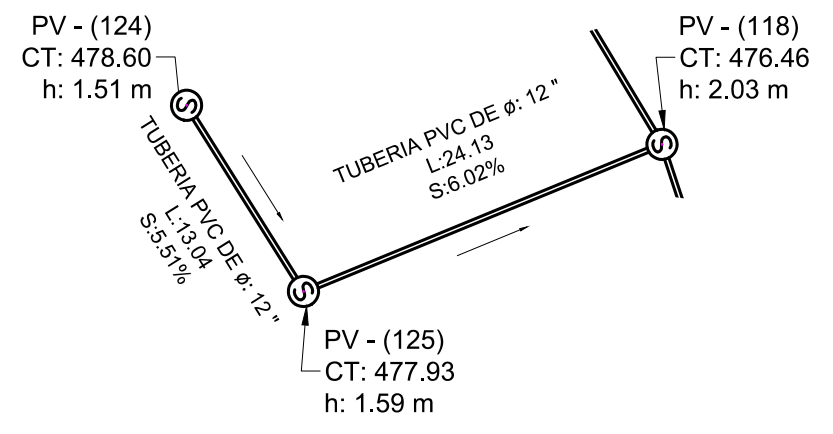


PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 169 AL PV 165

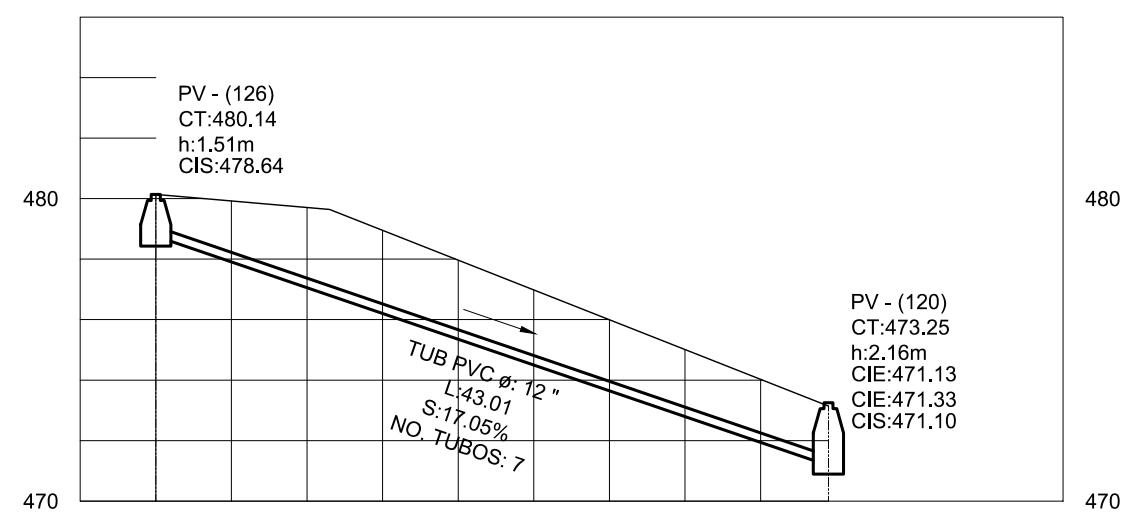
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		PROGRAMA:	EPS USAC 2017
		PROYECTO:	ALCANTARILLADO PLUVIAL
PLANTA - PERFIL		ESCALA:	1:250
		FECHA:	2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO:	7	79
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA		
ASESORIA:	SUPERVISOR		
DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	UNIDAD DE EPS, USAC		
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO:	FIRMA:		
JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA			



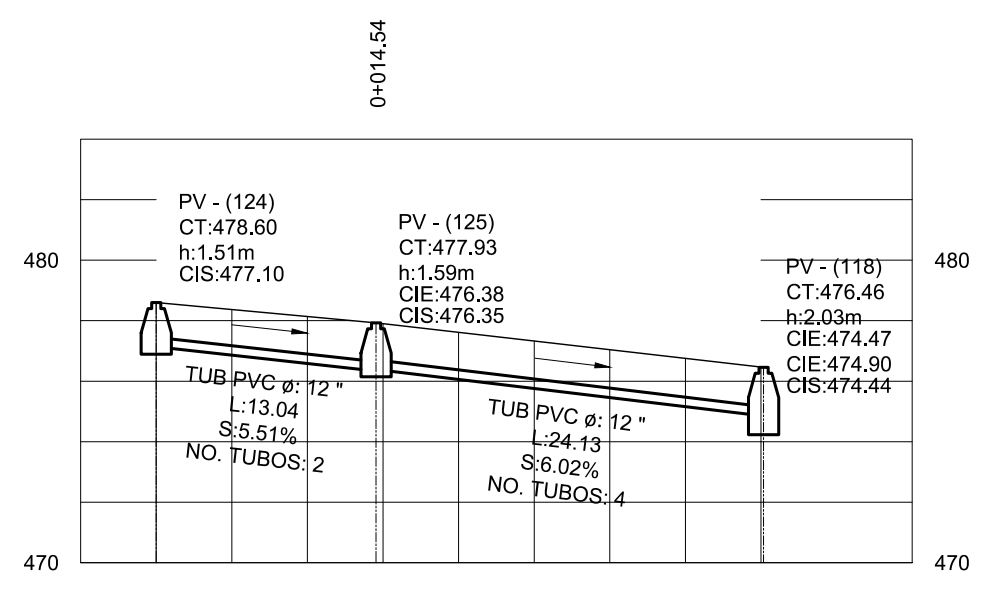
PLANTA ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 126 AL PV 120



PLANTA ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 124 AL PV 118

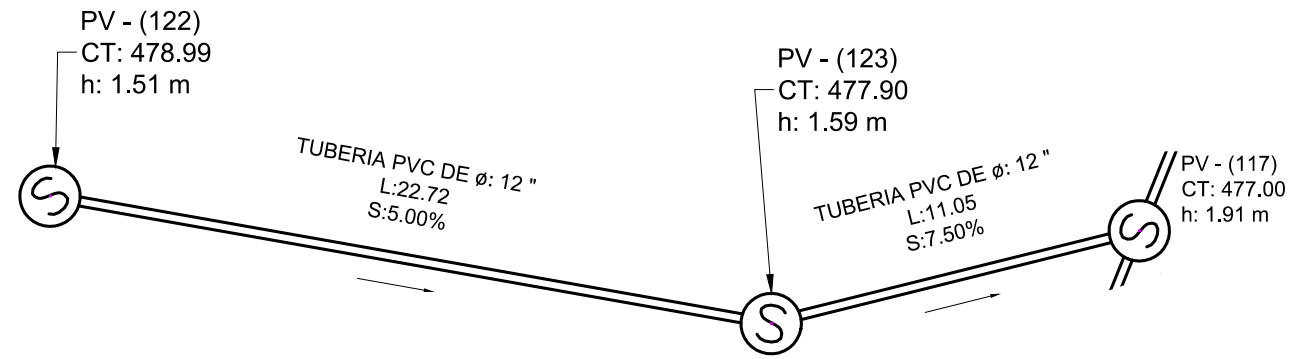


PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 126 AL PV 120

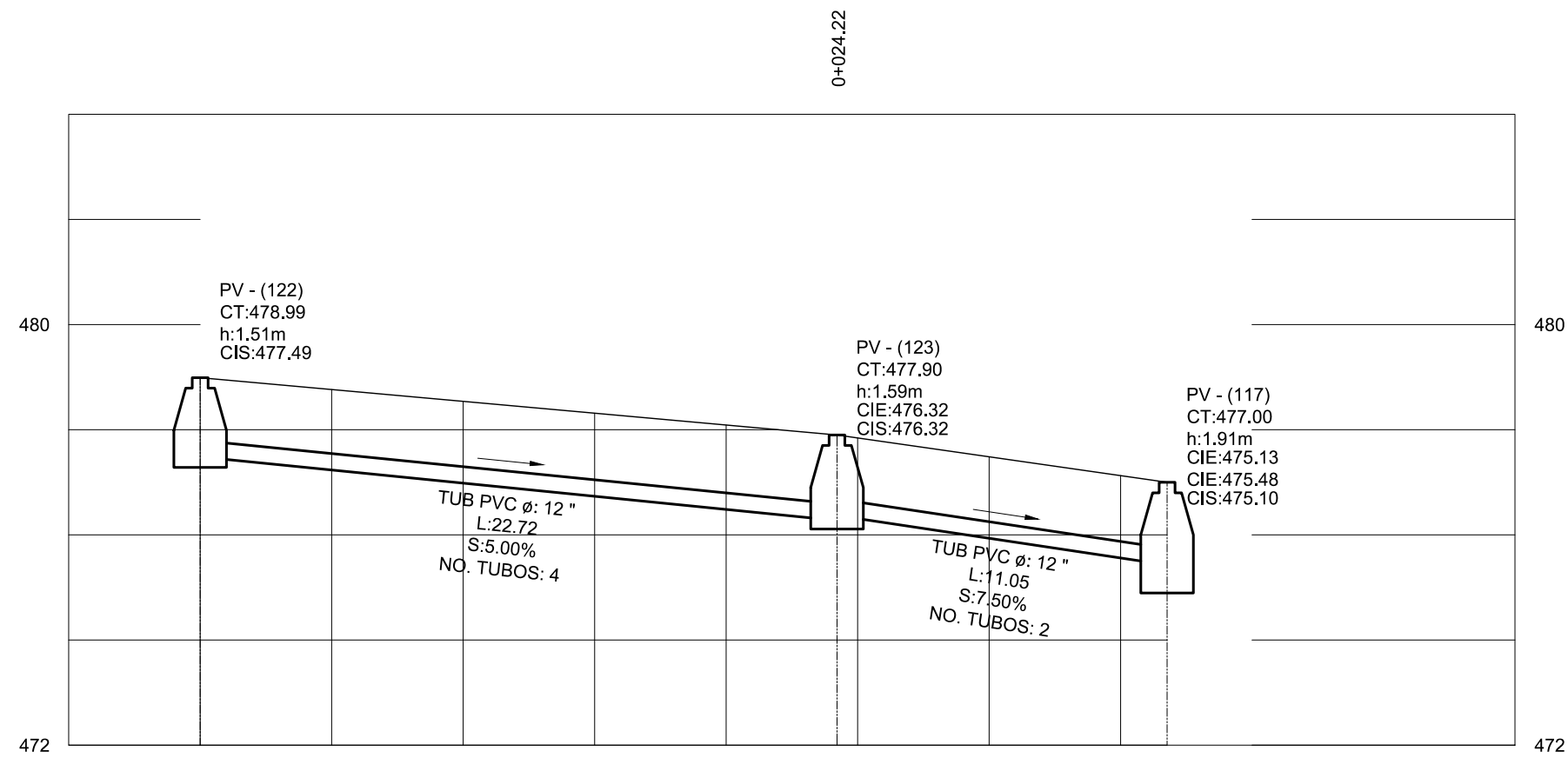


PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 124 AL PV 118


 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		PROGRAMA:	EPS USAC 2017
		PROYECTO:	ALCANTARILLADO PLUVIAL
PLANTA - PERFIL		ESCALA:	1:500
		FECHA:	2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO:	8 79	
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA		
ASESORIA:	SUPERVISOR		
DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	UNIDAD DE EPS, USAC		
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO:	FIRMA:		
JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA			

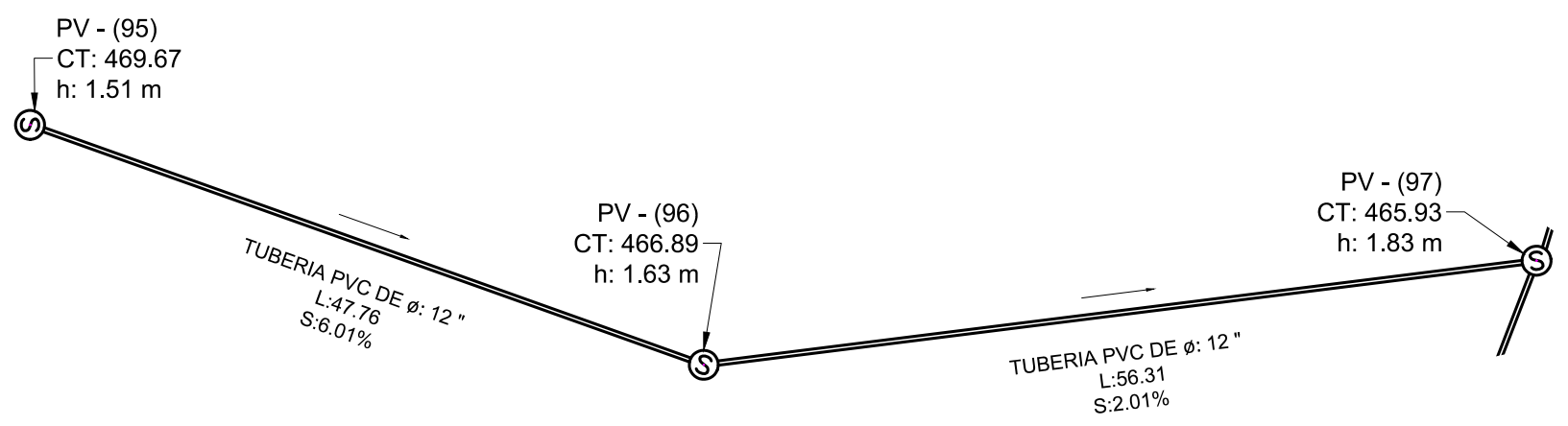
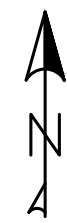


PLANTA ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 122 AL PV 117

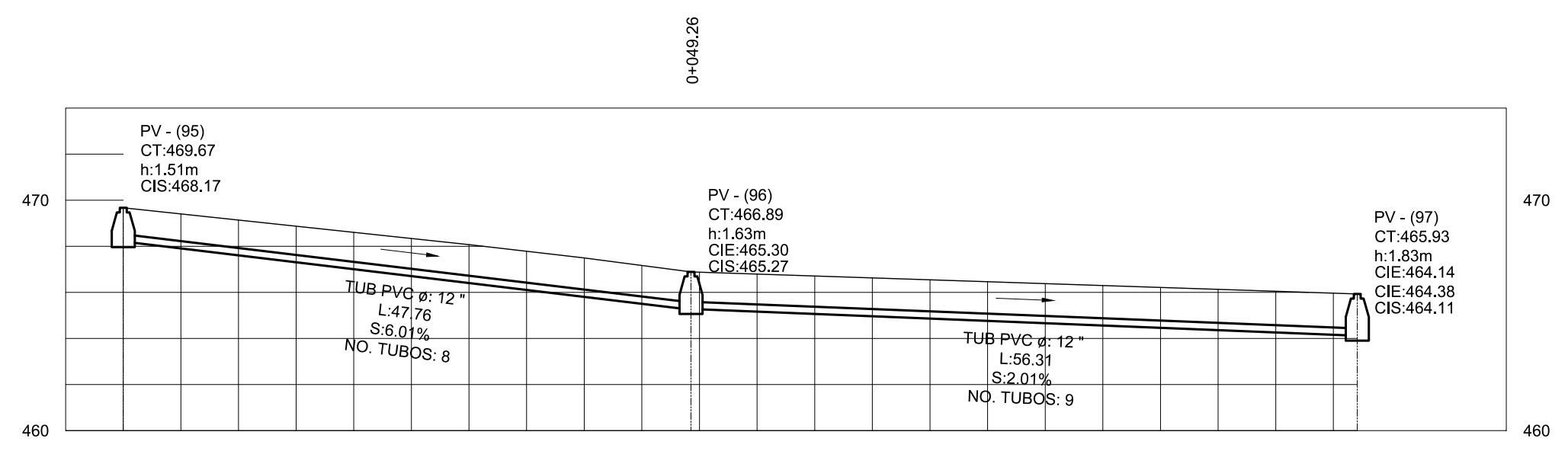


PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 122 AL PV 117

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		PROGRAMA:	EPS USAC 2017
		PROYECTO:	ALCANTARILLADO PLUVIAL
PLANTA - PERFIL		ESCALA:	1:250
		FECHA:	2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO:	9 75	
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA		
ASESORIA:	SUPERVISOR		
DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	UNIDAD DE EPS, USAC		
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO:	FIRMA:		
JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA			

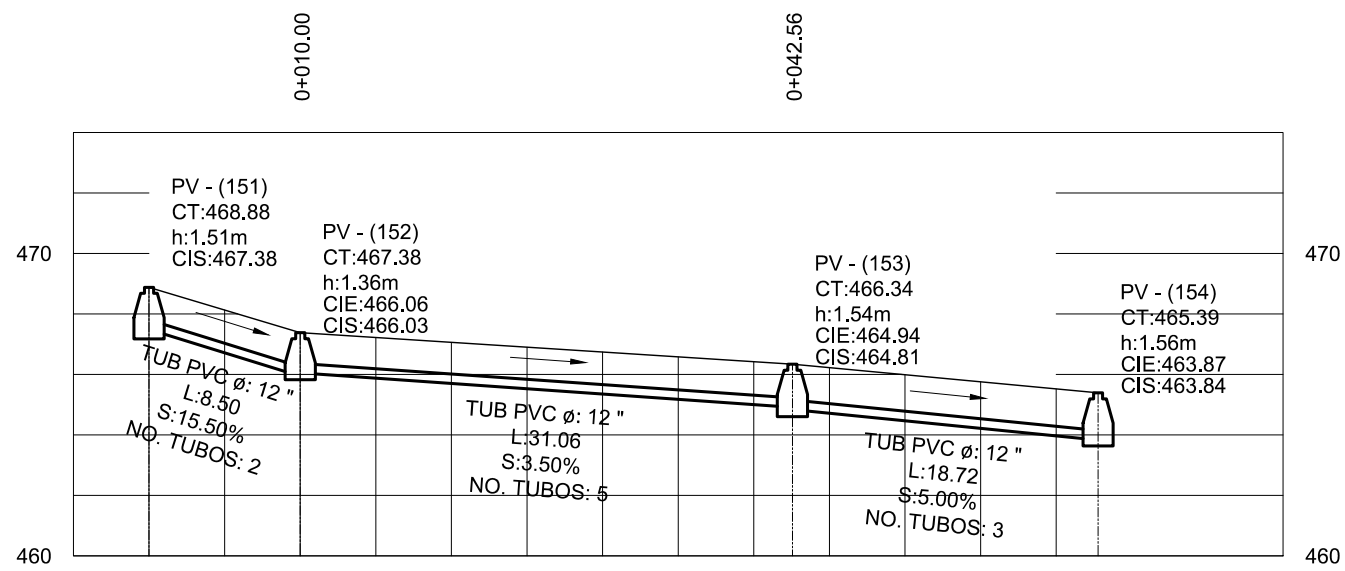
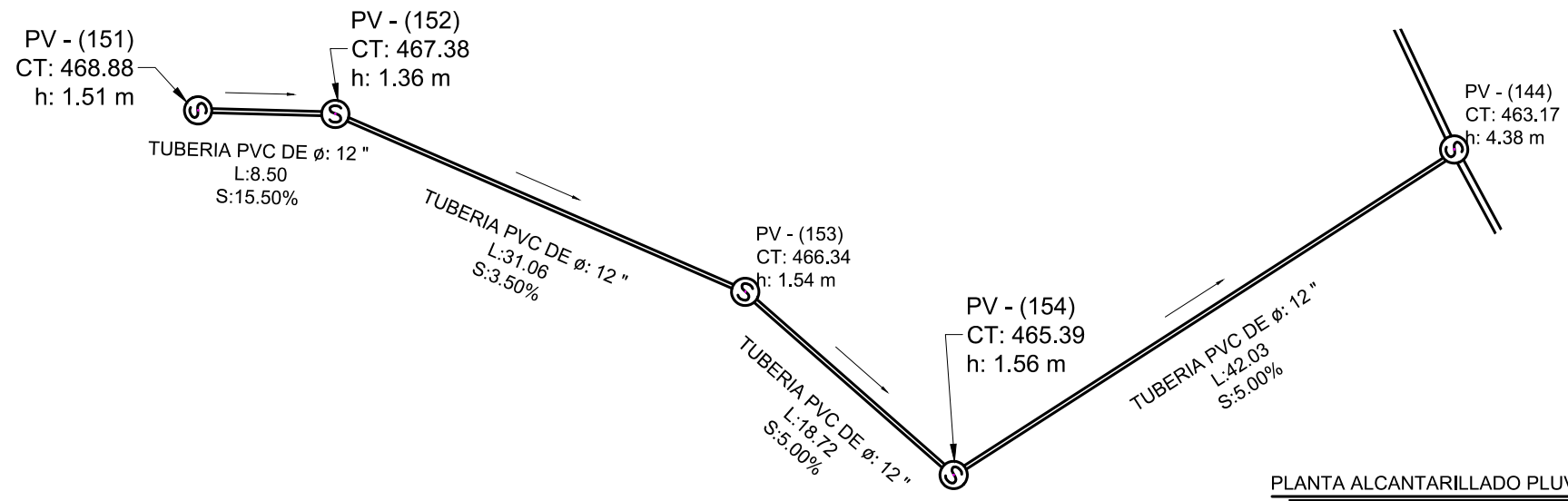


PLANTA ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 95 AL PV 97

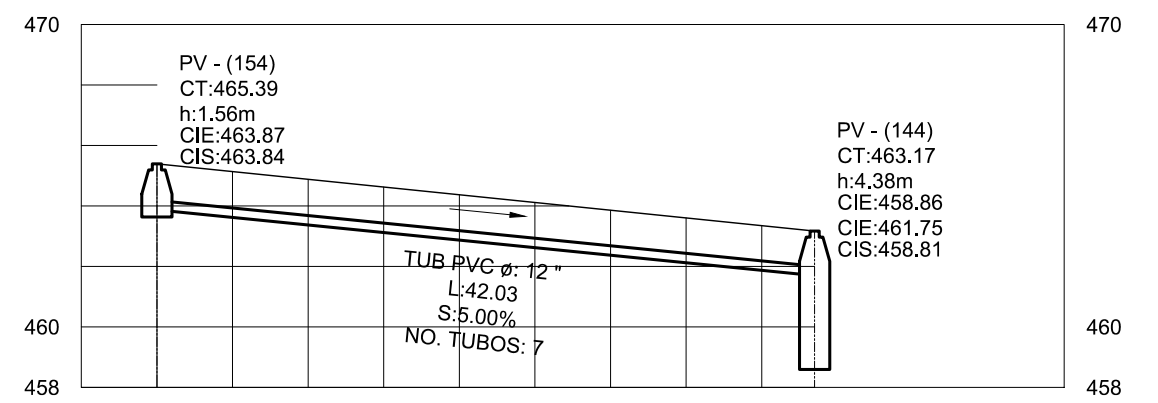


PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 95 AL PV 97

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		PROGRAMA:	EPS USAC 2017
		ESCALA:	1:500
PLANTA - PERFIL		FECHA:	2017
		LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO:
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	10	79
ASESORIA:	SUPERVISOR		
DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	UNIDAD DE EPS, USAC		
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO:	FIRMA:		
JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA			



PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 151 AL PV 154



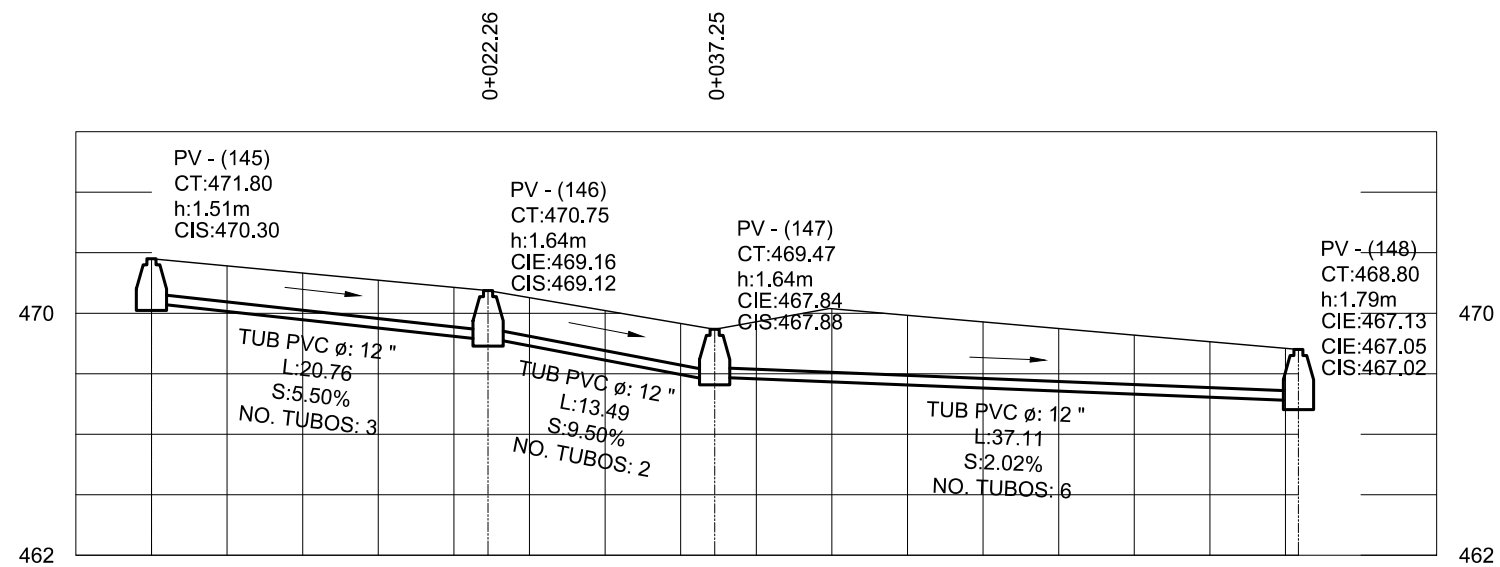
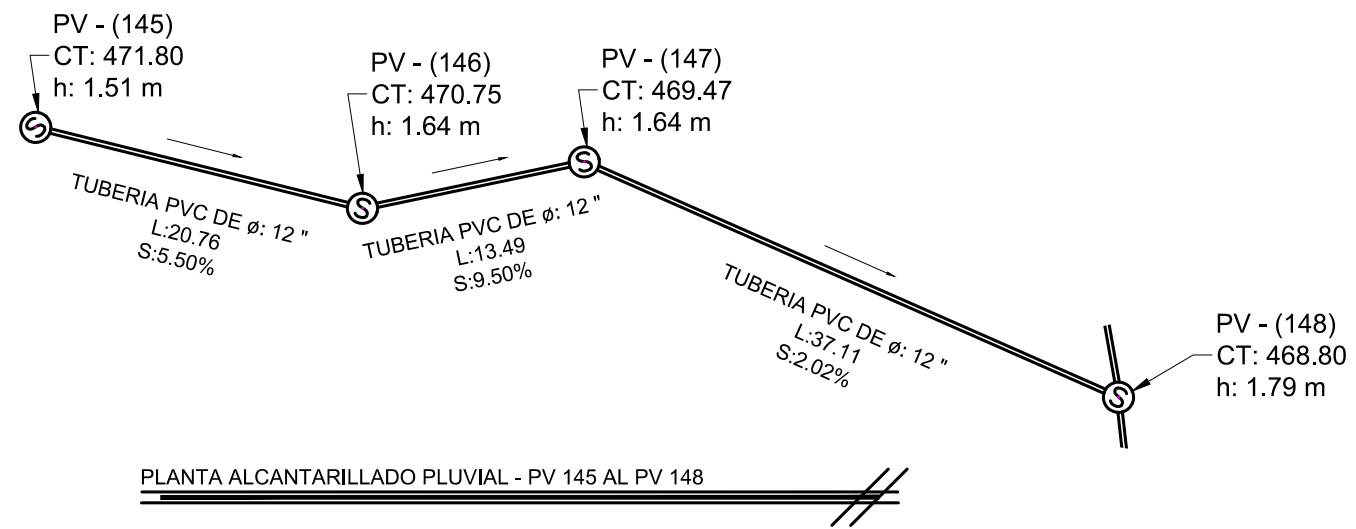
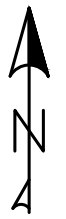
PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 154 AL PV 144




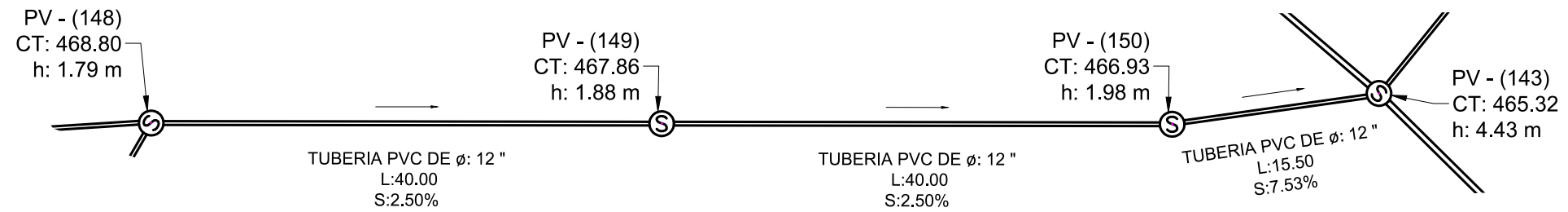
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

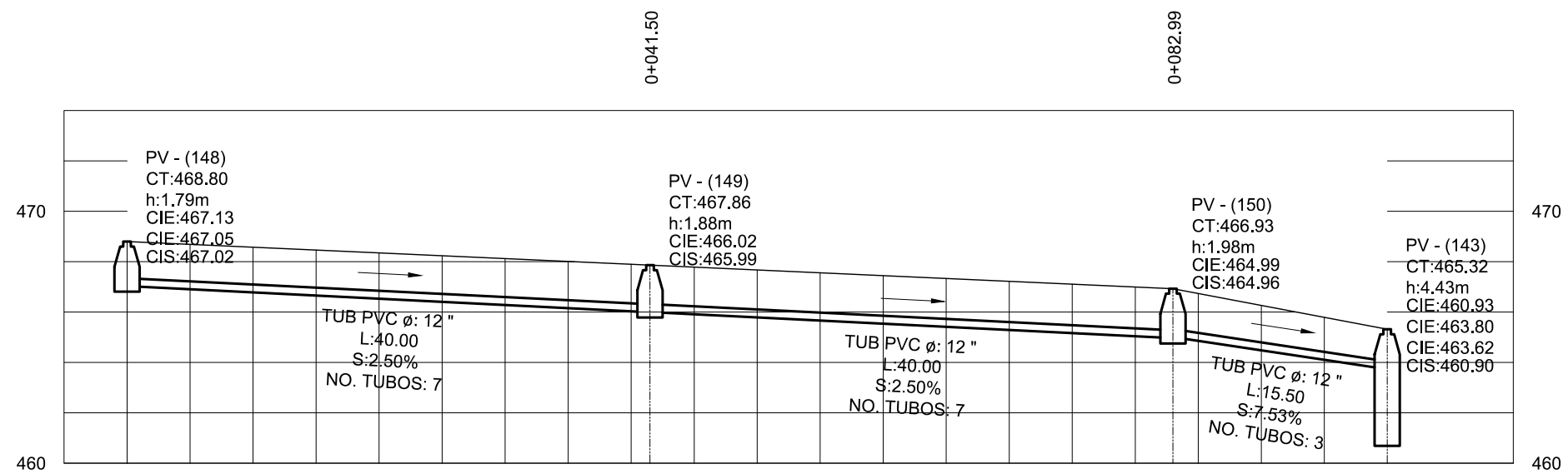
PROYECTO: ALCANTARILLADO PLUVIAL		PROGRAMA: EPS USAC 2017
PLANTA - PERFIL		ESCALA: 1:500
		FECHA: 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	11
ASESORIA: DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS, USAC	
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	FIRMA:	79



 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		PROGRAMA:	EPS USAC 2017
		PROYECTO:	ALCANTARILLADO PLUVIAL
PLANTA - PERFIL		ESCALA:	1:500
		FECHA:	2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO:	12 79	
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA		
ASESORIA:	SUPERVISOR		
DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	UNIDAD DE EPS, USAC		
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO:	FIRMA:		
JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA			

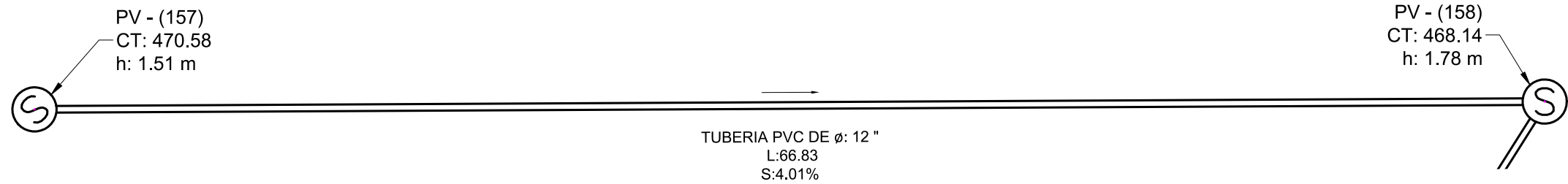


PLANTA ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 148 AL PV 143

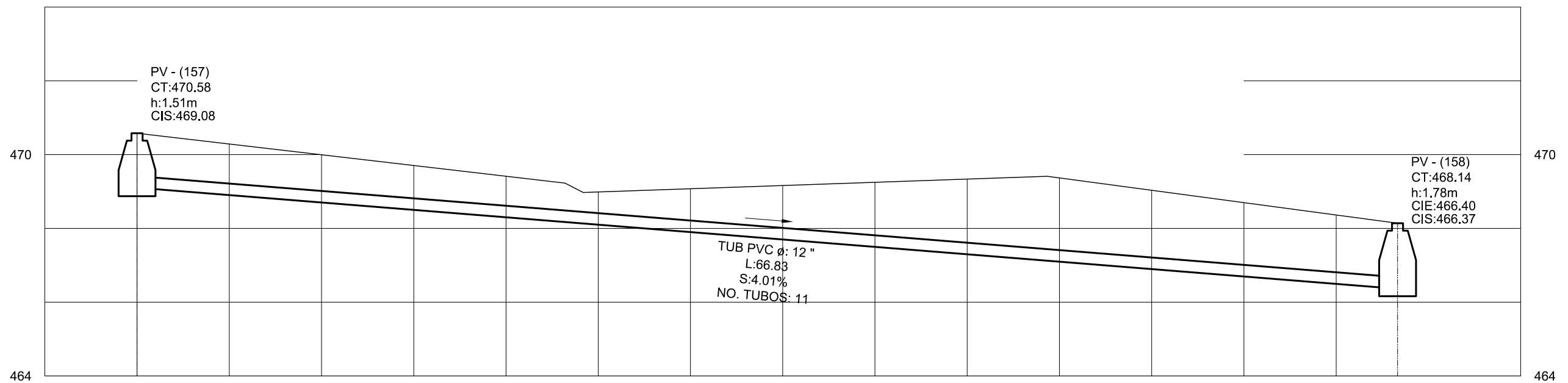


PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 148 AL PV 143

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO: ALCANTARILLADO PLUVIAL		PROGRAMA: EPS USAC 2017	
PLANTA - PERFIL		ESCALA: 1:500	
		FECHA: 2017	
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA		
ASESORIA: DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	SUPERVISOR UNIDAD DE EPS, USAC		
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	FIRMA:		
			13
			79

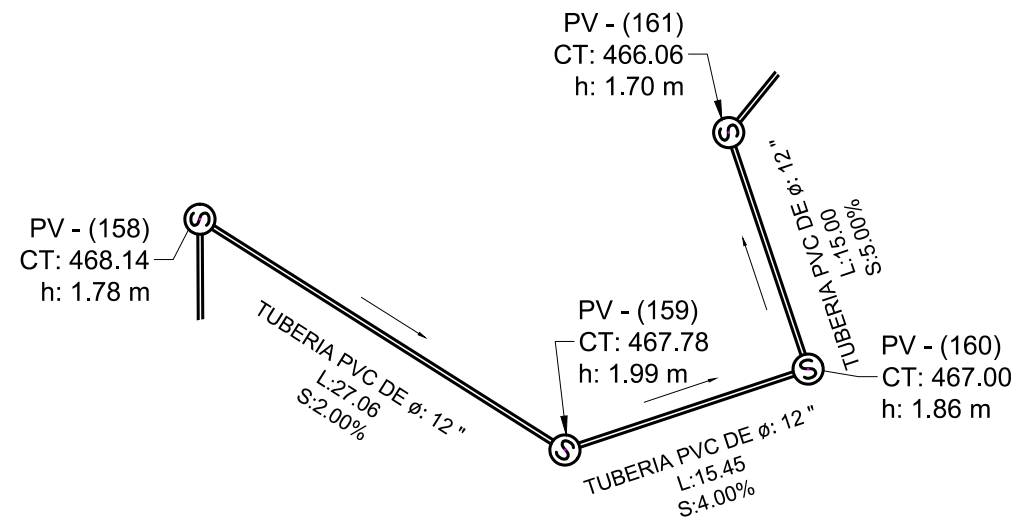


PLANTA ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 157 AL PV 158

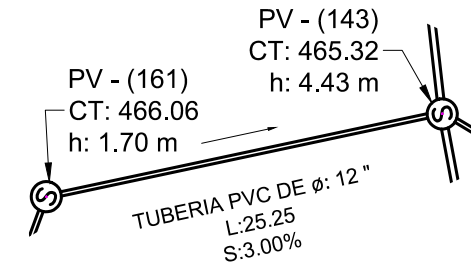


PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 157 AL PV 158

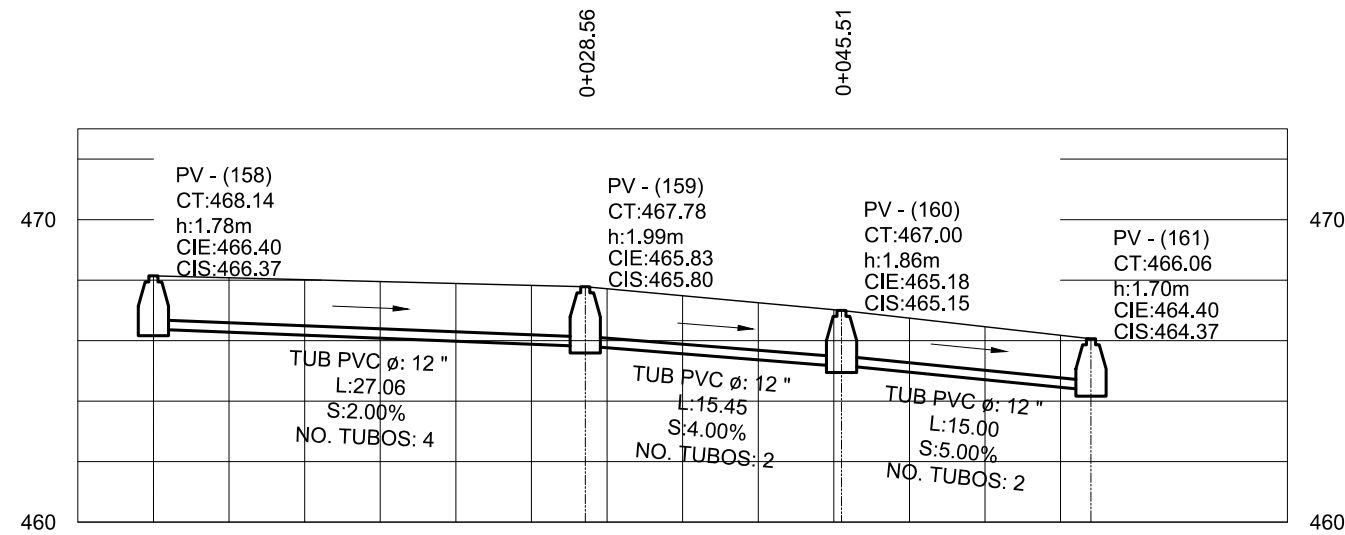
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		PROGRAMA:	EPS USAC 2017
		PROYECTO:	ALCANTARILLADO PLUVIAL
PLANTA - PERFIL		ESCALA:	1:250
		FECHA:	2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO:	14 79	
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA		
ASESORIA:	SUPERVISOR		
DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	UNIDAD DE EPS, USAC		
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO:	FIRMA:		
JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA			



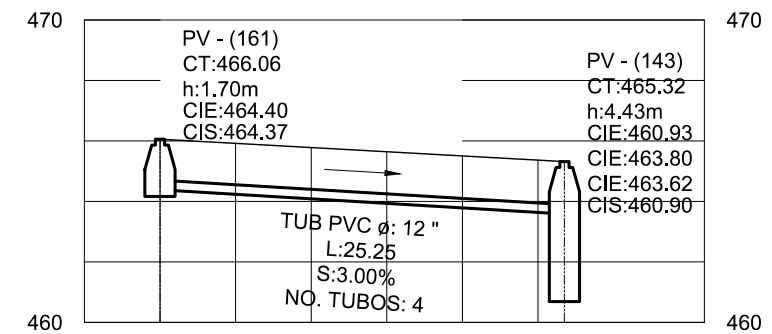
PLANTA ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 158 AL PV 161



PLANTA ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 161 AL PV 143



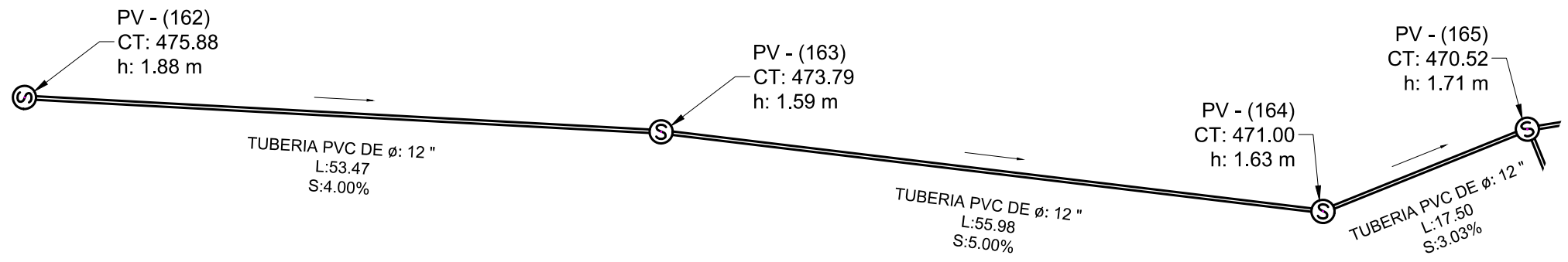
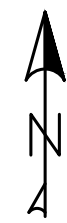
PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 158 AL PV 161



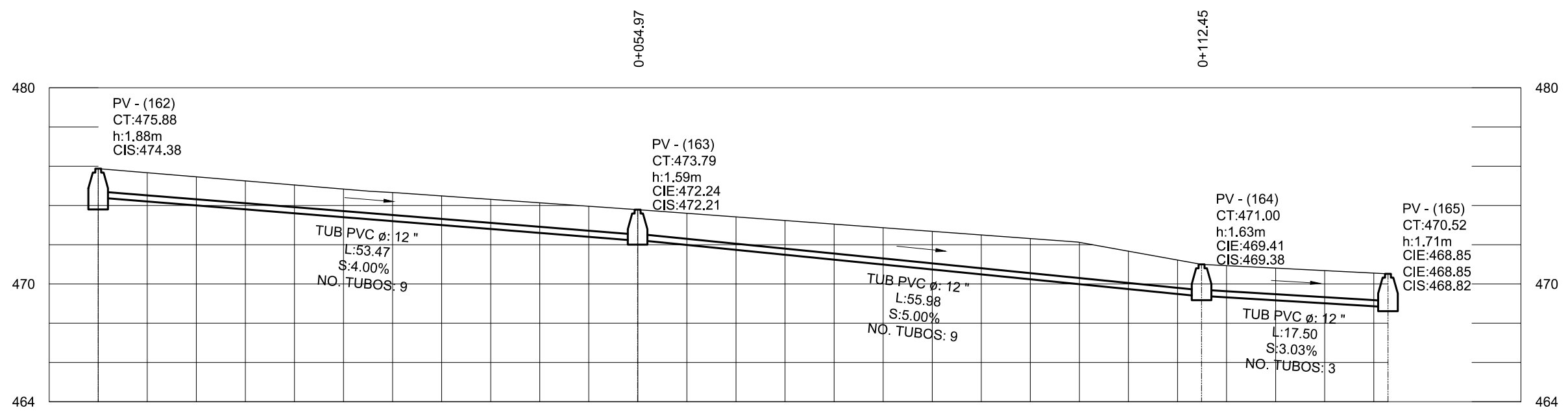
PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 161 AL PV 143



 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		PROGRAMA:	EPS USAC 2017
		PROYECTO:	ALCANTARILLADO PLUVIAL
PLANTA - PERFIL		ESCALA:	1:500
		FECHA:	2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO:	15	79
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA		
ASESORIA:	SUPERVISOR		
DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	UNIDAD DE EPS, USAC		
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO:	FIRMA:		
JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA			

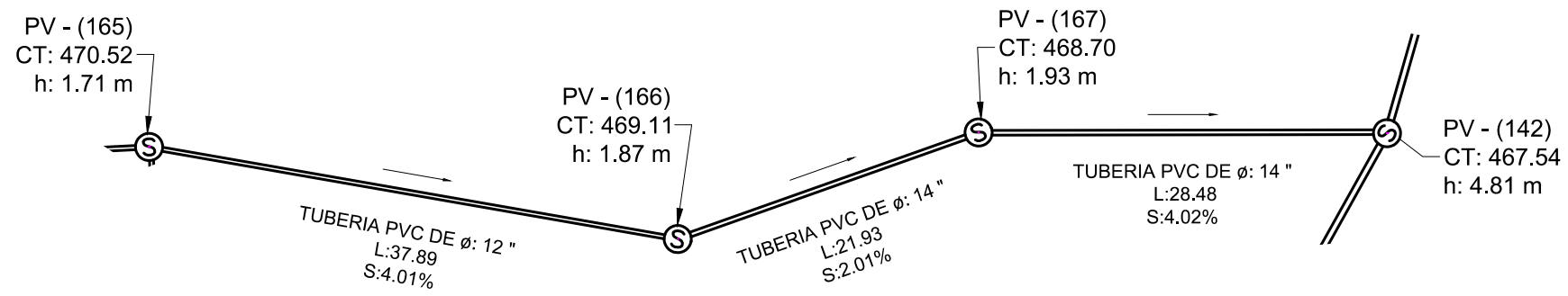


PLANTA ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 162 AL PV 165

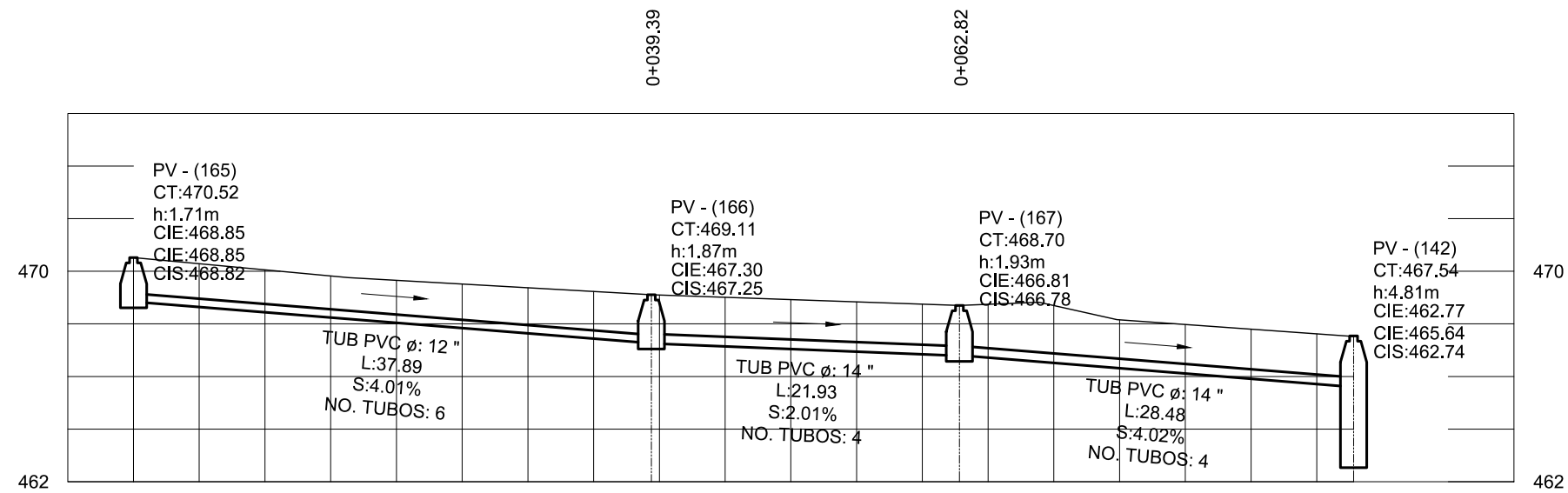


PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 162 AL PV 165


 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		PROGRAMA:	EPS USAC 2017
		PROYECTO:	ALCANTARILLADO PLUVIAL
PLANTA - PERFIL		ESCALA:	1:500
		FECHA:	2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO:	16 79	
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA		
ASESORIA:	SUPERVISOR		
DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	UNIDAD DE EPS, USAC		
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO:	FIRMA:		
JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA			

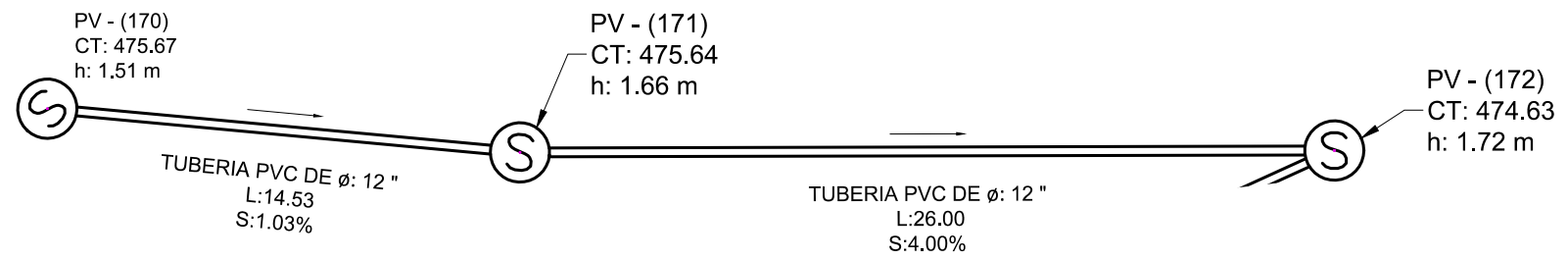


PLANTA ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 165 AL PV 142

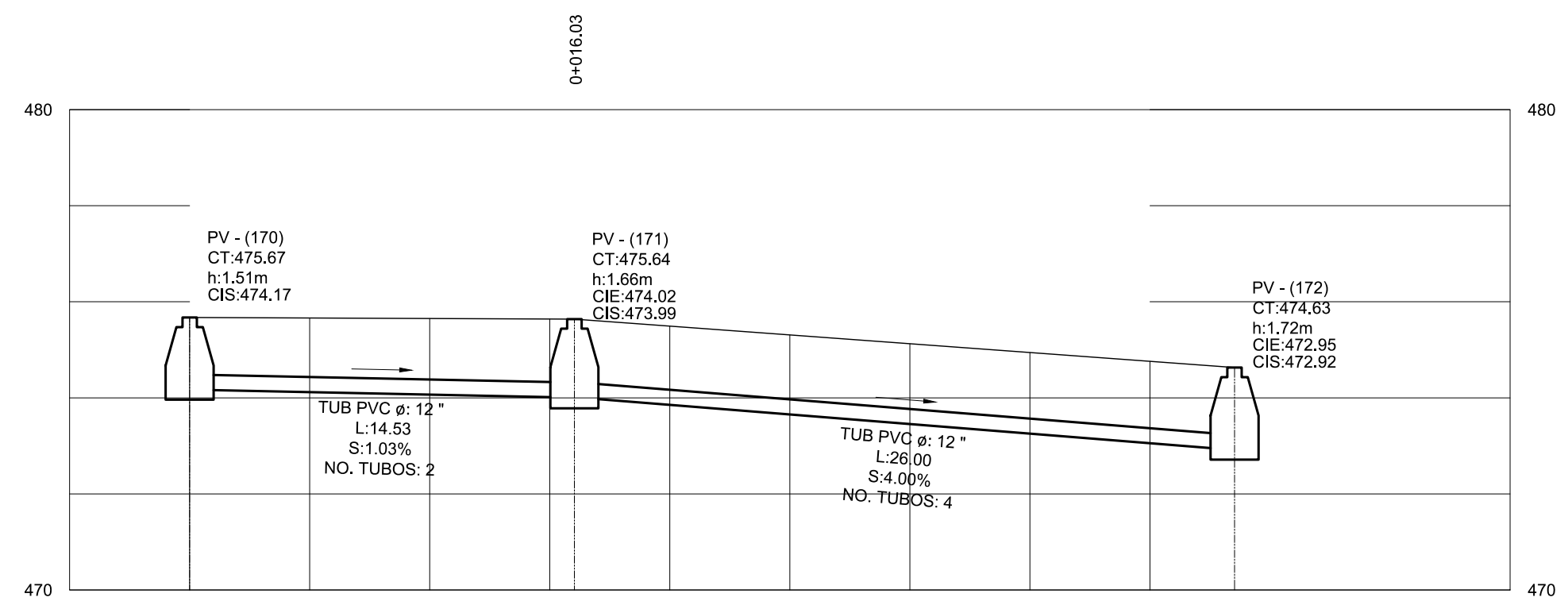


PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 165 AL PV 142

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		PROGRAMA:	EPS USAC 2017
		PROYECTO:	ALCANTARILLADO PLUVIAL
PLANTA - PERFIL		ESCALA:	1:500
		FECHA:	2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO:	17 79	
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA		
ASESORIA:	SUPERVISOR		
DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	UNIDAD DE EPS, USAC		
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO:	FIRMA:		
JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA			

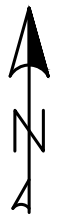
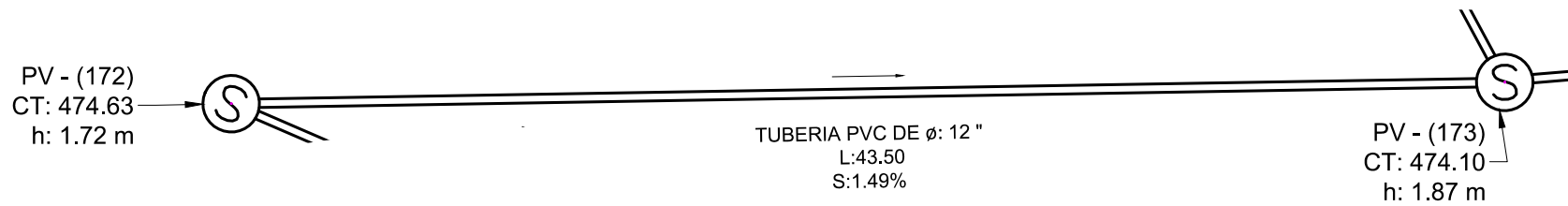


PLANTA ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 170 AL PV 172

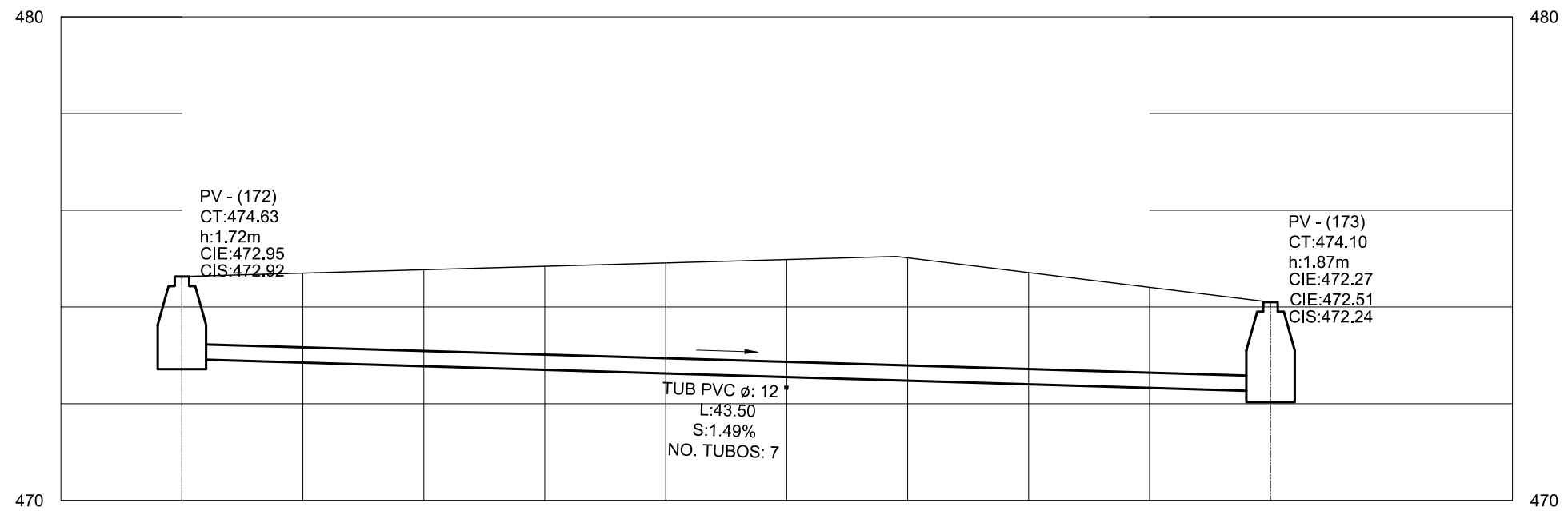


PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 170 AL PV 172

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		PROGRAMA:	EPS USAC 2017
		PROYECTO:	ALCANTARILLADO PLUVIAL
PLANTA - PERFIL		ESCALA:	1:250
		FECHA:	2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO:	18 79	
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA		
ASESORIA:	SUPERVISOR		
DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	UNIDAD DE EPS, USAC		
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO:	FIRMA:		
JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA			

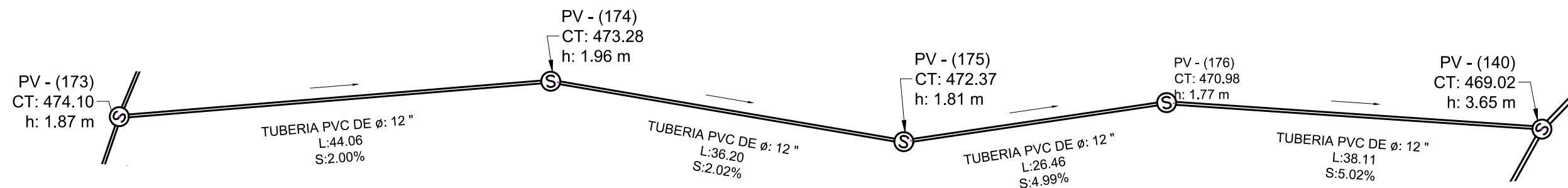


PLANTA ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 172 AL PV 173

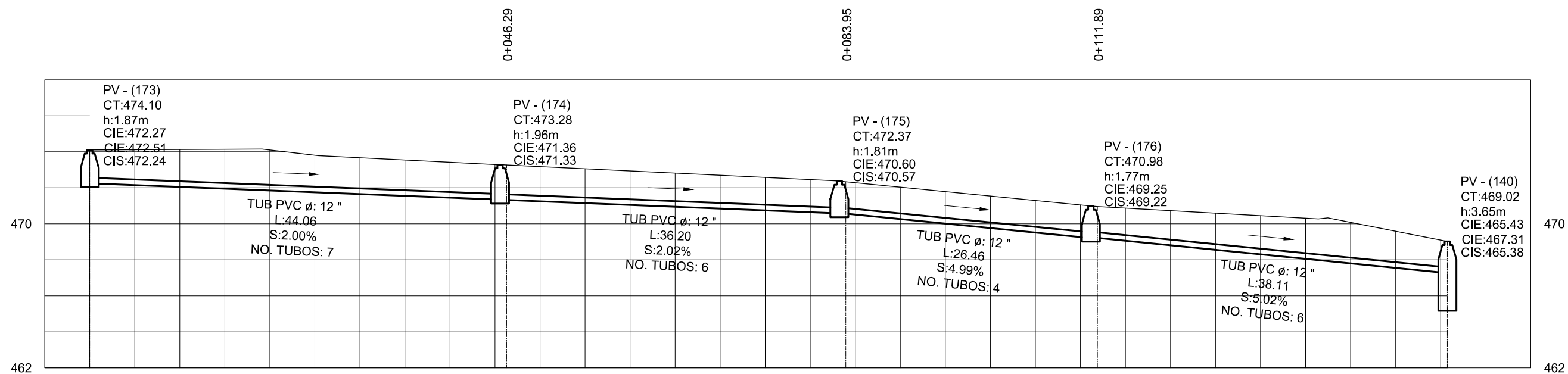


PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 172 AL PV 173


 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		PROGRAMA:	EPS USAC 2017
		PROYECTO:	ALCANTARILLADO PLUVIAL
PLANTA - PERFIL		ESCALA:	1:250
		FECHA:	2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO:	19 79	
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA		
ASESORIA:	SUPERVISOR		
DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	UNIDAD DE EPS, USAC		
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO:	FIRMA:		
JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA			

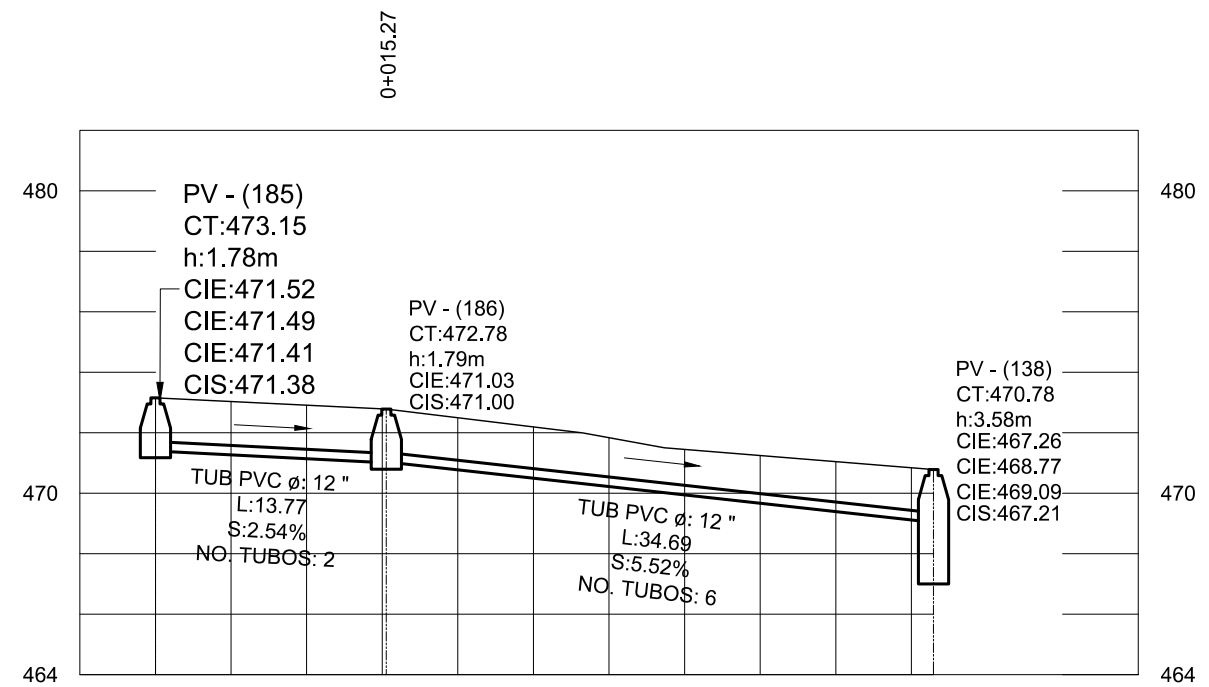
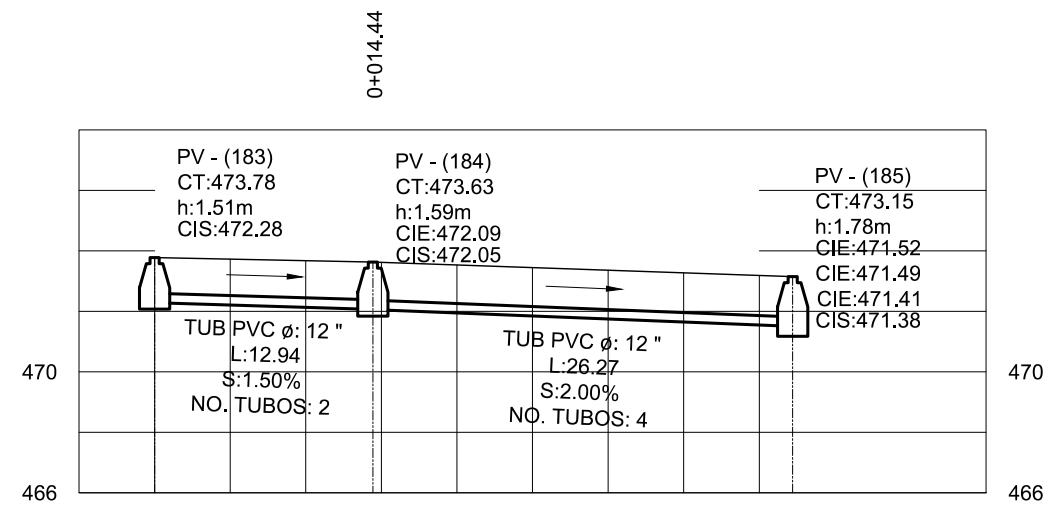
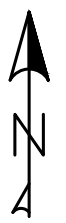
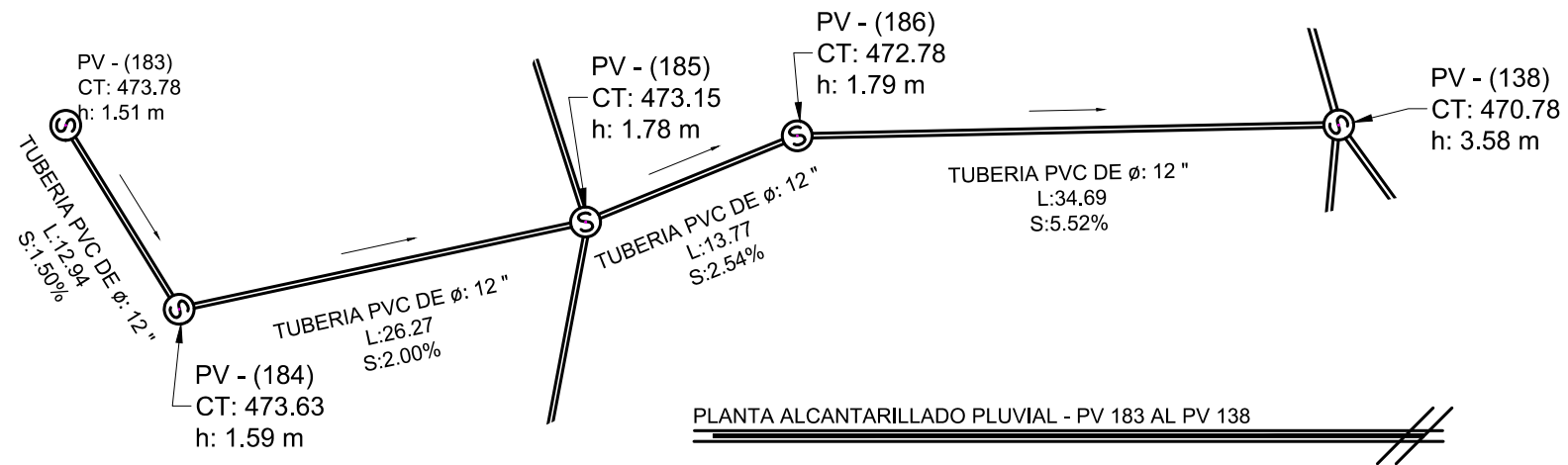


PLANTA ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 173 AL PV 140

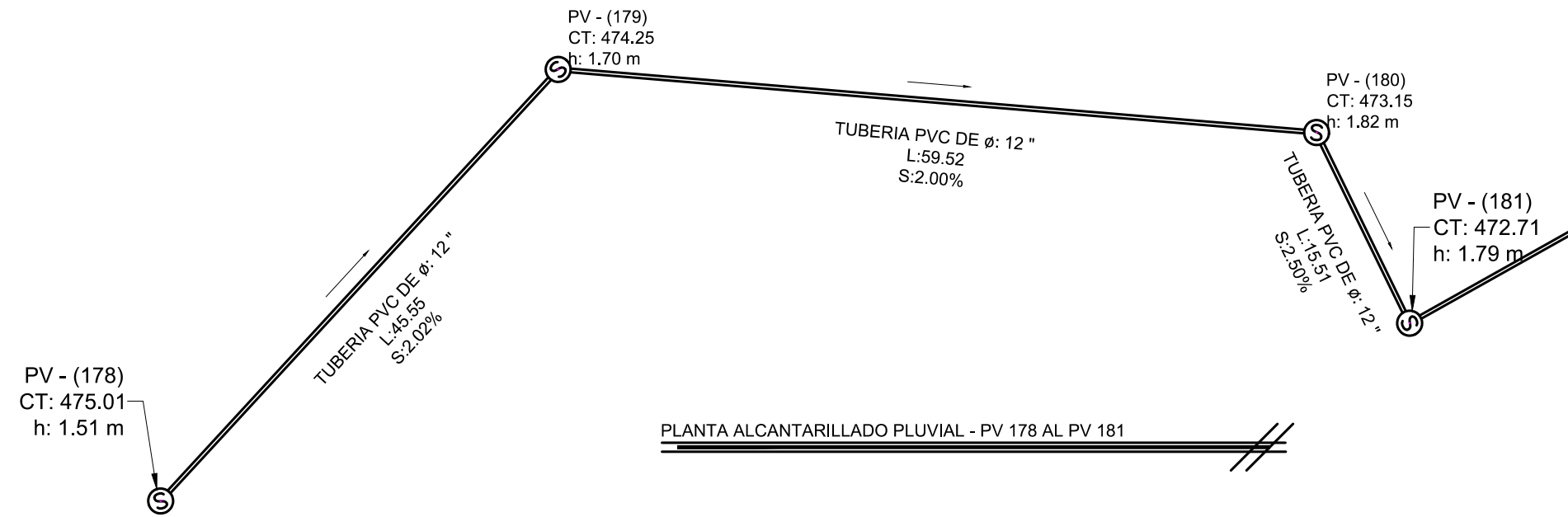


PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 173 AL PV 140

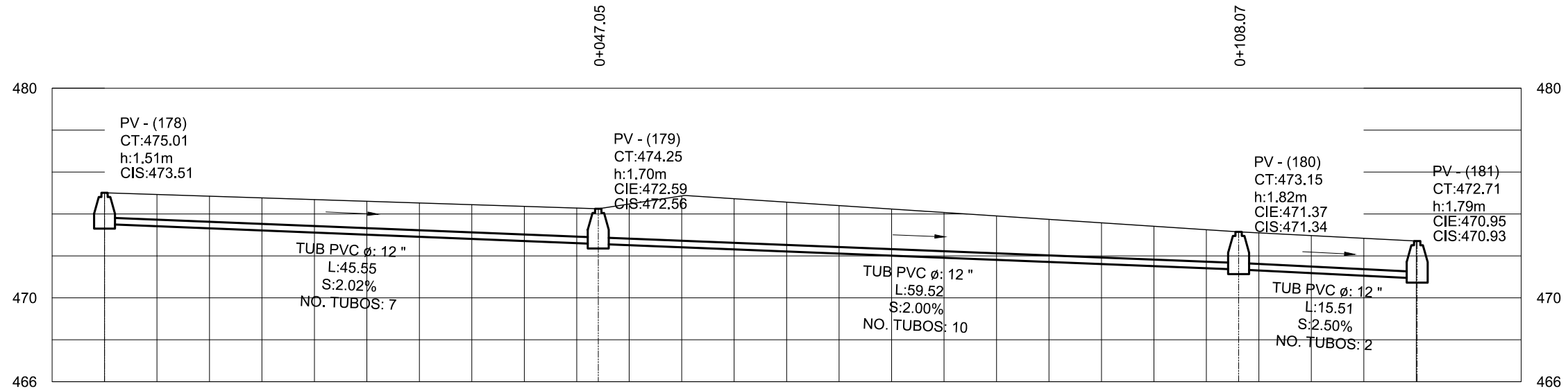
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		PROGRAMA:	EPS USAC 2017
		PROYECTO:	ALCANTARILLADO PLUVIAL
PLANTA - PERFIL		ESCALA:	1:500
		FECHA:	2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO:	20 79	
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA		
ASESORIA:	SUPERVISOR		
DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	UNIDAD DE EPS, USAC		
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO:	FIRMA:		
JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA			




		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO: ALCANTARILLADO PLUVIAL		PROGRAMA: EPS USAC 2017	
PLANTA - PERFIL		ESCALA: 1:500	
		FECHA: 2017	
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ		DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	
ASESORIA: DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ		SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS, USAC	
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA		FIRMA:	
		21	
		79	

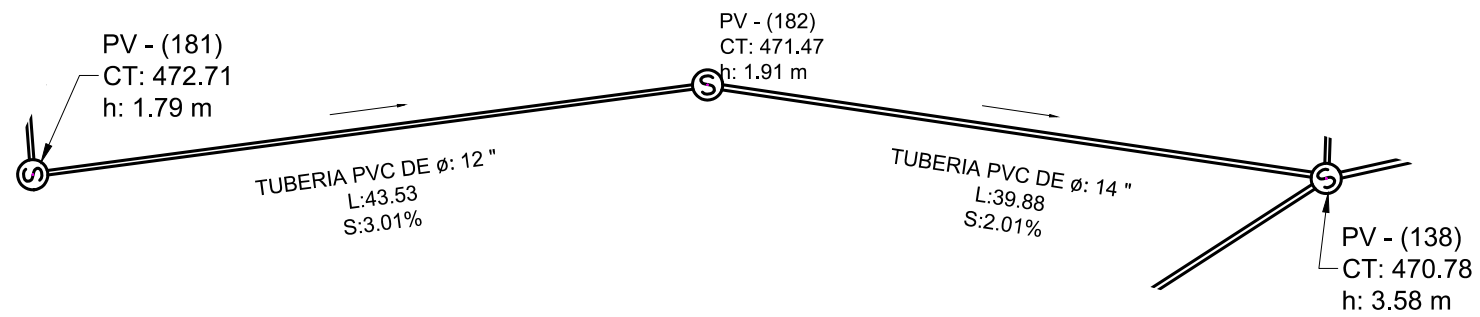
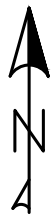


PLANTA ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 178 AL PV 181



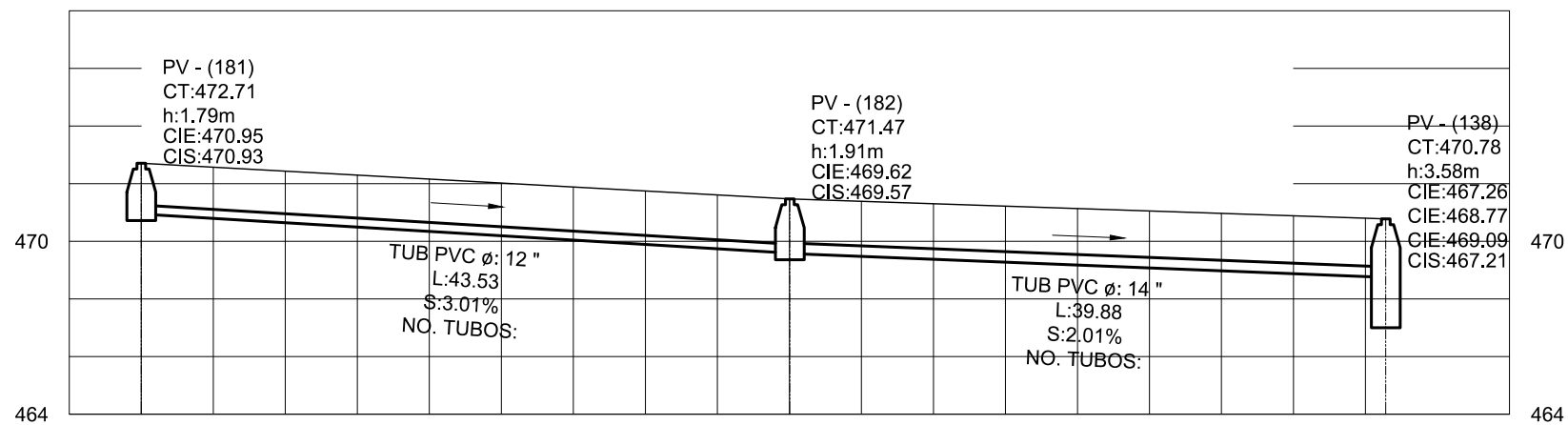
PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 178 AL PV 181

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		PROGRAMA:	EPS USAC 2017
		PROYECTO:	ALCANTARILLADO PLUVIAL
PLANTA - PERFIL		ESCALA:	1:500
		FECHA:	2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO:	22 <hr/> 79	
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA		
ASESORIA:	SUPERVISOR		
DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	UNIDAD DE EPS, USAC		
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO:	FIRMA:		
JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA			



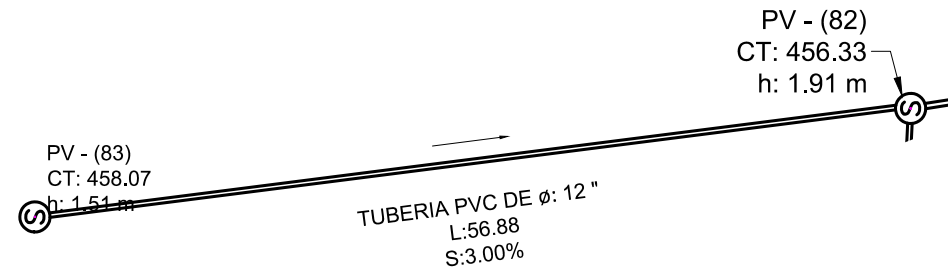
PLANTA ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 181 AL PV 138

0+045.03

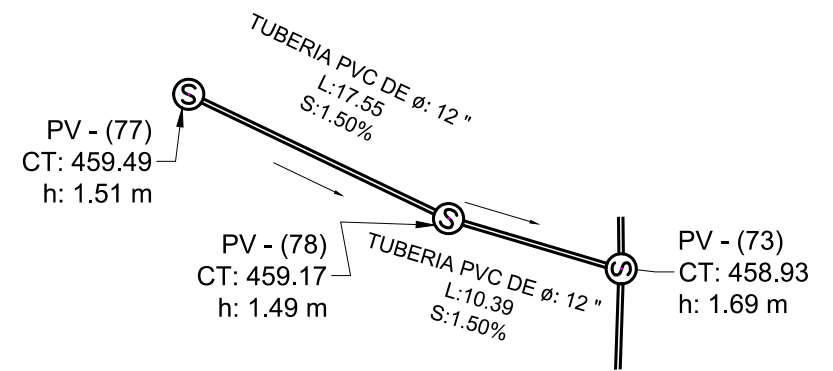


PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 181 AL PV 138

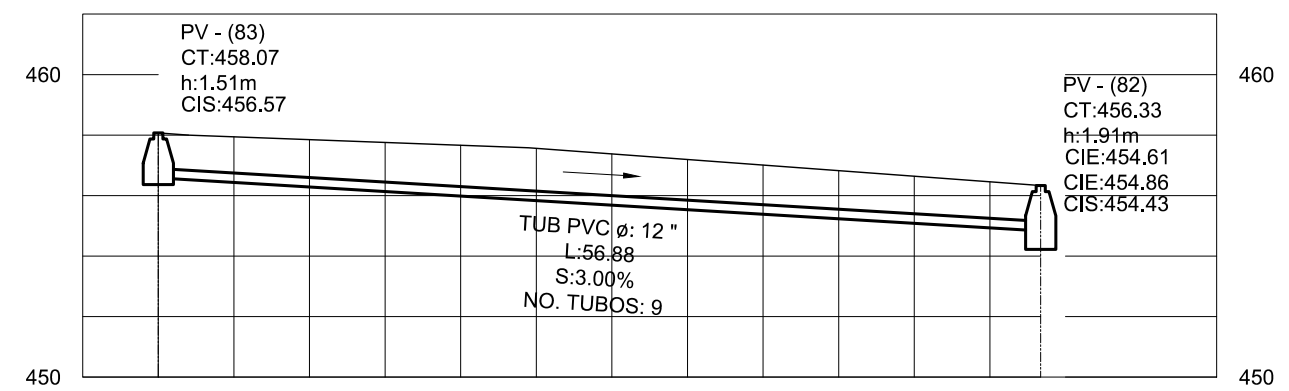
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		PROGRAMA:	EPS USAC 2017
		PROYECTO:	ALCANTARILLADO PLUVIAL
PLANTA - PERFIL		ESCALA:	1:500
		FECHA:	2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO:	23 79	
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA		
ASESORIA:	SUPERVISOR		
DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	UNIDAD DE EPS, USAC		
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO:	FIRMA:		
JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA			



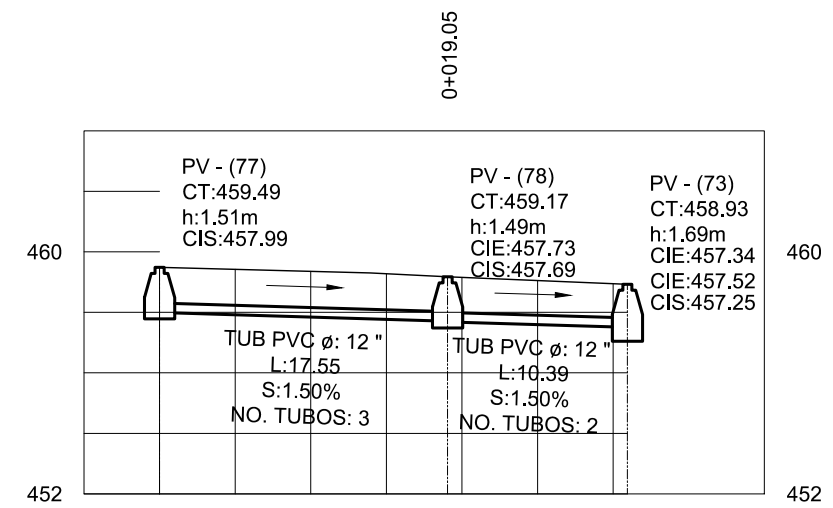
PLANTA ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 83 AL PV 82




PLANTA ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 77 AL PV 73

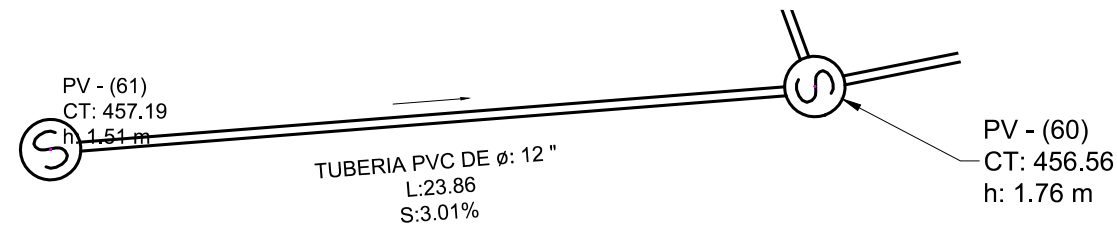
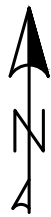


PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 83 AL PV 82

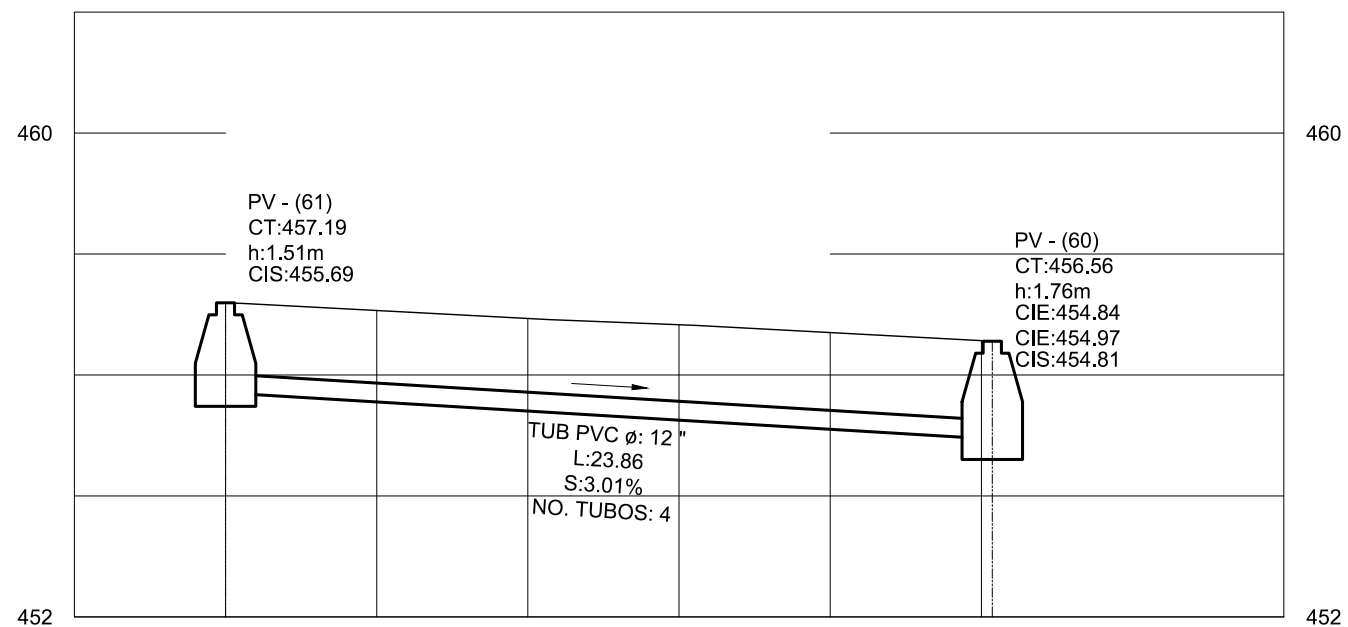


PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 77 AL PV 73


 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		PROGRAMA:	EPS USAC 2017
		PROYECTO:	ALCANTARILLADO PLUVIAL
PLANTA - PERFIL		ESCALA:	1:500
		FECHA:	2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO:	24 79	
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA		
ASESORIA:	SUPERVISOR		
DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	UNIDAD DE EPS, USAC		
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO:	FIRMA:		
JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA			

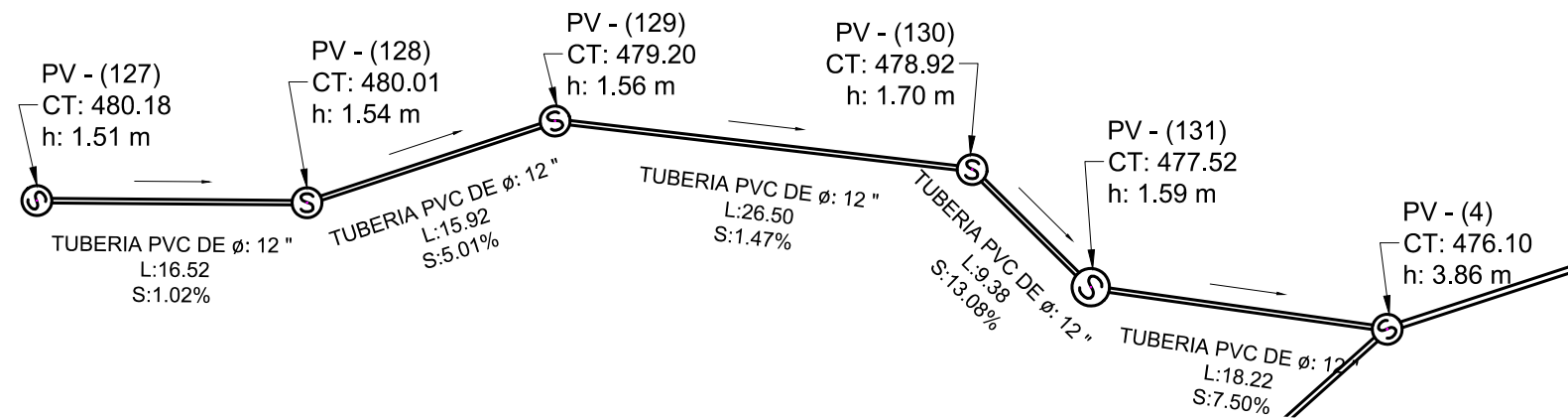
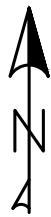


PLANTA ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 61 AL PV 60

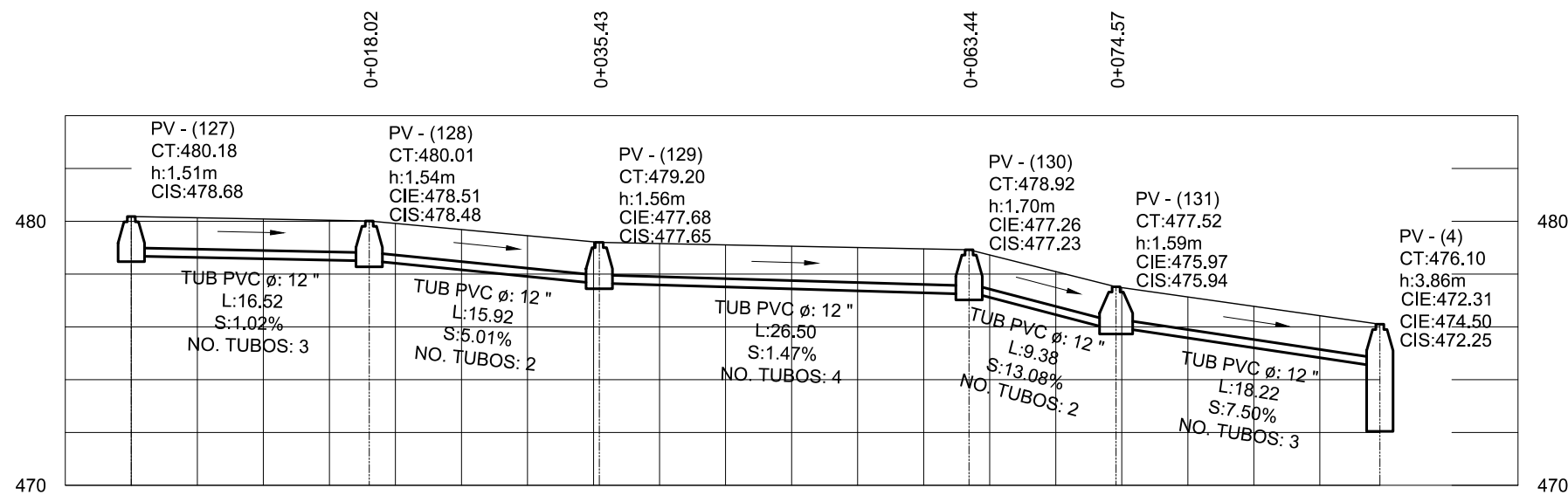


PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 61 AL PV 60


		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO: ALCANTARILLADO PLUVIAL		PROGRAMA: EPS USAC 2017	
PLANTA - PERFIL		ESCALA: 1:250	25
		FECHA: 2017	
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	79	
ASESORIA: DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS, USAC		
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	FIRMA:		



PLANTA ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 127 AL PV 4



PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 127 AL PV 4

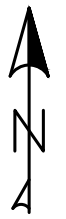
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		PROGRAMA:	EPS USAC 2017
		PROYECTO:	ALCANTARILLADO PLUVIAL
PLANTA - PERFIL		ESCALA:	1:500
		FECHA:	2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO:	26 79	
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA		
ASESORIA:	SUPERVISOR		
DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	UNIDAD DE EPS, USAC		
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO:	FIRMA:		
JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA			

PV - (115)
CT: 481.93
h: 1.50 m

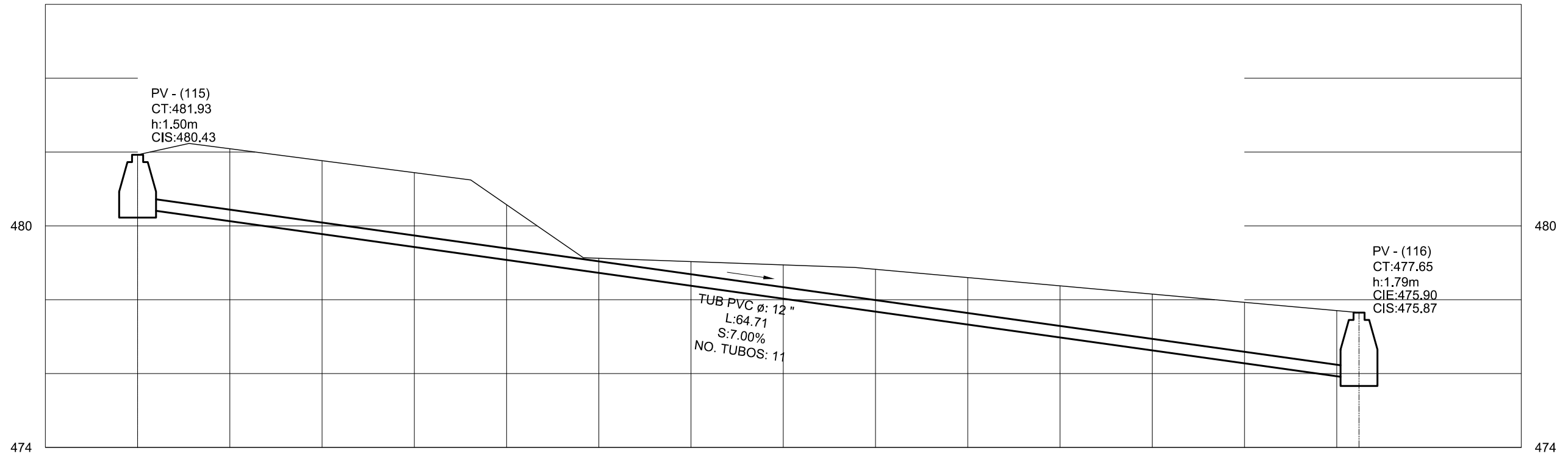


TUBERIA PVC DE ϕ : 12 "
L:64.71
S:7.00%

PV - (116)
CT: 477.65
h: 1.79 m

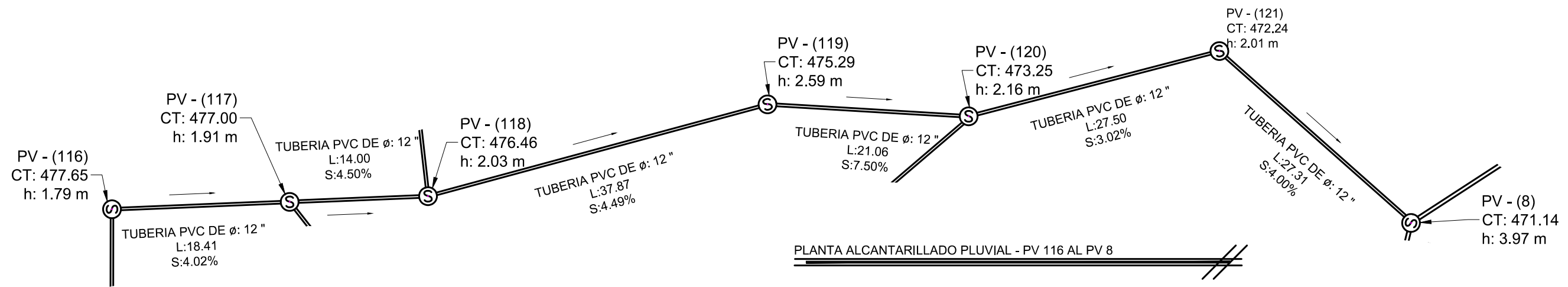
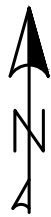


PLANTA ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 115 AL PV 116

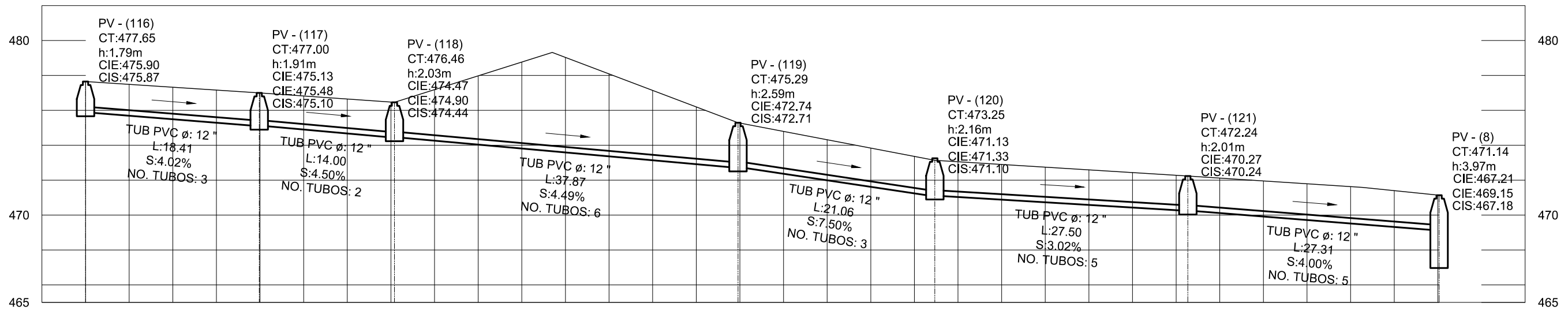


PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 115 AL PV 116


 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		PROGRAMA:	EPS USAC 2017
		PROYECTO:	ALCANTARILLADO PLUVIAL
PLANTA - PERFIL		ESCALA:	1:250
		FECHA:	2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO:	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA
ASESORIA:	DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	SUPERVISOR	UNIDAD DE EPS, USAC
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO:	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	FIRMA:	
			27
			79

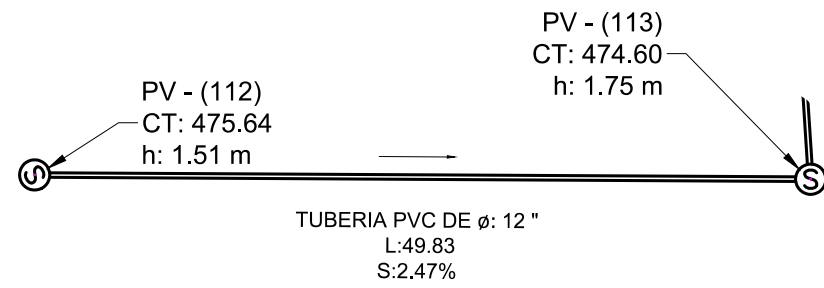


0+019.91 0+035.41 0+074.78 0+097.34 0+126.34

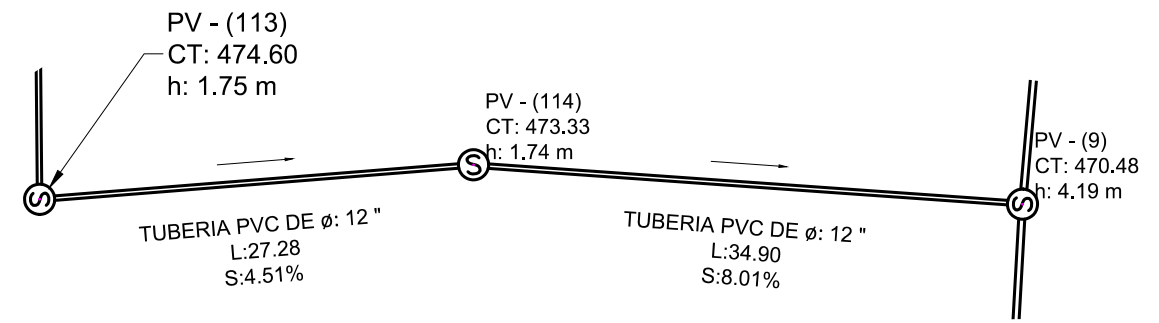


PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 116 AL PV 8

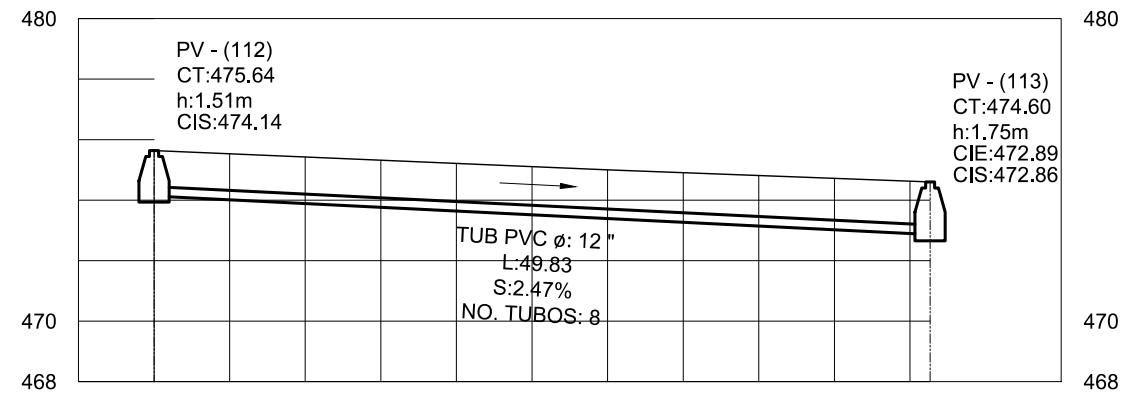
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		PROGRAMA:	EPS USAC 2017
		ESCALA:	1:500
PROYECTO: ALCANTARILLADO PLUVIAL		FECHA:	2017
PLANTA - PERFIL		28 79	
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO:		
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA		
ASESORIA:	SUPERVISOR		
DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	UNIDAD DE EPS, USAC		
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO:	FIRMA:		
JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA			



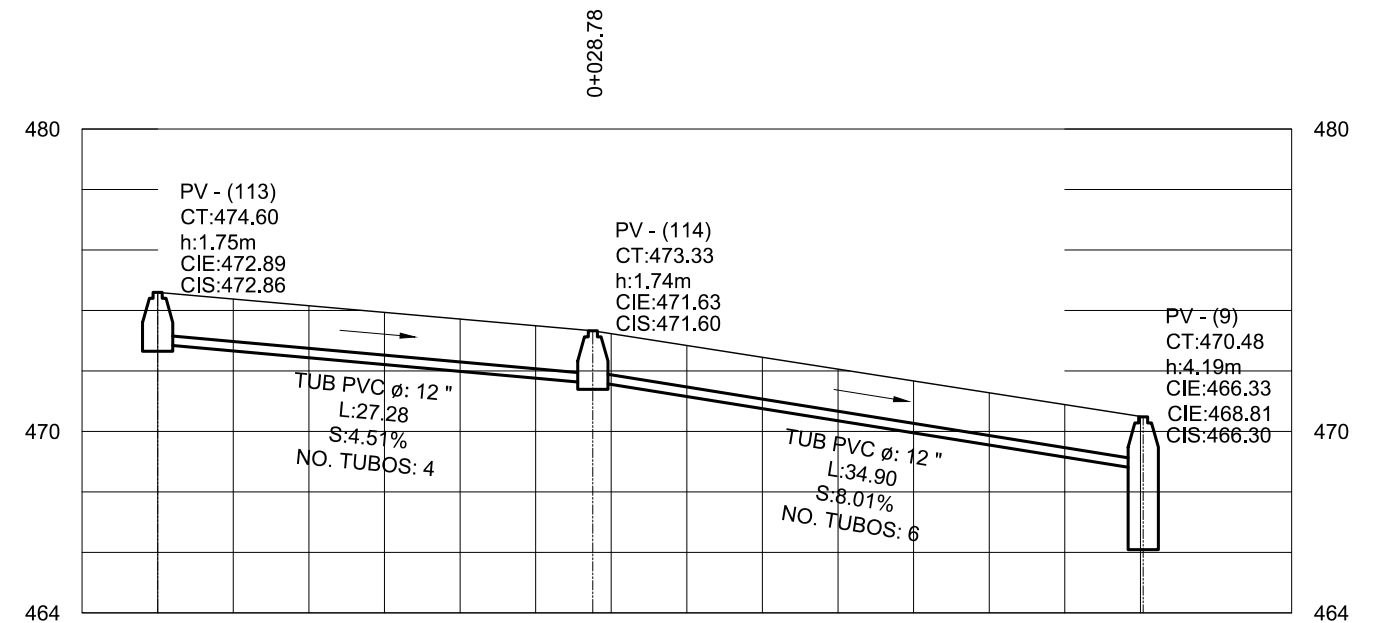
PLANTA ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 112 AL PV 113



PLANTA ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 113 AL PV 9

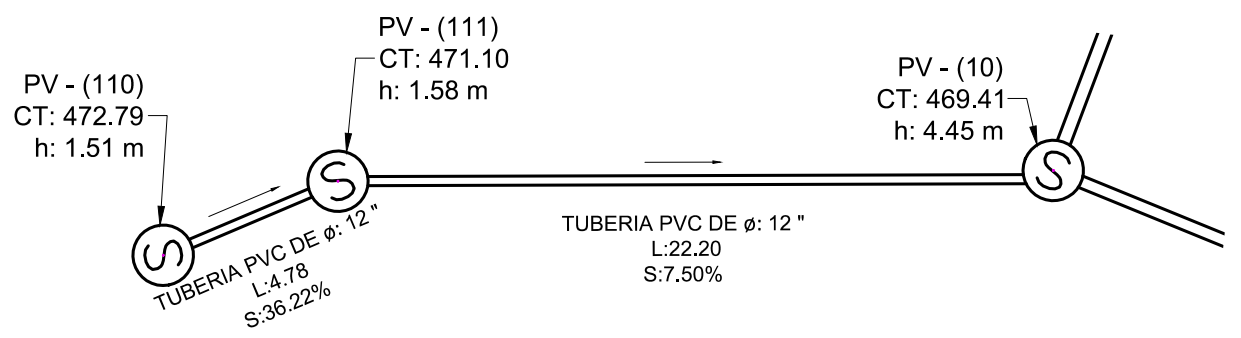


PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 112 AL PV 113

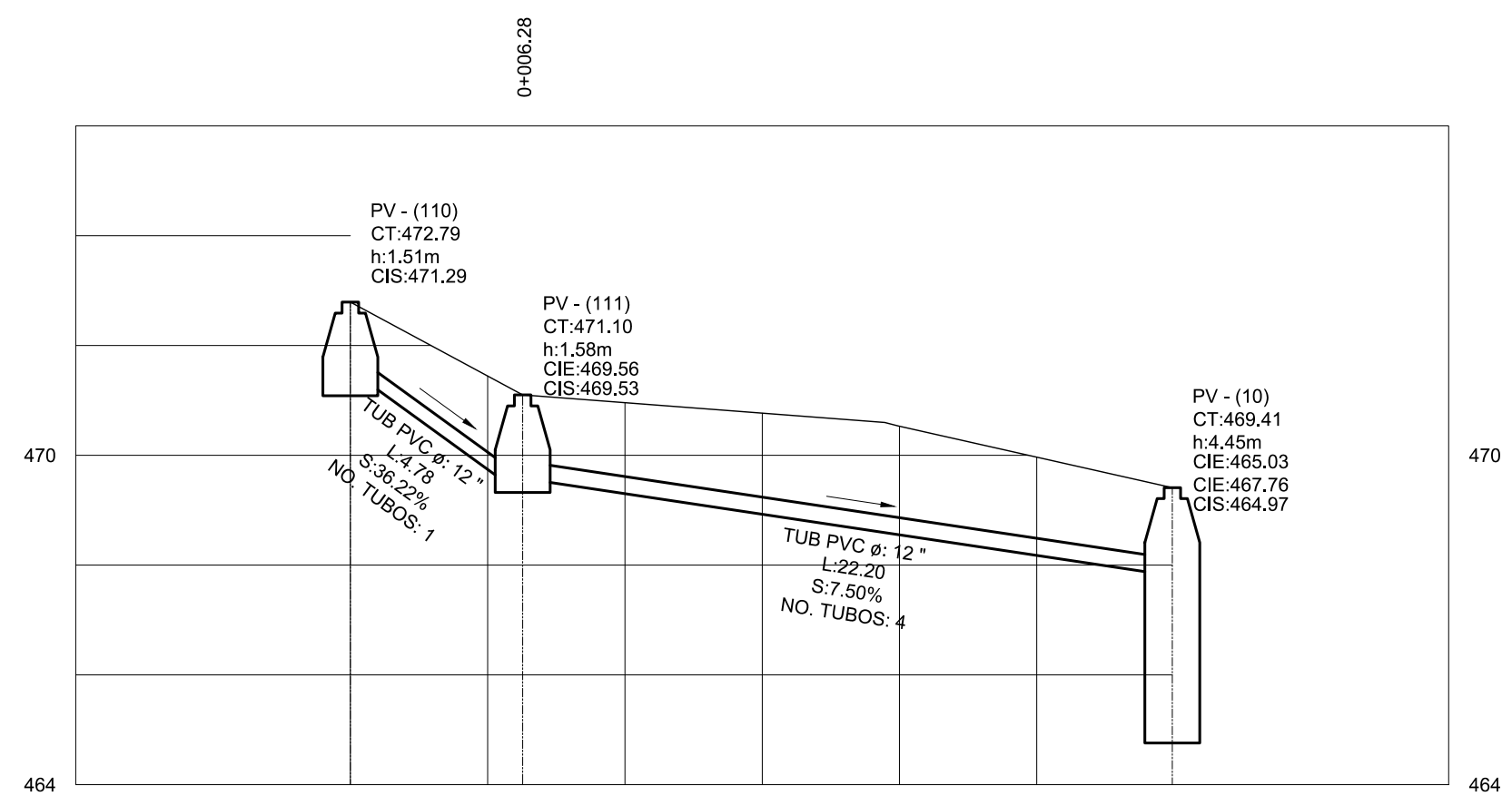


PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 113 AL PV 9

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		PROGRAMA:	EPS USAC 2017
		PROYECTO:	ALCANTARILLADO PLUVIAL
PLANTA - PERFIL		ESCALA:	1:500
		FECHA:	2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO:	29 79	
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA		
ASESORIA:	SUPERVISOR		
DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	UNIDAD DE EPS, USAC		
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO:	FIRMA:		
JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA			

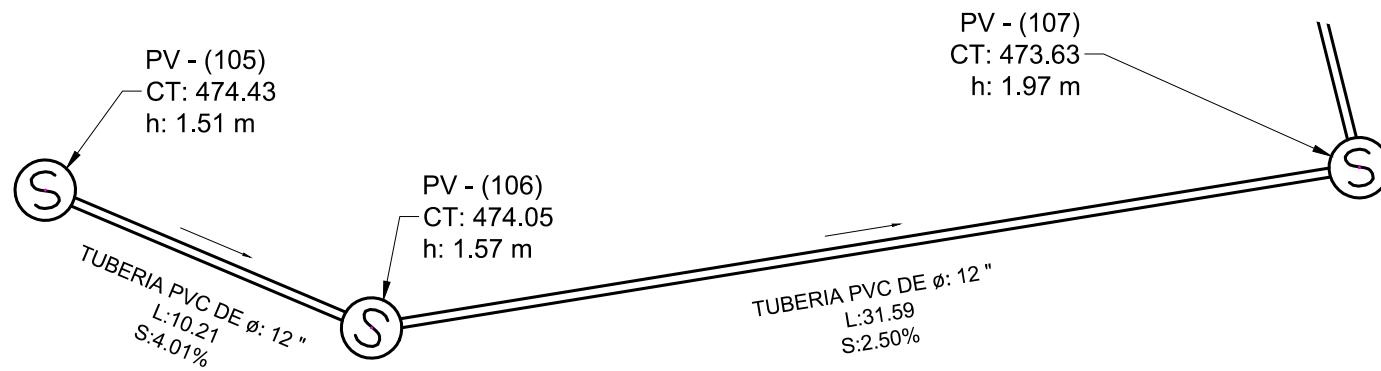


PLANTA ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 110 AL PV 10

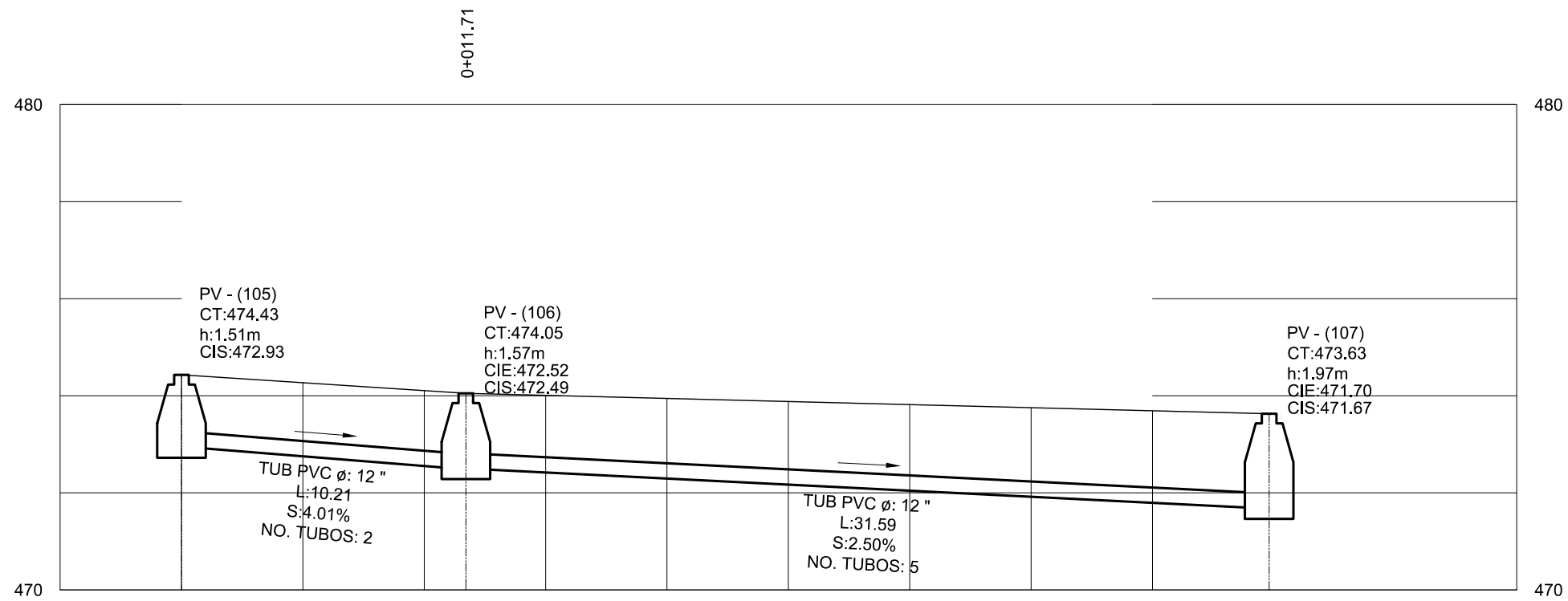


PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 110 AL PV 10

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		PROGRAMA:	EPS USAC 2017
		PROYECTO:	ALCANTARILLADO PLUVIAL
PLANTA - PERFIL		ESCALA:	1:250
		FECHA:	2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO:	30	
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA		
ASESORIA:	SUPERVISOR	79	
DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	UNIDAD DE EPS, USAC		
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO:	FIRMA:		
JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA			

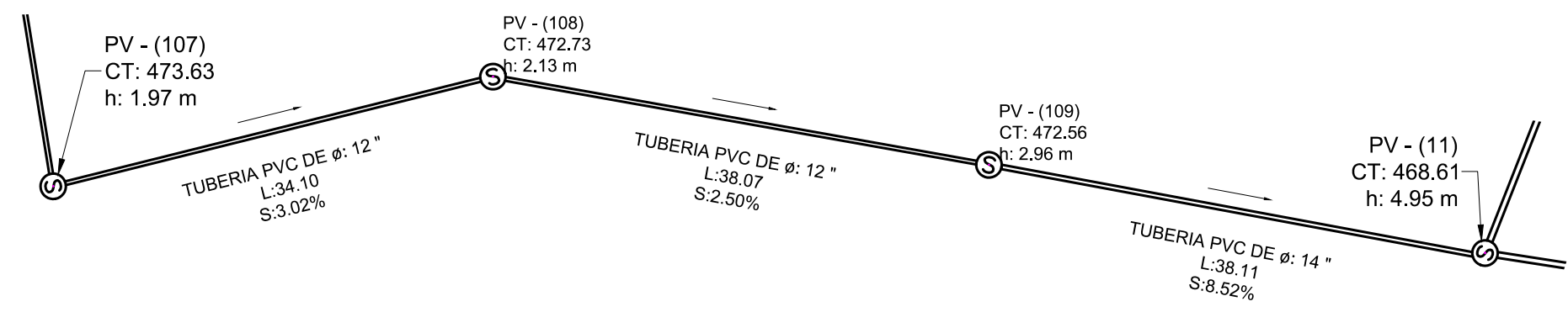


PLANTA ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 105 AL PV 107

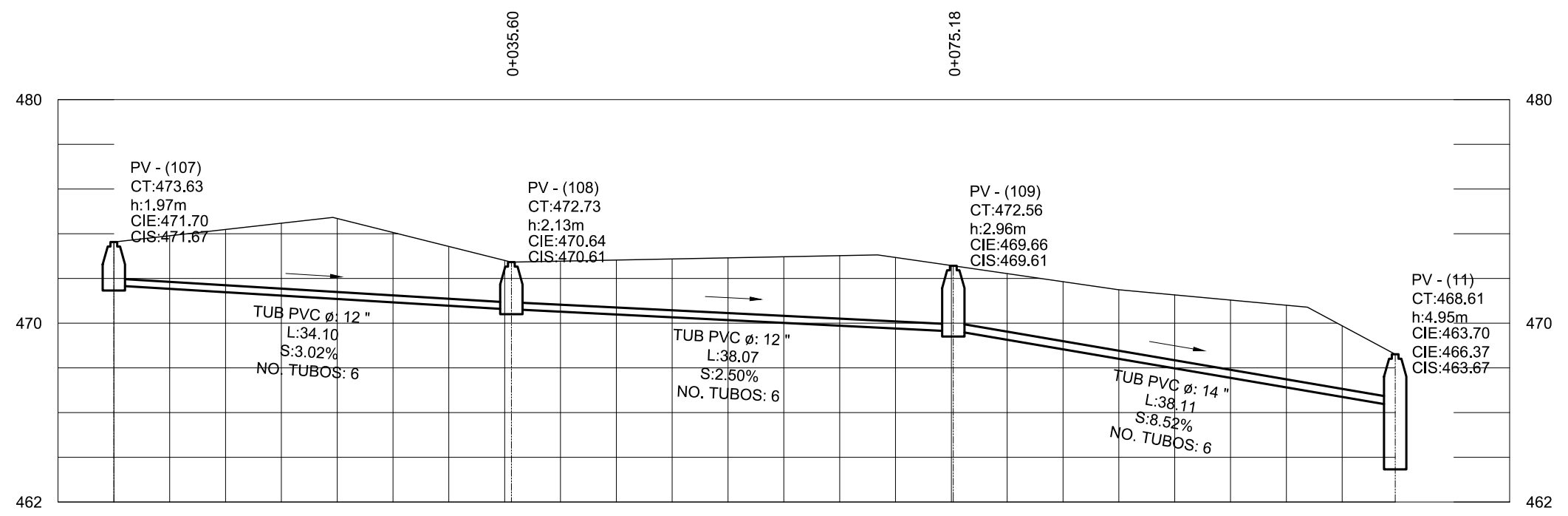


PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 105 AL PV 107

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO: ALCANTARILLADO PLUVIAL		PROGRAMA: EPS USAC 2017	
PLANTA - PERFIL		ESCALA: 1:250	
		FECHA: 2017	
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ		DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	
ASESORIA: DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ		SUPERVISOR UNIDAD DE EPS, USAC	
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA		FIRMA:	
			31
			79

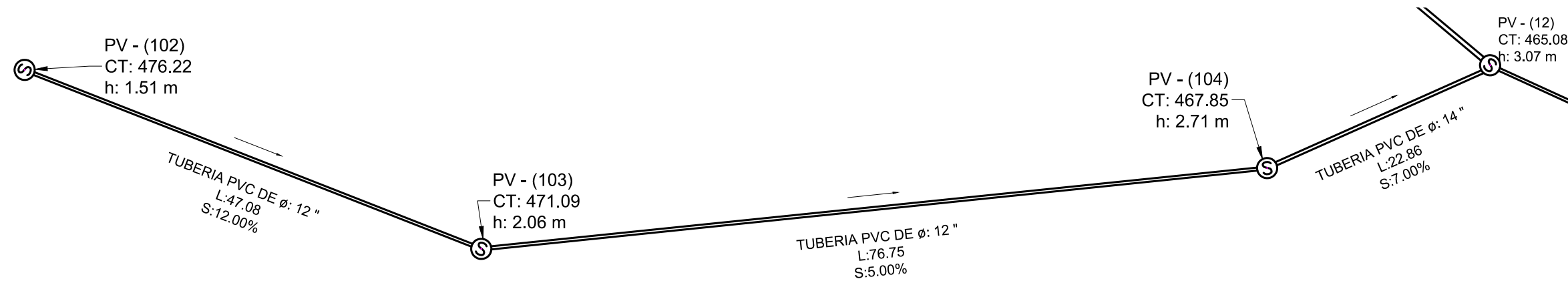


PLANTA ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 107 AL PV 11



PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 107 AL PV 11

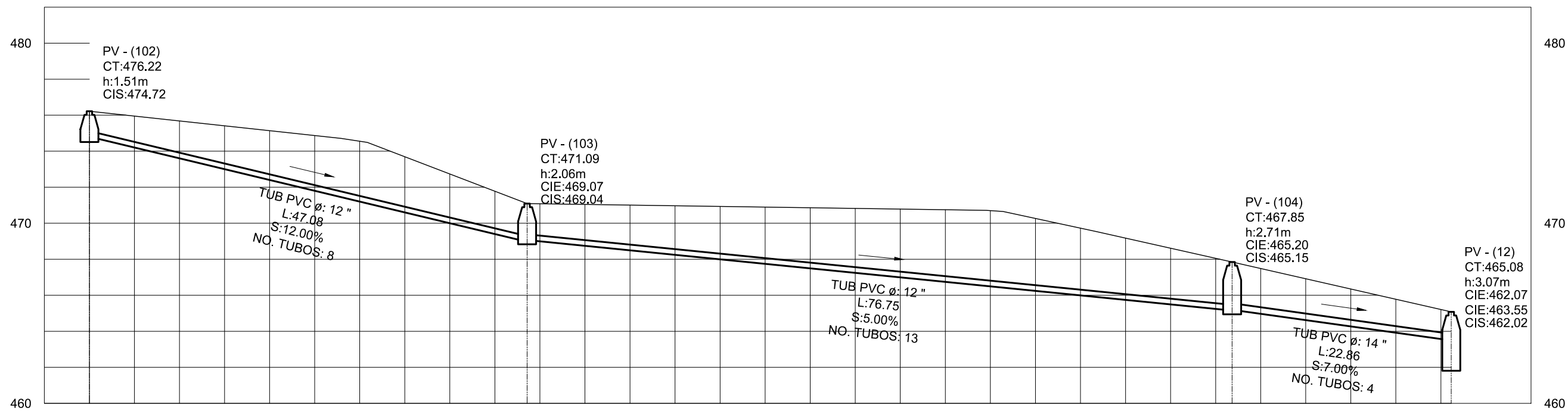
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		PROGRAMA:	EPS USAC 2017
		PROYECTO:	ALCANTARILLADO PLUVIAL
PLANTA - PERFIL		ESCALA:	1:500
		FECHA:	2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO:	32 79	
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA		
ASESORIA:	SUPERVISOR		
DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	UNIDAD DE EPS, USAC		
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO:	FIRMA:		
JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA			



PLANTA ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 102 AL PV 12

0+048.58

0+126.83



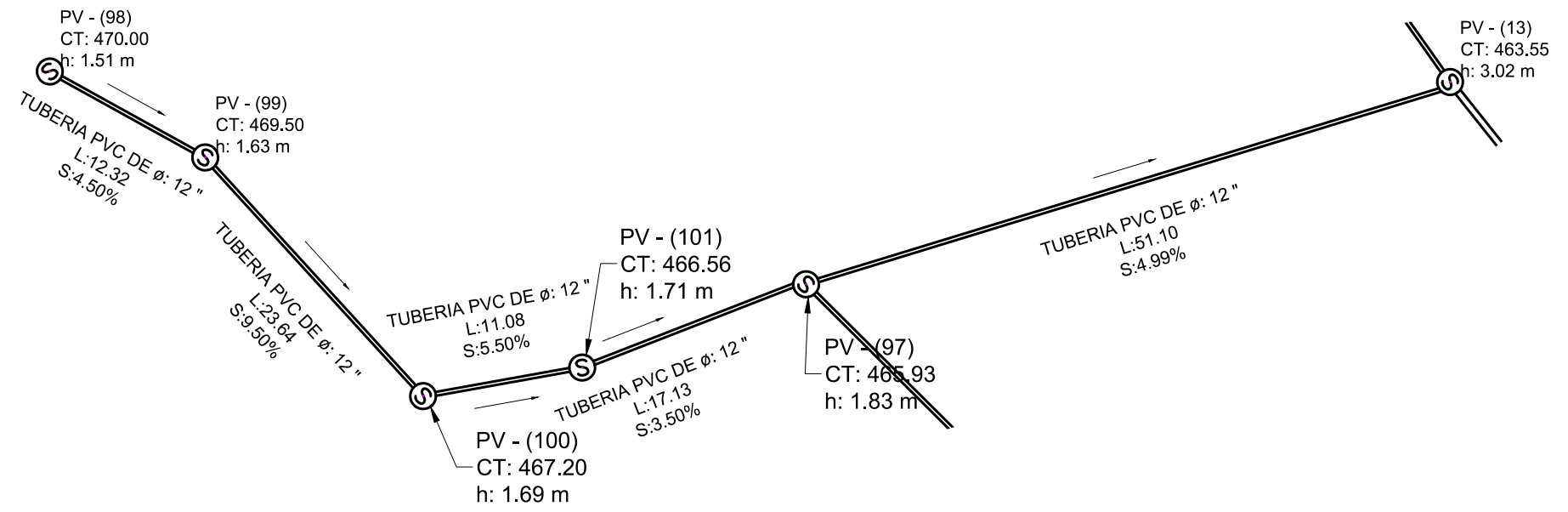
PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 102 AL PV 12



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

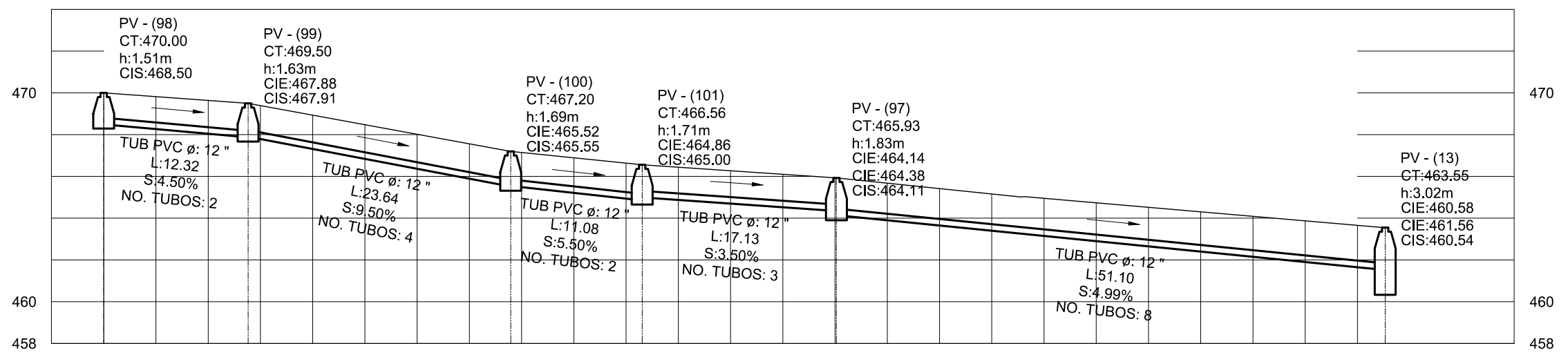
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: ALCANTARILLADO PLUVIAL		PROGRAMA: EPS USAC 2017
PLANTA - PERFIL		ESCALA: 1:500
		FECHA: 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	33
ASESORIA: DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	SUPERVISOR UNIDAD DE EPS, USAC	
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	FIRMA:	



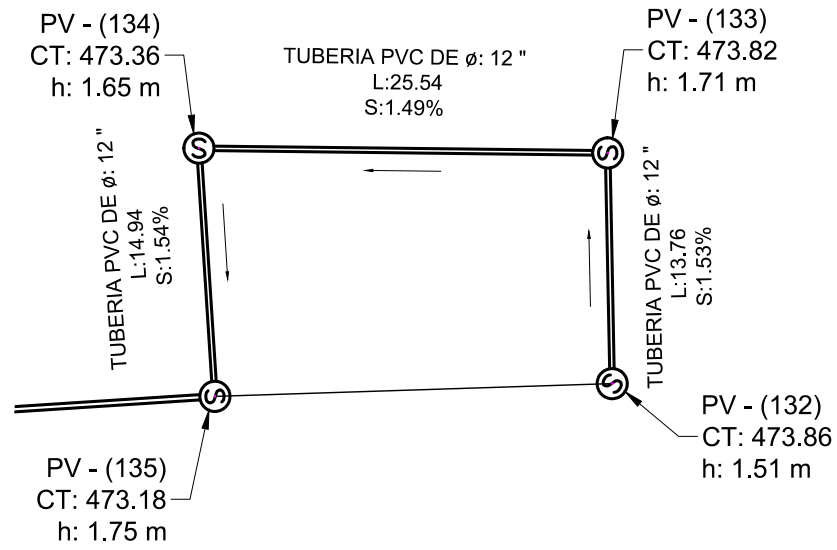
PLANTA ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 98 AL PV 13

0+013.82
 0+038.96
 0+051.54
 0+070.13

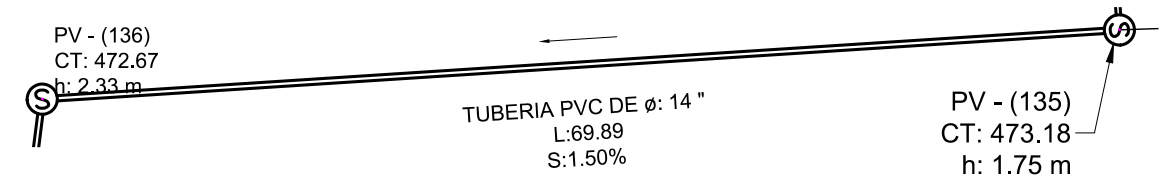


PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 98 AL PV 13

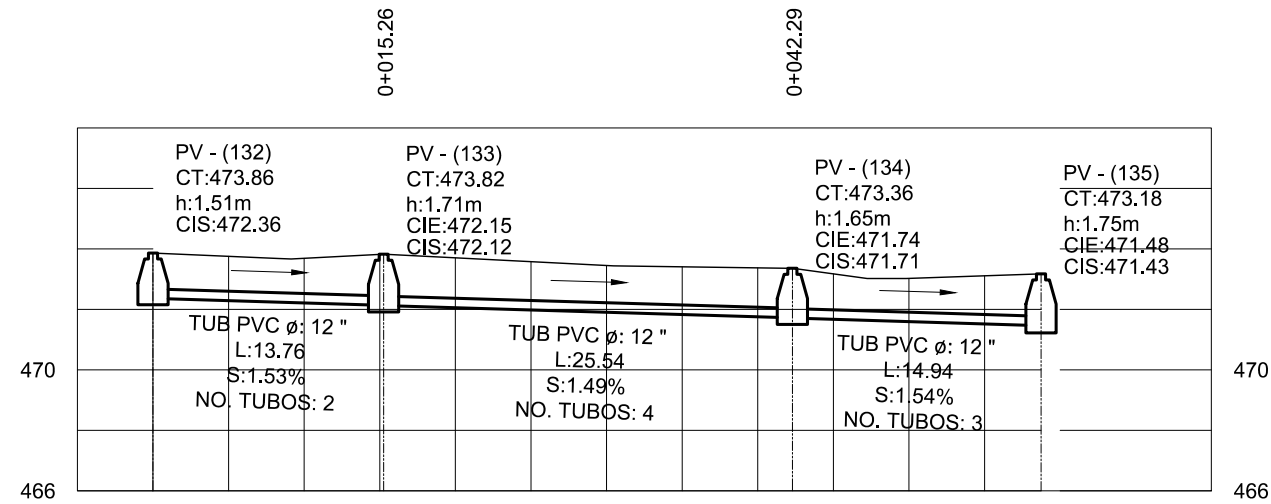
		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
		PROYECTO: ALCANTARILLADO PLUVIAL	PROGRAMA: EPS USAC 2017
PLANTA - PERFIL		ESCALA: 1:500	34
		FECHA: 2017	
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	79	
ASESORIA: DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	SUPERVISOR UNIDAD DE EPS, USAC		
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	FIRMA:		



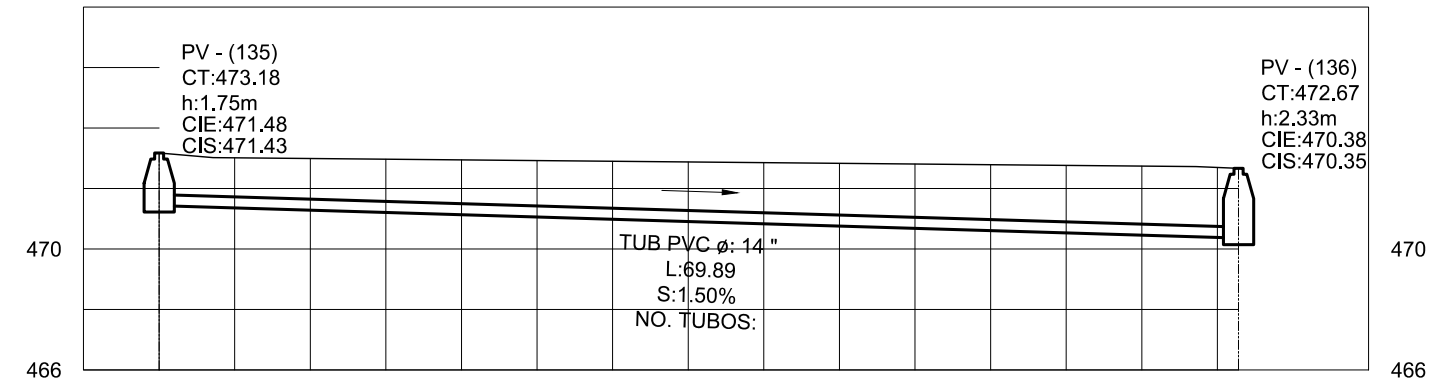
PLANTA ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 132 AL PV 135




PLANTA ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 136 AL PV 135

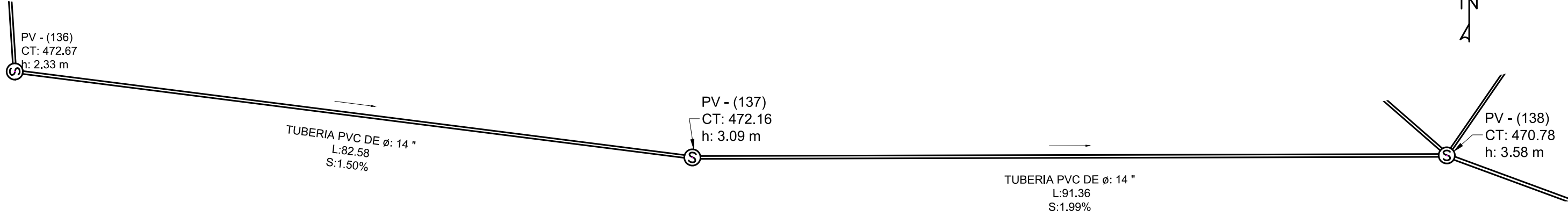


PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 132 AL PV 135



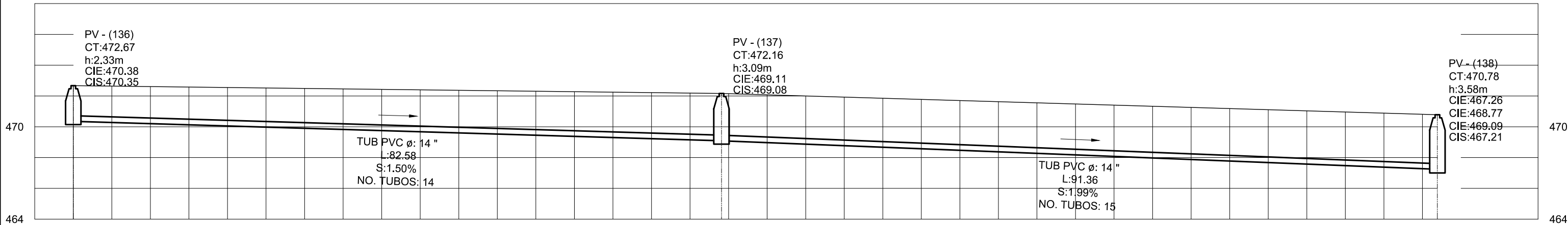
PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 136 AL PV 135

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		PROGRAMA:	EPS USAC 2017
		ESCALA:	1:500
PROYECTO: ALCANTARILLADO PLUVIAL		FECHA:	2017
PLANTA - PERFIL		35 79	
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO:		
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA		
ASESORIA:	SUPERVISOR		
DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	UNIDAD DE EPS, USAC		
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO:	FIRMA:		
JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA			




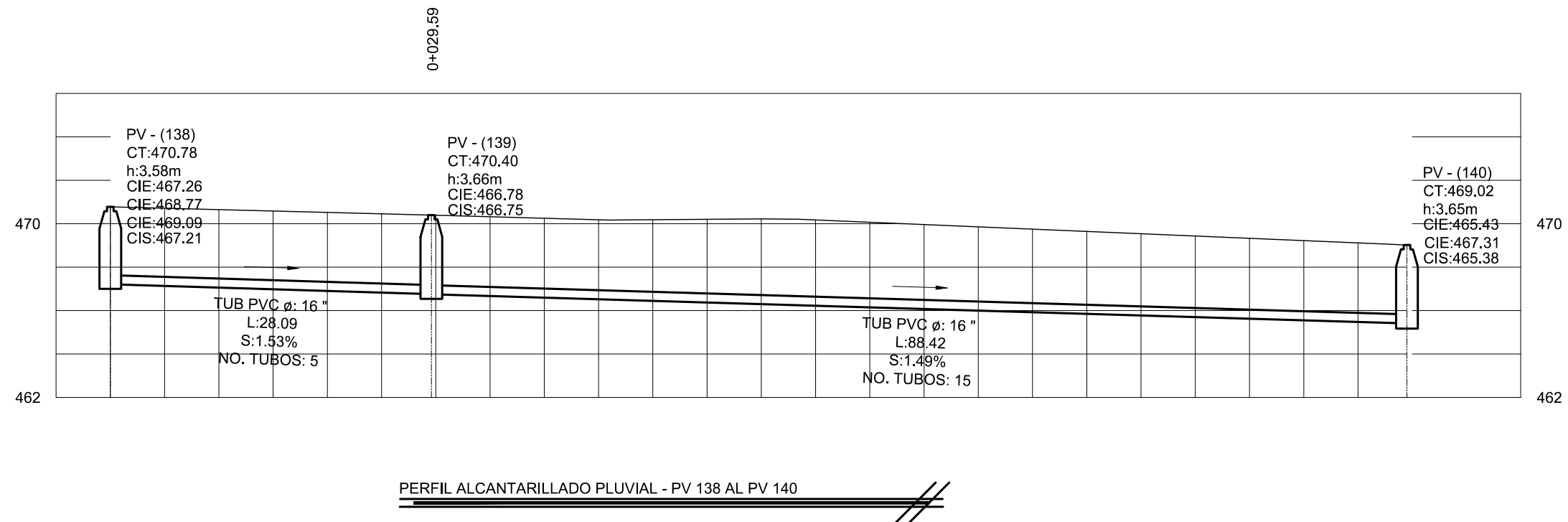
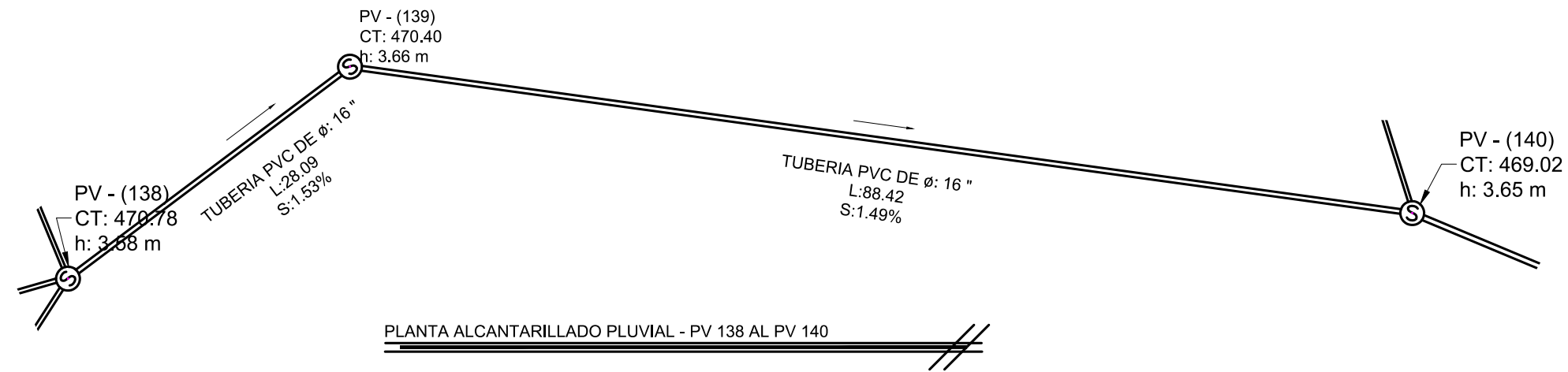
PLANTA ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 136 AL PV 138

0+084.08

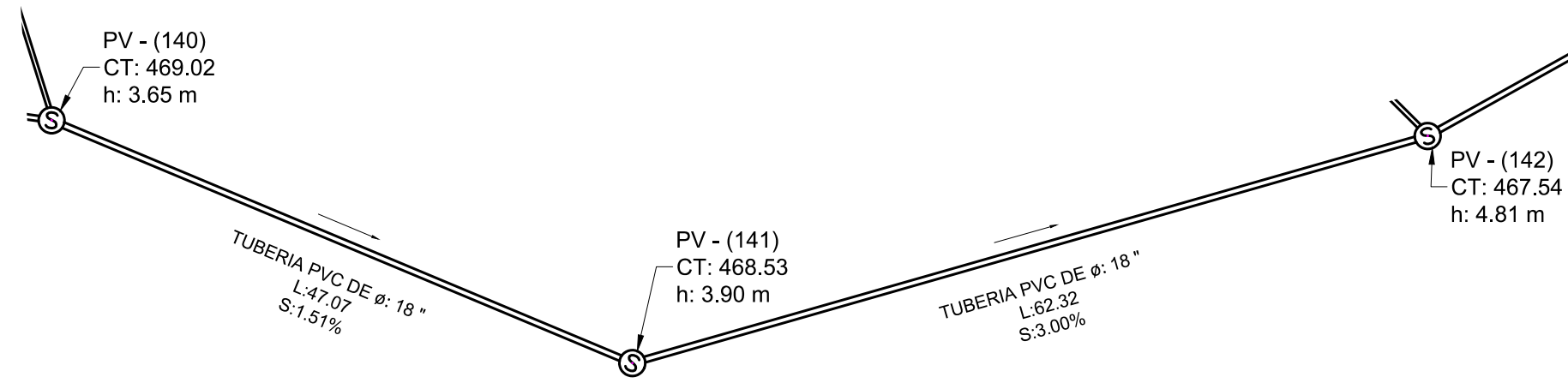


PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 136 AL PV 138

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		PROGRAMA:	EPS USAC 2017
		PROYECTO:	ALCANTARILLADO PLUVIAL
PLANTA - PERFIL		ESCALA:	1:500
		FECHA:	2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO:	36	
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA		
ASESORIA:	SUPERVISOR	79	
DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	UNIDAD DE EPS, USAC		
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO:	FIRMA:		
JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA			



 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		PROGRAMA:	EPS USAC 2017
		ESCALA:	1:500
PROYECTO: ALCANTARILLADO PLUVIAL		FECHA:	2017
PLANTA - PERFIL			
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO:	37	
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA		
ASESORIA:	SUPERVISOR	79	
DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	UNIDAD DE EPS, USAC		
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO:	FIRMA:		
JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA			



PV - (140)
CT: 469.02
h: 3.65 m

TUBERIA PVC DE ϕ : 18 "
L: 47.07
S: 1.51%

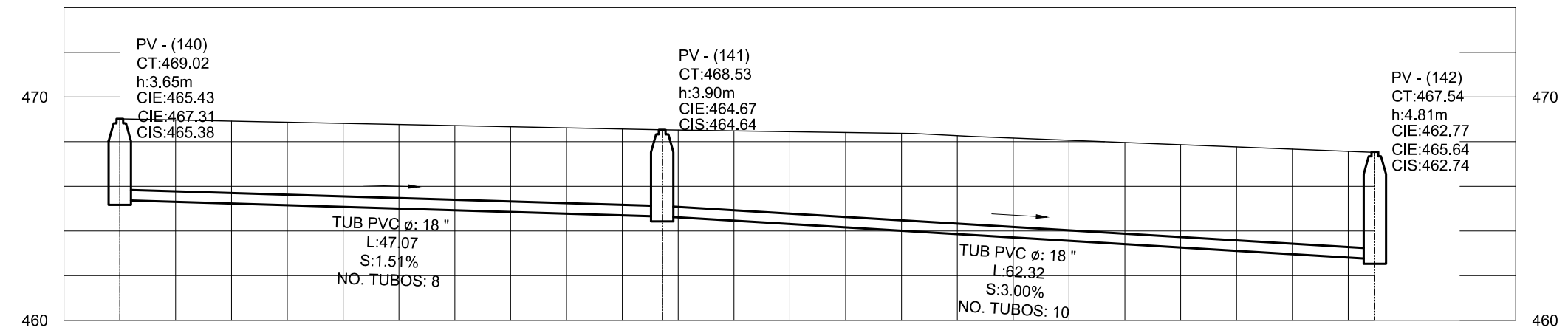
PV - (141)
CT: 468.53
h: 3.90 m

TUBERIA PVC DE ϕ : 18 "
L: 62.32
S: 3.00%

PV - (142)
CT: 467.54
h: 4.81 m

PLANTA ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 140 AL PV 142

0+048.57



PV - (140)
CT: 469.02
h: 3.65m
CIE: 465.43
CIS: 467.31
CIS: 465.38

PV - (141)
CT: 468.53
h: 3.90m
CIE: 464.67
CIS: 464.64

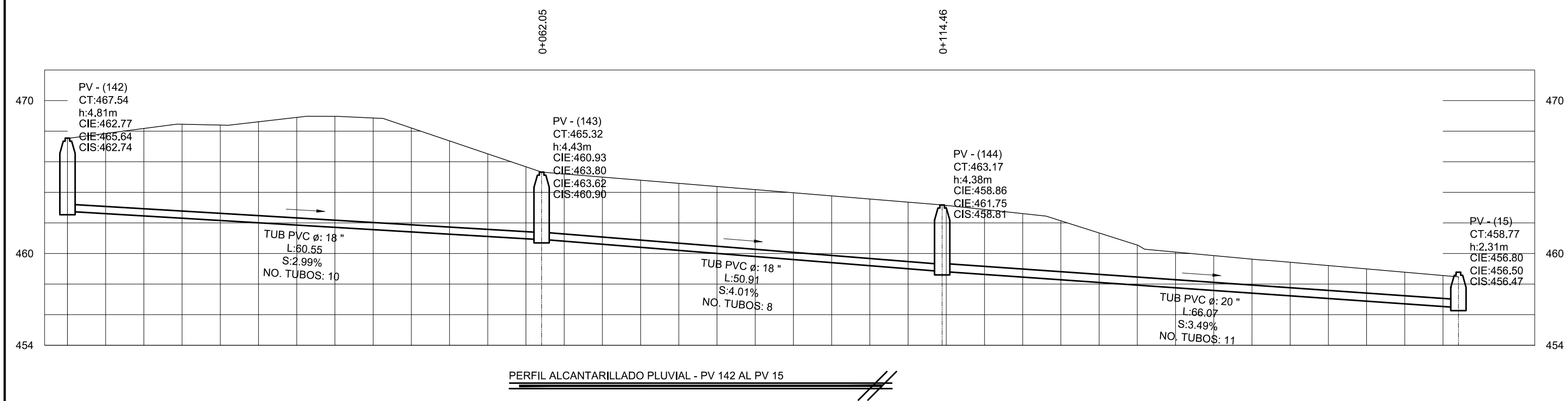
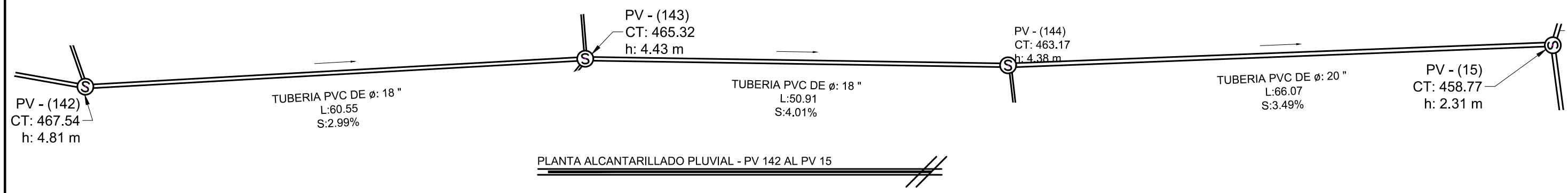
PV - (142)
CT: 467.54
h: 4.81m
CIE: 462.77
CIS: 465.64
CIS: 462.74

TUB PVC ϕ : 18 "
L: 47.07
S: 1.51%
NO. TUBOS: 8

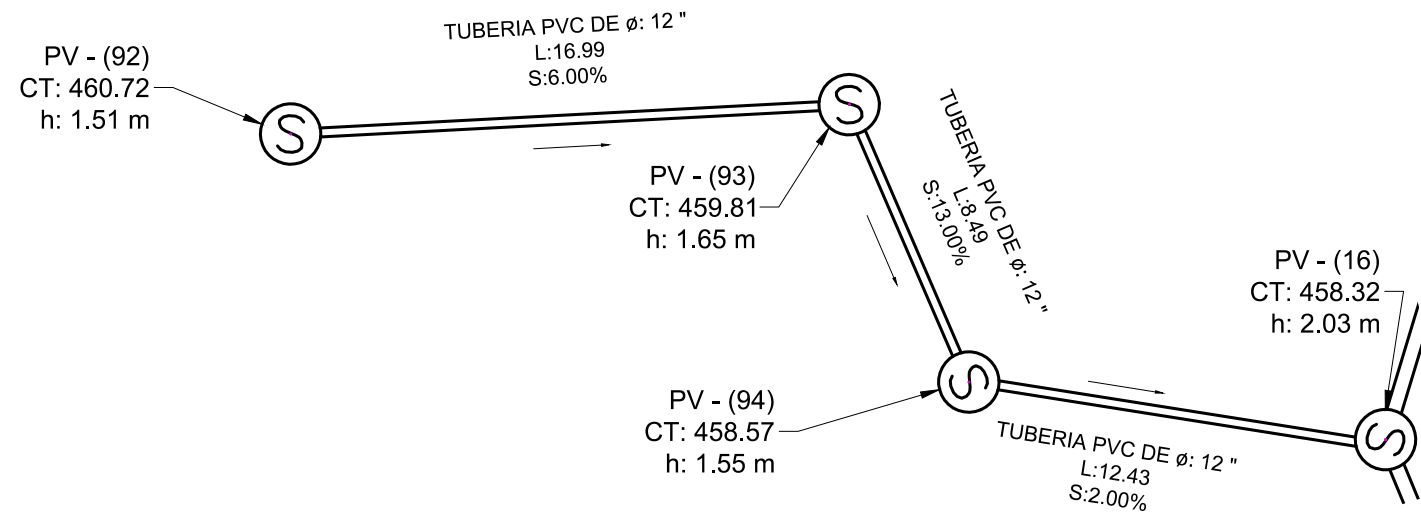
TUB PVC ϕ : 18 "
L: 62.32
S: 3.00%
NO. TUBOS: 10

PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 140 AL PV 142

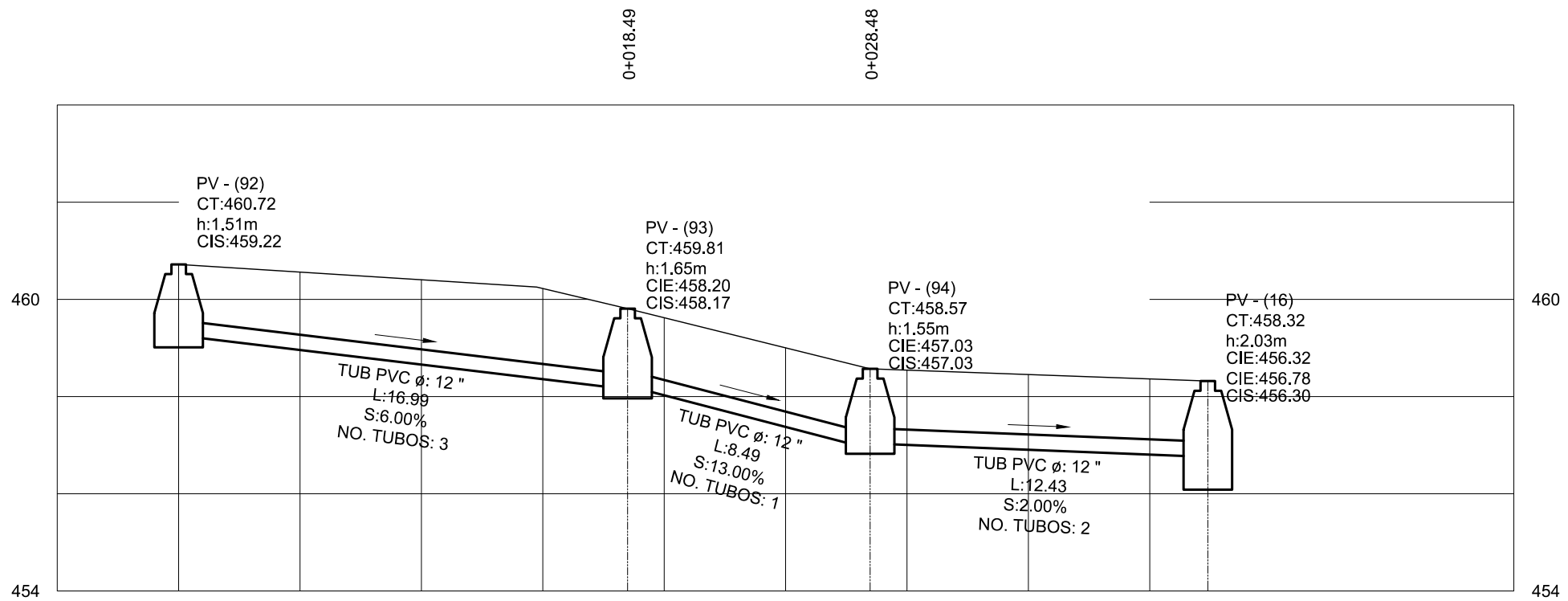
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		PROGRAMA:	EPS USAC 2017
		PROYECTO:	ALCANTARILLADO PLUVIAL
PLANTA - PERFIL		ESCALA:	1:500
		FECHA:	2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO:	38 79	
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA		
ASESORIA:	SUPERVISOR		
DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	UNIDAD DE EPS, USAC		
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO:	FIRMA:		
JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA			




 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		PROGRAMA:	EPS USAC 2017
		PROYECTO:	ALCANTARILLADO PLUVIAL
PLANTA - PERFIL		ESCALA:	1:500
		FECHA:	2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO:	<div style="text-align: center;">39</div>	
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA		
ASESORIA:	SUPERVISOR		
DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	UNIDAD DE EPS, USAC		
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO:	FIRMA:	<div style="text-align: center;">79</div>	
JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA			

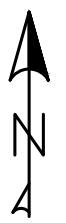
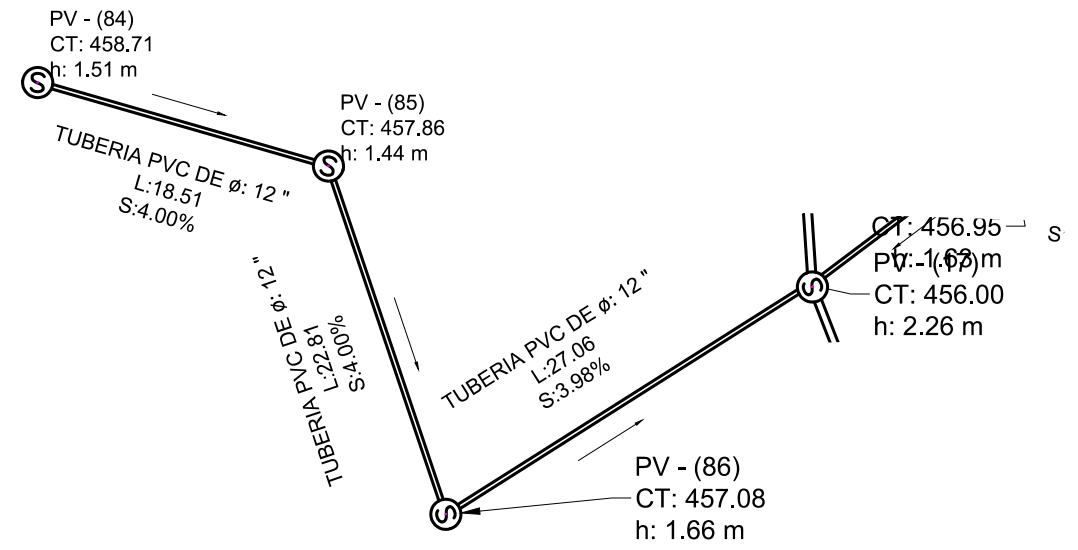


PLANTA ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 92 AL PV 16

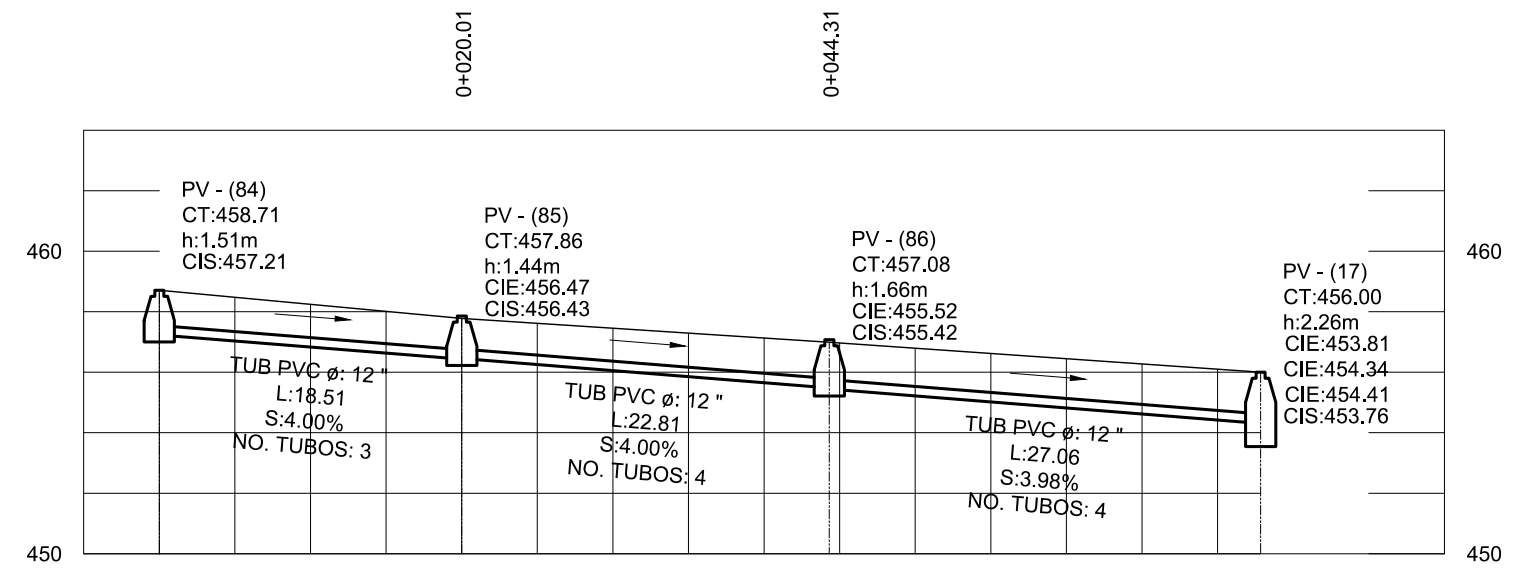


PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 92 AL PV 16

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		PROGRAMA: EPS USAC 2017
		ESCALA: 1:250 FECHA: 2017
PLANTA - PERFIL		
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ ASESORIA: DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA SUPERVISOR UNIDAD DE EPS, USAC FIRMA:	40
		79

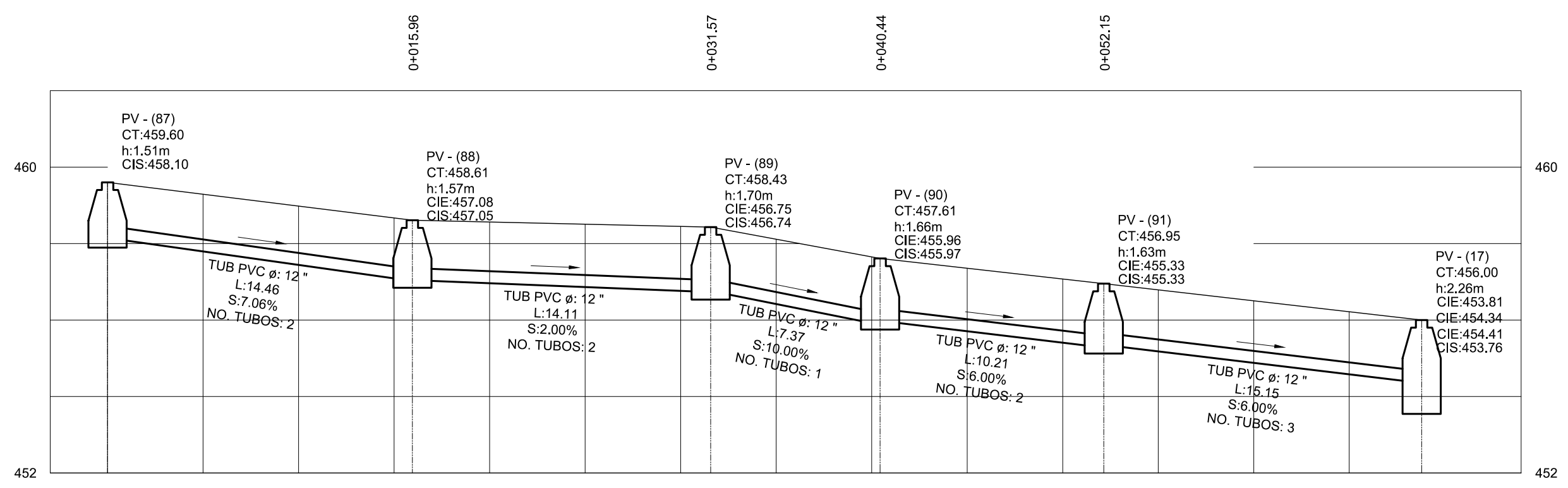
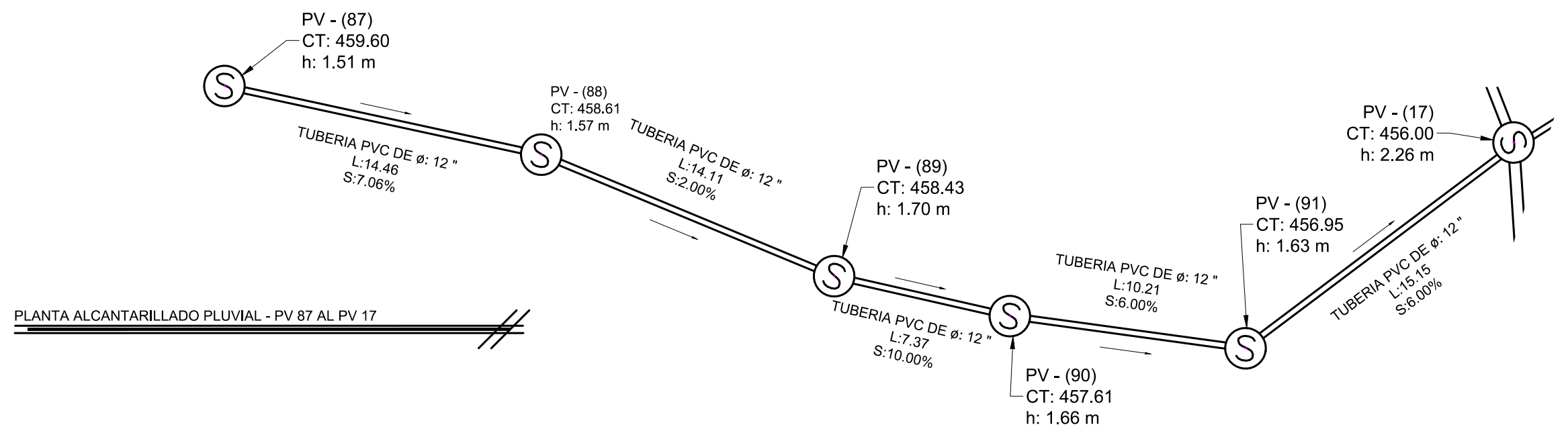


PLANTA ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 84 AL PV 17

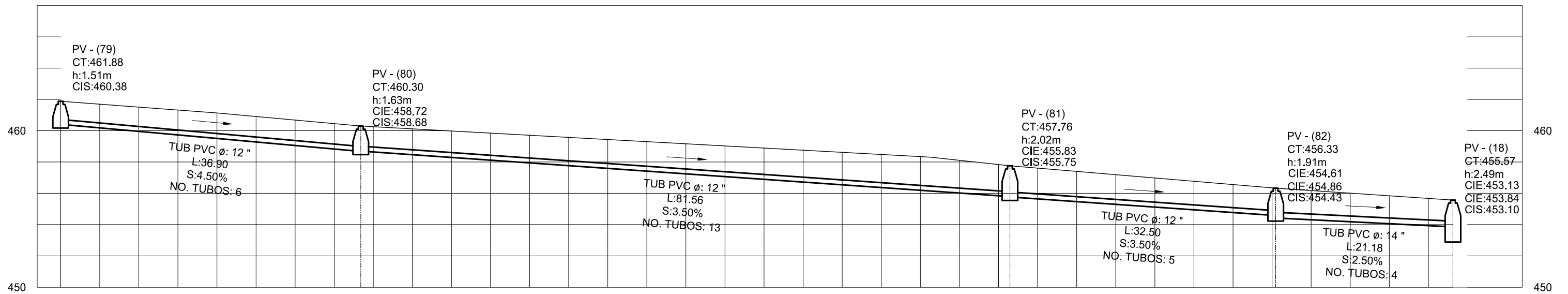
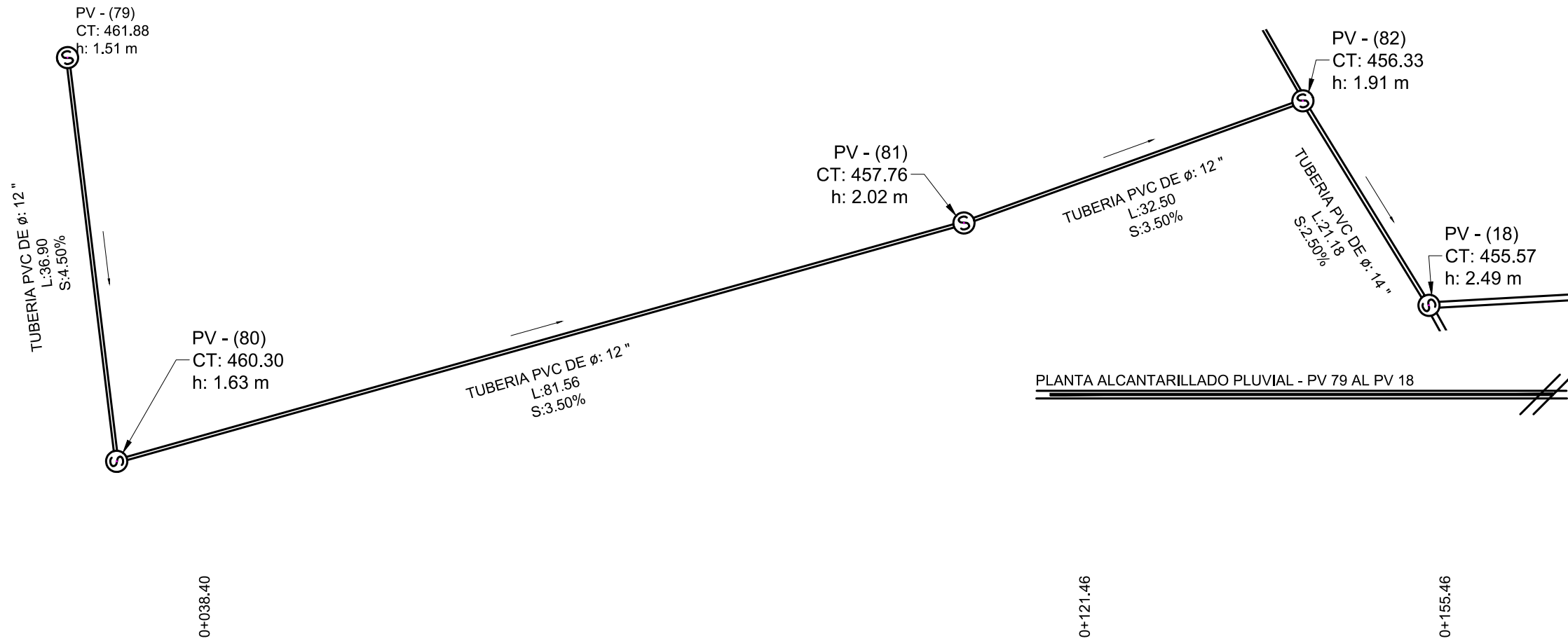



PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 84 AL PV 17

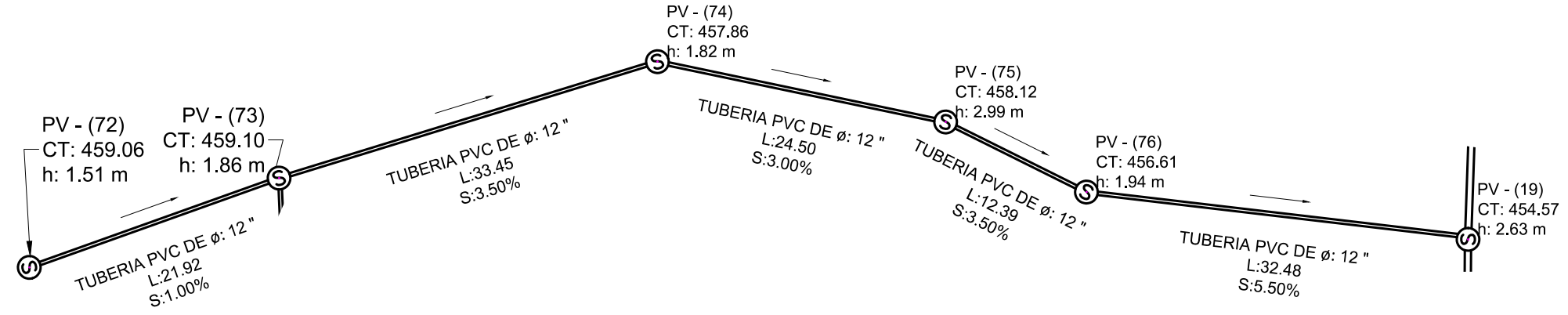
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		PROGRAMA:	EPS USAC 2017
		PROYECTO:	ALCANTARILLADO PLUVIAL
PLANTA - PERFIL		ESCALA:	1:500
		FECHA:	2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO:	41 79	
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA		
ASESORIA:	SUPERVISOR		
DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	UNIDAD DE EPS, USAC		
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO:	FIRMA:		
JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA			



		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		
		PROYECTO: ALCANTARILLADO PLUVIAL	PROGRAMA: EPS USAC 2017	
PLANTA - PERFIL		ESCALA: 1:250	42 79	
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ		DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA		
ASESORIA: DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ		SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS, USAC		
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA		FIRMA:		

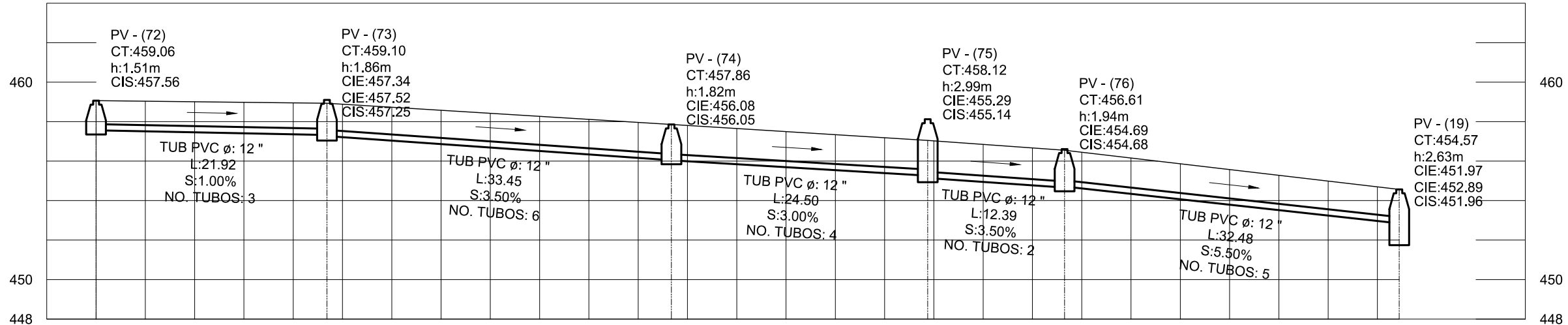


 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		PROGRAMA:	EPS USAC 2017
		ESCALA:	1:500
PROYECTO: ALCANTARILLADO PLUVIAL		FECHA:	2017
PLANTA - PERFIL		43 79	
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO:		
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA		
ASESORIA:	SUPERVISOR		
DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	UNIDAD DE EPS, USAC		
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO:	FIRMA:		
JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA			




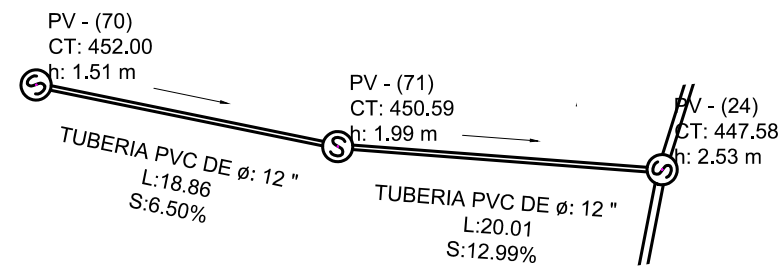
PLANTA ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 72 AL PV 19

0+023.42 0+058.37 0+084.37 0+098.26

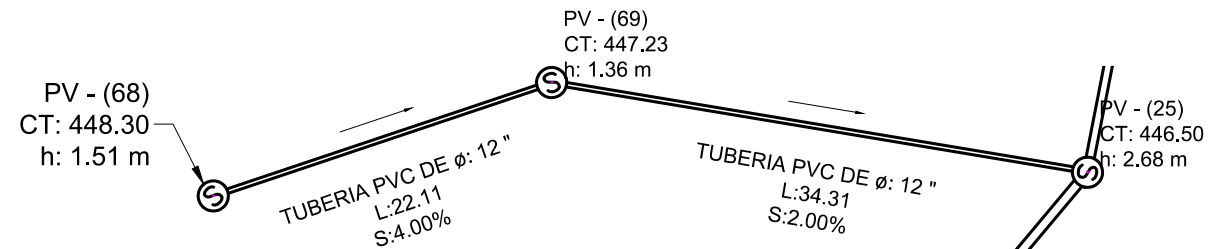


PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 72 AL PV 19

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		PROGRAMA:	EPS USAC 2017
		ESCALA:	1:500
PROYECTO: ALCANTARILLADO PLUVIAL		FECHA:	2017
PLANTA - PERFIL		44 79	
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO:		
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA		
ASESORIA:	SUPERVISOR		
DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	UNIDAD DE EPS, USAC		
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO:	FIRMA:		
JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA			

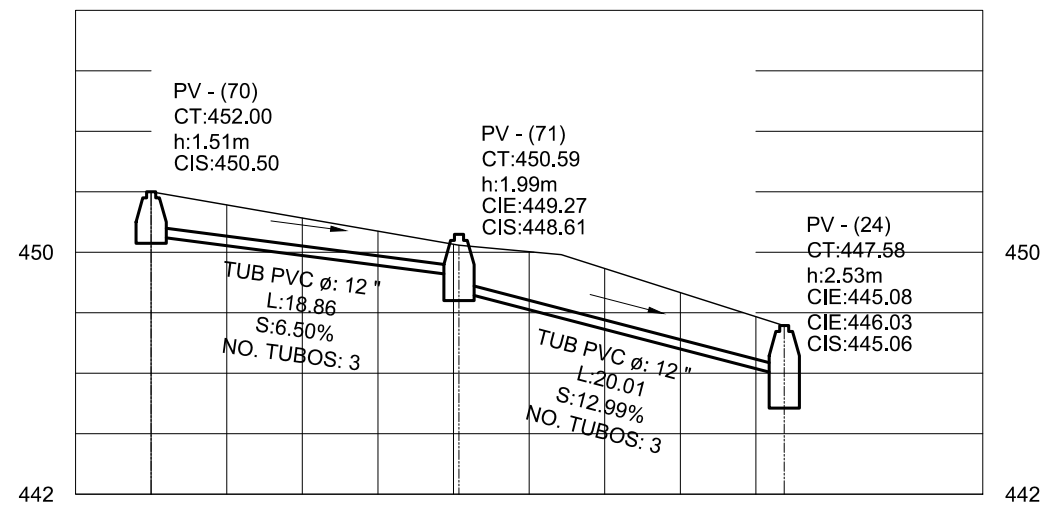


PLANTA ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 70 AL PV 24



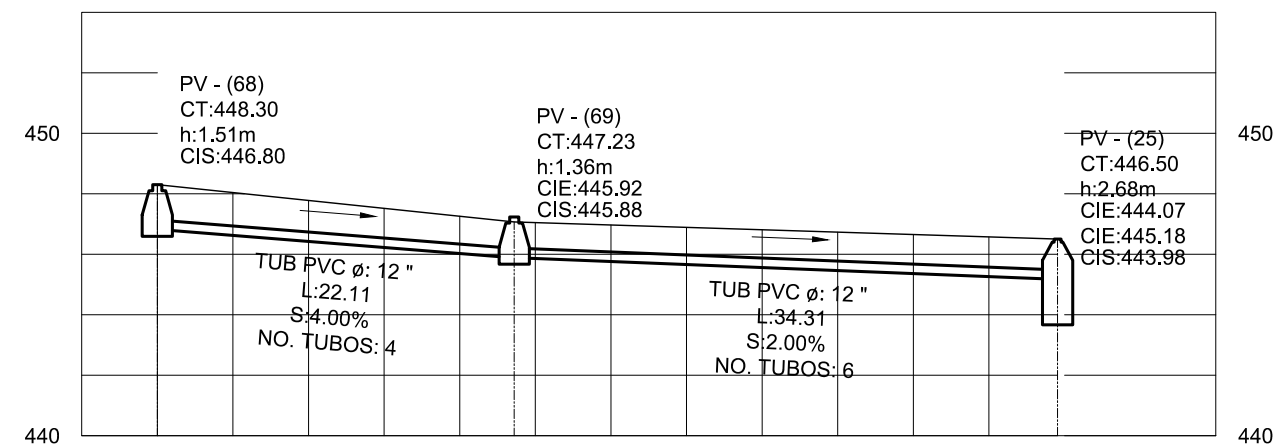
PLANTA ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 68 AL PV 25

0+020.36



PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 70 AL PV 24

0+023.61



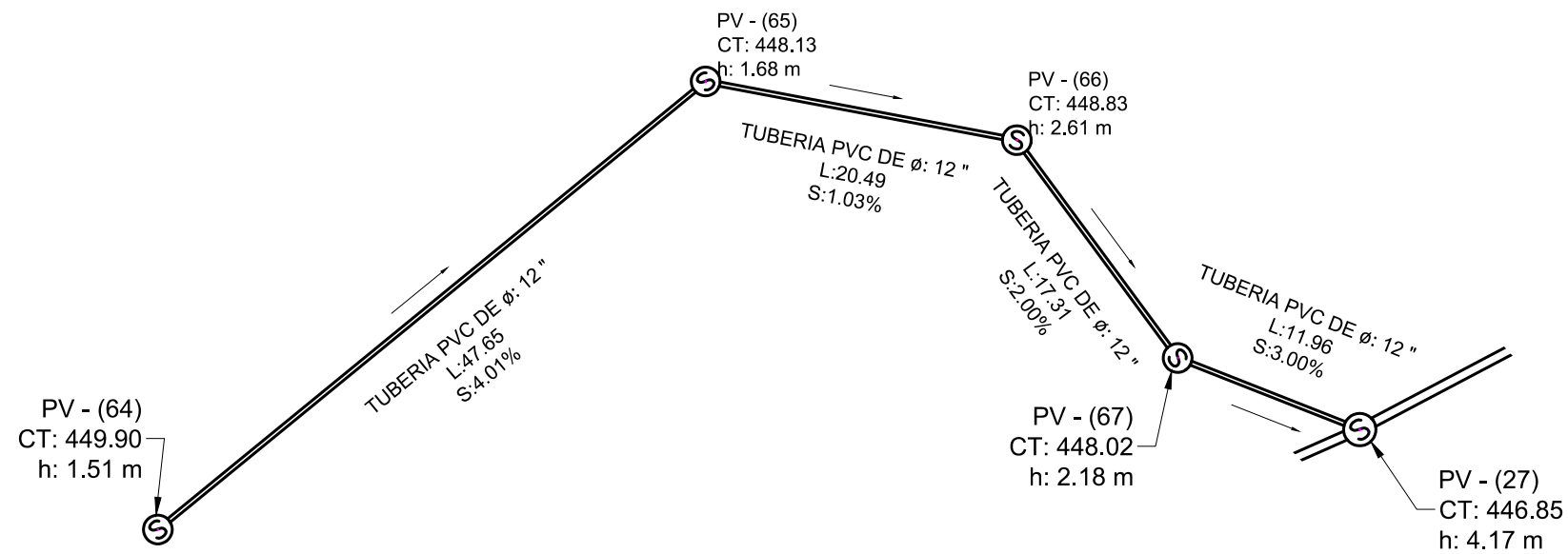
PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 68 AL PV 25



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

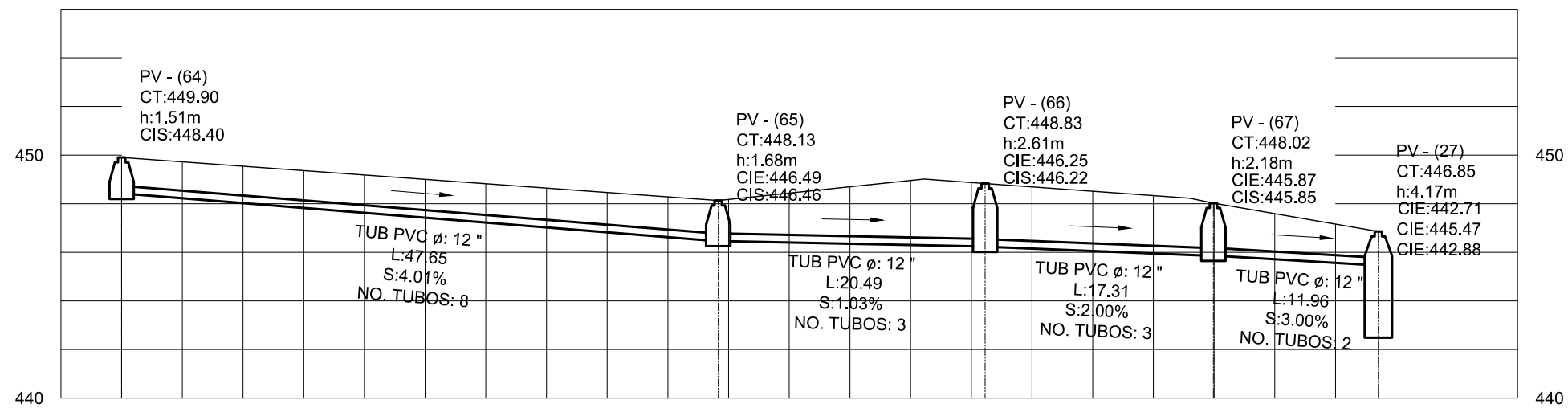
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: ALCANTARILLADO PLUVIAL		PROGRAMA: EPS USAC 2017
PLANTA - PERFIL		ESCALA: 1:500
		FECHA: 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	45
ASESORIA: DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	SUPERVISOR UNIDAD DE EPS, USAC	
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	FIRMA:	




PLANTA ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 64 AL PV 27

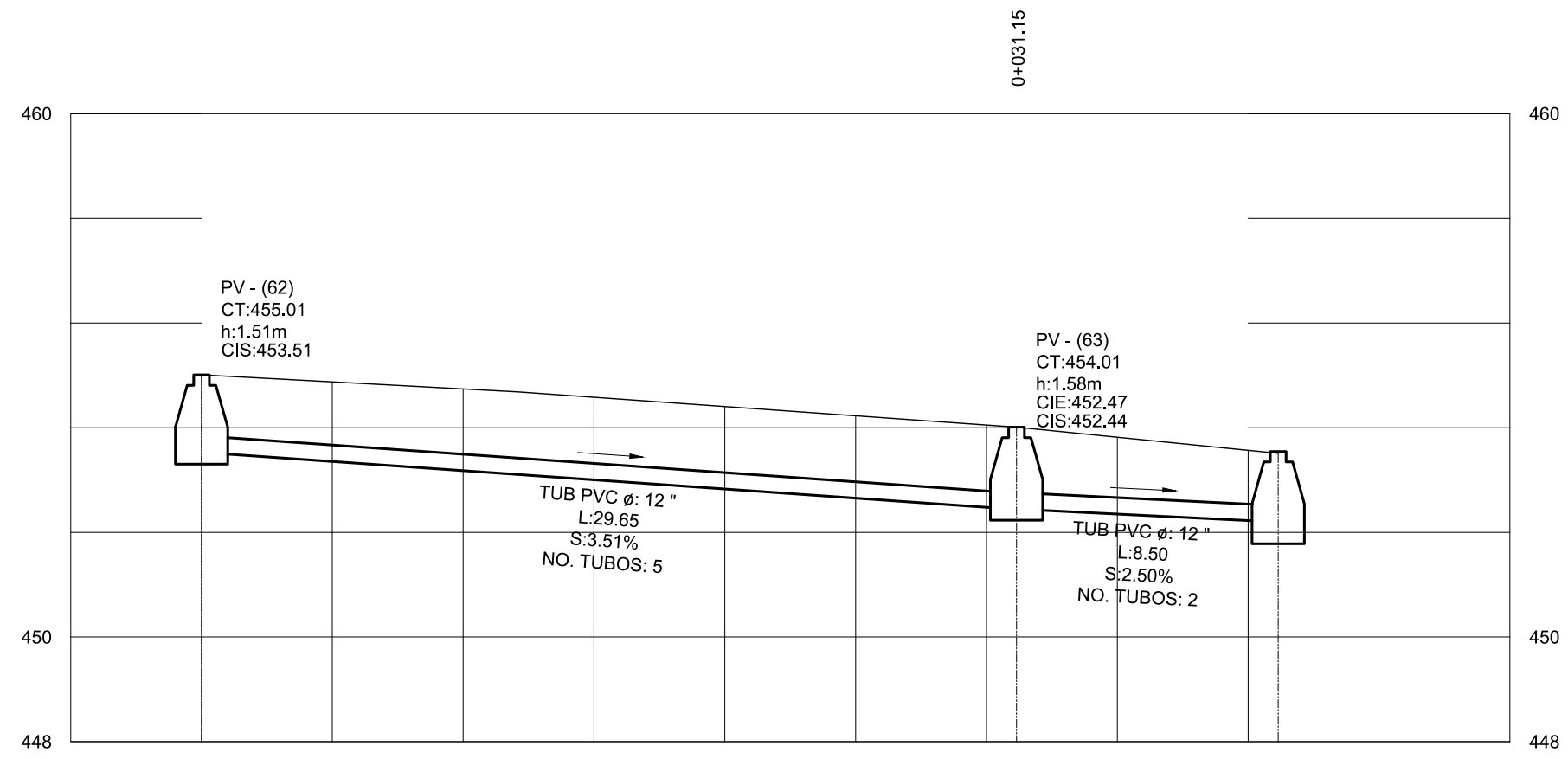
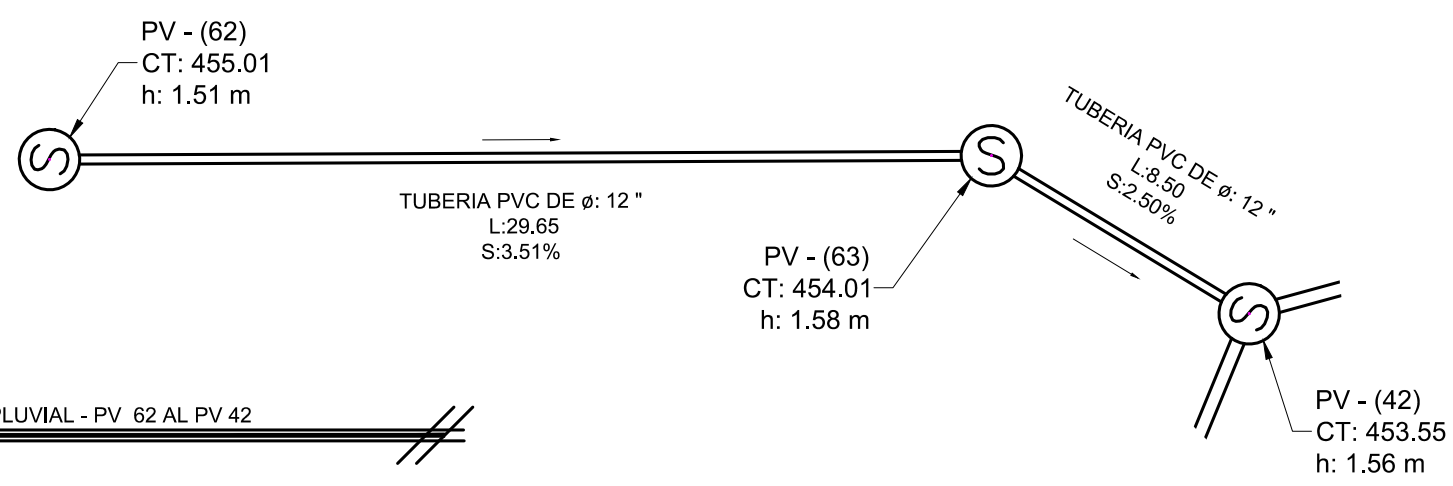
0+049.15 0+071.14 0+089.94



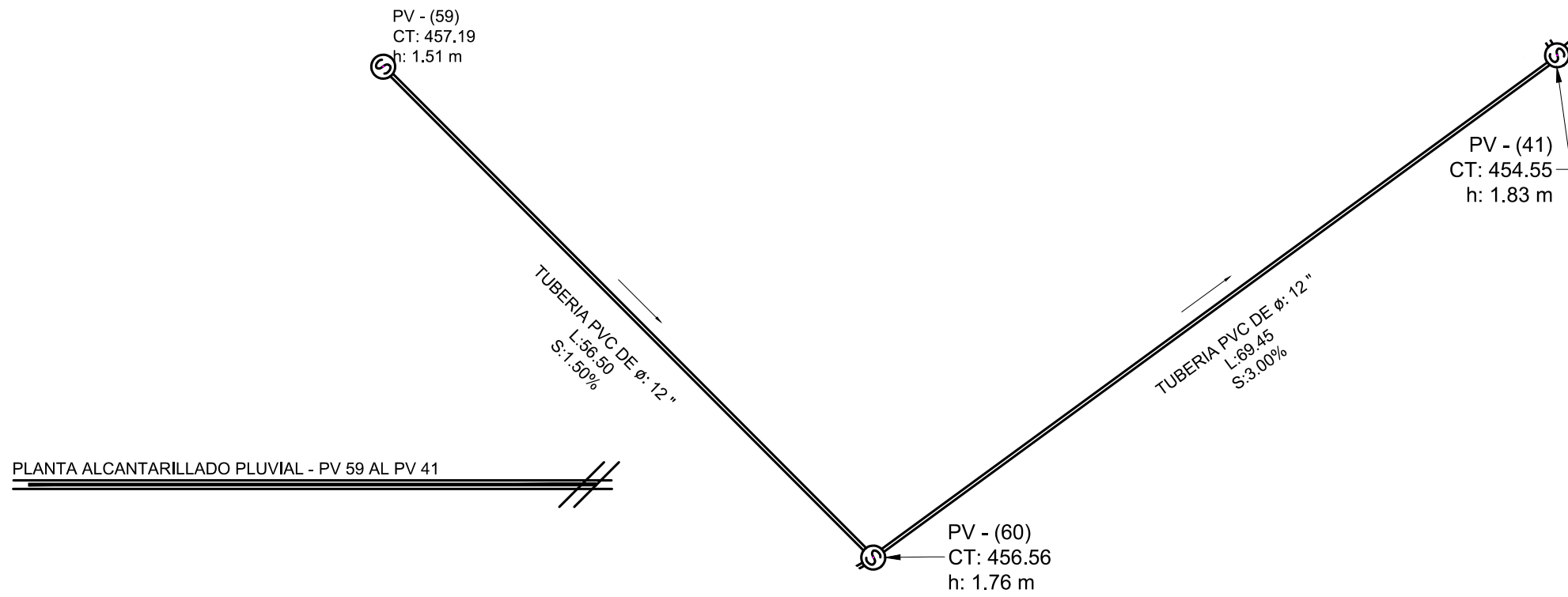
PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 64 AL PV 27



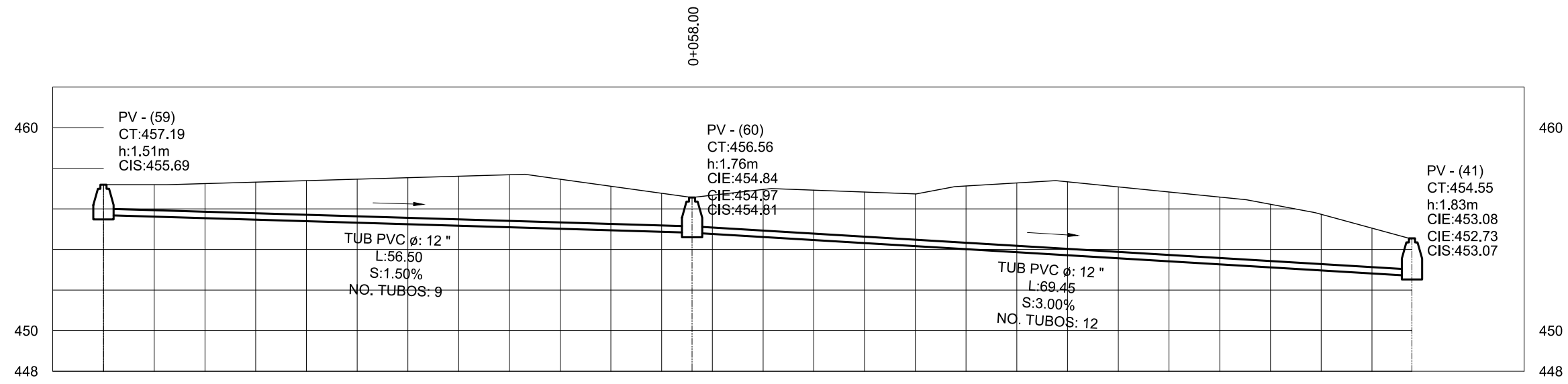
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		PROGRAMA:	EPS USAC 2017
		PROYECTO:	ALCANTARILLADO PLUVIAL
PLANTA - PERFIL		ESCALA:	1:500
		FECHA:	2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO:	46	79
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA		
ASESORIA:	SUPERVISOR		
DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	UNIDAD DE EPS, USAC		
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO:	FIRMA:		
JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA			




 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		PROGRAMA:	EPS USAC 2017
		PROYECTO:	ALCANTARILLADO PLUVIAL
PLANTA - PERFIL		ESCALA:	1:250
		FECHA:	2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO:	47 79	
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA		
ASESORIA:	SUPERVISOR		
DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	UNIDAD DE EPS, USAC		
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO:	FIRMA:		
JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA			

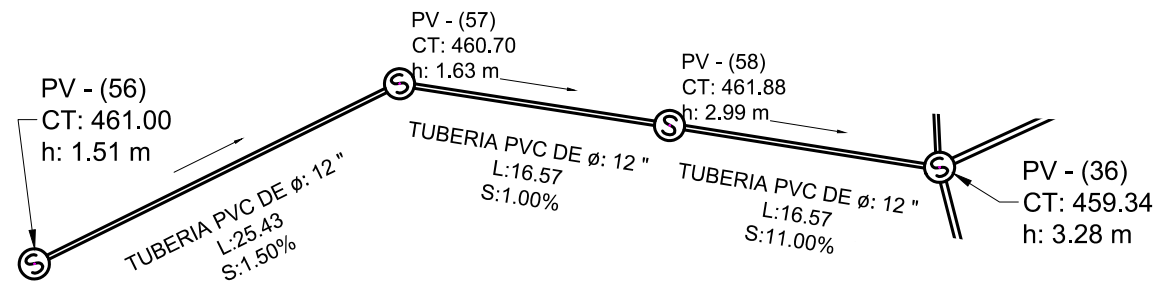
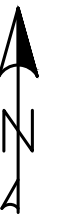


PLANTA ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 59 AL PV 41

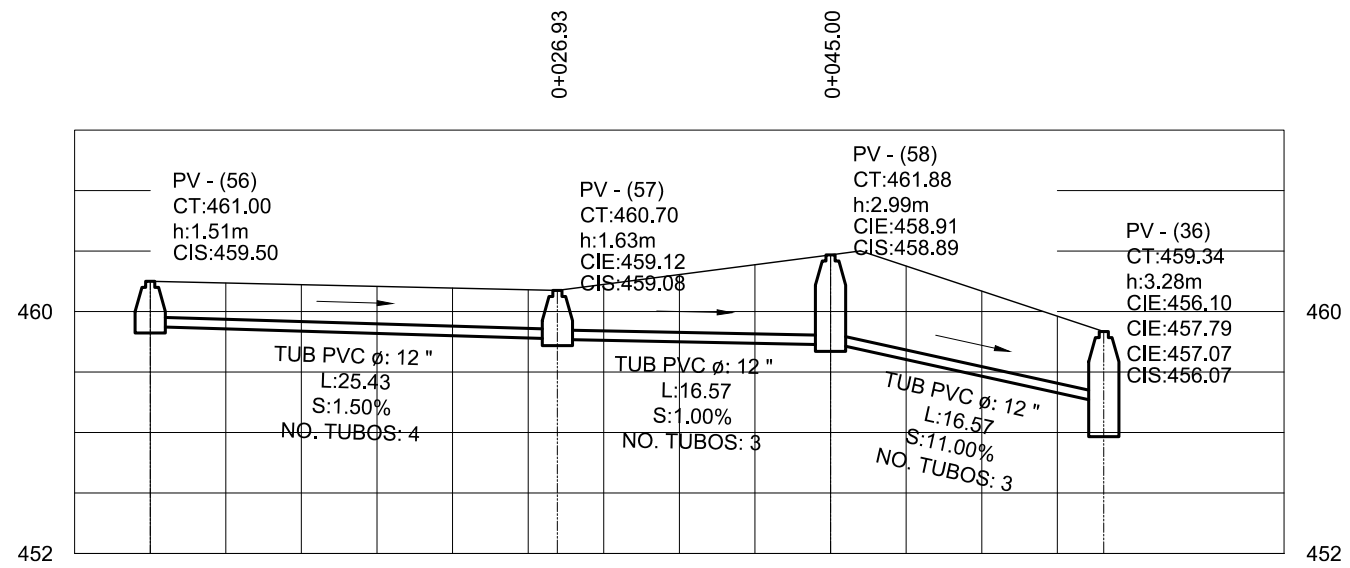


PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 59 AL PV 41

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		PROGRAMA:	EPS USAC 2017
		PROYECTO:	ALCANTARILLADO PLUVIAL
PLANTA - PERFIL		ESCALA:	1:500
		FECHA:	2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO:	48 79	
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA		
ASESORIA:	SUPERVISOR		
DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	UNIDAD DE EPS, USAC		
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO:	FIRMA:		
JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA			

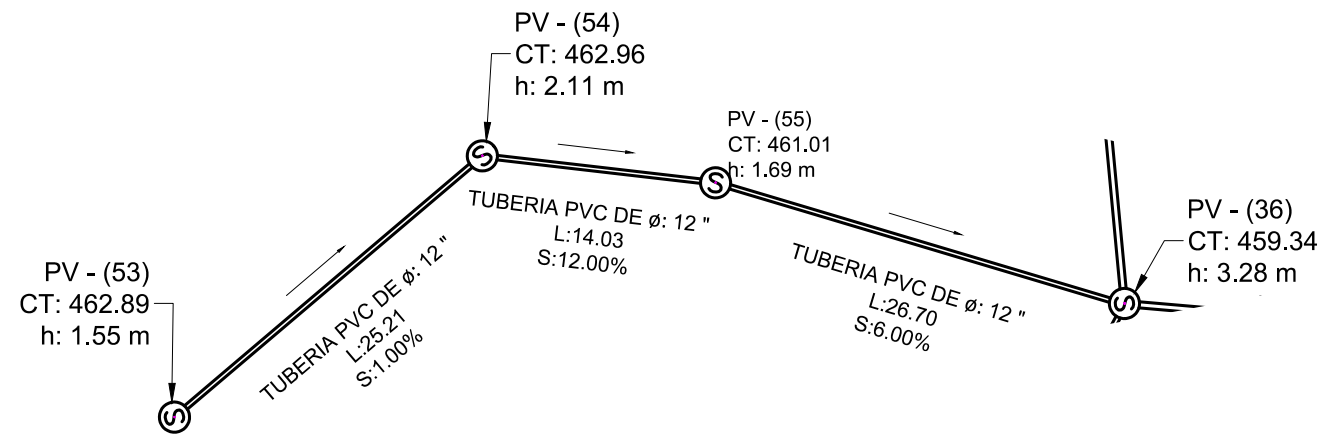
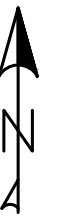


PLANTA ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 56 AL PV 36

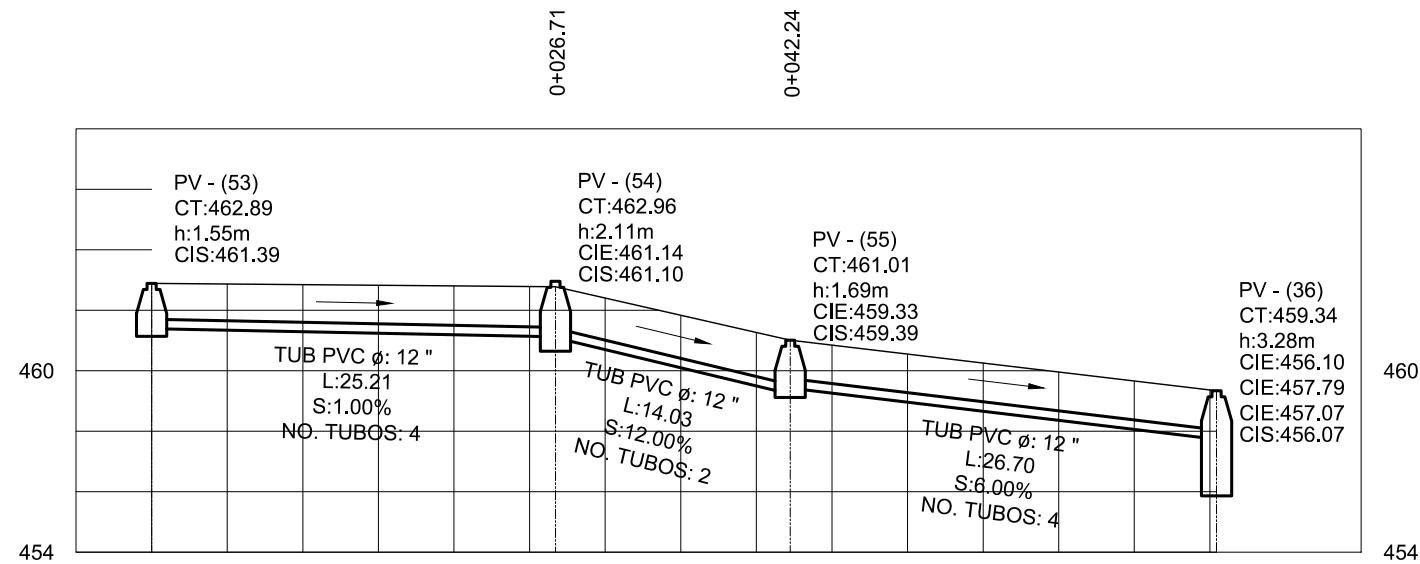


PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 56 AL PV 36

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		PROGRAMA:	EPS USAC 2017
		PROYECTO:	ALCANTARILLADO PLUVIAL
PLANTA - PERFIL		ESCALA:	1:500
		FECHA:	2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO:	49 79	
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA		
ASESORIA:	SUPERVISOR		
DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	UNIDAD DE EPS, USAC		
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO:	FIRMA:		
JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA			

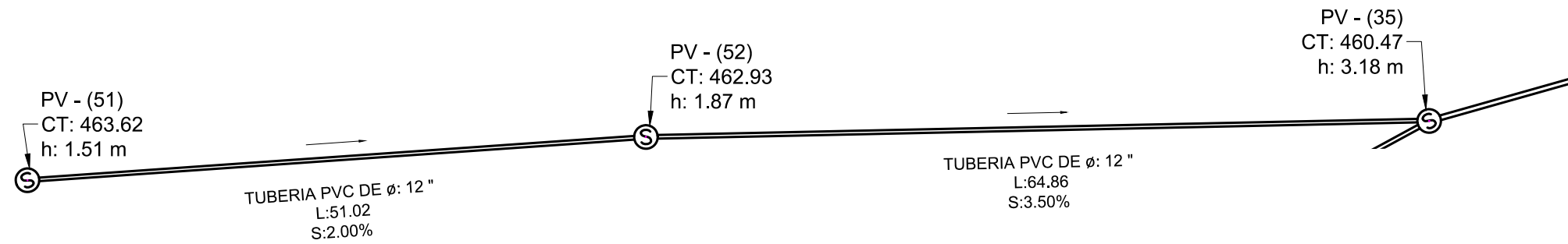
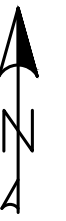


PLANTA ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 53 AL PV 36

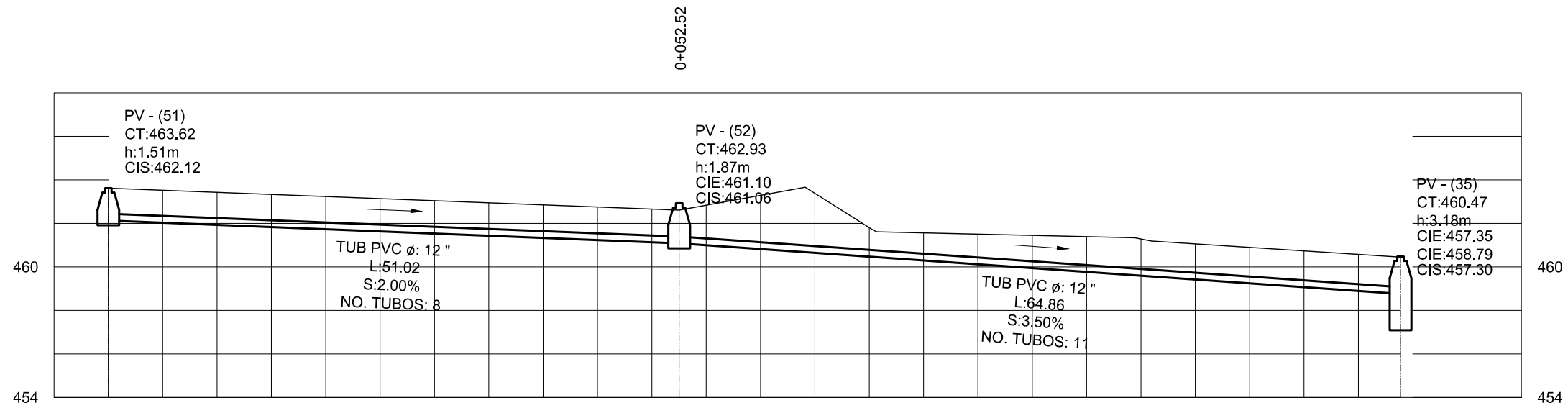


PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 53 AL PV 36

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		PROGRAMA:	EPS USAC 2017
		ESCALA:	1:500
PLANTA - PERFIL		FECHA:	2017
		LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO:
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	ASESORIA:	UNIDAD DE EPS, USAC	50
DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO:	FIRMA:		79

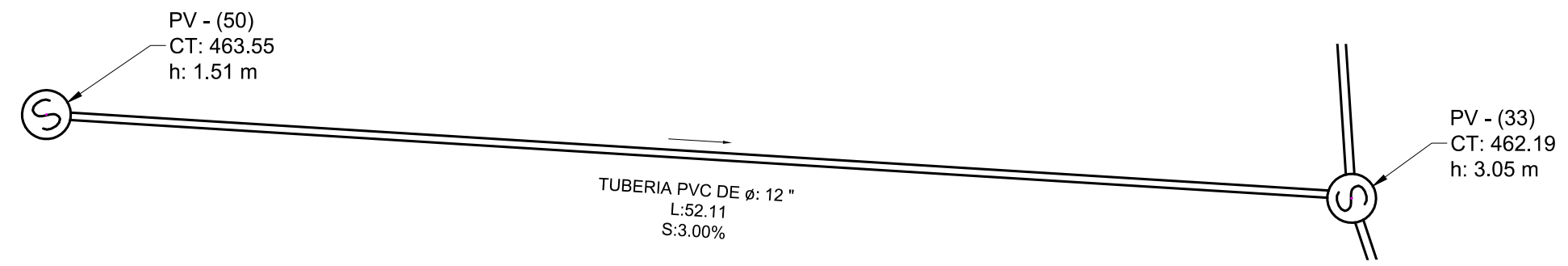
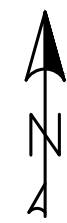


PLANTA ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 51 AL PV 35

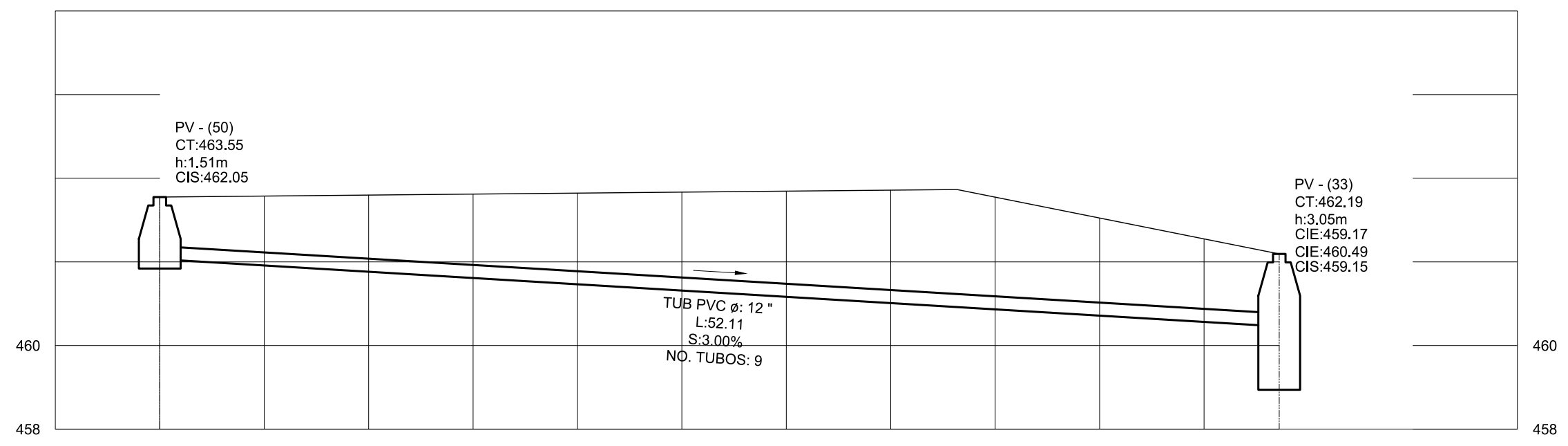


PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 51 AL PV 35

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		PROGRAMA:	EPS USAC 2017
		ESCALA:	1:500
PROYECTO: ALCANTARILLADO PLUVIAL		FECHA:	2017
PLANTA - PERFIL		51 79	
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO:		
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA		
ASESORIA:	SUPERVISOR		
DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	UNIDAD DE EPS, USAC		
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO:	FIRMA:		
JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA			

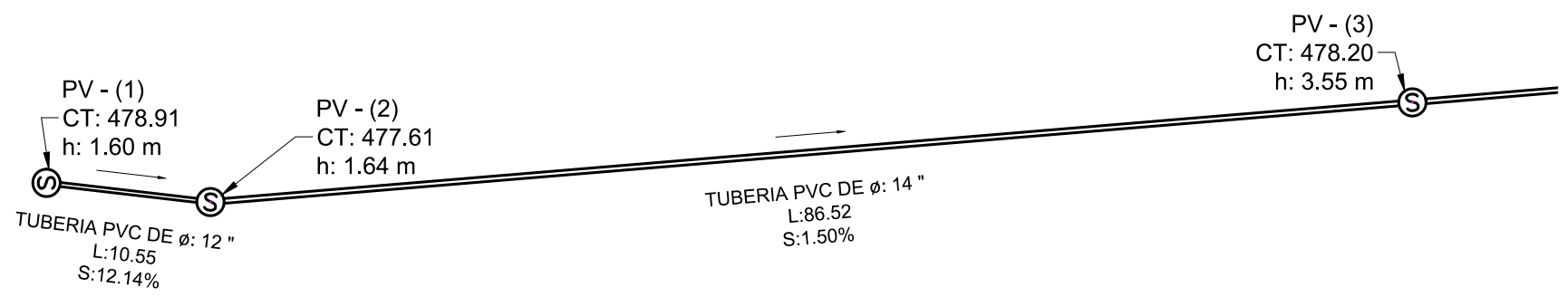
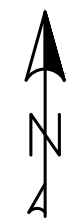


PLANTA ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 50 AL PV 33

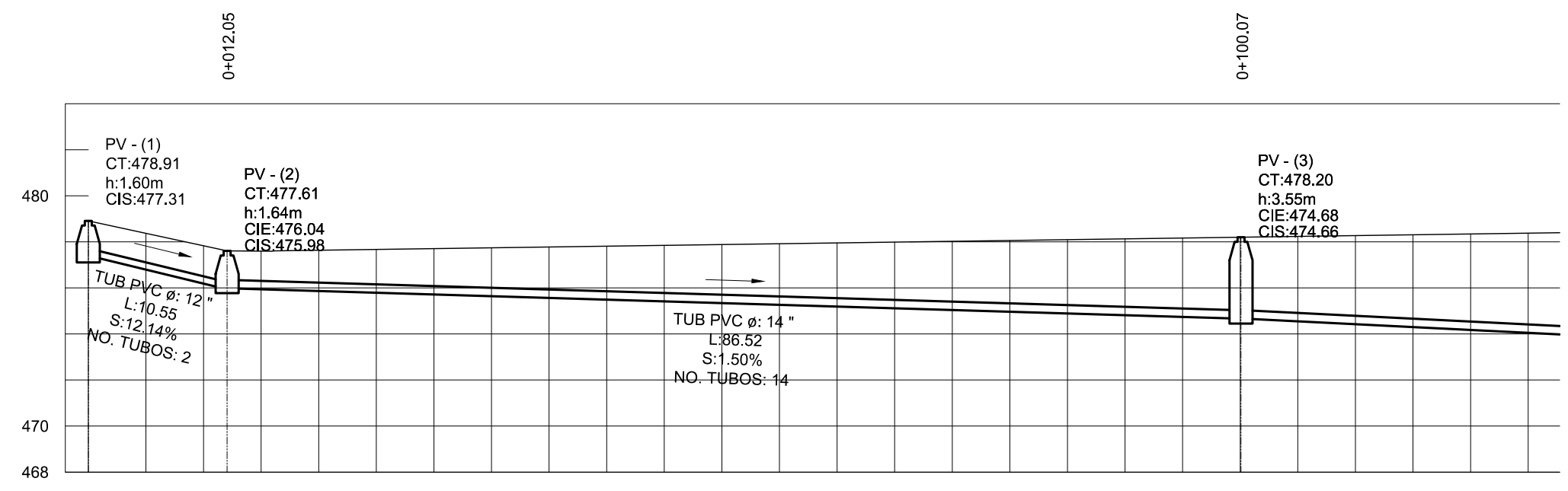


PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 50 AL PV 33

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO: ALCANTARILLADO PLUVIAL		PROGRAMA: EPS USAC 2017	
PLANTA - PERFIL		ESCALA: 1:250	
		FECHA: 2017	
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ		DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	
ASESORIA: DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ		SUPERVISOR UNIDAD DE EPS, USAC	
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA		FIRMA:	
		52	
		79	

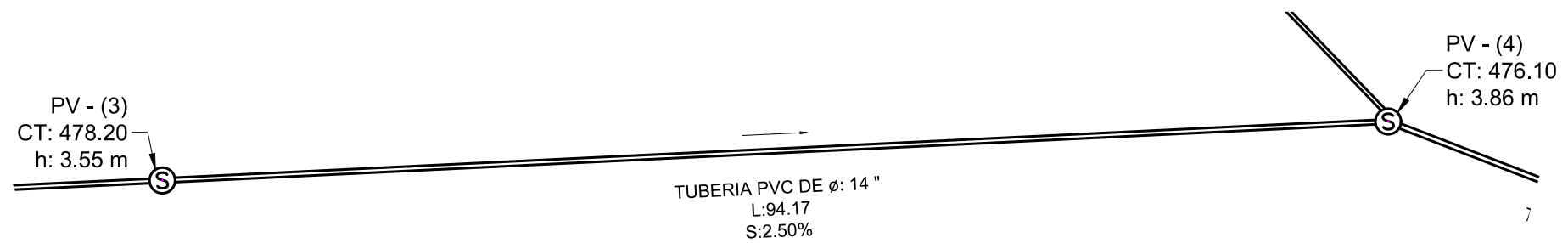
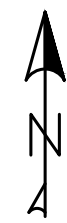


PLANTA ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 1 AL PV 3

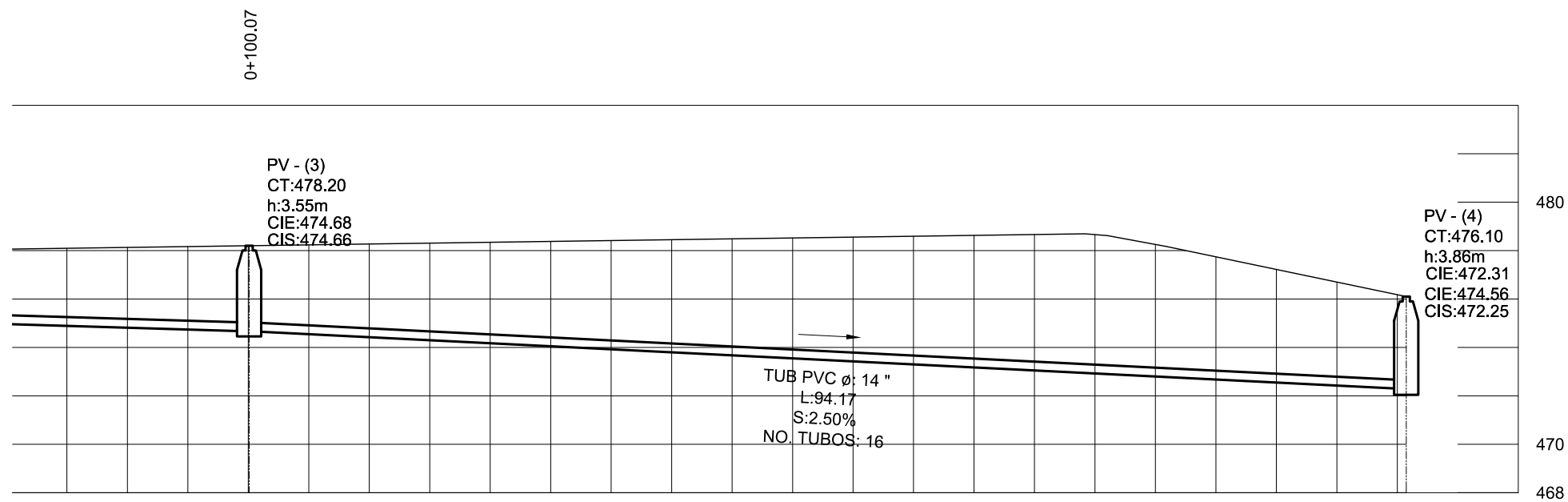


PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 1 AL PV 3


 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		PROGRAMA:	EPS USAC 2017
		PROYECTO:	ALCANTARILLADO PLUVIAL
PLANTA - PERFIL		ESCALA:	1:500
		FECHA:	2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO:	53 79	
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA		
ASESORIA:	SUPERVISOR		
DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	UNIDAD DE EPS, USAC		
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO:	FIRMA:		
JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA			

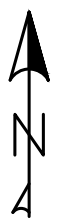
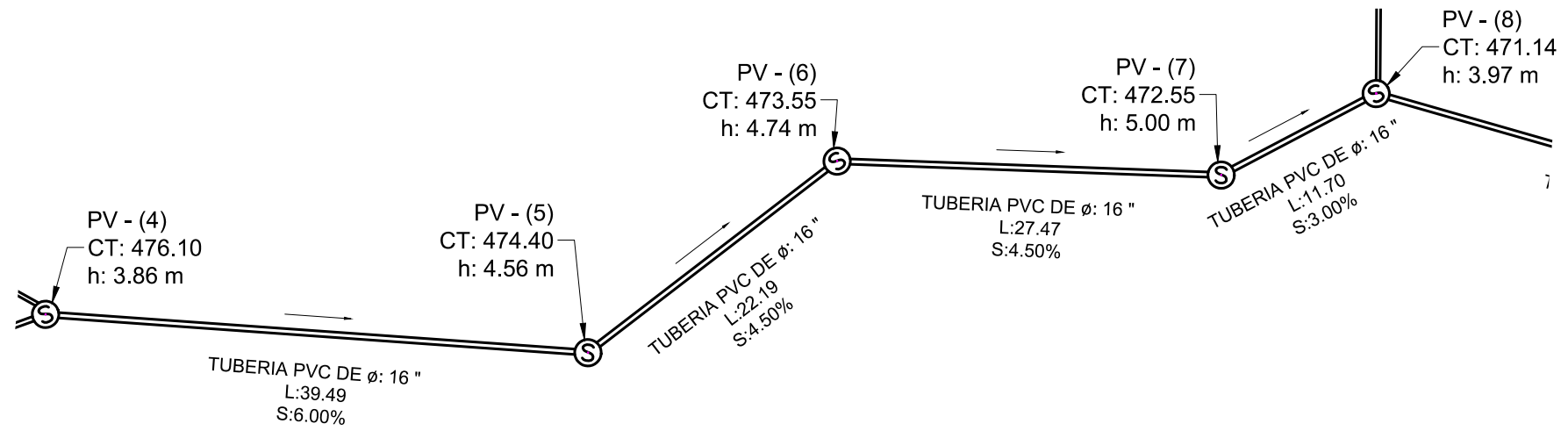


PLANTA ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 3 AL PV 4

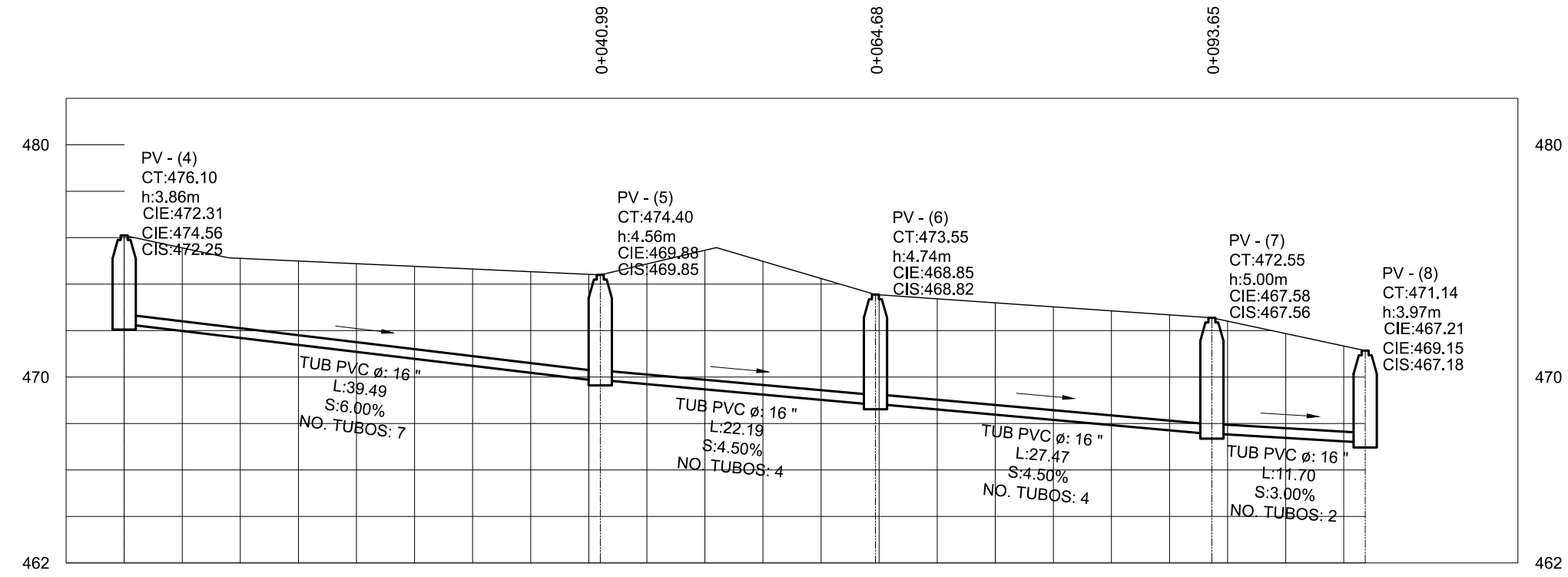


PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 3 AL PV 4

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		PROGRAMA:	EPS USAC 2017
		PROYECTO:	ALCANTARILLADO PLUVIAL
PLANTA - PERFIL		ESCALA:	1:500
		FECHA:	2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO:	54 79	
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA		
ASESORIA:	SUPERVISOR		
DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	UNIDAD DE EPS, USAC		
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO:	FIRMA:		
JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA			

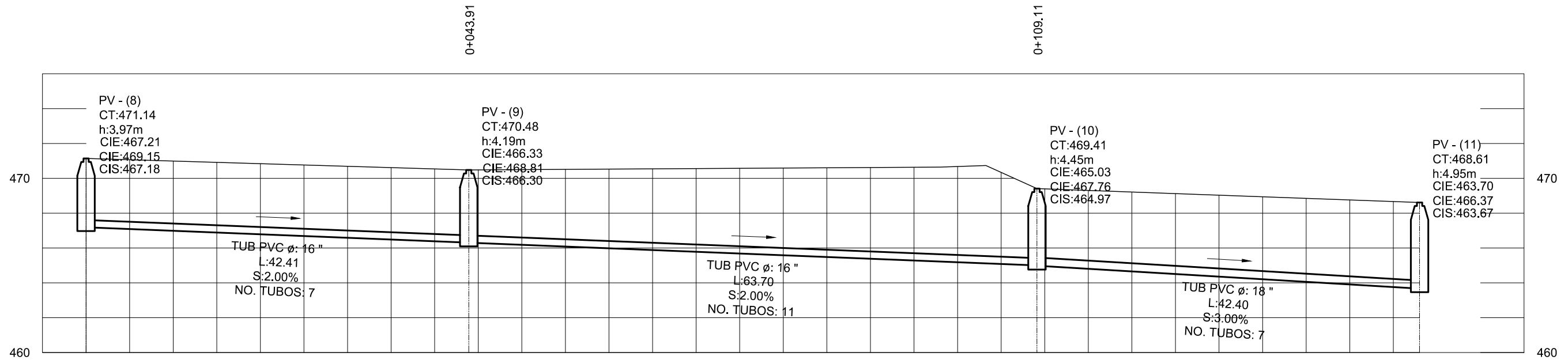
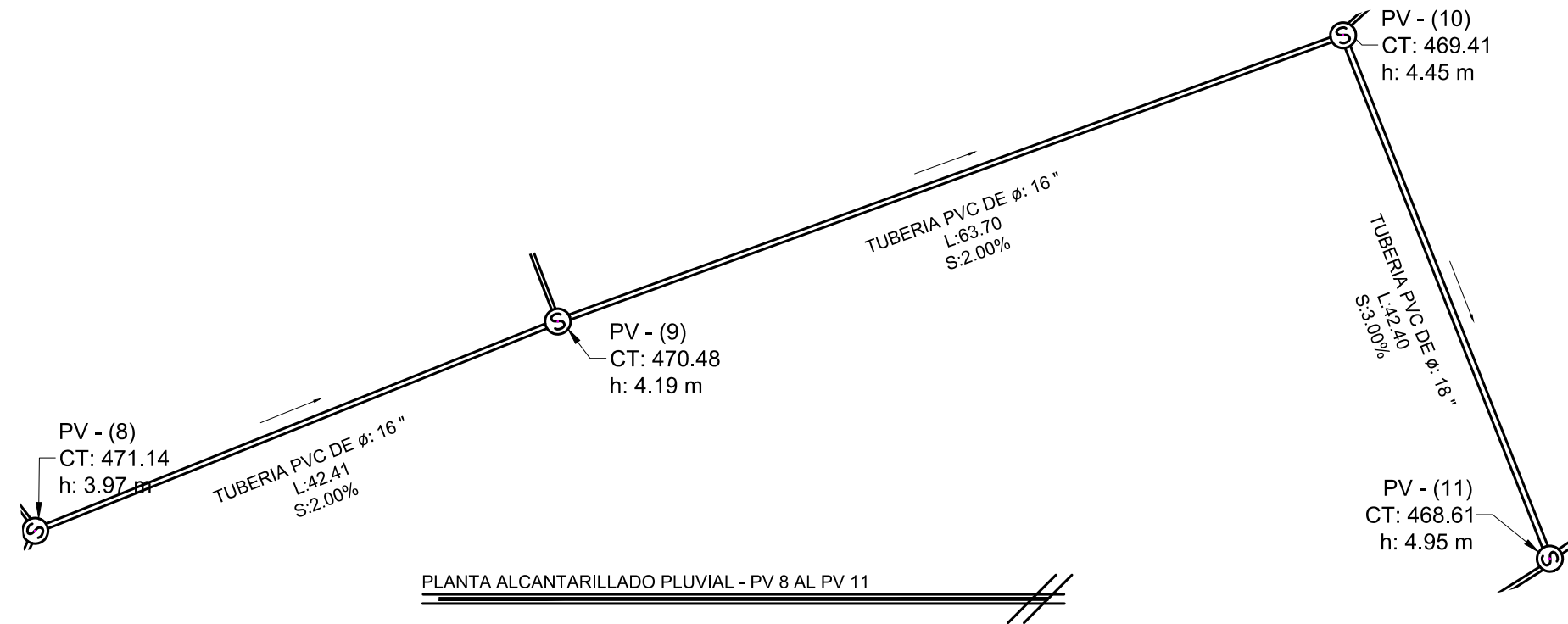



PLANTA ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 4 AL PV 8

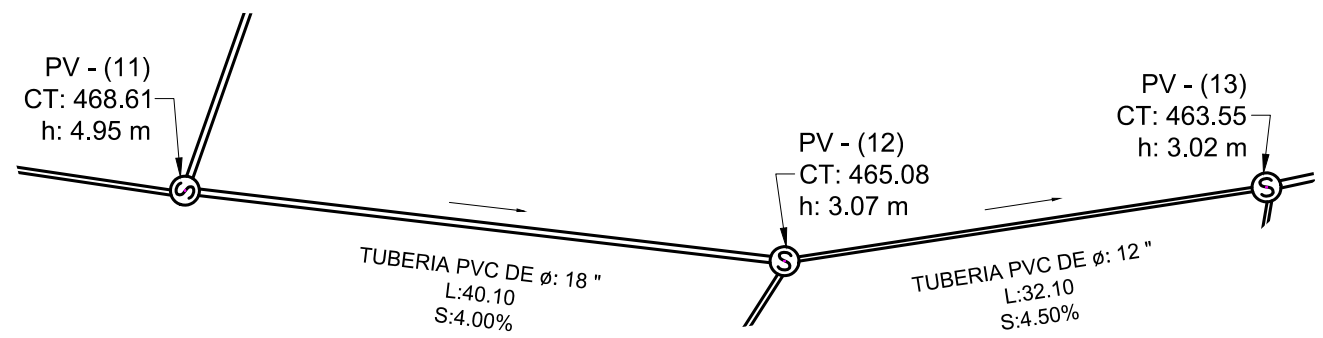
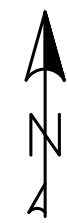


PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 4 AL PV 8

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		PROGRAMA:	EPS USAC 2017
		PROYECTO:	ALCANTARILLADO PLUVIAL
PLANTA - PERFIL		ESCALA:	1:500
		FECHA:	2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO:	55 79	
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA		
ASESORIA:	SUPERVISOR		
DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	UNIDAD DE EPS, USAC		
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO:	FIRMA:		
JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA			

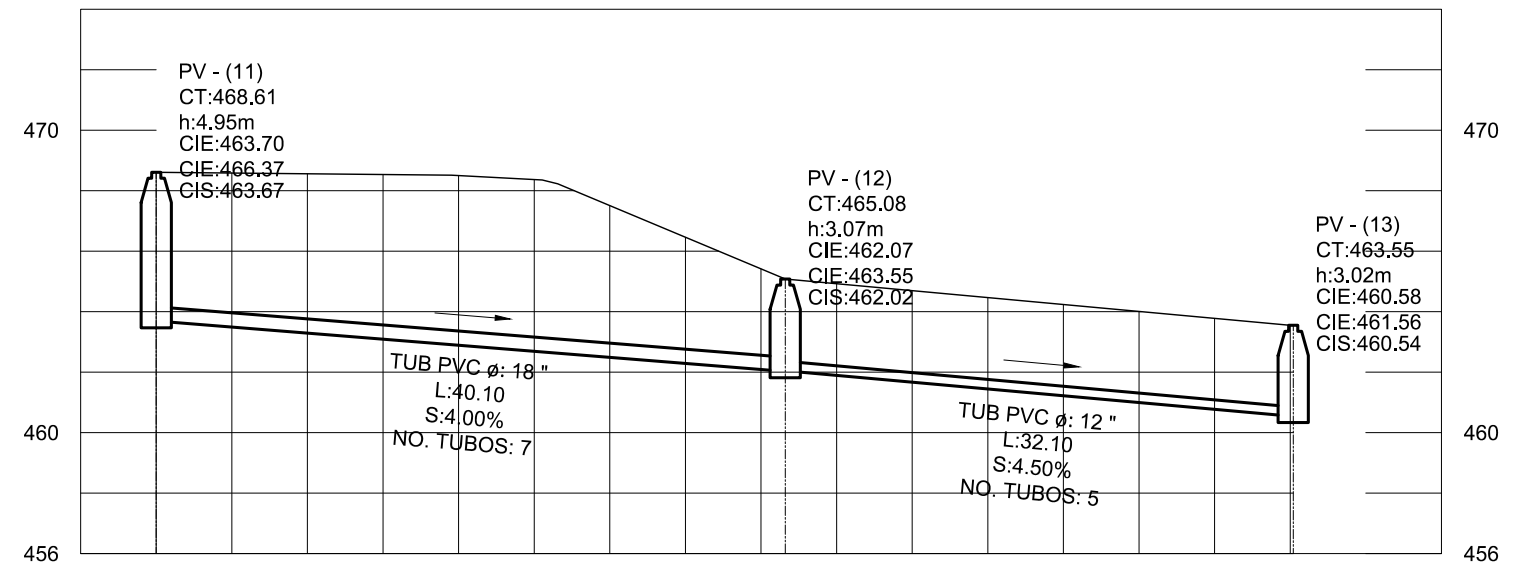


 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		PROGRAMA:	EPS USAC 2017
		PROYECTO:	ALCANTARILLADO PLUVIAL
PLANTA - PERFIL		ESCALA:	1:500
		FECHA:	2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO:	56 <hr/> 79	
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA		
ASESORIA:	SUPERVISOR		
DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	UNIDAD DE EPS, USAC		
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO:	FIRMA:		
JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA			



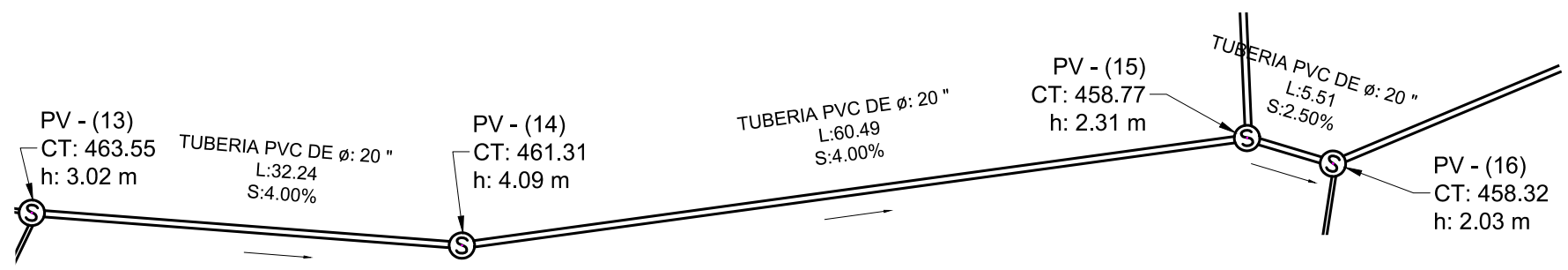
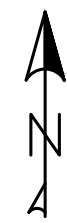
PLANTA ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 11 AL PV 13

0+041.60

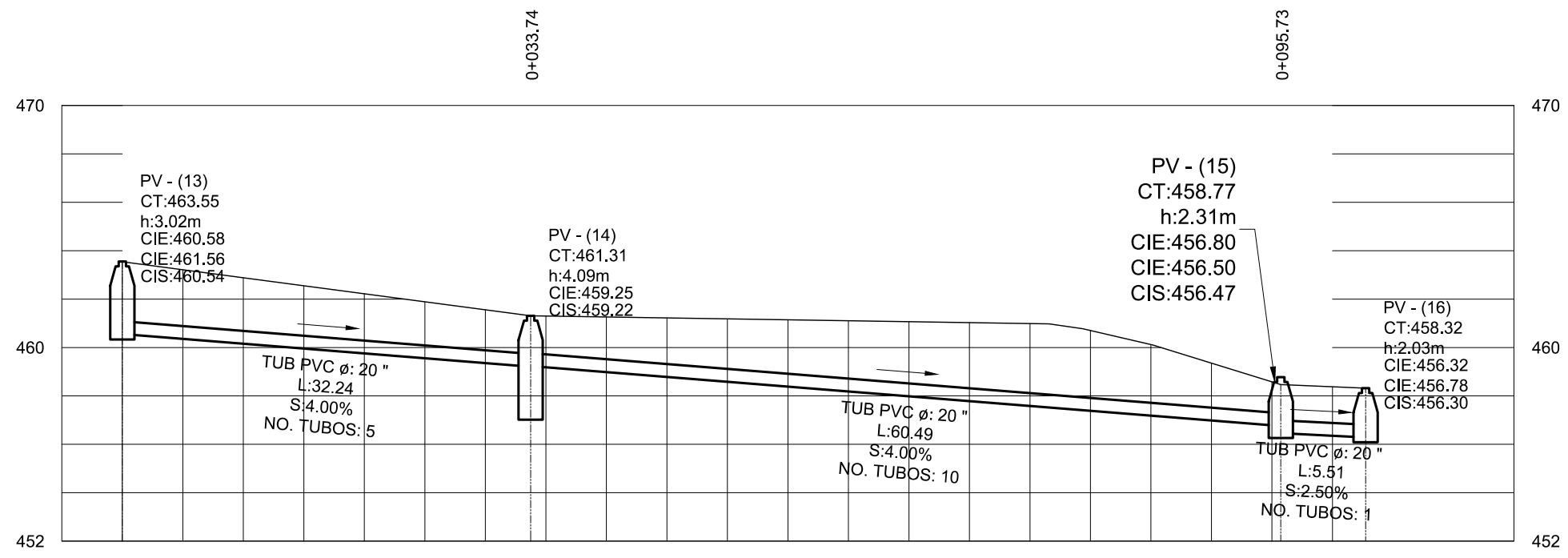


PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 11 AL PV 13

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		PROGRAMA:	EPS USAC 2017
		PROYECTO:	ALCANTARILLADO PLUVIAL
PLANTA - PERFIL		ESCALA:	1:500
		FECHA:	2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO:	57	79
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA		
ASESORIA:	SUPERVISOR		
DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	UNIDAD DE EPS, USAC		
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO:	FIRMA:		
JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA			

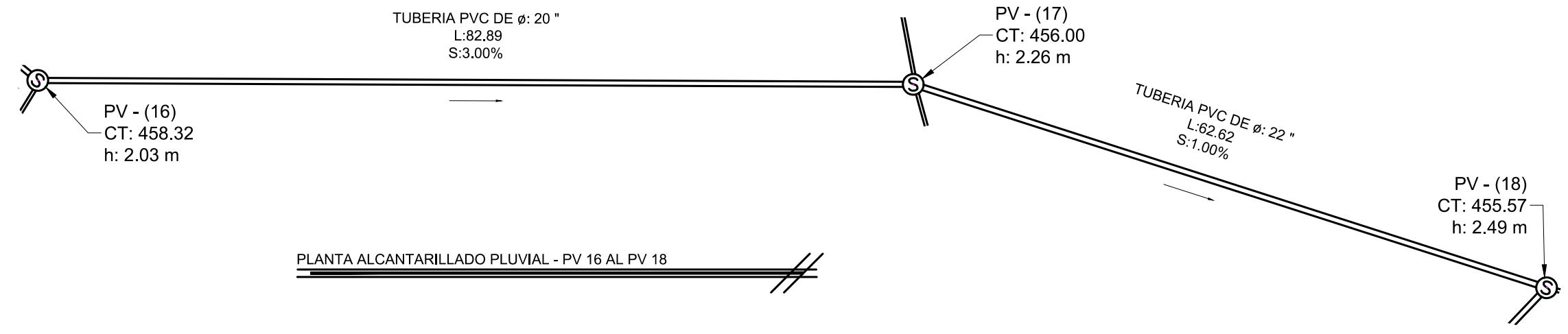


PLANTA ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 13 AL PV 16



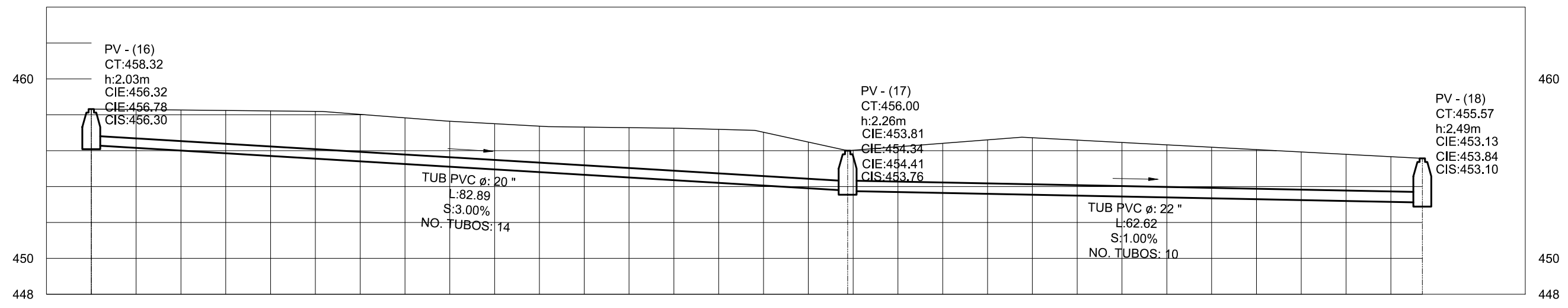
PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 13 AL PV 16

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		PROGRAMA:	EPS USAC 2017
		PROYECTO:	ALCANTARILLADO PLUVIAL
PLANTA - PERFIL		ESCALA:	1:500
		FECHA:	2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO:	58	79
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA		
ASESORIA:	SUPERVISOR		
DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	UNIDAD DE EPS, USAC		
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO:	FIRMA:		
JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA			



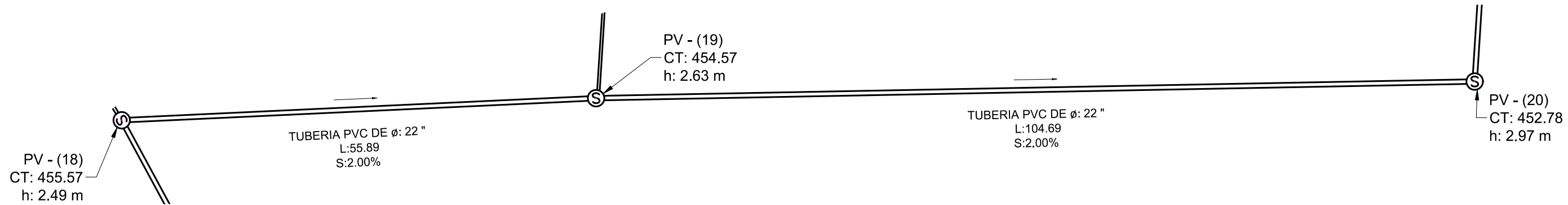
PLANTA ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 16 AL PV 18

0+084.39

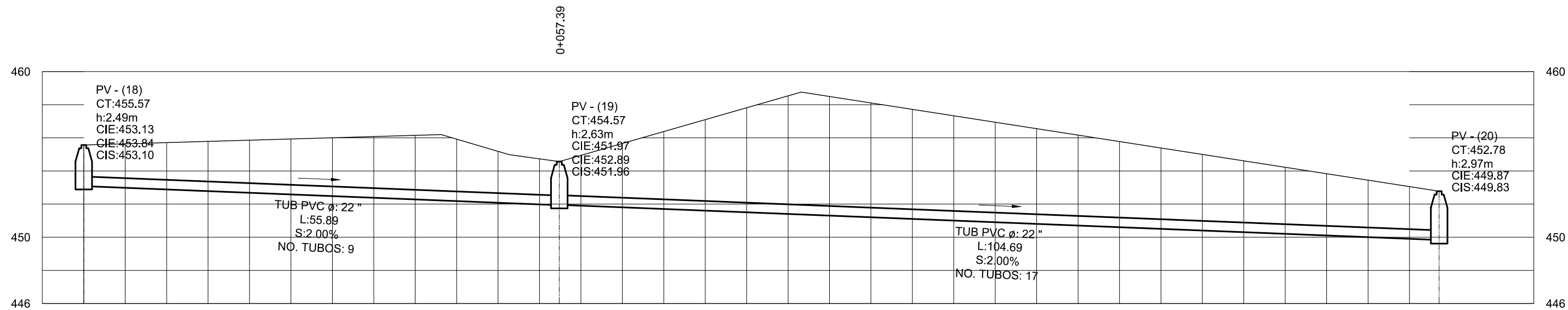


PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 16 AL PV 18


 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		PROGRAMA:	EPS USAC 2017
		PROYECTO:	ALCANTARILLADO PLUVIAL
PLANTA - PERFIL		ESCALA:	1:500
		FECHA:	2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO:	59 79	
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA		
ASESORIA:	SUPERVISOR		
DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	UNIDAD DE EPS, USAC		
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO:	FIRMA:		
JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA			

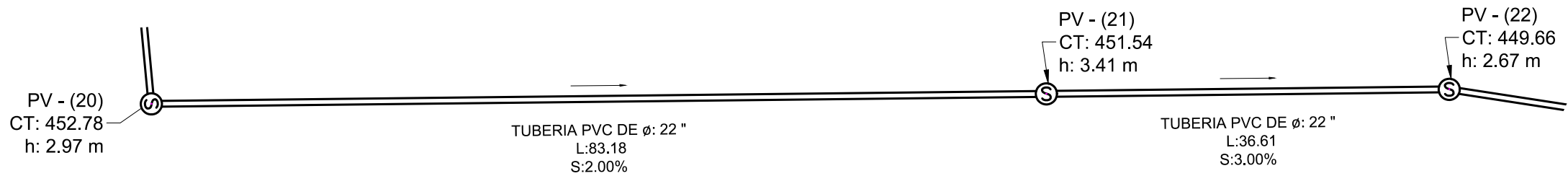


PLANTA ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 18 AL PV 20

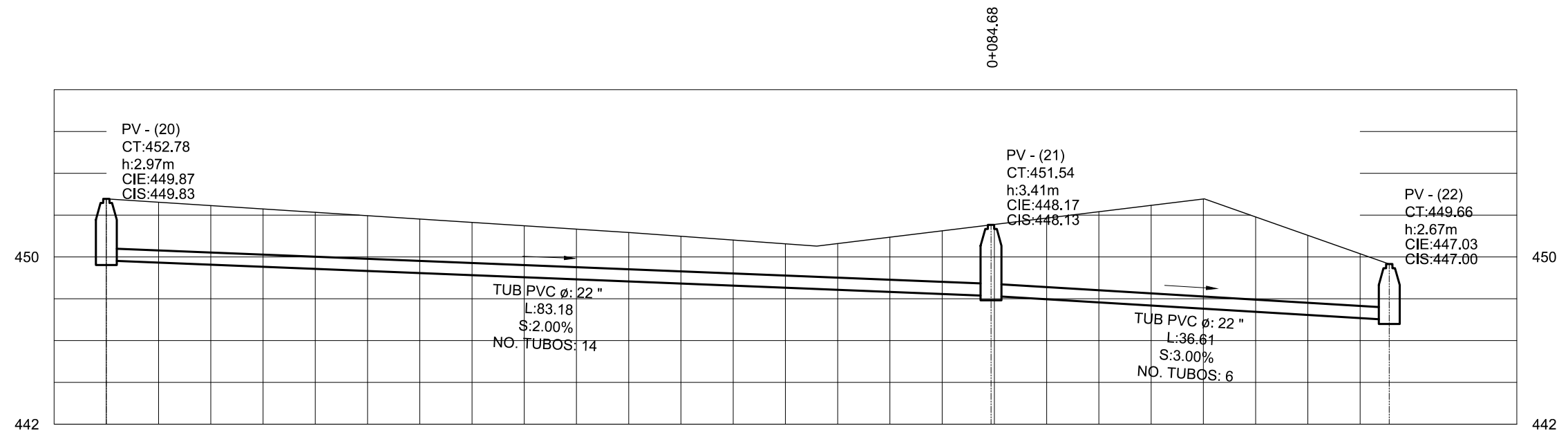


PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 18 AL PV 20

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		PROGRAMA:	EPS USAC 2017
		PROYECTO:	ALCANTARILLADO PLUVIAL
PLANTA - PERFIL		ESCALA:	1:500
		FECHA:	2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO:	60 79	
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA		
ASESORIA:	SUPERVISOR		
DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	UNIDAD DE EPS, USAC		
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO:	FIRMA:		
JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA			

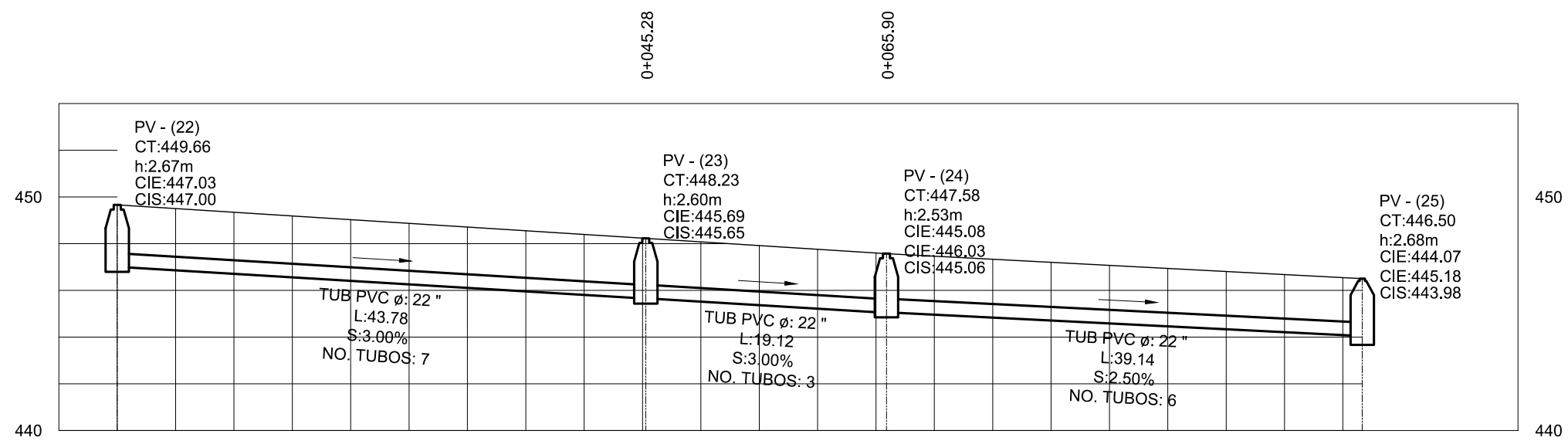
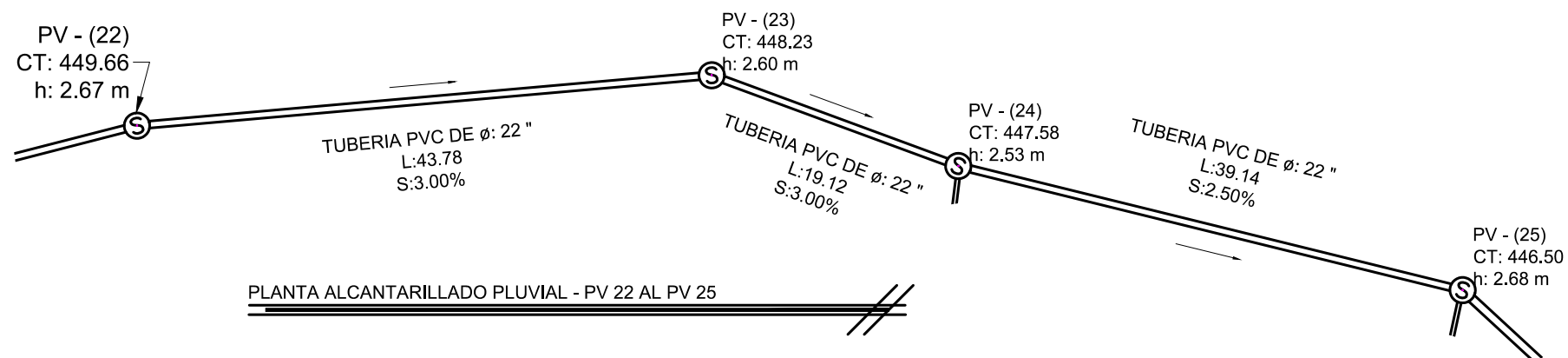
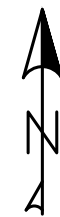



PLANTA ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 20 AL PV 22

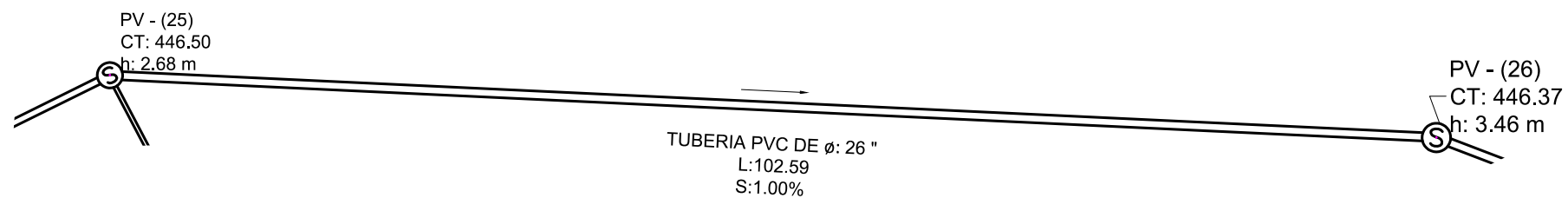
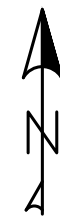


PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 20 AL PV 22

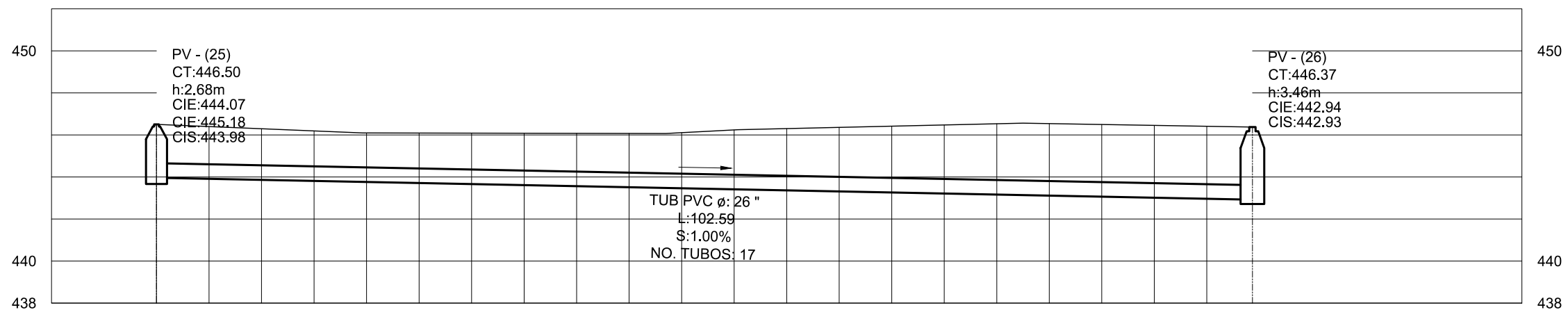
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		PROGRAMA:	EPS USAC 2017
		PROYECTO:	ALCANTARILLADO PLUVIAL
PLANTA - PERFIL		ESCALA:	1:500
		FECHA:	2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO:	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA
ASESORIA:	DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	SUPERVISOR	UNIDAD DE EPS, USAC
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO:	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	FIRMA:	
			61
			79



 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		PROGRAMA:	EPS USAC 2017
		ESCALA:	1:500
PLANTA - PERFIL		FECHA:	2017
		LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	
ASESORIA:	DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	SUPERVISOR:	UNIDAD DE EPS, USAC
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA		FIRMA:	
			62
			79



PLANTA ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 25 AL PV 26



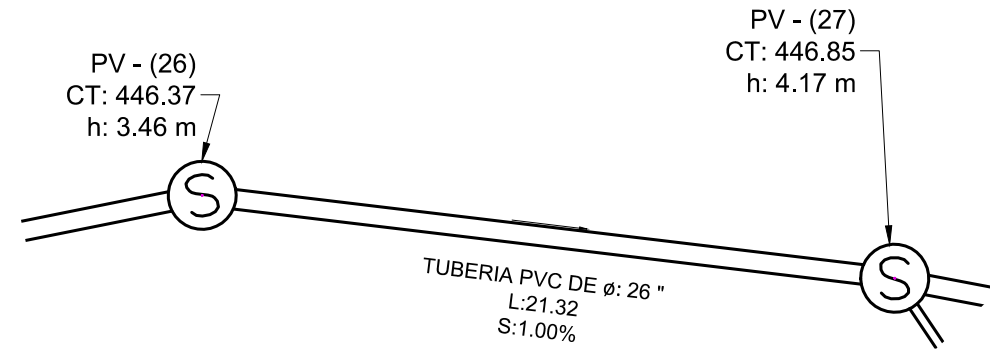
PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 25 AL PV 26



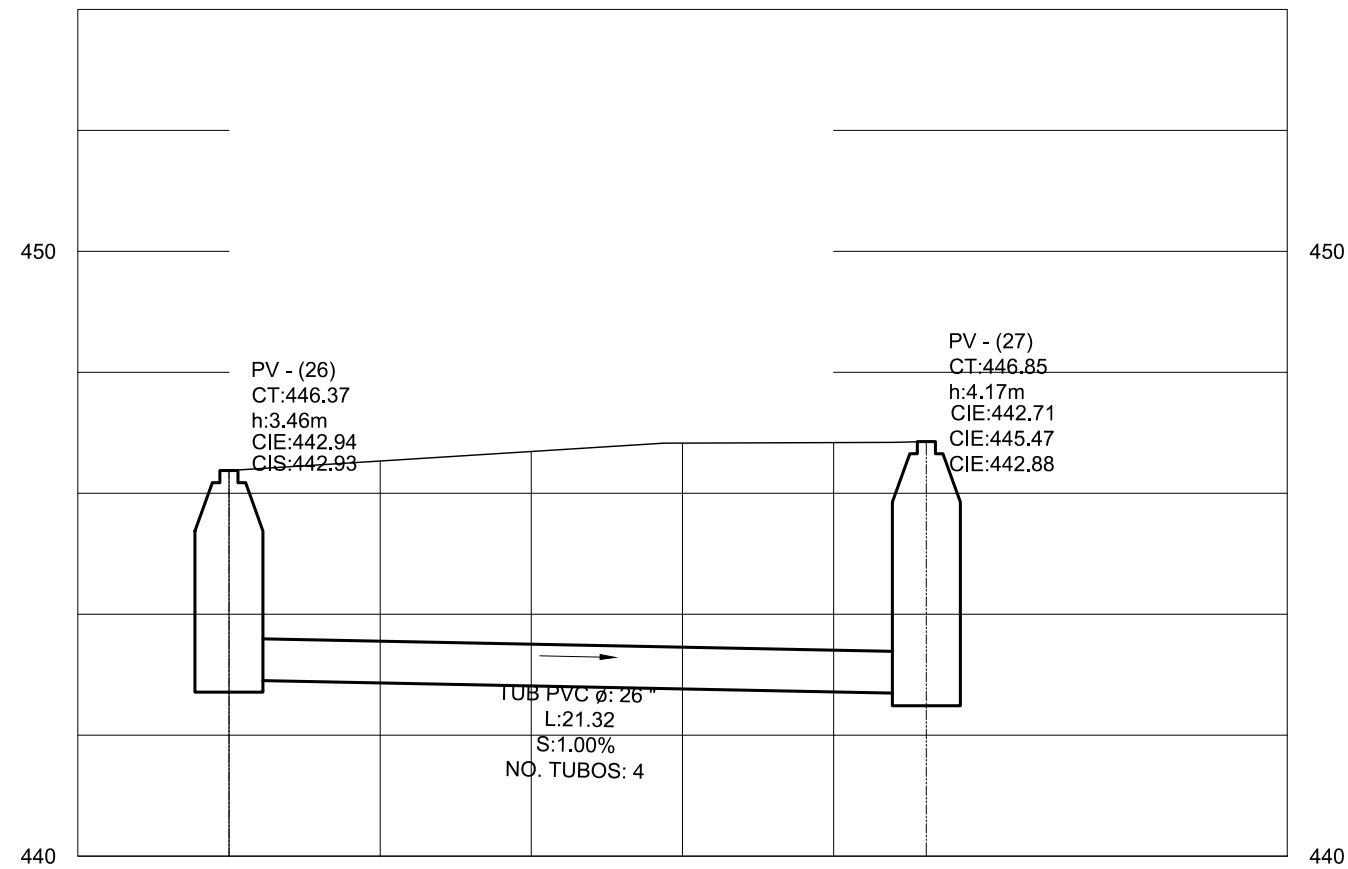
UNIVERSIDAD DE SAN
CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: ALCANTARILLADO PLUVIAL		PROGRAMA: EPS USAC 2017
PLANTA - PERFIL		ESCALA: 1:500
		FECHA: 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	63
ASESORIA: DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	SUPERVISOR UNIDAD DE EPS, USAC	
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	FIRMA:	79

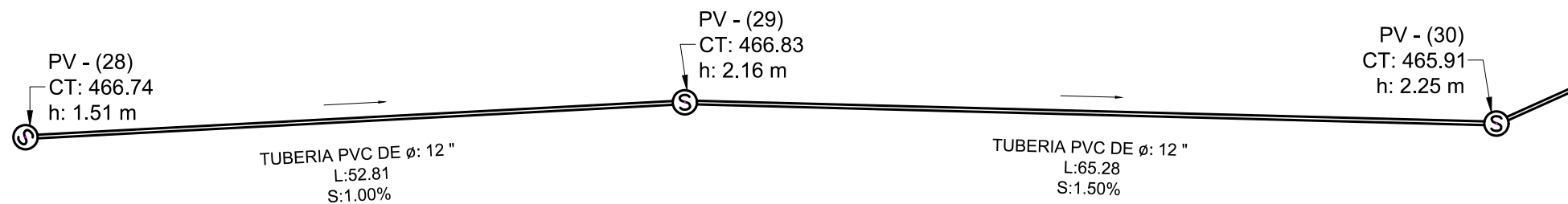


PLANTA ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 26 AL PV 27

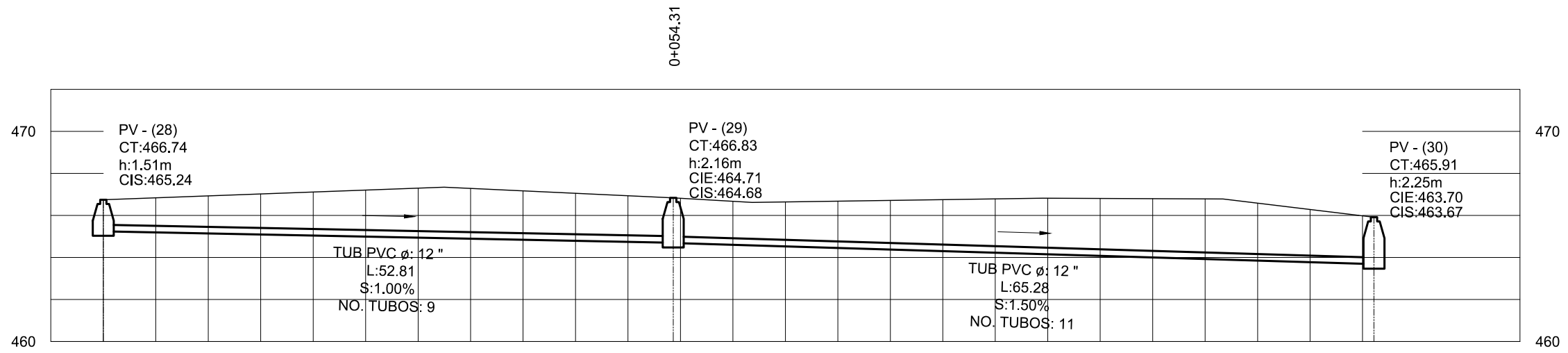


PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 26 AL PV 27


 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		PROGRAMA:	EPS USAC 2017
		PROYECTO:	ALCANTARILLADO PLUVIAL
PLANTA - PERFIL		ESCALA:	1:250
		FECHA:	2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO:	64 79	
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA		
ASESORIA:	SUPERVISOR		
DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	UNIDAD DE EPS, USAC		
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO:	FIRMA:		
JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA			

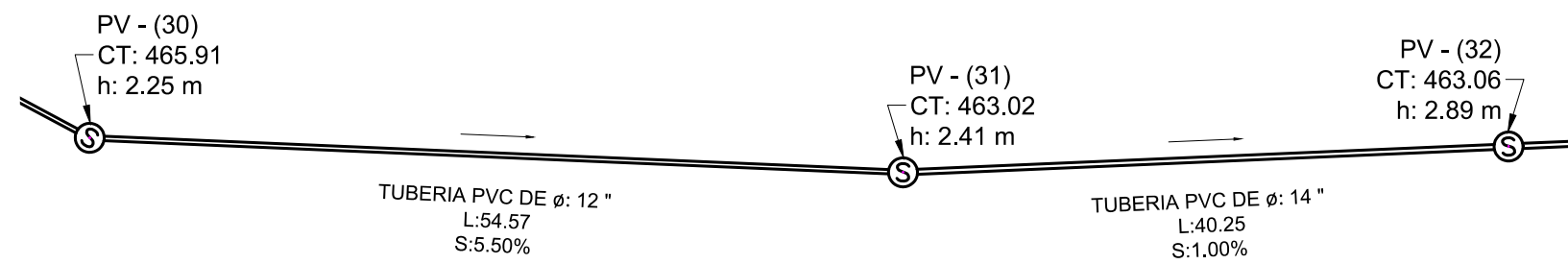


PLANTA ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 28 AL PV 30

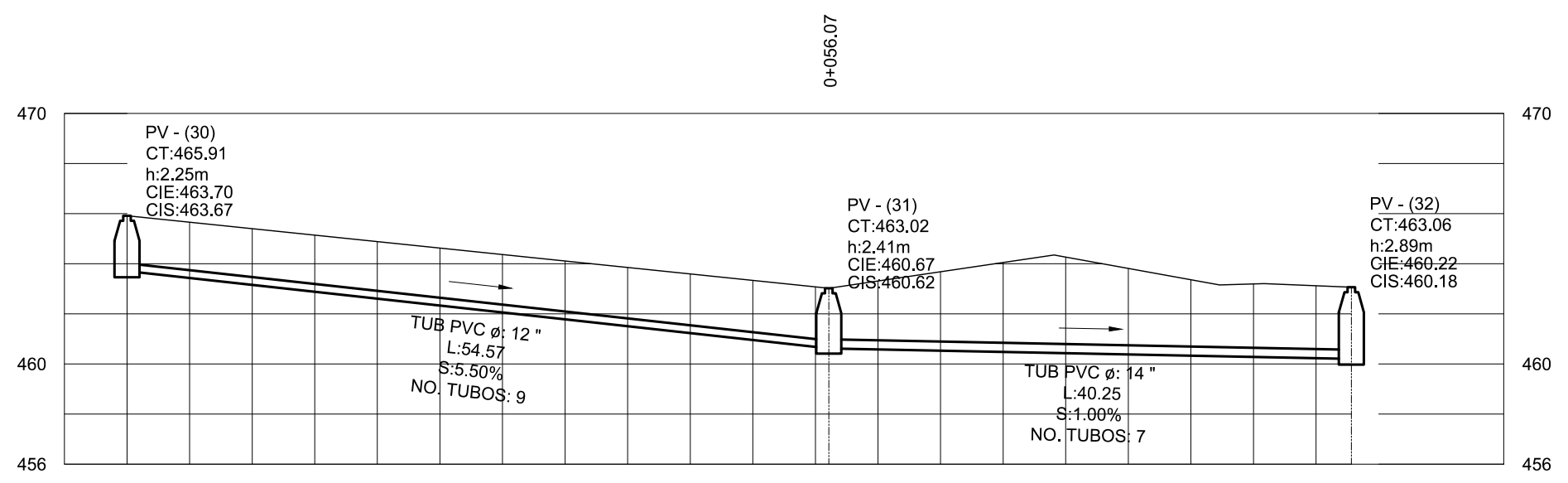


PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 28 AL PV 30

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		PROGRAMA:	EPS USAC 2017
		PROYECTO:	ALCANTARILLADO PLUVIAL
PLANTA - PERFIL		ESCALA:	1:500
		FECHA:	2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO:	65	
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA		
ASESORIA:	SUPERVISOR	79	
DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	UNIDAD DE EPS, USAC		
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO:	FIRMA:		
JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA			

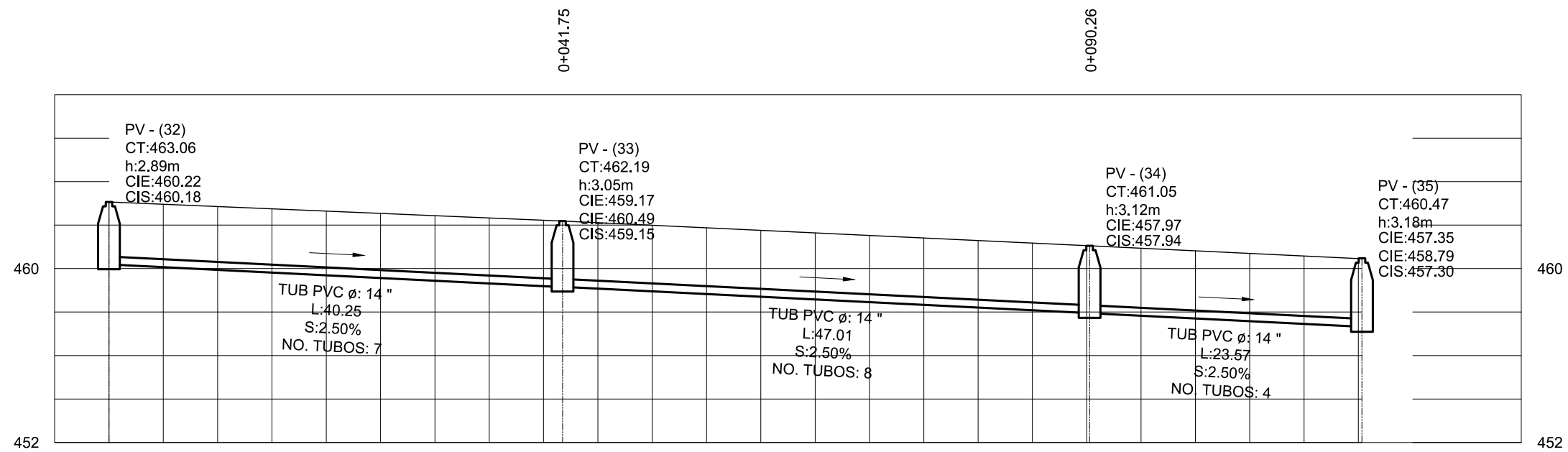
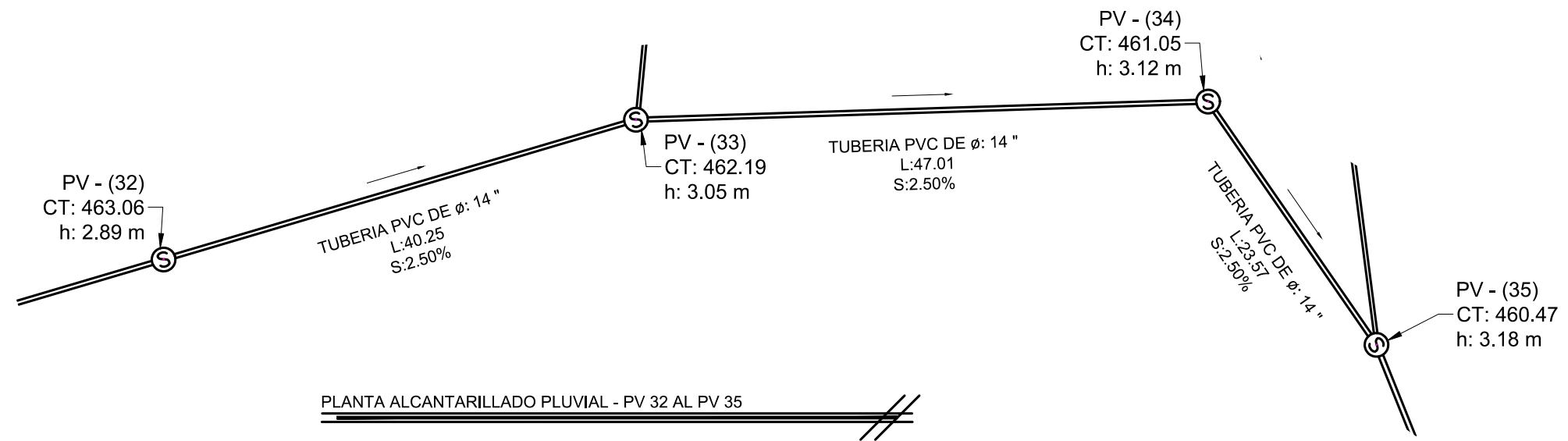



PLANTA ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 30 AL PV 32

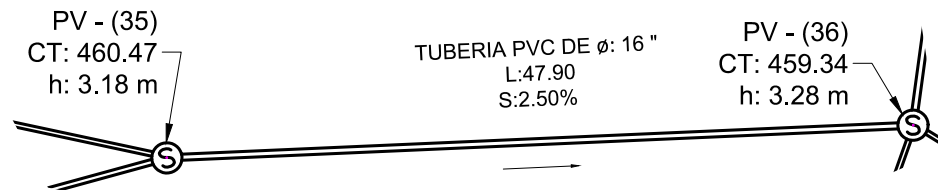
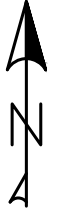


PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 30 AL PV 32

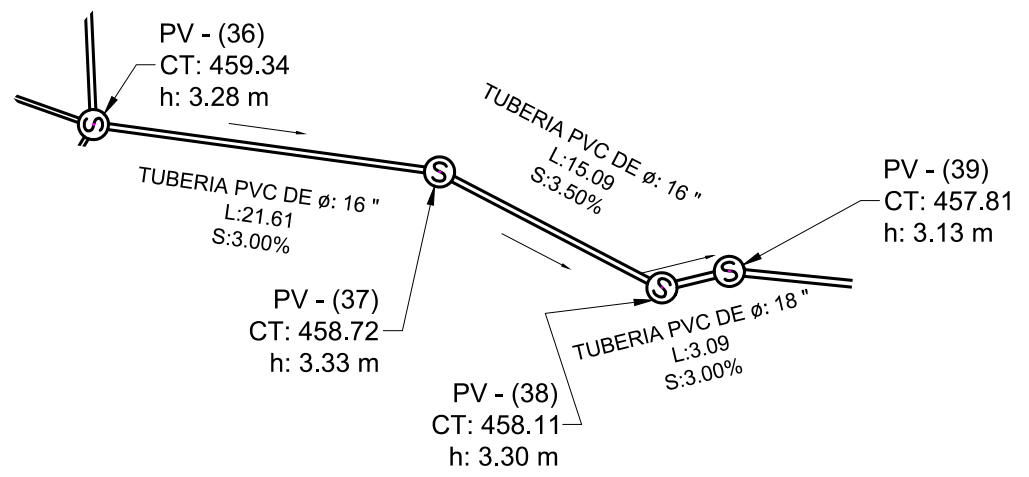
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		PROGRAMA:	EPS USAC 2017
		PROYECTO:	ALCANTARILLADO PLUVIAL
PLANTA - PERFIL		ESCALA:	1:500
		FECHA:	2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO:	66 79	
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA		
ASESORIA:	SUPERVISOR		
DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	UNIDAD DE EPS, USAC		
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO:	FIRMA:		
JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA			



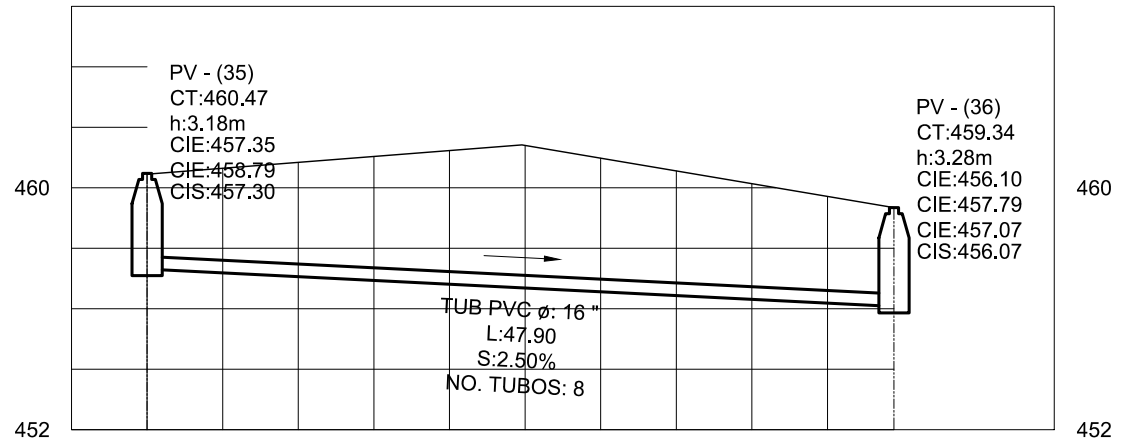
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		PROGRAMA:	EPS USAC 2017
		ESCALA:	1:500
PLANTA - PERFIL		FECHA:	2017
		LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO:
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	67	79
ASESORIA:	SUPERVISOR		
DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	UNIDAD DE EPS, USAC		
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO:	FIRMA:		
JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA			



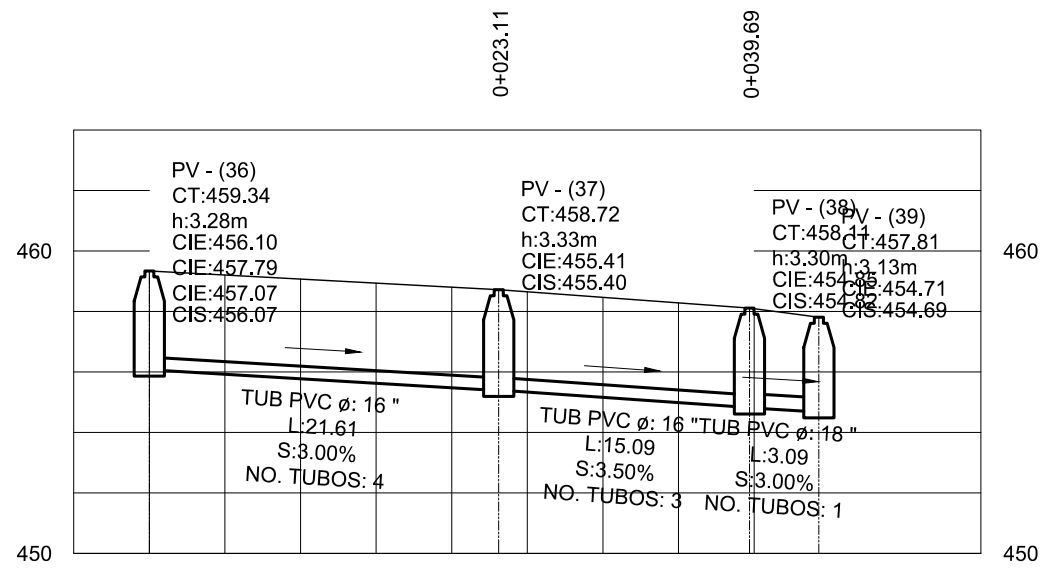
PLANTA ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 35 AL PV 36



PLANTA ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 36 AL PV 39

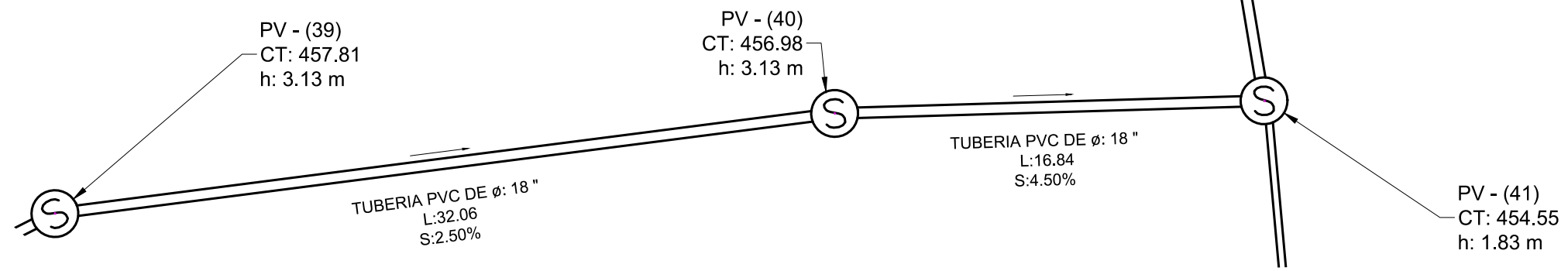


PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 35 AL PV 36



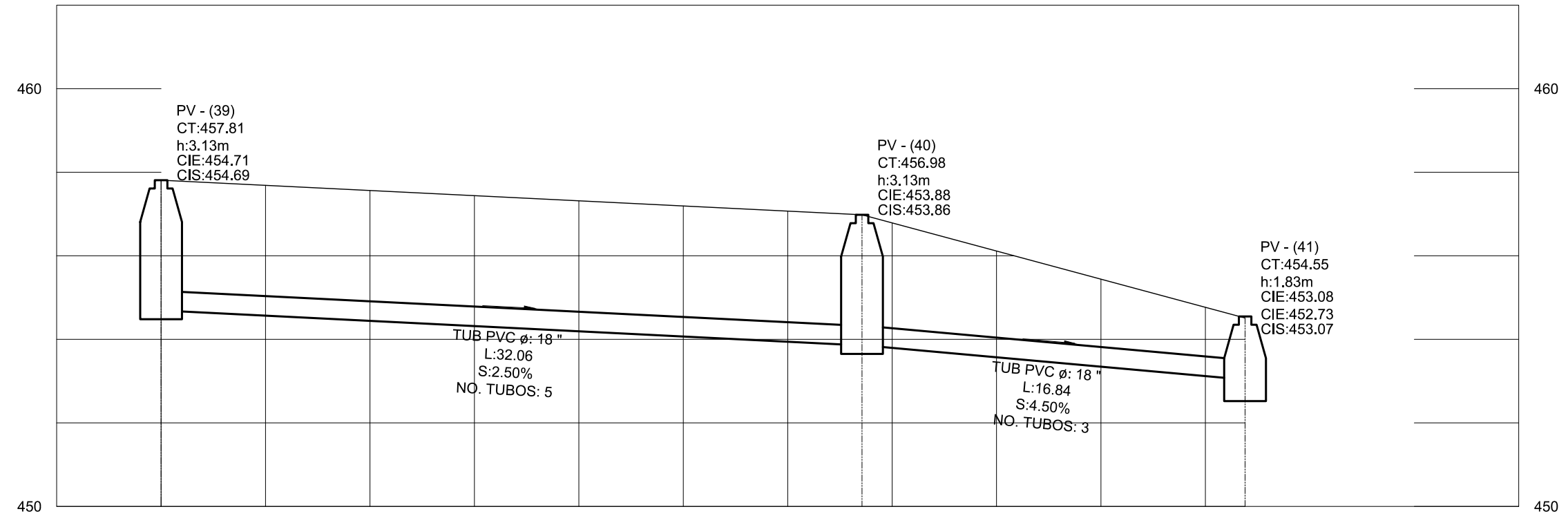
PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 36 AL PV 39

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		PROGRAMA:	EPS USAC 2017
		PROYECTO:	ALCANTARILLADO PLUVIAL
PLANTA - PERFIL		ESCALA:	1:500
		FECHA:	2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO:	68 <hr/> 79	
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA		
ASESORIA:	SUPERVISOR		
DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	UNIDAD DE EPS, USAC		
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO:	FIRMA:		
JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA			



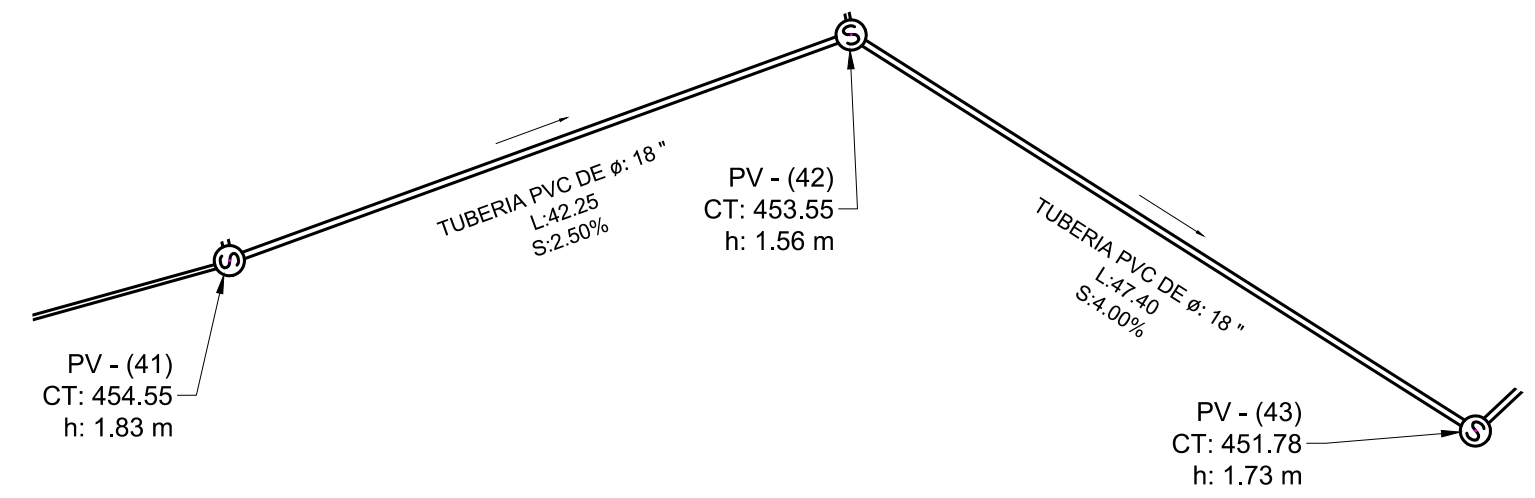
PLANTA ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 39 AL PV 41

0+033.56

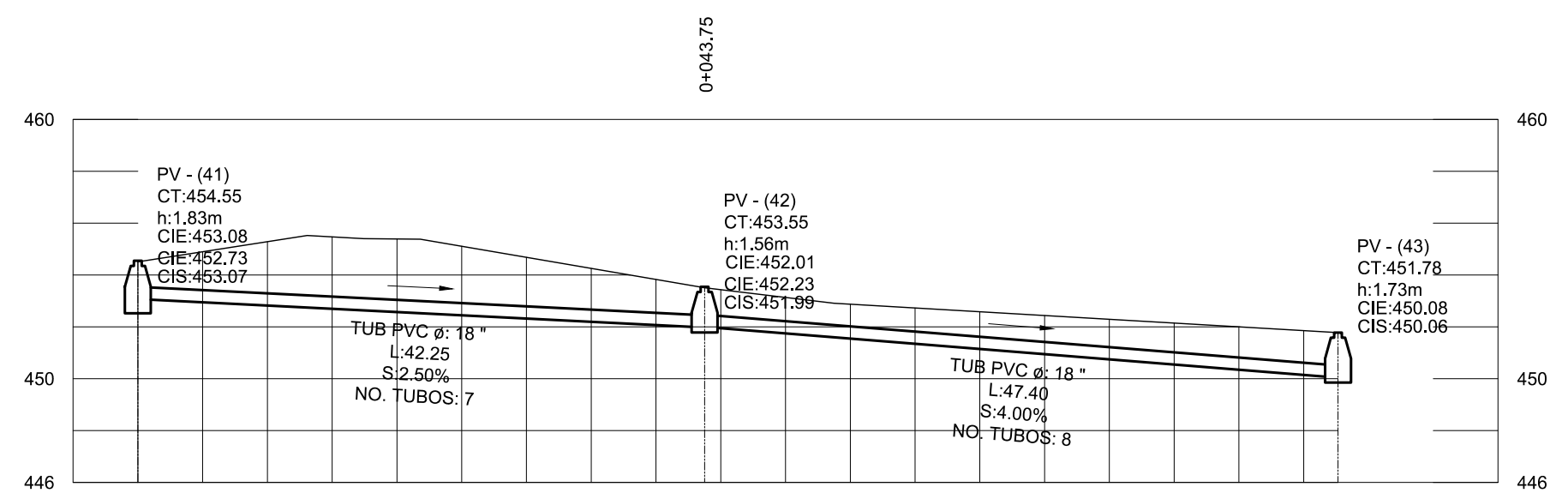


PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 39 AL PV 41

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		PROGRAMA:	EPS USAC 2017
		ESCALA:	1:250
PROYECTO: ALCANTARILLADO PLUVIAL		FECHA:	2017
PLANTA - PERFIL		69 79	
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO:		
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA		
ASESORIA:	SUPERVISOR		
DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	UNIDAD DE EPS, USAC		
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO:	FIRMA:		
JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA			

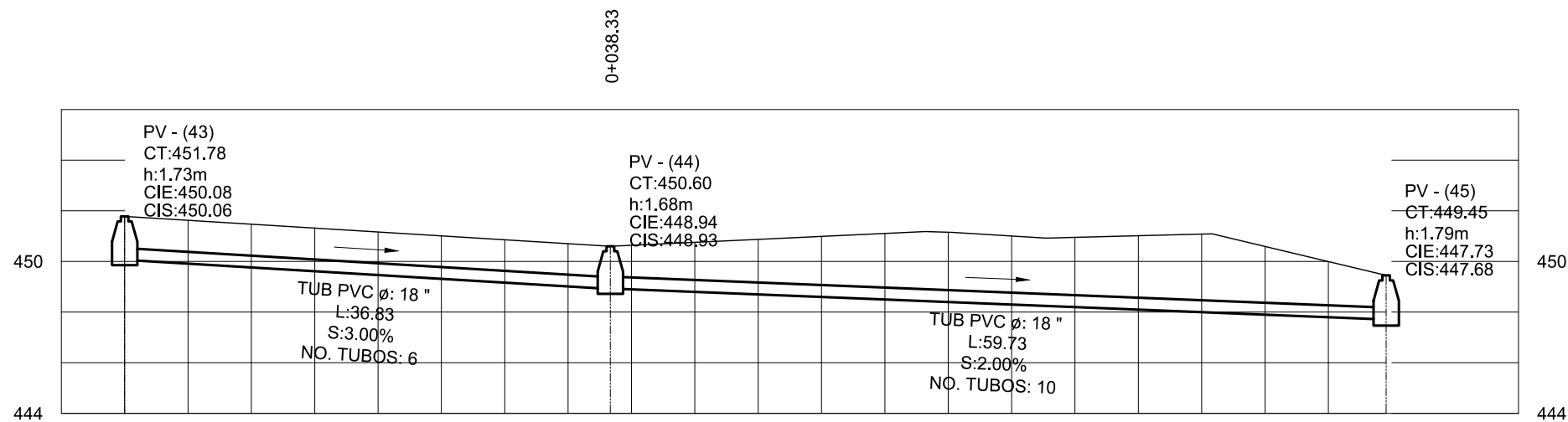
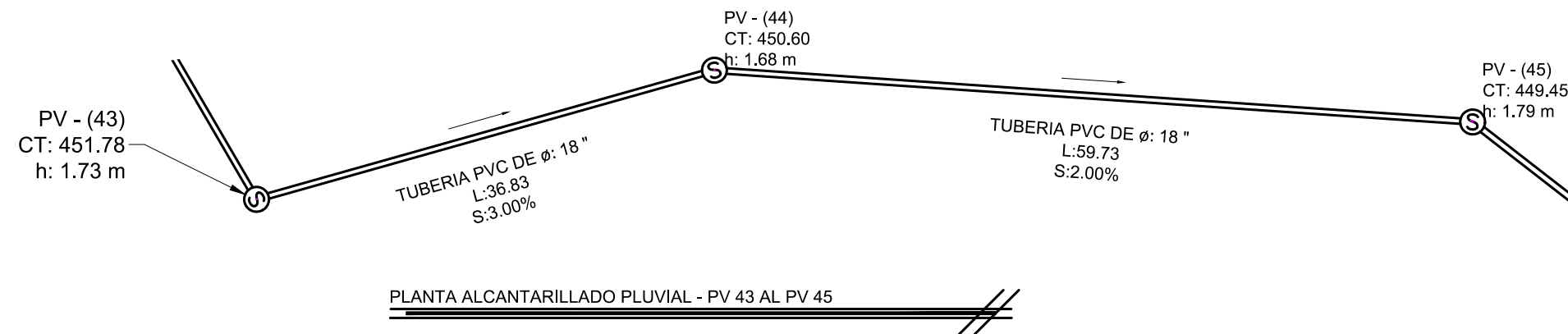
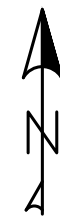



PLANTA ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 41 AL PV 43

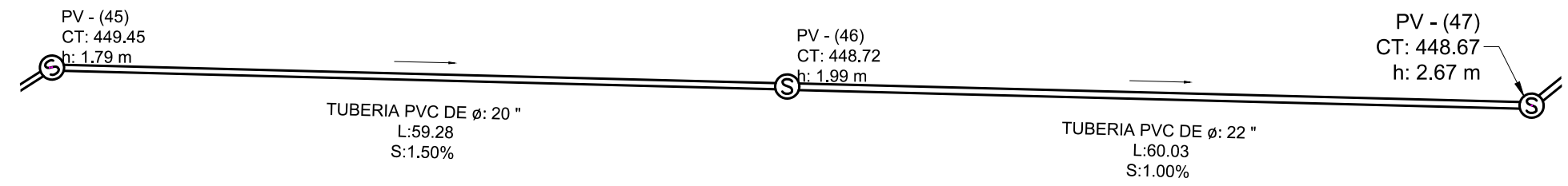


PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 41 AL PV 43

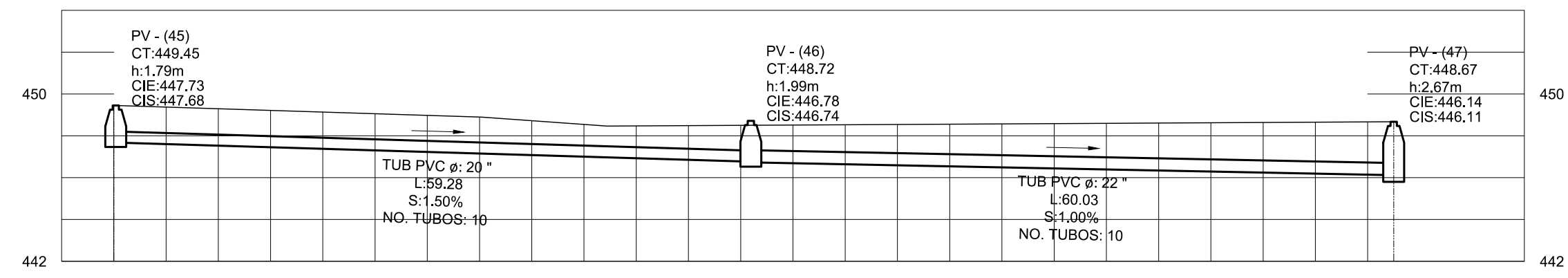
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		PROGRAMA:	EPS USAC 2017
		PROYECTO:	ALCANTARILLADO PLUVIAL
PLANTA - PERFIL		ESCALA:	1:500
		FECHA:	2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO:	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA
ASESORIA:	DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	SUPERVISOR:	UNIDAD DE EPS, USAC
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO:	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	FIRMA:	
			70
			79



 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		PROGRAMA:	EPS USAC 2017
		PROYECTO:	ALCANTARILLADO PLUVIAL
PLANTA - PERFIL		ESCALA:	1:500
		FECHA:	2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO:	71	79
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA		
ASESORIA:	SUPERVISOR		
DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	UNIDAD DE EPS, USAC		
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO:	FIRMA:		
JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA			

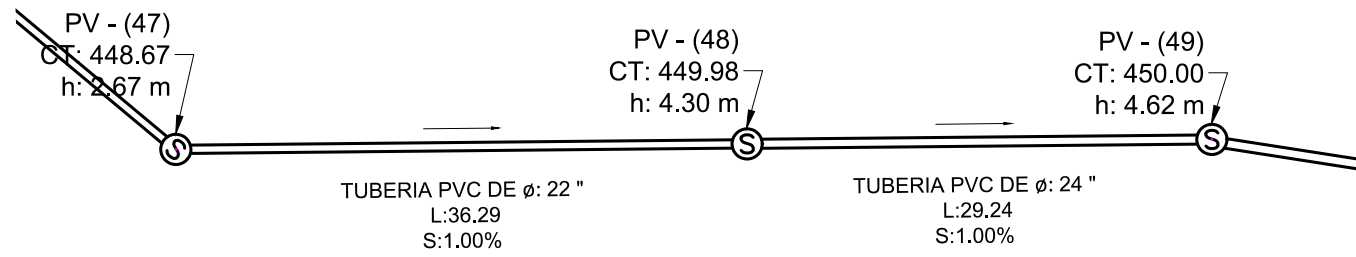


PLANTA ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 45 AL PV 47

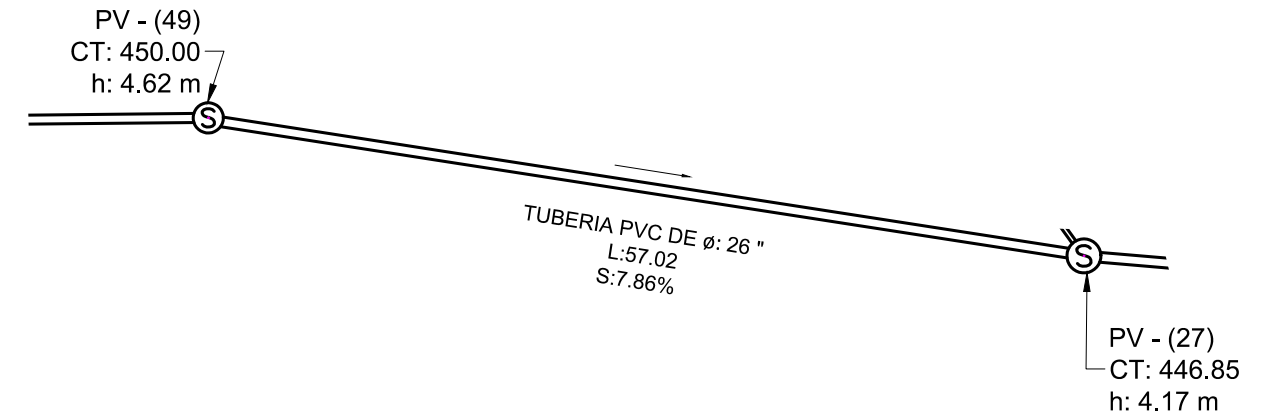


PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 45 AL PV 47

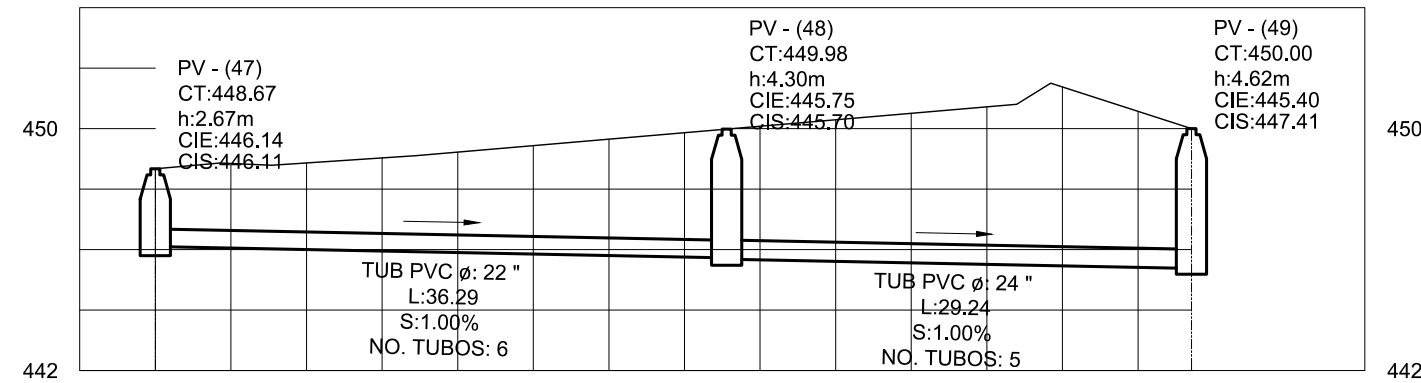
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		PROGRAMA:	EPS USAC 2017
		PROYECTO:	ALCANTARILLADO PLUVIAL
PLANTA - PERFIL		ESCALA:	1:500
		FECHA:	2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO:	72	
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA		
ASESORIA:	SUPERVISOR	79	
DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	UNIDAD DE EPS, USAC		
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO:	FIRMA:		
JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA			



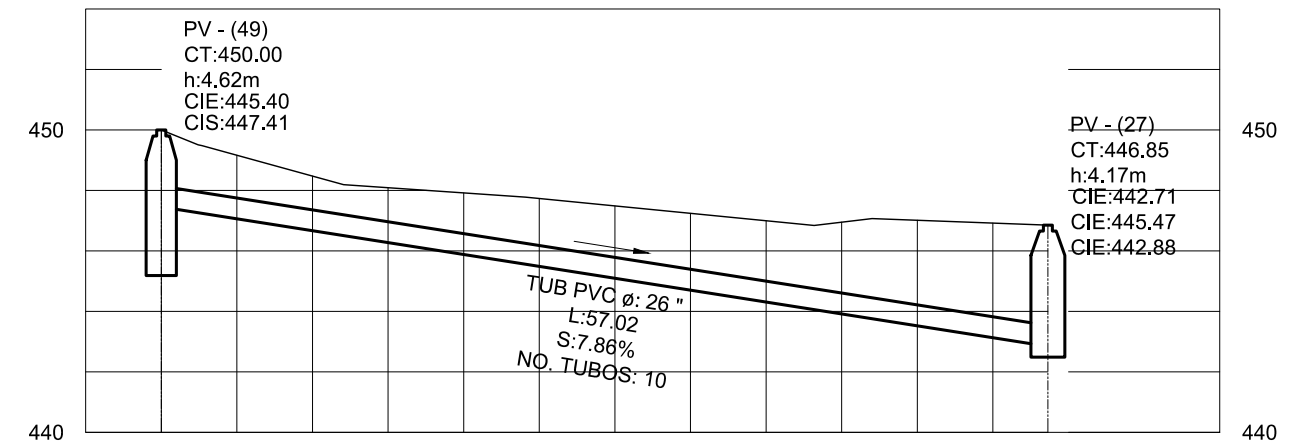
PLANTA ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 47 AL PV 49



PLANTA ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 49 AL PV 27



PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 47 AL PV 49



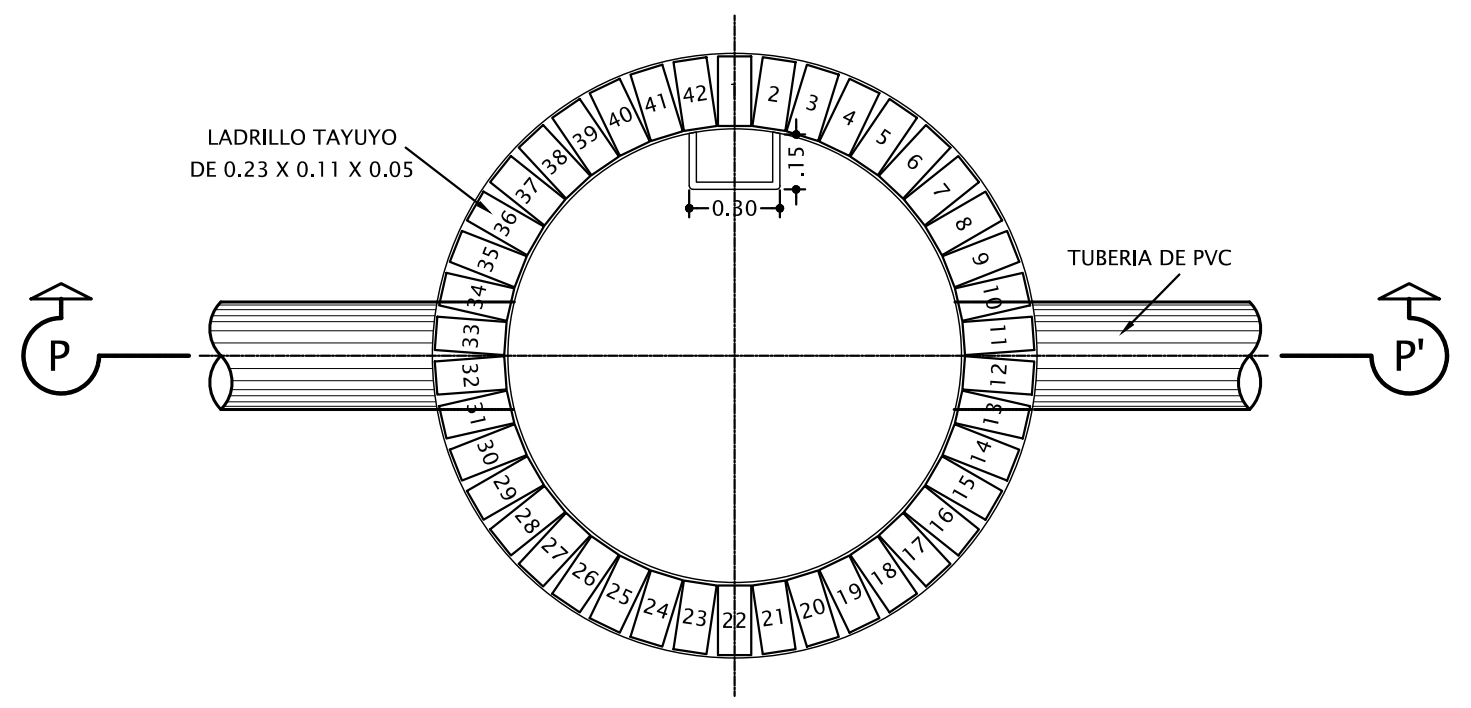
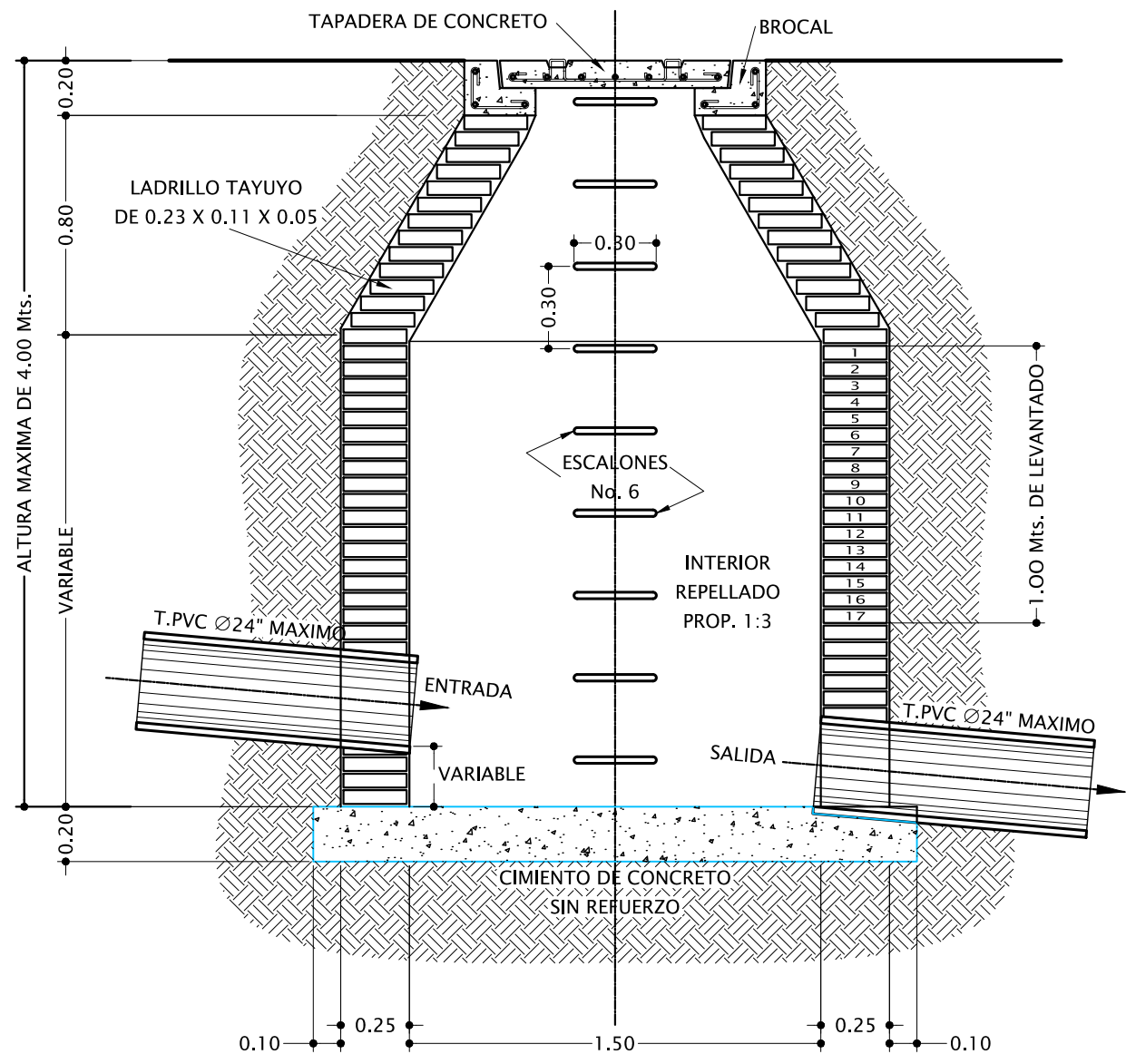
PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL - PV 49 AL PV 27



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

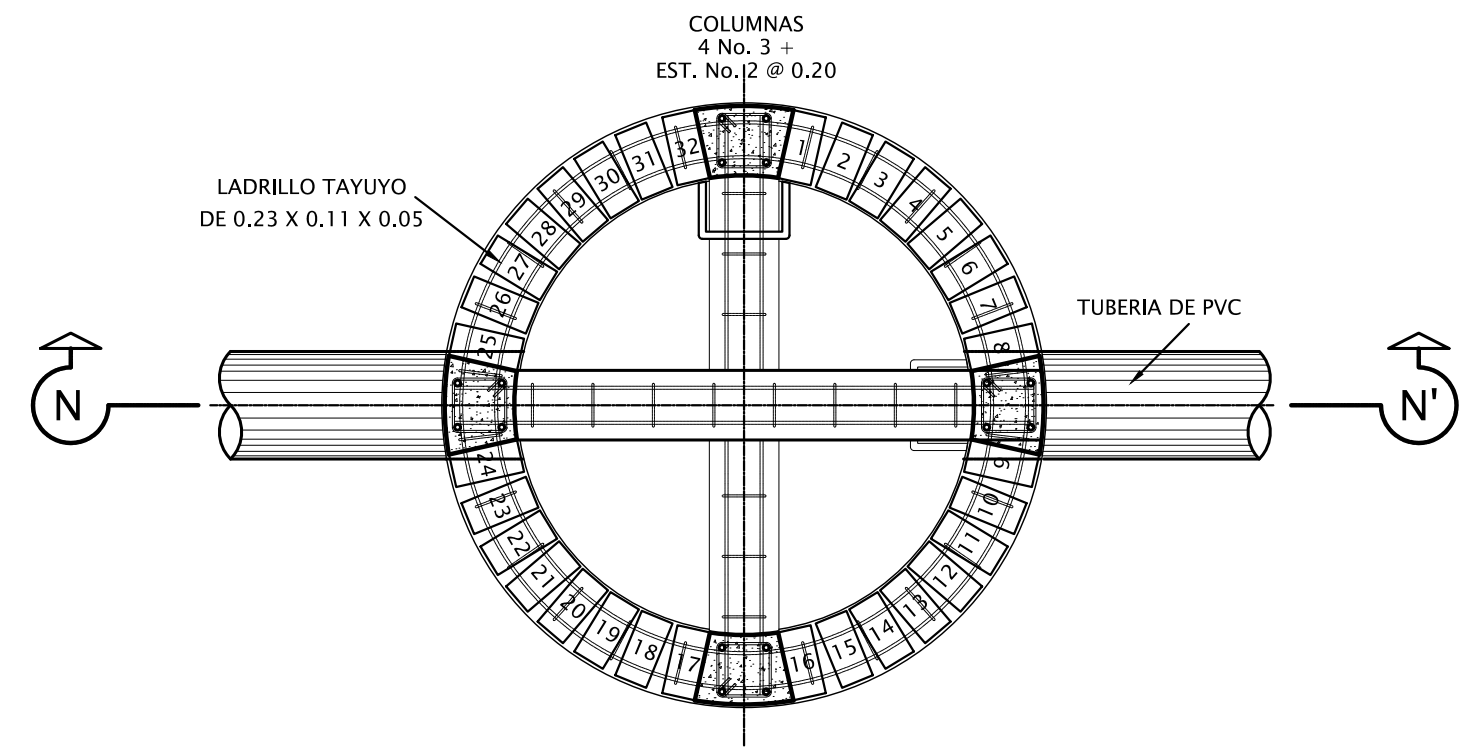
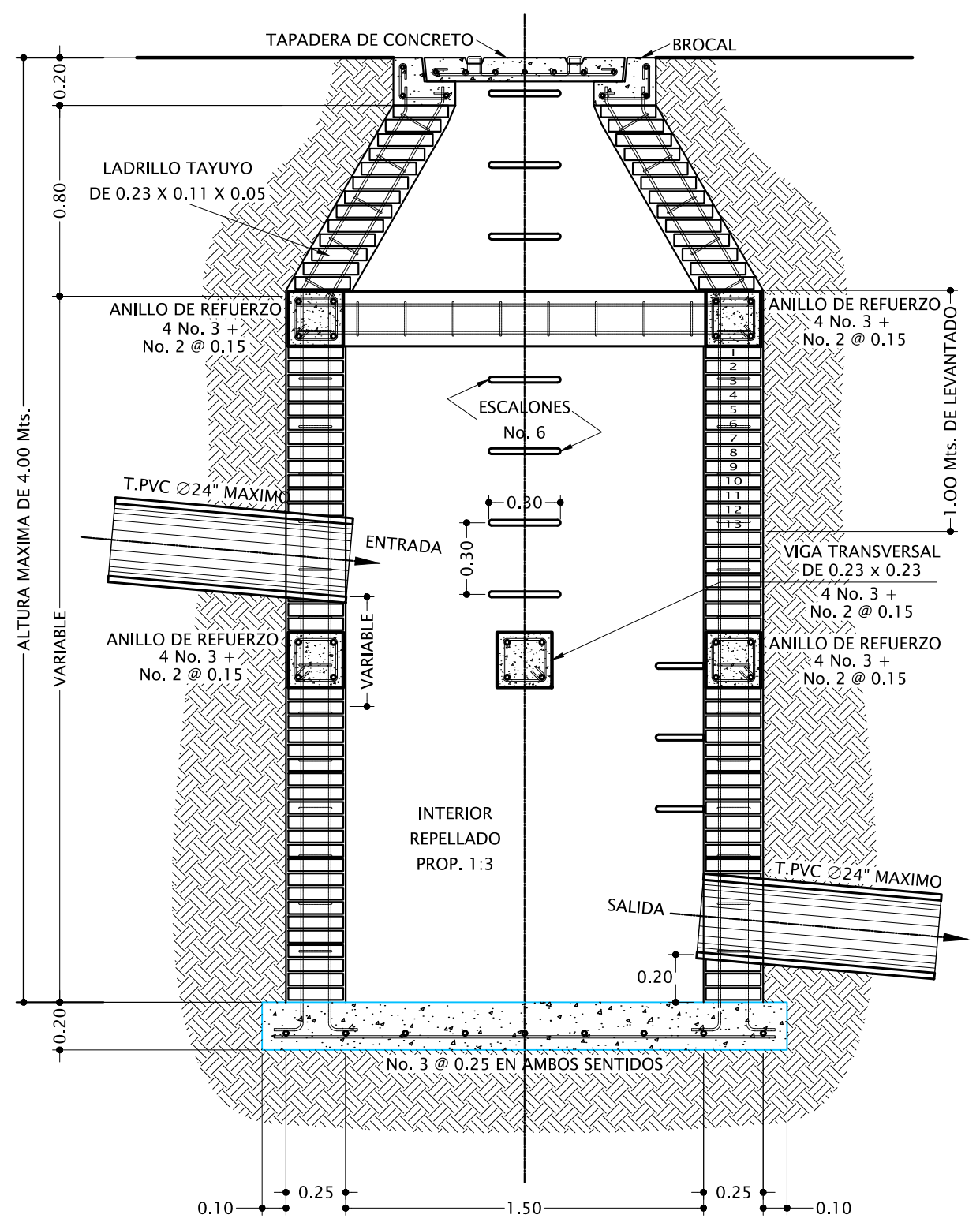
PROYECTO: ALCANTARILLADO PLUVIAL		PROGRAMA: EPS USAC 2017
PLANTA - PERFIL		ESCALA: 1:250
		FECHA: 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	73
ASESORIA: DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS, USAC	
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	FIRMA:	79



**POZO DE VISITA Ø 1.50 M
PARA ALTURAS DE 0.00 A 4.00 M
DIAMETRO DE T. PVC MAXIMO DE 24"**


PLANTA POZO DE VISITA Ø 1.50 M SIN REFUERZO

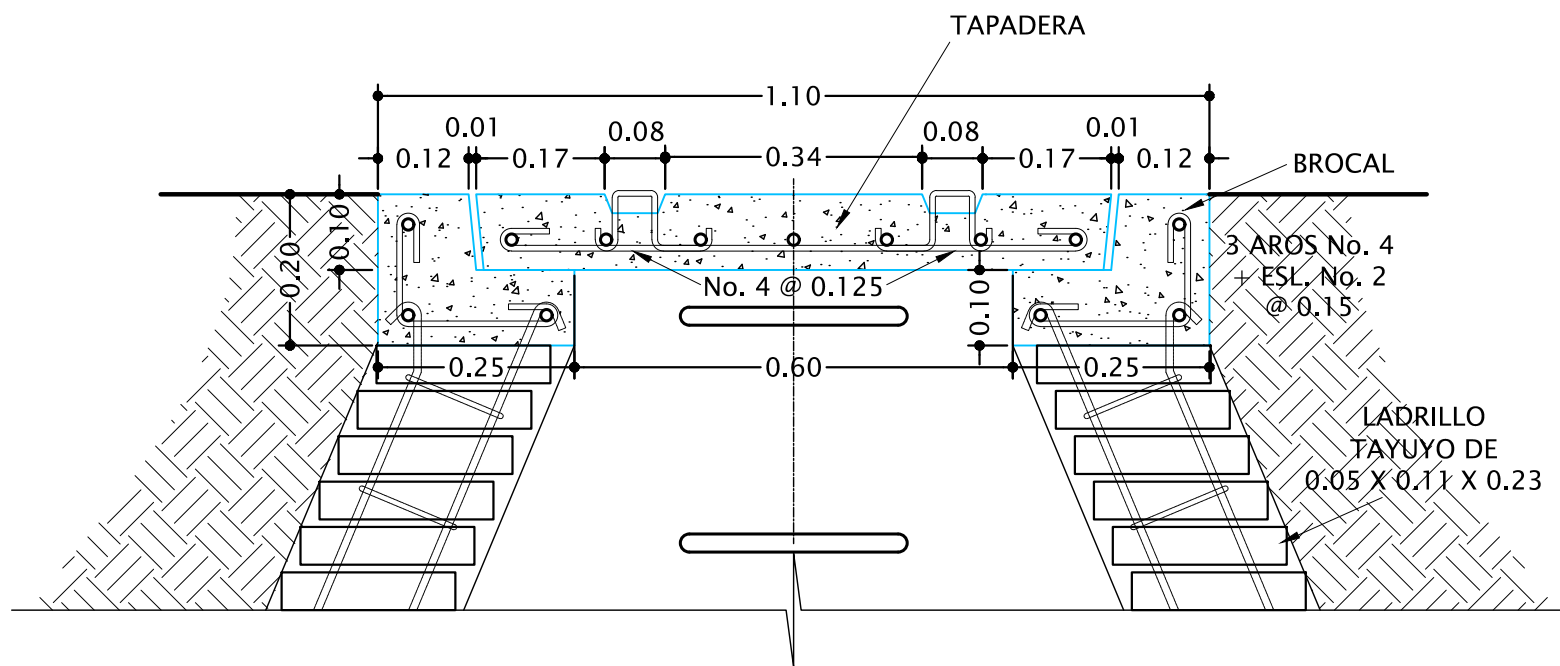
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		PROGRAMA:	EPS USAC 2017
		PROYECTO:	ALCANTARILLADO PLUVIAL
DETALLE DE POZOS DE VISITA Ø 1.50 M		ESCALA:	1:25
		FECHA:	2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO:	74	
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA		
ASESORIA:	SUPERVISOR	79	
DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	UNIDAD DE EPS, USAC		
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO:	FIRMA:		
JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA			



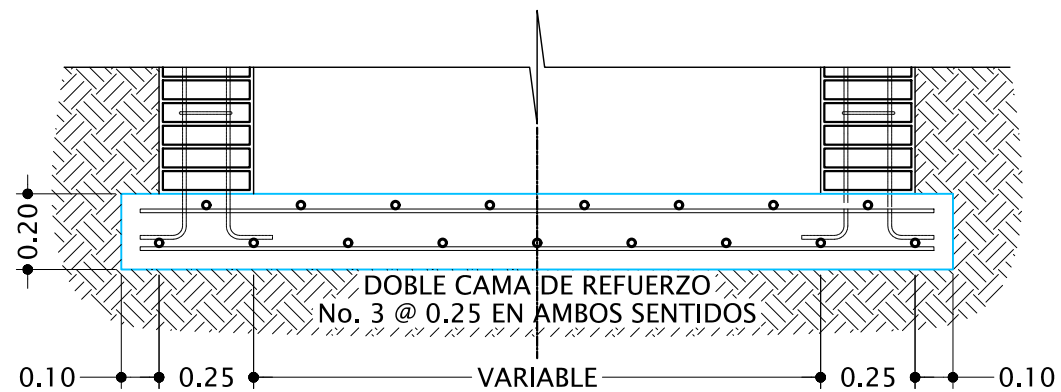
PLANTA POZO DE VISITA Ø 1.50 M CON REFUERZO

**POZO DE VISITA Ø 1.50 M
PARA ALTURAS DE 4.01 A 6.00 M
DIAMETRO DE T. PVC MAXIMO DE 24"**


 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		PROGRAMA:	EPS USAC 2017
		PROYECTO:	ALCANTARILLADO PLUVIAL
DETALLE DE POZOS DE VISITA Ø 1.50 M		ESCALA:	1:25
		FECHA:	2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO:	75	79
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA		
ASESORIA:	SUPERVISOR		
DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	UNIDAD DE EPS, USAC		
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO:	FIRMA:		
JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA			

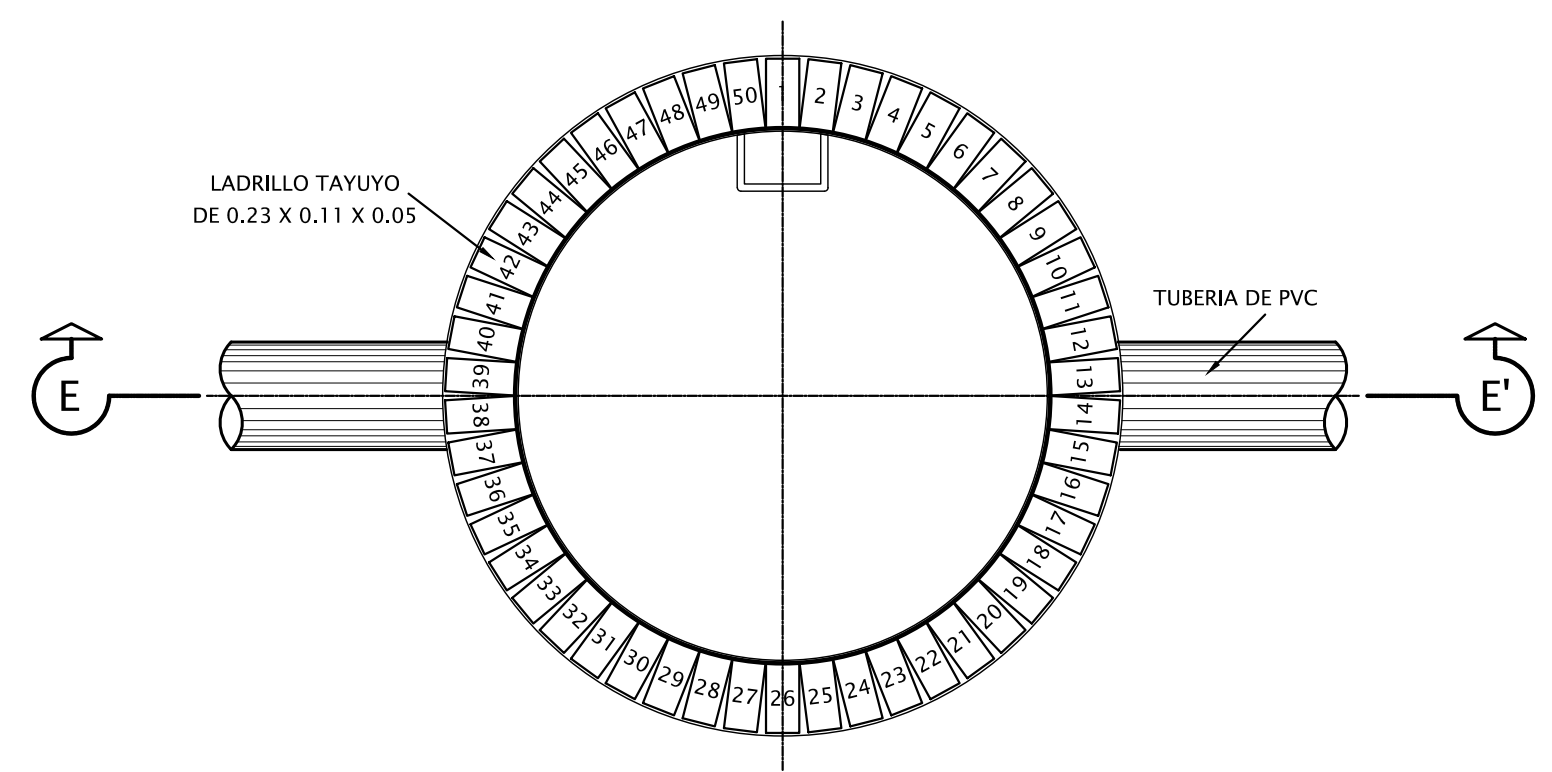
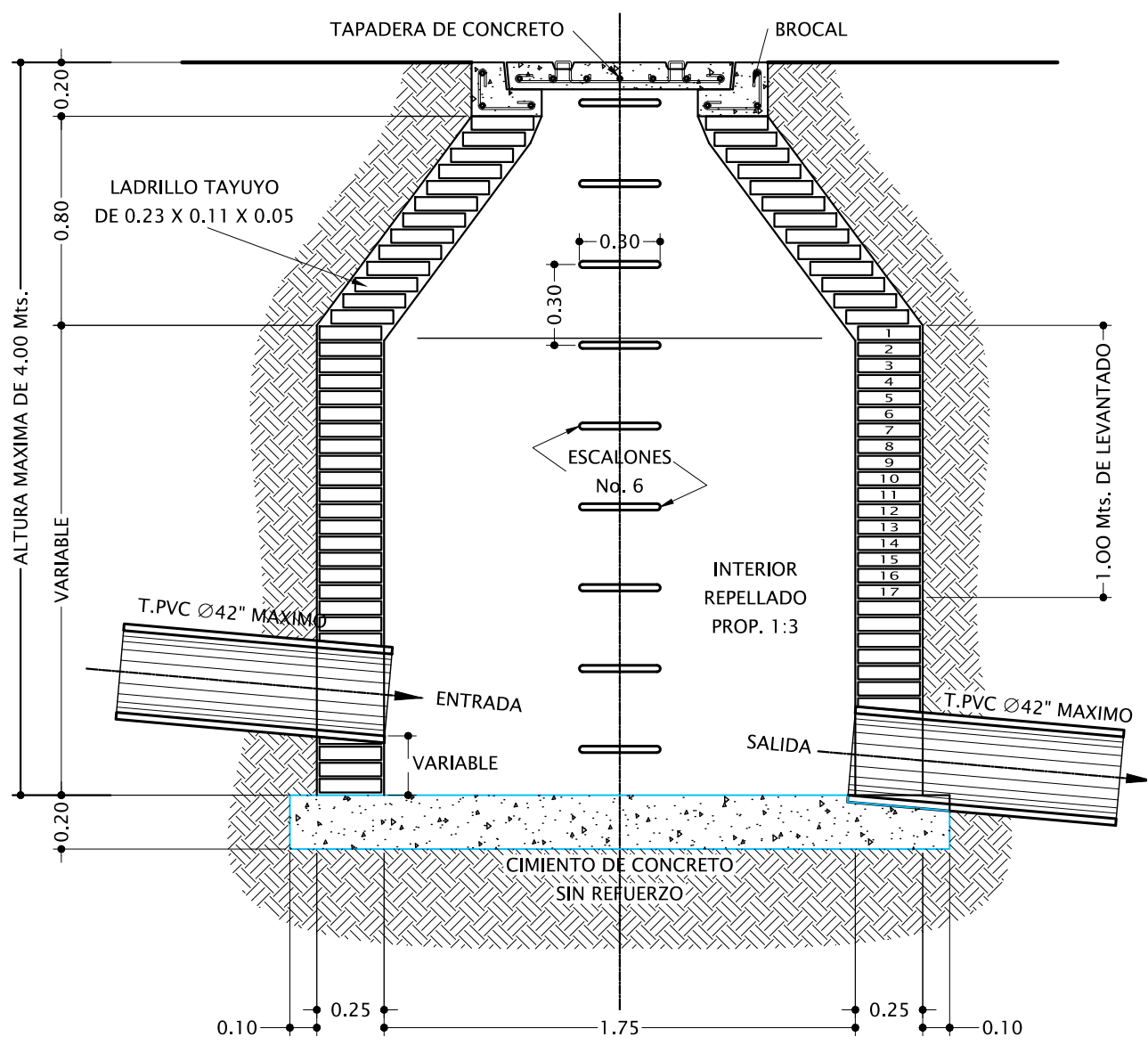


DETALLE TIPICO DE BROCAL DE POZO DE VISITA




DETALLE DE CIMIENTO DE POZO DE VISITA DE 4.01 - 6.00 M

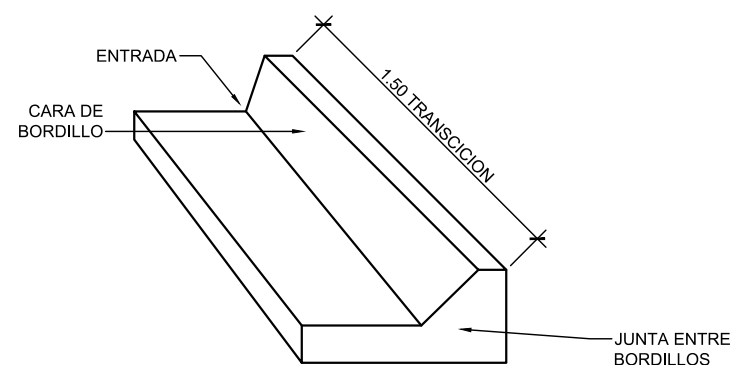
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		PROGRAMA:	EPS USAC 2017
		PROYECTO:	ALCANTARILLADO PLUVIAL
DETALLE DE BROCAL Y CIMIENTO DE POZOS DE VISITA		ESCALA:	1:20
		FECHA:	2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO:	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA
ASESORIA:	DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	SUPERVISOR	UNIDAD DE EPS, USAC
DIBUJO:	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	FIRMA:	
			76
			79



PLANTA POZO DE VISITA Ø 1.50 M SIN REFUERZO

**POZO DE VISITA Ø 1.50 M
PARA ALTURAS DE 0.00 A 4.00 M
DIAMETRO DE T. PVC MAXIMO DE 24"**

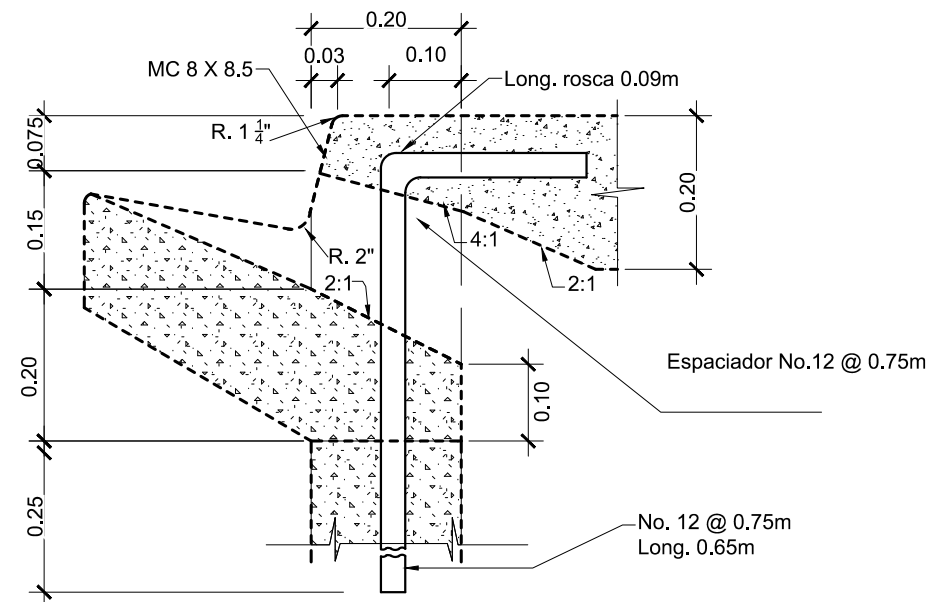
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		PROGRAMA:	EPS USAC 2017
		PROYECTO:	ALCANTARILLADO PLUVIAL
DETALLE DE POZOS DE VISITA Ø 1.75 M		ESCALA:	1:25
		FECHA:	2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO:	77	79
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA		
ASESORIA:	SUPERVISOR		
DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	UNIDAD DE EPS, USAC		
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO:	FIRMA:		
JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA			



DETALLE DE TRASCION

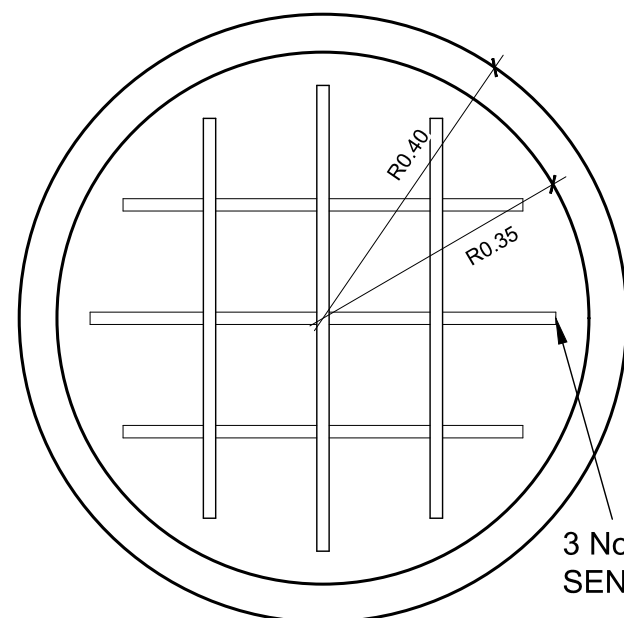
ESCALA: 1/25

NOTA:
 PARA LAS ENTRADAS TIPO "R" DE
 CUNETAS Y BORDILLOS SE
 CONSTRUIRA UNA TRASSCION DE
 1.50 MTS. A CADA LADO

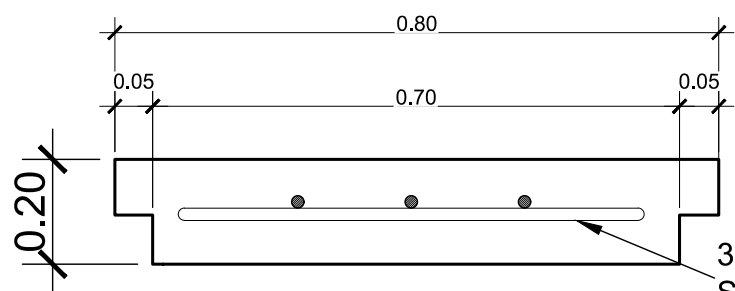


SECCION B-B'

ESCALA: 1/10



3 No. 3 @ 0.15 AMBOS
 SENTIDO



3 No. 3 @ 0.15 AMBOS
 SENTIDOS

DETALLE DE TAPADERA

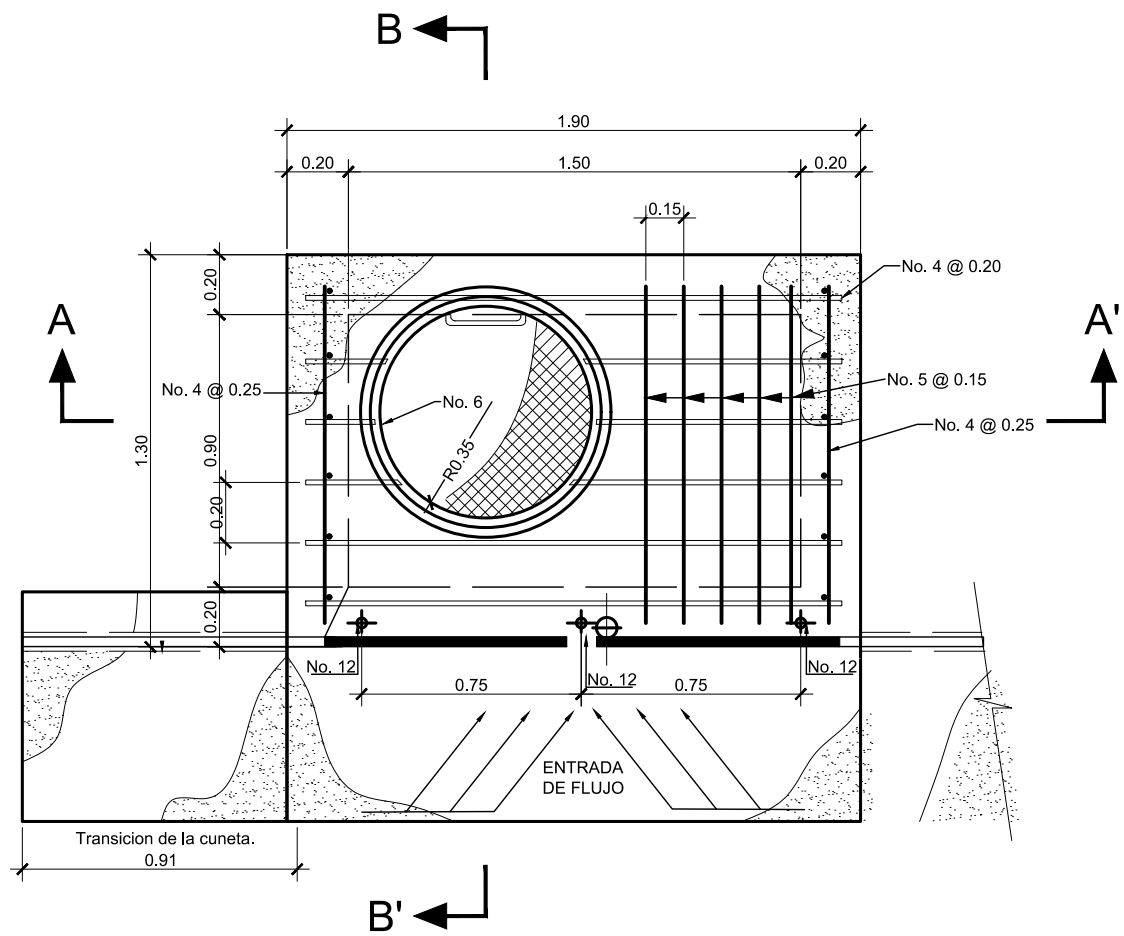
ESCALA: 1/10

1. La resistencia mínima del concreto a los 28 días, será de 3000 psi (210 kg/cm²). Norma COGUANOR NTG 41048 , 41052 y 41017 h1, para su elaboración, mezclado y ensayo, de utilizar concreto premezclado en la fundiciones, referirse a la norma NTG 41068.
2. El límite de influencia mínima para las barras de acero, será de Grado 40 (28000 kg/cm²), deberá cumplir con lo establecido en la norma COGUANOR NTG 36011
3. Para el mortero y sabieta utilizar una proporción volumétrica 1:3 (cemento y arena), referirse a la Norma COGUANOR NTG 41031, 41051 h2 y 41050.
4. El ladrillo deberá soportar un esfuerzo mínimo de 50 kg/cm² a la compresión. La absorción de agua de los ladrillos debe ser como máximo 5 gramos por minuto por centímetro cuadrado. Norma: COGUANOR NGO 41 022 y NTG 41051 h2.

NOTA:

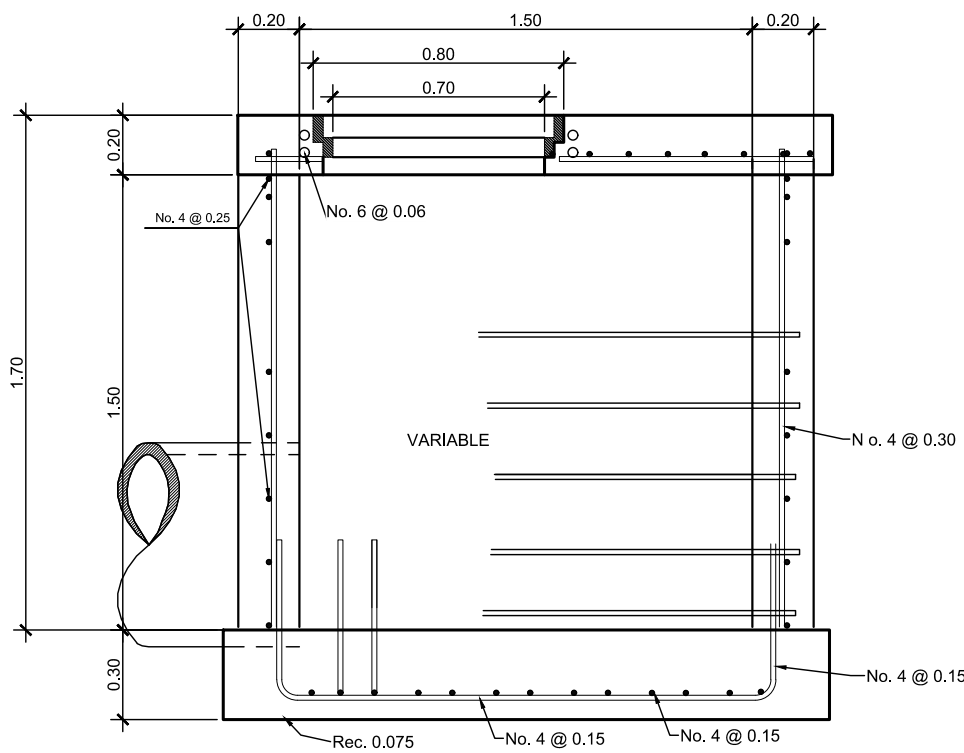
- a. Las normas indicadas en el presente plano, son de mayor relevancia y deberán ser complementados con todos los requisitos indicadas en las especificaciones técnicas.
- b. Se pondrá sustituir la referencia de la Norma COGUANOR por su equivalente en la norma internacional de American Society of Testing Materials, ASTM para el control y supervisión de los diferentes materiales, cuando prevalezca la igualdad y/o superioridad de los requisitos establecidos.

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		PROGRAMA: EPS USAC 2017
		ESCALA: INDICADA
PROYECTO: ALCANTARILLADO PLUVIAL		FECHA: 2017
DETALLE DE TRAGANTES		
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	78
ASESORIA: DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	SUPERVISOR UNIDAD DE EPS, USAC	
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	FIRMA:	79



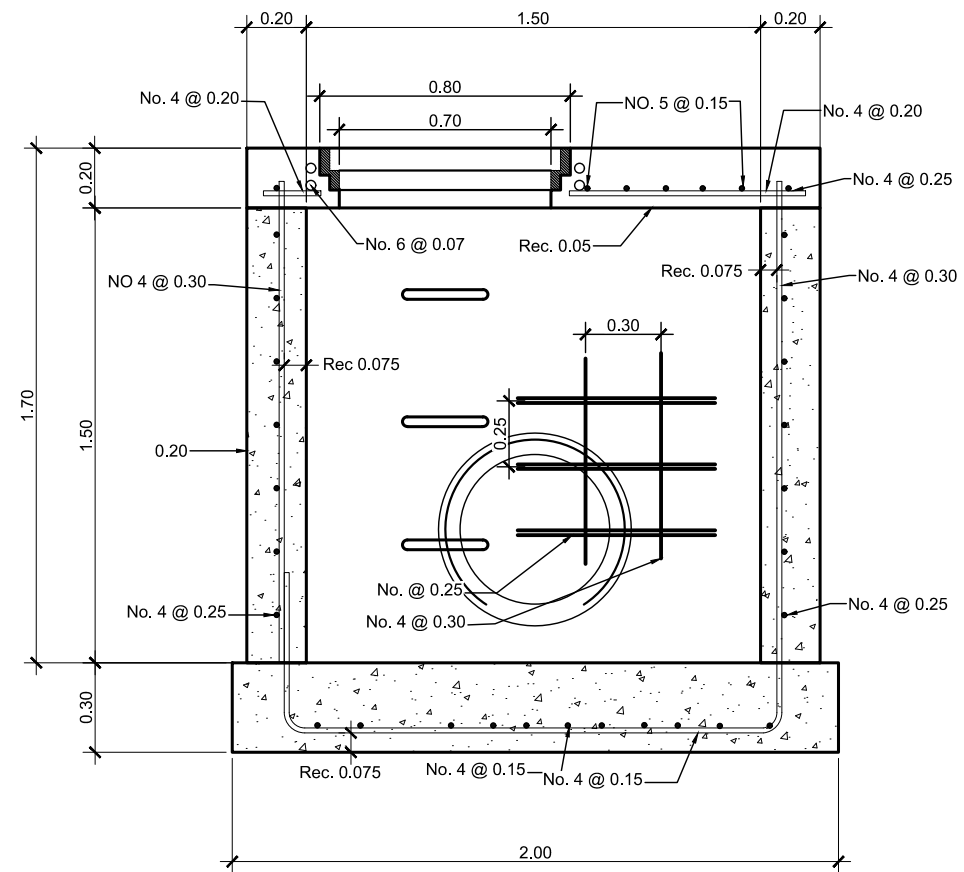
PLANTA TRAGANTE TIPO R

ESCALA: 1/25



SECCION B-B'

ESCALA: 1/25



SECCION A-A' TRAGANTE TIPO R

ESCALA: 1/25



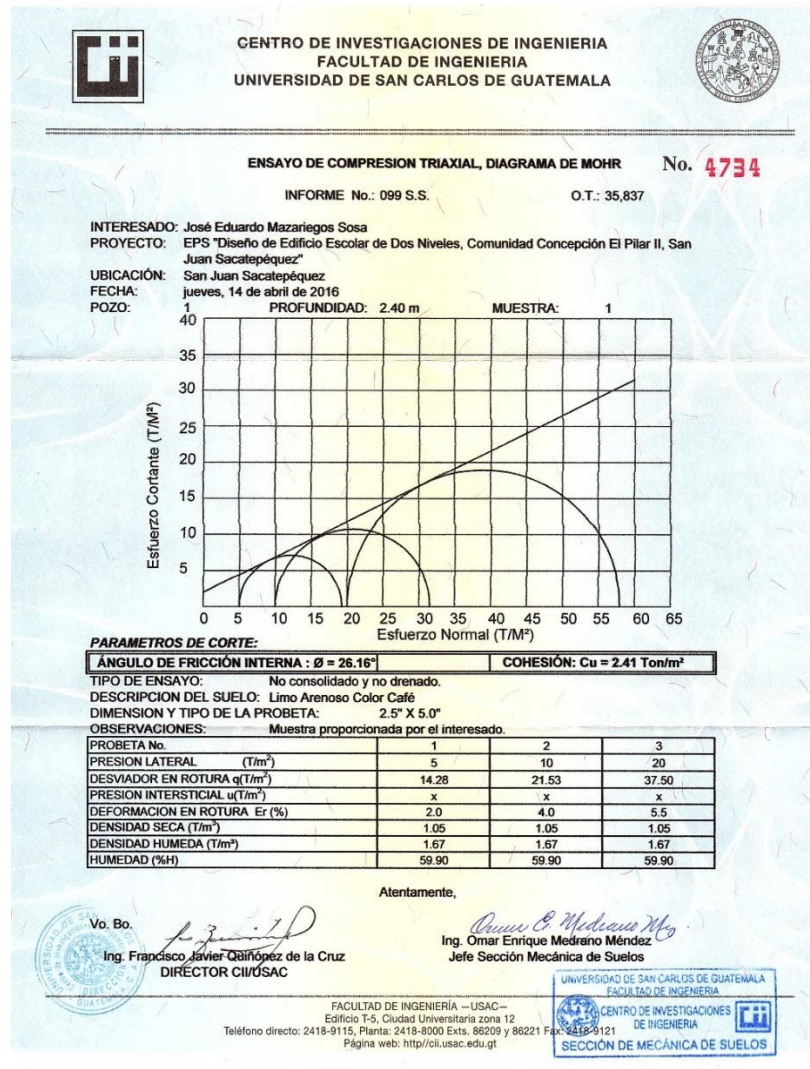
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: ALCANTARILLADO PLUVIAL	PROGRAMA: EPS USAC 2017
DETALLE DE TRAGANTES	
ESCALA: INDICADA	
FECHA: 2017	
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA
ASESORIA: DMP SAN JUAN SACATEPEQUEZ	SUPERVISOR UNIDAD DE EPS, USAC
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO: JOSE EDUARDO MAZARIEGOS SOSA	FIRMA:

ANEXO

Anexo 1. Estudio de suelos



Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería. Facultad de Ingeniería, USAC.

