



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LA CABECERA
MUNICIPAL DEL MUNICIPIO DE SANTA LUCÍA MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ**

Orlando Rogelio Osorio Montúfar

Asesorado por el Ing. Silvio José Rodríguez Serrano

Guatemala, octubre de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LA CABECERA
MUNICIPAL DEL MUNICIPIO DE SANTA LUCÍA MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÚFAR

ASESORADO POR EL ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, OCTUBRE 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

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Luis Eduardo Portillo España
EXAMINADOR	Ing. Dennis Salvador Argueta Mayorga
EXAMINADOR	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LA CABECERA MUNICIPAL DEL MUNICIPIO DE SANTA LUCÍA MILPAS ALTAS, SACATÉPEQUEZ

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha de mayo de 2021.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Orlando Rogelio Osorio Montúfar', written over a horizontal line.

Orlando Rogelio Osorio Montúfar



Guatemala, 6 de mayo de 2022
REF.EPS.DOC.218.05.2022

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

Estimado Ingeniero Argueta Hernández:

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Orlando Rogelio Osorio Montúfar**, CUI 3001 61662 0101 y **Registro Académico 201603165** de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LA CABECERA MUNICIPAL DEL MUNICIPIO DE SANTA LUCÍA MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ.**

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería

c.c. Archivo
SJRS/ra

Universidad de San Carlos de
Guatemala



Facultad de Ingeniería
Unidad de EPS

Guatemala, REF.EPS.D.183.05.2022
31 de mayo de 2022

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 DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LA CABECERA MUNICIPAL DEL MUNICIPIO DE SANTA LUCÍA MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Orlando Rogelio Osorio Montúfar, CUI 3001 61662 0101 y Registro Académico 201603165**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

Unidad de San Carlos de Guatemala
DIRECCIÓN
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS

OAH/ra

Guatemala, 11 mayo de 2022

Ingeniero
Pedro Antonio Aguilar Polanco
Coordinador del Departamento de Hidráulica

Ingeniero: Aguilar

Le informo que a través, Escuela de Ingeniería Civil, Departamento de Hidráulica, se ha revisado el Informe Final de EPS **“DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LA CABECERA MUNICIPAL DEL MUNICIPIO DE SANTA LUCÍA MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ”**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil, **Orlando Rogelio Osorio Montúfar**, Registro Académico: **201603165**, quien contó con la asesoría del **Ing. Silvio José Rodríguez Serrano**.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS



Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa
Revisor del Departamento de Hidráulica

Guatemala, 11 mayo de 2022

Ingeniero
Armando Fuentes Roca
Director Escuela de Ingeniería Civil


Ingeniero Fuentes

Le informo que a través, Escuela de Ingeniería Civil, Departamento de Hidráulica, se ha revisado el Informe Final de EPS **“DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LA CABECERA MUNICIPAL DEL MUNICIPIO DE SANTA LUCÍA MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ”**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil, **Orlando Rogelio Osorio Montúfar**, Registro Académico: **201603165**, quien contó con la asesoría del **Ing. Silvio José Rodríguez Serrano**.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS



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



Guatemala, 02 de julio del 2022

Ingeniero
Oscar Argueta Hernández
Director de EPS

Ingeniero Argueta

Le informo que La Escuela de Ingeniería Civil a través del Departamento de Hidráulica, se ha revisado el Informe Final de EPS **“DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LA CABECERA MUNICIPAL DEL MUNICIPIO DE SANTA LUCÍA MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ”**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil, Orlando Rogelio Osorio Montufar, Registro Académico: 201603165, quien contó con la asesoría del Ing. Silvio José Rodríguez Serrano. Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la comunidad del área y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, le saludo muy atentamente.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Armando Fuentes Roca
Director Escuela Ingeniería Civil





Mrrm/ julio 2022



LNG.DECANATO.OI.699.2022

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 DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LA CABECERA MUNICIPAL DEL MUNICIPIO DE SANTA LUCÍA MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ**, presentado por: **Orlando Rogelio Osorio Montúfar**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada

Decana

Guatemala, octubre de 2022

AACE/gaoc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Por darme el don de la vida y sabiduría que me permite culminar una de mis metas y poder seguir con el propósito que tiene para mí en esta vida.

Mis padres

Rogelio Osorio y Carmelina Montúfar, por su esfuerzo y dedicación como padres que me permitieron dedicarme completamente a mis estudios, por su cariño, apoyo, paciencia y consejos que me enseñaron que todo esfuerzo por pequeño o grande que sea tiene su recompensa.

Mi hermano

Sidney Osorio, por sus consejos, cariño y apoyo que me ha mostrado el esfuerzo y dedicación que se necesita para ser un profesional y mi modelo para seguir.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser la casa de estudios en la cual me permitió estudiar una carrera profesional.
Facultad de Ingeniería	Por ser la fuente de conocimiento en la carrera de ingeniería civil que me ayudará a lo largo de mi vida profesional.
Municipalidad de Santa Lucía Milpas Altas	Por darme la oportunidad de llevar a cabo mi Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) en su municipio.
Ing. Silvio Rodríguez	Por su asesoría a lo largo de este tiempo desarrollando mi EPS.
Mis amigos	Glenda Borrayo, Julio Reyes, Jorge Baldizón, Anna García, Edwin de León, Ashley Guzmán, Rodrigo Merck, y a mis demás amigos, por ser una compañía a lo largo de mi estadía en la facultad y en mi vida desde entonces, sino también haber compartido su conocimiento que me ayudará a crecer como profesional.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XIII
RESUMEN	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN.....	XXI
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Monografía del municipio de Santa Lucía Milpas Altas, Sacatepéquez.....	1
1.1.1. Reseña histórica	1
1.1.2. Cultura e identidad.....	2
1.1.3. Costumbres y tradiciones	3
1.1.4. Feria titular	3
1.1.5. Ubicación y localización.....	3
1.1.6. Extensión territorial	4
1.1.7. Clima	4
1.1.8. Aspectos socioeconómicos	5
1.1.8.1. Población.....	5
1.1.9. Servicios existentes	8
1.1.9.1. Salud.....	8
1.1.9.2. Educación	8
1.1.9.3. Agua potable	8
1.1.9.4. Drenaje sanitario y pluvial	9
1.1.9.5. Energía eléctrica.....	10

1.1.10.	Vías de acceso	11
1.1.11.	Orografía.....	12
1.1.12.	Hidrografía	12
1.2.	Investigación diagnóstica sobre las necesidades de infraestructura del municipio de Santa Lucía Milpas Altas.....	12
1.2.1.	Descripción de las necesidades	12
1.2.2.	Priorización de la necesidad.....	14
2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	15
2.1.	Diseño del sistema de alcantarillado pluvial de la cabecera municipal del municipio de Santa Lucía Milpas Altas, Sacatepéquez.....	15
2.1.1.	Descripción del proyecto	15
2.1.2.	Normas de diseño de alcantarillado pluvial.....	15
2.1.3.	Estudio de topografía.....	17
2.1.4.	Levantamiento topográfico	17
2.1.4.1.	Planimetría	18
2.1.4.2.	Altimetría	18
2.1.4.3.	Taquimetría	18
2.1.5.	Sistemas de alcantarillado.....	22
2.1.6.	Componentes del sistema de alcantarillado pluvial.....	23
2.1.6.1.	Estructuras de captación.....	23
2.1.6.1.1.	Tipos de tragantes	24
2.1.6.2.	Estructuras de conducción.....	30
2.1.6.3.	Estructuras de conexión y mantenimiento.....	33
2.1.6.4.	Estructuras de descarga	39
2.1.6.5.	Estructuras complementarias.....	39

2.1.6.6.	Descarga final.....	42
2.1.7.	Especificaciones de diseño para alcantarillado pluvial.....	42
2.1.7.1.	Periodo de diseño.....	42
2.1.7.2.	Diámetro mínimo	43
2.1.7.3.	Velocidades mínimas y máximas	43
2.1.7.4.	Profundidad de tubería	45
2.1.7.5.	Pozos de visita	46
2.1.7.6.	Cotas invert	47
2.1.7.7.	Tragantes	48
2.1.7.8.	Punto de desfogue	49
2.1.8.	Métodos para el diseño de drenaje pluvial.....	49
2.1.8.1.	Método del hidrograma unitario.....	50
2.1.8.2.	Método racional.....	53
2.1.9.	Determinación del caudal pluvial.....	56
2.1.9.1.	Área tributaria.....	56
2.1.9.2.	Tiempo de concentración	57
2.1.9.3.	Coefficiente de escorrentía	58
2.1.9.4.	Intensidad de lluvia.....	60
2.1.9.5.	Periodo de retorno.....	64
2.1.10.	Relaciones hidráulicas.....	65
2.1.11.	Resumen de los parámetros para el diseño del alcantarillado pluvial	67
2.1.12.	Ejemplo de cálculo de drenaje pluvial	67
2.1.12.1.	Tramo inicial:	67
2.1.12.2.	Tramo de continuidad:.....	71
2.1.13.	Diseño de tragantes.....	75
2.1.13.1.	Consideraciones de diseño	76
2.1.13.2.	Diseño hidráulico	80

2.1.13.3.	Ejemplo de diseño de tragantes.....	84
2.1.14.	Diseño de pozo de absorción	89
2.1.14.1.	Ejemplo de diseño de pozo de absorción:.....	90
2.1.15.	Diseño de canal escalonado	93
2.1.15.1.	Tipos de régimen en canales escalonados	94
2.1.15.2.	Umbrales para el desarrollo de los diferentes regímenes de flujo.....	99
2.1.15.3.	Metodología de diseño hidráulico	101
2.1.15.4.	Ejemplo de diseño de canal escalonado: El diseño del canal escalonado se realizara para el tramo PV 64 al punto de desfogue 2.	107
2.1.16.	Evaluación inicial de impacto ambiental.....	112
2.1.17.	Planos	113
2.1.18.	Presupuesto.....	113
2.1.19.	Cronograma	114
2.1.20.	Evaluación socioeconómica	114
2.1.21.	Valor presente neto (VPN)	115
2.1.22.	Tasa interna de retorno	115
CONCLUSIONES.....		117
RECOMENDACIONES		119
BIBLIOGRAFÍA.....		121
APÉNDICES		123
ANEXO		173

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Localización del proyecto	17
2.	Escenario 1: Cenit menor a 90 °	20
3.	Escenario 2: Cenit mayor a 90 °	21
4.	Tragante de ventana o lateral con y sin depresión	24
5.	Tragante de rejilla en cuneta	25
6.	Tragante mixto o combinado	26
7.	Tragante transversal o de calzada	27
8.	Tragante de rejilla con sello hidráulico	28
9.	Tragante de rejilla sin sello hidráulico	29
10.	Tragante con desarenador	30
11.	Sección transversal de conductos cerrados.....	32
12.	Sección transversal de conductos abiertos	32
13.	Pozo de visita común.....	34
14.	Pozo tipo caja	35
15.	Pozo caja de unión tipo 1 y 2.....	36
16.	Pozo caja de deflexión.....	37
17.	Pozo con caída adosada	38
18.	Pozo de visita con bandejas disipadoras	41
19.	Abaco para el cálculo del caudal y velocidad.....	44
20.	Tiempo de concentración en un hidrograma, precipitación efectiva (P_e) vs., tiempo (t)	51
21.	Ordenadas proporcionales del hidrograma, caudal efectivo (Q_e) vs., tiempo (t).....	52

22.	Superposición de hidrogramas, escurrimiento (e) vs., tiempo (t)	53
23.	Representación gráfica del método racional, caudal efectivo (Q_e) vs., tiempo (t)	55
24.	Mapa de isoyetas promedio anual.....	63
25.	Ubicación recomendada para tragantes	77
26.	Cuneta de seccion tringular	80
27.	Tragante de rejilla en piso	82
28.	Geometría de un canal escalonado.....	93
29.	Comportamiento de flujos rasantes.....	94
30.	Identificación de la región cuasi uniforme y no uniforme	95
31.	Tipos de flujos rasantes.....	96
32.	Flujo saltante con resalto totalmente desarrollado.....	97
33.	Flujo saltante con resalto hidráulico parcialmente desarrollado	98
34.	Flujo saltante sin resalto hidráulico	99
35.	Umbral para la formación del flujo rasante tipo A y B	101

TABLAS

I.	Distribución poblacional del año 2018 del municipio de Santa Lucía Milpas Altas	6
II.	Distribución poblacional para el año 2050 del municipio de Santa Lucía Milpas Altas.....	7
III.	Fuente de agua para consumo municipio de Santa Lucía Milpas Altas	9
IV.	Tipo de servicio sanitario municipio de Santa Lucía Milpas Altas	10
V.	Tipo de alumbrado municipio de Santa Lucía Milpas Altas	11
VI.	Características físicas de las tuberías tipo NOVAFORT.....	16
VII.	Profundidades mínimas de colocación de tuberías principales	45
VIII.	Diámetro mínimo de los pozos de visita.....	46

IX.	Tiempos iniciales de concentración.....	57
X.	Impermeabilidad relativa.....	59
XI.	Estaciones climáticas con registro pluviográfico diario	60
XII.	Parámetros de curvas IDF, según el modelo propuesto por Sherman	62
XIII.	Tiempo de retorno para estructuras de control de agua	64
XIV.	Relaciones hidráulicas.....	65
XV.	Uso de tragante según pendiente longitudinal.....	79
XVI.	Coeficientes de seguridad para tragantes.....	84
XVII.	Coeficiente de permeabilidad	90

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
H_{muro}	Altura de muros del canal escalonado.
h	Altura del equipo topográfico.
y_{90}	Altura donde la concentración de aire está al 90 %.
H_t	Altura total del canal escalonado.
W	Ancho horizontal del tragante de rejilla.
w_o	Ancho máximo del espejo de agua.
Θ	Ángulo de inclinación del canal escalonado.
β	Ángulo vertical o cenit.
A	Área.
A_{SL}	Área a sección llena.
q_w	Caudal unitario.
Q	Caudal a sección llena.
Q_d	Caudal de diseño.
Q_a	Caudal de arrastre.
Q_b	Caudal no interceptado por el tragante.
Q_e	Caudal efectivo.
Q_i	Caudal interceptado por el tragante.
Q_o	Caudal máximo en la cuneta.
C	Coefficiente de escorrentía.
K	Coefficiente de impermeabilidad.
n	Coefficiente de rugosidad.
C_{ma}	Concentración media de aire.
K_t	Constante taquimétrica.

CIE	<i>Cota invert</i> de entrada.
CIS	<i>Cota invert</i> de salida.
DH	Distancia horizontal.
DH tub	Distancia horizontal de la tubería.
DV	Distancia vertical.
d_e	Duración en exceso.
E	Eficiencia de entrada del tragante.
E_{res}	Energía residual al pie del canal.
T	Espejo de agua.
f	Factor de fricción de Darcy Weisbach.
i	Gradiente hidráulico.
Grad	Grados.
°C	Grados centígrados.
I	Intensidad de lluvia.
Z	Inverso de la pendiente transversal.
km²	Kilómetros cuadrados.
km/h	Kilómetro por hora.
Le	Longitud efectiva del tragante.
L	Longitud requerida para el tragante de rejilla.
L_t	Longitud requerida para el tragante de ventana.
m/s	Metros por segundo.
mm	Milímetros.
F	Número de Froude.
S tub%	Pendiente de la tubería.
S%	Pendiente del terreno.
S	Pendiente longitudinal.
S_e	Pendiente transversal equivalente.
Tr	Periodo de retorno.
PEAD	Polietileno de alta densidad.

PVC	Policloruro de vinilo.
%	Porcentaje.
P_e	Precipitación efectiva.
d_b	Profundidad al borde de la contrahuella.
y_c	Profundidad crítica.
d_w	Profundidad media del flujo.
a/A	Relación de áreas.
q/Q	Relación de caudal.
d/D	Relación de diámetros.
v/V	Relación de velocidades.
E_o	Tasa de flujo en tragante.
t	Tiempo.
t_b	Tiempo base.
t_c	Tiempo de concentración.
y_o	Tirante máximo al borde de la acera.
V	Velocidad a sección llena.
v	Velocidad de diseño.

GLOSARIO

AASHTO	American Association of State Highway and Transportations Officials.
Alcantarillado	Sistema compuesto por una red de tuberías, pozos de visitas y obras complementarias para transportar las aguas residuales o pluviales a una zona de tratamiento o desfogue.
ASTM	American Society for Testing and Materials.
Canal escalonado	Estructura que tiene como función ser un disipador de energía a través de su forma conformada por escalones.
Coefficiente de escorrentía	Valor adimensional que indica la impermeabilidad de la zona.
Cota invert	Profundidad a nivel del suelo hasta la parte inferior de la tubería de salida o entrada del pozo de visita.
Cuneta	Canal utilizado para recibir y transportar las aguas pluviales a un lugar donde no provoque daños.
EMPAGUA	Empresa Municipal de Agua.

Escorrentía	Corriente de agua de lluvia que se transporta sobre la superficie terrestre.
Flujo subcrítico	Flujo caracterizado por tener profundidades altas y velocidades bajas.
Flujo supercrítico	Flujo caracterizado por tener profundidades bajas y altas velocidades.
INFOM	Instituto de Fomento Municipal.
Periodo de diseño	Tiempo en el cual se espera que una estructura desempeñe su función de manera eficiente.
Periodo de retorno	Tiempo en que se espera que ocurra un evento extremo.
Pozo de absorción	Estructura de mampostería o concreto con la función de almacenar e infiltrar el volumen de agua que llega a recibir.
Pozo de visita	Estructura de mampostería o concreto utilizada como cámara de inspección y cambio de dirección para la tubería.
Presupuesto	Calculo de los gastos estimados que se pretenden realizar para la ejecución de una obra o proyecto.

Resalto hidráulico	Fenómeno que se genera cuando una corriente con una profundidad baja y rápida cambia a una corriente con profundidad alta y lenta.
Tiempo de concentración	Es el tiempo en que tarda una gota de lluvia en llegar desde el punto más alejado de la cuenca hacia el colector.
Tirante	Altura de las aguas residuales o pluviales dentro del colector.
Topografía	Ciencia encargada de determinar posiciones relativas situados encima de la superficie terrestre.
Tragante	Estructura de mampostería o concreto destinada a la recolección de las aguas pluviales de escorrentía.

RESUMEN

El presente informe especifica el diseño de un sistema de alcantarillado pluvial para la cabecera municipal de Santa Lucía Milpas Altas. Dicho proyecto tiene como finalidad mejorar el desarrollo, calidad de vida y medio ambiente de la zona antes mencionada, a través de un diagnóstico y testimonio de ciertos habitantes de la zona.

Presentando información básica, como el planteamiento del problema en la cabecera municipal de Santa Lucía Milpas Altas y justificando la planificación del proyecto mencionado anteriormente.

El documento contiene un plan de trabajo que se divide en dos fases: la fase de investigación y fase de servicio técnico profesional. Así también contiene una descripción de los recursos necesarios para poder llevar a cabo el diseño del proyecto. Se detalla el tiempo de elaboración del proyecto por medio de un cronograma y los costos que genera el diseño de este a través de un presupuesto detallado.

De tal manera este documento tendrá la descripción de la propuesta técnica para la elaboración del proyecto, así también, el mismo deberá cumplir con los parámetros y requerimientos de diseño, los cuales estarán basados en los códigos y normas de diseño y construcción, con el fin de brindar soluciones técnicas, eficientes y económicas a la problemática y mejorar las condiciones de los habitantes.

OBJETIVOS

General

Diseño del sistema de alcantarillado pluvial para la cabecera municipal del municipio de Santa Lucía Milpas Altas, Sacatepéquez.

Específicos

1. Realizar un diagnóstico sobre las necesidades de servicio e infraestructura en el lugar.
2. Aplicar los conocimientos topográficos, hidráulicos, hidrológicos y de ingeniería sanitaria para el diseño, considerando las normas de diseño de alcantarillados establecido por el Instituto de Fomento Municipal (INFOM) y la Empresa Municipal de Agua (EMPAGUA).
3. Definir el presupuesto correspondiente al sistema de alcantarillado pluvial propuesto por la cabecera municipal.
4. Realizar los planos técnicos con las especificaciones correspondientes al sistema de alcantarillado pluvial para su construcción.

INTRODUCCIÓN

Santa Lucía Milpas Altas es un municipio del departamento de Sacatepéquez el cuál se encuentra ubicado en la región V o central de Guatemala y en las coordenadas geográficas en latitud $14^{\circ} 34' 33,60''$ N y longitud $90^{\circ} 40' 42,64''$ O, a una altura que oscila entre 1 970 metros sobre el nivel del mar.

En la actualidad se ha presentado un crecimiento en la densidad poblacional, lo cual hace que la demanda de servicios básicos sea alta. El municipio de Santa Lucía Milpas Altas se divide en 4 zonas, las cuales son: zona 1 (aldea La Libertad), zona 2 (aldea Santo Tomás Milpas Altas), zona 3 (aldea Santa Rosa) y zona 4 (aldea El Triunfo).

En la zona 1 o cabecera municipal del municipio de Santa Lucía Milpas Altas se encuentra ubicada en las coordenadas geográficas en latitud $14^{\circ} 34' 33,22''$ N y longitud $90^{\circ} 40' 38,77''$ O, a una altura que oscila entre 1 971 metros sobre el nivel del mar. Cuenta con una escuela mixta, un colegio, una sede de la Universidad Rural, la municipalidad central y un polideportivo.

Uno de los servicios principales es el servicio de alcantarillado, el cual, en la cabecera municipal se tiene un alcantarillado combinado, que recolecta las aguas residuales de las viviendas y en ciertos puntos de la zona las aguas pluviales. El uso de este sistema combinado ha generado un problema debido a la poca capacidad que actualmente tiene este sistema para transportar conjuntamente las aguas residuales y pluviales.

En este documento se presentará una breve descripción del lugar, la descripción del proyecto a llevarse a cabo en el lugar, así como todas las especificaciones y normas utilizadas para el diseño del proyecto.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía del municipio de Santa Lucía Milpas Altas, Sacatepéquez

A continuación, se presentará varios aspectos del municipio que serán de relevancia para su análisis, con respecto a la evaluación de necesidades de la población. Santa Lucía Milpas Altas, es uno de los 16 municipios que conforman el departamento de Sacatepéquez de la región suroccidente de la República de Guatemala.

1.1.1. Reseña histórica

El poblado fue establecido en el año de 1824, con el nombre de Santa Lucía Milpas Altas, en honor a Santa Lucía de Siracusa. El municipio adoptó el nombre de Milpas Altas porque el área que ocupa, así se conocía desde que pertenecía a la capilla de Santa Cruz, que tenía a su cargo los frailes dominicos desde el siglo XVI¹.

En 1825, el Estado de Guatemala estableció circuitos y distritos para la impartición de justicia por medio de juicios de jurados, Santa Lucía fue adjudicado al circuito de la Antigua en el distrito no. 8 (Sacatepéquez), en el cual también incluía a la Antigua Guatemala, San Cristóbal Alto, San Miguel Milpas Altas, Santa Ana, Magdalena, San Juan Cascón, San Mateo, Santiago, Santo Tomás, Embaulada, San Bartolomé, San Lucas, Pastores, Cauque, Jocotenango, San Felipe, Ciudad Vieja, San Pedro Las Huertas, Alotenango,

¹ Municipalidad Santa Lucía Milpas Altas. *Santa Lucía Milpas Altas*. p. 1 - 2.

San Lorenzo, San Antonio, Dueñas, Zamora, Urías, Santa Catalina, San Andrés y San Bartolomé Aguas Calientes, Santa María y San Juan del Obispo.² En 1950 se hablaba cakchiquel en San Mateo Milpas Altas, el cual se anexo al municipio de la Antigua Guatemala.

En Santo Tomás Milpas Altas, se cree que los primeros habitantes procedían de los municipios de Magdalena Milpas Altas, Villa Nueva, Amatitlán y en menor escala de otros lugares del interior de la república. No se encuentran rasgos de algún grupo étnico, no se habla idioma maya, ni se viste de traje típico, por algún tiempo Santo Tomás Milpas Altas era la cabecera municipal, pero por razones políticas se convierte en aldea y Santa Lucía Milpas Altas pasa a ser la cabecera municipal.³

La aldea La Libertad, ubicada al noroeste del municipio, tiene una extensión territorial de 4 kilómetros cuadrados de terrenos inclinados. Para el año de 1944, el presidente Jorge Ubico, la adjunta al municipio de Santa Lucía Milpas Altas. Los primeros habitantes de esta aldea fueron personas que procedían del departamento de Chimaltenango, poco a poco se fue poblando con otros emigrantes que venían de varios lugares del interior de la república.⁴

1.1.2. Cultura e identidad

La cultura e identidad de Santa Lucía Milpas Altas pertenece originalmente a la etnia de los cakchiqueles, sin embargo, esta se ha ido perdiendo debido a que actualmente el 92 % de los pobladores es no indígena. Se considera que hasta los años 50, del siglo XX se hablaba *cakchiquel*.

² Municipalidad Santa Lucía Milpas Altas. *Santa Lucía Milpas Altas*. p. 2.

³ *Ibíd.*

⁴ *Ibíd.*

1.1.3. Costumbres y tradiciones

El mayor porcentaje de la población profesa la religión católica, sin embargo, también se hace presente la religión evangélica en varios lugares poblados del municipio, siendo esta en menor cantidad a la católica. No existe un traje típico.

1.1.4. Feria titular

Santa Lucía Milpas celebra dos fechas importantes, la primera: la fiesta titular de Santa Lucía Milpas Altas, es del 10 al 15 de diciembre, en honor a la Virgen Santa Lucía, y la segunda fecha: la fiesta titular para Santo Tomás Milpas Altas, es celebrada del 16 al 22 de diciembre en honor a Santo Tomás Apóstol⁵.

Otras celebraciones: en la aldea La Libertad, se realiza la celebración del 15 de agosto en honor a la Virgen de la Asunción, en el parcelamiento Santa Rosa el 28 de agosto en honor a Santa Rosa Lima. La celebración en Santa Lucía y Santa Tomás, años tras año, es el día del Corpus Cristi, el cual se reviste de gran trascendencia dentro de los habitantes, aquí se participa en eventos religiosos, culturales y deportivos⁶.

1.1.5. Ubicación y localización

- Ubicación geográfica:
 - Latitud: 14 ° 34 ' 35 ".

⁵ Municipalidad Santa Lucía Milpas Altas. *Santa Lucía Milpas Altas*. p. 2

⁶ *Ibíd.*

- Longitud: 90 ° 40 ' 40 ''.
- Localización: Santa Lucía Milpas Altas se encuentra localizada en la región V o central de Guatemala y ubicado en el departamento de Sacatepéquez, a una altura que oscila entre los 1 970 metros sobre el nivel del mar. La distancia de la cabecera departamental a Antigua Guatemala, es de 8 kilómetros y de la ciudad capital a 35 kilómetros.
- Límites y colindancias:
 - Norte: San Lucas Sacatepéquez y San Bartolomé Milpas Altas, municipios del departamento de Sacatepéquez.
 - Sur: Magdalena Milpas Altas y Antigua Guatemala, municipios del departamento de Sacatepéquez.
 - Este: Villa Nueva, municipio del departamento de Guatemala.
 - Oeste: San Bartolomé Milpas Altas y Antigua Guatemala, municipios del departamento de Sacatepéquez.

1.1.6. Extensión territorial

El municipio de Santa Lucía Milpas Altas tiene una extensión territorial de 19 kilómetros cuadrados, parte de su extensión territorial forma parte de las cuencas del río Achíguate y del río María Linda.

1.1.7. Clima

Debido a la inexistencia de una estación meteorológica en el municipio de Santa Lucía Milpas Altas, se utilizaron los datos proporcionados por INSIVUMEH de la estación meteorológica Suiza Contenta, al ser la más

cercana a la zona en análisis, ubicada en el municipio de San Lucas, Sacatepéquez, mostrando los siguientes datos del año 2020⁷:

- Temperatura máxima promedio anual: 23,23 °C
- Temperatura mínima promedio anual: 7,82 °C
- Temperatura media anual: 17,40 °C
- Lluvia media anual: 1 171,50 mm
- Nubosidad media anual: 5,82 octas
- Dirección de viento predominante anual: 269,02 grad
- Velocidad de viento media anual: 1,39 km/h
- Humedad relativa media anual: 75,55 %

1.1.8. Aspectos socioeconómicos

Los aspectos socioeconómicos son una medida de situación social que caracteriza al municipio en cuestión, en este caso, Santa Lucía Milpas Altas, los cuales se detallan a continuación.

1.1.8.1. Población

La población del municipio de Santa Lucía Milpas Altas es de 15 570 habitantes, con razón de crecimiento poblacional de 2,50 %. Con base a los datos del XII Censo Nacional de Población y VII de Vivienda 2018. La información detallada en el siguiente cuadro es, la población clasificada por género, grupos de edad y área, tanto la población del 2018 como la proyectada para el año 2050:

⁷ JUAREZ OSOY, Brenda Zuleima. *Datos de la estación Montufar*. [Correo electrónico]. Consultado: agosto de 2021.

Tabla I. **Distribución poblacional del año 2018 del municipio de Santa Lucía Milpas Altas**

MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCÍA MILPAS ALTAS		
POBLACION POR GÉNERO		
Año	Género	Población
2018	Masculino	7 586
2018	Femenino	7 984
POBLACION POR GRUPOS DE EDAD		
Año	Grupo de Edad	Población
2018	0 - 4	1 347
2018	5 – 9	1 435
2018	10 – 14	1 548
2018	15 – 19	1 708
2018	20 – 24	1 588
2018	25 – 29	1 454
2018	30 – 34	1 272
2018	35 – 39	1 211
2018	40 – 44	1 000
2018	45 – 49	721
2018	50 – 54	596
2018	55 – 59	510
2018	60 – 64	369
2018	64 – 69	311
2018	70 – 74	219
2018	74 – 79	129
2018	80 – 84	76
2018	85 – 89	59
2018	90 – 94	12
2018	95 – 99	3
2018	100 o mas	2
POBLACION POR ÁREA		
Año	Área	Población
2018	Urbana	12 234
2018	Rural	3 336

Fuente: INE. *XII Censo Nacional de Población y VII de Vivienda 2018*.

<http://redatam.censopoblacion.gt/bingtm/RpWebEngine.exe/Portal?BASE=CPVGT2018&lang=es>. Consultado el 7 de agosto de 2021.

Tabla II. **Distribución poblacional para el año 2050 del municipio de Santa Lucía Milpas Altas**

MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCÍA MILPAS ALTAS		
POBLACION POR GÉNERO		
Año	Género	Población
2050	Masculino	16 718
2050	Femenino	17 595
POBLACION POR GRUPOS DE EDAD		
2050	0 - 4	2 969
2050	5 – 9	3 163
2050	10 – 14	3 412
2050	15 – 19	3 764
2050	20 – 24	3 500
2050	25 – 29	3 205
2050	30 – 34	2 803
2050	35 – 39	2 669
2050	40 – 44	2 204
2050	45 – 49	1 589
2050	50 – 54	1 313
2050	55 – 59	1 124
2050	60 – 64	813
2050	64 – 69	685
2050	70 – 74	483
2050	74 – 79	284
2050	80 – 84	167
2050	85 – 89	130
2050	90 – 94	26
2050	95 – 99	7
2050	100 o mas	4
POBLACION POR ÁREA		
Año	Área	Población
2050	Urbana	26 961
2050	Rural	7 352

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

1.1.9. Servicios existentes

En el municipio de Santa Lucía Milpas Altas, los servicios básicos abarcan un aproximado del 70 % de la población, siendo pocas las zonas con necesidades básicas.

1.1.9.1. Salud

En la actualidad el municipio de Santa Lucía Milpas Altas existe dos centros de salud, clínicas privadas, servicio de transporte para emergencias y jornadas médicas para brindar asistencia a la población.

1.1.9.2. Educación

Existen centros educativos tanto públicos como privados en el municipio dentro del casco urbano, Santo Tomás, aldea La Libertad, aldea Santa Rosa. Colegios a nivel preprimario, primario, secundario, institutos de educación de nivel medio y nivel universitario.

También se cuenta con una biblioteca dentro del casco urbano, donde se imparten cursos de música para jóvenes y a la población en general.

1.1.9.3. Agua potable

La municipalidad maneja un registro global de las personas que pagan una cuota mensual por el servicio de agua potable entubada, así también hay personas que tienen como fuente de consumo los pozos artesanales en sus propiedades o por conexión ilícita a la red principal.

Las tarifas son: tasa de concesión: Q 1 505,00 incluyendo conexión, tasa de reconexión Q 150,00 y canon mensual Q 15,00.

Con los datos recabados del XII Censo Nacional de Población y VII de Vivienda 2018, se cuenta con una clasificación de la fuente de consumo de agua potable del municipio de Santa Lucía Milpas Altas, la cual se muestra a continuación:

Tabla III. **Fuente de agua para consumo municipio de Santa Lucía Milpas Altas**

Fuente de agua para consumo	Casos	Porcentaje (%)	Porcentaje acumulado (%)
Tubería red dentro de vivienda	2 967	76,81 %	76,81 %
Tubería red fuera de vivienda, pero en el terreno	525	13,59 %	90,40 %
Chorro público	24	0,62 %	91,02 %
Pozo perforado público o privado	314	8,13 %	99,15 %
Agua de lluvia	5	0,13 %	99,28 %
Río	1	0,03 %	99,30 %
Camión o tonel	8	0,21 %	99,51 %
Otro	19	0,49 %	100 %
Total	3 863	100 %	100 %

Fuente: INE. *XII Censo Nacional de Población y VII de Vivienda 2018*.

<http://redatam.censopoblacion.gt/bingtm/RpWebEngine.exe/Portal?BASE=CPVGT2018&lang=es>
 sp. Consultado el 7 de agosto de 2021.

1.1.9.4. Drenaje sanitario y pluvial

En la actualidad la población beneficiada con el servicio de drenaje municipal en Santa Lucía Milpas Altas asciende a un 75 %, el resto de la población cuenta con otros medios de disposición de excretas o pozos y fosas sépticas por el cual evacuan las aguas residuales.

Con la información del XII Censo Nacional de Población y VII de Vivienda 2018, se cuenta con una clasificación del tipo de servicio sanitario con el que cuenta la población de Santa Lucía Milpas Altas, la cual se muestra a continuación:

Tabla IV. **Tipo de servicio sanitario municipio de Santa Lucía Milpas Altas**

Tipo de servicio sanitario	Casos	Porcentaje (%)	Porcentaje Acumulado (%)
Inodoro conectado a red de drenaje	2 904	75,17 %	75,17 %
Inodoro conectado a fosa séptica	658	17,03 %	92,21 %
Excusado lavable	70	1,81 %	94,02 %
Letrina o pozo ciego	220	5,70 %	99,72 %
No tiene	11	0,28 %	100 %
Total	3 863	100 %	100 %

Fuente: INE. *XII Censo Nacional de Población y VII de Vivienda 2018*.

<http://redatam.censopoblacion.gt/bingtm/RpWebEngine.exe/Portal?BASE=CPVGT2018&lang=es>
sp. Consultado el 7 de agosto de 2021.

Cabe recalcar que solo se cuenta con el sistema de alcantarillado del tipo combinado, el cual transporta las aguas residuales como pluviales, y la infraestructura para la recolección de agua pluvial es muy limitada.

1.1.9.5. Energía eléctrica

Un 99 % de la población cuenta con servicio de energía eléctrica con base al XII Censo Nacional de Población y VII de Vivienda 2018. De igual manera las calles cuentan con alumbrado público para brindar seguridad a la población durante la noche. De manera detallada se presenta la siguiente tabla con el tipo

de alumbrado público con el que se cuenta dentro del municipio de Santa Lucía Milpas Altas.

Tabla V. **Tipo de alumbrado municipio de Santa Lucía Milpas Altas**

Tipo de alumbrado	Casos	Porcentaje (%)	Porcentaje Acumulado (%)
Red de energía eléctrica	3 843	99,48 %	99,48 %
Panel solar / eólico	2	0,05 %	99,53 %
Candela	15	0,39 %	99,92 %
Otro	3	0,08 %	100 %
Total	3 863	100 %	100 %

Fuente: INE. *XII Censo Nacional de Población y VII de Vivienda 2018.*

<http://redatam.censopoblacion.gt/bingtm/RpWebEngine.exe/Portal?BASE=CPVGT2018&lang=es>
 sp. Consultado el 7 de agosto de 2021.

1.1.10. Vías de acceso

Una de las vías de acceso hacia el municipio de Santa Lucía Milpas Altas es por la carretera Interamericana CA-1, de San Lucas Sacatepéquez al oeste es un kilómetro, al encontrarse con la ruta nacional RN-10, asfaltada, que al sur lleva a la cabecera departamental y municipal de la Antigua Guatemala.

Del citado entronque, al sur aproximadamente a cinco kilómetros, a la granja Carberts en el enlace con la carretera departamental Sacatepéquez, que al noroeste tiene un kilómetro, hacia la cabecera municipal de Santa Lucía Milpas Altas. También cuenta con caminos, roderas y veredas que unen a sus poblados y propiedades rurales entre sí y con los municipios vecinos.

1.1.11. Orografía

El municipio cuenta con 5 cerros, los cuales son: Comunal, El Triunfo, La Choza, La Libertad y Santa Rosa.

1.1.12. Hidrografía

El municipio se encuentra dentro del área de dos cuencas las cuales son: la cuenca del río Achiguate y del río María Linda.

Cuenta con los siguientes ríos: las Cañas, Saqui, San José, Chicorín, Manzano, Petate, Santa María, San Joaquín y Agua Tibia; y con los siguientes riachuelos: Chacacia y la Lira.

1.2. Investigación diagnóstica sobre las necesidades de infraestructura del municipio de Santa Lucía Milpas Altas

Evaluando las necesidades de la población en general, se llegó a la siguiente conclusión presentando el siguiente diagnóstico.

1.2.1. Descripción de las necesidades

El municipio de Santa Lucía Milpas Altas, cuenta con infraestructura básica para suplir con las necesidades de la mayoría de la población, dejando a ciertos grupos con necesidad, de las cuales la municipalidad ha ido tratando de cubrir para mejorar la calidad de vida de las personas.

Así también, existe infraestructura obsoleta y poco funcional que necesita de un nuevo diseño, que se ajuste a las necesidades actuales previniendo

también las necesidades futuras de la población, a continuación, se detalla una breve descripción de las necesidades contempladas por la municipalidad.

- Infraestructura

- Mejoramiento del sistema de agua potable: el sistema de agua potable en la aldea Santo Tomás Milpas, se encuentra obsoleto, superando el tiempo de vida útil para el cual fue diseñado, generando problemas en la presión de entrega en los hogares y escasez del vital líquido por la alta demanda, por lo que se requiere un nuevo diseño para ofrecer un servicio de agua potable eficiente.

- Alcantarillado sanitario: en ciertos sectores como la colonia el Portugués, caserío los Guzmanes y la colonia Santa Isabel no cuentan con un sistema de alcantarillado sanitario adecuado para la disposición de excretas, utilizando un sistema de pozos ciegos que contamina el suelo y con el tiempo a las mismas personas cercanas a estas estructuras. En la colonia la Joya se produjo un socavamiento que perjudicó el sistema de alcantarillado sanitario y tiene en peligro a las personas cercanas al mismo socavamiento.

En ambos casos, se necesita de un diseño de un alcantarillado sanitario, tomando en cuenta todos los factores necesarios para el adecuado funcionamiento del mismo.

- Alcantarillado pluvial: en el municipio no se cuenta con un sistema de alcantarillado pluvial, se utiliza un sistema combinado que transporta las aguas residuales y pluviales, la infraestructura para

la recolección del agua pluvial en la superficie es muy limitada lo que genera que en ciertos puntos el agua se quede estancada o que los tragantes existentes no se den abasto.

Por lo que se requiere de un diseño para un alcantarillado pluvial, con la infraestructura necesaria desde su recolección, transporte y desfogue, que permita un adecuado manejo de las aguas pluviales.

- Adoquinamiento: en ciertas zonas como lo es, la entrada a la colonia El Carmen, la colonia El Portugués, el camino de terracería es uno de los problemas que limita la entrada a estas colonias.

Por lo que se requiere de adoquín, que permita una entrada más cómoda no solo para las personas, sino que los vehículos tengan mayor probabilidad de transitar en dichas colonias y mejore el acceso y comunicación a las mismas.

1.2.2. Priorización de la necesidad

- Proyecto de alcantarillado pluvial en la cabecera municipal: debido a la falta de un sistema de alcantarillado pluvial en la zona, en las épocas de lluvia, el caudal de aguas pluviales ha sido difícil de recolectar, transportar y desfogar, además que, en ciertos puntos estas se combinan con las aguas residuales, aumentando el caudal a tratar de manera innecesaria, por lo que es necesario un sistema independiente para las aguas pluviales que permita mantener un adecuado control de calidad y manejo de las mismas.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño del sistema de alcantarillado pluvial de la cabecera municipal del municipio de Santa Lucía Milpas Altas, Sacatepéquez

En el siguiente apartado se conocerá los datos, procedimientos e información base para llevar a cabo el diseño del sistema de alcantarillado pluvial.

2.1.1. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en el diseño de un sistema de alcantarillado pluvial, el cual cuenta con 117 pozos de visita de mampostería de diferente diámetro, profundidad y tipología, de acuerdo con las diferentes tuberías interconectadas a estos pozos que garantice un adecuado funcionamiento hidráulico, 448 tragantes de diferente tipología de acuerdo a su capacidad de recolección según la pendiente del terreno, 5 722 metros aproximadamente de tubería de PVC de distintos diámetros y obras de protección para la tubería en los puntos de desfogue.

2.1.2. Normas de diseño de alcantarillado pluvial

Para el diseño del sistema de drenaje pluvial, se utilizará en conjunto las normas y especificaciones del INFOM y EMPAGUA, que establece diámetros mínimos, profundidades del pozo de visita de acuerdo con el tamaño de la tubería, velocidades mínimas y máximas, parámetros para el diseño de

tragantes, especificaciones de los materiales y requisitos estructurales, y las especificaciones para la construcción del sistema de alcantarillado.

Para la tubería se utilizará como base la norma ASTM F 949 para tubería de tipo NOVAFORT para diámetros de 4 " a 18 " y la norma AASHTO M304 para tubería de tipo NOVAFORT, con diámetros de 24 ", 30 ", 36 " y 42 ".

A continuación, se muestra la información necesaria de la tubería NOVAFORT utilizando el manual de diseño de AMANCO para la tubería ASTM F949 y de guía la norma AASHTO M304 para los diámetros internos:

Tabla VI. **Características físicas de las tuberías tipo NOVAFORT**

Norma	Tipo de tubería	Diámetro nominal		Diámetro interno		Coeficiente "n"
		mm	pulg	mm	pulg	
ASTM F949	NOVAFORT	100	4	100,45	3,95	0,009
ASTM F949	NOVAFORT	150	6	150,10	5,91	0,009
ASTM F949	NOVAFORT	200	8	200,70	7,88	0,009
ASTM F949	NOVAFORT	250	10	250,75	9,85	0,009
ASTM F949	NOVAFORT	300	12	298,00	11,72	0,009
ASTM F949	NOVAFORT	375	15	364,20	14,34	0,009
ASTM F949	NOVAFORT	450	18	447,20	17,55	0,009
AASHTO M304	NOVAFORT	600	24	594,70	23,40	0,009
AASHTO M304	NOVAFORT	750	30	746,40	29,40	0,009
AASHTO M304	NOVAFORT	910	36	898,40	35,40	0,009
AASHTO M304	NOVAFORT	1050	42	1050,90	41,40	0,009

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Figura 1. **Localización del proyecto**



Fuente: elaboración propia, Mapa satelital de Santa Lucía Milpas Altas, empleando Google Earth.

2.1.3. Estudio de topografía

Es aquel estudio indispensable en todo trabajo de ingeniería, que permita la identificación del lugar donde se va llevar a cabo el proyecto, con una exactitud necesaria para la elaboración del diseño de ingeniería y el seguimiento pertinente al momento de la ejecución del mismo.

2.1.4. Levantamiento topográfico

Para la realización de un levantamiento topográfico, se necesita del equipo adecuado acorde al tipo de trabajo que se quiere realizar, dejando constancia

de todos los datos tomados en campo en una libreta de campo, siendo acompañados de los croquis y/o mapas utilizados para la identificación de las medidas realizadas en campo, y las cuales podrán ser utilizadas como referencia futura.

2.1.4.1. Planimetría

Es el conjunto de métodos y procedimientos efectuados para tomar en campo los datos necesarios que permitan construir una proyección similar a la del terreno, que permita localizar cada uno de los puntos de interés sobre el área proyectada en un plano horizontal. Con la planimetría se consiguen las coordenadas X e Y.

2.1.4.2. Altimetría

Conjunto de trabajos necesarios para obtener la representación gráfica de la tercera dimensión del terreno, toma en cuenta las dimensiones X, Y e Z, generalmente se le llama trabajo de nivelación.

La unión de los trabajos de planimetría y altimetría proyecta en un plano toda la información requerida del terreno para determinados fines como pueden ser el diseño de carreteras, sistemas de riego, urbanizaciones, alcantarillados, diseños de arquitectura, entre otros.

2.1.4.3. Taquimetría

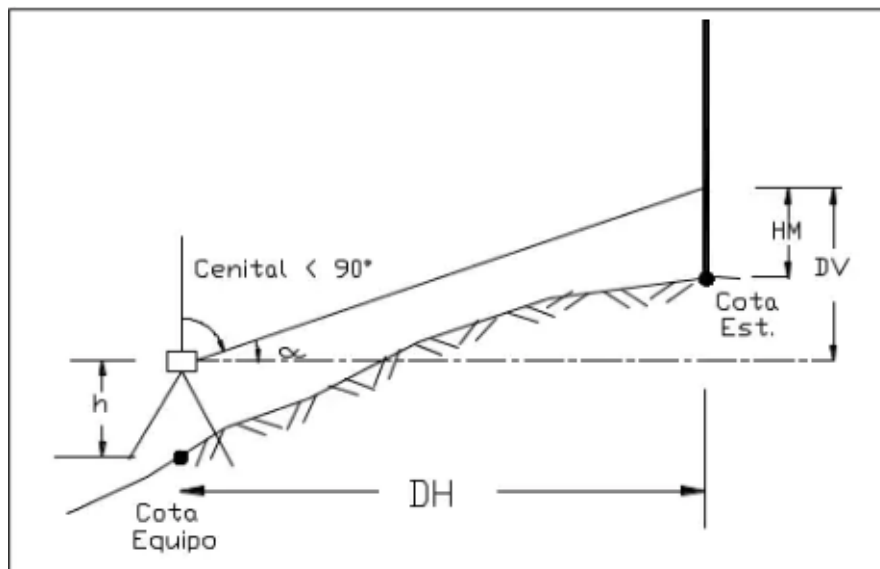
El método de taquimetría es un procedimiento rápido y sencillo, utilizado en las mediciones topográficas, el trazo de poligonales, en nivelaciones y en detalles de levantamientos planimétricos.

Consiste en la determinación indirecta de desniveles, distancias horizontales, inclinadas y verticales entre puntos, para lo cual se necesita un teodolito que tenga en su retícula hilos taquimétricos y una estadía donde se proyectara la visual del teodolito y los hilos taquimétricos del mismo. En un levantamiento taquimétrico anotamos la siguiente información del punto observado.

- Ángulo horizontal. (Az o Rb): puede ser azimutal o rumbo.
- Ángulo vertical. (β): tomar el ángulo vertical que nos proporciona el aparato electrónico, el que generalmente es el cenit, medido desde el punto más alto en el cielo con relación con el observador.
- Distancia: tenemos dos opciones en función al instrumento topográfico empleado:
 - Óptico: distancia obtenida al leer sobre un estadal o estadía, y restar sus hilos superior e inferior, multiplicando este valor por la constante taquimétrica del instrumento.
 - Electrónico: distancia obtenida al medir con un prisma.
- Altura de instrumento.
- Hilos de estadía o altura del prisma: si es una estadía, se debe tomar las lecturas del hilo superior e inferior, y chequear el hilo medio observando a través del instrumento y por un promedio aritmético. Si es un prisma se debe tomar su altura en cada punto observado, si esta cambia su altura debido a la visibilidad de este por el instrumento.
- Metodología de cálculo: para el cálculo de desniveles se manejan dos escenarios, el cual estará en función del ángulo cenital, es decir, si el ángulo cenital es menor a 90° se manejará un primer escenario, si este es mayor a 90° se manejará un segundo escenario, a continuación, se

muestra detalladamente como proceder durante el cálculo en las diferentes maneras:

Figura 2. **Escenario 1: Cenit menor a 90 °**



Fuente: Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda. *Práctica 4: Taquimetría*, p. 5.

El escenario planteado el cenit es menor a 90 °, se debe conocer:

h = altura del equipo que debe ser tomada en campo

$\alpha = 90^\circ$ - ángulo vertical.

$$HM = \text{Hilo medio} \quad Hm = \frac{Hs - Hi}{2}$$

$$DH = \text{Distancia horizontal: } DH = K \times (Hs - Hi) \times \text{Cos}(\alpha)^2.$$

Hs = Hilo superior

Hi = Hilo inferior

Kt = Constante taquimétrica = 100

$$DV = \text{Distancia vertical: } DV = K/2 \times (Hs - Hi) \times (\text{Sen } 2(\alpha))$$

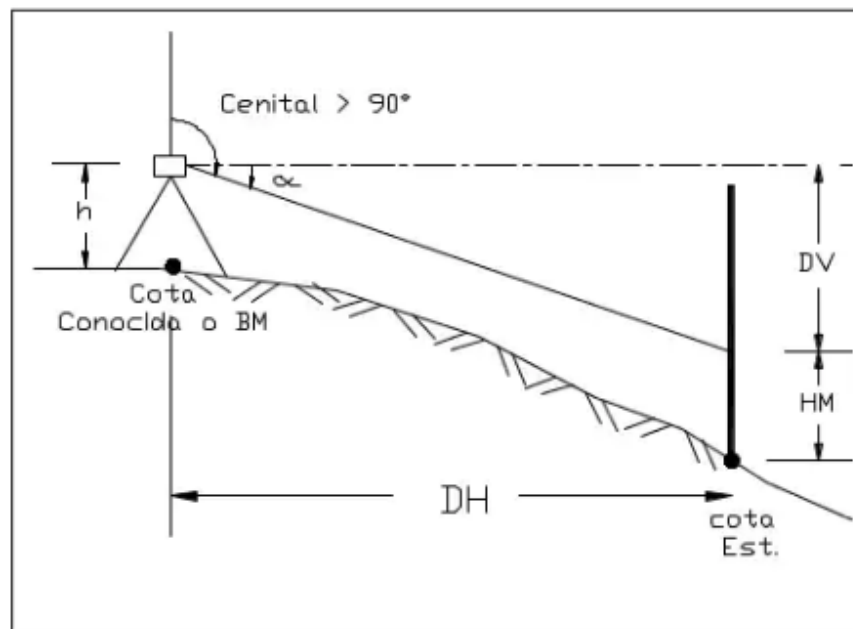
Hs = Hilo superior

Hi = Hilo inferior

Teniendo como dato el BM o cota conocida, h, Hm y habiendo calculado DV, podemos calcular la cota en el punto observado.

$$\text{Cota (BM)} = \text{Cota (BM)} - h + DV - Hm$$

Figura 3. **Escenario 2: Cenit mayor a 90°**



Fuente: Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda. *Práctica 4: Taquimetría*, p. 7.

En el segundo escenario planteado se manejan las mismas variables y cálculo para determinar la distancia horizontal (DH) y la distancia vertical (DV), solo que ahora el ángulo cenital es de depresión:

$$\alpha = \text{ángulo vertical} - 90^\circ$$

En el cálculo de la cota del punto observado, en vez de restarle “h” se le suma y a la distancia vertical “DV” en lugar de sumar se le resta:

$$\text{Cota (BM)} = \text{Cota (BM)} + h - DV - Hm$$

Para este proyecto se utilizó el método de levantamiento taquimétrico, debido a la estructuración de las calles y avenidas, obteniendo distancias y cotas de manera indirecta gracias a las fórmulas que ofrece el método, y la utilización del método de conservación de azimut con vuelta de campana para una poligonal abierta. Utilizando el siguiente equipo el cual fue proporcionado por el departamento de topografía, de la escuela de ingeniería civil:

- Un teodolito SOUTH electrónico 8A 3159/08 con precisión de $00^{\circ} 00' 10''$.
- Una estadía de cuatro metros.
- Una cinta métrica de 50 metros.
- Dos plomadas.
- Un GPS de mano.
- Un trípode.

2.1.5. Sistemas de alcantarillado

Es el conjunto de tuberías o conductos cerrados que normalmente trabajan como canales, a sección parcialmente llena, a través de los cuales se conducen las aguas residuales o pluviales.

- Sistema de alcantarillado sanitario: está formado por una sola tubería, a través del cual se conducen únicamente las aguas residuales.

- Sistema de alcantarillado pluvial: está formado por una sola tubería, a través de la cual se conducen las aguas pluviales.
- Sistema de alcantarillado combinado: está formado por una sola tubería, a través de la cual se conducen las aguas residuales y pluviales.
- Sistema de alcantarillado separativo: está formado por dos tuberías de forma que, por una tubería se conducen únicamente las aguas residuales, y en la otra tubería las aguas pluviales.

2.1.6. Componentes del sistema de alcantarillado pluvial

Los componentes principales de un alcantarillado pluvial de acuerdo con su funcionamiento son los siguientes.

2.1.6.1. Estructuras de captación

Son las estructuras encargadas de recolectar las aguas a transportar. En los sistemas de alcantarillado pluvial se utilizan tragantes, también llamados bocas de tormenta como estructuras de captación, además se implementan conexiones domiciliarias donde se recolecta y transporta la lluvia que precipita sobre los techos o jardines de las viviendas, las cuales debido a la impermeabilidad de la zona, aportan una escorrentía superficial la cual debe ser captada y transportada al sistema de alcantarillado.

En general se considera que el escurrimiento pluvial también es captado por vados, cunetas y contracunetas además de los tragantes, para ser conducidos hacia el sistema de drenaje pluvial.

2.1.6.1.1. Tipos de tragantes

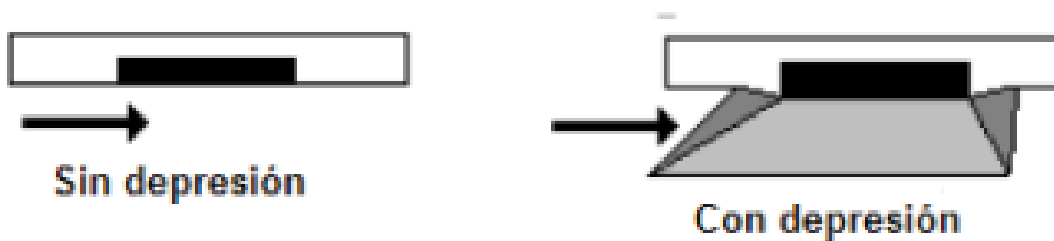
Los tragantes conformados por la captación en la superficie de la calle y la caja de recolección ubicada debajo de ella, se clasifica en los siguientes tipos.

- Tragante de lateral o ventana: estructura que consiste en una abertura en la acera a manera de ventana lateral, que permite la captación de agua que fluye por la cuneta. La ventana puede estar deprimida con respecto a la cuneta, lo cual permita una mayor captación de escurrimiento.

Su eficiencia hidráulica disminuye si no existe depresión en la cuneta o si se encuentra ubicada en un tramo con una pendiente longitudinal muy pronunciada.

Su longitud mínima es de 1,5 m, con una depresión mínima de 2,5 cm y una pendiente transversal del 8 %. No se recomienda su uso en calles con pendientes longitudinales mayores al 3 %.

Figura 4. **Tragante de ventana o lateral con y sin depresión**



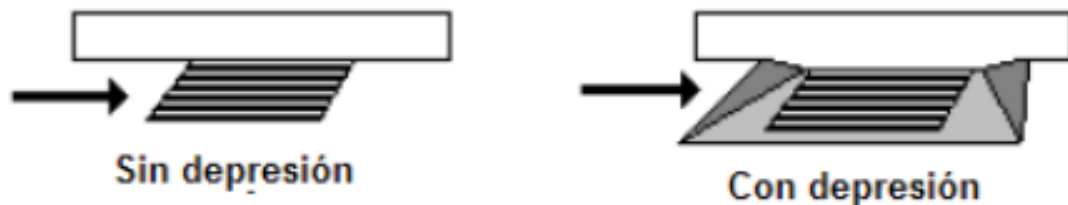
Fuente: Ministerio del Agua Viceministerio de Servicios Básicos. *Reglamento técnico de diseño de cunetas y sumideros*, p. 203.

- Tragante de rejilla en cuneta: estructura que consiste en una cámara donde ingresan las aguas pluviales, cubierta con una rejilla, con barras en sentido paralelo al del flujo, pudiendo colocarse en sentido transversal para no afectar al tránsito de bicicletas.

Su ventaja principal es su mayor capacidad de captación en pendientes longitudinales pronunciadas (de un 3 % o más), sin embargo, tiene la desventaja de que puede captar al mismo tiempo sedimentos o cualquier basura arrastrada por la escorrentía, que disminuye el área útil de la rejilla.

No se deben utilizar tragantes deprimidos de rejilla cuando estos ocupen una parte o la totalidad de la calzada, ni en puntos bajos salvo cuando no sea posible colocar uno de tipo ventana.

Figura 5. **Tragante de rejilla en cuneta**

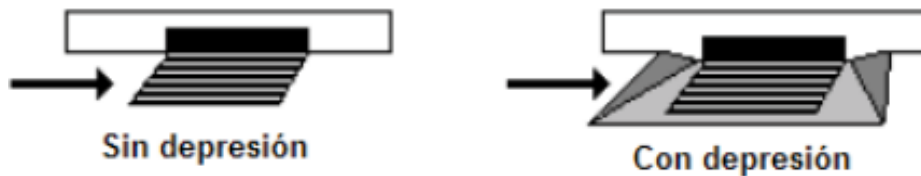


Fuente: Ministerio del Agua Viceministerio de Servicios Básicos. *Reglamento técnico de diseño de cunetas y sumideros*, p. 203.

- Tragante mixto o combinado: estructura que consiste en una combinación de los dos tipos de tragantes descritos anteriormente, que pretenden mejorar la eficiencia del tragante de ventana y reducir la ocupación de la calzada del tragante de rejilla.

Su uso se recomienda en lugares donde es preferible un tragante de ventana, pero su eficiencia de captación es menor al 75 %.

Figura 6. **Tragante mixto o combinado**

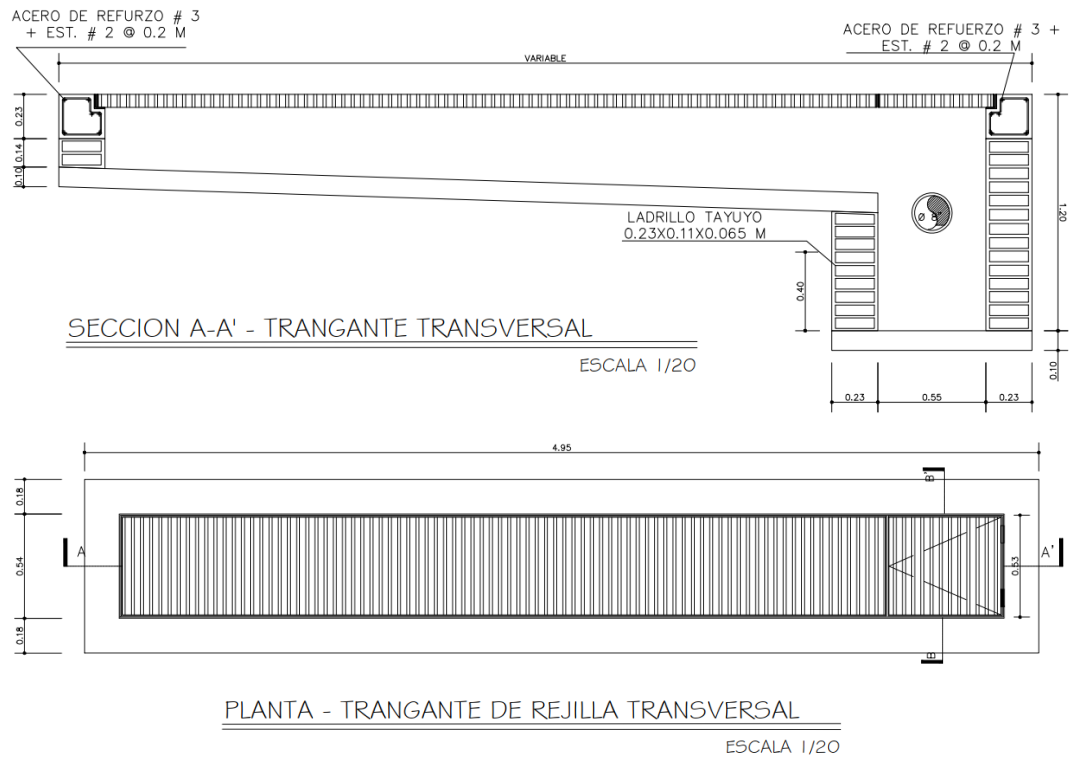


Fuente: Ministerio del Agua Viceministerio de Servicios Básicos. *Reglamento técnico de diseño de cunetas y sumideros*, p. 203.

- Tragante transversal o de calzada: estructura que consiste en una caja transversal a la vía y a todo lo ancho de esta, cubierta de rejillas, proporcionando un área de captación muy grande. El mayor problema con este tipo de tragantes es el frecuente daño por el peso de los vehículos y una mayor captación de desechos o sedimentos que reducen su área útil de captación del flujo.

Es recomendable utilizar este tipo de tragantes cuando el aporte de la esorrentía sea demasiado grande y los tipos de tragantes anteriores no se den abasto para captar dicho volumen de esorrentía.

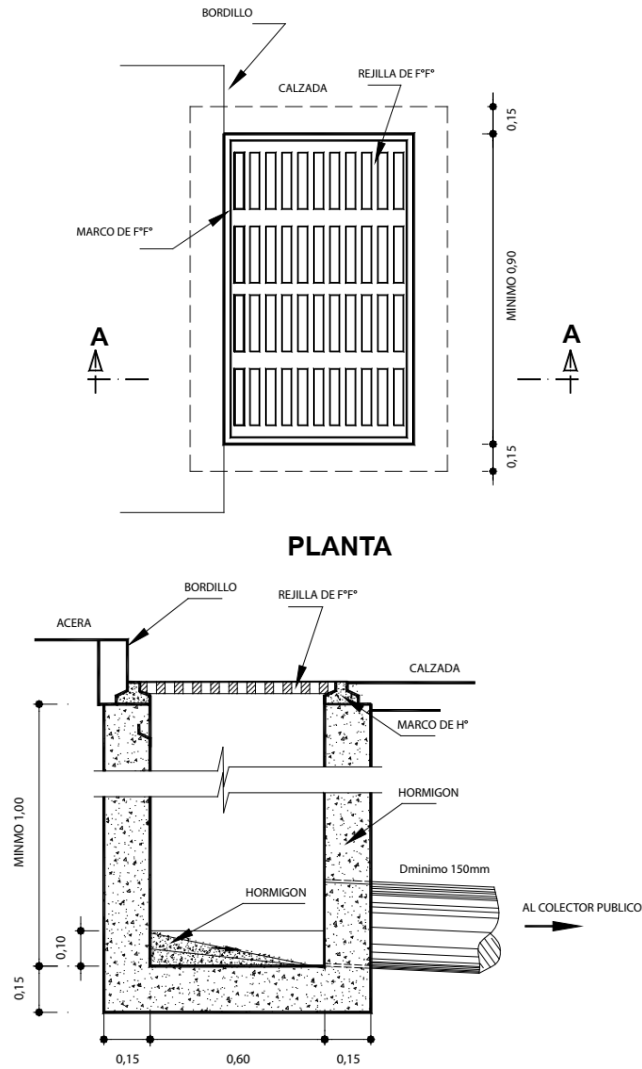
Figura 7. **Tragante transversal o de calzada**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

- Tragantes especiales: son aquellas estructuras que no se pueden clasificar en ninguna de las cuatro categorías anteriores, pero funcionan con alguna de las características hidráulicas de esos tipos. De acuerdo con el diseño de la caja, se clasifican como tragantes con o sin sello hidráulico y como tragantes con o sin desarenador.
 - Tragante con sello hidráulico: se utiliza en sistemas combinados y tiene como propósito evitar la salida de los gases y olores generados y la proliferación de vectores.

Figura 9. **Tragante de rejilla sin sello hidráulico**

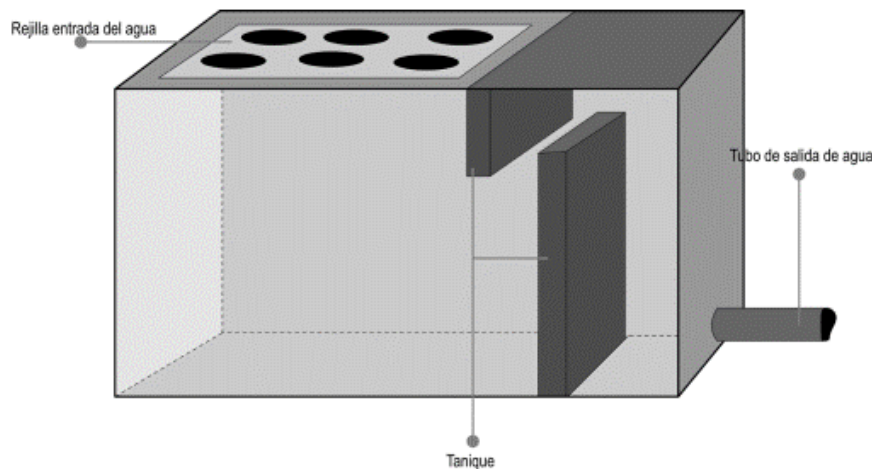


Fuente: PRADA FORERO, Oscar Javier. *Estado del arte de diseño de los sumideros en sistemas de alcantarillado en Colombia*, p. 59.

- Tragante con desarenador: se utiliza cuando se espera el arrastre de arenas o gravas por falta de pavimentación o por áreas

tributarias con área vegetal deficiente que dé lugar a una erosión considerable de sedimentos hacia los tragantes.

Figura 10. **Tragante con desarenador**



Fuente: Ramírez, Cristhian. *Guía técnica, Acueducto y Alcantarillado*, p. 89.

2.1.6.2. **Estructuras de conducción**

Son las estructuras que se encargan de conducir las aguas recolectadas por las estructuras de captación hacia los puntos de desfogue o tratamiento. Representan la parte principal de un sistema de alcantarillado y se forma a partir de conductos cerrados y abiertos, conocidos como tuberías y canales respectivamente.

De acuerdo con la importancia del conducto dentro del sistema de alcantarillado, los conductos se clasifican de la siguiente manera.

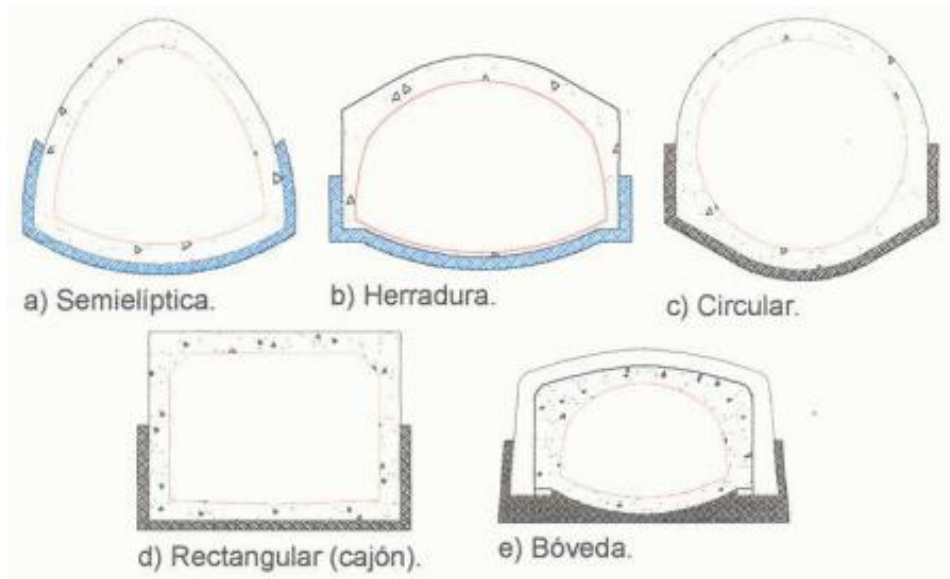
- Laterales o iniciales: reciben únicamente los desagües provenientes de los domicilios.

- Secundarias: reciben el caudal de dos o más tuberías iniciales.
- Colector secundario: recibe el caudal de dos o más tuberías secundarias.
- Colector principal: capta el caudal de dos o más colectores secundarios.
- Emisario final: conduce todo el caudal captado a su punto de descarga, que puede ser una planta de tratamiento o desfogue a un cuerpo de agua como un río o lago.

También se pueden clasificar de acuerdo al material del cual están fabricados y método de construcción. De acuerdo al método de construcción los conductos se clasifican en dos tipos: los prefabricados y los construidos *in situ*.

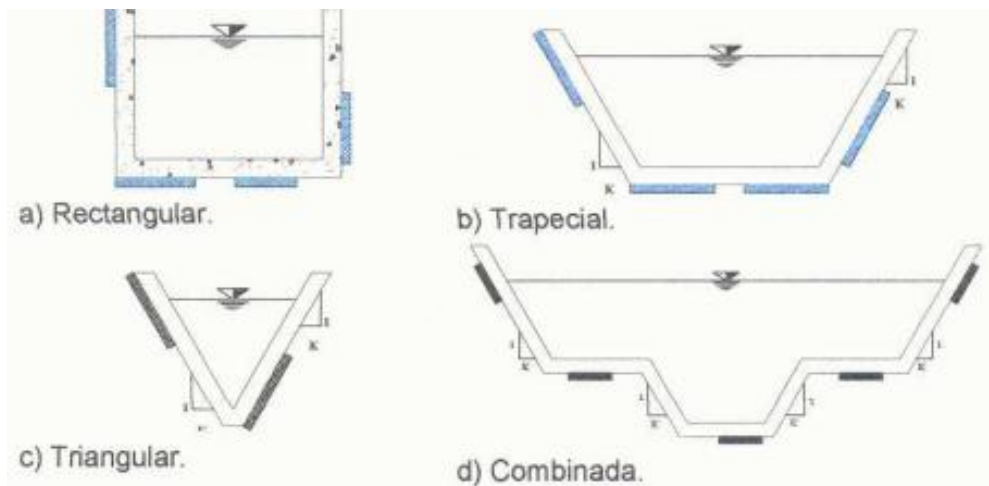
- Conductos prefabricados: son los que comúnmente se les denomina tuberías, con varios sistemas de unión, generalmente son de sección circular. Las tuberías comerciales más comunes se fabrican de los siguientes materiales: acero, concreto reforzado, policloruro de vinilo (PVC) y polietileno de alta densidad (PEAD), siendo estos dos últimos los materiales más utilizados, ya que garantizan una hermeticidad de las líneas de conducción en los sistemas de alcantarillado.
- Conductos construidos *in situ*: son usualmente de concreto reforzado y pueden ser estructuras cerradas o abiertas. A las primeras se les llama cerradas porque se construyen a partir de secciones semi-elíptica, herradura, circular, rectangular o en bóveda. Las estructuras abiertas corresponden a canales en forma rectangular, trapezoidal y triangular, en las siguientes figuras se muestran la sección transversal de las distintas formas de que adoptan para los conductos cerrados y abiertos.

Figura 11. **Sección transversal de conductos cerrados**



Fuente: SIAPA. *Criterios y lineamientos técnicos para factibilidades, Alcantarillado Pluvial*, p. 13.

Figura 12. **Sección transversal de conductos abiertos**



Fuente: SIAPA. *Criterios y lineamientos técnicos para factibilidades, Alcantarillado Pluvial*, p. 13.

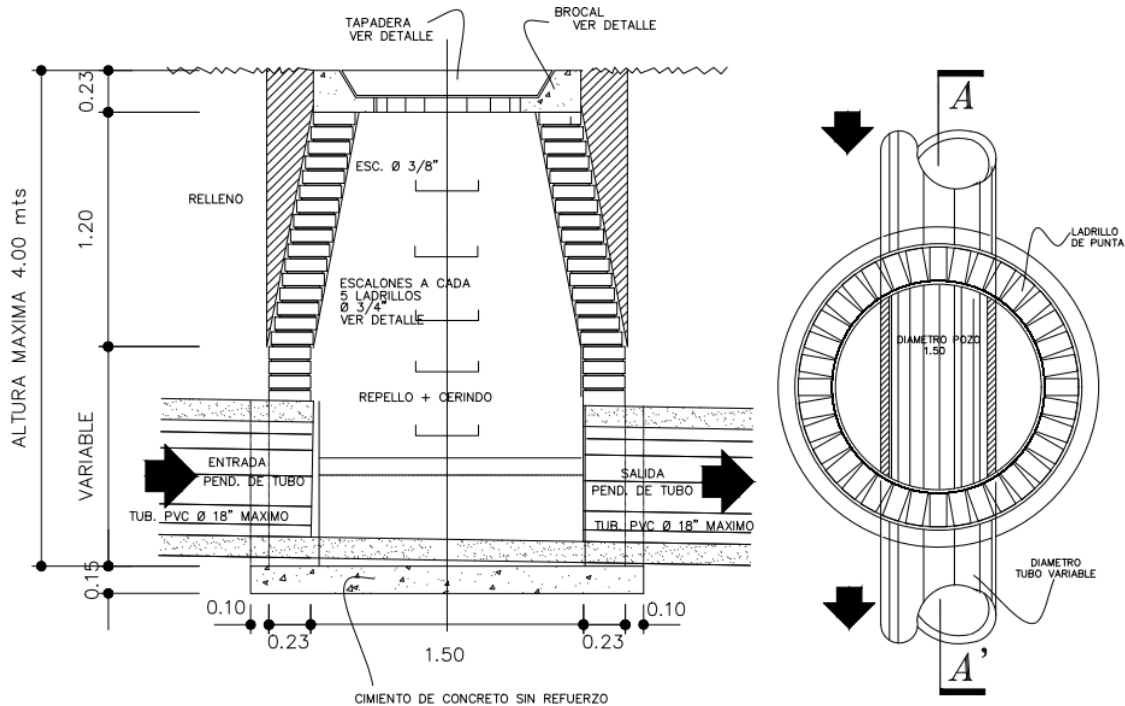
2.1.6.3. Estructuras de conexión y mantenimiento

Son estructuras que facilitan la conexión y mantenimiento de los conductos que conforman la red de alcantarillado pluvial, además de permitir la conexión de varias tuberías, de diferente diámetro como material, incluso tienen el espacio suficiente para que una persona entre y pueda realizar los trabajos de inspección y limpieza necesaria de las tuberías, estas estructuras son conocidas como pozos de visita.

Existen varios tipos de pozos de visita que se clasifican según la función y dimensiones de las tuberías que se conectan en los mismos e incluso del material de que están hechos, de los cuales se tienen los siguientes tipos.

- Pozo común de visita: están formados por una chimenea de tabique de forma cilíndrica en la parte inferior y cónica en la parte superior, la cimentación de estos pozos puede ser de mampostería o concreto. En terrenos suaves se construye de concreto armado aunque la chimenea sea de tabique.

Figura 13. Pozo de visita común



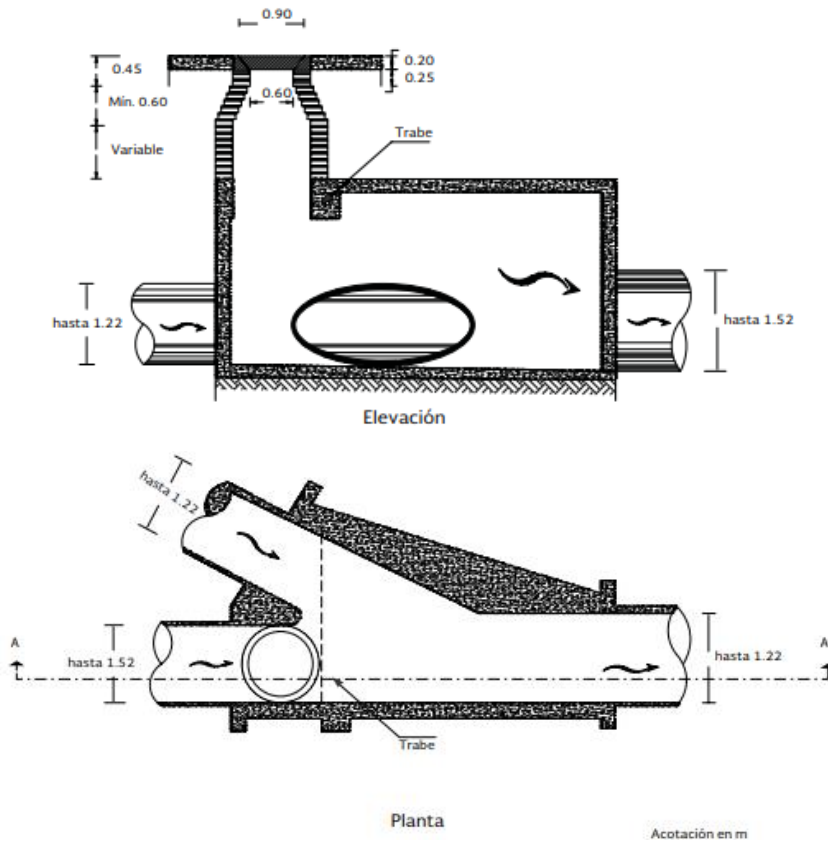
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

- Pozos caja: los pozos caja están formados por el conjunto de una caja de concreto reforzado y una chimenea de tabique similar a la de los pozos comunes. Su sección transversal horizontal tiene forma rectangular o de un polígono irregular.

Sus muros, así como el piso y el techo son de concreto reforzado, arrancando de este último la chimenea que, al nivel de la superficie del terreno, termina con un brocal y su tapadera, ambos con acero de refuerzo, generalmente a los pozos cuya sección horizontal es rectangular, se les llama simplemente pozos caja.

- Tipo 2: se utiliza en el cual las tuberías son de diámetros de hasta 2,13 m, con entronques a 45 grados de tuberías de hasta 1,52 m de diámetro.

Figura 15. Pozo caja de unión tipo 1 y 2



Fuente: Comisión Nacional del Agua. *Manual del Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, Alcantarillado Sanitario*, p. 53.

- Pozos caja de deflexión: se les llama de esta forma a los pozos caja a donde llega una tubería de entrada y tienen sólo una de salida con un ángulo de 45 grados como máximo. Se utilizan en tuberías de 1,52 a 3,05 m de diámetro.

2.1.6.4. Estructuras de descarga

Son estructuras que protegen y mantienen libre de cualquier obstáculo la tubería de descarga final del sistema de alcantarillado pluvial, ya que evitan posibles daños en el último tramo de tubería que puedan ser causados por la corriente a donde se descargue o algún otro factor externo del cual pueda existir un peligro hacia la tubería.

- Estructura de descarga en conductos cerrados: cuando la conducción del colector principal de la red de alcantarillado es entubada y se requiere de verter las aguas a un cuerpo de agua que posea cierta velocidad y dirección, se utiliza una estructura que encauce la descarga directa al cuerpo de agua y proteja al colector de deslaves y taponamientos. Este tipo de estructuras se construyen de mampostería o concreto.
- Estructura de descarga en conductos abiertos: la estructura de descarga consiste en un canal abierto construido de mampostería o concreto, existiendo una amplia tipología de estos, dependiendo de la función que se quiere que desempeñe hasta llegar a la corriente a descargar. Evitando la socavación del terreno y permite que la velocidad disminuya.

2.1.6.5. Estructuras complementarias

Son aquellas estructuras que en determinados casos forman parte del sistema de alcantarillado pluvial, para resolver un determinado problema que pueda estar afectando el funcionamiento del sistema de alcantarillado pluvial, entre ellos están.

- Estructuras de infiltración.
 - Pozos y zanjas de infiltración: estructuras rellenas de material drenante, capaz de absorber totalmente la escorrentía generada por la tormenta para la que han sido diseñadas.
 - Depósitos de infiltración: son depresiones del terreno con vegetación diseñadas para almacenar e infiltrar gradualmente la escorrentía generada en superficies colindantes.
Genera la transformación de un flujo superficial en subterráneo, obteniendo la eliminación de contaminantes mediante la filtración, adsorción y transformación biológica.
- Estructuras disipadoras de energía: son estructuras que se utilizan para generar pérdidas hidráulicas importantes en los flujos de alta velocidad, teniendo como objetivo reducir la velocidad y pasar el flujo de régimen supercrítico a subcrítico.

Las pérdidas de energía son ocasionadas por choque contra una pantalla vertical en disipadores de impacto, por caídas consecutivas en canales escalonados o por la formación de un resalto hidráulico en disipadores de tanque.

2.1.6.6. Descarga final

Es el destino final de todo el volumen de agua captada por un sistema de alcantarillado, en la mayoría de los casos se descarga una corriente natural que pueda conducir y soportar la magnitud del volumen de agua descargada sobre la corriente. Considerando la escasez de agua que se vive en ciertas zonas, es conveniente analizar esta posibilidad de descarga final con el fin de poder reabastecer los cuerpos de agua y al mismo tiempo recargar los mantos acuíferos que permitan contar con un abastecimiento futuro de agua de buena calidad.

2.1.7. Especificaciones de diseño para alcantarillado pluvial

Las siguientes especificaciones están basadas en las normas y reglamento de drenajes para la ciudad de Guatemala⁸ y una actualización hecha a las mismas como trabajo de graduación realizado en 2004.⁹

2.1.7.1. Periodo de diseño

El periodo de diseño es el tiempo para el cual se estima que un sistema va a funcionar de manera eficiente y satisfactoria, se puede establecer para cada componente que conforma el sistema y depende de los siguientes factores.

- La vida útil de las estructuras o equipamientos teniendo en cuenta su obsolescencia.
- La facilidad o dificultad de la ampliación de las obras existentes.

⁸ EMPAGUA. *Reglamento para el diseño y construcción de drenajes*. p. 7 – 10.

⁹ ALVAREZ MUÑOZ, Otto Fernando. *Actualización de normas y reglamento de drenajes para la ciudad de Guatemala*. p. 21 – 39.

- Las tendencias de crecimiento de la población futura, con mayor enfoque en el posible desarrollo de sus necesidades comerciales e industriales.
- El comportamiento de las obras durante los primeros años, o sea, cuando los caudales iniciales son inferiores a los caudales de diseño.

Los sistemas de alcantarillado serán proyectados para llenar adecuadamente su función durante el periodo de 30 a 40 años a partir de la fecha en que se desarrolle el diseño¹⁰, por lo que para el presente diseño de alcantarillado pluvial se establecerá un periodo de diseño de 30 años.

2.1.7.2. Diámetro mínimo

Para el sistema de alcantarillado pluvial, se utilizará tubería de PVC con un diámetro mínimo de 0,3 m (12 "), además se debe permitir que el punto más alejado de los lotes que son tributarios a ella, puedan ser drenados por medio de una tubería que partiendo de dicho punto tenga una pendiente mínima de 2 % y no mayor a 6 %.

2.1.7.3. Velocidades mínimas y máximas

En tuberías de PVC, se aconseja que la velocidad a sección llena no sea menor de 0,75 m/s para proporcionar una acción de auto limpieza en las tuberías, y que esta no sea mayor a 3,0 m/s que desgaste o erosione la tubería.¹¹

Sin embargo, estas velocidades mínimas y máximas, pueden variar dependiendo de la resistencia del material y de su capacidad hidráulica. En este

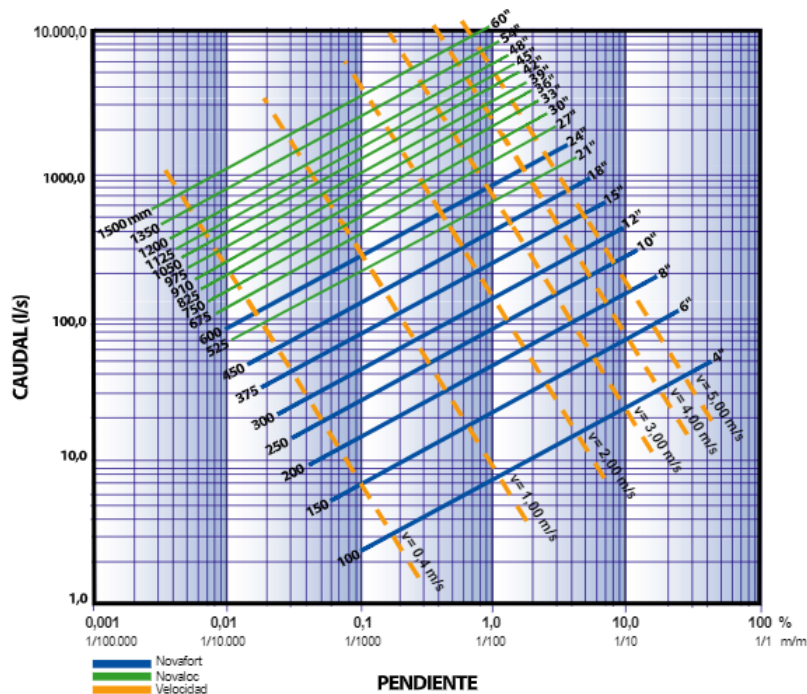
¹⁰ INFOM. *Normas generales para el diseño de alcantarillados*. p. 12.

¹¹ EMPAGUA. *Reglamento para diseño y construcción de drenajes*. p. 9.

caso se diseñará bajo las especificaciones del manual de diseño de tubosistemas de AMANCO para alcantarillado sanitario y pluvial, las cuales tienen como parámetro de velocidad mínima de 0,6 m/s a sección parcialmente llena, pero en casos especiales se puede emplear una velocidad mínima de 0,4 m/s en tramos iniciales y con bajo caudal.

Para la velocidad máxima será de 5,0 m/s, para velocidades mayores se deben tomar en cuenta ciertas consideraciones especiales para la disipación de energía, evitando la erosión de los pozos de visita o de cualquier estructura de concreto o mampostería. Sin embargo, la tubería NOVAFORT está en capacidad de transportar líquidos con velocidades mayores a los 5,0 m/s.

Figura 19. **Abaco para el cálculo del caudal y velocidad**



Fuente: AMANCO. *Manual de Diseño de Tubosistemas AMANCO para alcantarillado sanitario y pluvial*, p. 13.

2.1.7.4. Profundidad de tubería

La profundidad mínima de la tubería dependerá del diámetro del mismo, incluyendo el diámetro de la tubería, a continuación, se detalla la profundidad mínima para ciertos diámetros.

Tabla VII. **Profundidades mínimas de colocación de tuberías principales**

Diámetro de tubería		Profundidad mínima incluyendo el diámetro
pulgadas	Metros	
10 "	0,25	1,75
12 "	0,30	2,00
14 "	0,35	2,00
16 "	0,41	2,00
18 "	0,46	2,00
20 "	0,51	2,00
22 "	0,56	2,00
24 "	0,61	2,00
26 "	0,66	2,00
28 "	0,71	2,25
30 "	0,76	2,25
36 "	0,91	2,25
40 "	1,02	2,50
50 "	1,27	2,75
60 "	1,52	3,00
	En diámetros mayores	Diámetro de tubería + 2 m.

Fuente: Álvarez Muñoz, Otto Fernando. *Actualización de normas y reglamento de drenajes para la ciudad de Guatemala*, p. 28.

2.1.7.5. Pozos de visita

Son estructuras construidas con el objeto de proporcionar acceso tanto a las tuberías principales como a los colectores, con el propósito de inspeccionar y limpiarlos.

Estos serán utilizados cada vez que la tubería cambie de diámetro o pendiente y en los cruces de dos o más tuberías; pero nunca deberán estar separados entre sí por una distancia no mayor a 100,00 metros, cuando las tuberías tributarias a ellos sean menores de 1,00 metro de diámetro. En su base, el diámetro mínimo de los pozos de visita, no será menor a lo establecido en la siguiente tabla.

Tabla VIII. **Diámetro mínimo de los pozos de visita**

Diámetro de tubería, efluente mayor		Diámetro mínimo del pozo en metros
pulgadas	metros	
10 "	0,25	1,50
12 "	0,30	1,50
14 "	0,35	1,50
16 "	0,41	1,50
18 "	0,46	1,50
20 "	0,51	1,50
22 "	0,56	1,75
24 "	0,61	1,75
26 "	0,66	1,75
28 "	0,71	1,75
30 "	0,76	1,75
36 "	0,91	2,00
40 "	1,02	2,00
50 "	1,27	2,25
60 "	1,52	2,50
	En diámetros mayores	Diámetro de tubería efluente mayor + 1,00 m

Fuente: Álvarez Muñoz, Otto Fernando. *Actualización de normas y reglamento de drenajes para la ciudad de Guatemala*, p. 36.

2.1.7.6. Cotas invert

La *cota invert* se define como la altura o profundidad a partir del nivel del suelo hasta la entrada o salida de la tubería del pozo de visita. Para el cálculo de la *cota invert* se debe tener en cuenta ciertos criterios descritos a continuación:

- CASO 1: cuando a un pozo de visita, llega una tubería y sale otra de igual diámetro, la *cota invert* de salida debe estar por lo menos a 3 cm debajo de la *cota invert* de entrada.
- CASO 2: cuando a un pozo de visita entra una tubería y sale otra de diferente diámetro, la *cota invert* de salida debe estar como mínimo la diferencia de los diámetros de las tuberías.
- CASO 3: cuando a un pozo de visita entra más de una tubería y sale sola una tubería del mismo diámetro, la *cota invert* de salida debe estar mínimo 3 cm debajo de la *cota invert* de entrada más profunda.
- CASO 4: cuando a un pozo de visita entran dos o más tuberías y sale una sola tubería y son de distinto diámetro.
 - La *cota invert* de salida debe estar 3 cm por debajo de las tuberías de igual diámetro
 - La *cota invert* de salida debe estar como mínimo la diferencia de diámetros con la tubería de diferente diámetro.

- CASO 5: cuando a un pozo de visita entra más de una tubería y sale más de una tubería.
 - Solamente una tubería que sale debe ser de continuidad, las demás tuberías deben ser ramales iniciales.
 - La *cota invert* de salida de las tuberías de los ramales iniciales deben cumplir con la altura o profundidad mínima.
 - Para el cálculo de la *cota invert* de salida, ver casos anteriores.

2.1.7.7. Tragantes

Son las aberturas que en la superficie de las calles o en los bordillos dan acceso a las aguas pluviales a los tubos de drenaje.

Los tragantes se colocarán en todos los puntos bajos de las calles, así como en las intersecciones de estas, de manera que la avenida no atraviese la bocacalle, y además cuando el volumen de la avenida lo requiera, sin embargo, no podrán estar separados entre sí por una distancia mayor a 100,00 metros.

En calles de tráfico intenso no se podrán usar tragantes en que la entrada este formada por depresión en el pavimento.

Respecto al diseño de la tubería de conexión, el diámetro mínimo será de 0,20 m (8 ") por mantenimiento y se regirá por la pendiente, la cual no deberá ser menor a 2 % ni mayor a 6 %, formando un ángulo no menor a 30 ° ni mayor a 75 ° y se situará de manera que el sentido de la corriente sea el mismo. El tirante de la avenida no podrá ser mayor a 0,03 m de alto y su ancho no podrá ser mayor de 0,75 m.

2.1.7.8. Punto de desfogue

En base al estudio realizado y al volumen de agua que se desea evacuar de manera segura lejos de las viviendas, se proponen cinco puntos de desfogue los cuales se detalla su ubicación a continuación:

El primero es un pozo de absorción localizado al final de la 6ª avenida de la Joya, el segundo se ubicará a un costado de la planta de tratamiento de aguas residuales, en la quebrada de La Joya, el tercero se ubicará en la quebrada La Primavera a través de un canal escalonado, el cuarto se ubicara a un costado de la 2ª avenida hacia la quebrada de La Pinada y el último punto de desfogue es un canal escalonado existente, ubicado iniciando el camino a 3 Cumbres a un costado de la calle, que servirá de disipador de energía, el cual se utilizará para efectos de esta propuesta de alcantarillado pluvial.

2.1.8. Métodos para el diseño de drenaje pluvial

Los métodos que se presentan a continuación tienen como finalidad estimar el caudal que producirá una tormenta en una cuenca, cuando se cumplan las siguientes condiciones.

- La cuenca en estudio esta urbanizada y es relativamente pequeña. Este caso incluye subcuencas asociadas a un sistema principal de drenaje.
- La cuenca se drena de forma natural, es decir, no existen drenes artificiales que determinen la forma del escurrimiento, ni presas que lo regulen.

Se llegaron a desarrollar varios métodos de diseño, los cuales se detallan a continuación.

2.1.8.1. Método del hidrograma unitario

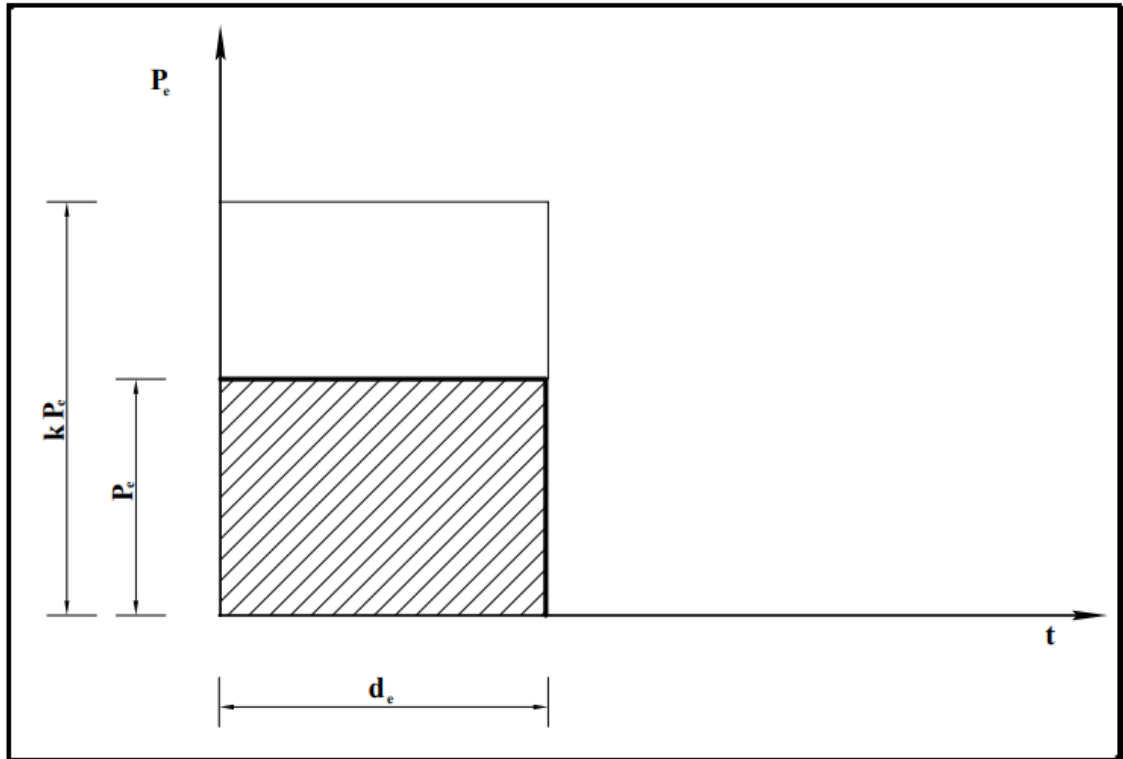
El hidrograma unitario, se define como el hidrograma de escurrimiento que se produce por una lluvia en exceso de ancho unitario, que cae uniformemente en la cuenca, durante un intervalo de tiempo llamado duración en exceso " d_e ".

El hidrograma unitario representa una función de transformación de las lluvias en exceso en escurrimiento directo. El método está basado en la siguiente hipótesis.

- Tiempo base constante: para una cuenca dada, la duración total de escurrimiento directo o tiempo base, t_b , es la misma para todas las tormentas con la misma duración de lluvia en exceso, independiente del volumen total escurrido.

El tiempo base se define como el tiempo que transcurre desde el punto más lejano donde cae la gota de agua, hasta el final del escurrimiento. Todo hidrograma unitario está ligado a una duración de lluvia en exceso.

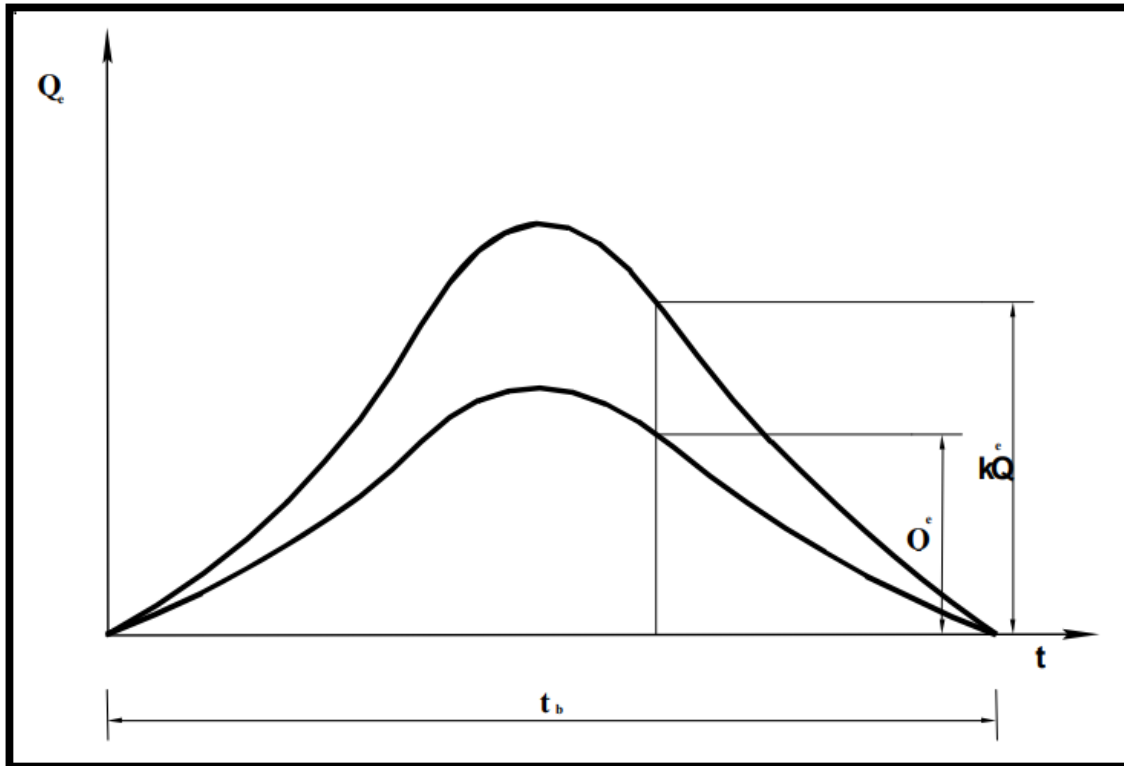
Figura 20. **Tiempo de concentración en un hidrograma, precipitación efectiva (P_e) vs., tiempo (t)**



Fuente: Comisión Nacional del Agua. *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*, Comisión Nacional del Agua, p. 166.

- Linealidad y proporcionalidad: las ordenadas de todos los hidrogramas de escurrimiento con el tiempo de concentración son directamente proporcionales al volumen total de escurrimiento, es decir, al volumen total de lluvia. Como consecuencia, las ordenadas de dichos hidrogramas son proporcionales entre sí.

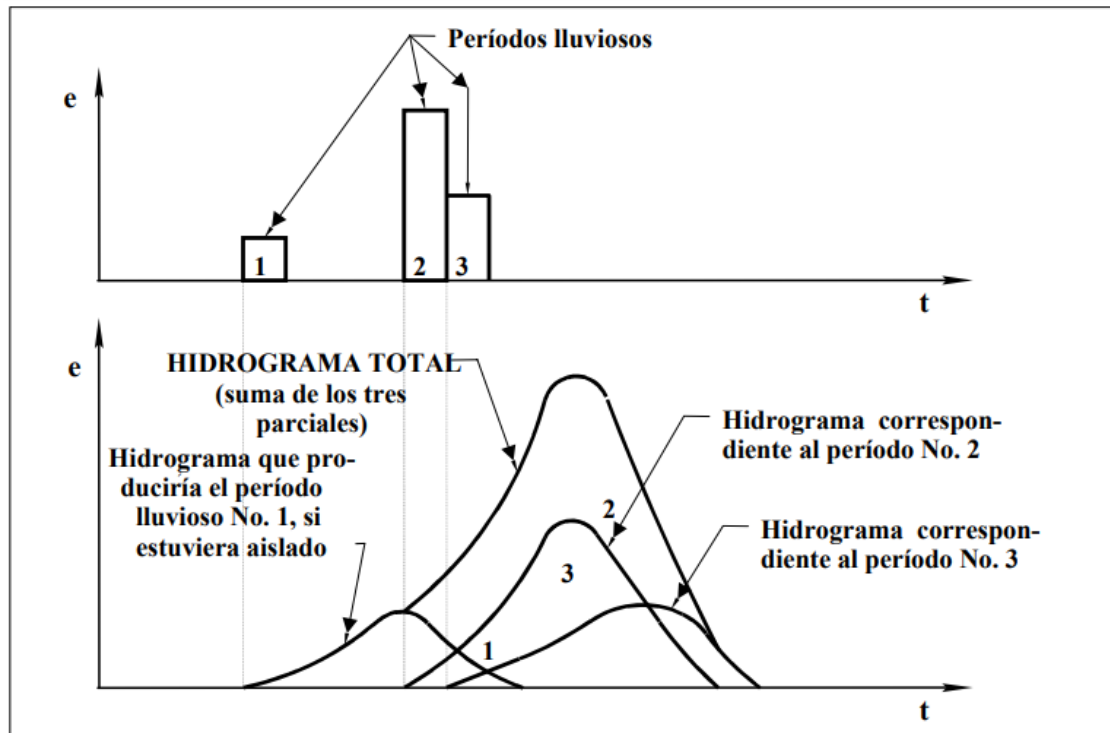
Figura 21. Ordenadas proporcionales del hidrograma, caudal efectivo (Q_e) vs., tiempo (t)



Fuente: Comisión Nacional del Agua. *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*, Comisión Nacional del Agua, p. 166.

- Superposiciones de causas y efectos: el hidrograma que resulta de un periodo de lluvia dado puede superponerse a hidrogramas resultantes de periodos de lluvia precedentes.

Figura 22. **Superposición de hidrogramas, escurrimiento (e) vs., tiempo (t)**



Fuente: Comisión Nacional del Agua. *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*, Comisión Nacional del Agua, p. 167.

2.1.8.2. Método racional

Es el método más antiguo que relaciona la lluvia-escurrimiento, debido a su sencilla aplicación es el más utilizado. Este consiste en considerar que, el área estudiada se tiene una lluvia uniforme durante cierto periodo de tiempo, de manera que el escurrimiento en la cuenca se establezca y se tenga un caudal constante en la descarga.

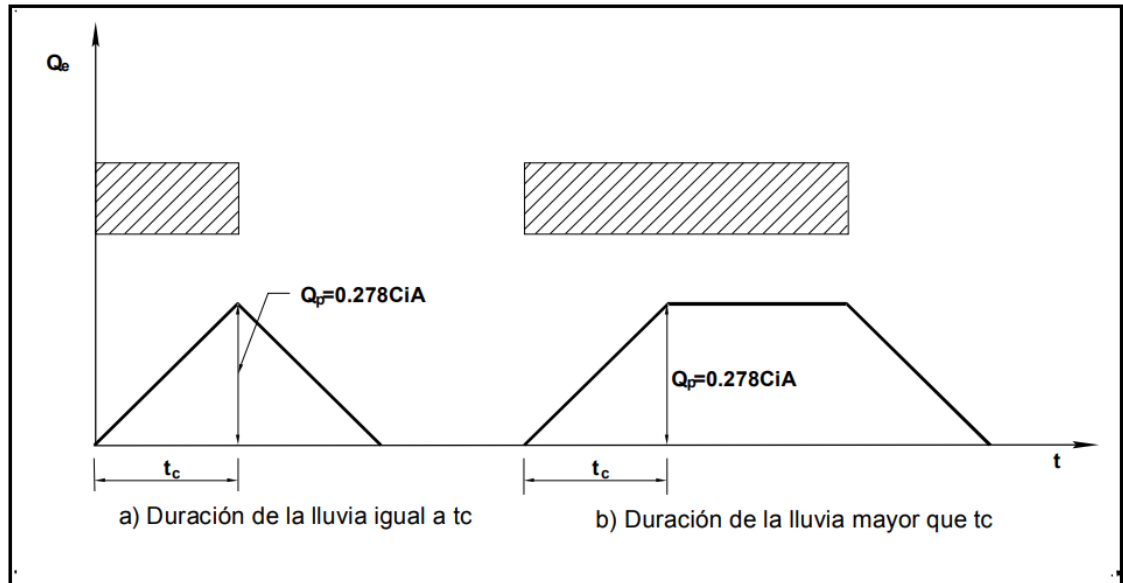
Las hipótesis fundamentales del método racional son las siguientes.

- La intensidad de precipitación es uniforme en el espacio y no varía en el tiempo.
- La duración de la precipitación que produce un caudal máximo dada una intensidad "I" es equivalente al tiempo de concentración de la cuenca (t_c).
- El tiempo de concentración, se considera como el tiempo que tarda toda el área drenante en contribuir a la esorrentía en la sección de salida, así como el instante en que se produce el caudal máximo en dicha sección. El tiempo que transcurre entre el cese de la lluvia y el final de la esorrentía coincide con el tiempo de concentración.
- El coeficiente de esorrentía se mantiene uniforme en el tiempo y en el área drenante considerada.
- El periodo de retorno del caudal máximo calculado es el mismo que el de la intensidad media máxima de cálculo.

Dichas hipótesis poseen una serie de restricciones sobre la cuenca en estudio, las cuales son:

- Si la intensidad de precipitación debe ser uniforme en el espacio esto implica que la superficie de la cuenca no debe ser muy extensa, oscilando entre un área de $0,65 \text{ km}^2$ y 13 km^2 .
- Cuencas que no sean homogéneas en sus características físicas, como la cubierta vegetal, suelo, grado de impermeabilidad, pendiente media, red de drenaje, entre otros, será necesario dividir las en subcuencas a modo de que resulten lo más homogéneas posibles.

Figura 23. **Representación gráfica del método racional, caudal efectivo (Q_e) vs., tiempo (t)**



Fuente: Comisión Nacional del Agua. *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*, Comisión Nacional del Agua, p. 156.

El cálculo del caudal de diseño de acuerdo con el método racional se plantea de la siguiente manera:

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

Donde:

Qd = Caudal de diseño (m^3/s).

C = Coeficiente de escorrentía, adimensional.

I = Intensidad de lluvia para una duración igual al tiempo de concentración de la cuenca ($mm/hora$).

A = Área de la cuenca (Hectáreas).

360 = Factor de conversión de unidades.

2.1.9. Determinación del caudal pluvial

La determinación del caudal pluvial depende de varios factores para su cálculo, los cuales se detallan a continuación.

2.1.9.1. Área tributaria

El área tributaria es el área de influencia del tramo de tubería comprendida entre dos pozos.

Para determinar el área tributaria, se procede de manera similar a como se determinan las áreas para alcantarillados sanitarios, es decir, trazando diagonales o bisectrices por las manzanas frente a cada colector.

Las normas generales para el diseño de alcantarillados redactado por INFOM¹², establecen el siguiente procedimiento para la estimación de las áreas tributarias.

- La localidad estudiada será considerada como formando un todo con las áreas adyacentes y que sean tributarios al sistema por razones topográficas, demográficas y urbanísticas.
- Deben tenerse en cuenta para el diseño, al fijar la capacidad y profundidad de los colectores, áreas de futura expansión que puedan llegar a ser tributarias al sistema.

¹² INFOM. *Normas generales para el diseño de alcantarillados*. p. 13.

2.1.9.2. Tiempo de concentración

El tiempo de concentración es el tiempo que tarda el agua en llegar desde el punto más alejado de la cuenca hasta el colector o, en otros términos, es el tiempo requerido desde el comienzo de la lluvia para que toda el área este contribuyendo al colector. Este puede ser dividido en dos.

- Tiempo de concentración inicial: es considerado como aquel recorrido en montañas, terreno plano, cunetas, zanjas y depresiones. Este tiempo depende de las características de la superficie tales como pendiente y tipo de superficie, las normas y reglamento de drenajes para la ciudad de Guatemala, establecen la siguiente tabla para estimar el tiempo de concentración inicial de acuerdo con la pendiente del terreno e impermeabilidad de la zona.

Tabla IX. **Tiempos iniciales de concentración**

TIEMPO INICIAL EN MINUTOS									
<1	20	19	18	17	16	15	14	13	12
1 %	19	18	17	16	15	14	13	12	11
2 %	18	17	16	15	14	13	12	11	10
3 %	17	16	15	14	13	12	11	10	9
4 %	16	15	14	13	12	11	10	9	8
5 %	15	14	13	12	11	10	9	8	7
6 %	14,5	13,5	12,5	11,5	10,5	9,5	8,5	7,5	6,5
7 %	14	13	12	11	10	9	8	7	6
8 %	13,5	12,5	11,5	10,5	9,5	8,5	7,5	6,5	5,5
9 %	13	12	11	10	9	8	7	6	5
10 %	12,5	11,5	10,5	9,5	8,5	7,5	6,5	5,5	4,5
>10 %	12	11	10	9	8	7	6	5	4
	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %	60 %	70 %	80 %	90 %

Fuente: ÁLVAREZ MUÑOZ, Otto Fernando. *Actualización de normas y reglamento de drenajes para la ciudad de Guatemala*, p. 24.

- Tiempo de concentración en el colector: este dependerá de la velocidad y longitud de los colectores entre pozos. En tramos consecutivos el tiempo de concentración se calcula de la siguiente manera.

$$t_2 = t_1 + \frac{L_1}{60 * V_1}$$

Donde:

t_1 = es el tiempo de concentración del tramo anterior en minutos.

L_1 = longitud del tramo anterior en metros.

V_1 = es la velocidad a sección llena en el tramo anterior en metros por segundo.

En tramos concurrentes t_1 se tomará igual al tramo de mayor tiempo de concentración.

2.1.9.3. Coeficiente de escorrentía

No toda el agua de la lluvia que precipita sobre la superficie llega el sistema de alcantarillado, una parte se pierde por factores tales como evaporación, intercepción vegetal, detención superficial en cunetas, zanjas o depresiones y por infiltración. La infiltración es el factor de mayor importancia, el cual está en función de la impermeabilidad del terreno, por ello a este factor se le conoce como coeficiente de impermeabilidad o de escorrentía.

Para la determinación de este coeficiente de escorrentía se dividirán las zonas a drenar en diferentes tipos de superficies, en el que cada uno de ellos tenga aproximadamente la misma densidad de área, calles pavimentadas, parques, jardines, etc. Por lo que las normas y reglamento de drenajes para la

ciudad de Guatemala, establecen la siguiente información de impermeabilidad relativa de acuerdo al tipo de superficie.

Tabla X. **Impermeabilidad relativa**

Tipo de Superficie	Factor "C"
Superficies impermeables de techos	0,75 a 0,95
Pavimentos de asfalto en buen estado	0,85 a 0,90
Pavimentos de concreto en buen estado	0,70 a 0,90
Pavimentos de piedra o ladrillo con buenas juntas	0,75 a 0,85
Pavimentos de piedra o ladrillo con juntas permeables	0,40 a 0,70
Calles macadamizadas	0,25 a 0,60
Parques, canchas, jardines, prados, etc.	0,05 a 0,25
Suelos impermeables con pendientes del 1 % al 2 %	0,40 a 0,65
Suelos impermeables con césped y pendientes del 1 % al 2 %	0,30 a 0,55
Suelos ligeramente permeables con pendientes del 1 % al 2 %	0,15 a 0,40
Suelos ligeramente permeables con césped y pendientes del 1 % al 2 %	0,10 a 0,30
Suelos moderadamente permeables con pendientes del 1 % al 2 %	0,05 a 0,20
Suelos moderadamente permeables con césped y pendientes del 1 % al 2 %	0,01 a 0,10
Bosques y tierras cultivadas	0,01 a 0,20

Fuente: ÁLVAREZ MUÑOZ, Otto Fernando. *Actualización de normas y reglamento de drenajes para la ciudad de Guatemala*, p. 25

La fórmula para el cálculo de un coeficiente de escorrentía en el cual se tengan diferentes tipos de superficie se calcula de la siguiente manera:

$$C = \frac{\sum(c * a)}{\sum a}$$

Donde:

$\Sigma(c*a)$ = es la suma del producto de las áreas parciales multiplicado por su correspondiente valor de impermeabilidad relativa, dada en la tabla X.

Σa = es la suma de las áreas parciales.

2.1.9.4. Intensidad de lluvia

La intensidad de lluvia es el espesor de la capa de agua que precipita en la superficie en cierto tiempo determinado, suponiendo que esto es acumulable en el mismo sitio. Dentro de la República de Guatemala se encuentra un número de estaciones climáticas ubicadas en puntos clave, las cuales brindan la función de poder monitorear y recopilar información necesaria a las variaciones de factores como temperatura, lluvia, velocidad del viento, etc.

A continuación, se muestra la información de cada estación climática con los años de registro pluviográfico utilizado para construir las curvas IDF por parte de INSIVUMEH:

Tabla XI. Estaciones climáticas con registro pluviográfico diario

No.	Estación climática	Cuenca	Municipio	Departamento	Elev. (msnm)	Latitud	Longitud	Años analizados
1	Santa Cruz Balanyá	Motagua	Santa Cruz Balanyá	Chimaltenango	2080	14,68667	-90,9152	1995-2010
2	San Martín Jilotepeque	Motagua	San Martín Jilotepeque	Chimaltenango	1820	14,76194	-90,7886	1995-2011
3	La Suiza Contenta	María Linda	San Lucas Sacatepéquez	Sacatepéquez	2105	14,61889	-90,6611	1995-2010
4	Morazán	Motagua	Morazán	El Progreso	370	14,93028	-90,1419	1990-2011
5	Potrero Carrillo	Motagua	Jalapa	Jalapa	1760	14,76056	-89,9322	1990-2011
6	Pasabien	Motagua	Río Hondo	Zacapa	260	15,03000	-89,6800	2002-2011
7	La Unión	Motagua	La Unión	Zacapa	129	14,96333	-89,2911	1991-2010
8	Puerto Barrios	Motagua	Puerto Barrios	Izabal	2	15,73778	-88,5916	1994-2010
9	Alameda Icta	Achiguate	El Tejar	Chimaltenango	1776	14,63389	-90,8033	1995-2009
10	Escuintla	María Linda	Escuintla	Escuintla	270	14,32352	-90,7875	1995-2009
11	INSIVUMEH	María Linda	Guatemala	Guatemala	1502	14,58639	-90,5327	1990-2010
12	Sabana Grande	Achiguate	Escuintla	Escuintla	740	14,36750	-90,8300	1990-2009
13	Santa María El Tablón	Lago de Atitlán	Sololá	Sololá	2397	14,79028	-91,1819	2001-2010
14	Labor Ovalle	Samalá	Quetzaltenango	Quetzaltenango	2400	14,87000	-91,4800	1999-2010
15	San Marcos	Naranjo	San Marcos	San Marcos	2358	14,95417	-91,8094	1995-2011
16	Chixoy	Salinas	San Miguel Uspantán	Quiché	1100	15,35611	-90,6605	2003-2011
17	Esquipulas	Olopa	Esquipulas	Chiquimula	1000	14,55889	-89,3419	1990-2010
18	La Ceibita	Ostúa Güija	Monjas	Jalapa	961	14,49278	-89,8755	

Continuación tabla XI.

No.	Estación climática	Cuenca	Municipio	Departamento	Elev. (msnm)	Latitud	Longitud	Años analizados
19	Montúfar	Paz	Moyuta	Jutiapa	10	13,80889	-90,1550	
20	Asunción Mita	Ostúa Güija	Asunción Mita	Jutiapa	478	14,33444	-89,7058	
21	Los Esclavos	Los Esclavos	Cuilapa	Santa Rosa	737	14,25277	-90,2783	
22	Cubulco	Salinas	Cubulco	Baja Verapaz	994	15,10889	-90,6141	2002-2010
23	Chuitinamit (Sacapulas)	Salinas	Sacapulas	Quiché	1196	15,29111	-91,0922	2003-2010
24	Huehuetenango	Selegua	Malacatancito	Huehuetenango	1902	15,31722	-91,5030	1986-2011
25	Flores	San Pedro	Flores	Petén	115	16,91472	-89,8663	2000-2013
26	Cobán	Cahabón	Cobán	Alta Verapaz	1329	15,46667	-90,4075	1997-2013
27	Puerto San José	María Linda	San José	Escuintla	8	13,93611	-90,8344	2000-2009
28	San Jerónimo	Salinas	San Jerónimo	Baja Verapaz	1000	15,07778	-90,2500	2000-2009
29	Retalhuleu	Ocosito	Retalhuleu	Retalhuleu	239	14,52194	-91,6958	1995-2012
30	Camantulul	Coyolate	Santa Lucía Cotzumalguapa	Escuintla	280	14,32500	-91,0508	2002-2013

Fuente: INSIVUMEH. *Curvas de intensidad, duración y frecuencia (IDF) para la República de Guatemala*, p. 2.

Con esta información recopilada, el INSIVUMEH ha publicado informes de intensidad de lluvia, y hasta el momento la última publicación realizada es la del año 2018, en donde se muestra la intensidad de lluvia al modelo matemático propuesto por Sherman, la cual está formulada de la siguiente manera:

$$I \left(\frac{mm}{h} \right) = \frac{KTr^m}{(t_c + B)^n}$$

Donde:

B, n, K y m = parámetros adimensionales.

I = Intensidad de lluvia en milímetros por hora.

Tr = Periodo de retorno en años.

t_c = Duración de la tormenta o tiempo de concentración en minutos.

Para cada estación climática se tiene una ecuación de intensidad de lluvia, la cual el INSIVUMEH ha tomado la tarea de recopilar y tabularlos de la siguiente manera.

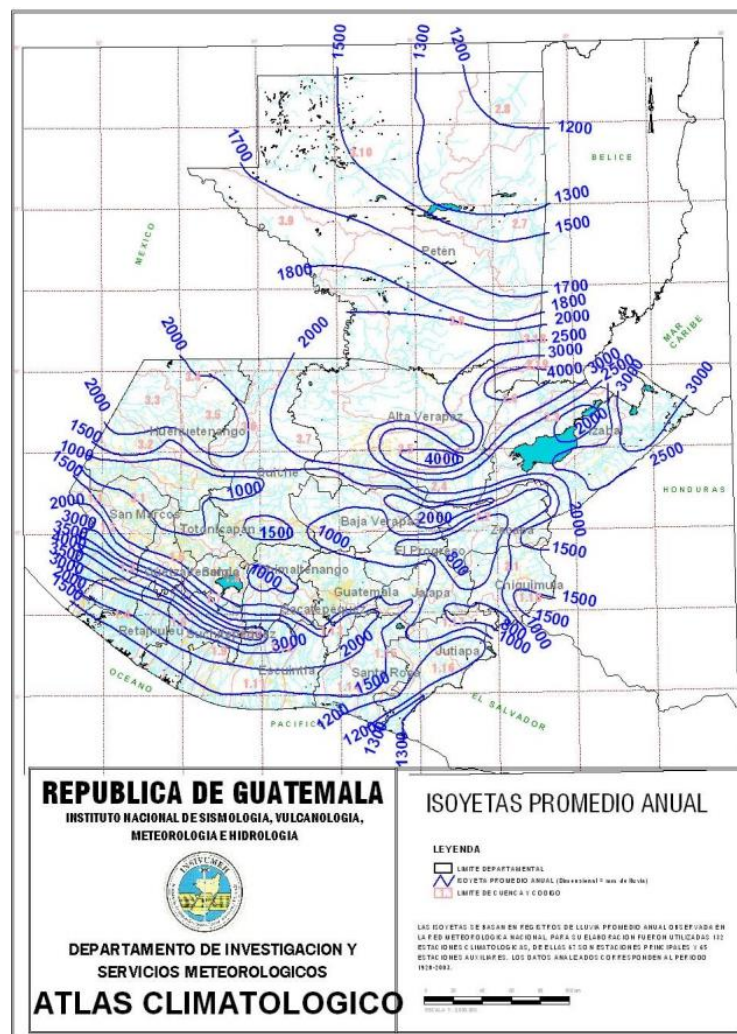
Tabla XII. **Parámetros de curvas IDF, según el modelo propuesto por Sherman**

No.	Nombre de la estación	Ecuación propuesta	No.	Nombre de la estación	Ecuación propuesta
1	Santa Cruz Balanyá	$I = \frac{739 \times T_r^{0,192}}{(D + 22,10)^{0,757}}$	16	Chixoy	$I = \frac{1944 \times T_r^{0,222}}{(D + 53,70)^{0,902}}$
2	San Martín Jilotepeque	$I = \frac{944 \times T_r^{0,193}}{(D + 13,11)^{0,767}}$	17	Esquipulas	$I = \frac{1074 \times T_r^{0,135}}{(D + 16,12)^{0,697}}$
3	La Suiza Contenta	$I = \frac{578 \times T_r^{0,237}}{(D + 2,93)^{0,741}}$	18	La Ceibita	$I = \frac{1053 \times T_r^{0,176}}{(D + 14,76)^{0,809}}$
4	Morazán	$I = \frac{2936 \times T_r^{0,150}}{(D + 36,19)^{0,940}}$	19	Montúfar	$I = \frac{1438 \times T_r^{0,148}}{(D + 27,26)^{0,717}}$
5	Potrero Carrillo	$I = \frac{566 \times T_r^{0,189}}{(D + 4,33)^{0,681}}$	20	Asunción Mita	$I = \frac{3931 \times T_r^{0,220}}{(D + 26,36)^{1,090}}$
6	Pesebien	$I = \frac{39238 \times T_r^{0,176}}{(D + 58,28)^{1,450}}$	21	Los Esclavos	$I = \frac{1933 \times T_r^{0,144}}{(D + 20,56)^{0,887}}$
7	La Unión	$I = \frac{2094 \times T_r^{0,170}}{(D + 15,15)^{0,900}}$	22	Cubulco El Pino	$I = \frac{588000 \times T_r^{0,190}}{(D + 154)^{1,760}}$
8	Puerto Barrios	$I = \frac{3153 \times T_r^{0,148}}{(D + 27,52)^{0,872}}$	23	Chuitinamit (Sacapulas)	$I = \frac{2431 \times T_r^{0,180}}{(D + 25,67)^{0,970}}$
9	Alameda Icta	$I = \frac{1640 \times T_r^{0,189}}{(D + 16,74)^{0,930}}$	24	Huehuetenango	$I = \frac{1713 \times T_r^{0,155}}{(D + 19,79)^{0,935}}$
10	Concepción Escuintla	$I = \frac{1013 \times T_r^{0,102}}{(D + 14,26)^{0,625}}$	25	Flores	$I = \frac{40068 \times T_r^{0,160}}{(D + 60,84)^{1,400}}$
11	INSIVUMEH	$I = \frac{799 \times T_r^{0,181}}{(D + 9,91)^{0,757}}$	26	Cobán	$I = \frac{761 \times T_r^{0,200}}{(D + 21,28)^{0,677}}$
12	Sabana Grande	$I = \frac{595 \times T_r^{0,186}}{(D + 3,95)^{0,607}}$	27	Puerto San José	$I = \frac{50026 \times T_r^{0,130}}{(D + 109)^{1,270}}$
13	Santa María El Tablón	$I = \frac{1420 \times T_r^{0,168}}{(D + 21,67)^{0,868}}$	28	San Jerónimo	$I = \frac{2650 \times T_r^{0,183}}{(D + 35,91)^{0,931}}$
14	Labor Ovalle	$I = \frac{5859 \times T_r^{0,193}}{(D + 45,95)^{1,152}}$	29	Retalhuleu	$I = \frac{1061 \times T_r^{0,120}}{(D + 12,10)^{0,660}}$
15	San Marcos	$I = \frac{40942 \times T_r^{0,183}}{(D + 128,87)^{1,380}}$	30	Camantulul	$I = \frac{845 \times T_r^{0,080}}{(D + 5,68)^{0,600}}$

Fuente: INSIVUMEH. *Curvas de intensidad, duración y frecuencia (IDF) para la República de Guatemala*, p. 4.

Así también se cuenta con un atlas climatológico, donde se muestra el mapa de isoyetas promedio anual, teniendo una representación gráfica en la cual se pueda estimar de una manera aproximada la precipitación anual de cierta zona.

Figura 24. **Mapa de isoyetas promedio anual**



Fuente: INSIVUMEH. *Curvas de intensidad, duración y frecuencia (IDF) para la República de Guatemala*, p. 4.

2.1.9.5. Periodo de retorno

El periodo de retorno es el tiempo o número de años que se espera que un evento extremo sea igualado o excedido, en este caso la probabilidad de que se presente una tormenta con determinado caudal. Este dato es esencial para el cálculo de la intensidad de lluvia, ya que el modelo propuesto por Sherman para la intensidad de lluvia es dependiente del periodo de retorno.

De acuerdo con el tipo de estructura el tiempo de retorno será diferente, por lo que en la siguiente tabla se establecen los distintos tiempos de retorno:

Tabla XIII. **Tiempo de retorno para estructuras de control de agua**

Tipo de estructura	Periodo de retorno (años)
Alcantarillado en carreteras	
Volúmenes de trafico bajos	5 – 10
Volúmenes de trafico intermedios	10 – 25
Volúmenes de trafico altos	50 – 100
Puentes de carreteras	
Sistema secundario	10 – 50
Sistema primario	50 – 100
Drenaje agrícola	
Culverts	5 – 50
Surcos	5 – 50
Drenaje urbano	
Alcantarillas en ciudades pequeñas	2 – 25
Alcantarillados en ciudades grandes	25 – 50
Aeropuertos	
Volúmenes bajos	5 – 10
Volúmenes intermedios	10 – 25
Volúmenes altos	50 – 100
Diques	
En fincas	2 – 50
Alrededor de ciudades	50 – 200

Fuente: Ven Te Chow. *Hidrología Aplicada*. p. 430.

2.1.10. Relaciones hidráulicas

Para el diseño de los sistemas de alcantarillado, los cuales trabajan a sección parcialmente llena, se han establecido relaciones de diámetro, velocidad, área y caudal, que permitan estimar a partir estos parámetros a sección llena los mismos parámetros, pero a sección parcialmente llena, los cuales nos permitirán definir el diseño del alcantarillado.

Tabla XIV. Relaciones hidráulicas

q/Q	d/D	a/A	v/V
0,000030	0,0050	0,00060	0,050
0,000081	0,0075	0,00110	0,074
0,000147	0,0100	0,00167	0,088
0,000244	0,0125	0,00237	0,103
0,000360	0,0150	0,00310	0,116
0,000504	0,0175	0,00391	0,129
0,000672	0,0200	0,00477	0,141
0,000865	0,0225	0,00569	0,152
0,001084	0,0250	0,00665	0,163
0,001336	0,0275	0,00768	0,174
0,001608	0,0300	0,00874	0,184
0,001911	0,0325	0,00985	0,194
0,002233	0,0350	0,01100	0,203
0,002584	0,0375	0,01219	0,212
0,002966	0,0400	0,01342	0,221
0,003376	0,0425	0,01468	0,230
0,003822	0,0450	0,01599	0,239
0,004295	0,0475	0,01732	0,248
0,004787	0,0500	0,01870	0,256
0,005306	0,0525	0,02010	0,264
0,005880	0,0550	0,02154	0,273
0,006463	0,0575	0,02300	0,281
0,007078	0,0600	0,02449	0,289
0,007731	0,0625	0,02603	0,297
0,008412	0,0650	0,02758	0,305
0,009098	0,0675	0,02916	0,312
0,009850	0,0700	0,03078	0,320
0,010565	0,0725	0,03231	0,327
0,011379	0,0750	0,03407	0,334
0,012194	0,0775	0,03576	0,341
0,013040	0,0800	0,03747	0,348
0,013923	0,0825	0,03922	0,355
0,014794	0,0850	0,04098	0,361
0,015739	0,0875	0,04277	0,368

q/Q	d/D	a/A	v/V
0,121092	0,2350	0,17913	0,676
0,126232	0,2400	0,18455	0,684
0,131480	0,2450	0,19000	0,692
0,137260	0,2500	0,19552	0,702
0,147930	0,2600	0,20660	0,716
0,159020	0,2700	0,21784	0,730
0,171220	0,2800	0,22921	0,747
0,183170	0,2900	0,24070	0,761
0,195800	0,3000	0,25232	0,776
0,208580	0,3100	0,26403	0,790
0,221800	0,3200	0,27587	0,804
0,235160	0,3300	0,28783	0,817
0,248820	0,3400	0,29978	0,830
0,263270	0,3500	0,31230	0,843
0,277440	0,3600	0,32411	0,856
0,291970	0,3700	0,33637	0,868
0,306490	0,3800	0,34828	0,879
0,321720	0,3900	0,36108	0,891
0,336930	0,4000	0,37354	0,902
0,352460	0,4100	0,38604	0,913
0,367090	0,4200	0,39858	0,921
0,381910	0,4300	0,40890	0,934
0,399630	0,4400	0,42379	0,943
0,416810	0,4500	0,43645	0,955
0,432960	0,4600	0,44913	0,964
0,449310	0,4700	0,46178	0,973
0,466470	0,4800	0,47454	0,983
0,483030	0,4900	0,48742	0,991
0,500000	0,5000	0,50000	1,000
0,517190	0,5100	0,51256	1,009
0,533870	0,5200	0,52546	1,016
0,550600	0,5300	0,53822	1,023
0,566850	0,5400	0,55087	1,029
0,582150	0,5500	0,56355	1,033

Continuacion tabla XIV.

q/Q	d/D	a/A	v/V
0,016721	0,0900	0,04459	0,375
0,017918	0,0925	0,04642	0,381
0,018729	0,0950	0,04827	0,388
0,019693	0,0975	0,05011	0,393
0,020868	0,1000	0,05204	0,401
0,022016	0,1025	0,05396	0,408
0,023118	0,1050	0,05584	0,414
0,024289	0,1075	0,05783	0,420
0,025500	0,1100	0,05986	0,426
0,026724	0,1125	0,06186	0,432
0,028043	0,1150	0,06388	0,439
0,029264	0,1175	0,06591	0,444
0,030587	0,1200	0,06797	0,450
0,031943	0,1225	0,07005	0,456
0,033401	0,1250	0,07214	0,463
0,034754	0,1275	0,07426	0,468
0,036137	0,1300	0,07640	0,473
0,037625	0,1325	0,07855	0,479
0,039064	0,1350	0,08071	0,484
0,040616	0,1375	0,08289	0,490
0,042120	0,1400	0,08509	0,495
0,043747	0,1425	0,08732	0,501
0,045397	0,1450	0,08954	0,507
0,046649	0,1475	0,09129	0,511
0,048629	0,1500	0,09406	0,517
0,050310	0,1525	0,09638	0,522
0,052082	0,1550	0,09864	0,528
0,053806	0,1575	0,10095	0,533
0,055565	0,1600	0,10328	0,538
0,059162	0,1650	0,10796	0,548
0,063594	0,1700	0,11356	0,560
0,066763	0,1750	0,11754	0,568
0,070630	0,1800	0,12241	0,577
0,074743	0,1850	0,12733	0,587
0,078845	0,1900	0,13229	0,596
0,083036	0,1950	0,13725	0,605
0,087564	0,2000	0,14238	0,615
0,091040	0,2050	0,14750	0,624
0,096634	0,2100	0,15266	0,633
0,101662	0,2150	0,15786	0,644
0,106191	0,2200	0,16312	0,651
0,110976	0,2250	0,16840	0,659
0,116112	0,2300	0,17356	0,669

q/Q	d/D	a/A	v/V
0,604440	0,5600	0,57621	1,049
0,622970	0,5700	0,58882	1,058
0,637500	0,5800	0,60142	1,060
0,654880	0,5900	0,61396	1,066
0,671570	0,6000	0,62646	1,072
0,688760	0,6100	0,63892	1,078
0,705370	0,6200	0,65131	1,083
0,722690	0,6300	0,66363	1,089
0,739470	0,6400	0,67593	1,094
0,755100	0,6500	0,68770	1,098
0,773390	0,6600	0,70053	1,104
0,789130	0,6700	0,71221	1,108
0,805230	0,6800	0,72413	1,112
0,821330	0,6900	0,73596	1,116
0,837410	0,7000	0,74769	1,120
0,853760	0,7100	0,75957	1,124
0,867910	0,7200	0,77079	1,126
0,883840	0,7300	0,78219	1,130
0,897340	0,7400	0,79340	1,132
0,912300	0,7500	0,80450	1,134
0,926340	0,7600	0,81544	1,136
0,939420	0,7700	0,82623	1,137
0,953210	0,7800	0,83688	1,139
0,970150	0,7900	0,85101	1,140
0,989060	0,8000	0,86760	1,140
1,000450	0,8100	0,87759	1,140
1,000450	0,8200	0,87759	1,140
1,009660	0,8300	0,88644	1,139
1,021400	0,8400	0,89672	1,139
1,031000	0,8500	0,90594	1,138
1,047400	0,8600	0,91491	1,136
1,047400	0,8700	0,92361	1,134
1,054100	0,8800	0,93202	1,131
1,060300	0,8900	0,94014	1,128
1,065500	0,9000	0,94796	1,124
1,070100	0,9100	0,95541	1,120
1,074200	0,9200	0,96252	1,116
1,074900	0,9300	0,96922	1,109
1,074100	0,9400	0,97554	1,101
1,073500	0,9500	0,98130	1,094
1,071400	0,9600	0,98658	1,086
1,065600	0,9700	0,99126	1,075
1,056900	0,9800	0,99522	1,062

Fuente: INFOM. Seminario, *Normas Generales para Diseño de Alcantarillados*.

2.1.11. Resumen de los parámetros para el diseño del alcantarillado pluvial

Tipo de sistema empleado:	Sistema por gravedad
Tipo de red de distribución:	Ramales abiertos
Viviendas:	765 viviendas
Población beneficiada:	3 060 habitantes
Periodo de diseño:	30 años
Periodo de retorno:	25 años
Tipo de tubería:	PVC, NOVAFORT ASTM F949 y AASHTO M304
Factor de rugosidad:	NOVAFORT – 0,009
Coeficiente de escorrentía:	0,52
Estación climática:	La Suiza Contenta, San Juan Sacatepéquez.

2.1.12. Ejemplo de cálculo de drenaje pluvial

Se detallará un ejemplo del cálculo de un tramo inicial y un tramo de continuada para apreciar la diferencia y similitudes al momento de diseñar cada tramo.

2.1.12.1. Tramo inicial:

Se procederá a calcular un tramo inicial para conocer el procedimiento de como determinar ciertos parámetros iniciales, siendo el tramo PV 57 y PV 58.

- Procedimiento.
 - Cota de terreno:
PV 57 = 1 958,86 m

$$PV\ 58 = 1\ 958,55\ m$$

- Distancia entre pozos y tubería: se estiman dos distancias, entre pozos para calcular la pendiente del terreno y la distancia entre tubos, ya que la distancia efectiva de la tubería será a partir de la salida y entrada del borde de los pozos de visita.

$$DH = 26,35\ m$$

$$DH\ tubo = 24,85\ m$$

- Pendiente del terreno (S %)

$$S\ \% = \frac{1\ 958,86 - 1\ 958,55}{26,35} * 100 = 1,18\ \%$$

- Pendiente de la tubería (S tub %)

$$S\ tub\ \% = \frac{1\ 958,86 - 1\ 958,55}{24,85} * 100 = 1,25\ \%$$

- Área tributaria:

$$Local = 0,2294\ Ha$$

$$Acumulada = 0,2294\ Ha$$

- Coeficiente de escorrentía: de acuerdo con la tabla X, estimando la sumatoria cada tipo de área con su respectivo coeficiente de escorrentía en cada tramo, se calculó un coeficiente de escorrentía promedio el cual es.

$$C = 0,52$$

- Tiempo de concentración: de acuerdo con la tabla IX, teniendo los datos de la pendiente de la superficie y el coeficiente de escorrentía, procedemos a estimar el tiempo de concentración inicial para este tramo inicial.

$$C = 0,52 \quad S \% = 1,18 \%$$

Tiempo de concentración = 15,00 minutos

- Intensidad de lluvia: de acuerdo con los datos iniciales, se utilizó como referencia la estación climática Suiza Contenta y con la información de la tabla XIV, se tiene que la fórmula para la intensidad de lluvia es la siguiente.

$$I \left(\frac{mm}{h} \right) = \frac{578 * Tr^{0,237}}{(t_c + 2,93)^{0,741}} = \frac{578 * 25^{0,237}}{(15 + 2,93)^{0,741}} = 145,99 \frac{mm}{h}$$

- Caudal de diseño:

$$Q_d = \frac{C * I * A}{360} * 1000$$

$$Q_d = \frac{(0,52 * 145,99 \frac{mm}{h} * 0,2294 Ha)}{360} * 1000 = 48,06 \frac{lbs}{seg}$$

- Diámetro propuesto: de acuerdo a las especificaciones de diseño del inciso 2.1.7.2, el diámetro mínimo a utilizar en un tramo inicial es de 0,30 m (12 ").

- Pendiente propuesta de tubería (S tub %) = 1,25 %

- Velocidad a sección llena: a partir de este punto, todo cálculo que involucre el diámetro de tubería, se debe utilizar el diámetro

interno de la misma de acuerdo a la tabla VI, para obtener datos acordes a las características de la tubería a utilizar.

$$V = \frac{0,03429 * (\varnothing)^{\frac{2}{3}} * (S \text{ tub})^{\frac{1}{2}}}{n}$$
$$V = \frac{0,03429 * (11,72)^{\frac{2}{3}} * (0,0125)^{\frac{1}{2}}}{0,009} = 2,20 \frac{m}{s}$$

- Área de tubería a sección llena.

$$A_{SL} = 0,000506 * \varnothing^2$$
$$A_{SL} = 0,000506 * 11,72^2 = 0,06950 \text{ m}^2$$

- Caudal de tubería a sección llena.

$$Q = V * A_{SL} * 1000$$
$$Q = 2,20 \frac{m}{s} * 0,06950 \text{ m}^2 * 1\ 000 = 152,84 \frac{lbs}{seg}$$

- Relación hidráulica (q/Q):

$$q/Q = 0,31497$$

- Relación hidráulica (d/D):

$$d/D = 0,38 \leq 0,75 \quad \text{SI CUMPLE}$$

- Relación hidráulica (v/V):

$$v/V = 0,88$$

- Velocidad de diseño (v):

$$v = Rel. \left(\frac{v}{V} \right) * V$$

$$v = 0,88 * 2,20 \frac{m}{s} = 1,93 \frac{m}{s}$$

$$0,4 \frac{m}{s} \geq 1,93 \frac{m}{s} \leq 5,0 \frac{m}{s} \quad SI \ CUMPLE$$

- *Cota Invert:* al ser un tramo inicial, la CIS (*cota invert* de salida) se calcula de manera que se cumpla con la profundidad mínima (Hmin) establecida en las especificaciones de diseño del inciso 2.1.7.4, que depende del diámetro de tubería, por lo que:

$$CIS = 1\ 958,86 - 2,00 = 1\ 956,86 \ m$$

$$CIE = CIS - \frac{S \ tub \ \% * DH \ tub}{100}$$

$$CIE = 1\ 956,86 - \frac{1,25 * 24,85}{100} = 1\ 956,55 \ m$$

- *Altura de pozos:*

$$Pozo \ inicial = Cota \ terreno \ inicial - CIS$$

$$Pozo \ inicial = 1\ 958,86 - 1\ 956,86 = 2,00 \ m$$

$$Pozo \ final = Cota \ terreno \ final - CIE$$

$$Pozo \ inicial = 1\ 958,55 - 1\ 956,55 = 2,00 \ m$$

2.1.12.2. Tramo de continuidad:

Se ejemplificará también un tramo de continuidad para conocer los cambios, leves, pero importantes para entender de mejor manera y en su totalidad el diseño del alcantarillado pluvial, siendo el tramo de PV 58 a PV 59.

- Procedimiento:

- Cota de terreno:

$$PV\ 58 = 1\ 958,55\ m$$

$$PV\ 59 = 1\ 958,01\ m$$

- Distancia entre pozos y tubería: se estiman dos distancias, entre pozos para calcular la pendiente del terreno y la distancia entre tubos, ya que la distancia efectiva de la tubería será a partir de la salida y entrada del borde de los pozos de visita.

$$DH = 36,32\ m$$

$$DH\ tub = 34,85\ m$$

- Pendiente del terreno (S %):

$$S\ \% = \frac{1\ 958,55 - 1\ 958,01}{36,32} * 100 = 1,49\ \%$$

- Pendiente de la tubería (S tub %):

$$S\ \% = \frac{1\ 958,86 - 1\ 958,55}{34,85} * 100 = 1,55\ \%$$

- Área tributaria:

$$Local = 0,1379\ Ha$$

$$Acumulada = 0,2294 + 0,1379 = 0,3673\ Ha$$

- Coeficiente de escorrentía: de acuerdo a la tabla X, estimando la sumatoria cada tipo de área con su respectivo coeficiente de escorrentía en cada tramo, se calculó un coeficiente de escorrentía promedio el cual es:

$$C = 0,52$$

- Tiempo de concentración: siendo un tramo de continuidad se procede a utilizar la ecuación indicada del inciso 2.1.8.2

$$t_2 = t_1 + \frac{L_1}{60 * V_1}$$

$$t_2 = 15 \text{ min} + \frac{24,85}{60 * 2,20} = 15,19 \text{ minutos}$$

- Intensidad de lluvia: el cálculo de la intensidad de lluvia será la misma, siendo la única variable el tiempo de concentración:

$$I \left(\frac{mm}{h} \right) = \frac{578 * Tr^{0,237}}{(t_c + 2,93)^{0,741}} = \frac{578 * 25^{0,237}}{(15,19 + 2,93)^{0,741}} = 144,87 \frac{mm}{h}$$

- Caudal de diseño:

$$Q_d = \frac{C * I * A}{360} * 1000$$

$$Q_d = \frac{(0,52 * 144,87 \frac{mm}{h} * 0,3673 \text{ Ha})}{360} * 1000 = 76,36 \frac{lbs}{seg}$$

- Diámetro propuesto: en un tramo de continuidad el diámetro a proponer debe ser igual o mayor al diámetro de la tubería del tramo anterior, en este caso se seguirá utilizando un diámetro de 0,30 m (12 ").
- Pendiente propuesta de tubería (S tub %) = 1,55 %

- Velocidad a sección llena: el cálculo de la velocidad a sección llena será la misma, cambiando los valores pertinentes al diámetro y pendiente de tubería.

$$V = \frac{0,03429 * (\phi)^{\frac{2}{3}} * (S \text{ tub})^{\frac{1}{2}}}{n}$$

$$V = \frac{0,03429 * (11,72)^{\frac{2}{3}} * (0,0155)^{\frac{1}{2}}}{0,009} = 2,45 \frac{m}{s}$$

- Área de tubería a sección llena:

$$A_{SL} = 0,000506 * \phi^2$$

$$A_{SL} = 0,000506 * 11,72^2 = 0,06950 \text{ m}^2$$

- Caudal de tubería a sección llena:

$$Q = V * A * 1000$$

$$Q = 2,45 \frac{m}{s} * 0,06950 \text{ m}^2 * 1000 = 169,91 \frac{lbs}{seg}$$

- Relación hidráulica (q/Q):

$$q/Q = 0,44944$$

- Relación hidráulica (d/D):

$$d/D = 0,47 \leq 0,75 \quad \text{SI CUMPLE}$$

- Relación hidráulica (v/V):

$$v/V = 0,97$$

- Velocidad de diseño (v):

$$v = Rel. \left(\frac{v}{V} \right) * V$$

$$v = 0,97 * 2,45 \frac{m}{s} = 2,38 \frac{m}{s}$$

$$0,4 \frac{m}{s} \geq 2,38 \frac{m}{s} \leq 5,0 \frac{m}{s} \quad SI \ CUMPLE$$

- *Cota Invert.*: al ser un tramo continuidad, la CIS (*cota invert de salida*) se calcula de acuerdo a lo establecido en los diferentes casos del inciso 2.1.7.6, aplicando el CASO 1, el cálculo es el siguiente:

$$CIS = 1\ 958,55 - 0,03 = 1\ 956,52 \ m$$

$$CIE = CIS - \frac{S \ tub \ \% * DH \ tub}{100}$$

$$CIE = 1\ 956,86 - \frac{1,55 * 34,85}{100} = 1\ 955,98 \ m$$

- Altura de pozos:

$$Pozo \ inicial = Cota \ terreno \ inicial - CIS$$

$$Pozo \ inicial = 1\ 958,55 - 1\ 956,52 = 2,03 \ m$$

$$Pozo \ final = Cota \ terreno \ final - CIE$$

$$Pozo \ inicial = 1\ 958,01 - 1\ 955,98 = 2,03 \ m$$

2.1.13. Diseño de tragantes

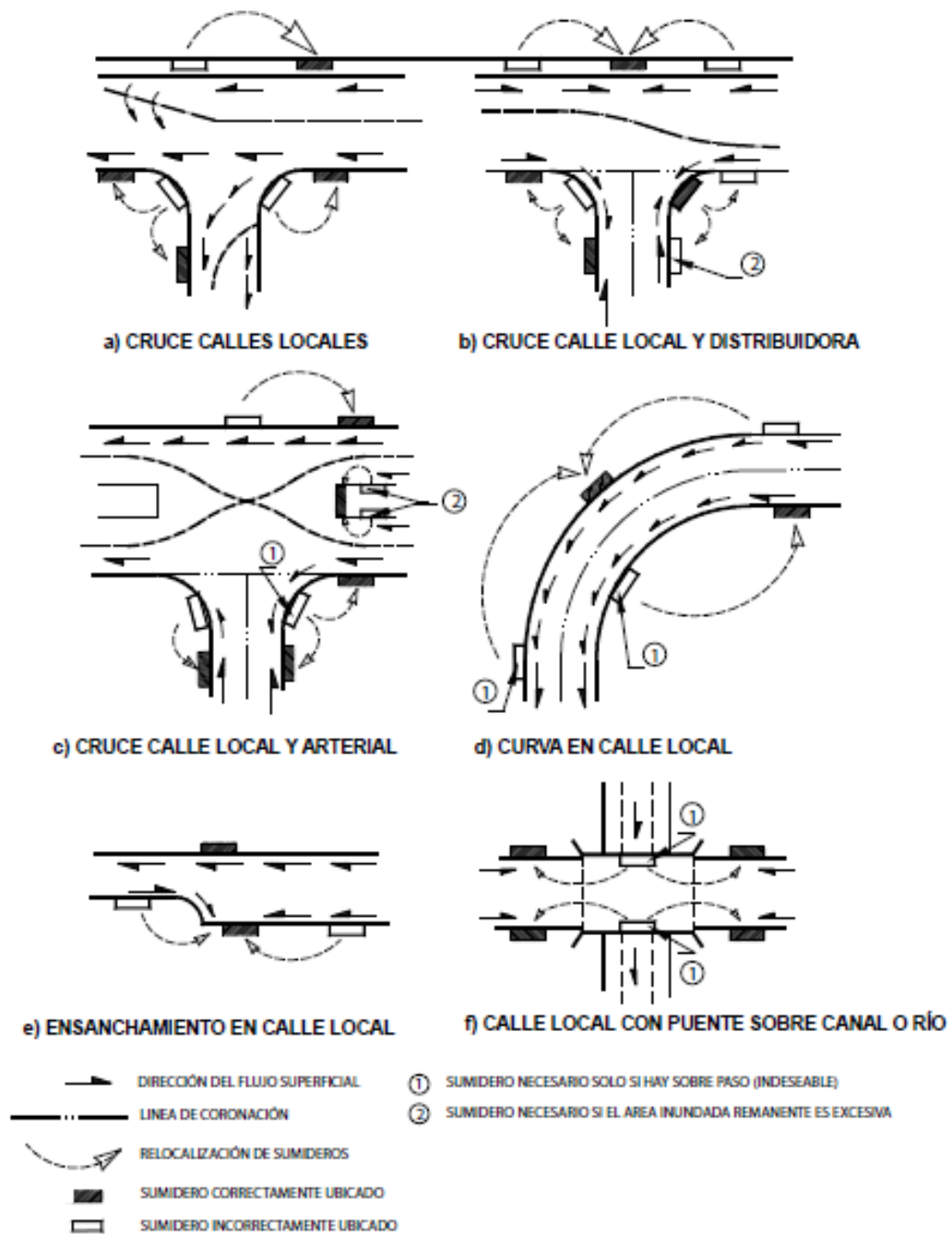
Para el diseño de tragantes, se debe tomar en cuentas ciertos aspectos que determinan el adecuado funcionamiento y eficiencia de este, el poder

recolectar la escorrentía superficial y conducirla a las tuberías del alcantarillado pluvial, estas se detallan a continuación.

2.1.13.1. Consideraciones de diseño

- Ubicación de tragantes: los tragantes deben estar ubicados a los dos lados de la calle y en esquinas por lo menos a 3,00 metros antes del cruce peatonal, en todos los puntos bajos, antes de los puentes vehiculares y zonas donde la acumulación de escorrentía superficial sea excesiva.

Figura 25. Ubicación recomendada para tragantes



Fuente: Instituto Boliviano de Normalización y Calidad. *Reglamento técnico de diseño de cunetas y sumideros*, p. 221.

- Caudal de diseño: para el diseño de un tragante se debe considerar la aportación de escorrentía superficial del tramo a analizar, de la porción del área que se estima que el tragante recolectara para su conducción al alcantarillado pluvial.

Para estimar el caudal de diseño, se toma en cuenta el mismo criterio que para el diseño del alcantarillado pluvial, utilizando el método racional que calcula una intensidad de lluvia constante durante un tiempo igual al tiempo de concentración.

- Capacidad de captación y eficiencia de los tragantes: la capacidad de captación en los tragantes depende de la geometría, como lo es la pendiente transversal o bombeo, pendiente longitudinal, tirante de la escorrentía superficial, área tributaria, entre otros.

La capacidad de captación es el flujo interceptado por una entrada bajo un conjunto determinado de condiciones, la eficiencia de entrada, es el porcentaje del flujo que la entrada podrá interceptar bajo esas condiciones. Las condiciones para tomar en cuenta son los mencionados en el párrafo anterior, con esta información la eficiencia se puede determinar a través de la siguiente ecuación:

$$E = \frac{Q_i}{Q} * 100$$

Donde:

E = Eficiencia de entrada del tragante expresada en porcentaje (%)

Q_i = Caudal interceptado por la entrada del tragante en m^3/s .

Q = Caudal total superficial en m^3/s .

El flujo que no es interceptado por la entrada del tragante se conoce como flujo de arrastre y se define de la siguiente manera:

$$Q_a = Q - Q_i$$

Donde:

Q_a = Caudal de arrastre expresado en m³/s.

- Selección del tipo de tragante: el tipo de tragante a utilizar depende de la capacidad de captación, eficiencia hidráulica, localización de la entrada, tipo de tránsito, entre otros, de acuerdo con la pendiente longitudinal en que se desarrolle la escorrentía superficial se puede clasificar el tipo de tragante a utilizar.

Tabla XV. **Uso de tragante según pendiente longitudinal**

Tipo de tragante	Descripción
Tragante de ventana o acera	Pendiente menores al 3 %
Tragante de rejilla en cuneta	Pendientes mayores al 3 %
Tragante mixto	En donde por condiciones de tránsito sea necesario un tragante de ventana, pero cuya eficiencia sea menor al 75 % debido a la pendiente longitudinal pronunciada.
Tragante transversal o de calzada	En condiciones de gran aporte de escorrentía superficial y el tránsito vehicular de poca afluencia.

Fuente: Instituto Boliviano de Normalización y Calidad. *Reglamento técnico de diseño de sumideros y cunetas*, p. 202-204.

2.1.13.2. Diseño hidráulico

- Caudal máximo en cuneta: para determinar la capacidad de un tragante, primero es necesario conocer las características hidráulicas de la cuneta que transportará el caudal recolectado hacia el tragante. La capacidad de la cuneta depende de su forma, longitud y rugosidad, conociendo la pendiente transversal y longitudinal de la calle, la cuneta se puede representar como un canal abierto de sección triangular, estimando su capacidad hidráulica con la fórmula de Manning, descrita a continuación:

$$Q_0 = 0,375 * \sqrt{S} * \frac{Z}{n} * y_0^{\frac{8}{3}}$$

Donde:

Q_0 = Caudal máximo en la cuneta expresado en m³/s.

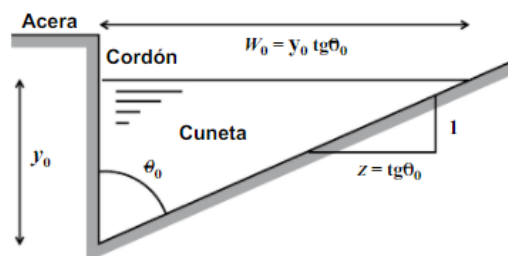
S = Pendiente longitudinal expresado en m/m

Z = Es el inverso de la pendiente transversal de la cuneta expresado en 1/(mm).

n = Coeficiente de rugosidad de acuerdo a la superficie.

y_0 = Tirante máximo al borde de la acera expresado en m.

Figura 26. Cuneta de sección triangular



Fuente: Instituto Boliviano de Normalización y Calidad. *Reglamento técnico de diseño de cunetas y sumideros*, p. 196.

Donde:

y_o = Altura máxima del agua al borde de la acera.

w_o = Ancho máximo del espejo de agua.

$Z = y_o/w_o$, inversa de la pendiente transversal.

- Diseño de entrada del tragante: el diseño de entrada del tragante depende de las condiciones de la superficie a drenar y con ello el tipo de entrada a elegir, por lo que dependiendo del tipo de entrada, se muestra a continuación el procedimiento a llevar a cabo:
 - Tragante de ventana o acera: la longitud de entrada para un tragante con depresión se calcula de la siguiente manera:

$$L_t = K_u * Q^{0,42} * S_L^{0,3} * \left[\frac{1}{n * S_x} \right]^{0,6}$$

Donde:

$K_u = 0,817$

L_t = Longitud requerida para interceptar el 100 % del flujo (m).

S_L = Pendiente longitudinal (m/m)

Q = Caudal (m^3/s).

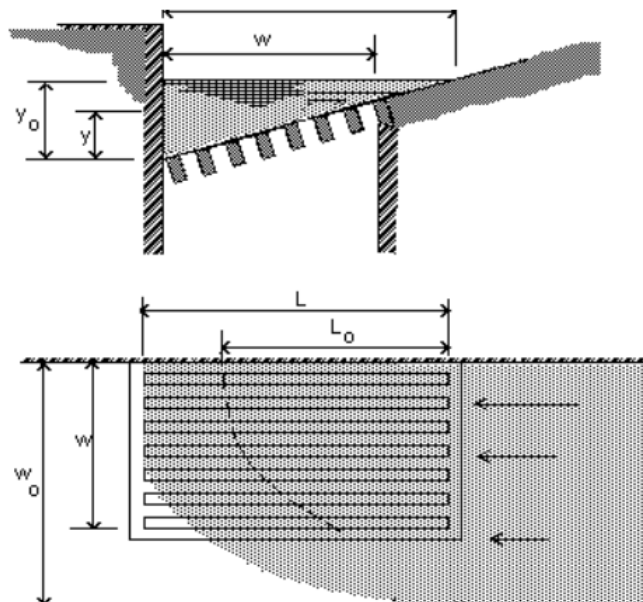
Al diseñar la longitud de ventana de la cuneta se puede optar que el caudal transportado por la cuneta sea captado parcialmente, dando lugar a la colocación de otro tragante, esto para evitar grandes longitudes de entrada que comprometa la seguridad de la zona donde se encuentre el tragante y no sobrecargarlo permitiendo que pueda trabajar de manera óptima y eficiente.

- Tragante de rejilla en cuneta: el diseño de entrada de este tipo de tragante involucra el área efectiva de captación, ya que debido al área que ocupa la rejilla, esta interfiere en la captación total del flujo superficial.

Por lo que la longitud de la rejilla para lograr captar el caudal de aguas que precipite en las calles se calcula de la siguiente manera:

$$L = 0,326 * \left(\frac{z}{n} * l\right)^{\frac{3}{4}} * \left[\frac{Qo^{\frac{1}{2}} * (wo - w)}{z}\right]^{\frac{1}{2}}$$

Figura 27. **Tragante de rejilla en piso**



Fuente: Instituto Boliviano de Normalización y Calidad. *Reglamento técnico de diseño de cunetas y sumideros*, p. 211.

Donde:

L = Longitud total de la rejilla (m).

z = Inverso de la pendiente transversal (m/m).

l = Pendiente longitudinal (m/m).

n = Coeficiente de rugosidad de Manning (adimensional).

Q_0 = Caudal del proyecto (m^3/s).

w_0 = Ancho del espejo de agua en la cuneta (m).

w = Ancho horizontal de la reja (m).

- Tragante mixto: el análisis de tragante mixto se realiza con las expresiones, tanto del tragante de ventana o acera y el tragante de rejilla, obteniendo dos capacidades de captación resultando en las longitudes correspondientes del tragante de ventana y tragante de rejilla en piso.
- Tragante transversal o de calzada: el análisis del tragante transversal es similar al análisis del tragante de rejilla, a diferencia que la longitud de entrada es a lo ancho de la calle, por lo que el análisis se puede realizar con las ecuaciones utilizadas para el diseño de entrada del tragante de rejilla en piso.
- Coeficiente de seguridad: el uso de un coeficiente de seguridad es para evitar el funcionamiento del tragante a su capacidad máxima de captación, algunas de las razones es por obstrucciones que se pueden dar en la entrada de los tragantes, irregularidades en el pavimento o cuneta e inexactitud de los cálculos realizados, por lo que dependiendo de la ubicación del tragante se tienen los siguientes coeficientes de seguridad.

Tabla XVI. **Coeficientes de seguridad para tragantes**

Localización	Tipo	Factor de corrección
Punto bajo	Simple	1,25
	Con rejas	2,00
	Combinada	1,50
Punto intermedio	Simple	1,25
	Reja longitudinal	1,65
	Reja transversal	2,00
	Combinada con longitudinal	1,50
	Combinada con transversal	1,80

Fuente: Instituto Boliviano de Normalización y Calidad. *Reglamento técnico de diseño de cunetas y sumideros*, p. 214.

2.1.13.3. Ejemplo de diseño de tragantes

- Diseño de tragante de ventana o de acera (Tramo 4-5).
 - Como primer paso se definen los parámetros de diseño de la superficie donde se diseñará el tragante de ventana, lo parámetros son los siguientes.
 - Tipo de superficie: concreto.
 - Periodo de retorno: 25 años.
 - Coeficiente de Manning: 0,013.
 - Pendiente longitudinal del terreno: 0,0207 m/m.
 - Pendiente transversal: 0,03 m/m.
 - Ancho de calle: 6,00 m.
 - Distancia horizontal: 52,65 m.
 - Coeficiente C = 0,80.

- Con los parámetros de diseño procedemos a calcular el área tributaria, donde el área tributaria es la mitad de calle del tramo a trabajar, ya que por la conformación de la calle, se tendrá dos sentidos a la que el agua tributaria.

$$\text{Área tributaria} = ((6 \text{ m} / 2) \times 52,65 \text{ m}) / 10\,000 = 0,0158 \text{ Ha}$$

- Luego se procede a estimar el tiempo de concentración, con ayuda de la tabla que relaciona la impermeabilidad y la pendiente del terreno, estimando el siguiente tiempo de concentración.

Tiempo de concentración: 11 minutos

- Con los datos de tiempo de concentración y área tributaria se procede a calcular la intensidad de lluvia de la siguiente manera.

$$I = \frac{578 * 25^{0,237}}{(11 + 2,93)^{0,741}} = 176,02 \frac{\text{mm}}{\text{h}}$$

- Ahora se procede con el calcula del caudal de diseño del tragante de la siguiente manera.

$$Qd = \frac{CIA}{360} = \frac{(0,80 * 176,02 \frac{\text{mm}}{\text{h}} * 0,0158 \text{ Ha})}{360} = 0,0062 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

- Se procede con el diseño de la cuenta, estimando como primer punto el ancho de diseño y altura del espejo de agua de la siguiente manera.

$$T = \left(\frac{Q * n}{Ku * S_x^{1,67} * S_l^{0,5}} \right)^{0,375} = \left(\frac{0,0062 * 0,013}{0,376 * 0,03^{1,67} * 0,0207^{0,5}} \right)^{0,375} = 0,78 \text{ m}$$

$$d = 0,78 * 0,03 = 0,023 \text{ m}$$

- Se chequea que la profundidad del espejo de agua no sea mayor a la altura de la banqueta de la siguiente manera.

$$d_{max} = \frac{(\text{ancho de calle})}{2} * S_x = \frac{6 \text{ m}}{2} * 0,03 = 0,090 \text{ m}$$

- Se estima el número de tragantes a colocar para obtener el caudal respectivo que compartirán según el número de tragantes, de la siguiente manera.

Numero de tragantes a colocar = 2 unidades.

Caudal por tragante:

$$Q / \# \text{ de tragantes} = \frac{0,0062 \frac{m^3}{s}}{2} = 0,0031 \text{ m}^3/s$$

- Luego con el caudal obtenido del paso anterior, se calcula el ancho real del espejo de agua, de la siguiente manera.

$$T = \left(\frac{Q * n}{K_u * S_x^{1,67} * S_l^{0,5}} \right)^{0,375} = \left(\frac{0,0031 * 0,013}{0,376 * 0,03^{1,67} * 0,0207^{0,5}} \right)^{0,375} = 0,60 \text{ m}$$

- Para mejorar la eficiencia del tragante, se propone una altura de depresión en la cuneta y el ancho que tendrá esta depresión, teniendo como límite de 0 – 0,15 y 0,30 – 0,60 respectivamente.

Depresión de cuenta: 0,025 m.

Ancho de depresión de cuneta: 0,30 m.

- Luego se procede a calcular el parámetro S_w de la siguiente manera.

$$S_w = S_x + \frac{a}{W} = 0,03 + \frac{0,025}{0,3} = 0,113 \frac{m}{m}$$

- Se procede a calcular la tasa de flujo "Eo".

$$E_o = \frac{1}{\left\{ 1 + \frac{\frac{S_w}{S_x}}{\left[1 + \frac{T}{W} - 1 \right]^{2.67}} \right\}} = \frac{1}{\left\{ 1 + \frac{\frac{0,113}{0,03}}{\left[1 + \frac{0,6}{0,3} - 1 \right]^{2.67}} \right\}} = 0,78$$

- Con los datos esenciales con respecto al diseño de la cuneta, se procede al diseño del tragante como tal, primero se calcula el parámetro S'_w de la siguiente manera.

$$S'_w = \frac{a}{W} = \frac{0,025 m}{0,3 m} = 0,083 \frac{m}{m}$$

- Luego se procede a calcular una pendiente transversal equivalente, solo si se agregó una depresión a la cuneta de lo contrario se utilizará la misma pendiente transversal del parámetro de diseño.

$$S_e = 0,03 m + 0,083 m * 0,78 = 0,095 \frac{m}{m}$$

- Se procede con el cálculo del diseño de la longitud de abertura del tragante de ventana de la siguiente manera.

$$L_t = 0,817 * 0,0031^{0,42} * 0,0207^{0,3} * \left(\frac{1}{0,013 * 0,095} \right)^{0,6} = 1,25 \text{ m}$$

- Luego se propone una longitud de abertura, que sea mayor o igual a la longitud calculada con los datos obtenidos, por lo que se propone la siguiente longitud.

Longitud de abertura de tragante = 1,5 m.

- Se calcula la longitud efectiva, aplicando un factor de corrección a la longitud propuesta, de la siguiente manera.

$$L_e = \frac{\text{Longitud propuesta}}{\text{Factor correccion}} = \frac{1,5 \text{ m}}{1,25} = 1,2 \text{ m}$$

- Se procede a calcular la eficiencia del tragante con la longitud efectiva calculada, de la siguiente manera.

$$E = 1 - \left(1 - \frac{1,20}{1,25} \right)^{1,8} = 0,9964 \approx 100 \%$$

- Con la eficiencia del tragante se procede a calcular el caudal interceptado por el o los tragantes propuestos, de la siguiente manera.

$$Q_i = 100 \% * (0,0031) * 2 = 0,0062 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

- En dado caso, el caudal interceptado sea menor al caudal total calculado a un principio, se debe estimar el caudal no interceptado y este caudal se adiciona al próximo tramo al caudal total a calcular, el caudal no interceptado se calcula de la siguiente manera.

$$Q_b = 0,0062 - 0,0062 = 0,00 \frac{m^3}{s}$$

2.1.14. Diseño de pozo de absorción

El diseño de un pozo de absorción conlleva la obtención de un caudal de diseño, conocer las características del suelo que permita conocer su capacidad de infiltración y el volumen que se puede llegar a infiltrar.

El caudal de diseño, al igual como se calculó para la red de drenaje pluvial, se calcula para el pozo de absorción tomando en cuenta que el periodo de retorno varía para este tipo de estructura.

El periodo de retorno se estima para zonas centrales de 5 a 10 años, para zonas urbanas periféricas de 2 a 5 años y zonas suburbanas y periféricas de 1 a 2 años.¹³

El volumen de infiltración se calculará de acuerdo a la Ley de Darcy, el cual se establece de la siguiente manera:

$$V = K * i * A * t$$

¹³ SIAPA. *Criterios y Lineamientos Técnicos para Factibilidades, Infiltración Pluvial*. p.10.

Donde:

K = Coeficiente de permeabilidad (m/s).

i = Gradiente hidráulico (m/m).

A = Área de infiltración (m²).

t = Tiempo de duración de la lluvia de diseño (min).

El coeficiente de permeabilidad se obtuvo de información que posee la municipalidad, a través de un ensayo de velocidad de infiltración y granulometría de estratos, que se realizó en un lugar cercano a la ubicación del proyecto, la información es la siguiente.

Tabla XVII. **Coeficiente de permeabilidad**

Permeabilidad (K)	Clasificación	Descripción del suelo	Velocidad de infiltración (m/s)
$7,1 \times 10^{-9}$	MH	Limo arcilloso compresible café oscuro	$5,1 \times 10^{-6}$

Fuente: Dirección Municipal de Planeación, Municipalidad de Santa Lucía Milpas Altas, Sacatepéquez, Guatemala.

2.1.14.1. **Ejemplo de diseño de pozo de absorción:**

- El diseño se hará en el tramo 21-22, y estará ubicado por debajo del pozo de visita del pozo 22, para el diseño, primero se deben conocer los parámetros de diseño, los cuales son los siguientes:

Periodo de retorno = 5 años.

Tiempo de concentración = 9,5 minutos.

Coeficiente de permeabilidad (K) = $7,1 \times 10^{-9}$ m/s.

Tiempo de lluvia (t) = 5,00 minutos.

Gradiente hidráulico (i) = 1,00 m/m.

Coeficiente C = 0,52.

Área tributaria = 0,2529 Ha.

- Se procede a calcular la intensidad de lluvia para el periodo de retorno establecido para la estructura, de la siguiente manera.

$$I = \frac{578 * 5^{0,237}}{(9,50 + 2,93)^{0,741}} = 130,79 \frac{mm}{h}$$

- Con la intensidad de lluvia y los demás datos de diseño se puede calcular el caudal de diseño, usando el método racional.

$$Qd = \frac{CIA}{360} = \frac{(0,52 * 130,79 \frac{mm}{h} * 0,2529 Ha)}{360} = 0,0475 \frac{m^3}{s} = 47,48 \frac{L}{s}$$

- Se procede a calcular el volumen de agua que producirá dicho caudal de diseño en el tiempo de lluvia propuesto, hay que tener en consideración que el caudal de diseño será producido por una intensidad de lluvia máxima donde su ocurrencia es de 1 en 5 años por lo que el tiempo de duración de la lluvia es pequeño.

$$Volumen\ de\ entrada = \frac{0,0475m^3}{s} * 5\ min * 60\ seg = 14,24\ m^3$$

- Se propone un diámetro para el pozo de absorción, en este caso se utilizará tubería perforada, por lo que, hay que tener en cuenta los diámetros disponibles en el mercado, en este caso se propone un diámetro de 72 " igual a 1,80 m.
- Se calcula el área de acuerdo con el diámetro propuesto.

$$Area = \frac{\pi}{4} * (1,8)^2 = 2,54 m^2$$

- Ahora se propone una profundidad para el pozo de absorción, la cual ira variando hasta obtener un volumen igual o mayor al volumen de agua que se quiere almacenar en el pozo para su infiltración, de acuerdo con las condiciones del lugar se puede llegar a construir varios pozos de absorción para disminuir la profundidad, en caso contrario se limitara al área disponible. El volumen se calcula de la siguiente manera.
Altura propuesta = 6,00 m.

$$Volumen de almacenamiento = 2,54 m^2 * 6,00 m = 15,24 m^3$$

- Se calcula el número de pozos a construir de acuerdo con el volumen de almacenamiento obtenido.

$$No. de pozos = \frac{Volumen almacenamiento}{Volumen de entrada} = \frac{15,24 m^3}{14,24 m^3} = 0,93 \approx 1 pozo$$

- Por último, se calcula el volumen de infiltración de acuerdo al tiempo de precipitación propuesto, con la fórmula de la Ley de Darcy, que establece lo siguiente.

$$A_{infiltracion} = \pi * 1,8 m * 6,00 m = 33,93 m^2$$

$$V_{infiltracion} = K * i * A * t$$

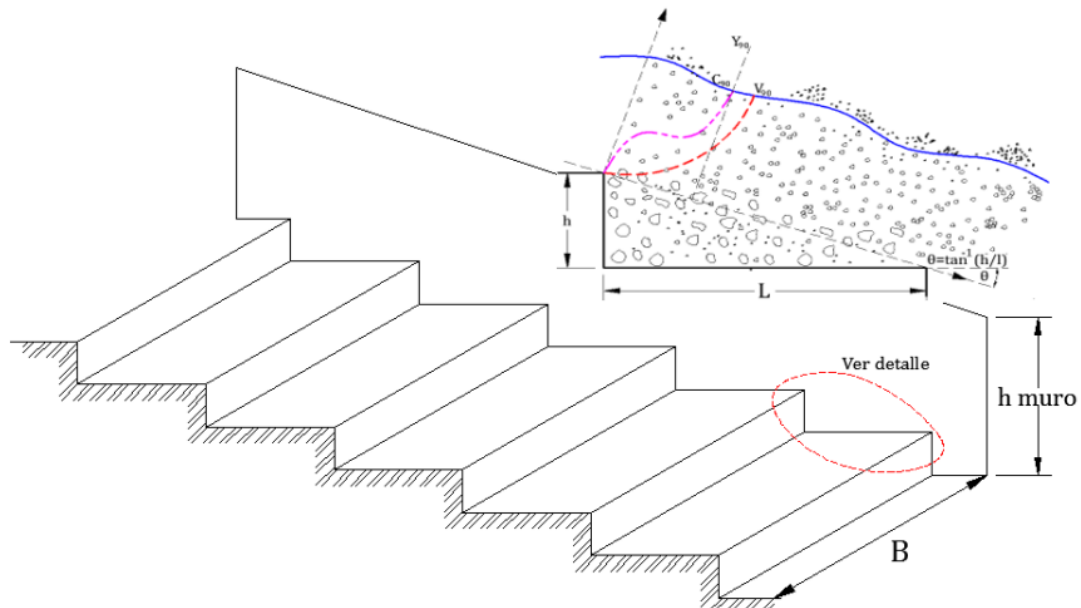
$$V_{infiltracion} = \left(7,1 \times 10^{-9} \frac{m}{s}\right) * 1 \frac{m}{m} * 33,93 m^2 * 5min * 60seg = 0,00007 m^3$$

2.1.15. Diseño de canal escalonado

Un canal escalonado, es un canal inclinado conformado por escalones con una longitud de huella L y contrahuella h , un ancho B y un ángulo θ que se forma desde el pie del canal hasta el inicio de este.

Sobre estos canales el flujo que se transporta es turbulento, y por el comportamiento que llega a desarrollar a lo largo del canal se dificulta clasificar el tipo de flujo, y determinar el comportamiento hidráulico puede llegar a ser complicado, en la siguiente imagen se muestra de mejor manera la geometría de un canal tipo escalonado.

Figura 28. Geometría de un canal escalonado



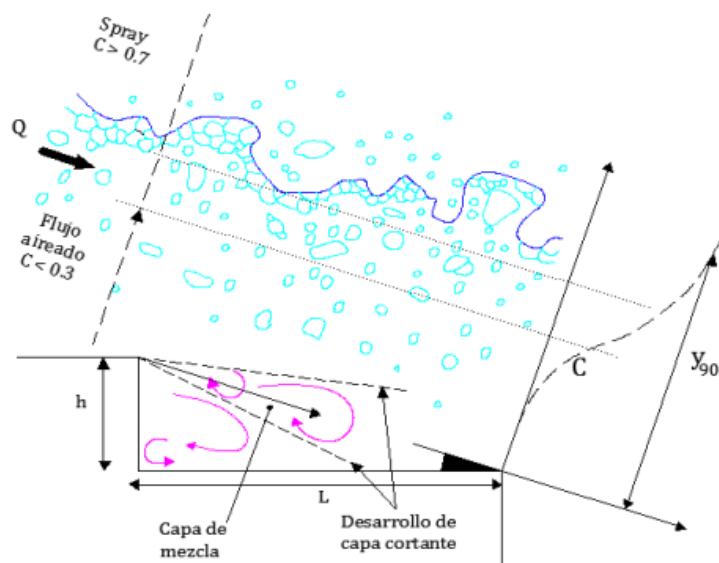
Fuente: ROSADO CANTILLO, Gabriel Alfonso. *Metodología para el diseño de canales escalonados, disipadores de energía, empleados en drenaje urbano, basado en modelación física*, p. 7.

2.1.15.1. Tipos de régimen en canales escalonados

De acuerdo a ciertas condiciones, descritas en los siguientes párrafos, en las cuales el flujo se transporte en el canal, se determinó que se puede formar sobre estos canales tres regímenes de flujo: flujo rasante, saltante y transicional, los cuales serán descritos a continuación.

- Flujo rasante: el flujo rasante tiene un recorrido consecuente y se asemeja a un flujo uniforme sobre el canal, con formación de vórtices que recirculan sobre cada escalón. El desarrollo de la capa turbulenta que se forma al momento en que el flujo cae en el escalón hace que se presente la disipación de energía.

Figura 29. Comportamiento de flujos rasantes

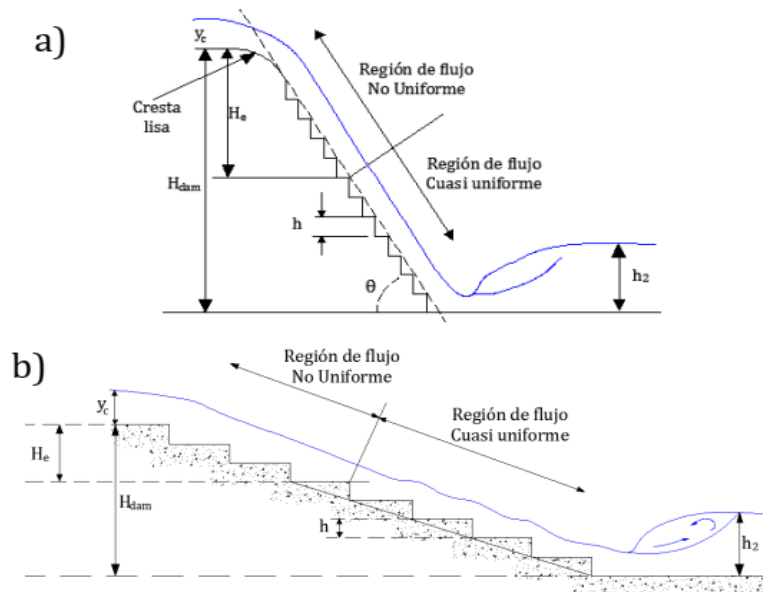


Fuente: ROSADO CANTILLO, Gabriel Alfonso. *Metodología para el diseño de canales escalonados, disipadores de energía, empleados en drenaje urbano, basado en modelación física*, p. 9.

El investigador Ohtsu determinó a partir de varias mediciones en distintos canales con diferentes pendientes que comprende el siguiente intervalo $5,7^\circ \leq \theta \leq 55^\circ$, bajo el régimen de flujo rasante, dos comportamientos, un flujo cuasi uniforme a lo largo de todo el canal y un flujo no uniforme totalmente desarrollado casi paralelo al fondo de canal (figura 32).

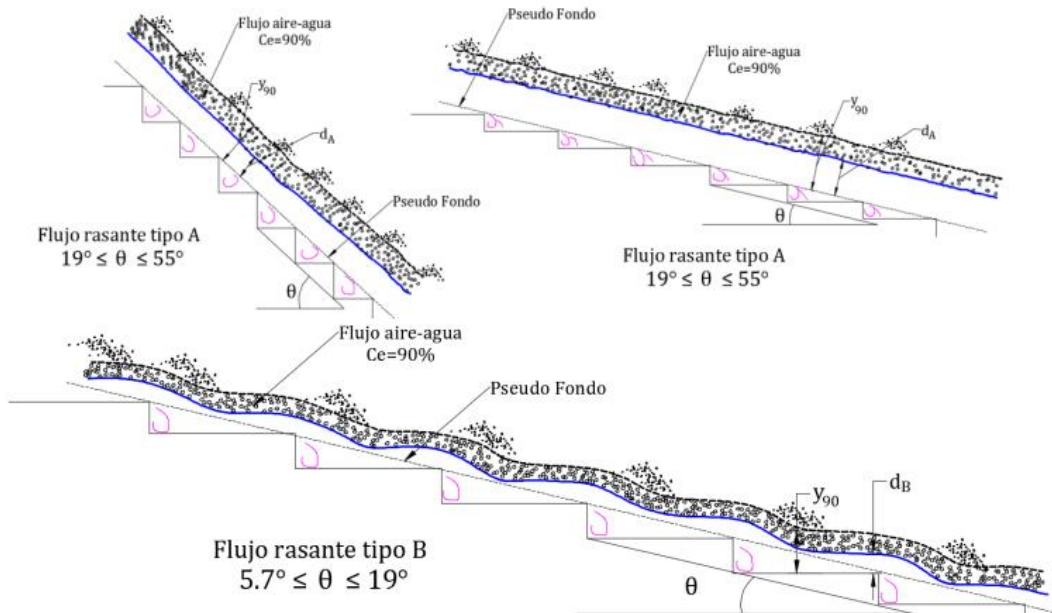
Además determinó que para estos dos comportamientos dependiendo del ángulo de inclinación, dentro del rango de $19^\circ \leq \theta \leq 55^\circ$, siempre se presentara un flujo tipo A, mientras que en canales con una pendiente entre $5,7^\circ \leq \theta \leq 19^\circ$ se pueden presentar las condiciones de flujo tipo A y tipo B, en la figura 33 se presenta de mejor manera el comportamiento del flujo tipo A y tipo B.

Figura 30. **Identificación de la región cuasi uniforme y no uniforme**



Fuente: ROSADO CANTILLO, Gabriel Alfonso. *Metodología para el diseño de canales escalonados, disipadores de energía, empleados en drenaje urbano, basado en modelación física*, p. 11.

Figura 31. Tipos de flujos rasantes

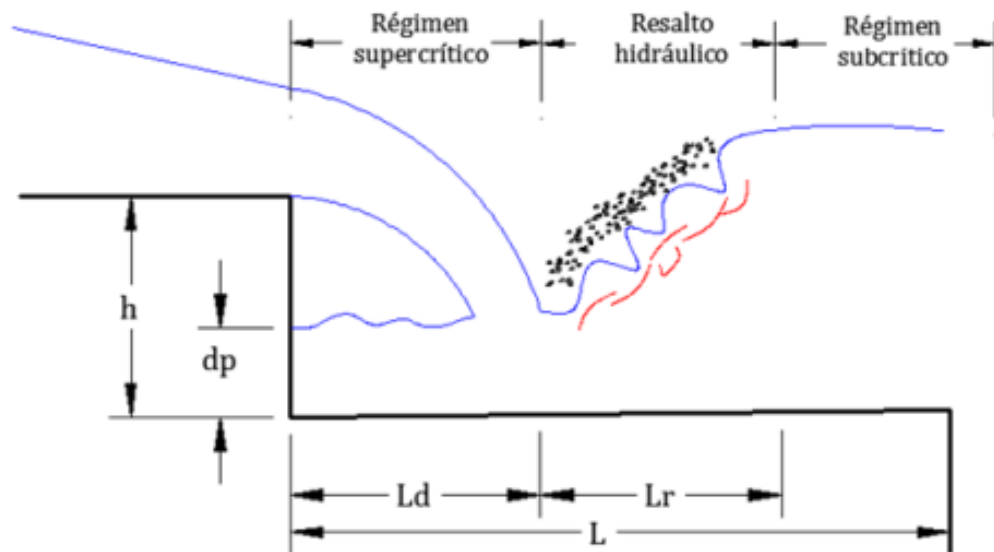


Fuente: ROSADO CANTILLO, Gabriel Alfonso. *Metodología para el diseño de canales escalonados, disipadores de energía, empleados en drenaje urbano, basado en modelación física*, p. 11.

- Flujo saltante: un flujo saltante se caracteriza por presentar choques constantes contra los escalones, si el flujo al caer sobre el escalón permanece sobre el mismo antes de caer de nuevo al otro escalón se formará un resalto hidráulico parcial o totalmente desarrollado.
 - Flujo saltante con resalto hidráulico totalmente desarrollado: este tipo de flujo con resalto hidráulico totalmente desarrollado se caracteriza por presentarse en caudales bajos y desarrollar un flujo subcrítico, como resultado de la transición del flujo en régimen supercrítico a subcrítico.

Al entrar en una zona de bajas velocidades (régimen subcrítico), se reduce la velocidad del flujo por resistencia debido a la fricción aumentando la profundidad, produciendo una pérdida de energía.

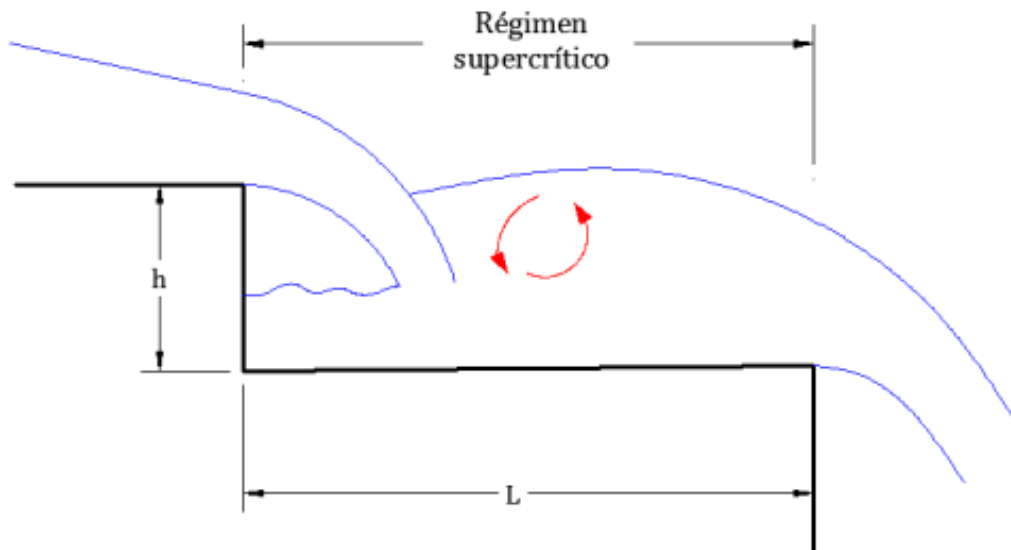
Figura 32. **Flujo saltante con resalto totalmente desarrollado**



Fuente: ROSADO CANTILLO, Gabriel Alfonso. *Metodología para el diseño de canales escalonados, disipadores de energía, empleados en drenaje urbano, basado en modelación física*, p. 17.

- Flujo saltante con resalto hidráulico parcialmente desarrollado: en caudales altos o la huella del escalón es muy corta, el flujo saltante no alcanzara a impactar con el escalón y no se desarrollara por completo el resalto hidráulico.

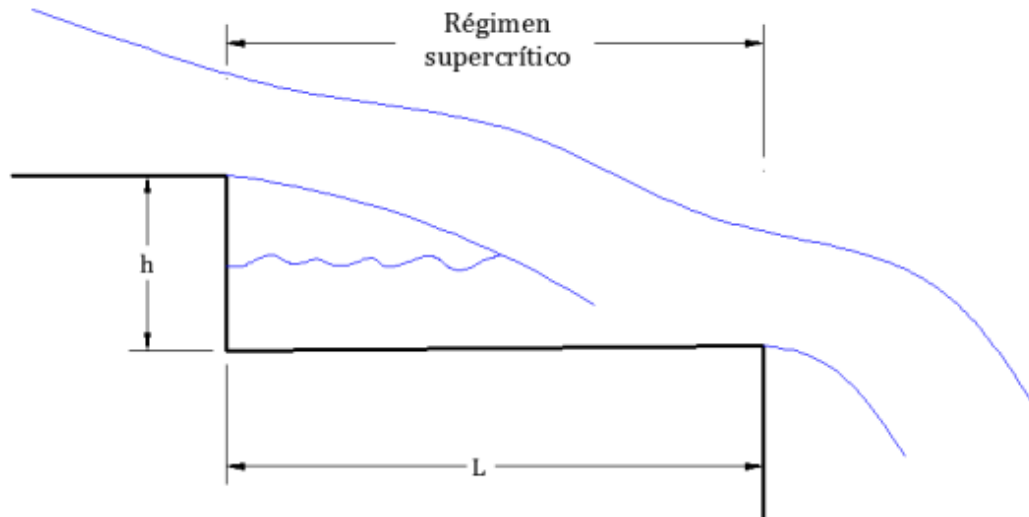
Figura 33. **Flujo saltante con resalto hidráulico parcialmente desarrollado**



Fuente: ROSADO CANTILLO, Gabriel Alfonso. *Metodología para el diseño de canales escalonados, disipadores de energía, empleados en drenaje urbano, basado en modelación física*, p. 18.

- Flujo saltante sin resalto hidráulico: esta tercera condición se presenta cuando el flujo no sale del régimen supercrítico ($F > 1$) y por ende no se forma un resalto hidráulico, esta condición ocurre cuando existe un aumento en el caudal o en la pendiente, no existirá ninguna disipación de energía debido a que esta ocurre por los impactos generados en el escalón.

Figura 34. **Flujo saltante sin resalto hidráulico**



Fuente: ROSADO CANTILLO, Gabriel Alfonso. *Metodología para el diseño de canales escalonados, disipadores de energía, empleados en drenaje urbano, basado en modelación física*, p. 19.

- Flujo transicional: se describe por la existencia de un flujo rasante y saltante en distintos escalones por lo que hace difícil determinar el perfil real del flujo, caracterizado por presentar fuertes salpicaduras a lo largo del canal.

2.1.15.2. Umbrales para el desarrollo de los diferentes regímenes de flujo

Para la determinación del tipo de régimen de flujo, se tienen los siguientes umbrales para el régimen saltante y rasante, obtenidos a partir de varias mediciones en canales donde se realizaron correlaciones determinando las siguientes expresiones, desde $0,06 < h/l < 1,43$:

Límite inferior de flujo rasante:

Para $0,06 < h/l < 0,20$

$$\frac{y_c}{h} = 17,476\left(\frac{h}{l}\right)^2 - 7,247\left(\frac{h}{l}\right) + 1,846$$

Para $0,20 < h/l < 1,43$

$$\frac{y_c}{h} = 1,176e^{-0,304\left(\frac{h}{l}\right)}$$

Límite superior de flujo saltante:

Para $0,06 < h/l < 0,20$

$$\frac{y_c}{h} = 11,01\left(\frac{h}{l}\right)^2 - 4,398\left(\frac{h}{l}\right) + 1,249$$

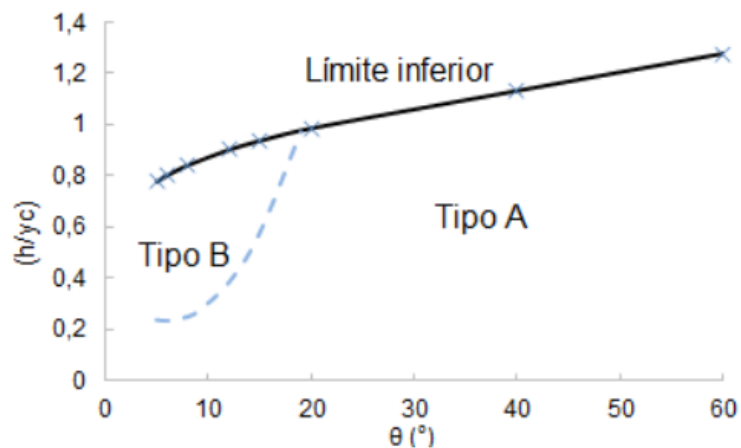
Para $0,20 < h/l < 1,43$

$$\frac{y_c}{h} = -0,372\left(\frac{h}{l}\right) + 0,886$$

El umbral para la determinación de los flujos rasantes de tipo A y B, se determina a través de la siguiente expresión que delimita la región entre el flujo de tipo B, el parámetro $(h/y_c)_B$, por lo que al intersectar el parámetro h/y_c con el ángulo de inclinación del canal (θ) se puede clasificar en la gráfica de la figura 37 el tipo de flujo.

$$\left(\frac{h}{y_c}\right)_B = 13(\tan\theta)^2 - 2,73\tan\theta + 0,373$$

Figura 35. Umbrales para la formación del flujo rasante tipo A y B



Fuente: ROSADO CANTILLO, Gabriel Alfonso. *Metodología para el diseño de canales escalonados, disipadores de energía, empleados en drenaje urbano, basado en modelación física*, p. 24.

2.1.15.3. Metodología de diseño hidráulico

La siguiente metodología corresponde a una propuesta presentada por el autor del documento utilizado como referencia para el diseño de canales escalonados, correspondiendo a una metodología unificada que presenta el diseño de Ohtsu y de González y Chanson; y las características del régimen saltante cuando presenta un flujo subcrítico y supercrítico.

- Estimar el caudal de diseño que entrara al canal escalonado, pudiendo utilizar cualquier método, para este caso de drenaje pluvial, se puede tomar en cuenta el caudal transportado por la tubería.
- Escoger el ancho (B) del canal, altura (Ht), que va desde la cota final del canal hasta la cota de inicio, trazar el perfil longitudinal del canal para

reconocer los cambios que hayan en la pendiente longitudinal, será el número de tramos independientes a diseñar, por ende la altura variara de acuerdo al tramo a diseñar.

- Calcular la profundidad critica del flujo.

$$y_c = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{B^2 * g}}$$

- Obtener el parámetro adimensional Ht/y_c .
- Determinar la altura mínima de la contrahuella, h .

$$h \geq 0,43y_c$$

- Basado en las características geométricas del canal, se debe determinar el régimen del flujo, si es rasante, saltante o transicional, de acuerdo con las expresiones que determinan el umbral del flujo saltante y rasante, que se basa a partir de un amplio número de investigaciones.
- Si el flujo es rasante, se debe verificar si el ángulo del canal es menor a 19° o de lo contrario mayor a 19° .
- Para canales de flujo rasante con ángulo menor a 19° , se debe calcular el tipo de flujo rasante a través de la siguiente formula.

$$\left(\frac{h}{y_c}\right)_B = 13(\tan\theta)^2 - 2,73\tan\theta + 0,373$$

- Para garantizar que el flujo que se transporta a través del canal sea totalmente desarrollado, la longitud y pendiente deben cumplir con la siguiente función, de lo contrario será un flujo gradualmente variado.

$$\frac{y_c}{h} < \frac{1}{0,1193 * \cos\theta * \operatorname{sen}\theta^{0,259} * \left(\frac{l}{h * \cos\theta}\right)^{0,935}}$$

- Si se desarrolla un flujo totalmente uniforme o cuasi uniforme se debe calcular el factor de fricción de Darcy Weisbach, en función del ángulo y la relación h/y_c.
Para $5,7^\circ \leq \theta \leq 19^\circ$.

$$f = f_{max} - A \left(0,5 - \frac{h}{y_c}\right)^2 \quad \text{Para } 0,1 \leq \frac{h}{y_c} \leq 0,5$$

$$f = f_{max} \quad \text{Para } 0,5 \leq \frac{h}{y_c} \leq \left(\frac{h}{y_c}\right)_s$$

$$A = 1,7x10^{-3}\theta^2 + 6,4x10^{-2}\theta - 1,5x10^{-1}$$

$$f_{max} = -4,2x10^{-4}\theta^2 + 1,6x10^{-2}\theta + 3,2x10^{-2}$$

Para $19^\circ \leq \theta \leq 55^\circ$.

$$A = 0,452$$

$$f_{max} = 2,32x10^{-5}\theta^2 - 2,75x10^{-3}\theta + 2,31x10^{-1}$$

- Se procede a calcular la profundidad media del flujo d_w mediante la siguiente ecuación:

$$d_w = \sqrt[3]{\frac{q_w^2 * f}{g * \text{sen}\theta * 8}}$$

- Luego se calcula la velocidad media a través de la ecuación de continuidad:

$$v = \frac{q_w}{d_w}$$

- Si se desarrolla un flujo gradualmente variado, se calcula la siguiente relación:

$$\frac{V}{V_{max}} = 0,00107 \left(\frac{H_{max}}{y_c} \right)^2 - 0,0634 \left(\frac{H_{max}}{y_c} \right) + 1,202$$

$$H_{max} = Ht + \frac{3}{2} y_c$$

Una vez que se conoce la relación de velocidad v/v_{max} , la velocidad “v” y la profundidad media d_w puede determinarse a través de un cálculo iterativo, primero asumiendo que la velocidad v_{max} es similar a la velocidad máxima al pie del canal.

$$V_{max\ canal} = \sqrt{2 * g * H_{max}}$$

Obteniendo la velocidad “v”, la profundidad media d_w se determina con la ecuación de continuidad:

$$v = \frac{q_w}{d_w}$$

Luego se calcula el valor real de la velocidad ideal de flujo por medio de la siguiente ecuación:

$$V_{max} = \sqrt{2 * g * (H_{max} - d_w * \cos\theta)}$$

Una vez obtenida, se calcula la velocidad “v” usando nuevamente la ecuación de relación v/v_{max} , para finalizar se calcula d_w con la ecuación de continuidad, esto se hará hasta que el valor asumido sea igual o aproximadamente igual al estimado por la formula.

- Calcule la concentración media del aire, con la siguiente ecuación:
Para $5,7^\circ \leq \theta \leq 19^\circ$ y $0,1 \leq h/y_c \leq (h/y_c)_s$.

$$C_{ma} = D - 0,30 * e^{\left(-5\left(\frac{h}{y_c}\right)^2 - 4\left(\frac{h}{y_c}\right)\right)} \quad D = 0,30$$

Para $19^\circ \leq \theta \leq 55^\circ$ y $0,1 \leq h/y_c \leq (h/y_c)_s$.

$$D = -2,0x10^{-4}\theta^2 + 2,14x10^{-2}\theta - 3,57x10^{-2}$$

Donde:

$$\left(\frac{h}{y_c}\right)_s = \frac{7}{6} (\tan\theta)^{\frac{1}{6}}$$

- Calcular la profundidad y_{90} , que representa, la altura donde la concentración de aire disuelto en el agua es del 90 %.

$$y_{90} = \frac{d}{(1 - C)}$$

- Determinar la altura del muro, como 1,40y₉₀.
- Si se cumple la condición de flujo saltante, se debe definir las características del flujo, por medio del número de Froude.

$$F = \frac{v}{\sqrt{gy_c}}$$

- Si se cumple la condición de flujo saltante, se debe definir en primera instancia los parámetros que definen la geometría del flujo con las siguientes expresiones.

$$\frac{y_1}{h} = 0,54 \left(\frac{y_c}{h}\right)^{1,275} ; \frac{y_2}{h} = 1,66 \left(\frac{y_c}{h}\right)^{0,81} ; \frac{d_p}{h} = \left(\frac{y_c}{h}\right)^{0,66}$$

$$\frac{L_d}{h} = 4,30 \left(\frac{y_c}{h}\right)^{0,81} ; \frac{L_r}{y_1} = 8 \left[\left(\frac{y_c}{h}\right)^{1,5} - 1,5\right]$$

- Si la suma de la longitud L_d y L_r, es menor a la longitud de la contrahuella, se desarrollará un resalto hidráulico totalmente desarrollado, se calcula el siguiente parámetro y se verifica la siguiente desigualdad, de lo contrario se tendrá un resalto hidráulico parcialmente desarrollado.

$$\left(\frac{y_c}{h}\right)_{char} = 0,0916 \left(\frac{h}{l}\right)^{-1,276} ; \frac{y_c}{h} < \left(\frac{y_c}{h}\right)_{char}$$

- En un escalón horizontal, en la orilla de la contrahuella en donde las condiciones del flujo pasen de ser subcrítico a crítico, se calculará la profundidad al borde de la contrahuella de la siguiente manera.

$$d_b = 0,715 * y_c$$

- Se procede con el cálculo del espesor del flujo al momento del impacto con el volumen de agua que se encuentra en el escalón.

$$\frac{y_i}{y_c} = 0,687 \left(\frac{y_c}{h} \right)^{0,483}$$

- Luego se procede a calcular las características del flujo de aproximación a través del número de Froude aguas arriba del salto hidráulico.

$$F = \frac{q_w}{\sqrt{g * y_1^3}}$$

2.1.15.4. Ejemplo de diseño de canal escalonado: El diseño del canal escalonado se realizará para el tramo PV 64 al punto de desfogue 2

- Los parámetros de diseño para dar inicio son los siguientes:
 Caudal de diseño: 679,79 L/s = 0,6798 m³/s.
 Ancho del canal (B) propuesto = 0,8 m.
 Cota de inicio del canal: 1 951,71 m.
 Cota final del canal: 1 949,04 m.
 Altura del canal (Ht) = 2,67 m.
 Longitud del canal = 11,91 m.
 Pendiente longitudinal = 0,224 m/m.
- Con los parámetros iniciales, se procede a calcular la profundidad crítica del flujo (y_c) de la siguiente manera.

$$y_c = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{B^2 * g}} = \sqrt[3]{\frac{0,6798^2}{0,8^2 * 9,81}} = 0,42 \text{ m}$$

- Luego se procede a calcular el parámetro Ht/y_c .

$$\frac{Ht}{y_c} = \frac{2,67 \text{ m}}{0,42 \text{ m}} = 6,36$$

- Se procede a proponer una altura de contrahuella, cumpliendo con la altura mínima establecida por la siguiente formula.

$$h_{min} = 0,43 * y_c = 0,43 * 0,42 = 0,18 \text{ m}$$

$$h_{propuesto} = 0,35 \text{ m}$$

- Luego se propone una longitud de huella y se determina el parámetro h/l .

$$Huella (l) = 1,8 \text{ m}$$

$$h/l = 0,19 \text{ m}$$

- Se calcula el parámetro y_c/h de la siguiente manera.

$$\frac{y_c}{h} = \frac{0,42 \text{ m}}{0,35 \text{ m}} = 1,20$$

- Con los dos parámetros obtenidos anteriormente, y con los límites establecidos en la sección 2.1.1.2 se plotea la gráfica y se puede establecer el régimen del flujo, en este caso el régimen del flujo es rasante por lo que de manera numérica se puede establecer el régimen del flujo de la siguiente manera con la siguiente condición.

$$0,2 < \frac{h}{l} < 1,43$$

$$\frac{y_c}{h} = 1,175 * e^{-0,304\left(\frac{h}{l}\right)} = 1,175 * e^{-0,304(0,19)} = 1,10$$

Este valor obtenido, de acuerdo con la gráfica debe ser menor al calculado con los parámetros de diseño, que es de 1,15 por lo que quiere decir que el flujo en el canal es de régimen rasante.

- Se calcula el ángulo de elevación del canal.

$$\theta = \tan\left(\frac{1\,951,71\,m - 1\,949,04\,m}{11,91}\right)^{-1} = 12,64^\circ$$

Al ser menor a 19° se procede de la siguiente manera:

- Se establece el tipo de flujo rasante a través de la siguiente expresión.

$$\frac{y_c}{h} < \frac{1}{0,1193 * \cos\theta * \operatorname{sen}\theta^{0,259} * \left(\frac{l}{h * \cos\theta}\right)^{0,935}}$$

$$\frac{y_c}{h} < \frac{1}{0,1193 * \cos(12,64) * \operatorname{sen}(12,64)^{0,259} * \left(\frac{1,8\,m}{0,35\,m * \cos(12,64)}\right)^{0,935}}$$

$$1,20 < 2,69$$

Al cumplirse la desigualdad, nos indica que el flujo de régimen rasante tiene un comportamiento cuasi uniforme.

- De este régimen de flujo se desprenden dos tipos, tipo A y B, donde a través de la siguiente fórmula y de la figura no. 37 podemos establecer el tipo de la siguiente manera.

$$\left(\frac{h}{y_c}\right)_B = 13 * (\tan\theta)^2 - 2.73 * \tan\theta + 0.373$$

$$\left(\frac{h}{y_c}\right)_B = 13 * (\tan * 12,64)^2 - 2.73 * \tan(12,64) + 0.373 = 0,41$$

Con ayuda del ángulo y el valor del parámetro obtenido se plotea en la gráfica y se establece que el flujo es de tipo B, por lo que se procede con el siguiente paso.

- Se procede a calcular el factor de fricción, dependiente del ángulo de inclinación del canal, de la siguiente manera.

$$5,7^\circ < \theta < 19^\circ$$

$$\left(\frac{h}{y_c}\right)_s = \frac{7}{6} * \tan\theta^{\frac{1}{6}} = \frac{7}{6} * \tan(12,64)^{\frac{1}{6}} = 0,91$$

$$0,5 < \frac{h}{y_c} < \left(\frac{h}{y_c}\right)_s \rightarrow 0,50 < 0,83 < 0,91 \rightarrow \text{CUMPLE}$$

$$A = 1,7x10^{-3}\theta^2 + 6,4x10^{-2}\theta - 1,5x10^{-1}$$

$$A = 1,7x10^{-3}(12,64)^2 + 6,4x10^{-2}(12,64) - 1,5x10^{-1} = 0,93$$

$$f_{max} = -4,2x10^{-4}\theta^2 + 1,6x10^{-2}\theta + 3,2x10^{-2}$$

$$f_{max} = -4,2x10^{-4}(12,64)^2 + 1,6x10^{-2}(12,64) + 3,2x10^{-2} = 0,17$$

- Luego se calcula la energía residual al pie del canal con la siguiente expresión.

$$E_{res} = \left(\frac{f_{max}}{8 * \text{sen}\theta}\right)^{\frac{1}{3}} * \cos\theta + \frac{1}{2} * \left(\frac{f_{max}}{8 * \text{sen}\theta}\right)^{-\frac{2}{3}}$$

$$E_{res} = \left(\frac{0,17}{8 * \text{sen}(12,64)}\right)^{\frac{1}{3}} + \frac{1}{2} * \left(\frac{0,17}{8 * \text{sen}(12,64)}\right)^{-\frac{2}{3}} = 0,26 \text{ m}$$

- Se calcula la profundidad media del flujo con la siguiente expresión.

$$d_w = \sqrt[3]{\frac{q_w^2 * f}{g * \text{sen}\theta * 8}} = \sqrt[3]{\frac{0,97 \frac{m^2}{s} * 0,17}{9,81 * \text{sen}(12,64) * 8}} = 0,21 \text{ m}$$

- Luego procedemos a calcular la velocidad media del flujo con la siguiente expresión.

$$v = \frac{q_w}{d_w} = \frac{0,85 \frac{m^2}{s}}{0,19 \text{ m}} = 4,44 \frac{m}{s}$$

- Se calcula la concentración media del aire generado por el flujo al chocar con cada escalón.

$$C_{ma} = D - 0,30 * e^{\left(-5\left(\frac{h}{y_c}\right)^2 - 4\left(\frac{h}{y_c}\right)\right)} = 0,30 - 0,30 * e^{\left(-5(0,83)^2 - 4(0,91)\right)} = 0,30$$

- Se calcula el parámetro y_{90} , que es un indicativo de la altura máxima del flujo en base a la concentración media del aire en flujo, ya que este ocupa cierta altura y nos interesa saber la altura efectiva del flujo que se transporta dentro del canal.

$$y_{90} = \frac{d_w}{(1 - C)} = \frac{0,19}{(1 - 0,30)} = 0,27 \text{ m}$$

- Por último se calcula la altura del muro lateral que conformara el canal escalonado, con la siguiente expresión.

$$H_{muro} = 1,40 * y_{90} = 1,40 * 0,27 = 0,38 \text{ m}$$

Conclusión: El canal escalonado tendrá las siguientes dimensiones, un ancho de 0,8 m, la longitud es de 11,91 m, la huella tendrá una longitud variable para que se ajuste al perfil del terreno siendo de 1,8 m y 1,7 m, la contrahuella del escalón será de 0,4 m y una altura de muro inicial de 0,8 m por la salida de la tubería de 30" y los muros siguientes de 0,40 m.

2.1.16. Evaluación inicial de impacto ambiental

La evaluación de impacto ambiental analiza el impacto, ya sea negativo o positivo, que genere sobre el entorno el proyecto, obra o industria donde se vaya a localizar, esto para identificar, analizar, proponer, ejecutar y darle un seguimiento a las distintas medidas de mitigación, que sean necesarias para reducir en dado caso el impacto negativo al ambiente.

Cada proyecto es diferente, por lo que el impacto que puede generar al ambiente puede ser nulo, moderado o incluso severo, por lo que para ello se realiza una evaluación de impacto ambiental inicial.

Una evaluación inicial por lo tanto conlleva a identificar ciertos factores, como lo es la localización, magnitud del proyecto, características del entorno, los posibles impactos ambientales, entre otros; que determinen el impacto que

pueda tener el proyecto en el ambiente y permita aclarar qué tipo de estudio de impacto ambiental se deberá ejecutar e implementar las medidas de mitigación necesarias.

En el anexo 1 se muestra el formulario de la evaluación inicial de impacto ambiental que se llenó para este proyecto de alcantarillado pluvial en el municipio de Santa Lucía Milpas Altas.

2.1.17. Planos

La realización de planos constructivos tiene como propósito servir de base al momento de ejecutarse el proyecto, se detalla la red general del alcantarillado, plantas y perfiles de tramos de cierta longitud para conocer las elevaciones de pozos de visita y tubería, detalles de pozos de visita y tragantes, y planos de detalles de estructuras complementarias, generados a partir de una memoria de cálculo.

En el apéndice 1 se detalla la memoria de cálculo utilizada para el diseño del alcantarillado pluvial y de tragantes; en el apéndice 2 cada uno de los planos constructivos que se realizaron para la buena interpretación del proyecto al momento de su ejecución.

2.1.18. Presupuesto

La realización del presupuesto conlleva estimar un precio por cada renglón de trabajo a ejecutar que sea necesario para la construcción del alcantarillado pluvial, el cual se hará cotizando los materiales, mano de obra, herramientas y maquinaria necesaria en cada renglón, asemejando lo más posible a los valores actuales de mercado.

El monto de inversión para el proyecto “Diseño de alcantarillado pluvial en la cabecera municipal, del municipio de Santa Lucía Milpas Altas, Sacatepéquez”, asciende a un valor de veintidós millones, novecientos ochenta y ocho mil, seiscientos uno con 31/100 (Q 22 988 601,31).

En el apéndice 3 se adjunta el cuadro resumen de renglones con su respectiva cantidad, precio unitario y precio total por renglón.

2.1.19. Cronograma

El cronograma consiste en estimar el tiempo de trabajo necesario para ejecutar cada uno de los renglones de trabajo del proyecto, esto tomando en cuenta los posibles imprevistos que puedan ocurrir al momento de la ejecución.

El tiempo estimado de ejecución para el proyecto “Diseño de alcantarillado pluvial en la cabecera municipal, del municipio de Santa Lucía Milpas Altas, Sacatepéquez”, es de 1 año calendario.

En el apéndice 4 se adjunta el cronograma con el tiempo estimado de cada renglón de trabajo.

2.1.20. Evaluación socioeconómica

La evaluación socioeconómica consiste en evaluar el impacto del proyecto en la sociedad y como este repercute económicamente al momento de invertir y el beneficio que se tendrá con la realización del proyecto, contemplando los factores claves que inciden en el mejor curso de acción del proyecto.

2.1.21. Valor presente neto (VPN)

El valor presente neto permite evaluar la inversión financiera de los proyectos y poder conocer si se puede o no maximizar la inversión realizada, el cálculo consiste en restar la cantidad invertida inicialmente con el valor presente de cada uno de los flujos que se esperan recibir o debitar en periodos futuros y poder estimar un valor a mediano o largo plazo.

El valor para desembolsar en el periodo inicial o periodo 0 es de Q. 22 988 601,31. Al ser un proyecto de beneficio social no se espera un ingreso fijo o variable, por lo que el valor presente neto es:

$$VPN = - Q 22 988 601,31$$

2.1.22. Tasa interna de retorno

La tasa interna de retorno (TIR) representa el porcentaje de ingresos o gastos que se espera de una inversión, en la cual se pueden presentar tres situaciones, donde la TIR, puede ser mayor a 0, lo que significa que se obtendrá un ingreso a partir de la inversión realizada; si es menor a 0, se tendrán gastos a partir de la inversión realizada; y si esta es igual a 0, la inversión realizada no generara ingresos ni gastos.

Por la naturaleza del proyecto, al ser de beneficio social, se determina la relación costo-eficiencia, de la siguiente manera:

$$\frac{\text{Costo}}{\text{Eficiencia}} = \frac{\text{Costo de inversion}}{\text{No. de habitantes}} = \frac{Q 22 988 601,31}{3,060 \text{ habitantes}} = Q 7 512,61$$

CONCLUSIONES

1. Con el diagnóstico realizado en la cabecera municipal de Santa Lucía Milpas Altas se priorizó la necesidad de realizar un alcantarillado pluvial, que permita la recolección, conducción y desfogue adecuado de las aguas pluviales, reduciendo la proliferación de vectores e inundaciones en la vía pública.
2. El sistema de alcantarillado pluvial, diseñado en base a las normas y reglamentos establecidos por INFOM y EMPAGUA, resultando en un sistema de 117 pozos de visita de diferente diámetro, profundidad y tipología, 448 tragantes de diferente tipología de acuerdo a su capacidad de recolección, 5 722 metros de tubería PVC de distinto diámetro, 1 pozo de absorción, 1 canal escalonado y obras de protección para la tubería en los puntos de desfogue, beneficiando a la cantidad de 765 viviendas.
3. El monto de inversión necesario para la ejecución del alcantarillado pluvial asciende a la cantidad de Q 22 988 601,31, considerando costos directos e indirectos, al ser un proyecto de beneficio social, no se esperan ingresos, por lo que el parámetro económico para este tipo de proyectos es el costo-beneficio, el cual es de Q 7 512,61.
4. Se elaboró una memoria de cálculo del sistema de alcantarillado pluvial como de las distintas estructuras, tragantes, pozos de absorción y canal escalonado, donde se evidencia los parámetros y consideraciones utilizadas en el diseño; así también planos constructivos que servirán de ayuda para la ejecución correcta del sistema.

RECOMENDACIONES

1. Recordar que la construcción del sistema de alcantarillado pluvial, se debe ejecutar con personal calificado o con experiencia en el área de alcantarillados, esto para garantizar una adecuada ejecución y funcionamiento de acuerdo al periodo de diseño considerado.
2. Realizar un replanteo de la topografía en la zona donde se encuentra el canal escalonado, por el difícil acceso a la zona, para terminar el diseño del último tramo hacia el punto de desfogue con la información contenida en este informe y la bibliografía utilizada para el diseño del canal escalonado.
3. Realizar un estudio de suelos o prueba de infiltración, en la zona donde se ubicará el pozo de absorción que permita un diseño más acertado, de acuerdo con las características de infiltración del lugar.
4. Actualizar el presupuesto en el momento en que se presente dicha propuesta, ya que dicho presupuesto se ajusta a los precios de mano de obra, materiales y maquinaria al momento de su elaboración.
5. Implementar un control presupuestal de este proyecto, que permita conocer los gastos que se vayan haciendo durante la ejecución del proyecto y poder comparar con el presupuesto la adecuada utilización de los recursos de la municipalidad.

BIBLIOGRAFÍA

1. ALVAREZ MUÑOZ, Otto Fernando. *Actualización de normas y reglamento de drenajes para la ciudad de Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2004. 141 p.
2. AMANCO. *Manual de diseño de tubosistemas AMANCO para alcantarillado sanitario y pluvial*. Guatemala: AMANCO, 2016. 42 p.
3. CHOW, Ven Te. *Hidrología Aplicada*. 4a ed. Mexico: McGraw-Hill, 1994. 584 p.
4. Comisión Nacional del Agua. *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, Alcantarillado Pluvial*. México D.F: CONAGUA, 2007. 367 p.
5. EMPAGUA. *Reglamento para diseño y construcción de drenajes*. Guatemala: EMPAGUA. 1988. 13 p.
6. Instituto Boliviano de Normalización y Calidad. *Reglamento técnico de diseño de cunetas y sumideros*. 3a rev. Bolivia: Ministerio del Agua. 2007. 250 p.
7. INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL. *Normas generales para el diseño de alcantarillado*. Guatemala: INFOM, 2009. 21 p.

8. INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGÍA, VULCANOLOGÍA, METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA. *Curvas de intensidad, duración y frecuencia (IDF) para la República de Guatemala*. Guatemala: INSIVUMEH. 2018. 48 p.
9. LÓPEZ CUALLA, Ricardo Alfredo. *Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados*. 1a ed. Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería, 1995. 388 p.
10. ROSADO CANTILLO, Gabriel Alfonso. *Metodología para el diseño de canales escalonados, disipadores de energía, empleados en drenaje urbano, basado en modelación física*. Trabajo de graduación Maestría Ingeniería Recursos Hidráulicos. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Minas, Departamento de Geociencias y Medio Ambiente. 2017. 149 p.
11. S.A. Brown, J.D. Schall, J.L. Morris, C.L. Doherty, S.M. Stein, J.C. Warner. *Urban Drainage Design Manual, Hydraulic Engineering Circular 22*. 3ª ed. Estados Unidos: National Highway Institute. 2009. 478 p.

APÉNDICES

- Apéndice 1. **Hoja de cálculo hidráulico para el sistema de alcantarillado pluvial**

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL, CABECERA MUNICIPAL, SANTA LUCÍA MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ

Elaborado por: Orlando Rogelio Osorio Montúfar

PARAMETROS DE DISEÑO	
DATOS:	
DEPARTAMENTO:	SACATEPÉQUEZ
MUNICIPIO:	SANTA LUCIA MILPAS ALTAS
MATERIAL:	PVC SEGUN NORMA ASTM F-949
	PVC SEGUN NORMA ASSHTO M-304
COEFICIENTE N	0,009
PER. DE RETORNO:	25 AÑOS Ciudad pequeña (Hidrología Aplicada)
PER. DE DISEÑO:	30 AÑOS INFOM
ESTACION CERCANA:	Suiza Contenta SACATEPÉQUEZ
INTENSIDAD DE LLUVIA (MM/H)	$578 * T_r^{0.237}$ $(D + 2.93)^{0.741}$

COEFICIENTE "C" TABLA DE EMPAGUA			
C promedio	=	0,52	50%
Tipo de Superficie			
Superficies impermeables con techo		0,825	9,801
Pavimentos de concreto en buen estado		0,875	0,128
Pavimentos de concreto en mal estado		0,800	2,396
Pavimentos de piedra o ladrillo con buenas juntas		0,800	1,300
Parques, canchas, jardines, prados, etc.		0,150	0,368
Suelos impermeables con pendientes del 1% al 2%		0,525	0,000
Suelos ligeramente permeables con pendientes del 1% al 2%		0,275	0,276
Suelos moderadamente permeables con pendientes del 1% al 2%		0,150	0,662
Suelos moderadamente permeables con césped y pendientes del 1% al 2%		0,050	3,896
Bosques y tierras cultivadas		0,150	5,051
TOTAL			23,879

TIPO DE RAMAL	POZO		COTA DE TERRENO (M)		DH (M)	S (%) TERRENO	S (%) APROX TERRENO	ÁREAS TRIBUTARIAS (Ha)		C promedio	t (minutos)	l (mm/h)	LONGITUD TUBERIA	S (%) TUBERIA	S (%) PROP. TUBERIA	Ø DE TURO PULG.	SECCION LLENA		RELACIONES HIDRULICAS		DATOS DE DISEÑO		CHEQUEO v/V	CHEQUEO d/D	COTAS INVERT FINALES		H (m) Pozo Inicial	H (m) Pozo Final	COTA DE POZO INICIAL	COTA DE POZO FINAL	ALTURA DE CAIDA	VOLUMEN EXCAVACION (m3)	
	DE	A	INICIAL	FINAL				LOCAL	ACUMULADA								V (m/s)	Q (L/s)	q/Q	v/V	d/D	v (m/s)			q (L/s)	INICIAL							FINAL
INICIAL	1	2	1977.48	1977.43	51.16	0.10%	<1%	0.1009	0.1009	0.52	16	140.24	49.66	0.10%	0.80%	12	1.76	122.067	0.16643	0.73	0.27	1.28	20.32	CHEQUEA	CHEQUEA	1975.480	1975.083	2.00	2.35	1975.48	1975.08	0.03	83.41
CONTINUIDAD	2	3	1977.43	1977.11	80.10	0.40%	<1%	0.1770	0.2780	0.52	16.47	137.71	78.60	0.41%	0.80%	12	1.76	122.067	0.45008	0.97	0.47	1.71	54.94	CHEQUEA	CHEQUEA	1975.053	1974.424	2.38	2.69	1975.05	1974.42	0.03	152.08
CONTINUIDAD	3	4	1977.11	1976.46	86.15	0.75%	<1%	0.1811	0.4591	0.52	17.22	133.92	84.65	0.77%	0.80%	12	1.76	122.067	0.72291	1.09	0.63	1.91	88.24	CHEQUEA	CHEQUEA	1974.394	1973.717	2.72	2.74	1974.39	1973.72	0.03	176.37
CONTINUIDAD	4	5	1976.46	1975.34	54.15	2.07%	2%	0.1982	0.6573	0.52	18.02	130.10	52.65	2.13%	2.15%	12	2.88	200.112	0.61328	1.05	0.56	3.02	122.73	CHEQUEA	CHEQUEA	1973.687	1972.555	2.77	2.79	1973.69	1972.55	0.08	112.87
CONTINUIDAD	5	6	1975.34	1972.14	65.54	4.88%	5%	0.5387	1.1959	0.52	18.32	128.71	64.04	5.00%	5.00%	15	5.03	523.034	0.42241	0.96	0.45	4.80	220.93	CHEQUEA	CHEQUEA	1972.479	1969.277	2.86	2.86	1972.48	1969.28	1.44	150.08
CONTINUIDAD	6	7	1972.14	1966.27	92.34	6.36%	6%	0.9064	2.1023	0.52	18.54	127.77	90.84	6.46%	4.20%	30	7.44	3253.067	0.11851	0.67	0.23	4.98	385.52	CHEQUEA	CHEQUEA	1967.835	1964.020	4.30	2.25	1967.84	1964.02	1.05	378.30
CONTINUIDAD	7	8	1966.27	1963.67	40.19	6.47%	6%	0.3638	2.4662	0.52	18.74	126.88	38.69	6.27%	4.00%	36	8.22	5209.318	0.08621	0.61	0.20	4.97	449.09	CHEQUEA	CHEQUEA	1962.968	1961.420	3.30	2.25	1962.97	1961.42	2.03	161.80
CONTINUIDAD	8	9	1963.67	1960.37	35.89	9.20%	9%	0.2821	2.7483	0.52	18.82	126.54	34.39	9.60%	3.70%	36	7.90	5010.161	0.09962	0.63	0.21	5.00	499.13	CHEQUEA	CHEQUEA	1959.392	1958.120	4.28	2.25	1959.39	1958.12	3.18	169.83
CONTINUIDAD	9	11	1960.37	1955.62	49.20	9.65%	10%	0.3287	3.0770	0.52	18.89	126.23	47.70	9.96%	3.30%	36	7.46	4731.598	0.11782	0.67	0.23	4.99	557.46	CHEQUEA	CHEQUEA	1954.944	1953.370	5.43	2.25	1954.94	1953.37	4.46	273.79
INICIAL	10	11	1959.76	1955.62	90.697	4.56%	5%	0.2236	0.2236	0.52	11.00	176.02	89.72	4.64%	4.65%	12	4.24	294.294	0.19199	0.76	0.29	3.23	56.50	CHEQUEA	CHEQUEA	1957.760	1953.612	2.00	2.01	1957.76	1953.61	4.70	136.31
CONTINUIDAD	11	27	1955.62	1949.64	54.749	10.92%	>10%	0.4013	3.7020	0.52	19.00	125.77	53.26	11.23%	2.85%	36	6.93	4397.170	0.15198	0.72	0.26	4.97	668.27	CHEQUEA	CHEQUEA	1948.908	1947.390	6.71	2.25	1948.91	1947.39	0.75	355.73
INICIAL	12	13	1973	1969.92	32.189	9.57%	10%	0.0784	0.0784	0.52	8.50	203.81	30.69	10.04%	10.05%	12	6.23	432.651	0.05301	0.53	0.16	3.29	22.94	CHEQUEA	CHEQUEA	1971.000	1967.916	2.00	2.00	1971.00	1967.92	0.03	48.34
CONTINUIDAD	13	14	1969.92	1968.22	20.775	8.18%	8%	0.0584	0.1368	0.52	8.58	202.73	19.27	8.82%	8.85%	12	5.85	406.001	0.09805	0.63	0.21	3.70	39.81	CHEQUEA	CHEQUEA	1967.886	1966.180	2.03	2.04	1967.89	1966.18	0.03	31.74
CONTINUIDAD	14	16	1968.22	1968.52	16.579	-1.81%	2%	-0.0386	0.1754	0.52	8.64	202.02	15.08	-1.90%	0.25%	12	0.98	68.238	0.74518	1.09	0.64	1.07	50.85	CHEQUEA	CHEQUEA	1966.150	1966.113	2.07	2.41	1966.15	1966.11	0.03	27.84
INICIAL	15	16	1973.24	1968.52	61.263	7.70%	8%	0.3676	0.3676	0.52	9.50	191.53	59.76	7.90%	7.90%	12	5.52	383.591	0.26345	0.84	0.35	4.66	101.06	CHEQUEA	CHEQUEA	1971.240	1966.519	2.00	2.00	1971.24	1966.52	0.44	91.92
CONTINUIDAD	16	17	1968.52	1967.54	31.289	3.13%	3%	0.0553	0.5982	0.52	8.89	198.77	29.79	3.29%	3.30%	12	3.57	247.920	0.68842	1.07	0.60	3.83	170.67	CHEQUEA	CHEQUEA	1966.083	1965.099	2.44	2.44	1966.08	1965.10	0.03	57.23
CONTINUIDAD	17	18	1967.54	1965.88	60.285	2.75%	3%	0.1477	0.7459	0.52	9.03	197.06	58.78	2.82%	2.95%	12	3.38	234.405	0.90003	1.13	0.74	3.82	210.97	CHEQUEA	CHEQUEA	1965.069	1963.335	2.47	2.54	1965.07	1963.34	0.03	113.37
CONTINUIDAD	18	23	1965.88	1964.57	31.978	4.10%	4%	0.0631	0.8090	0.52	9.32	193.59	30.48	4.30%	5.55%	12	4.63	321.515	0.69913	1.08	0.61	4.99	224.78	CHEQUEA	CHEQUEA	1963.305	1961.614	2.57	2.96	1963.31	1961.61	2.38	66.32
INICIAL	19	20	1973.42	1970.95	39.52	6.25%	6%	0.2018	0.2018	0.52	10.50	180.86	38.03	6.49%	6.50%	12	5.01	347.946	0.15055	0.72	0.26	3.59	52.38	CHEQUEA	CHEQUEA	1971.420	1968.948	2.00	2.00	1971.42	1968.95	0.03	59.31
CONTINUIDAD	20	21	1970.95	1967.27	48.191	7.64%	8%	0.1664	0.3682	0.52	10.63	179.60	46.69	7.88%	7.90%	12	5.52	383.591	0.24746	0.82	0.33	4.51	94.92	CHEQUEA	CHEQUEA	1968.918	1965.230	2.03	2.04	1968.92	1965.23	0.30	73.60
INICIAL	21	22	1967.27	1960.05	90.009	8.02%	8%	0.2529	0.2529	0.52	9.50	191.53	88.51	8.16%	8.20%	12	5.63	390.807	0.17791	0.75	0.28	4.20	69.53	CHEQUEA	CHEQUEA	1965.270	1958.012	2.00	2.04	1965.27	1958.01	0.03	136.29
CONTINUIDAD	21	23	1967.27	1964.57	27.329	9.88%	10%	0.0353	0.4035	0.52	10.77	178.23	25.83	10.45%	10.45%	24	10.08	2791.746	0.03697	0.47	0.13	4.77	103.22	CHEQUEA	CHEQUEA	1964.925	1962.226	2.35	2.34	1964.92	1962.23	2.99	70.49
CONTINUIDAD	23	24	1964.57	1959.34	43.632	11.99%	>10%	0.1291	1.2911	0.52	10.81	177.82	42.13	12.41%	5.10%	36	9.28	5882.148	0.05615	0.54	0.16	4.99	330.30	CHEQUEA	CHEQUEA	1959.239	1957.090	5.33	2.25	1959.24	1957.09	3.64	239.82
CONTINUIDAD	24	25	1959.34	1952.71	71.094	9.33%	9%	0.3326	1.6267	0.52	10.89	177.10	69.59	9.53%	4.30%	36	8.52	5401.136	0.07656	0.59	0.19	5.00	413.49	CHEQUEA	CHEQUEA	1953.452	1950.460	5.89	2.25	1953.45	1950.46	0.03	419.44
CONTINUIDAD	25	26	1952.71	1950.7	70.988	2.83%	3%	0.3828	2.0096	0.52	11.02	175.82	69.49	2.89%	2.90%	36	7.00	4435.574	0.11433	0.66	0.23	4.61	507.11	CHEQUEA	CHEQUEA	1950.430	1948.415	2.28	2.29	1950.43	1948.41	0.03	234.95
CONTINUIDAD	26	27	1950.7	1949.64	24.826	4.27%	4%	0.0539	2.0634	0.52	11.19	174.29	23.33	4.54%	3.55%	36	7.74	4907.553	0.10518	0.64	0.22	4.98	516.17	CHEQUEA	CHEQUEA	1948.385	1947.557	2.32	2.08	1948.38	1947.56	0.92	79.17
CONTINUIDAD	27	48	1949.64	1948.66	32.493	3.02%	3%	0.1596	9.9250	0.52	19.12	125.23	30.99	3.16%	1.55%	42	5.68	4923.141	0.21632	0.79	0.31	4.48	1064.96	CHEQUEA	CHEQUEA	1946.640	1946.160	3.00	2.50	1946.64	1946.16	0.03	138.49
INICIAL	28	30	1964.67	1965.52	29.251	-2.91%	3%	0.0491	0.0491	0.52	13.00	159.37	27.76	-3.06%	0.20%	12	0.88	61.034	0.18416	0.76	0.29	0.67	11.24	CHEQUEA	CHEQUEA	1962.670	1962.614	2.00	2.91	1962.67	196		

TIPO DE RAMAL	POZO		COTA DE TERRENO (M)		DH (M)	S (%) TERRENO	S(%) APROX TERRENO	ÁREAS TRIBUTARIAS (Ha)		C promedio	t (minutos)	l (mm/h)	LONGITUD TUBERIA	S (%) TUBERIA	S (%) PROP. TUBERIA	Ø DE TUBO PULG.	SECCION LLENA		RELACIONES HIDRULICAS		DATOS DE DISEÑO		CHEQUEO v/v	CHEQUEO d/d	COTAS INVERT FINALES		H (m) Pozo Inicial	H (m) Pozo Final	COTA DE POZO INICIAL	COTA DE POZO FINAL	ALTURA DE CAIDA	VOLUMEN EXCAVACION (m3)	
	DE	A	INICIAL	FINAL				LOCAL	ACUMULADA								V (m/s)	Q (L/s)	q/Q	v/V	d/D	v (m/s)			q (L/s)	INICIAL							FINAL
CONTINUIDAD	60	61	1956,62	1955,97	37,81	1,72%	2%	0,2175	0,7678	0,52	15,62	142,36	36,31	1,79%	1,80%	12	2,64	183,101	0,85679	1,12	0,71	2,96	156,88	CHEQUEA	CHEQUEA	1954,515	1953,861	2,11	2,11	1954,51	1953,86	0,15	59,75
CONTINUIDAD	61	62	1955,97	1956,08	50,426	-0,22%	<1%	0,3065	1,0742	0,52	15,85	141,07	48,93	-0,22%	0,40%	18	1,63	253,694	0,85736	1,12	0,71	1,83	217,51	CHEQUEA	CHEQUEA	1953,709	1953,513	2,26	2,57	1953,71	1953,51	0,03	109,55
CONTINUIDAD	62	63	1956,08	1956,72	19,923	-3,21%	3%	0,1840	1,2582	0,52	16,35	138,34	18,42	-3,47%	0,50%	18	1,82	283,638	0,88084	1,13	0,72	2,05	249,84	CHEQUEA	CHEQUEA	1953,483	1953,391	2,60	3,33	1953,48	1953,39	0,03	53,13
CONTINUIDAD	63	64	1956,72	1957,38	30,835	-2,14%	2%	0,2772	1,5355	0,52	16,52	137,45	29,34	-2,25%	0,75%	18	2,23	347,384	0,87201	1,13	0,72	2,51	302,92	CHEQUEA	CHEQUEA	1953,361	1953,141	3,36	4,24	1953,36	1953,14	0,15	105,43
INICIAL	10	65	1959,76	1959,92	29,44	-0,54%	<1%	0,1656	0,1656	0,52	16,00	140,24	27,94	-0,57%	0,50%	12	1,39	96,503	0,34548	0,90	0,40	1,25	33,34	CHEQUEA	CHEQUEA	1957,760	1957,620	2,00	2,30	1957,76	1957,62	0,15	47,46
CONTINUIDAD	65	66	1959,92	1960,66	51,526	-1,44%	1%	0,4031	0,5688	0,52	16,34	138,43	50,03	-1,48%	0,30%	18	1,41	219,705	0,51434	1,00	0,50	1,41	113,00	CHEQUEA	CHEQUEA	1957,468	1957,318	2,45	3,34	1957,47	1957,32	0,03	134,35
CONTINUIDAD	66	67	1960,66	1959,99	77,626	0,86%	<1%	0,6291	1,1979	0,52	16,93	135,36	76,14	0,88%	0,90%	18	2,44	380,541	0,61155	1,05	0,56	2,56	232,72	CHEQUEA	CHEQUEA	1957,288	1956,603	3,37	3,39	1957,29	1956,60	0,03	236,13
CONTINUIDAD	67	68	1959,99	1957,5	67,277	3,70%	4%	0,5541	1,7520	0,52	17,45	132,79	65,78	3,79%	3,80%	18	5,02	781,937	0,42704	0,96	0,45	4,79	333,92	CHEQUEA	CHEQUEA	1956,573	1954,073	3,42	3,43	1956,57	1954,07	1,08	207,22
CONTINUIDAD	68	64	1957,38	1957,38	27,384	0,44%	<1%	0,3390	2,0910	0,52	17,67	131,75	25,88	0,46%	0,50%	24	2,20	610,665	0,64747	1,06	0,58	2,34	395,39	CHEQUEA	CHEQUEA	1952,989	1952,859	4,51	4,52	1952,99	1952,86	0,12	136,03
CONTINUIDAD	64	CANAL	1957,38	1952,40	56,72	8,78%	9%	0,0000	3,6264	0,52	17,86	130,83	56,72	8,78%	1,95%	30	5,07	2216,592	0,30720	0,88	0,38	4,45	680,95	CHEQUEA	CHEQUEA	1952,744	1951,638	4,64	0,76	1952,74	1951,64		191,36
INICIAL	4	69	1976,46	1975,62	75,473	1,11%	1%	0,4256	0,4256	0,52	15,00	145,99	73,97	1,14%	1,15%	12	2,11	146,354	0,60934	1,05	0,56	2,21	89,18	CHEQUEA	CHEQUEA	1974,460	1973,609	2,00	2,01	1974,46	1973,61	0,03	113,51
CONTINUIDAD	69	71	1975,62	1974,12	38,135	3,93%	4%	0,1876	0,6132	0,52	15,58	142,56	36,64	4,09%	4,10%	12	3,98	276,342	0,45401	0,97	0,47	3,87	125,46	CHEQUEA	CHEQUEA	1973,579	1972,077	2,04	2,04	1973,58	1972,08	0,03	58,40
INICIAL	70	71	1974,56	1974,12	20,484	2,15%	2%	0,0494	0,0494	0,52	14,00	152,34	18,98	2,32%	2,35%	12	3,01	209,213	0,05159	0,52	0,15	1,57	10,79	CHEQUEA	CHEQUEA	1972,560	1972,114	2,00	2,01	1972,56	1972,11	0,07	30,77
CONTINUIDAD	71	72	1974,12	1971,68	60,327	4,04%	4%	0,2372	0,8997	0,52	15,74	141,69	58,83	4,15%	4,15%	12	4,00	278,022	0,65813	1,07	0,59	4,27	182,97	CHEQUEA	CHEQUEA	1972,047	1969,606	2,07	2,07	1972,05	1969,61	0,08	93,82
CONTINUIDAD	72	74	1971,68	1969,66	65,586	3,08%	3%	0,3197	1,2194	0,52	15,98	140,33	64,09	3,15%	3,15%	15	3,99	415,145	0,59162	1,03	0,55	4,12	245,61	CHEQUEA	CHEQUEA	1969,529	1967,511	2,15	2,15	1969,53	1967,51	0,23	112,81
INICIAL	73	74	1970,93	1969,66	64,844	1,96%	2%	0,3066	0,3066	0,52	14,00	152,34	63,35	2,00%	2,00%	12	2,78	193,006	0,34735	0,90	0,40	2,51	67,04	CHEQUEA	CHEQUEA	1968,927	1967,660	2,00	2,00	1968,93	1967,66	0,38	97,34
CONTINUIDAD	74	84	1969,66	1967,66	56,116	3,56%	4%	0,1544	1,6804	0,52	16,25	138,88	54,62	3,66%	4,60%	24	6,69	1852,238	0,18084	0,75	0,28	4,99	334,96	CHEQUEA	CHEQUEA	1967,282	1964,770	2,38	2,89	1967,28	1964,77	2,27	162,61
INICIAL	71	79	1974,12	1970,33	77,388	4,90%	5%	0,3340	0,3340	0,52	11,00	176,02	75,89	4,99%	5,50%	12	4,61	320,064	0,26365	0,84	0,35	3,89	84,38	CHEQUEA	CHEQUEA	1972,120	1967,946	2,00	2,38	1972,12	1967,95	1,98	127,22
INICIAL	75	76	1971,7	1972,61	84,129	-1,08%	1%	0,3303	0,3303	0,52	15,00	145,99	82,63	-1,10%	0,40%	12	1,24	86,315	0,80196	1,11	0,67	1,38	69,22	CHEQUEA	CHEQUEA	1969,700	1969,369	2,00	3,24	1969,70	1969,37	0,03	165,33
CONTINUIDAD	76	78	1972,61	1973,51	20,575	-4,37%	4%	0,0306	0,3610	0,52	16,11	139,65	19,08	-4,72%	0,40%	12	1,24	86,315	0,83826	1,12	0,70	1,39	72,35	CHEQUEA	CHEQUEA	1969,339	1969,263	3,27	4,25	1969,34	1969,26	0,03	58,00
INICIAL	77	78	1974,15	1973,51	44,247	1,45%	1%	0,2348	0,2348	0,52	15,00	145,99	42,75	1,50%	2,20%	12	2,91	202,426	0,24301	0,82	0,33	2,39	49,19	CHEQUEA	CHEQUEA	1972,150	1971,210	2,00	2,30	1972,15	1971,21	1,98	71,36
CONTINUIDAD	78	79	1973,51	1970,33	52,09	6,10%	6%	0,1856	0,7814	0,52	16,36	138,28	50,59	6,29%	6,30%	12	4,93	342,551	0,45269	0,97	0,47	4,80	155,07	CHEQUEA	CHEQUEA	1969,233	1966,046	4,28	4,28	1969,23	1966,05	0,08	167,23
CONTINUIDAD	79	82	1970,33	1967,98	40,155	5,85%	6%	0,1565	1,2719	0,52	16,53	137,37	38,66	6,08%	5,10%	15	4,98	528,239	0,47474	0,98	0,48	4,99	250,77	CHEQUEA	CHEQUEA	1965,970	1963,998	4,36	3,98	1965,97	1964,00	0,08	133,99
INICIAL	80	81	1968,4	1968,82	26,392	-1,59%	2%	0,0941	0,0941	0,52	14,00	152,34	24,89	-1,69%	0,40%	12	1,24	86,315	0,23846	0,82	0,33	1,02	20,58	CHEQUEA	CHEQUEA	1966,400	1966,300	2,00	2,52	1966,40	1966,30	0,03	44,73
CONTINUIDAD	81	82	1968,82	1967,98	51,775	1,62%	2%	0,2724	0,3665	0,52	14,33	150,15	50,29	1,67%	1,70%	12	2,56	177,942	0,44388	0,96	0,46	2,47	78,98	CHEQUEA	CHEQUEA	1966,270	1965,416	2,55	2,56	1966,27	1965,42	1,49	99,29
CONTINUIDAD	82	83	1967,98	1967,29	60,798	1,13%	1%	0,1953	1,8337	0,52	16,66	136,71	59,31	1,16%	1,20%	18	2,82	439,410	0,86887	1,11	0,68	3,13	359,82	CHEQUEA	CHEQUEA	1963,922	1963,210	4,06	4,08	1963,92	1963,21	0,03	222,64
CONTINUIDAD	83	84	1967,29	1967,66	43,481	-0,85%	<1%	0,1693	2,0030	0,52	17,01	134,93	41,88	-0,88%	1,25%	18	2,88	448,471	0,86495	1,12	0,71	3,23	387,91	CHEQUEA	CHEQUEA	1963,180	1962,657	4,11	5,00	1963,18	1962,66	0,15	178,31
CONTINUIDAD	84	92	1967,66	1967,3	21,185	1,70%	2%	0,0542	0,3736	0,52	17,25	133,73	19,68	1,83%	1,85%	24	4,24	1174,377	0,61072	1,05	0,56	4,45	717,37	CHEQUEA	CHEQUEA	1962,504	1962,140	5,16	5,16	1962,50	1962,14	0,15	120,19
INICIAL	70	85	1974,56	1971,01	31,353	11,32%	>10%	0,0845	0,0845	0,52	8,00	210,68	29,85	11,89%	11,90%	12	6,78	470,791	0,05425	0,53	0,16	3,61	25,54	CHEQUEA	CHEQUEA	1972,560	1969,008	2,00	2,00	1972,56	1969,01	0,03	47,05
CONTINUIDAD	85	86	1971,01	1972,171	98,214	-1,18%	1%	0,3068	0,3912	0,52	8,07	209,64	96,71	-1,20%	0,95%	12	1,92	133,020	0,88499	1,13	0,73	2,16	117,72	CHEQUEA	CHEQUEA	1968,978	1968,059	2,03	4,11	1968,98	1968,06	0,15	226,29
CONTINUIDAD	86	87	1972,171	1971,57	98,567	0,61%	<1%	0,2339	0,7151	0,52	8,91	198,50	97,07	0,62%	0,65%	18	2,07	323,397	0,63000	1,06	0,57	2,19	203,74	CHEQUEA	CHEQUEA	1967,907	1967,276	4,26	4,29	1967,91	1967,28	0,03	379,62
CONTINUIDAD	87	88	1971,57	1971,24	30,289	1,09%	1%	0,0671	0,7823	0,52	9,69	189,34	28,79	1,15%	1,15%	18	2,76	430,159															



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

Elaborado por: Orlando Rogelio Osorio Montúfar

COEFICIENTE DE MANNING	
Asfalto	0.016
Concreto	0.013
Terracería	0.030

COEFICIENTE C "SEGUN EMPAGUA"	
TIPO DE SUPERFICIE	FACTOR C
ASFALTO	0.875
CONCRETO	0.800
TERRACERIA	0.800

LADO DE CALLE	
IZQUIERDA	
DERECHA	
CENTRO	

LADO DE CALLE	
Ku	0.376
Kt	0.817

Departamento:	Sacatepéquez
Estación:	Suiza Contenta
Período retorno:	25 años

$$INTENSIDAD DE LLUVIA (MM/H) = \frac{578 + T_r^{0.237}}{(D + 2.93)^{0.741}}$$

DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL, CABECERA MUNICIPAL, SANTA LUCÍA MILPAS ALTAS, SACATÉPEQUEZ

Referencia a como se conoce en Guatemala	Factor de seguridad		
	Localización	Tipo	Factor de corrección
Ventana	Zonas bajas	Simple	1.25
Rejilla en general	Zonas bajas	Rejas	2
Rejilla de piso y calzada	Zonas bajas	Combinada	1.5
Ventana	Zonas intermedias	Simple	1.25
Rejilla de piso	Zonas intermedias	Reja longitudinal	1.65
De calzada	Zonas intermedias	Reja transversal	2
Ventana y rejilla de piso	Zonas intermedias	Combinada con longitudinal	1.5
Ventana y de calzada	Zonas intermedias	Combinada con transversal	1.8

PARAMETROS DE DISEÑO DEL TRAMO															DISEÑO DE CUNETA O CANAL										DISEÑO DE TRAGANTE																		
DE	A	TIPO DE SUPERFICIE	COEFICIENTE DE MANNING "n"	SI (m/m) (Pendiente longitudinal del terreno)	Sx (m/m) Pendiente transversal	Pendiente en %	TIPO DE TRAGANTE	TIPO DE TRAGANTE PROPUESTO	LADO	ANCHO DE LA CALLE	DH (m)	AREA (Ha)	Pendiente Aproximada	COEFICIENTE C	TIEMPO DE CONCENTRACION (min)	INTENSIDAD (mm/h)	q (m³/s)	Pendiente transversal a usar (m/m)	ANCHO DE DISEÑO, ESPEJO DE AGUA "Td" (m)	PROFUNDIDAD VOLUMEN DE AGUA "d" (m)	PROFUNDIDAD MAXIMA PERMITIDA dmax (m)	NUMERO DE TRAGANTES	Qd (m³/s)	Qd (L/s)	ANCHO REAL, ESPEJO DE AGUA "Td" (m)	ALTIMETRIA DE LA BANQUETA "H(m)"	DEPRESION DE CUNETA "a" (m)	ANCHO DEL TRAGANTE W (m)	E0	S'w	Se	z	LARGO DEL TRAGANTE "Lt"	LARGO PROPUESTO DEL TRAGANTE "L"	FACTOR DE CORRECCION	Le	vo (m/s)	Lo (Barras longitudinales)	L'o (Barras transversales)	Rs	EFICIENCIA "E"	CAUDAL INTERCEPTADO "Qi"	CAUDAL NO INTERCEPTADO "Qb"
1	2	CONCRETO	0.013	0.0010	0.02	0.10%	Ventana	Calzada	DERECHA	6.00	49.66	0.0149	<1%	80%	13	159.37	0.0053	0.0300	1.88	0.034	0.060	1	0.0053	5.2761	1.68	0.15	0	1.6	1.00	0.000	0.020	50.00	0.13	0.20	2.00	0.10	0.19	0.044	0.09	0.0015	100%	0.0053	0.0000
1	2	CONCRETO	0.013	0.0010	0.02	0.10%	Ventana	Calzada	IZQUIERDA	6.00	49.66	0.0149	<1%	80%	13	159.37	0.0053	0.0200	1.68	0.034	0.060	1	0.0053	5.2778	1.68	0.15	0	1.6	1.00	0.000	0.020	50.00	0.13	0.20	2.00	0.10	0.19	0.044	0.09	0.0015	100%	0.0053	0.0000
2	3	CONCRETO	0.013	0.0040	0.02	0.40%	Ventana	Calzada	DERECHA	6.00	78.60	0.0236	<1%	80%	13	159.37	0.0084	0.0200	1.54	0.031	0.060	1	0.0084	8.3526	1.54	0.15	0	1.5	1.00	0.000	0.020	50.00	0.16	0.20	2.00	0.10	0.35	0.079	0.16	0.0014	100%	0.0084	0.0000
2	3	CONCRETO	0.013	0.0040	0.02	0.40%	Ventana	Calzada	IZQUIERDA	6.00	78.60	0.0236	<1%	80%	13	159.37	0.0084	0.0200	1.54	0.031	0.060	1	0.0084	8.3512	1.54	0.15	0	1.5	1.00	0.000	0.020	50.00	0.16	0.20	2.00	0.10	0.35	0.079	0.16	0.0014	100%	0.0084	0.0000

PARAMETROS DE DISEÑO DEL TRAMO															DISEÑO DE CUNETA O CANAL										DISEÑO DE TRAGANTE																						
DE	A	TIPO DE SUPERFICIE	COEFICIENTE DE MANNING "n"	SI (m/m) (Pendiente longitudinal del terreno)	Sx (m/m) Pendiente transversal ambos lados	Pendiente en %	TIPO DE TRAGANTE	TIPO DE TRAGANTE PROPUESTO	LADO	ANCHO DE LA CALLE	DH (m)	AREA (Ha)	Pendiente Aproximada	COEFICIENTE C	TIEMPO DE CONCENTRACION (min)	INTENSIDAD (mm/h)	Qt (m³/s)	Pendiente transversal a usar (m/m)	ANCHO DE DISEÑO, ESPEJO DE AGUA "Td" (m)	PROFUNDIDAD VOLUMEN DE AGUA "d" (m)	PROFUNDIDAD MAXIMA PERMITIDA dmax (m)	NUMERO DE TRAGANTES	Qd (m³/s)	Qd (L/s)	ANCHO REAL, ESPEJO DE AGUA "Td" (m)	ALTIMETRIA DE LA BANQUETA "H(m)"	DEPRESION DE CUNETA "a" (m)	ANCHO DE LA DEPRESION EN CUENTA "W" (m)	Sw	Tasa de flujo "Eo"	S'w	Se	z	LARGO DEL TRAGANTE "Lt"	L PROPUESTA	FACTOR DE CORRECCION	Le	vo (m/s)	Lo (Barras longitudinales)	L'o (Barras transversales)	Rs	EFICIENCIA "E"	CAUDAL INTERCEPTADO "Qi"	CAUDAL NO INTERCEPTADO "Qb"			
3	4	CONCRETO	0.013	0.0075	0.03	0.75%	Ventana	Ventana	IZQUIERDA	6.00	84.65	0.0254	<1%	80%	13	159.37	0.0090	0.0300	1.09	0.033	0.090	2	0.0045	4.4968	0.84	0.15	0.025	0.3	0.113	0.61	0.083	0.081	1.19	1.50	1.25	1.20	100%	0.0090	0.000								

PARAMETROS DE DISEÑO DEL TRAMO															DISEÑO DE CUNETA O CANAL										DISEÑO DE TRAGANTE																		
DE	A	TIPO DE SUPERFICIE	COEFICIENTE DE MANNING "n"	SI (m/m) (Pendiente longitudinal del terreno)	Sx (m/m) Pendiente transversal	Pendiente en %	TIPO DE TRAGANTE	TIPO DE TRAGANTE PROPUESTO	LADO	ANCHO DE LA CALLE	DH (m)	AREA (Ha)	Pendiente Aproximada	COEFICIENTE C	TIEMPO DE CONCENTRACION (min)	INTENSIDAD (mm/h)	q (m³/s)	Pendiente transversal a usar (m/m)	ANCHO DE DISEÑO, ESPEJO DE AGUA "Td" (m)	PROFUNDIDAD VOLUMEN DE AGUA "d" (m)	PROFUNDIDAD MAXIMA PERMITIDA dmax (m)	NUMERO DE TRAGANTES	Qd (m³/s)	Qd (L/s)	ANCHO REAL, ESPEJO DE AGUA "Td" (m)	ALTIMETRIA DE LA BANQUETA "H(m)"	DEPRESION DE CUNETA "a" (m)	ANCHO DEL TRAGANTE W (m)	E0	S'w	Se	z	LARGO DEL TRAGANTE "Lt"	L PROPUESTA	FACTOR DE CORRECCION	Le	vo (m/s)	Lo (Barras longitudinales)	L'o (Barras transversales)	Rs	EFICIENCIA "E"	CAUDAL INTERCEPTADO "Qi"	CAUDAL NO INTERCEPTADO "Qb"
3	4	CONCRETO	0.013	0.0075	0.03	0.75%	Ventana	Ventana	DERECHA	6.00	84.65	0.0254	<1%	80%	13	159.37	0.0090	0.0300	1.09	0.033	0.090	2	0.0045	4.4972	0.84	0.15	0.025	0.4	0.82	0.063	0.081	12.28	0.43	0.90	1.65	0.55	0.24	0.074	0.15	0.0970	84%	0.0076	0.0014

PARAMETROS DE DISEÑO DEL TRAMO															DISEÑO DE CUNETA O CANAL										DISEÑO DE TRAGANTE																								
DE	A	TIPO DE SUPERFICIE	COEFICIENTE DE MANNING "n"	SI (m/m) (Pendiente longitudinal del terreno)	Sx (m/m) Pendiente transversal ambos lados	Pendiente en %	TIPO DE TRAGANTE	TIPO DE TRAGANTE PROPUESTO	LADO	ANCHO DE LA CALLE	DH (m)	AREA (Ha)	Pendiente Aproximada	COEFICIENTE C	TIEMPO DE CONCENTRACION (min)	INTENSIDAD (mm/h)	Qt (m³/s)	Pendiente transversal a usar (m/m)	ANCHO DE DISEÑO, ESPEJO DE AGUA "Td" (m)	PROFUNDIDAD VOLUMEN DE AGUA "d" (m)	PROFUNDIDAD MAXIMA PERMITIDA dmax (m)	NUMERO DE TRAGANTES	Qd (m³/s)	Qd (L/s)	ANCHO REAL, ESPEJO DE AGUA "Td" (m)	ALTIMETRIA DE LA BANQUETA "H(m)"	DEPRESION DE CUNETA "a" (m)	ANCHO DE LA DEPRESION EN CUENTA "W" (m)	Sw	Tasa de flujo "Eo"	S'w	Se	z	LARGO DEL TRAGANTE "Lt"	L PROPUESTA	FACTOR DE CORRECCION	Le	vo (m/s)	Lo (Barras longitudinales)	L'o (Barras transversales)	Rs	EFICIENCIA "E"	CAUDAL INTERCEPTADO "Qi"	CAUDAL NO INTERCEPTADO "Qb"					
4	5	CONCRETO	0.013	0.0207	0.03	2.07%	Ventana	Ventana	IZQUIERDA	6.00	52.65	0.0158	2.00%	80%	11	176.02	0.0062	0.0300	0.78	0.023	0.090	2	0.0031	3.0892	0.60	0.15	0.025	0.3	0.113	0.78	0.083	0.095	1.25	1.50	1.25	1.20	100%	0.0062	0.000										

PARAMETROS DE DISEÑO DEL TRAMO															DISEÑO DE CUNETA O CANAL										DISEÑO DE TRAGANTE																		
DE	A	TIPO DE SUPERFICIE	COEFICIENTE DE MANNING "n"	SI (m/m) (Pendiente longitudinal del terreno)	Sx (m/m) Pendiente transversal	Pendiente en %	TIPO DE TRAGANTE	TIPO DE TRAGANTE PROPUESTO	LADO	ANCHO DE LA CALLE	DH (m)	AREA (Ha)	Pendiente Aproximada	COEFICIENTE C	TIEMPO DE CONCENTRACION (min)	INTENSIDAD (mm/h)	q (m³/s)	Pendiente transversal a usar (m/m)	ANCHO DE DISEÑO, ESPEJO DE AGUA "Td" (m)	PROFUNDIDAD VOLUMEN DE AGUA "d" (m)	PROFUNDIDAD MAXIMA PERMITIDA dmax (m)	NUMERO DE TRAGANTES	Qd (m³/s)	Qd (L/s)	ANCHO REAL, ESPEJO DE AGUA "Td" (m)	ALTIMETRIA DE LA BANQUETA "H(m)"	DEPRESION DE CUNETA "a" (m)	ANCHO DEL TRAGANTE W (m)	E0	S'w	Se	z	LARGO DEL TRAGANTE "Lt"	LARGO PROPUESTO DEL TRAGANTE "L"	FACTOR DE CORRECCION	Le	vo (m/s)	Lo (Barras longitudinales)	L'o (Barras transversales)	Rs	EFICIENCIA "E"	CAUDAL INTERCEPTADO "Qi"	CAUDAL NO INTERCEPTADO "Qb"
4	5	CONCRETO	0.013	0.0207	0.03	2.07%	Ventana	Rejilla	DERECHA	6.00	52.65	0.0158	2.00%	80%	11	176.02	0.0076	0.0300	0.85	0.025	0.090	2	0.0038	3.8083	0.65	0.15	0.025	0.4	0.92	0.063	0.088	11.42	0.45	0.90	1.65	0.55	0.29	0.082	0.16	0.0951	93%	0.0071	0.0005
5	6	CONCRETO	0.013	0.0488	0.03	4.88%	Rejilla	Rejilla	DERECHA	6.00	64.04	0.0192	5.00%	80%	8	210.68	0.0095	0.0300	0.78	0.023	0.090	2	0.0048	4.7998	0.60	0.15	0.025	0.4	0.94	0.063	0.089	11.23	0.59	0.90	1.65	0.55	0.39	0.111	0.22	0.0917	95%	0.0091	0.0005
5	6	CONCRETO	0.013	0.0488	0.03	4.88%	Rejilla	Rejilla	IZQUIERDA	6.00	64.04	0.0192	5.00%	80%	8	210.68	0.0090	0.0300	0.77	0.023	0.090	2	0.0045	4.4973	0.59	0.15	0.025	0.4	0.95	0.063	0.089	11.18	0.56	0.90	1.65	0.55	0.38	0.107	0.21	0.0920	96%	0.0086	0.0004
6	7	CONCRETO	0.013	0.0636	0.03	6.36%	Rejilla	Rejilla	DERECHA	6.00	90.84	0.0273	6.00%	80%	7.5	218.12	0.0137	0.0300	0.85	0.026	0.090	2	0.0068	6.8435	0.66	0.15	0.025	0.4	0.92	0.063	0.087	11.45	0.81	0.90	1.65	0.55	0.51	0.146	0.29	0.0891	93%	0.0127	0.0010
6	7	CONCRETO	0.013	0.0636	0.03	6.36%	Rejilla	Rejilla	IZQUIERDA	6.00	90.84	0.0273	6.00%	80%	7.5	218.12	0.0136	0.0300	0.85	0.026	0.090	2	0.0068	6.8044	0.66	0.15	0.025	0.4	0.92	0.063	0.087	11.44	0.81	0.90	1.65	0.55	0.51	0.146	0.29	0.0891	93%	0.0126	0.0010
7	8	CONCRETO	0.013	0.0647	0.03	6.47%	Rejilla	Rejilla	DERECHA	6.00	38.69	0.0116	6.00%	80%	7.5	0.0033	0.0067	0.0300	0.65	0.019	0.090	2	0.0033	3.3180	0.50	0.15	0.025	0.4	0.99	0.063	0.092	10.91	0.42	0.90	1.65	0.55	0.34	0.091	0.18	0.0934	99%	0.0066	0.0001
7	8	CONCRETO	0.013	0.0647	0.03	6.47%	Rejilla	Rejilla	IZQUIERDA	6.00	38.69	0.0116	6.00%	80%	7.5	0.0033	0.0066	0.0300	0.65	0.019	0.090	2	0.0033	3.3180	0.50	0.15	0.025	0.4	0.99	0.063	0.092	10.91	0.42	0.90	1.65	0.55	0.34	0.091	0.18	0.0934	99%	0.0066	0.0001
8	9	CONCRETO	0.013	0.0920	0.03	9.20%	Rejilla	Rejilla	DERECHA	6.00	34.39	0.0103	9.00%	80%	6	244.71	0.0057	0.0300	0.57	0.017	0.090	2	0.0028	2.8467	0.44	0.15	0.025	0.4	1.00	0.063	0.092	10.82	0.30	0.90	1.65	0.55	0.32	0.085	0.17	0.0938	100%	0.0057	0.0000
8	9	CONCRETO	0.013	0.0920	0.03	9.20%	Rejilla	Rejilla	IZQUIERDA	6.00	34.39	0.0103	9.00%	80%	6	244.71	0.0057	0.0300	0.57	0.017	0.090	2	0.0028	2.8467	0.44	0.15	0.025	0.4	1.00	0.063	0.092	10.82	0.30	0.90	1.65	0.55	0.32	0.085	0.17	0.0938	100%	0.0057	0.0000
9	10	CONCRETO	0.013	0.0965	0.03	9.65%	Rejilla	Rejilla	DERECHA	6.00	47.70	0.0143	10.00%	80%	5.5	255.39	0.0081	0.0300	0.65	0.019	0.090	2	0.0041	4.0655	0.50	0.15	0.025	0.4															

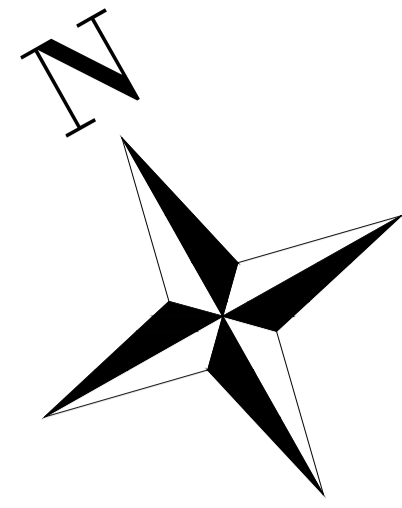
34	40	CONCRETO	0.013	0.0174	0.03	1.74%	Ventana	Rejilla	IZQUIERDA	6.00	18.03	0.0054	2.00%	80%	11	176.02	0.0021	0.0300	0.54	0.016	0.090	2	0.0011	1.0690	0.42	0.15	0.025	0.4	1.00	0.063	0.092	10.81	0.08	0.90	1.65	0.55	0.13	0.033	0.07	0.1042	100%	0.0021	0.0000
35	36	CONCRETO	0.013	0.0150	0.03	1.50%	Ventana	Rejilla	DERECHA	6.00	64.48	0.0193	2.00%	80%	11	176.02	0.0076	0.0300	0.90	0.027	0.090	2	0.0038	3.7833	0.69	0.15	0.025	0.5	0.97	0.050	0.078	12.76	0.36	0.90	1.65	0.55	0.24	0.071	0.14	0.0968	97%	0.0073	0.0002
35	36	CONCRETO	0.013	0.0150	0.03	1.50%	Ventana	Rejilla	IZQUIERDA	6.00	64.48	0.0193	2.00%	80%	11	176.02	0.0076	0.0300	0.90	0.027	0.090	2	0.0038	3.7833	0.69	0.15	0.025	0.5	0.97	0.050	0.078	12.76	0.36	0.90	1.65	0.55	0.24	0.071	0.14	0.0968	97%	0.0073	0.0002
36	37	CONCRETO	0.013	0.0151	0.03	1.51%	Ventana	Rejilla	IZQUIERDA	6.00	58.87	0.0177	2.00%	80%	11	176.02	0.0071	0.0300	0.88	0.026	0.090	2	0.0036	3.5643	0.67	0.15	0.025	0.5	0.97	0.050	0.079	12.72	0.34	0.90	1.65	0.55	0.24	0.068	0.14	0.0972	98%	0.0070	0.0002
36	37	CONCRETO	0.013	0.0151	0.03	1.51%	Ventana	Rejilla	DERECHA	6.00	58.87	0.0177	2.00%	80%	11	176.02	0.0071	0.0300	0.88	0.026	0.090	2	0.0036	3.5643	0.67	0.15	0.025	0.5	0.97	0.050	0.079	12.72	0.34	0.90	1.65	0.55	0.24	0.068	0.14	0.0972	98%	0.0070	0.0002
37	38	CONCRETO	0.013	0.01275	0.03	12.75%	Rejilla	Rejilla	DERECHA	6.00	14.58	0.0044	>10%	80%	5	267.23	0.0028	0.0300	0.41	0.012	0.090	2	0.0014	1.3863	0.32	0.15	0.025	0.3	1.00	0.083	0.113	8.83	0.17	0.90	1.65	0.55	0.24	0.060	0.12	0.0969	100%	0.0028	0.0000
37	38	CONCRETO	0.013	0.01275	0.03	12.75%	Rejilla	Rejilla	IZQUIERDA	6.00	14.58	0.0044	>10%	80%	5	267.23	0.0028	0.0300	0.41	0.012	0.090	2	0.0014	1.3863	0.32	0.15	0.025	0.3	1.00	0.083	0.113	8.83	0.17	0.90	1.65	0.55	0.24	0.060	0.12	0.0969	100%	0.0028	0.0000
38	39	CONCRETO	0.013	0.02211	0.03	22.11%	Rejilla	Rejilla	DERECHA	6.00	38.25	0.0115	>10%	80%	5	267.23	0.0068	0.0300	0.52	0.016	0.090	2	0.0034	3.4077	0.40	0.15	0.025	0.3	0.97	0.083	0.111	8.99	0.64	0.90	1.65	0.55	0.50	0.127	0.25	0.0894	98%	0.0067	0.0002
38	39	CONCRETO	0.013	0.02211	0.03	22.11%	Rejilla	Rejilla	IZQUIERDA	6.00	38.25	0.0115	>10%	80%	5	267.23	0.0068	0.0300	0.52	0.016	0.090	2	0.0034	3.4077	0.40	0.15	0.025	0.3	0.97	0.083	0.111	8.99	0.64	0.90	1.65	0.55	0.50	0.127	0.25	0.0894	98%	0.0067	0.0002
39	40	CONCRETO	0.013	0.02121	0.03	21.21%	Rejilla	Rejilla	DERECHA	6.00	12.46	0.0037	>10%	80%	5	267.23	0.0024	0.0300	0.35	0.011	0.090	2	0.0012	1.1878	0.27	0.15	0.025	0.2	0.97	0.125	0.151	6.61	0.38	0.90	1.65	0.55	0.30	0.073	0.15	0.0945	97%	0.0023	0.0001
39	40	CONCRETO	0.013	0.02121	0.03	21.21%	Rejilla	Rejilla	IZQUIERDA	6.00	12.46	0.0037	>10%	80%	5	267.23	0.0024	0.0300	0.35	0.011	0.090	2	0.0012	1.1878	0.27	0.15	0.025	0.2	0.97	0.125	0.151	6.61	0.38	0.90	1.65	0.55	0.30	0.073	0.15	0.0945	97%	0.0023	0.0001
40	41	CONCRETO	0.013	0.0334	0.03	3.34%	Rejilla	Rejilla	CENTRO	6.00	39.64	0.0238	3.00%	80%	10	186.01	0.0099	0.0150	1.32	0.039	0.090	4	0.0025	2.4736	0.51	0.15	0.025	0.4	0.98	0.063	0.092	10.93	0.31	0.90	1.65	0.55	0.16	0.053	0.11	0.1012	99%	0.0098	0.0001
41	47	CONCRETO	0.013	0.0469	0.03	4.69%	Rejilla	Rejilla	DERECHA	6.00	46.98	0.0141	5.00%	80%	8	210.68	0.0067	0.0300	0.69	0.021	0.090	2	0.0034	3.3690	0.53	0.15	0.025	0.4	0.98	0.063	0.091	11.00	0.43	0.90	1.65	0.55	0.32	0.087	0.17	0.0939	98%	0.0066	0.0001
47	47	CONCRETO	0.013	0.0469	0.03	4.69%	Rejilla	Rejilla	IZQUIERDA	6.00	46.98	0.0141	5.00%	80%	8	210.68	0.0066	0.0300	0.69	0.021	0.090	2	0.0033	3.2992	0.53	0.15	0.025	0.4	0.98	0.063	0.091	10.98	0.42	0.90	1.65	0.55	0.32	0.086	0.17	0.0941	98%	0.0065	0.0001
37	42	CONCRETO	0.013	0.0301	0.03	3.01%	Rejilla	Rejilla	IZQUIERDA	6.00	14.11	0.0042	3.00%	80%	10	186.01	0.0017	0.0300	0.45	0.014	0.090	2	0.0009	0.8749	0.35	0.15	0.025	0.3	0.99	0.083	0.113	8.86	0.15	0.90	1.65	0.55	0.14	0.036	0.07	0.1029	100%	0.0017	0.0000
37	42	CONCRETO	0.013	0.0301	0.03	3.01%	Rejilla	Rejilla	DERECHA	6.00	14.11	0.0042	3.00%	80%	10	186.01	0.0017	0.0300	0.45	0.014	0.090	2	0.0009	0.8749	0.35	0.15	0.025	0.3	0.99	0.083	0.113	8.86	0.15	0.90	1.65	0.55	0.14	0.036	0.07	0.1029	100%	0.0017	0.0000
42	43	CONCRETO	0.013	0.0126	0.03	1.26%	Ventana	Rejilla	IZQUIERDA	6.00	58.20	0.0175	1.00%	80%	12	167.21	0.0065	0.0300	0.87	0.026	0.090	2	0.0032	3.2482	0.67	0.15	0.025	0.5	0.97	0.050	0.079	12.72	0.31	0.90	1.65	0.55	0.22	0.062	0.12	0.0982	98%	0.0063	0.0002
42	43	CONCRETO	0.013	0.0126	0.03	1.26%	Ventana	Rejilla	DERECHA	6.00	58.20	0.0175	1.00%	80%	12	167.21	0.0065	0.0300	0.87	0.026	0.090	2	0.0032	3.2482	0.67	0.15	0.025	0.5	0.97	0.050	0.079	12.72	0.31	0.90	1.65	0.55	0.22	0.062	0.12	0.0982	98%	0.0063	0.0002
43	44	CONCRETO	0.013	0.01155	0.03	11.55%	Rejilla	Rejilla	DERECHA	6.00	29.33	0.0088	>10%	80%	5	267.23	0.0054	0.0300	0.54	0.016	0.090	2	0.0027	2.6919	0.41	0.15	0.025	0.4	1.00	0.063	0.092	10.81	0.19	0.90	1.65	0.55	0.32	0.084	0.17	0.0938	100%	0.0054	0.0000
43	44	CONCRETO	0.013	0.01155	0.03	11.55%	Rejilla	Rejilla	IZQUIERDA	6.00	29.33	0.0088	>10%	80%	5	267.23	0.0054	0.0300	0.54	0.016	0.090	2	0.0027	2.6919	0.41	0.15	0.025	0.4	1.00	0.063	0.092	10.81	0.19	0.90	1.65	0.55	0.32	0.084	0.17	0.0938	100%	0.0054	0.0000
44	45	CONCRETO	0.013	0.01830	0.03	18.30%	Rejilla	Rejilla	DERECHA	6.00	29.44	0.0088	>10%	80%	5	267.23	0.0052	0.0300	0.49	0.015	0.090	2	0.0026	2.6227	0.38	0.15	0.025	0.3	0.99	0.083	0.112	8.92	0.49	0.90	1.65	0.55	0.40	0.102	0.20	0.0915	99%	0.0052	0.0001
44	45	CONCRETO	0.013	0.01830	0.03	18.30%	Rejilla	Rejilla	IZQUIERDA	6.00	29.44	0.0088	>10%	80%	5	267.23	0.0052	0.0300	0.49	0.015	0.090	2	0.0026	2.6227	0.38	0.15	0.025	0.3	0.99	0.083	0.112	8.92	0.49	0.90	1.65	0.55	0.40	0.102	0.20	0.0915	99%	0.0052	0.0001
45	46	CONCRETO	0.013	0.01760	0.03	17.60%	Rejilla	Rejilla	DERECHA	6.00	28.66	0.0086	>10%	80%	5	267.23	0.0052	0.0300	0.49	0.015	0.090	2	0.0026	2.5870	0.38	0.15	0.025	0.3	0.99	0.083	0.112	8.92	0.48	0.90	1.65	0.55	0.40	0.101	0.20	0.0916	99%	0.0051	0.0001
45	46	CONCRETO	0.013	0.01760	0.03	17.60%	Rejilla	Rejilla	IZQUIERDA	6.00	28.66	0.0086	>10%	80%	5	267.23	0.0052	0.0300	0.49	0.015	0.090	2	0.0026	2.5870	0.38	0.15	0.025	0.3	0.99	0.083	0.112	8.92	0.48	0.90	1.65	0.55	0.40	0.101	0.20	0.0916	99%	0.0051	0.0001
46	47	CONCRETO	0.013	0.00995	0.03	9.95%	Rejilla	Rejilla	DERECHA	6.00	15.00	0.0045	10.00%	80%	5.5	255.39	0.0026	0.0300	0.42	0.013	0.090	2	0.0013	1.3113	0.33	0.15	0.025	0.3	1.00	0.083	0.113	8.83	0.19	0.90	1.65	0.55	0.23	0.056	0.11	0.0977	100%	0.0026	0.0000
46	47	CONCRETO	0.013	0.00995	0.03	9.95%	Rejilla	Rejilla	IZQUIERDA	6.00	15.00	0.0045	10.00%	80%	5.5	255.39	0.0026	0.0300	0.42	0.013	0.090	2	0.0013	1.3113	0.33	0.15	0.025	0.3	1.00	0.083	0.113	8.83	0.19	0.90	1.65	0.55	0.23	0.056	0.11	0.0977	100%	0.0026	0.0000
47	48	CONCRETO	0.013	0.0118	0.03	1.18%	Ventana	Rejilla	DERECHA	6.00	35.02	0.0105	1.00%	80%	12	167.21	0.0039	0.0300	0.73	0.022	0.090	2	0.0020	1.9532	0.56	0.15	0.025	0.4	0.96	0.063	0.090	11.09	0.25	0.90	1.65	0.55	0.17	0.048	0.10	0.1006	97%	0.0038	0.0001
47	48	CONCRETO	0.013	0.0118	0.03	1.18%	Ventana	Rejilla	IZQUIERDA	6.00	35.02	0.0105	1.00%	80%	12	167.21	0.0039	0.0300	0.73	0.022	0.090	2	0.0020	1.9532	0.56	0.15	0.025	0.4	0.96	0.063	0.090	11.09	0.25	0.90	1.65	0.55	0.17	0.048	0.10	0.1006	97%	0.0038	0.0001
48	54	CONCRETO	0.013	0.0102	0.03	1.02%	Ventana	Rejilla	DERECHA	6.00	16.22	0.0049	1.00%	80%	12	167.21	0.0019	0.0300	0.58	0.017	0.090	2	0.0010	0.9692	0.45	0.15	0.025	0.4	1.00	0.063	0.092	10.83	0.10	0.90	1.65	0.55	0.11	0.029	0.06	0.1060	100%	0.0019	0.0000
48	54	CONCRETO	0.013	0.0102	0.03	1.02%	Ventana	Rejilla	IZQUIERDA	6.00	16.22	0.0049	1.00%	80%	12	167.21	0.0019	0.0300	0.58	0.017	0.090	2	0.0010	0.9692	0.45	0.15	0.025	0.4	1.00	0.063	0.092	10.83	0.10	0.90	1.65	0.55	0.11	0.029	0.06	0.1060	1		

PARAMETROS DE DISEÑO DEL TRAMO															DISEÑO DE CUNETA O CANAL										DISEÑO DE TRAGANTE DE VENTANA														
DE	A	Tipo de superficie	Coeficiente de Manning "n"	Si (m/m) (Pendiente longitudinal del terreno)	Sx (m/m) Pendiente transversal ambos lados	Pendiente en %	Tipo de tragante	Tipo de tragante propuesto	Lado	Ancho de la calle	DH (m)	Area (Ha)	Pendiente Aproximada	Coeficiente C	Tiempo de concentración (min)	Intensidad (mm/h)	Qt (m³/s)	Pendiente transversal a usar (m/m)	Ancho de diseño, espejo de agua "Td" (m)	Profundidad volumen de agua "Td" (m)	Profundidad máxima permitida dmax (m)	Numero de tragantes	Qd (m³/s)	Qd (L/s)	Ancho real, espejo de agua "Td" (m)	Altura de la banqueta "H(m)"	Depresión de cuneta "a" (m)	Ancho de la depresión en cuenta "W" (m)	Sw	Tasa de Flujo "Eo"	S'w	Se	Lt	Lpropuesta	Factor de corrección	Longitud efectiva "Le"	Eficiencia "ε"	Caudal interceptado "Qr"	Caudal no interceptado "Qb"
68	64	CONCRETO	0.013	0.0044	0.03	0.44%	Ventana	DERECHA	DERECHA	6.00	25.88	0.0078	<1%	80%	13	159.37	0.0029	0.0300	0.78	0.024	0.090	2	0.0014	1.4333	0.60	0.15	0.025	0.3	0.113	0.77	0.083	0.095	0.57	1.50	1.25	1.20	100%	0.0029	0.0000
68	64	CONCRETO	0.013	0.0044	0.03	0.44%	Ventana	IZQUIERDA	IZQUIERDA	6.00	25.88	0.0078	<1%	80%	13	159.37	0.0029	0.0300	0.78	0.024	0.090	2	0.0014	1.4333	0.60	0.15	0.025	0.3	0.113	0.77	0.083	0.095	0.57	1.50	1.25	1.20	100%	0.0029	0.0000

PARAMETROS DE DISEÑO DEL TRAMO															DISEÑO DE CUNETA O CANAL										DISEÑO DE TRAGANTE DE REJILLA EN PISO																		
DE	A	Tipo de superficie	Coeficiente de Manning "n"	Si (m/m) (Pendiente longitudinal del terreno)	Sx (m/m) Pendiente transversal	Pendiente en %	Tipo de tragante	Tipo de tragante propuesto	Lado	Ancho de la calle	DH (m)	Area (Ha)	Pendiente Aproximada	Coeficiente C	Tiempo de concentración (min)	Intensidad (mm/h)	q (m³/s)	Pendiente transversal a usar (m/m)	Ancho de diseño, espejo de agua "Td" (m)	Profundidad volumen de agua "Td" (m)	Profundidad máxima permitida dmax (m)	Numero de tragantes	Qd (m³/s)	Qd (L/s)	Ancho real, espejo de agua "Td" (m)	Altura de la banqueta "H(m)"	Depresión de cuneta "a" (m)	Ancho del tragante "W" (m)	E0	S'w	Se	z	Largo del tragante "L"	Largo propuesto del tragante "L"	Factor de corrección	Le	vo (m/s)	Lo (Barras longitudinales)	L'o (Barras transversales)	Rs	Eficiencia "ε"	Caudal interceptado "Qr"	Caudal no interceptado "Qb"
4	69	CONCRETO	0.013	0.0111	0.03	1.11%	Ventana	DERECHA	DERECHA	6.00	73.97	0.0222	1.00%	80%	12	167.21	0.0082	0.0300	0.98	0.029	0.090	2	0.0041	4.1228	0.75	0.15	0.0	0.5	0.95	0.000	0.030	33.33	0.48	0.90	1.65	0.55	0.37	0.081	0.16	0.0923	95%	0.0078	0.0004
4	69	CONCRETO	0.013	0.0111	0.03	1.11%	Ventana	IZQUIERDA	IZQUIERDA	6.00	73.97	0.0222	1.00%	80%	12	167.21	0.0082	0.0300	0.98	0.029	0.090	2	0.0041	4.1228	0.75	0.15	0.0	0.5	0.95	0.000	0.030	33.33	0.48	0.90	1.65	0.55	0.37	0.081	0.16	0.0923	95%	0.0078	0.0004
69	71	CONCRETO	0.013	0.0393	0.03	3.93%	Rejilla	DERECHA	DERECHA	6.00	36.64	0.0110	4.00%	80%	9	197.45	0.0052	0.0300	0.65	0.020	0.090	2	0.0026	2.1712	0.50	0.15	0.0	0.4	0.99	0.000	0.030	33.33	0.44	0.90	1.65	0.55	0.53	0.095	0.19	0.0886	99%	0.0052	0.0001
69	71	CONCRETO	0.013	0.0393	0.03	3.93%	Rejilla	IZQUIERDA	IZQUIERDA	6.00	36.64	0.0110	4.00%	80%	9	197.45	0.0052	0.0300	0.65	0.020	0.090	2	0.0026	2.1712	0.50	0.15	0.0	0.4	0.99	0.000	0.030	33.33	0.44	0.90	1.65	0.55	0.53	0.095	0.19	0.0886	99%	0.0052	0.0001
73	74	CONCRETO	0.013	0.0610	0.03	6.10%	Ventana	DERECHA	DERECHA	6.00	82.63	0.0248	2.00%	80%	11	176.02	0.0074	0.0300	0.85	0.025	0.090	2	0.0037	3.7170	0.65	0.15	0.0	0.5	0.98	0.000	0.030	33.33	0.45	0.90	1.65	0.55	0.45	0.091	0.18	0.0904	98%	0.0073	0.0001
73	74	CONCRETO	0.013	0.0196	0.03	1.96%	Ventana	IZQUIERDA	IZQUIERDA	6.00	63.35	0.0190	2.00%	80%	11	176.02	0.0074	0.0300	0.85	0.025	0.090	2	0.0037	3.7170	0.65	0.15	0.0	0.5	0.98	0.000	0.030	33.33	0.45	0.90	1.65	0.55	0.45	0.091	0.18	0.0904	98%	0.0073	0.0001
74	84	CONCRETO	0.013	0.0356	0.03	3.56%	Rejilla	DERECHA	DERECHA	6.00	54.62	0.0164	4.00%	80%	9	197.45	0.0074	0.0300	0.76	0.023	0.090	2	0.0037	3.7155	0.58	0.15	0.0	0.5	0.99	0.000	0.030	33.33	0.42	0.90	1.65	0.55	0.56	0.108	0.22	0.0881	99%	0.0074	0.0000
74	84	CONCRETO	0.013	0.0356	0.03	3.56%	Rejilla	IZQUIERDA	IZQUIERDA	6.00	54.62	0.0164	4.00%	80%	9	197.45	0.0074	0.0300	0.76	0.023	0.090	2	0.0037	3.7155	0.58	0.15	0.0	0.5	0.99	0.000	0.030	33.33	0.42	0.90	1.65	0.55	0.56	0.108	0.22	0.0881	99%	0.0074	0.0000
71	79	CONCRETO	0.013	0.0490	0.03	4.90%	Rejilla	DERECHA	DERECHA	6.00	75.89	0.0228	5.00%	80%	8	210.68	0.0107	0.0300	0.82	0.024	0.090	2	0.0053	5.3295	0.63	0.15	0.0	0.5	0.99	0.000	0.030	33.33	0.64	0.90	1.65	0.55	0.69	0.138	0.28	0.0860	99%	0.0105	0.0001
71	79	CONCRETO	0.013	0.0490	0.03	4.90%	Rejilla	IZQUIERDA	IZQUIERDA	6.00	75.89	0.0228	5.00%	80%	8	210.68	0.0107	0.0300	0.82	0.024	0.090	2	0.0053	5.3295	0.63	0.15	0.0	0.5	0.99	0.000	0.030	33.33	0.64	0.90	1.65	0.55	0.69	0.138	0.28	0.0860	99%	0.0105	0.0001
75	76	CONCRETO	0.013	0.0059	0.03	0.59%	Ventana	DERECHA	DERECHA	6.00	82.63	0.0248	1.00%	80%	12	167.21	0.0082	0.0300	1.03	0.021	0.090	2	0.0046	4.6055	0.79	0.15	0.0	0.5	0.99	0.000	0.030	33.33	0.52	0.90	1.65	0.55	0.38	0.085	0.17	0.0921	94%	0.0086	0.0006
75	76	CONCRETO	0.013	0.0059	0.03	0.59%	Ventana	IZQUIERDA	IZQUIERDA	6.00	82.63	0.0248	1.00%	80%	12	167.21	0.0082	0.0300	1.03	0.021	0.090	2	0.0046	4.6055	0.79	0.15	0.0	0.5	0.99	0.000	0.030	33.33	0.52	0.90	1.65	0.55	0.38	0.085	0.17	0.0921	94%	0.0086	0.0006
76	78	CONCRETO	0.013	0.0437	0.03	4.37%	Rejilla	DERECHA	DERECHA	6.00	19.08	0.0057	4.00%	80%	9	197.45	0.0031	0.0300	0.52	0.016	0.090	1	0.0031	3.0900	0.52	0.15	0.0	0.4	0.98	0.000	0.030	33.33	0.52	0.90	1.65	0.55	0.75	0.120	0.24	0.0852	98%	0.0030	0.0001
76	78	CONCRETO	0.013	0.0437	0.03	4.37%	Rejilla	IZQUIERDA	IZQUIERDA	6.00	19.08	0.0057	4.00%	80%	9	197.45	0.0031	0.0300	0.52	0.016	0.090	1	0.0031	3.0900	0.52	0.15	0.0	0.4	0.98	0.000	0.030	33.33	0.52	0.90	1.65	0.55	0.75	0.120	0.24	0.0852	98%	0.0030	0.0001
77	78	CONCRETO	0.013	0.0145	0.03	1.45%	Ventana	DERECHA	DERECHA	6.00	42.75	0.0128	1.00%	80%	12	167.21	0.0048	0.0300	0.76	0.023	0.090	2	0.0024	2.3827	0.58	0.15	0.0	0.5	0.99	0.000	0.030	33.33	0.27	0.90	1.65	0.55	0.36	0.069	0.14	0.0927	99%	0.0047	0.0000
77	78	CONCRETO	0.013	0.0145	0.03	1.45%	Ventana	IZQUIERDA	IZQUIERDA	6.00	42.75	0.0128	1.00%	80%	12	167.21	0.0048	0.0300	0.76	0.023	0.090	2	0.0024	2.3827	0.58	0.15	0.0	0.5	0.99	0.000	0.030	33.33	0.27	0.90	1.65	0.55	0.36	0.069	0.14	0.0927	99%	0.0047	0.0000
78	79	CONCRETO	0.013	0.0650	0.03	6.50%	Rejilla	DERECHA	DERECHA	6.00	50.59	0.0152	6.00%	80%	7.5	218.12	0.0074	0.0300	0.68	0.021	0.090	1	0.0074	7.4416	0.68	0.15	0.0	0.5	0.97	0.000	0.030	33.33	0.90	0.90	1.65	0.55	0.96	0.194	0.39	0.0819	97%	0.0072	0.0002
78	79	CONCRETO	0.013	0.0650	0.03	6.50%	Rejilla	IZQUIERDA	IZQUIERDA	6.00	50.59	0.0152	6.00%	80%	7.5	218.12	0.0074	0.0300	0.68	0.021	0.090	1	0.0074	7.4416	0.68	0.15	0.0	0.5	0.97	0.000	0.030	33.33	0.90	0.90	1.65	0.55	0.96	0.194	0.39	0.0819	97%	0.0072	0.0002
79	82	CONCRETO	0.013	0.0585	0.03	5.85%	Rejilla	DERECHA	DERECHA	6.00	38.66	0.0116	6.00%	80%	7.5	218.12	0.0058	0.0300	0.63	0.019	0.090	1	0.0058	5.8276	0.63	0.15	0.0	0.5	0.97	0.000	0.030	33.33	0.70	0.90	1.65	0.55	0.98	0.172	0.34	0.0826	99%	0.0057	0.0001
79	82	CONCRETO	0.013	0.0585	0.03	5.85%	Rejilla	IZQUIERDA	IZQUIERDA	6.00	38.66	0.0116	6.00%	80%	7.5	218.12	0.0058	0.0300	0.63	0.019	0.090	1	0.0058	5.8276	0.63	0.15	0.0	0.5	0.97	0.000	0.030	33.33	0.70	0.90	1.65	0.55	0.98	0.172	0.34	0.0826	99%	0.0057	0.0001
80	81	CONCRETO	0.013	0.0159	0.03	1.59%	Ventana	DERECHA	DERECHA	6.00	24.89	0.0075	2.00%	80%	11	176.02	0.0029	0.0300	0.62	0.019	0.090	1	0.0029	2.9208	0.62	0.15	0.0	0.5	0.99	0.000	0.030	33.33	0.35	0.90	1.65	0.55	0.51	0.088	0.18	0.0891	99%	0.0029	0.0000
80	81	CONCRETO	0.013	0.0159	0.03	1.59%	Ventana	IZQUIERDA	IZQUIERDA	6.00	24.89	0.0075	2.00%	80%	11	176.02	0.0029	0.0300	0.62	0.019	0.090	1	0.0029	2.9208	0.62	0.15	0.0	0.5	0.99	0.000	0.030	33.33	0.35	0.90	1.65	0.55	0.51	0.088	0.18	0.0891	99%	0.0029	0.0000
81	82	CONCRETO	0.013	0.0159	0.03	1.59%	Ventana	DERECHA	DERECHA	6.00	50.59	0.0152	6.00%	80%	11	176.02	0.0059	0.0300	0.81	0.024	0.090	2	0.0059	5.9674	0.62	0.15	0.0	0.5															

Apéndice 2. **Planos constructivos para el sistema de alcantarillado pluvial**

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 3D 2018.



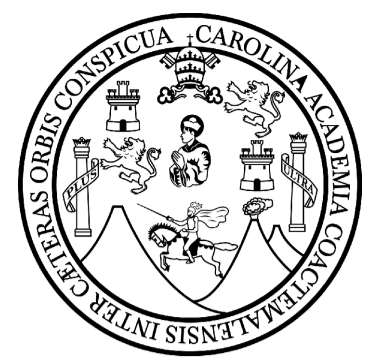
ABREV.	DESCRIPCION
V	VIVIENDAS
TA	TERRENO ABIERTO
I	INDUSTRIA
AB	AREA BOSCOSA
AC	AREA DE CULTIVOS
PP	PROPIEDAD PRIVADA
ZCR	ZONA DE CASAS RESIDENCIALES
C	COMERCIO
VV	VIVERO
IE	INSTITUTO EDUCATIVO
UR	UNIVERSIDAD RURAL
AP	AREA DE PARQUEO

INDICE DE PLANOS	
NO. PLANO	DESCRIPCION DEL PLANO
01-02	PLANTA GENERAL, DETALLE DE CALLES Y VIVIENDAS
03	LIBRETA TOPOGRAFICA
04-05	CURVAS DE NIVEL
06-07	AREAS TRIBUTARIAS
08-09	PLANTA DE RED GENERAL
10-23	PLANTA-PERFIL
24-27	DETALLE DE POZO DE VISITA
28	DETALLE POZO DE ABSORCION
29	DETALLE TRAGANTE DE VENTANA
30	DETALLE DE TRAGANTE DE REJILLA EN PISO Y TRANSVERSAL
31	DETALLE DE CANAL ESCALONADO EN DESFOGUE
32	DETALLE CABEZAL DE DESCARGA



PLANTA GENERAL, DETALLE DE CALLES Y VIVIENDAS I

ESCALA 1/1 250



FECHA:	FEBRERO DE 2022
ESCALA:	INDICADA
REVISOR:	ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO
DISEÑO:	ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÓFAR
CALCULO:	ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÓFAR
DIBUJO:	ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÓFAR

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL EN LA CABECERA MUNICIPAL, SANTA LUCIA MILPAS ALTAS

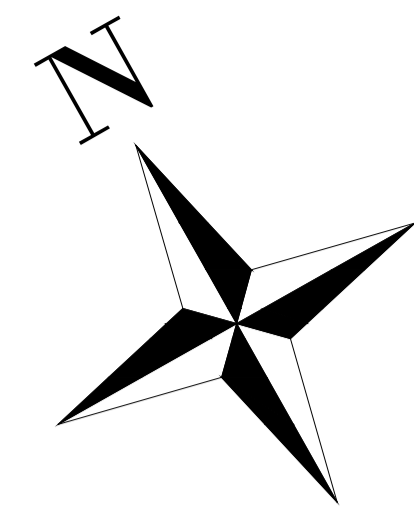
CONTENIDO:
PLANTA GENERAL, DETALLE DE CALLES Y VIVIENDAS 1

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

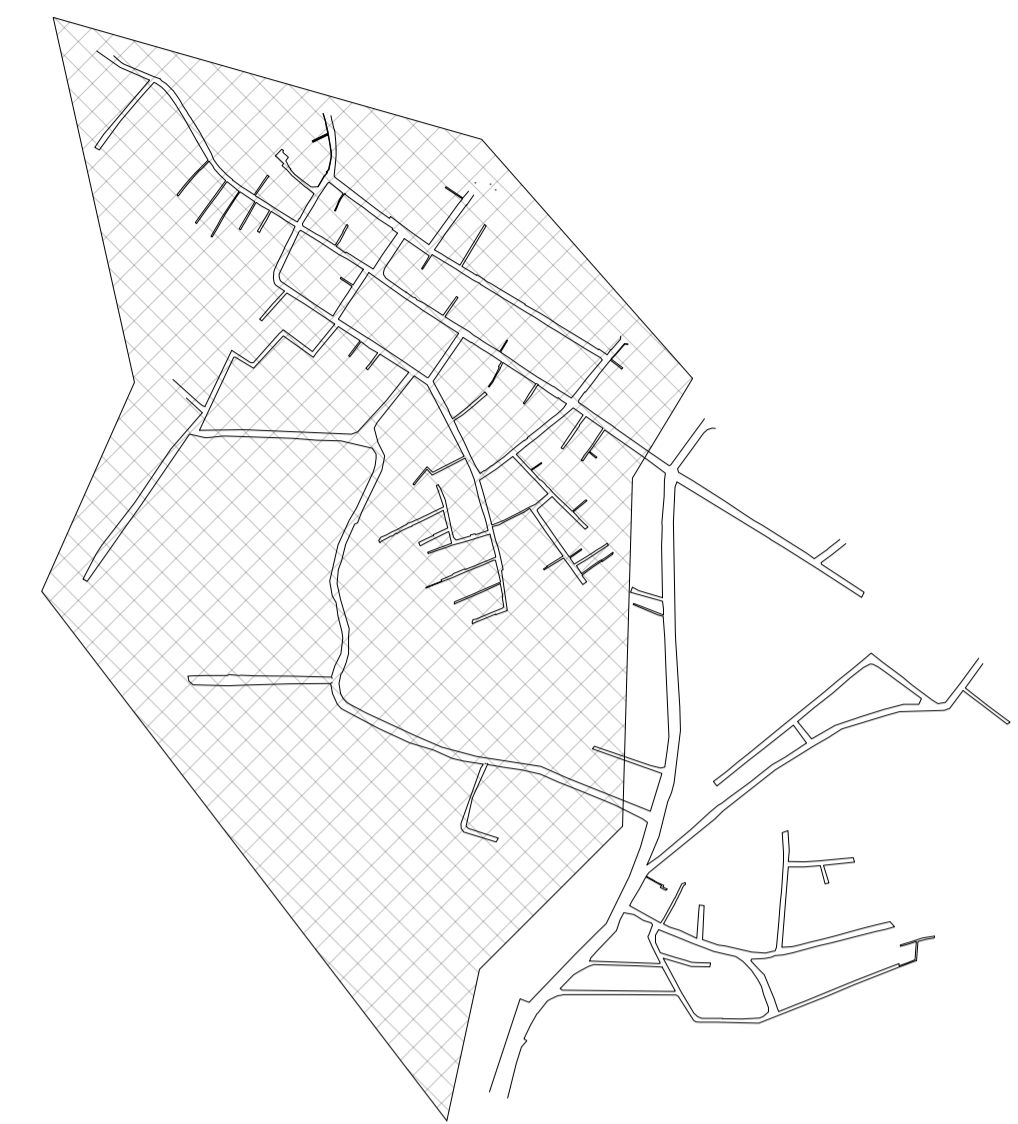
MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCIA MILPAS ALTAS

PLANTA GENERAL DETALLE DE CALLES Y VIVIENDAS 2

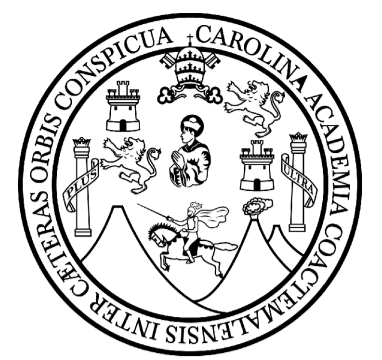
ESCALA 1/1250



REFERENCIA EN PLANTA COMPLETA



ABREV.	DESCRIPCION
V	VIVIENDAS
TA	TERRENO ABIERTO
I	INDUSTRIA
AB	AREA BOSCOSA
AC	AREA DE CULTIVOS
PP	PROPIEDAD PRIVADA
ZCR	ZONA DE CASAS RESIDENCIALES
C	COMERCIO
VV	VIVERO
IE	INSTITUTO EDUCATIVO
UR	UNIVERSIDAD RURAL
AP	AREA DE PARQUEO



FECHA:	FEBRERO DE 2022
ESCALA:	INDICADA
REVISÓ:	ING. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO
DISEÑO:	ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÓFAR
CALCULO:	ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÓFAR
DIBUJÓ:	ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÓFAR

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL EN LA CABECERA MUNICIPAL, SANTA LUCIA MILPAS ALTAS

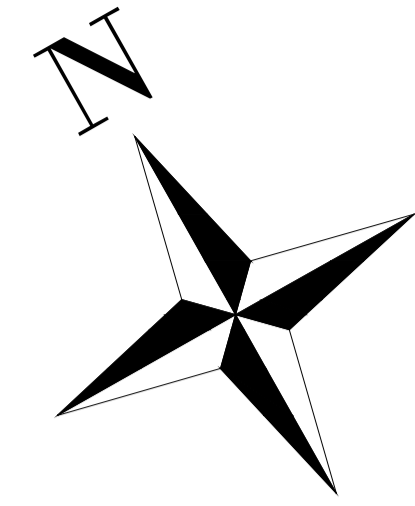
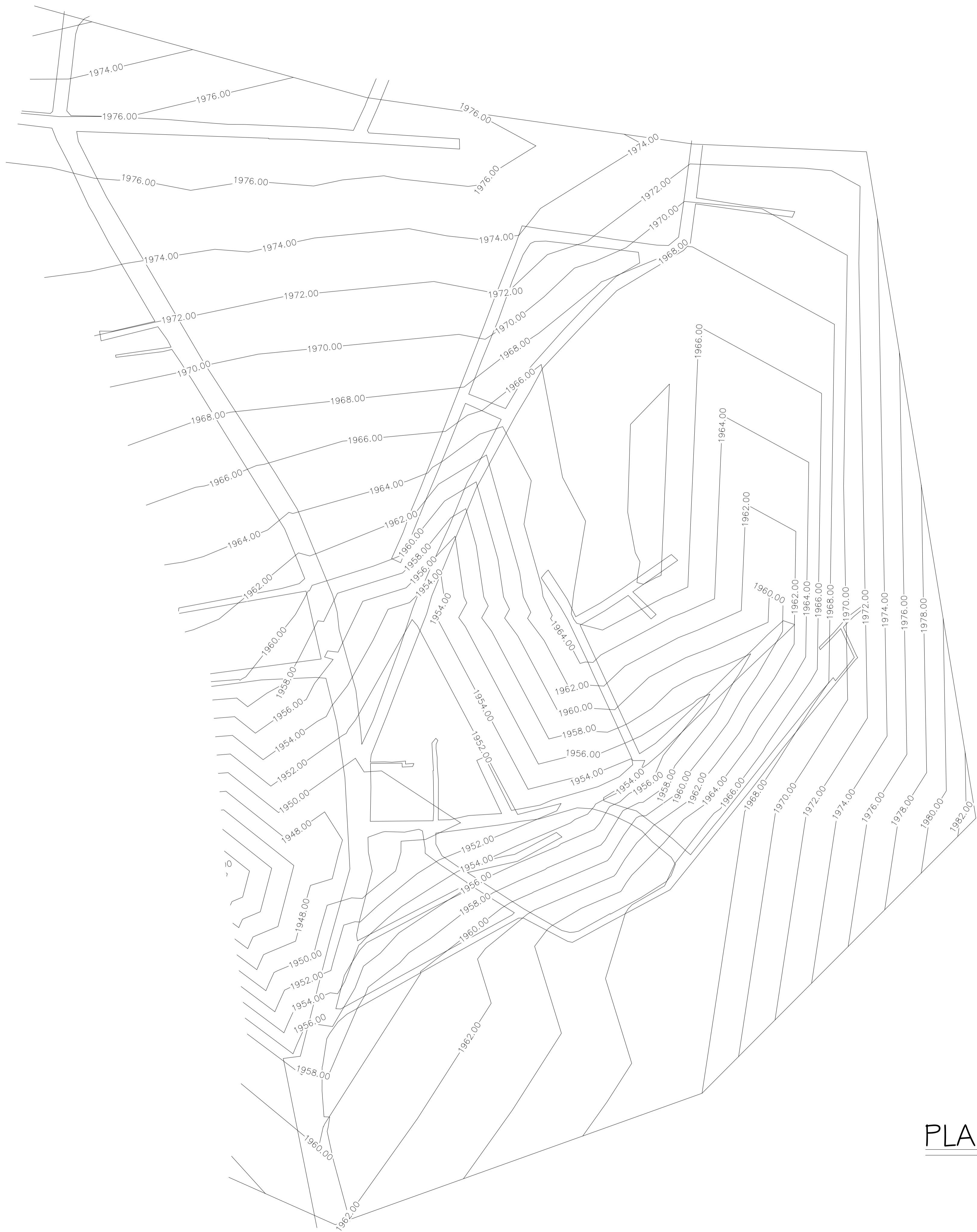
CONTENIDO:
PLANTA GENERAL, DETALLE DE CALLES Y VIVIENDAS 2

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

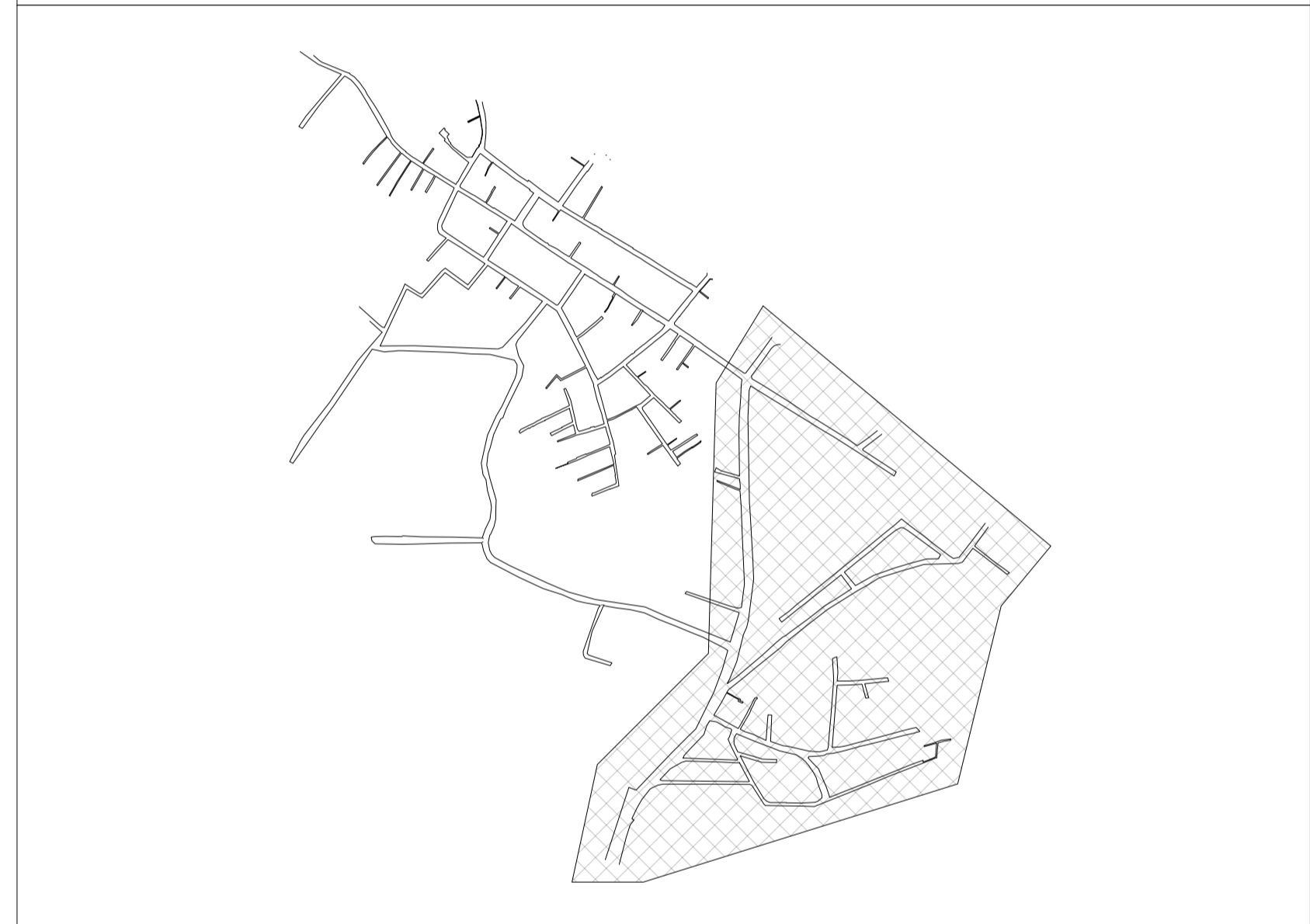
MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCIA MILPAS ALTAS

EST	PO	AZIMUT	DIST. HOR.	ESTE	NORTE	COTA
E1	N	0° 0' 0"	0.00	752665.688	1612720.388	1970.00
E1	R1	25° 31' 40"	23.97	752676.017	1612742.015	1970.58
E1	R2	47° 50' 45"	27.90	752686.374	1612739.114	1970.84
E1	E2	38° 20' 45"	52.96	752698.545	1612761.924	1971.24
E1	R3	113° 26' 15"	25.96	752689.505	1612710.063	1970.92
E1	R4	124° 56' 10"	24.00	752685.363	1612706.644	1970.79
E1	E3	124° 8' 40"	39.98	752698.774	1612697.950	1970.97
E1	R5	221° 39' 30"	39.99	752639.107	1612690.510	1968.19
E1	R6	214° 38' 25"	39.99	752642.959	1612687.489	1968.17
E1	E4	218° 59' 45"	57.98	752629.205	1612675.328	1967.56
E1	R7	302° 22' 50"	42.88	752629.472	1612743.354	1967.56
E1	R8	307° 57' 30"	43.76	752631.188	1612747.302	1967.53
E1	E5	304° 53' 10"	83.44	752597.247	1612768.109	1967.13
E5	R9	37° 17' 55"	36.00	752619.06	1612796.745	1964.33
E5	E6	36° 44' 0"	56.00	752630.739	1612812.988	1964.19
E5	R10	207° 9' 5"	28.00	752584.469	1612743.195	1964.41
E5	E7	203° 18' 15"	57.95	752574.32	1612714.886	1964.96
E5	R11	295° 31' 35"	35.54	752565.176	1612783.424	1960.24
E5	R12	302° 13' 40"	35.54	752567.183	1612787.062	1960.23
E5	E8	301° 38' 25"	85.47	752524.478	1612812.947	1957.27
E8	R13	333° 2' 35"	30.30	752510.743	1612839.954	1953.61
E8	R14	331° 38' 10"	61.13	752495.436	1612866.739	1950.83
E8	R15	330° 15' 5"	84.83	752482.386	1612886.596	1948.25
E8	E9	327° 53' 40"	105.00	752468.674	1612901.887	1947.76
E9	R15	314° 15' 55"	5.77	752464.54	1612905.917	1947.55
E9	E10	304° 22' 35"	12.83	752458.084	1612909.132	1947.52
E10	R16	219° 54' 10"	25.96	752441.429	1612889.214	1949.63
E10	E17	219° 49' 5"	37.79	752433.888	1612880.109	1951.61
E10	R18	219° 40' 50"	49.56	752426.438	1612870.987	1953.22
E10	R19	219° 10' 15"	87.19	752403.011	1612841.534	1956.85
E4	R20	311° 16' 55"	26.47	752609.311	1612692.794	1966.46
E4	R21	301° 24' 5"	25.88	752607.119	1612688.810	1966.51
E4	E11	124° 37' 30"	9.46	752636.992	1612669.951	1967.56
E4	R22	117° 35' 30"	39.96	752664.622	1612656.819	1967.47
E4	R23	124° 18' 50"	38.00	752660.591	1612653.907	1967.42
E4	E12	121° 15' 45"	94.00	752709.555	1612626.546	1967.40
E12	R24	198° 56' 0"	6.78	752707.355	1612620.134	1967.03
E12	R25	213° 35' 10"	25.73	752695.319	1612605.108	1965.64
E12	R26	215° 45' 5"	45.52	752682.959	1612589.604	1963.58
E12	E13	221° 37' 15"	82.09	752655.031	1612565.180	1958.61
E12	E14	134° 58' 30"	19.94	752723.658	1612612.456	1967.53
E2	R27	306° 1' 15"	52.86	752655.793	1612793.008	1967.73
E2	R28	300° 44' 55"	63.79	752643.724	1612794.537	1966.59
E2	R29	307° 15' 0"	17.98	752684.234	1612772.807	1970.66
E2	E15	130° 24' 30"	35.98	752725.946	1612738.597	1971.64
E15	R30	35° 47' 15"	47.64	752753.804	1612777.241	1968.38
E15	E16	118° 13' 50"	73.60	752790.791	1612703.783	1971.94
E16	E17	124° 9' 30"	77.94	752855.283	1612660.023	1972.85
E17	R31	122° 35' 30"	22.39	752874.146	1612647.963	1973.05
E17	E18	122° 26' 45"	42.34	752891.017	1612637.305	1971.19
E3	E19	119° 32' 55"	65.92	752756.121	1612665.440	1969.64
E19	R32	219° 26' 10"	23.89	752740.944	1612646.988	1968.70
E19	R33	127° 55' 35"	53.97	752798.689	1612632.270	1971.15
E19	R34	122° 50' 15"	101.93	752841.768	1612610.165	1972.89
E19	E20	122° 43' 25"	129.88	752865.389	1612595.228	1974.26
E20	R35	19° 8' 50"	19.59	752871.814	1612613.734	1974.64
E20	R36	129° 43' 10"	63.97	752914.593	1612554.350	1976.59
E20	E21	128° 18' 0"	123.94	752962.657	1612518.411	1976.85
E20	E22	233° 27' 0"	78.69	752802.173	1612548.366	1969.97
E20	R37	235° 40' 40"	46.10	752827.312	1612569.232	1971.61
E22	E23	229° 45' 15"	41.80	752770.266	1612521.358	1967.96
E14	R38	153° 21' 15"	40.39	752741.773	1612576.353	1967.12
E14	R39	149° 46' 40"	77.99	752762.915	1612545.065	1967.55
E13	R40	105° 4' 35"	17.57	752671.994	1612560.610	1959.01
E13	E24	128° 40' 5"	31.95	752679.98	1612545.215	1958.65
E24	R41	206° 14' 30"	51.92	752657.025	1612498.650	1957.70
E24	R42	206° 19' 5"	100.32	752635.503	1612455.295	1956.43
E24	E25	203° 37' 40"	123.92	752630.314	1612431.685	1956.11
E22	R43	142° 27' 10"	16.79	752812.402	1612535.058	1971.75
E22	R44	134° 47' 30"	28.91	752822.688	1612528.000	1972.69
E22	E26	135° 17' 25"	57.85	752842.871	1612507.254	1973.66
E26	R45	241° 17' 40"	42.12	752805.925	1612487.022	1970.89

EST	PO	AZIMUT	DIST. HOR.	ESTE	NORTE	COTA
E26	R46	135° 52' 35"	44.00	752873.504	1612475.669	1974.19
E26	E27	235° 13' 30"	25.85	752821.637	1612492.510	1972.45
E27	R47	145° 55' 55"	35.98	752841.794	1612462.703	1972.60
E27	R48	143° 42' 15"	86.00	752872.545	1612423.196	1971.63
E23	R49	170° 55' 25"	29.59	752774.934	1612492.135	1968.69
E23	E28	168° 6' 45"	50.40	752780.648	1612472.040	1968.58
E23	E29	166° 44' 30"	78.00	752788.154	1612445.439	1968.42
E28	R50	250° 5' 15"	36.19	752746.621	1612459.714	1966.70
E28	E30	158° 16' 20"	27.94	752790.992	1612446.083	1968.39
E30	R51	248° 35' 20"	47.70	752746.584	1612428.670	1965.56
E30	R52	174° 36' 5"	47.98	752795.506	1612398.312	1966.86
E25	E31	165° 36' 10"	62.59	752645.877	1612371.061	1956.26
E31	R53	200° 8' 40"	46.00	752630.035	1612327.875	1957.41
E31	E32	192° 0' 0"	60.00	752633.403	1612312.376	1957.70
E32	R54	121° 52' 45"	68.38	752691.468	1612276.263	1959.64
E32	E33	118° 23' 5"	107.95	752728.371	1612261.060	1960.48
E21	R55	120° 22' 55"	43.99	753000.601	1612496.165	1976.94
E21	R56	120° 25' 25"	107.00	753054.923	1612464.227	1977.32
E21	E34	119° 51' 45"	157.00	753098.81	1612440.238	1977.56
E21	E35	193° 27' 40"	63.45	752947.885	1612456.699	1974.71
E21	R57	189° 56' 25"	38.28	752956.048	1612486.703	1975.63
E35	R58	171° 16' 5"	57.77	752956.655	1612399.600	1971.74
E35	R59	173° 55' 45"	113.54	752959.893	1612343.791	1968.00
E35	E36	174° 49' 55"	169.35	752963.14	1612288.035	1964.72
E36	R60	352° 33' 45"	109.11	752949.017	1612396.224	1971.42
E36	R61	347° 51' 0"	53.52	752951.875	1612340.359	1967.61
E36	R62	183° 48' 20"	32.04	752961.013	1612256.064	1962.30
E36	R63	190° 19' 5"	93.43	752946.405	1612196.115	1955.57
E36	E37	192° 18' 45"	142.86	752932.677	1612148.465	1950.43
E37	R64	10° 27' 35"	94.71	752949.871	1612241.603	1960.49
E37	E41	50° 57' 20"	76.39	752992.007	1612196.585	1952.03
E37	E38	204° 45' 40"	43.90	752914.288	1612108.597	1949.07
E37	R65	215° 4' 50"	57.49	752899.636	1612101.418	1948.60
E37	E39	214° 50' 5"	127.56	752859.811	1612043.760	1953.05
E37	R66	208° 58' 35"	78.35	752894.718	1612079.919	1949.23
E39	R67	35° 19' 35"	51.50	752889.589	1612085.775	1948.91
E39	E42	56° 4' 30"	22.00	752878.063	1612056.036	1953.73
E39	R72	233° 10' 10"	48.12	752821.293	1612014.913	1957.55
E39	E43	241° 2' 30"	33.43	752830.564	1612027.576	1956.51
E39	R68	243° 32' 25"	28.73	752834.088	1612030.957	1955.87
E43	R69	111° 48' 20"	13.46	752843.062	1612022.576	1956.02
E43	R70	92° 27' 0"	38.32	752868.849	1612025.938	1959.05
E43	R71	91° 43' 50"	68.28	752898.815	1612025.514	1959.93
E43	R73	200° 28' 40"	53.84	752811.729	1611977.138	1960.02
E43	R74	214° 59' 50"	26.57	752815.323	1612005.807	1958.33
E43	R75	201° 32' 0"	107.76	752791.011	1611927.334	1961.85
E43	E40	90° 16' 50"	134.77	752965.33	1612026.916	1961.50
E41	R76	68° 30' 15"	13.98	753005.019	1612201.710	1952.47
E41	R77	56° 42' 20"	51.80	753035.303	1612225.020	1956.17
E41	R78	53° 41' 35"	101.11	753073.485	1612256.452	1962.44
E41	E44	54° 52' 15"	119.83	753090.012	1612265.539	1964.47
E44	R79	61° 16' 30"	48.58	753132.611	1612288.886	1966.55
E44	E45	320° 34' 15"	28.27	753072.059	1612287.372	1967.46
E45	R80	233° 28' 5"	37.59	753041.856	1612264.996	1964.43
E45	R81	230° 1' 5"	92.74	753001	1612227.784	1959.81
E45	R82	49° 35' 50"	21.99	753088.803	1612301.623	1968.89
E45	R83	53° 56' 55"	58.23	753119.139	1612321.642	1971.58
E45	E46	52° 0' 55"	93.93	753146.094	1612345.182	1973.69
E46	R84	116° 36' 40"	32.63	753175.268	1612330.566	1972.20
E46	R85	122° 10' 25"	57.33	753194.624	1612314.653	1969.85
E46	E47	123° 20' 15"	85.46	753217.489	1612298.217	1967.64
E47	R86	275° 56' 40"	42.99	753174.735	1612302.669	1967.51
E47	R87	34° 21' 0"	29.91	753234.363	1612322.908	1970.09
E47	R88	36° 18' 15"	60.64	753253.393	1612347.088	1973.07
E38	R89	115° 29' 0"	30.18	752941.531	1612095.613	1949.08
E38	E48	118° 3' 45"	79.98	752984.863	1612070.973	1951.33
E48	R90	103° 32' 45"	38.00	753021.806	1612062.073	1952.38
E48	E49	96° 54' 30"	37.80	753022.389		

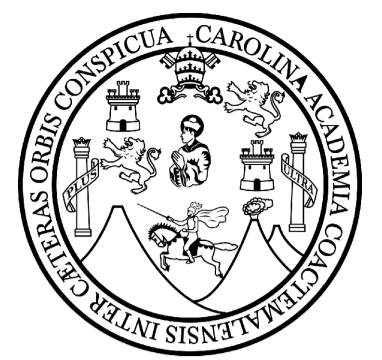


REFERENCIA EN PLANTA COMPLETA



PLANTA DE CURVAS DE NIVEL I

ESCALA 1/1 250



ESCALA:	INDICADA	FECHA:	FEBRERO DE 2022
DISEÑO:	ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÚFAR	REVISÓ:	ING. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO
CALCULÓ:	ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÚFAR	DIBUJÓ:	ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÚFAR

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL EN LA CABECERA MUNICIPAL, SANTA LUCIA MILPAS ALTAS

CONTENIDO:
PLANTA DE CURVAS DE NIVEL 1

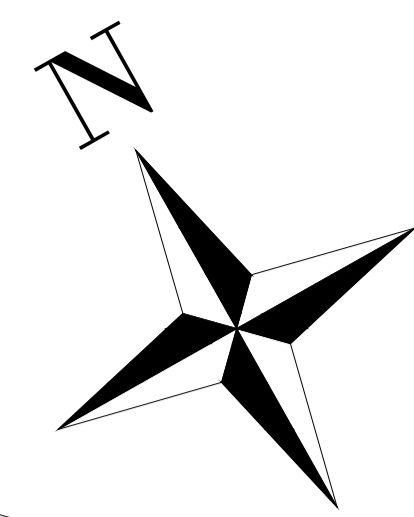
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCIA MILPAS ALTAS

EPS EJERCICIO PROFESIONAL SUERVISADO	
H O J A	04 32

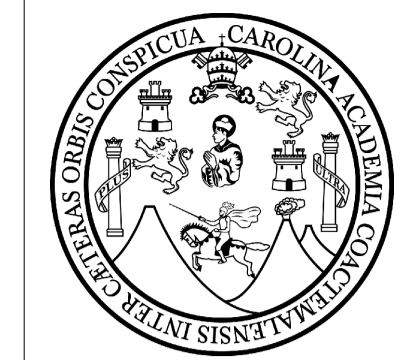


REFERENCIA EN PLANTA COMPLETA



PLANTA DE CURVAS DE NIVEL 2

ESCALA 1/1250

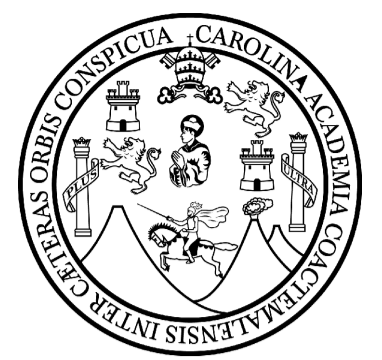


FECHA:	FEBRERO DE 2022
ESCALA:	INDICADA
REVISO:	ING. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO
DISEÑO:	ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÓFAR
CALCULO:	ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÓFAR
DIBUJÓ:	ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÓFAR

PROYECTO:	DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL EN LA CABECERA MUNICIPAL, SANTA LUCIA MILPAS ALTAS
CONTENIDO:	PLANTA DE CURVAS DE NIVEL 2

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCIA MILPAS ALTAS
--	---

EPS EJERCICIO PROFESIONAL SUERVISADO	
HOJA	05
	32

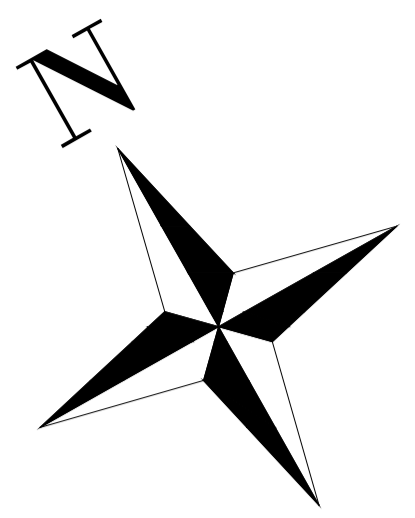


FECHA: FEBRERO DE 2022
 ESCALA: INDICADA
 REVISÓ: ING. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO
 DISEÑO: ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÓFAR
 CALCULÓ: ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÓFAR
 DIBUJÓ: ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÓFAR

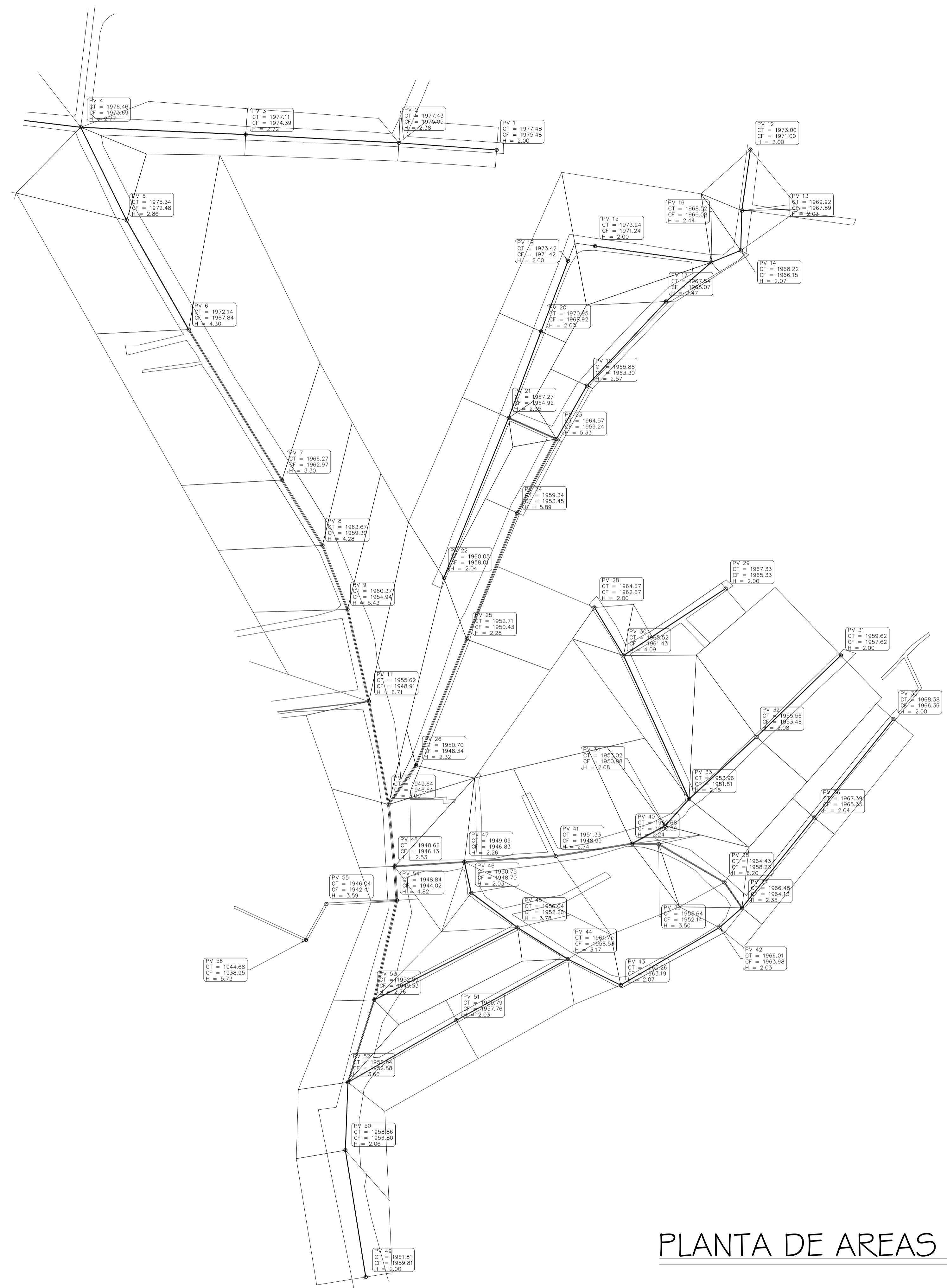
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL EN LA CABECERA MUNICIPAL SANTA LUCÍA MILPAS ALTAS
 CONTENIDO: **PLANTA DE AREAS TRIBUTARIAS 1**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCÍA MILPAS ALTAS

EPS
 EJERCICIO PROFESIONAL SUERWISADO
 H O J A 06 / 32



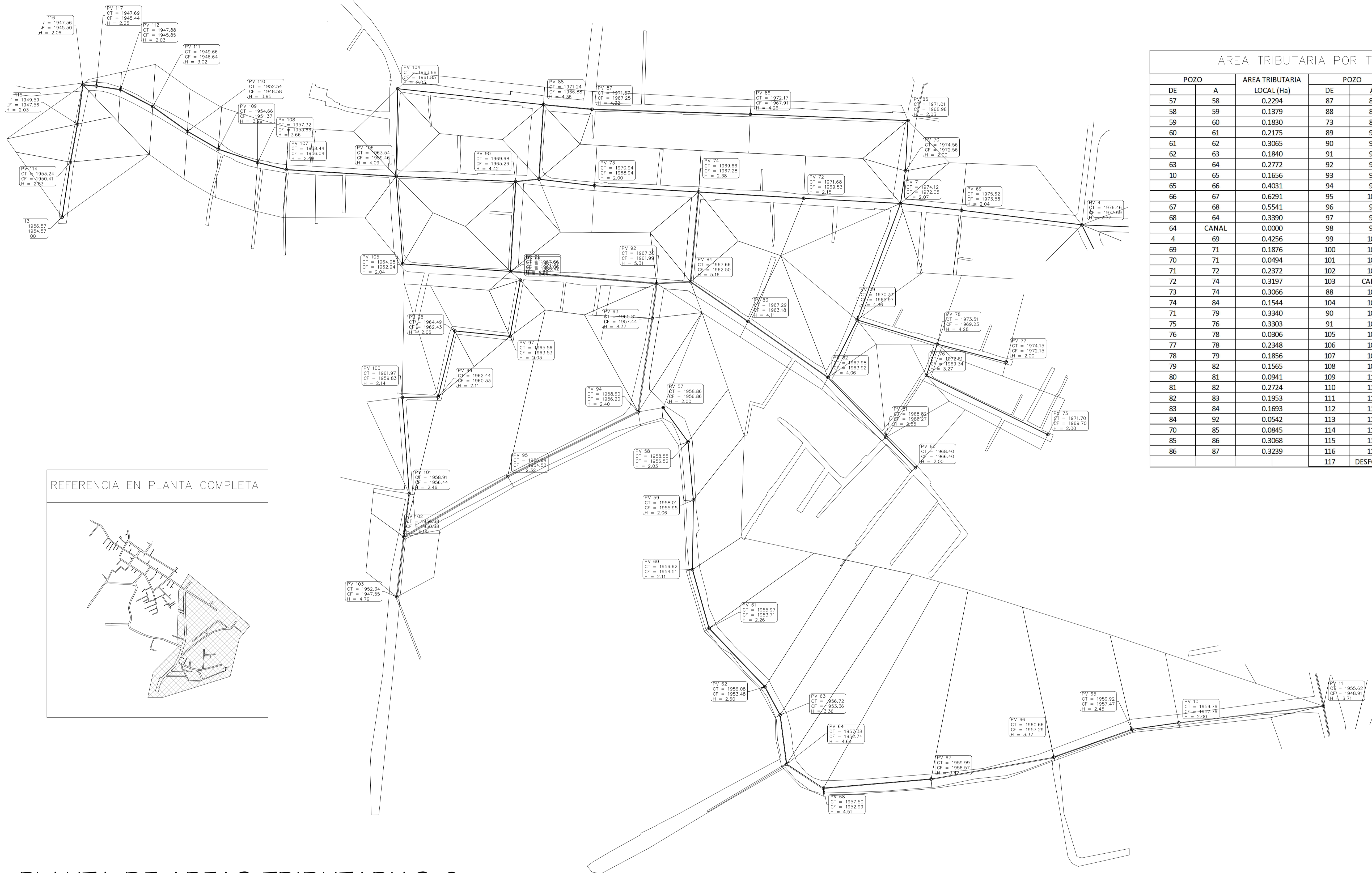
REFERENCIA EN PLANTA COMPLETA



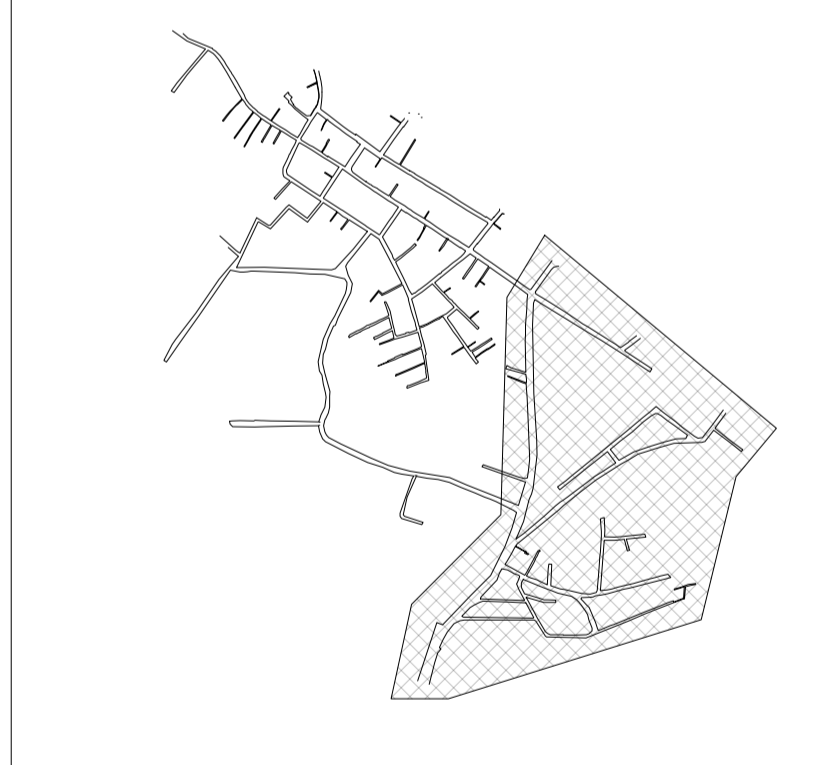
AREAS TRIBUTARIAS POR TRAMO					
POZO		AREA TRIBUTARIA LOCAL (Ha)	POZO		AREA TRIBUTARIA LOCAL (Ha)
DE	A		DE	A	
1	2	0.1009	30	33	0.2198
2	3	0.1770	31	32	0.4804
3	4	0.1811	32	33	0.2903
4	5	0.1982	33	34	0.1059
5	6	0.5387	34	40	0.0714
6	7	0.9064	35	36	0.1789
7	8	0.3638	36	37	0.1587
8	9	0.2821	37	38	0.0382
9	11	0.3287	38	39	0.1027
10	11	0.2236	39	40	0.0263
11	27	0.4013	40	41	0.3206
12	13	0.0784	41	47	0.2414
13	14	0.0584	37	42	0.0400
14	16	0.0386	42	43	0.1253
15	16	0.3676	43	44	0.0654
16	17	0.0553	44	45	0.0502
17	18	0.1477	45	46	0.0939
18	23	0.0631	46	47	0.0335
19	20	0.2018	47	48	0.1441
20	21	0.1664	48	54	0.0384
21	22 DESF	0.2529	49	50	0.2624
21	23	0.0353	50	52	0.1664
23	24	0.0817	44	51	0.2009
24	25	0.3326	51	52	0.1967
25	26	0.3828	52	53	0.1390
26	27	0.0539	45	53	0.2000
27	48	0.1596	53	54	0.1696
28	30	0.0491	54	55	0.0000
29	30	0.1180	55	56	0.0000
			56	DESFOGUE	0.0000

PLANTA DE AREAS TRIBUTARIAS I

ESCALA 1/1250



REFERENCIA EN PLANTA COMPLETA



AREA TRIBUTARIA POR TRAMO					
POZO		AREA TRIBUTARIA LOCAL (Ha)	POZO		AREA TRIBUTARIA LOCAL (Ha)
DE	A		DE	A	
57	58	0.2294	87	88	0.0671
58	59	0.1379	88	89	0.1124
59	60	0.1830	73	89	0.1388
60	61	0.2175	89	90	0.0364
61	62	0.3065	90	91	0.1664
62	63	0.1840	91	92	0.3477
63	64	0.2772	92	93	0.0773
10	65	0.1656	93	94	0.2266
65	66	0.4031	94	95	0.5136
66	67	0.6291	95	102	0.5551
67	68	0.5541	96	97	0.0653
68	64	0.3390	97	98	0.1325
64	CANAL	0.0000	98	99	0.1376
4	69	0.4256	99	100	0.0826
69	71	0.1876	100	101	0.1371
70	71	0.0494	101	102	0.0512
71	72	0.2372	102	103	0.1512
72	74	0.3197	103	CANAL	0.0000
73	74	0.3066	88	104	0.2547
74	84	0.1544	104	106	0.1455
71	79	0.3340	90	106	0.2831
75	76	0.3303	91	105	0.2018
76	78	0.0306	105	106	0.1173
77	78	0.2348	106	107	0.3127
78	79	0.1856	107	108	0.1196
79	82	0.1565	108	109	0.1190
80	81	0.0941	109	110	0.1109
81	82	0.2724	110	111	0.1268
82	83	0.1953	111	112	0.0905
83	84	0.1693	112	117	0.0330
84	92	0.0542	113	114	0.1450
70	85	0.0845	114	115	0.1505
85	86	0.3068	115	116	0.0789
86	87	0.3239	116	117	0.0061
			117	DESFOGUE	0.0000

PLANTA DE AREAS TRIBUTARIAS 2

ESCALA 1/1250

FECHA: FEBRERO DE 2022

ESCALA: INDICADA

DISEÑO: ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTUFAR

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL EN LA CABECERA MUNICIPAL, SANTA LUCIA MILPAS ALTAS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

EPS EJERCICIO PROFESIONAL SUERWISADO

H O J A

REVISÓ: ING. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO

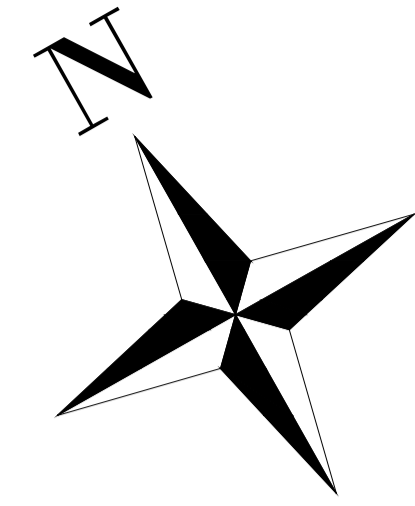
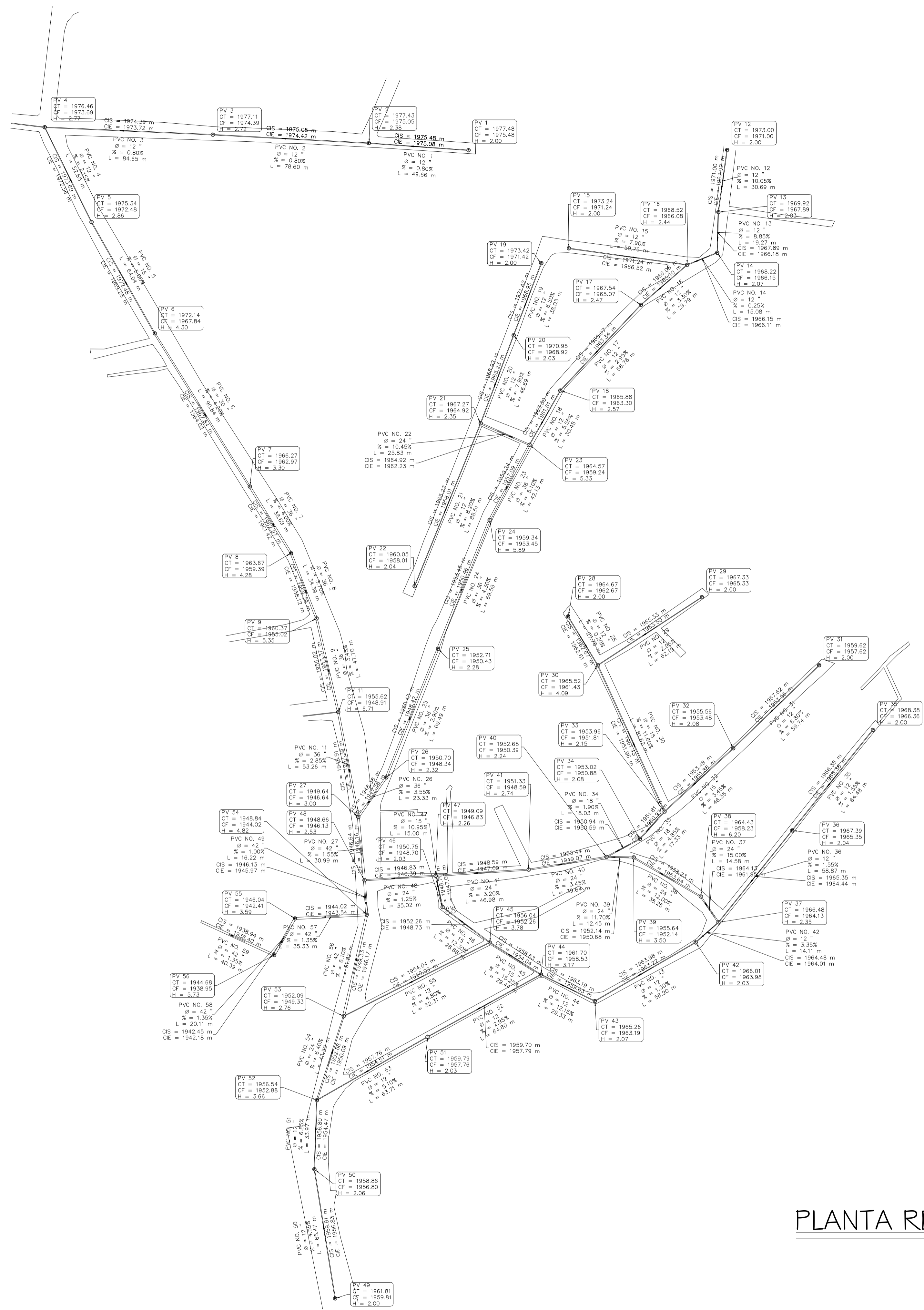
CALCULÓ: ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTUFAR

CONTENIDO: PLANTA DE AREAS TRIBUTARIAS 2

MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCIA MILPAS ALTAS

07

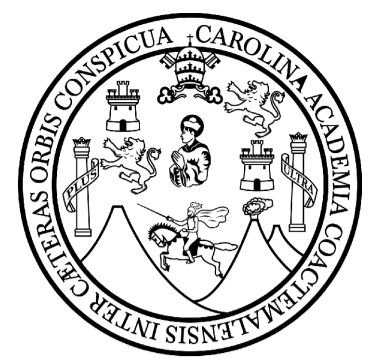
32



REFERENCIA EN PLANTA COMPLETA



PLANTA RED GENERAL, ALCANTARILLADO PLUVIAL I
 ESCALA 1/1 250



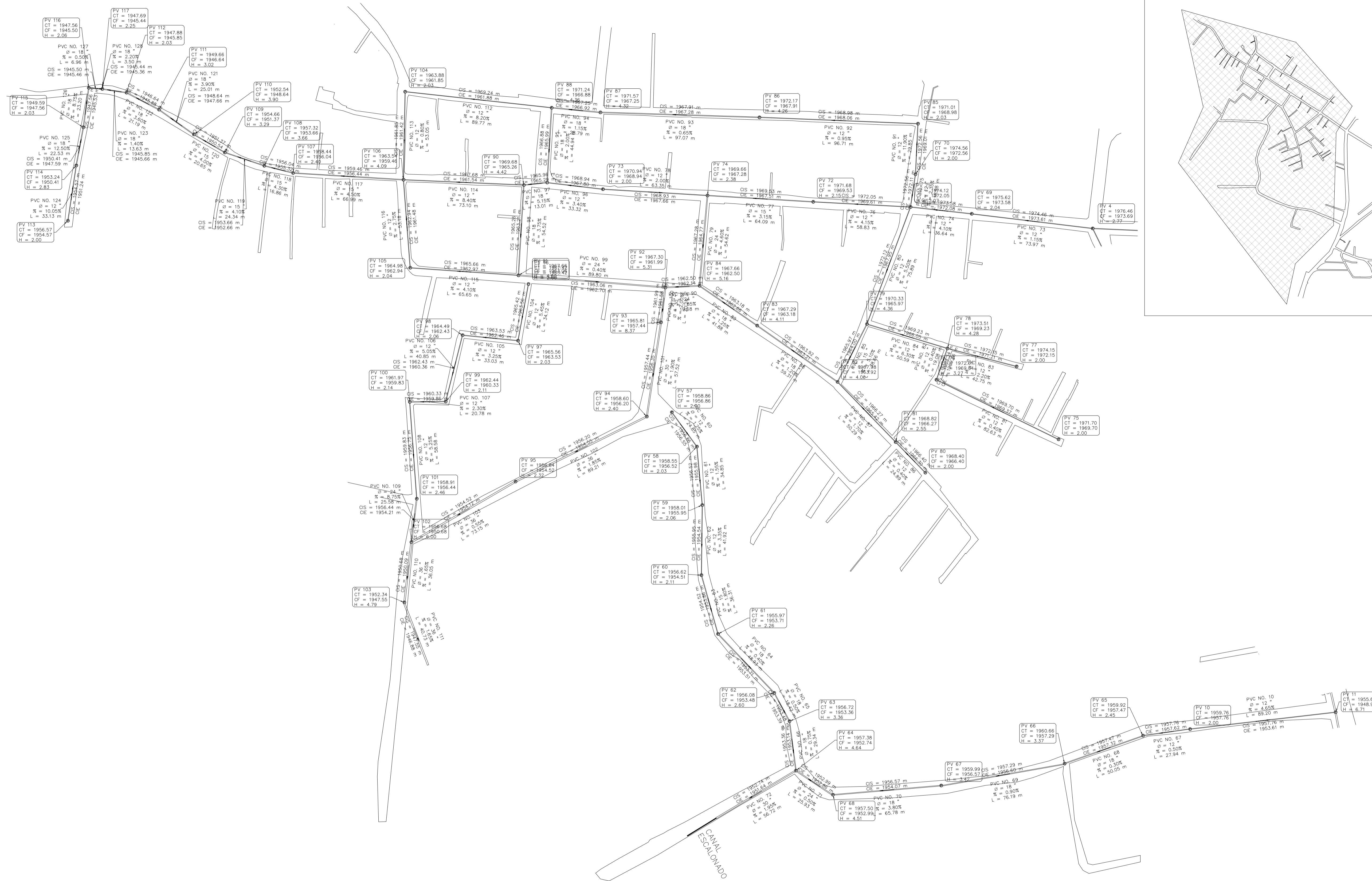
FECHA:	FEBRERO DE 2022
ESCALA:	INDICADA
DISEÑO:	ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÓFAR
CALCULO:	ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÓFAR
DIBUJÓ:	ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÓFAR
REVISÓ:	ING. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO

PROYECTO:
 DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL EN LA CABECERA MUNICIPAL, SANTA LUCÍA MILPAS ALTAS

CONTENIDO:
PLANTA RED GENERAL, ALCANTARILLADO PLUVIAL 1

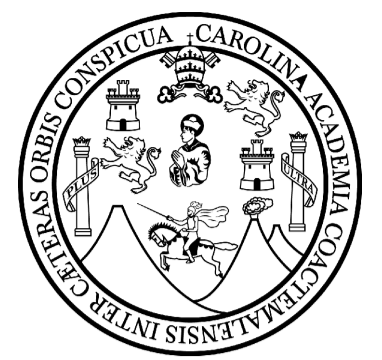
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCÍA MILPAS ALTAS



PLANTA RED GENERAL, ALCANTARILLADO PLUVIAL 2

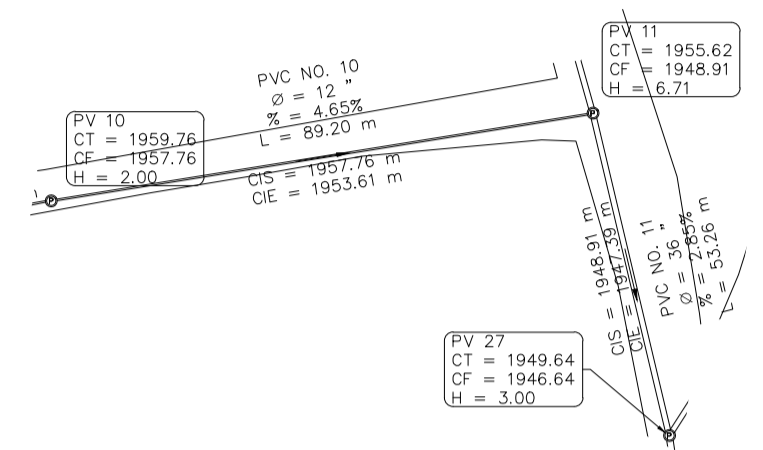
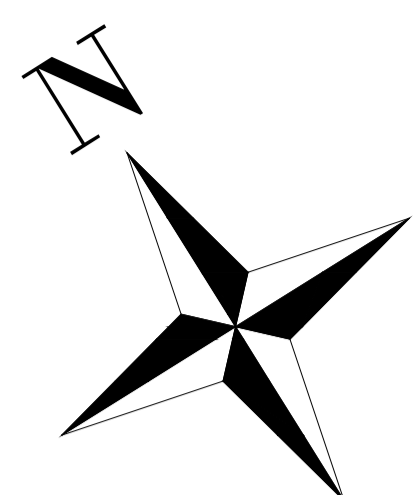
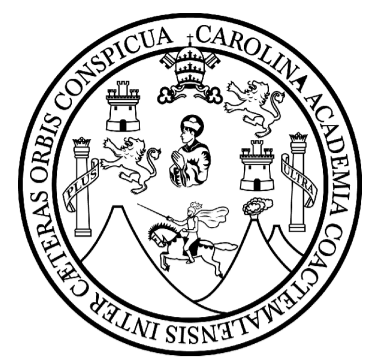
ESCALA 1/1 250



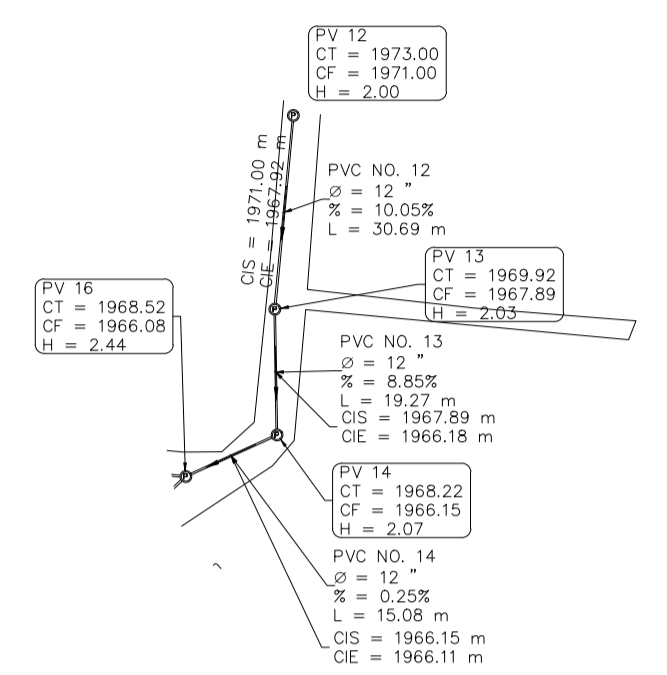
FECHA:	FEBRERO DE 2022
ESCALA:	INDICADA
REVISÓ:	ING. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO
PROYECTO:	DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL EN LA CABECERA MUNICIPAL, SANTA LUCÍA MILPAS ALTAS
CALCULÓ:	ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÓFAR
DIBUJÓ:	ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÓFAR

CONTENIDO:	PLANTA RED GENERAL, ALCANTARILLADO PLUVIAL 2
------------	--

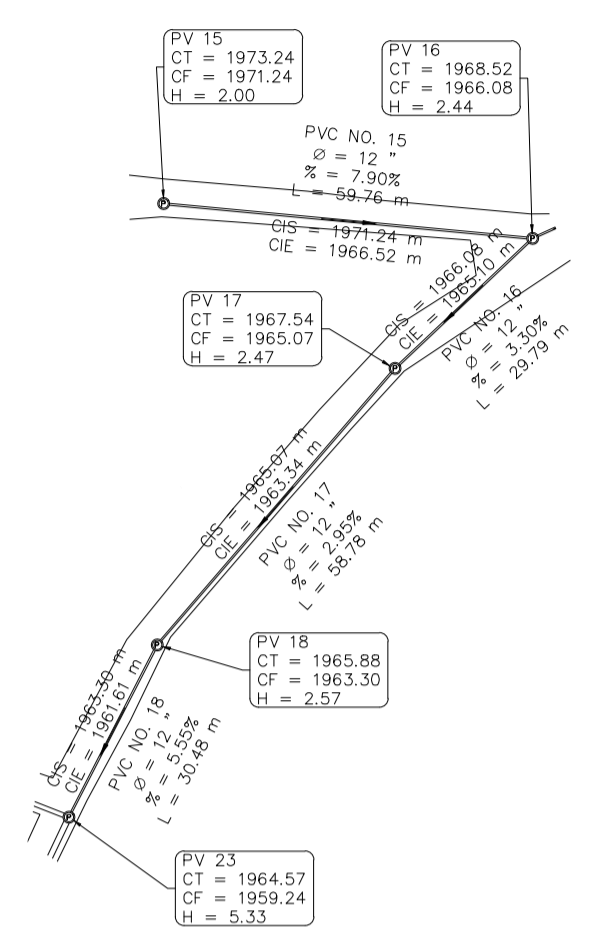
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCÍA MILPAS ALTAS



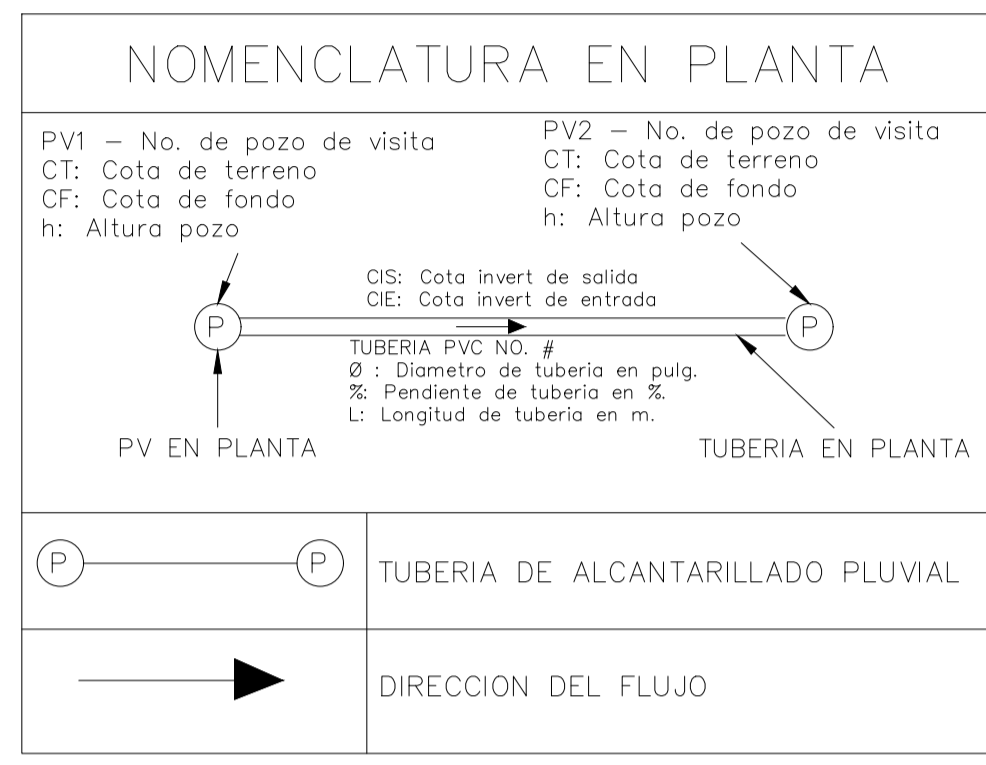
PLANTA TRAMO PV-10 A PV-27
ESCALA 1/1250



PLANTA TRAMO PV-12 A PV-16
ESCALA 1/1250



PLANTA TRAMO PV-15 A PV-23
ESCALA 1/1250



FECHA: FEBRERO DE 2022

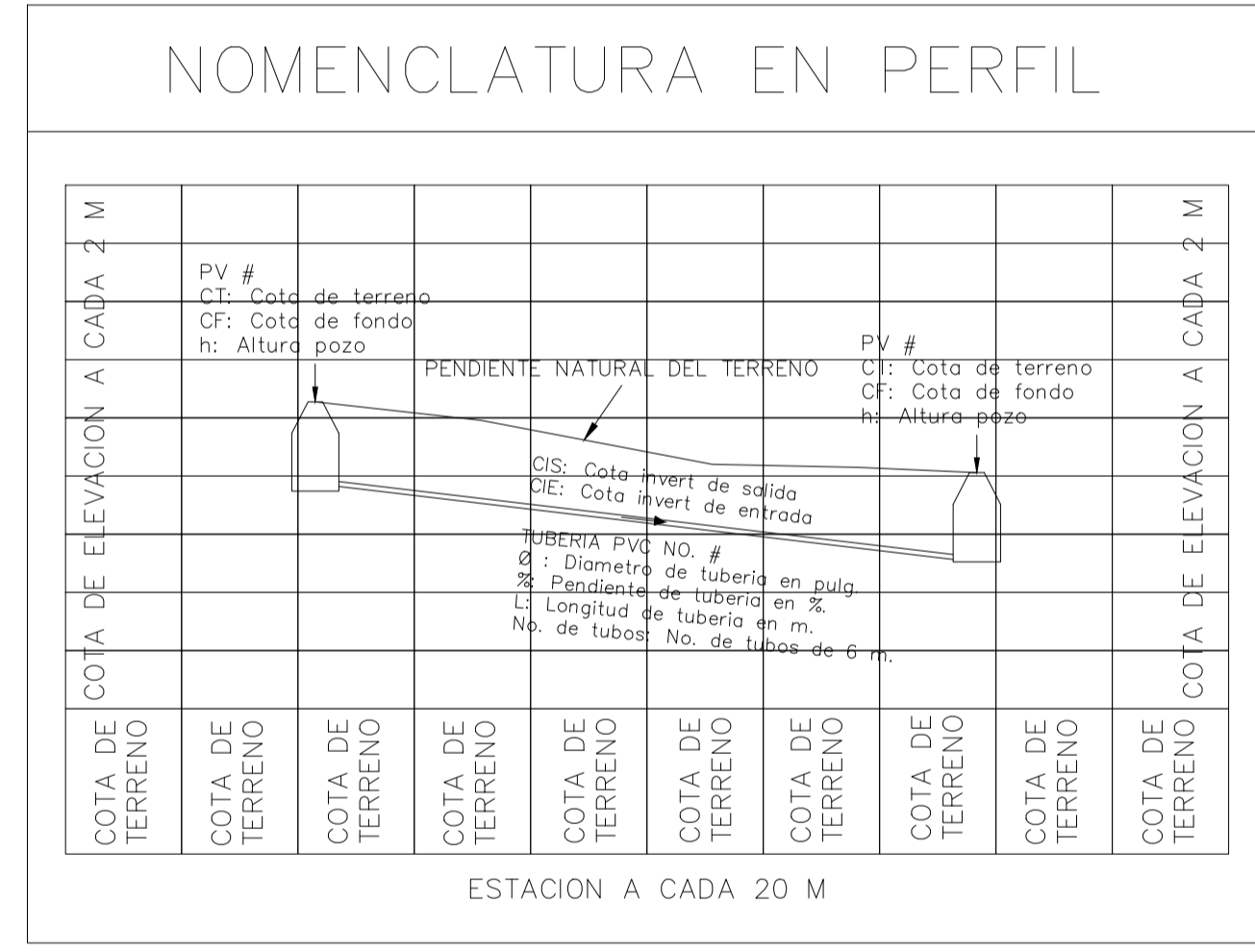
ESCALA: INDICADA

REVISÓ: ING. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO

DISEÑO: ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÓFAR

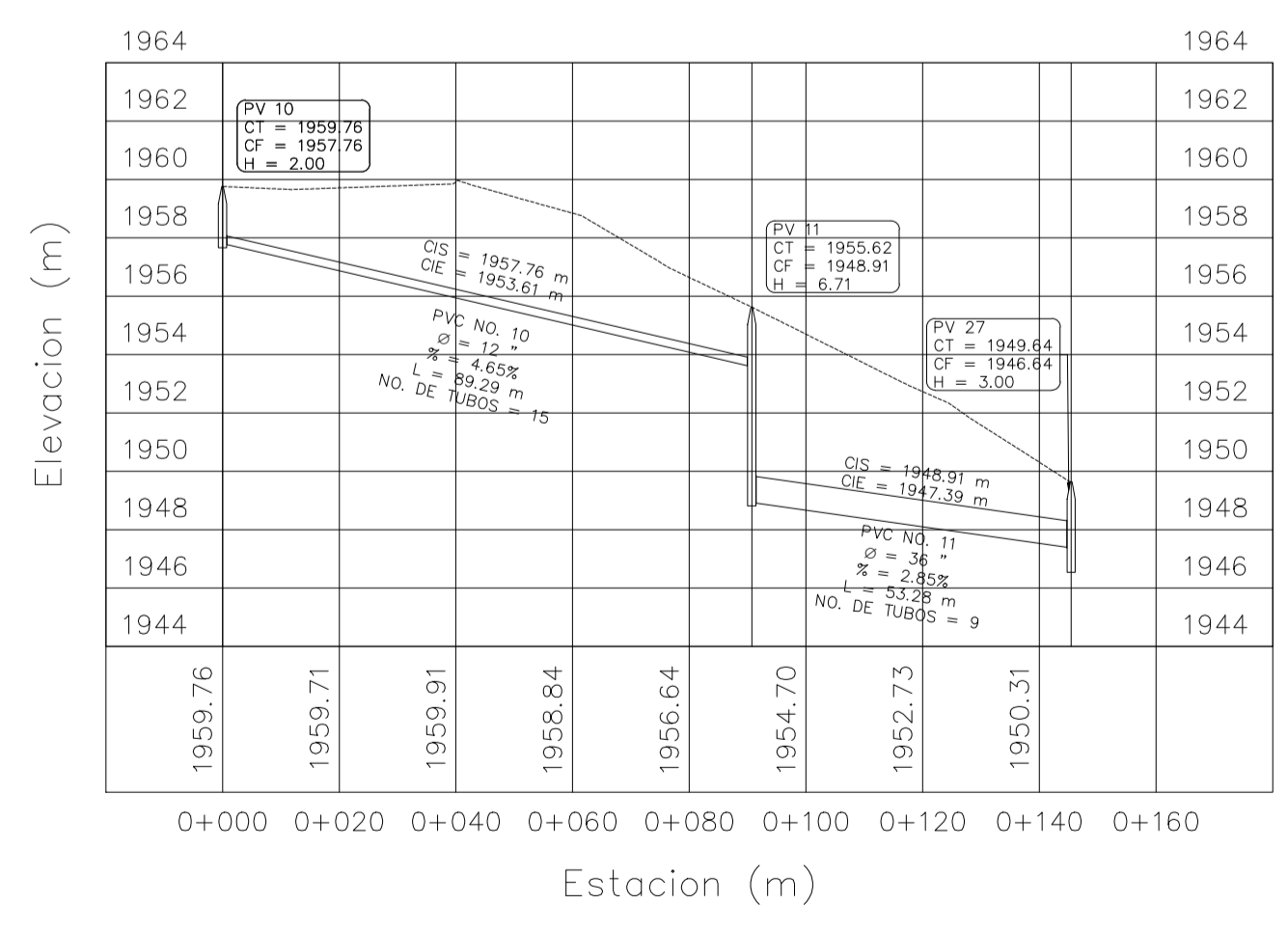
CALCULÓ: ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÓFAR

DIBUJÓ: ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÓFAR

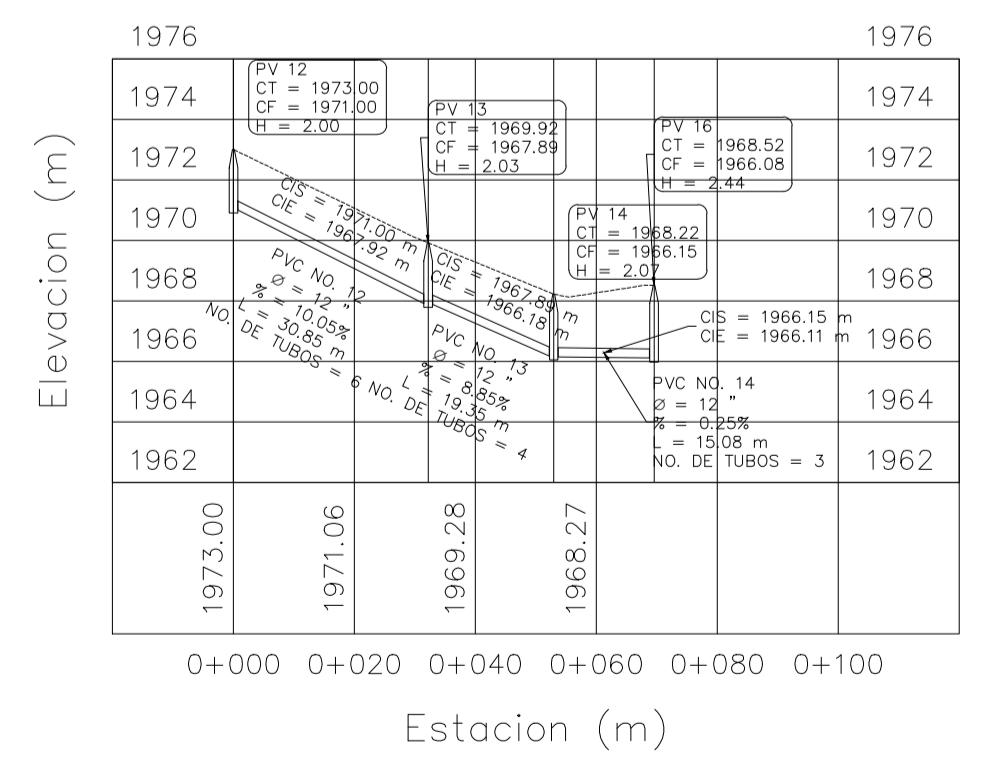


PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL EN LA CABECERA MUNICIPAL, SANTA LUCIA MILPAS ALTAS

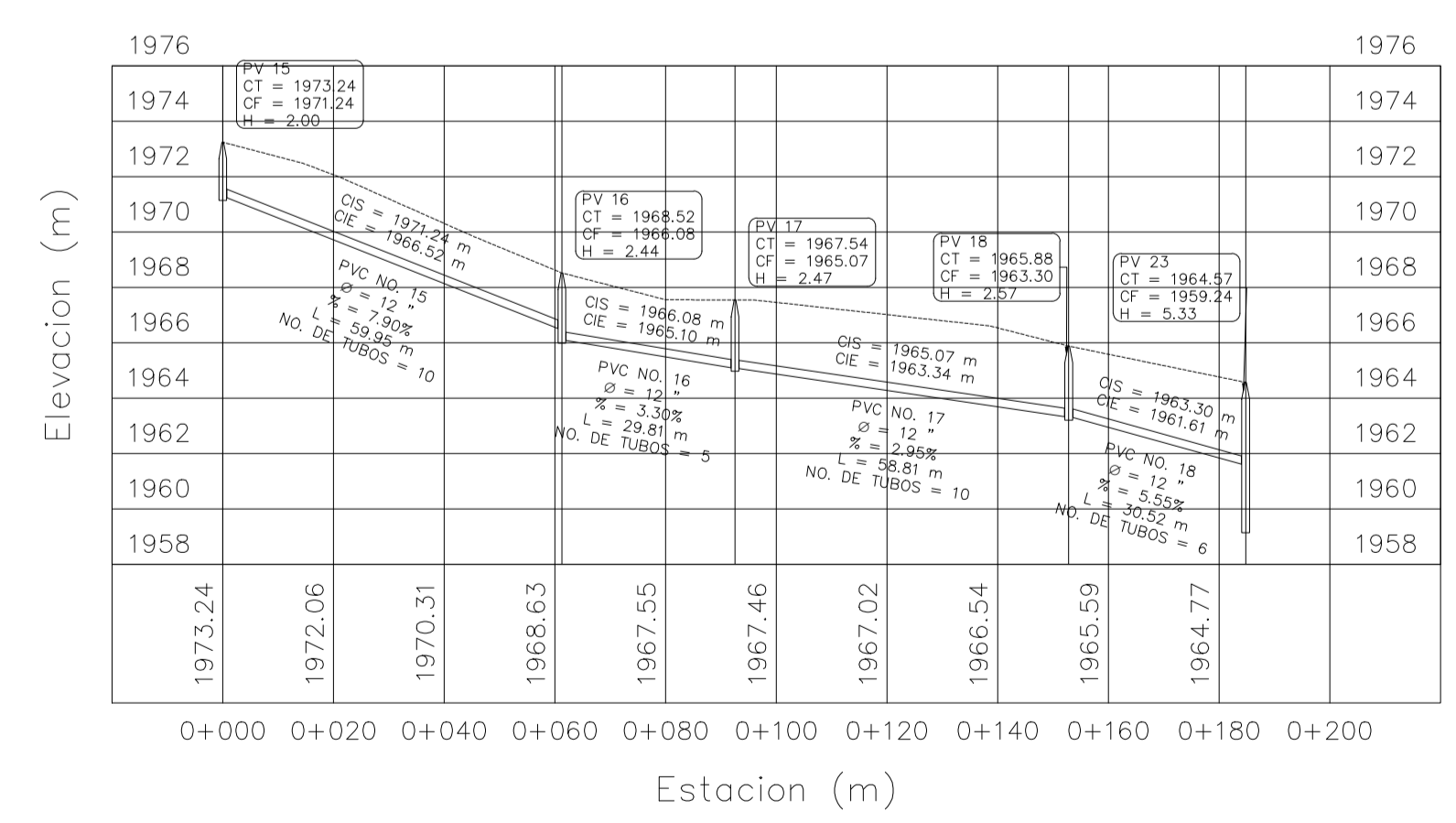
CONTENIDO: **PLANTA-PERFIL, TRAMO PV10 A PV27, PV12 A PV 16 Y PV15 A PV23**



PERFIL TRAMO PV-10 A PV-27
ESCALA H = 1/1250
V = 1/250



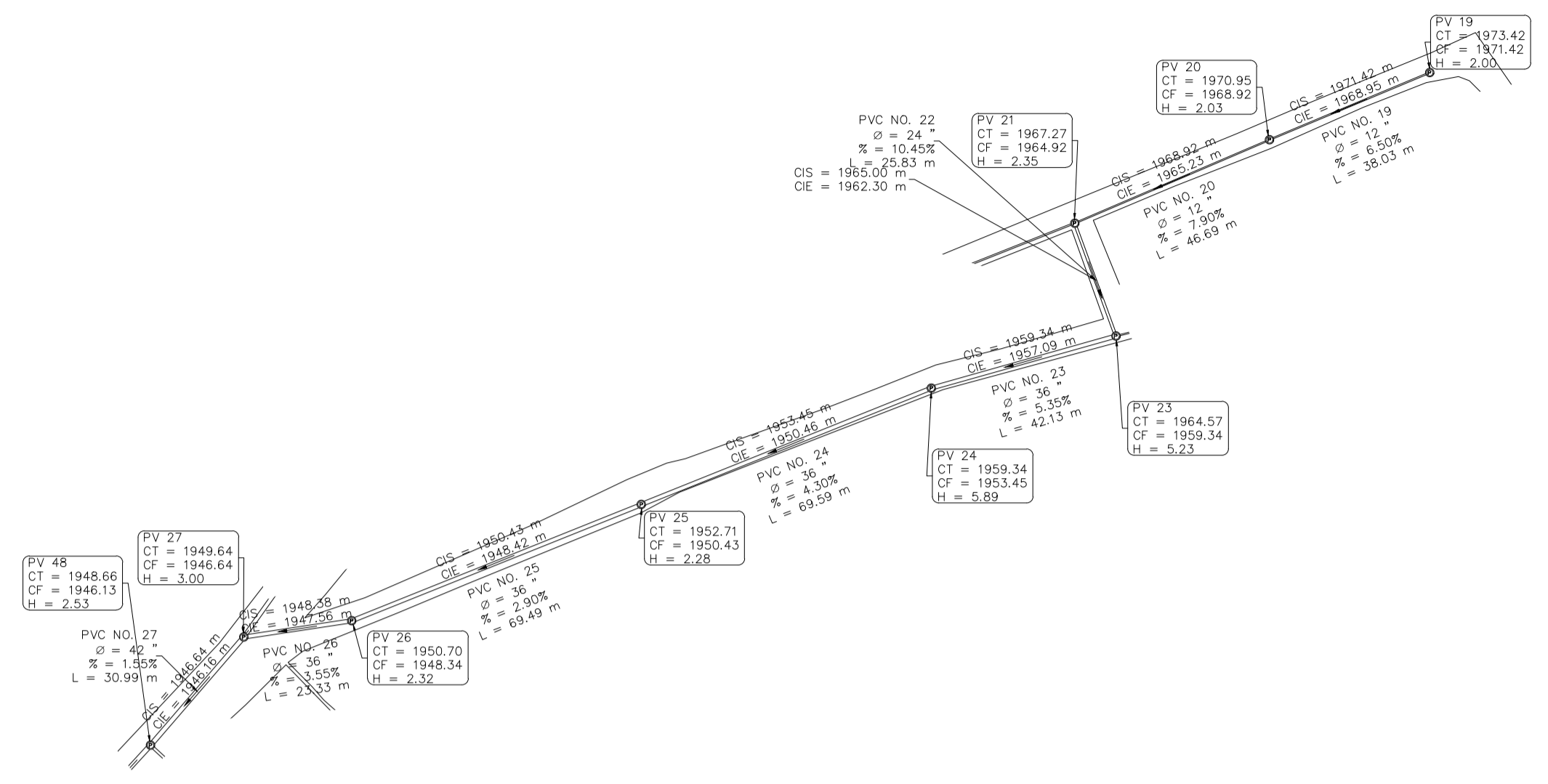
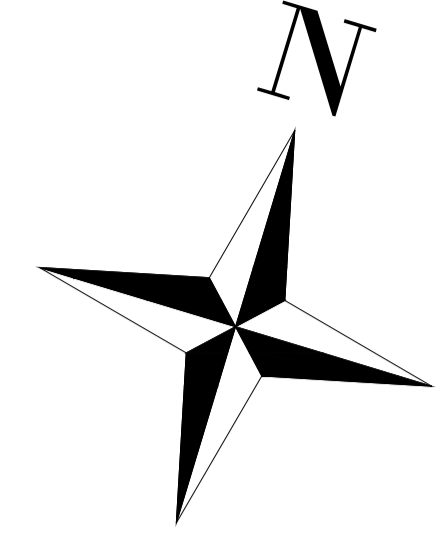
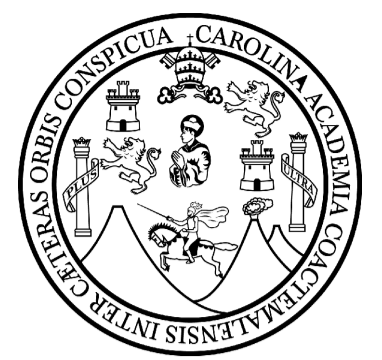
PERFIL TRAMO PV-12 A PV-16
ESCALA H = 1/1250
V = 1/250



PERFIL TRAMO PV-15 A PV-23
ESCALA H = 1/1250
V = 1/250

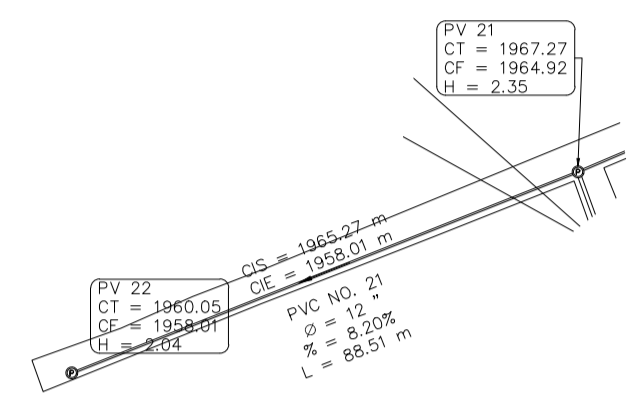
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCIA MILPAS ALTAS



PLANTA TRAMO PV-19 A PV-48

ESCALA 1/1250

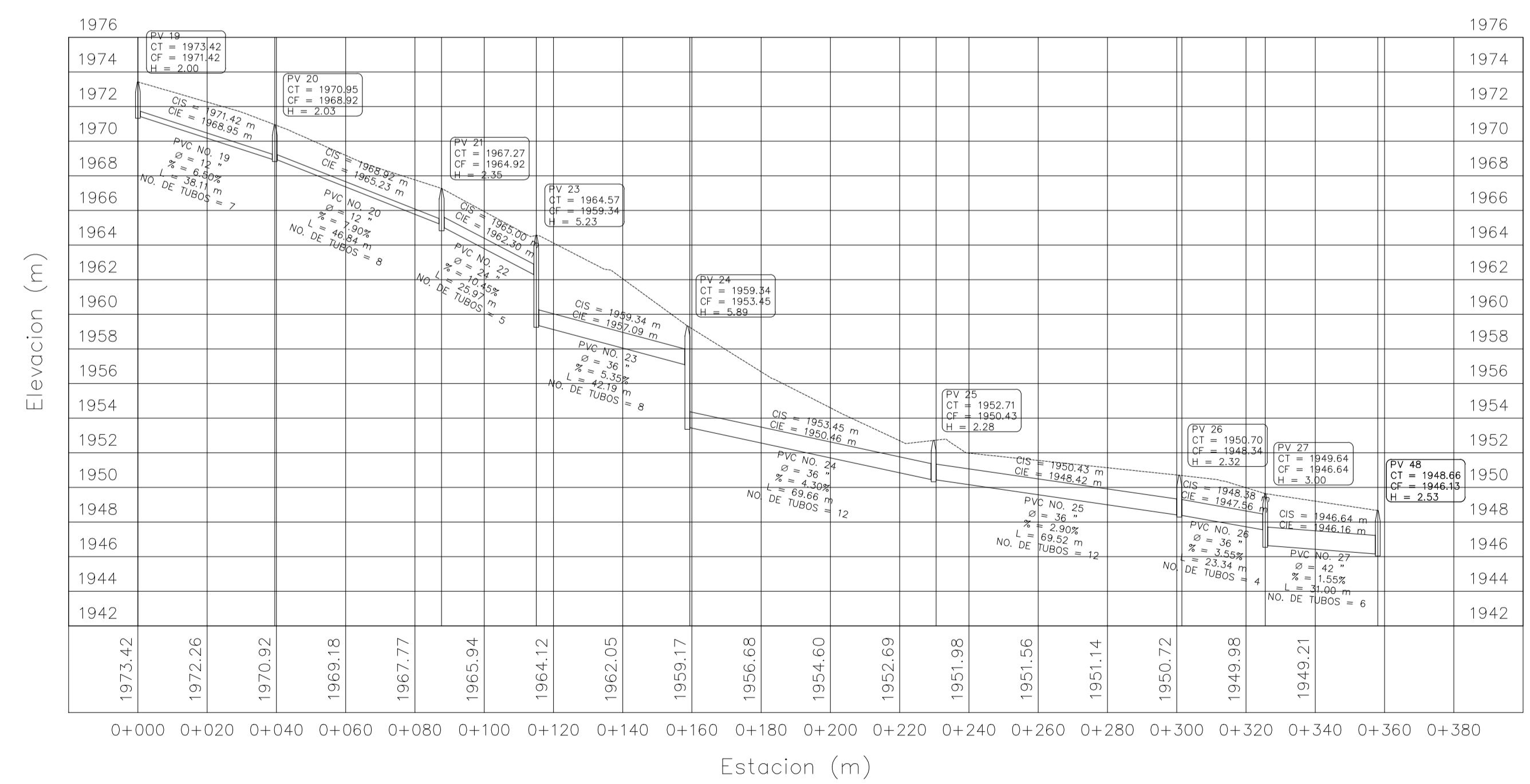


PLANTA TRAMO PV-21 A PV-22

ESCALA 1/1250

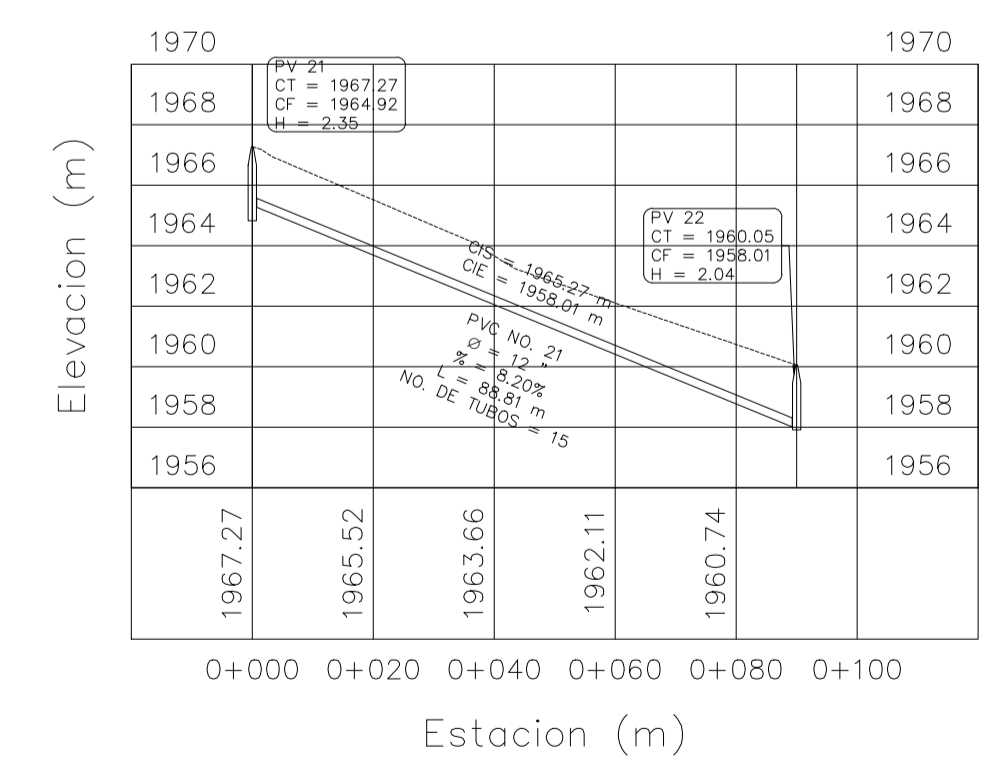
NOMENCLATURA EN PLANTA	
PV1 - No. de pozo de visita	PV2 - No. de pozo de visita
CT: Cota de terreno	CT: Cota de terreno
CF: Cota de fondo	CF: Cota de fondo
h: Altura pozo	h: Altura pozo
TUBERIA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL	
DIRECCION DEL FLUJO	

NOMENCLATURA EN PERFIL											
COTA DE ELEVACION A CADA 1 M					COTA DE ELEVACION A CADA 2 M						
PV #	CT: Cota de terreno	CF: Cota de fondo	h: Altura pozo					PV #	CT: Cota de terreno	CF: Cota de fondo	h: Altura pozo
PENDIENTE NATURAL DEL TERRENO											
ESTACION A CADA 20 M											



PERFIL TRAMO PV-19 A PV-48

ESCALA H = 1/1250
V = 1/250



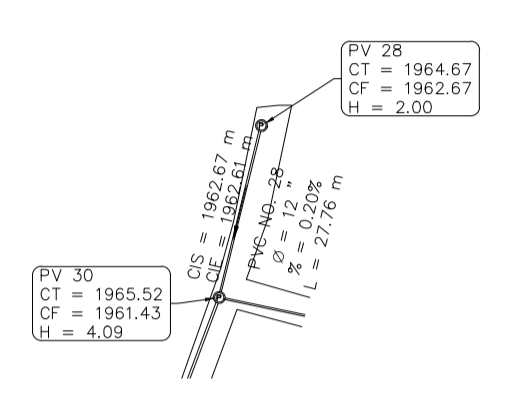
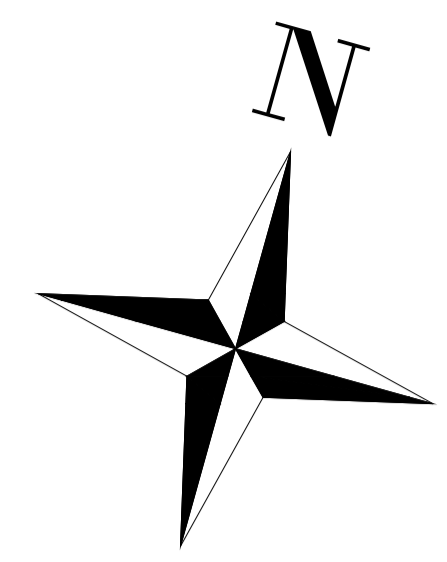
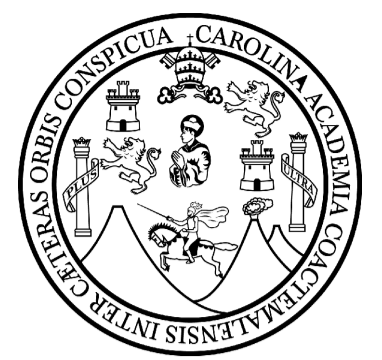
PERFIL TRAMO PV-21 A PV-22

ESCALA H = 1/1250
V = 1/250

FECHA:	FEBRERO DE 2022
ESCALA:	INDICADA
REVISO:	ING. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO
DISEÑO:	ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÓFAR
CALCULO:	ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÓFAR
DIBUJÓ:	ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÓFAR

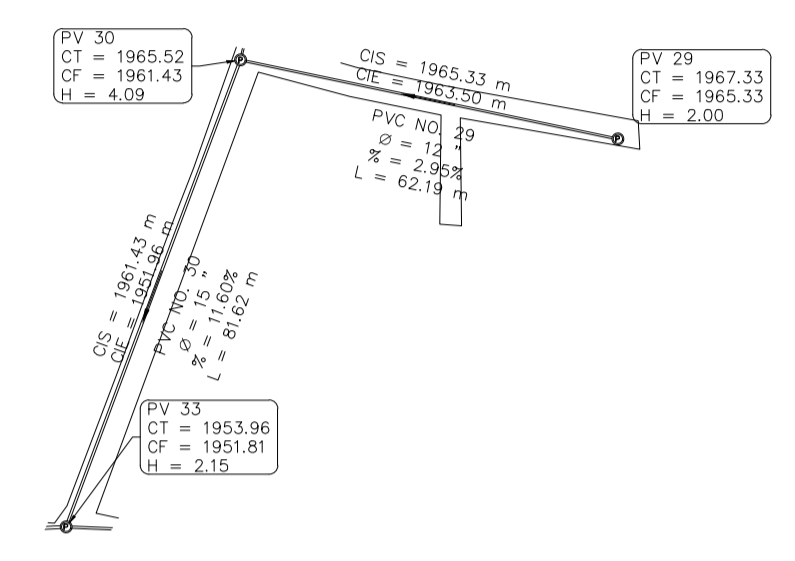
PROYECTO:	DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL EN LA CABECERA MUNICIPAL, SANTA LUCIA MILPAS ALTAS
CONTENIDO:	PLANTA-PERFIL, TRAMO PV19 A PV48, PV21 A PV 22

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCIA MILPAS ALTAS



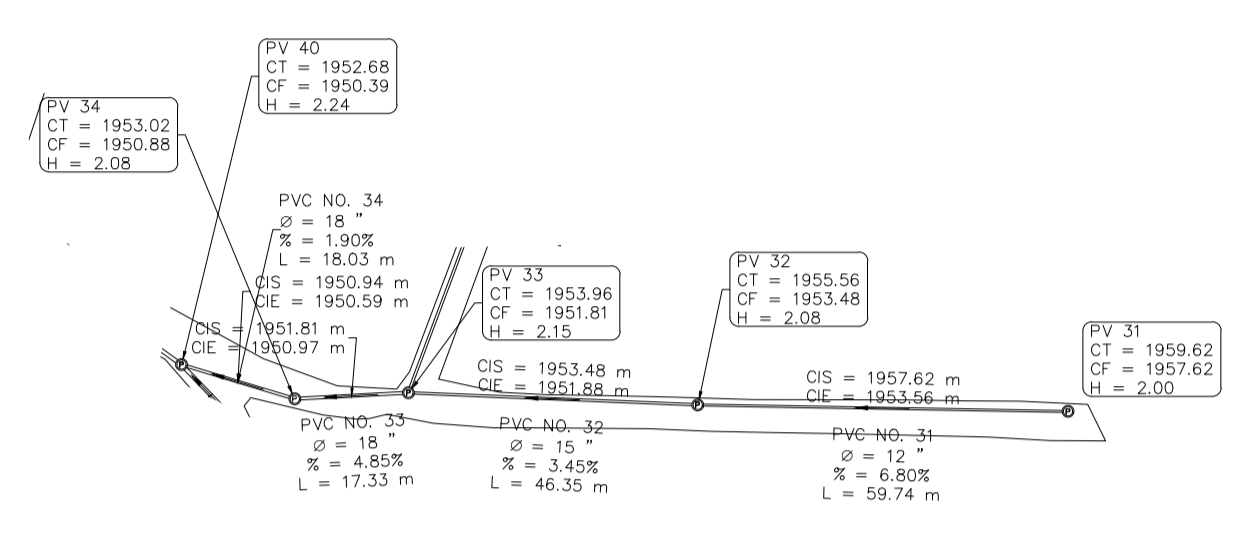
PLANTA
TRAMO PV-28 A PV-30

ESCALA 1/1250



PLANTA
TRAMO PV-29 A PV-33

ESCALA 1/1250

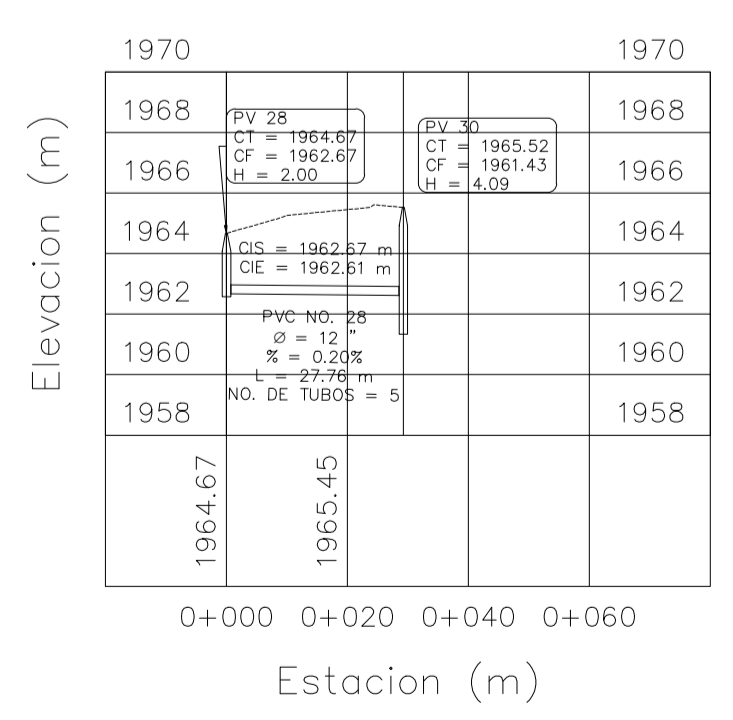


PLANTA
TRAMO PV-31 A PV-40

ESCALA 1/1250

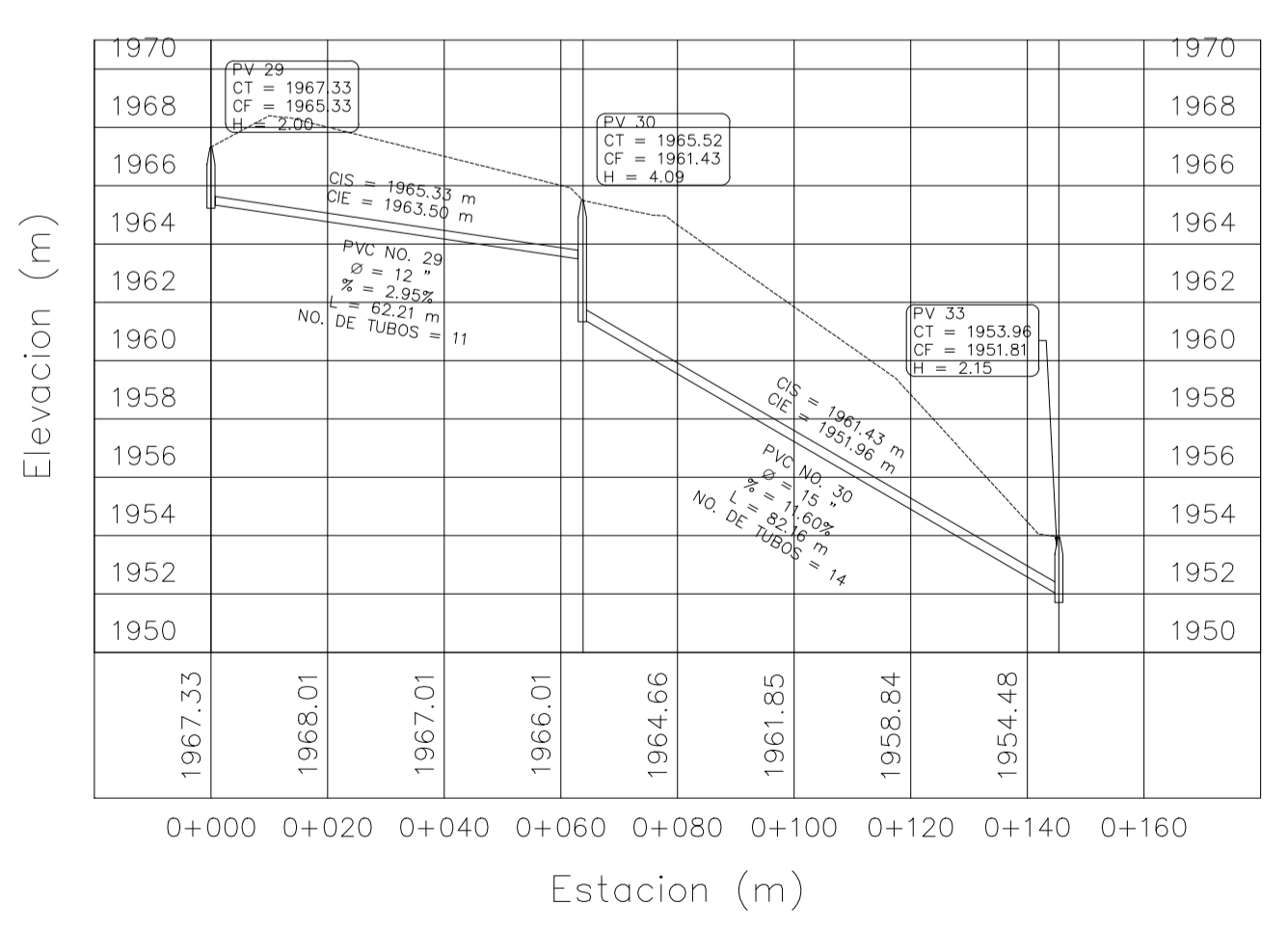
NOMENCLATURA EN PLANTA	
PVI - No. de pozo de visita	PV2 - No. de pozo de visita
CT: Cota de terreno	CT: Cota de terreno
CF: Cota de fondo	CF: Cota de fondo
h: Altura pozo	h: Altura pozo
PV EN PLANTA	TUBERIA EN PLANTA
P	TUBERIA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL
→	DIRECCION DEL FLUJO

NOMENCLATURA EN PERFIL									
COTA DE ELEVACION A CADA 2 M					COTA DE ELEVACION A CADA 2 M				
COTA DE TERRENO	COTA DE TERRENO	COTA DE TERRENO	COTA DE TERRENO	COTA DE TERRENO	COTA DE TERRENO	COTA DE TERRENO	COTA DE TERRENO	COTA DE TERRENO	COTA DE TERRENO
ESTACION A CADA 20 M									



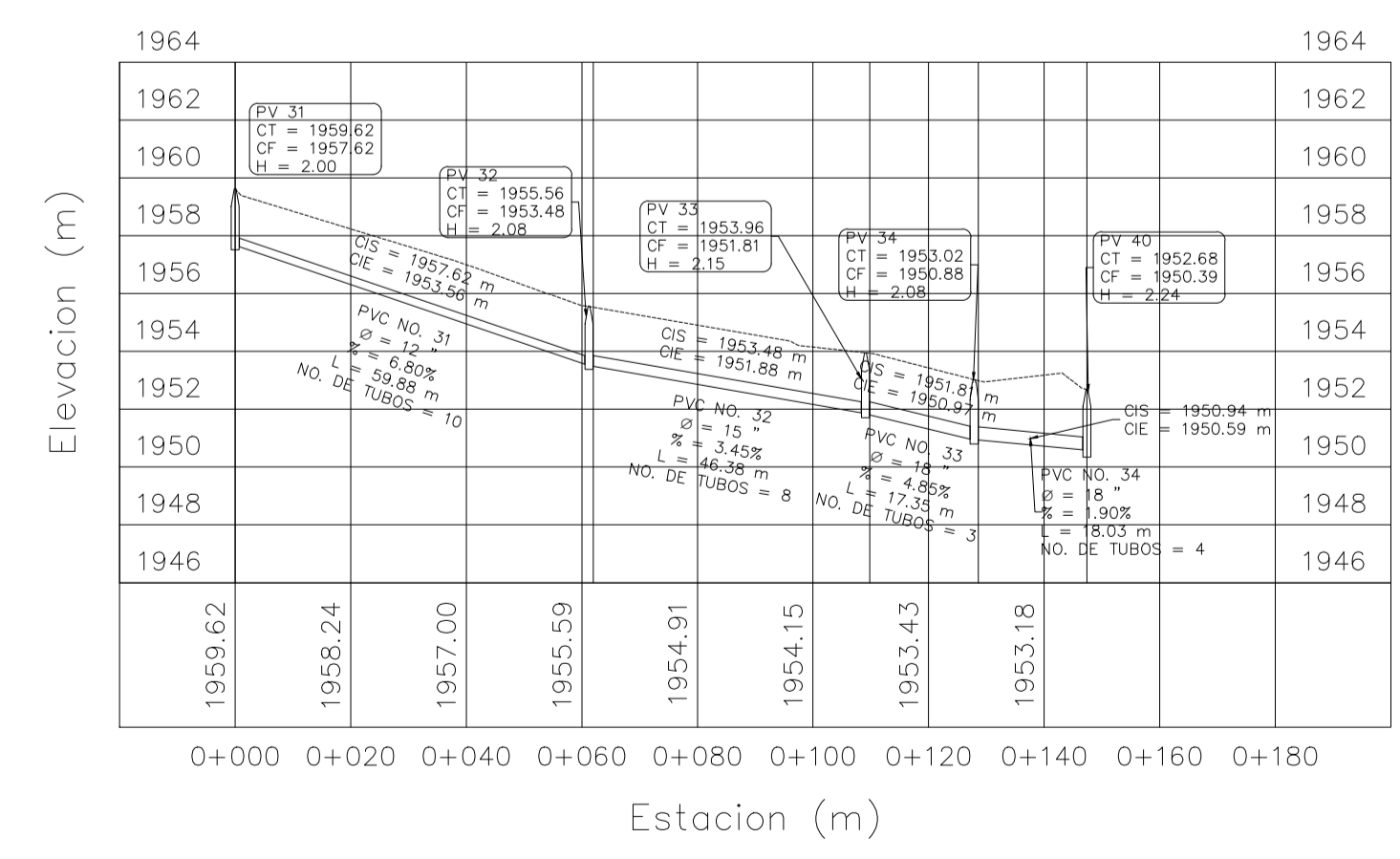
PERFIL TRAMO PV-28 A PV-30

ESCALA H = 1/1250
V = 1/250



PERFIL TRAMO PV-29 A PV-33

ESCALA H = 1/1250
V = 1/250



PERFIL TRAMO PV-31 A PV-40

ESCALA H = 1/1250
V = 1/250

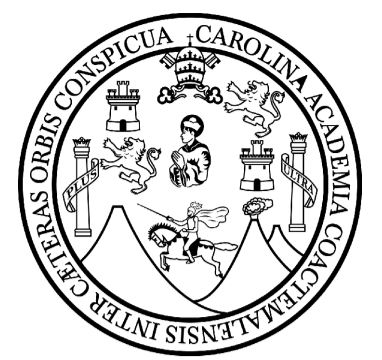
FECHA:	FEBRERO DE 2022
ESCALA:	INDICADA
REVISO:	ING. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO
DISEÑO:	ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÓFAR
CALCULO:	ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÓFAR
DIBUJÓ:	ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÓFAR

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL EN LA CABECERA MUNICIPAL, SANTA LUCÍA MILPAS ALTAS

CONTENIDO:
PLANTA-PERFIL, TRAMO PV28 A 30, PV29 A PV33 Y PV31 A PV40

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

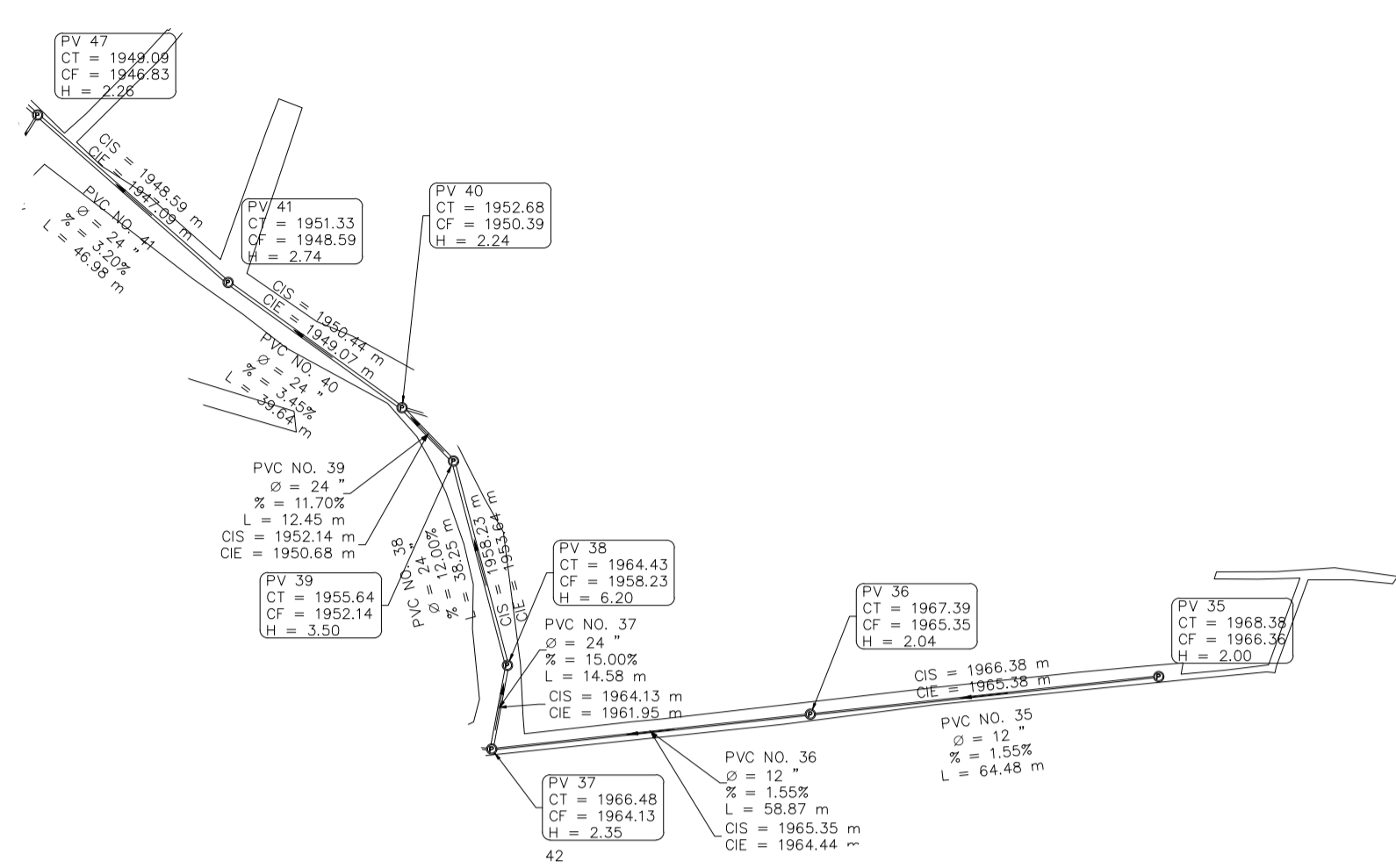
MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCÍA MILPAS ALTAS



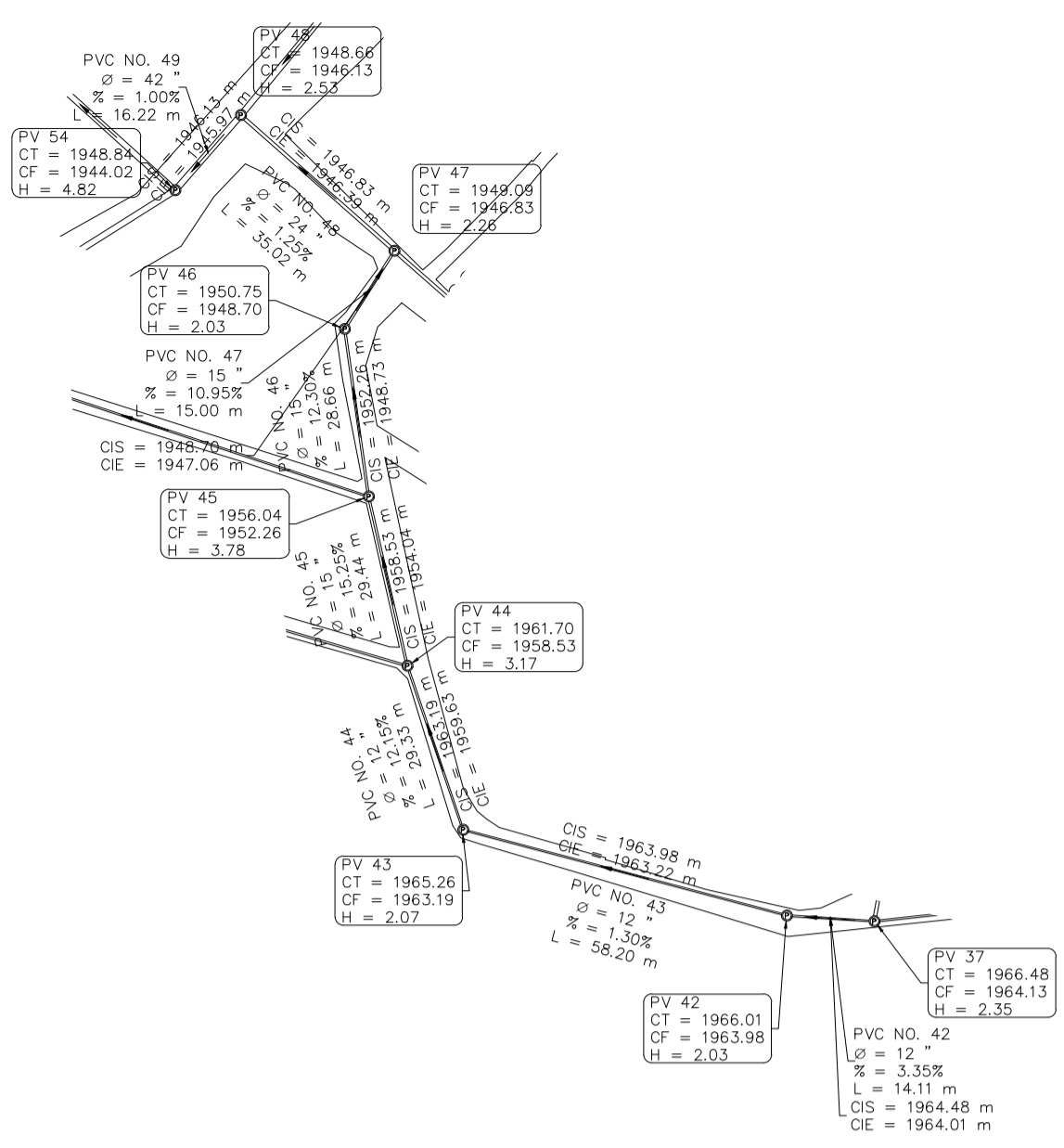
FECHA: FEBRERO DE 2022
 ESCALA: INDICADA
 REVISO: ING. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO
 DISEÑO: ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÓFAR
 CALCULO: ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÓFAR
 DIBUJO: ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÓFAR

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL EN LA CABECERA MUNICIPAL, SANTA LUCÍA MILPAS ALTAS
 CONTENIDO: PLANTA-PERFIL, TRAMO PV35 A PV47, PV37 A PV54

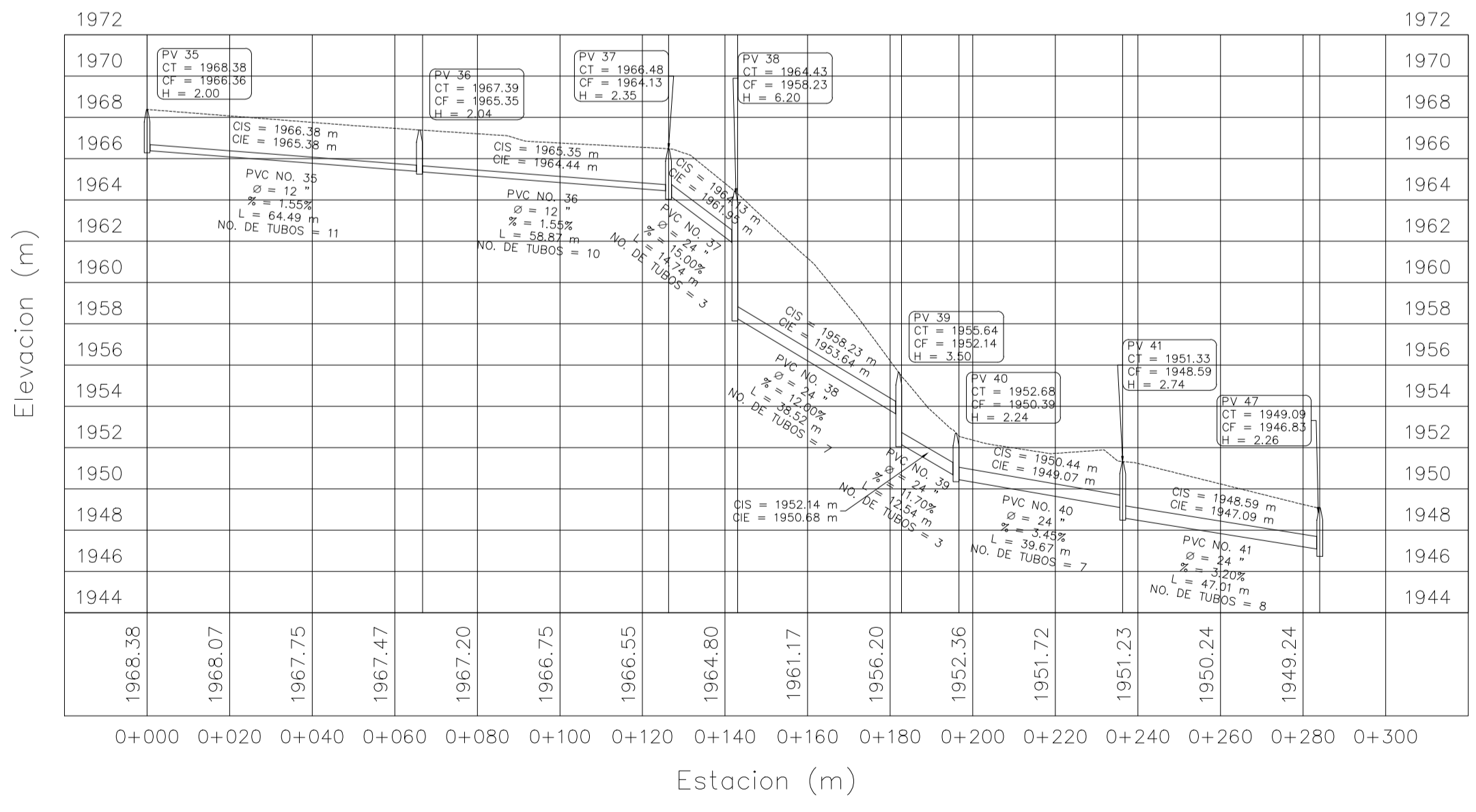
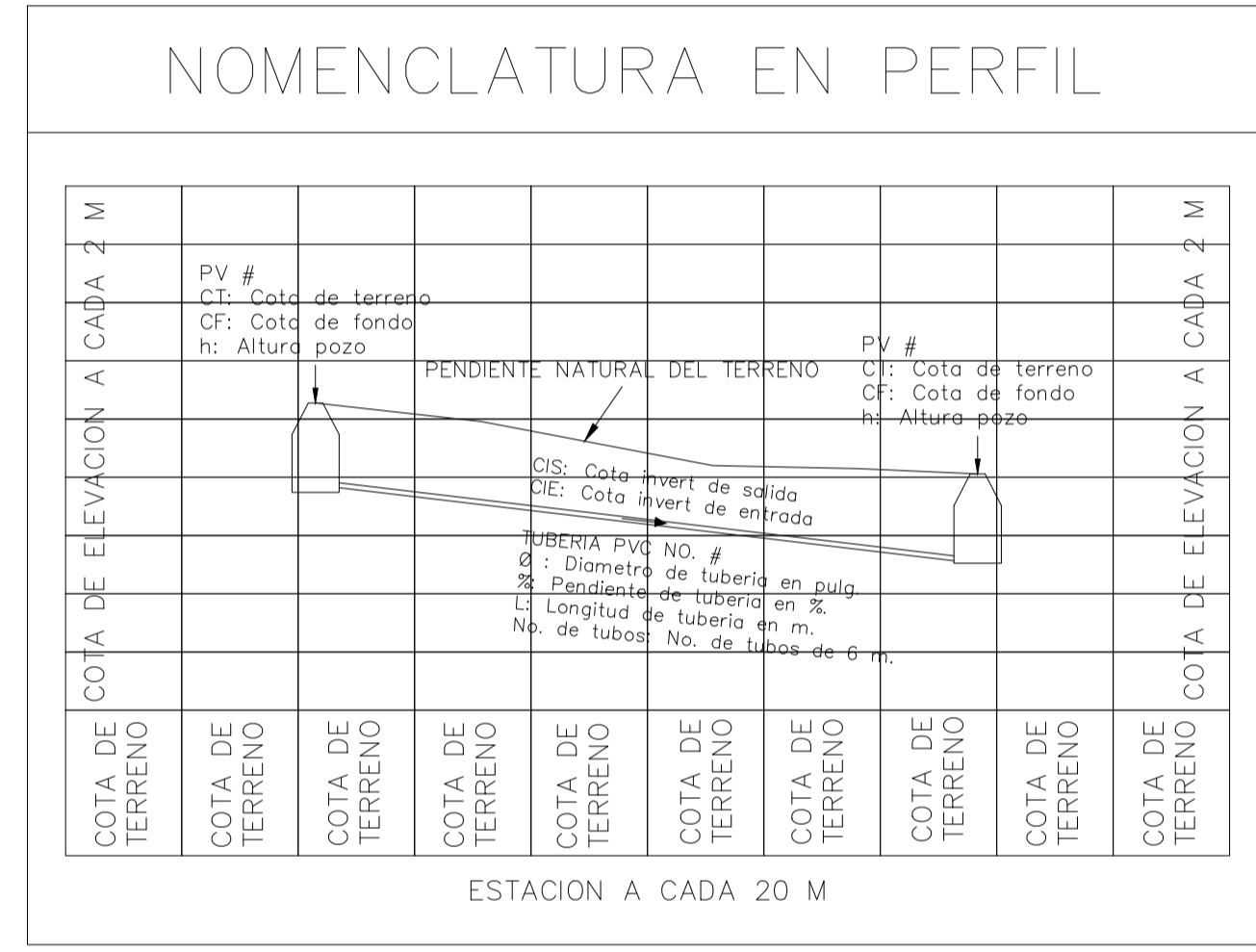
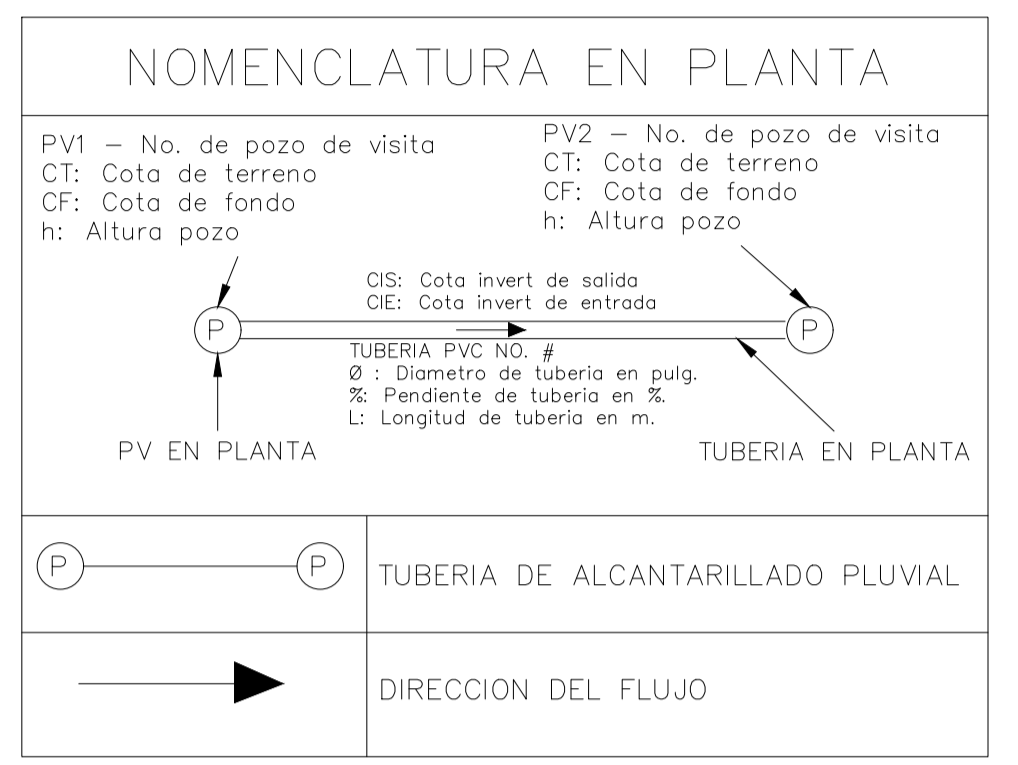
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCÍA MILPAS ALTAS



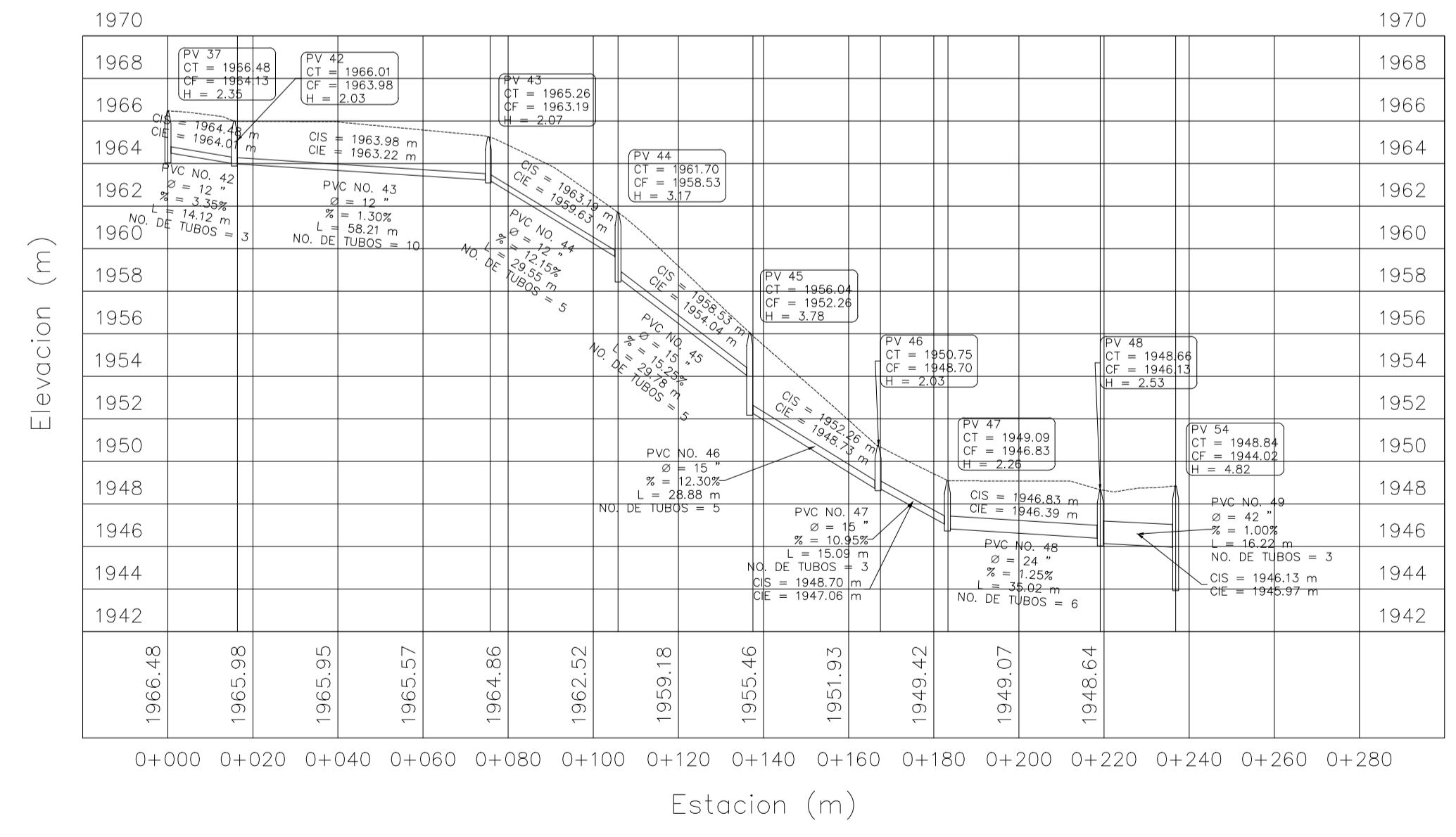
PLANTA TRAMO PV-35 A PV-47
 ESCALA 1/1 250



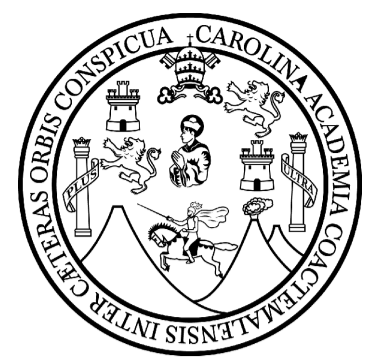
PLANTA TRAMO PV-37 A PV-54
 ESCALA 1/1 250



PERFIL TRAMO PV-35 A PV-47
 ESCALA H = 1/1 250
 V = 1/250



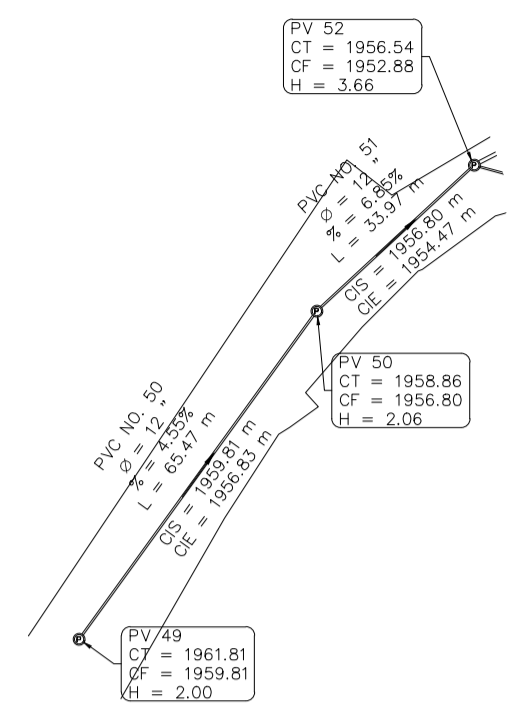
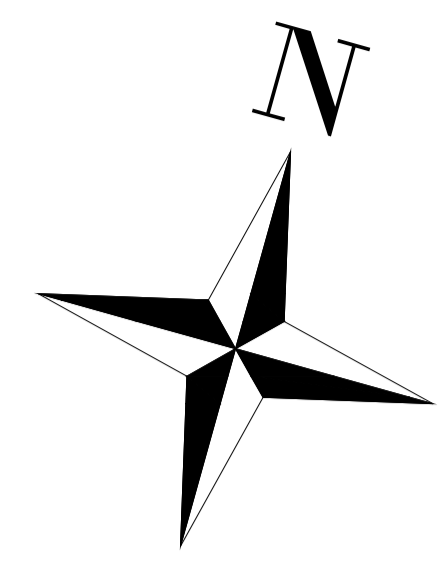
PERFIL TRAMO PV-37 A PV-54
 ESCALA H = 1/1 250
 V = 1/250



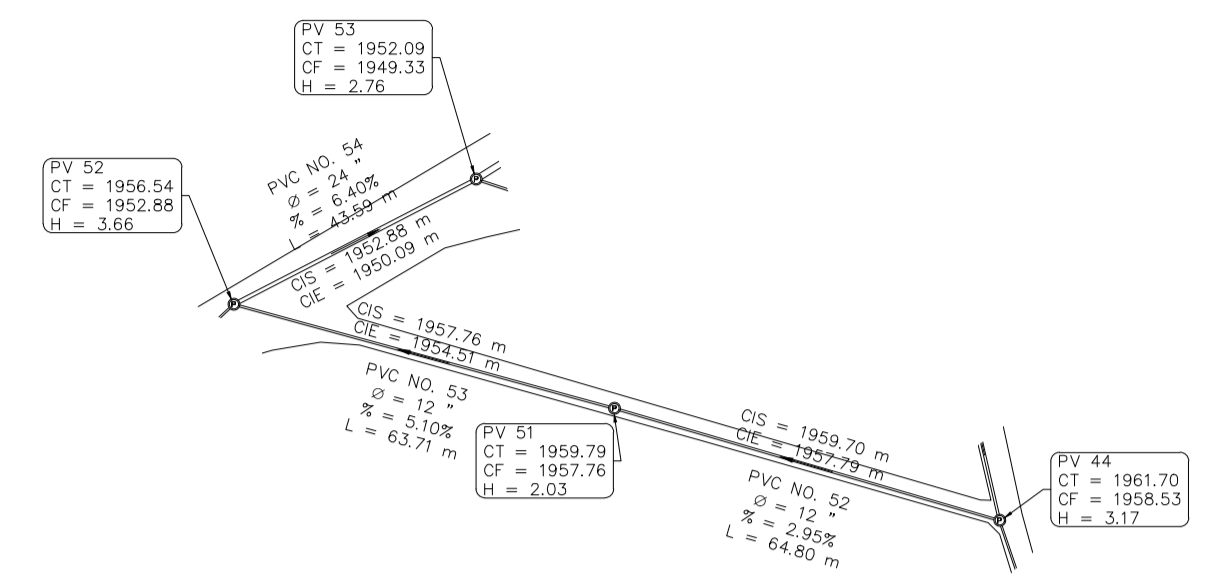
FECHA: FEBRERO DE 2022
 ESCALA: INDICADA
 REVISO: ING. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO
 DISEÑO: ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÓFAR
 CALCULO: ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÓFAR
 DIBUJÓ: ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÓFAR

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL EN LA CABECERA MUNICIPAL, SANTA LUCÍA MILPAS ALTAS
 CONTENIDO: PLANTA-PERFIL, TRAMO PV49 A PV52, PV44 A PV53 Y PV45 A DESFOGUE

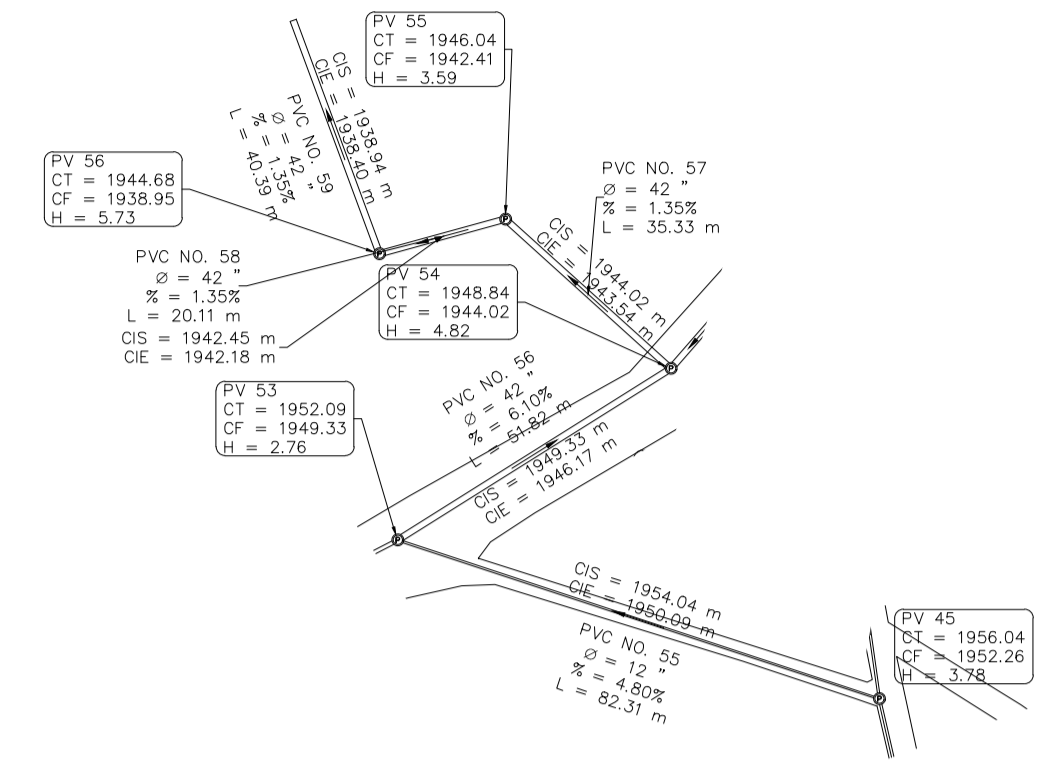
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCÍA MILPAS ALTAS



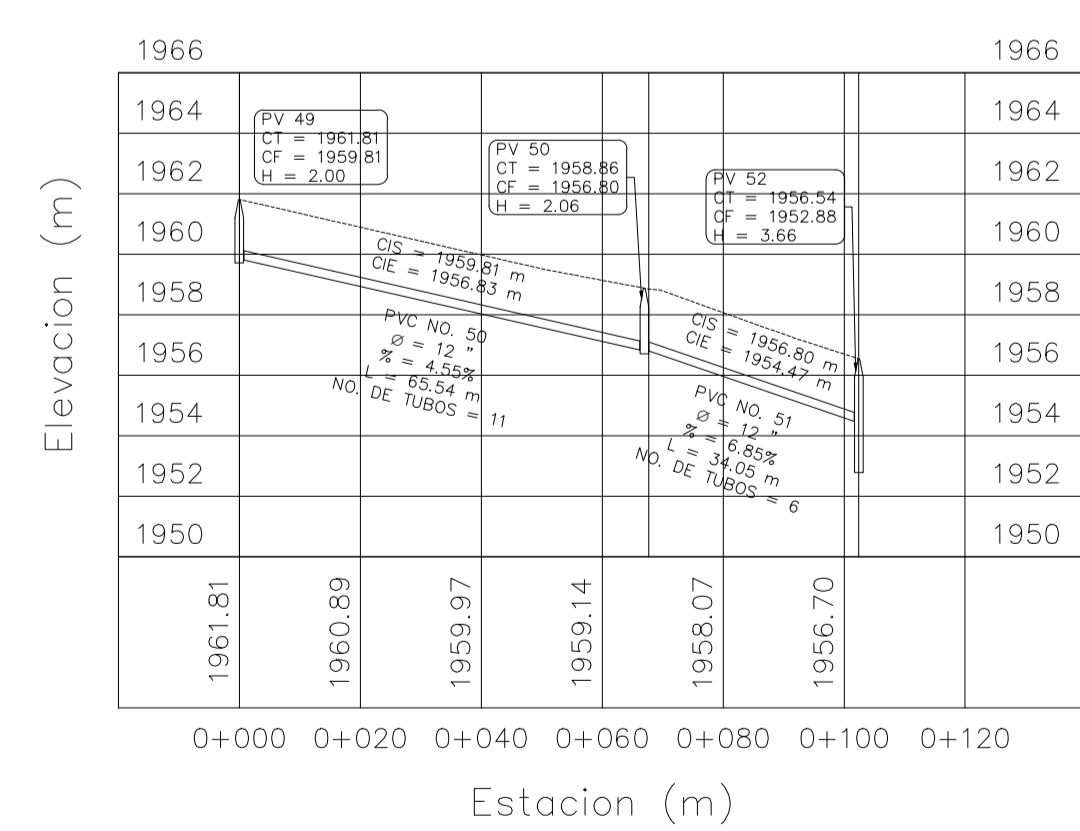
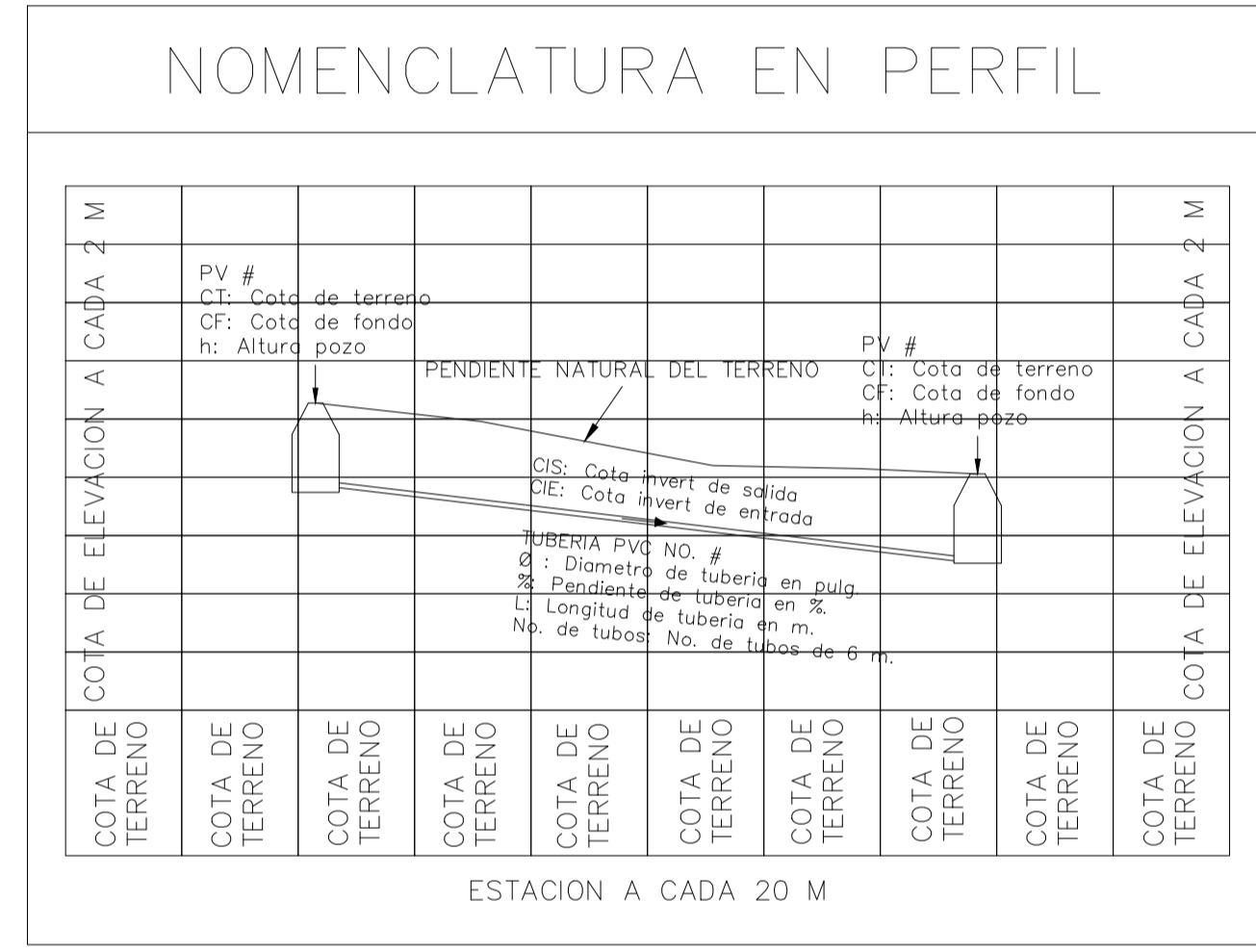
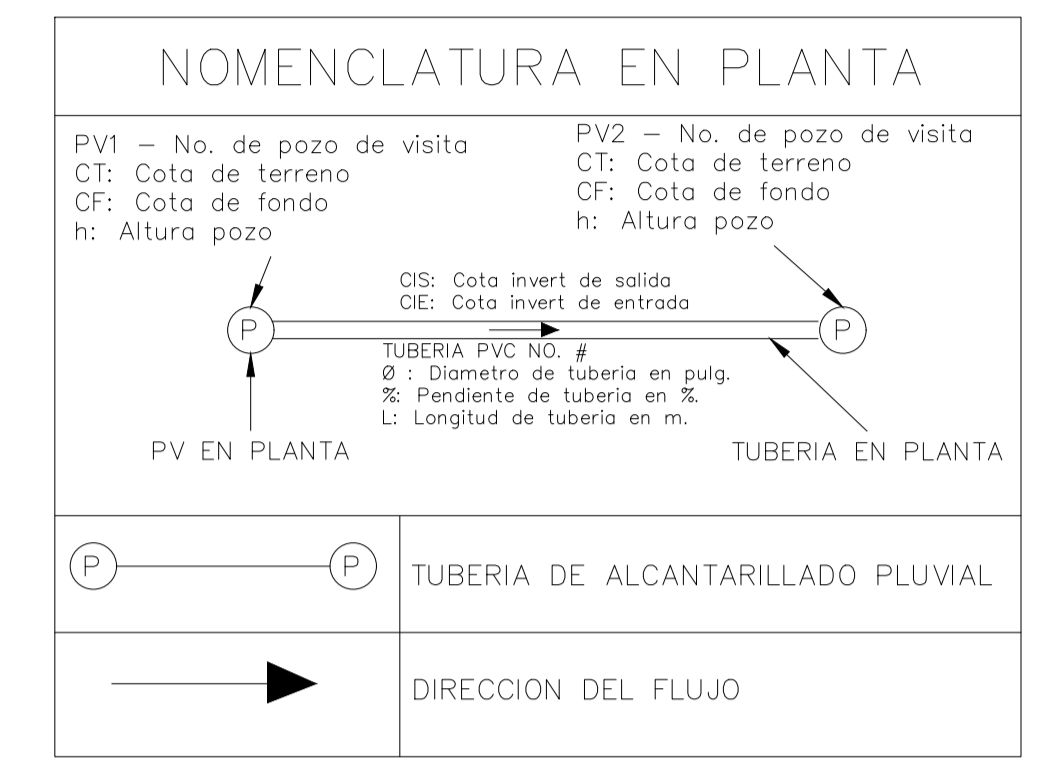
PLANTA
 TRAMO PV-49 A PV-52
 ESCALA 1/1250



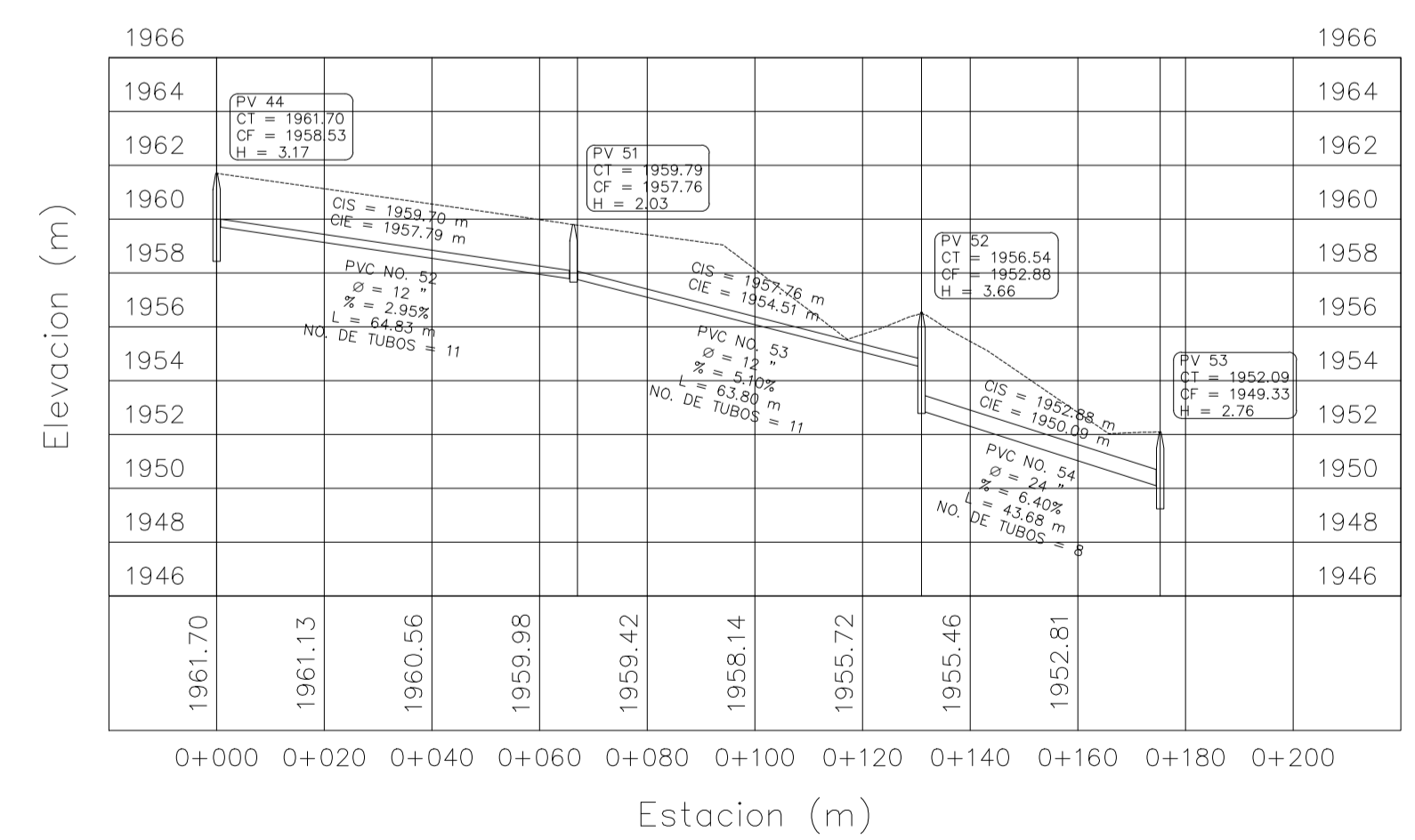
PLANTA
 TRAMO PV-44 A PV-53
 ESCALA 1/1250



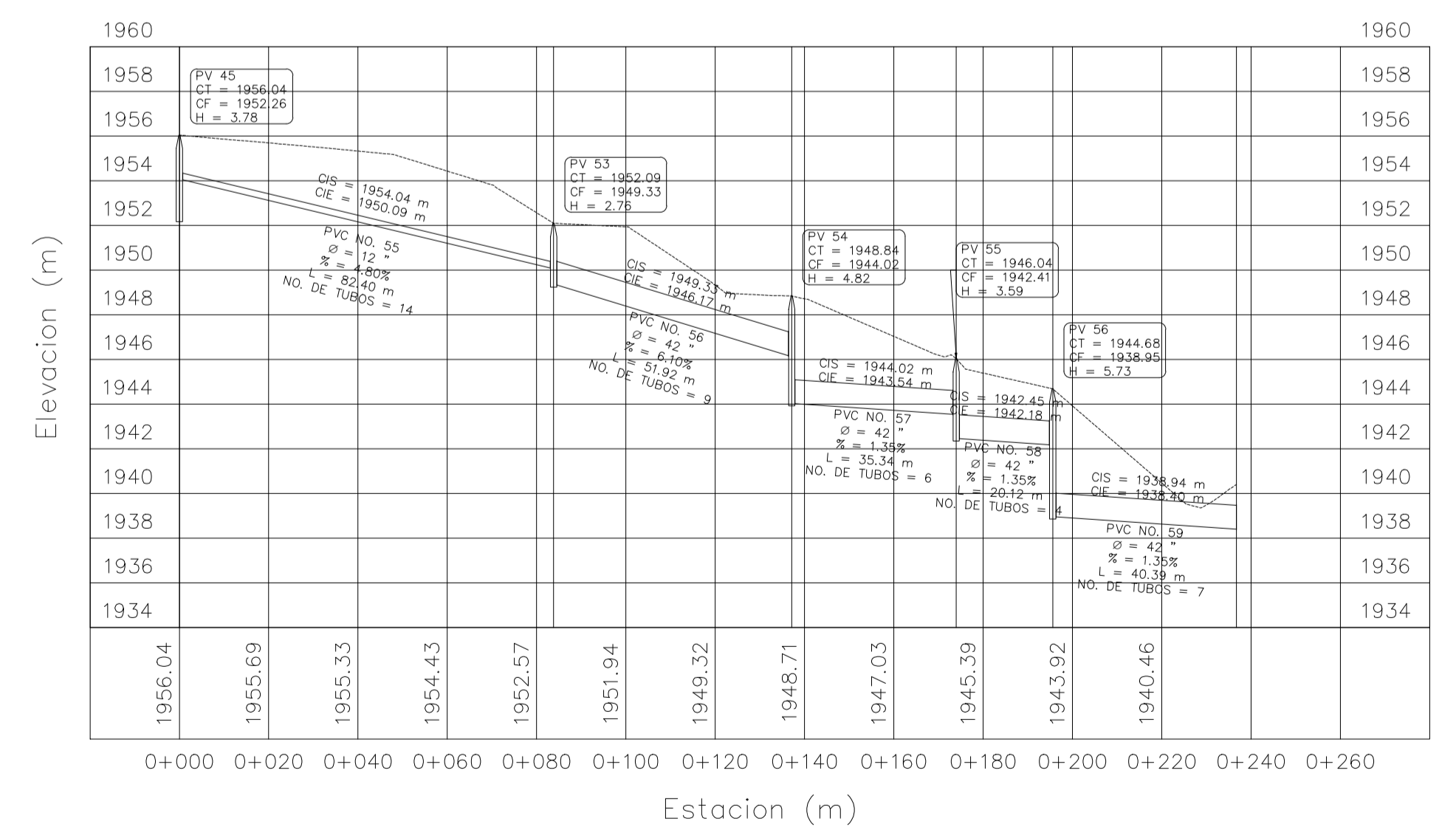
PLANTA TRAMO PV-45 A DESFOGUE
 ESCALA 1/1250



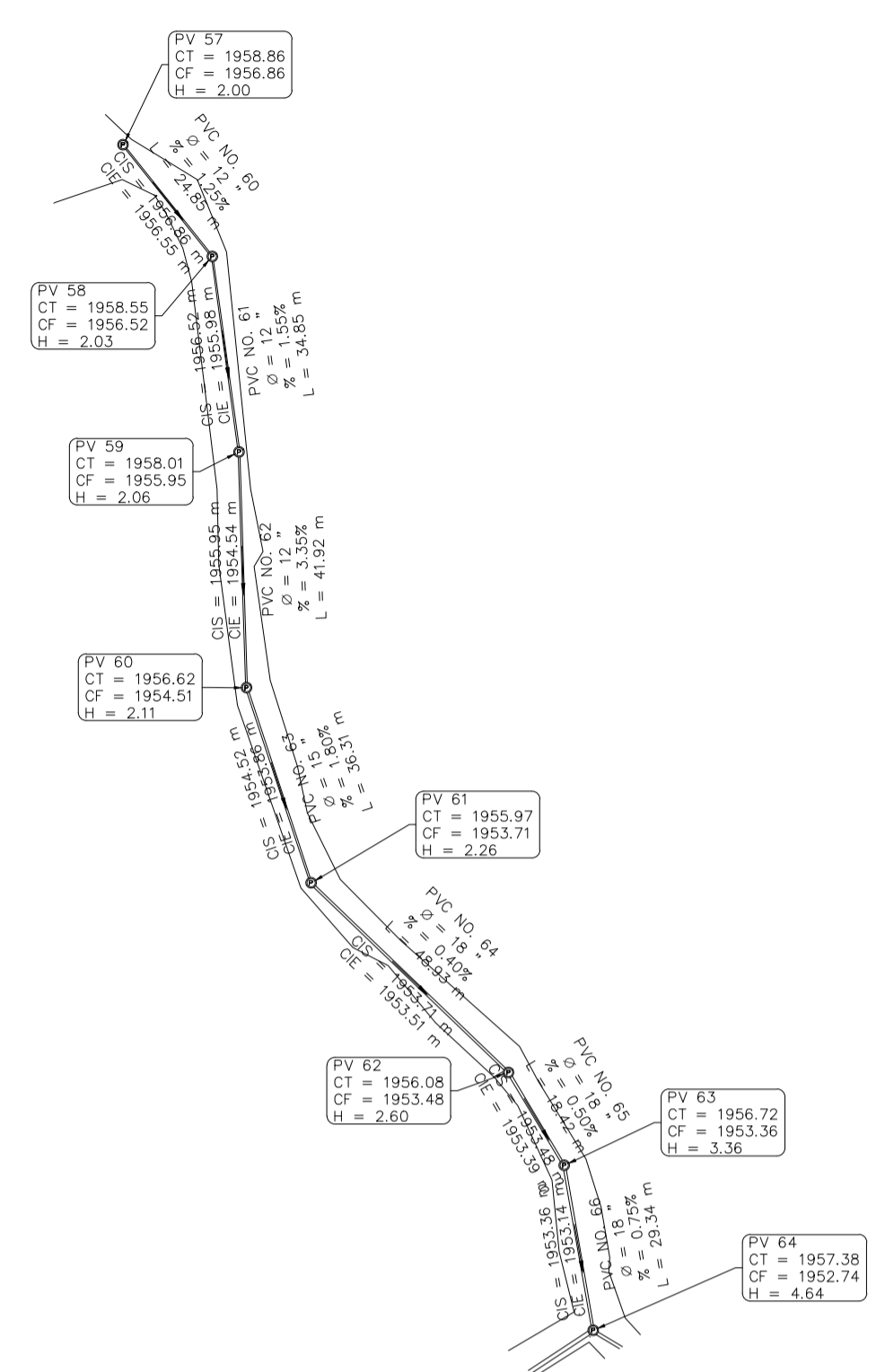
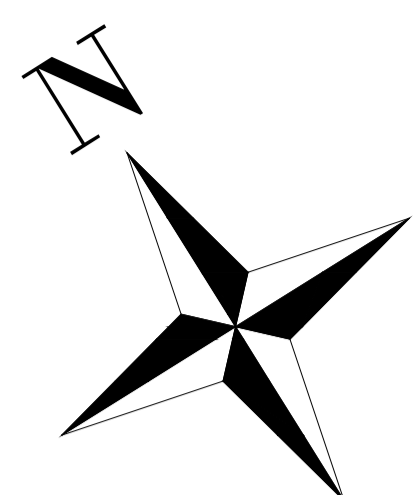
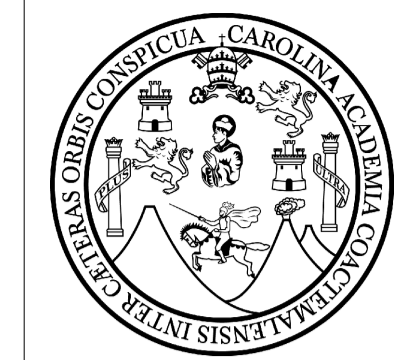
PLANTA
 TRAMO PV-49 A PV-52
 ESCALA H = 1/1250
 V = 1/250



PLANTA TRAMO PV-44 A PV-53
 ESCALA H = 1/1250
 V = 1/250

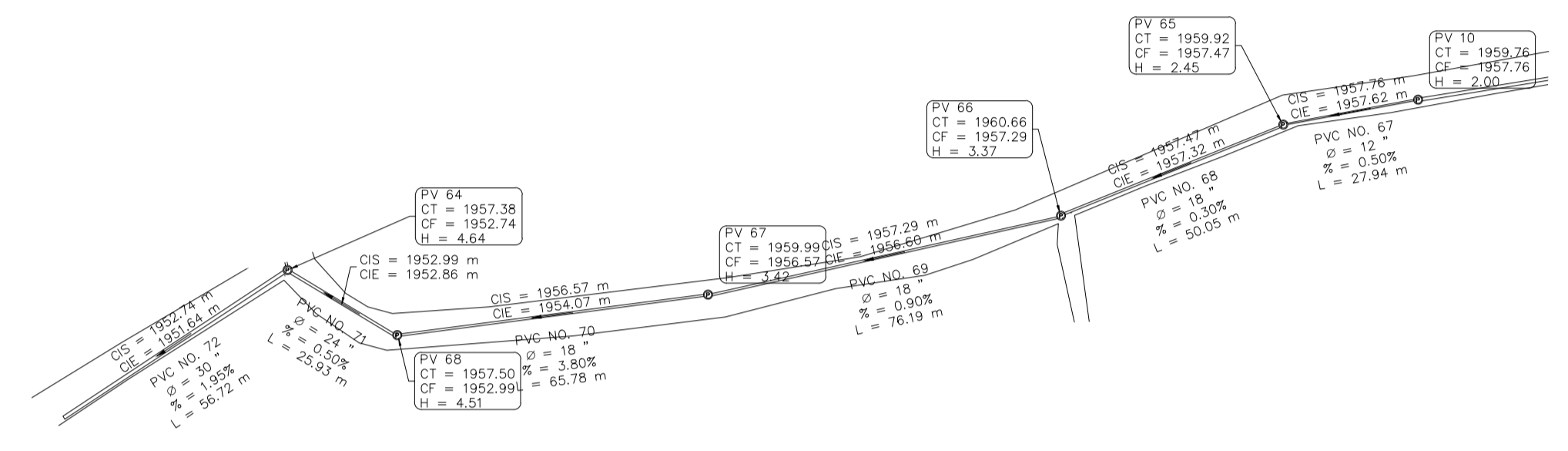


PERFIL TRAMO PV-45 A DESFOGUE
 ESCALA H = 1/1250
 V = 1/250



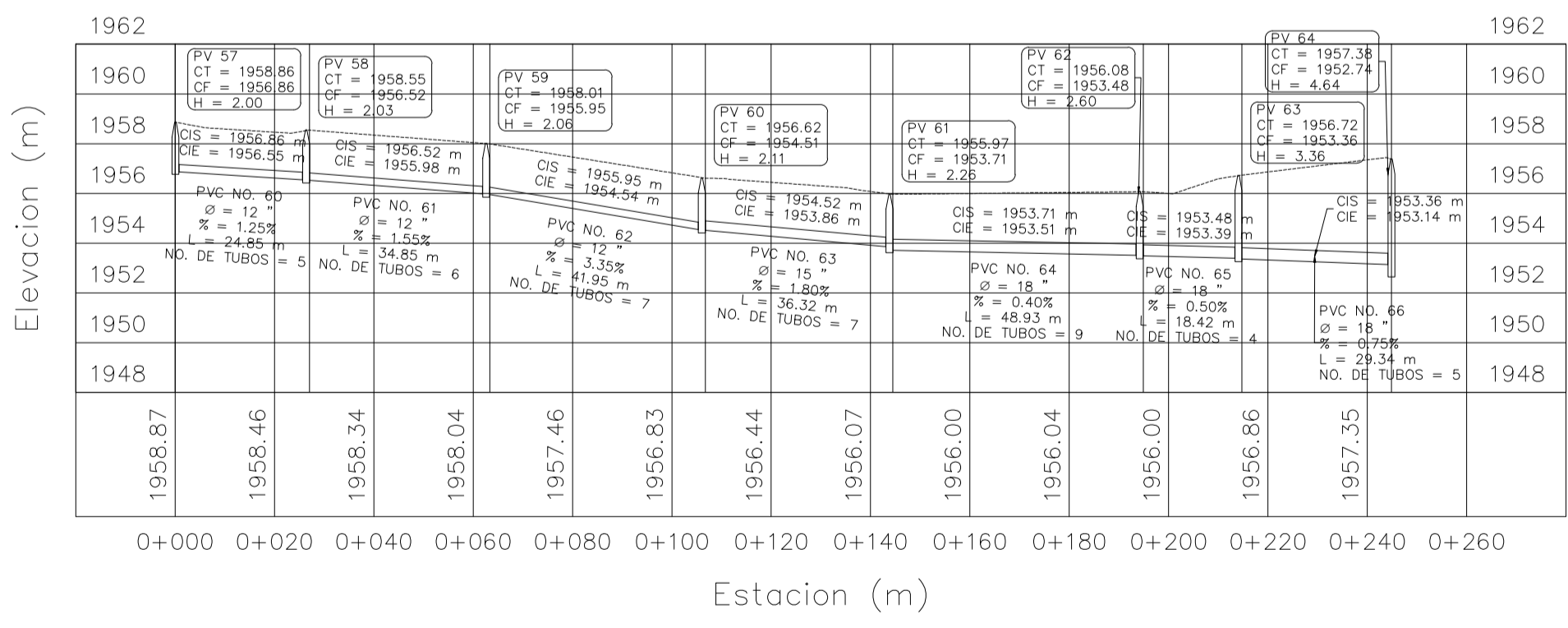
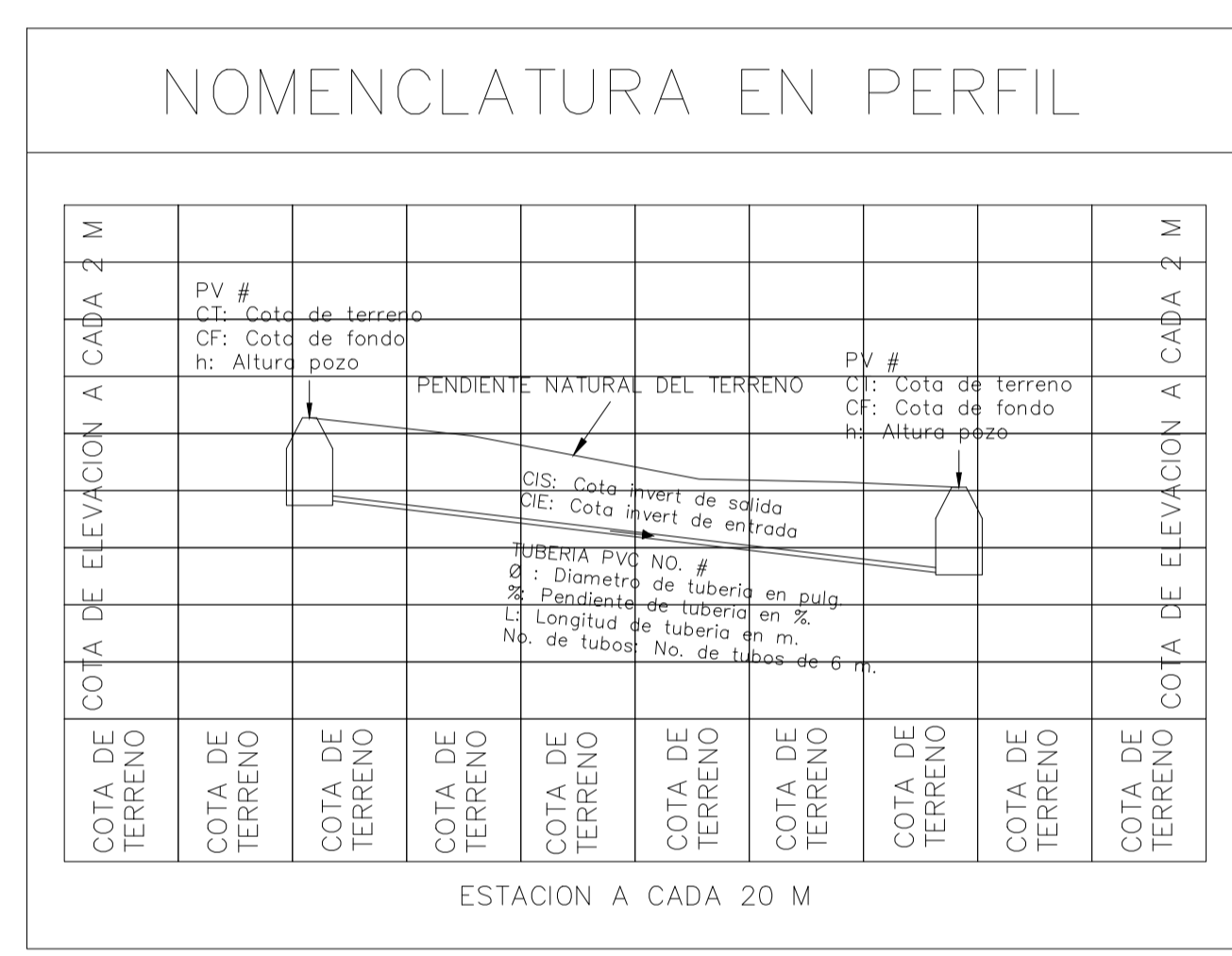
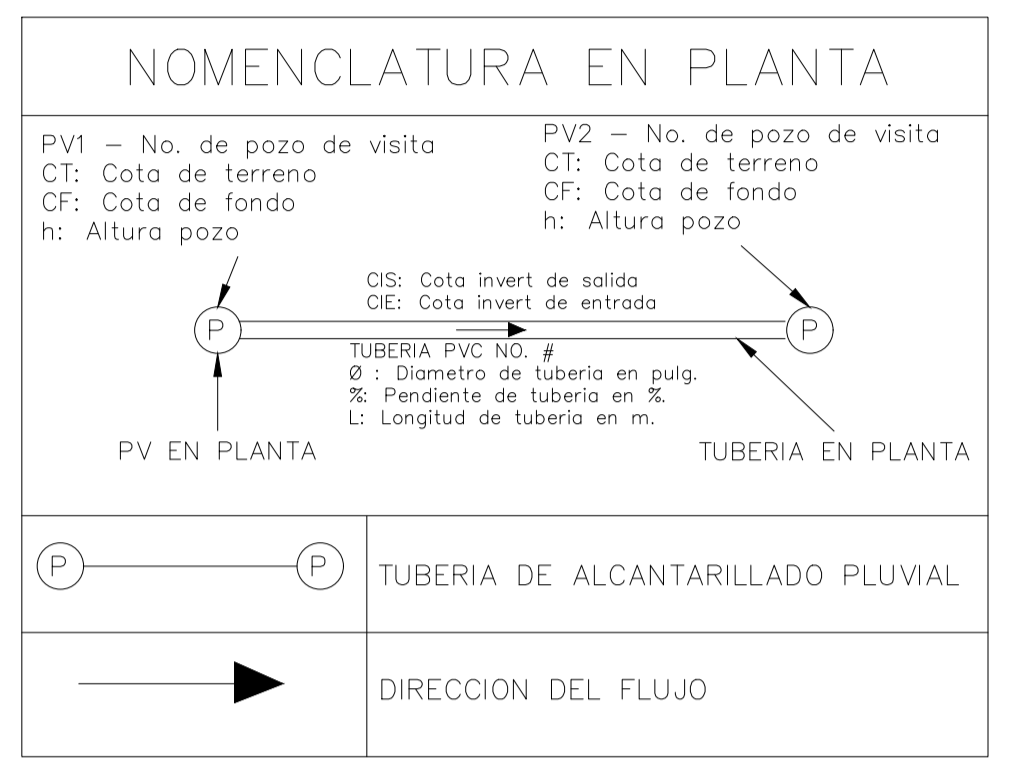
PLANTA TRAMO PV-57 A PV-64

ESCALA 1/1250



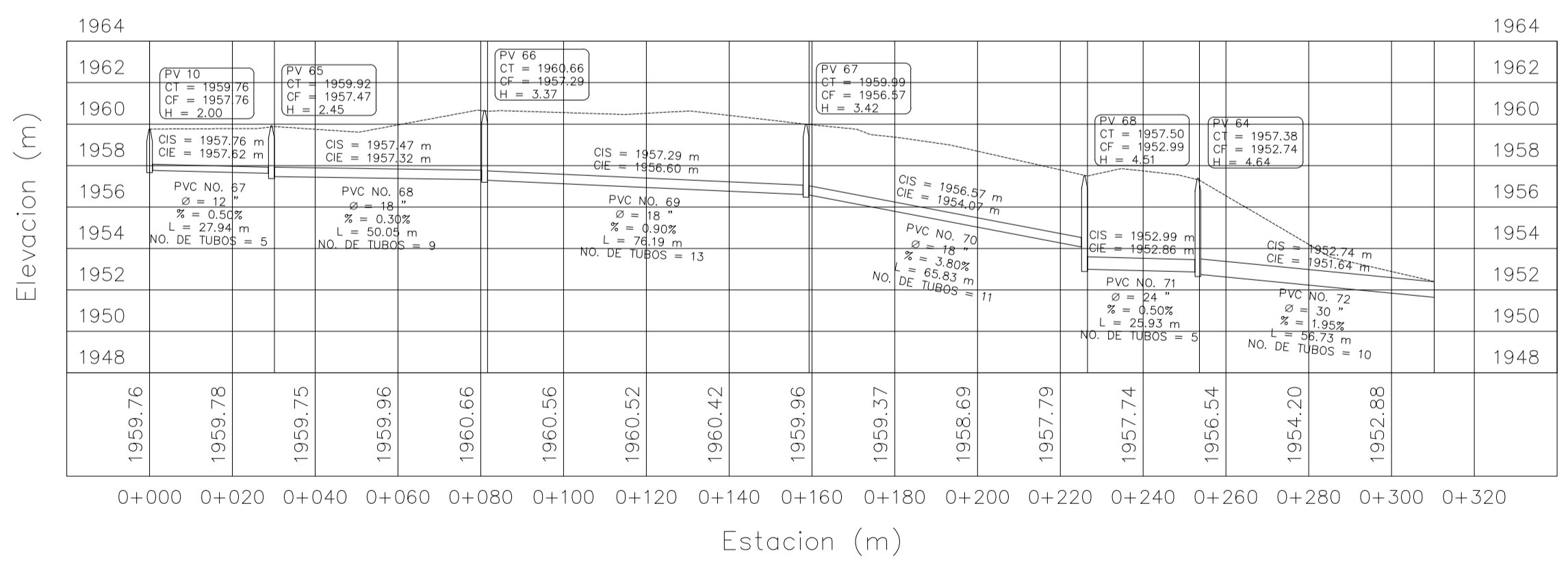
PLANTA TRAMO PV-10 A CANAL

ESCALA 1/1250



PLANTA TRAMO PV-57 A PV-64

ESCALA H = 1/1250
 V = 1/250



PERFIL TRAMO PV-10 A CANAL

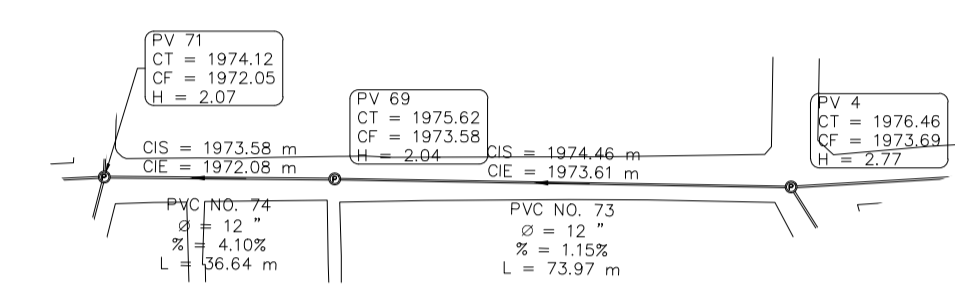
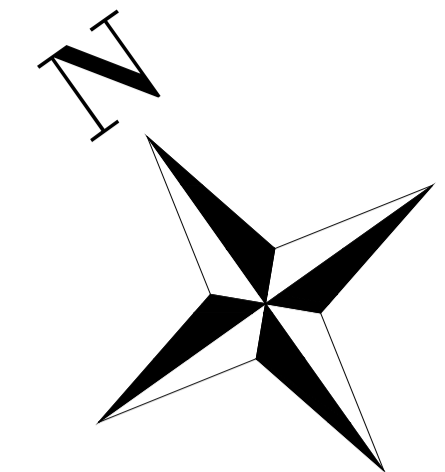
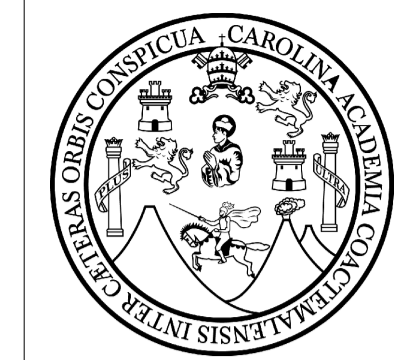
ESCALA H = 1/1250
 V = 1/250

FECHA: FEBRERO DE 2022
 ESCALA: INDICADA
 REVISO: ING. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO

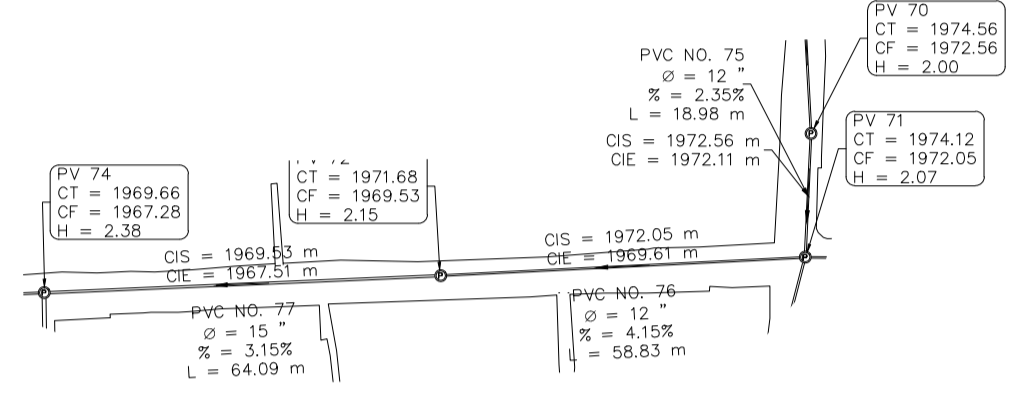
DISENO: ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÓFAR
 CALCULO: ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÓFAR
 DIBUJO: ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÓFAR

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL EN LA CABECERA MUNICIPAL, SANTA LUCÍA MILPAS ALTAS
 CONTENIDO: PLANTA-PERFIL, TRAMO PV57 A PV64, PV10 A CANAL

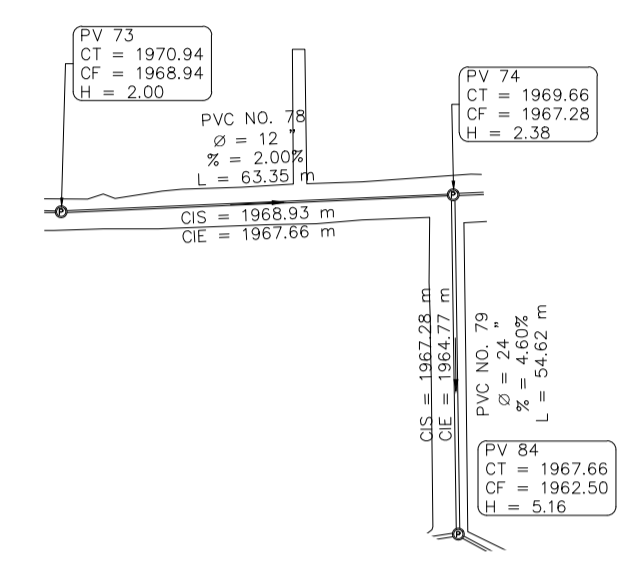
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCÍA MILPAS ALTAS



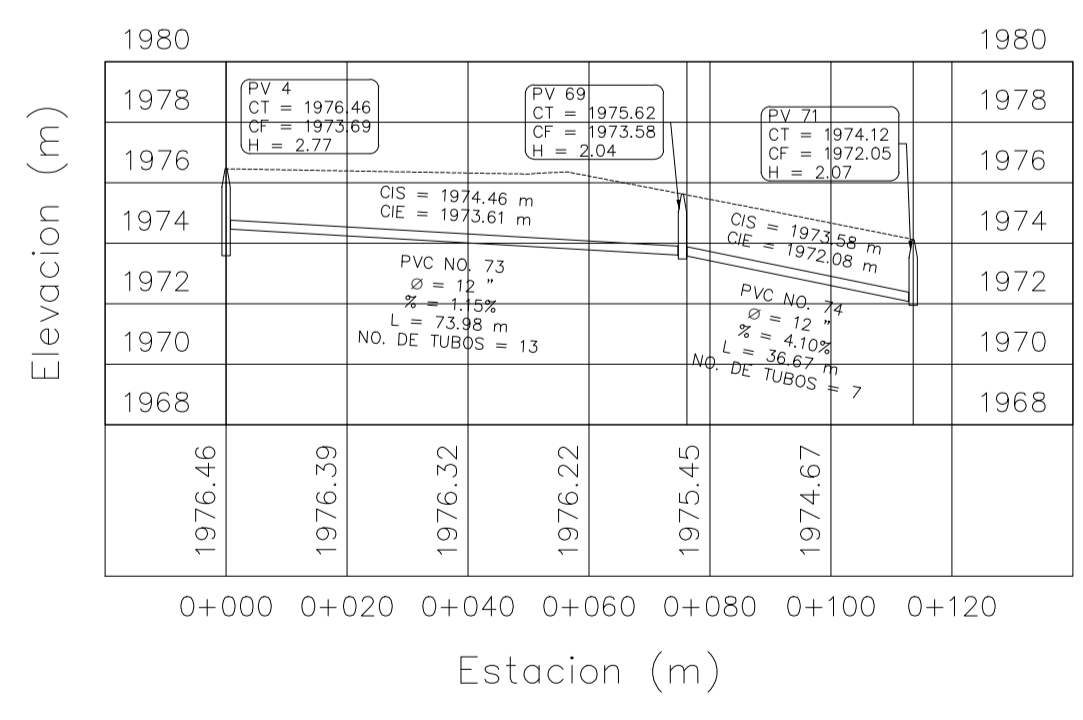
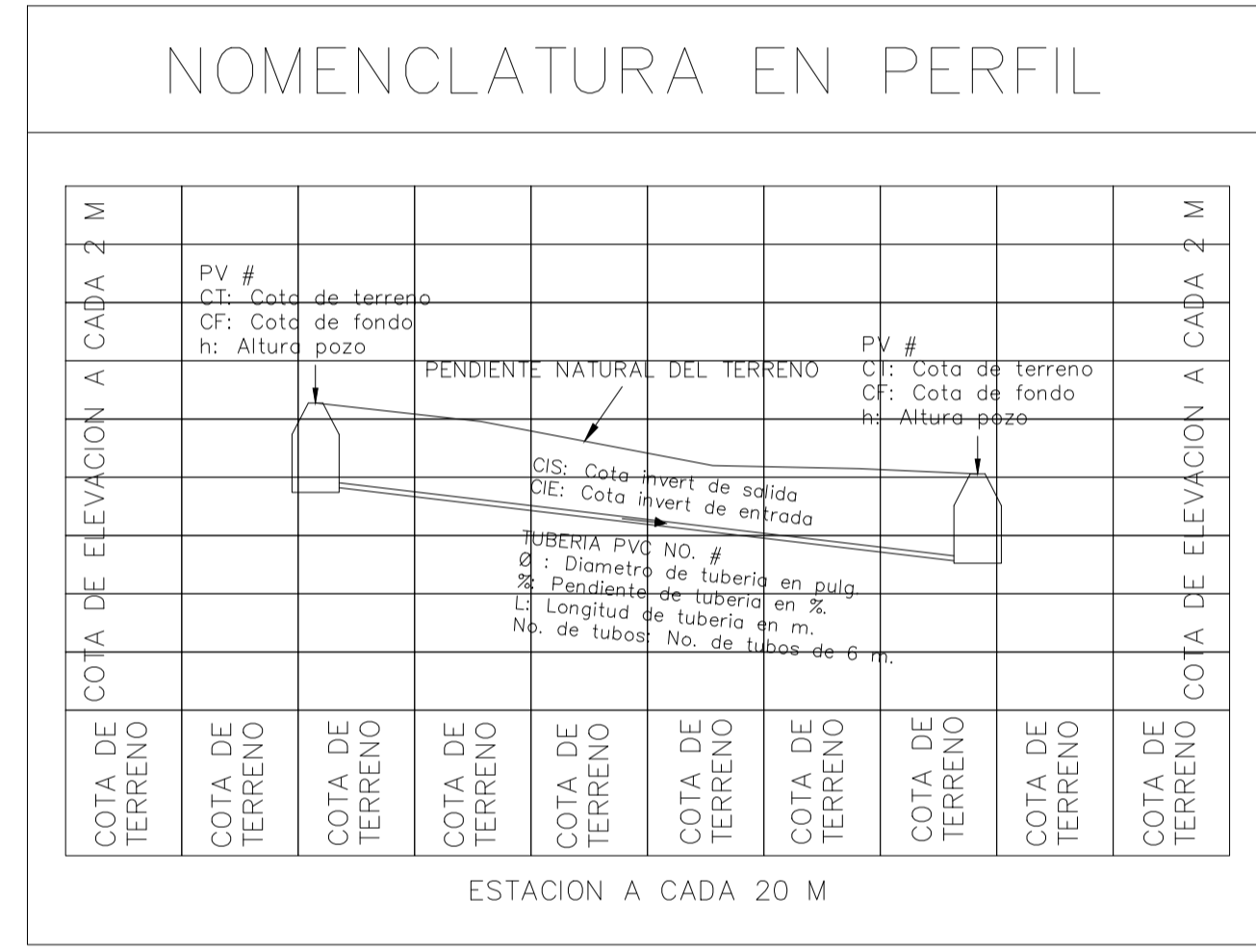
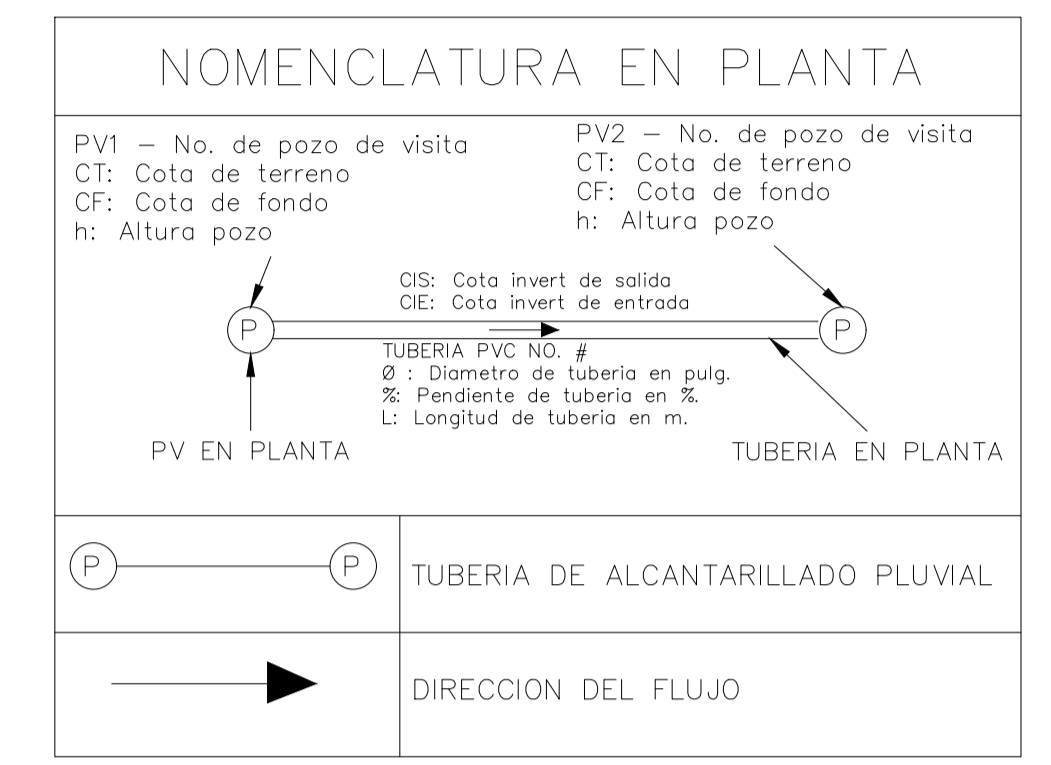
PLANTA TRAMO PV-4 A PV-71
 ESCALA 1/1 250



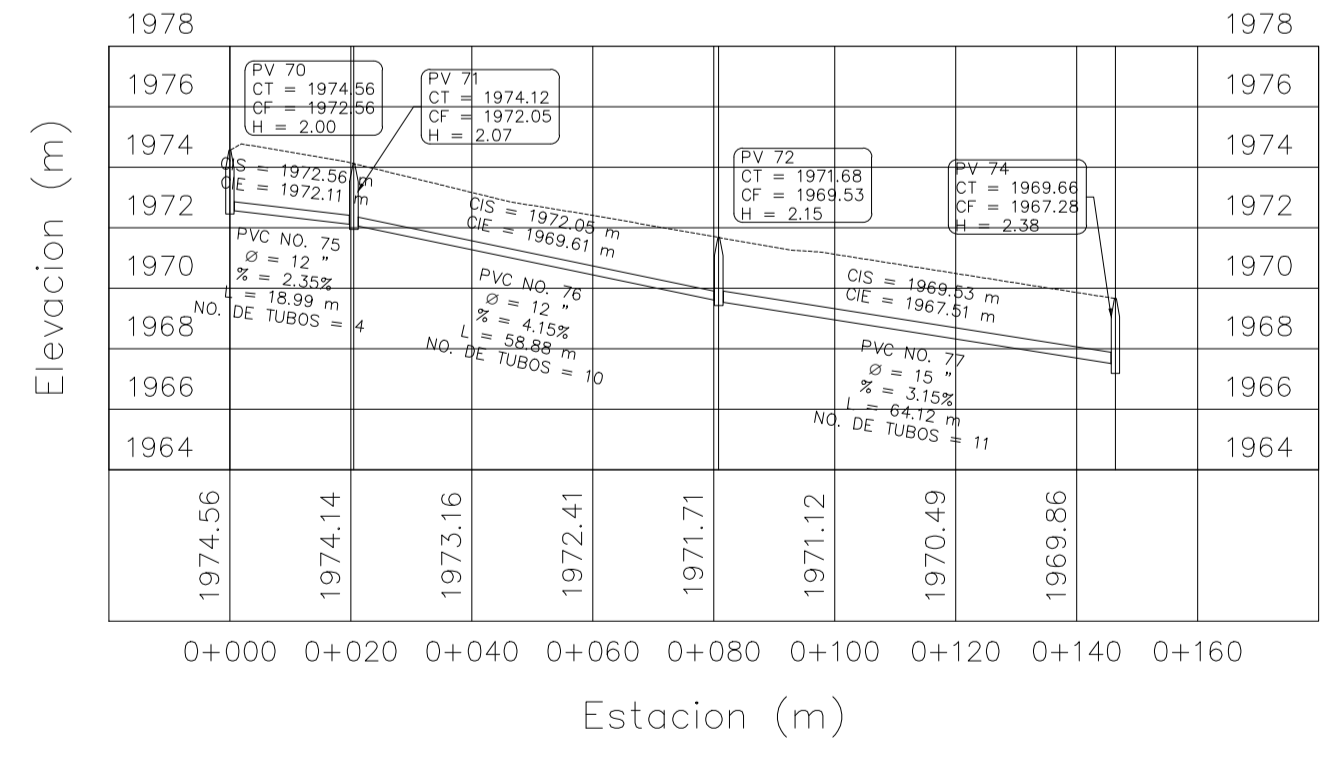
PLANTA TRAMO PV-70 A PV-74
 ESCALA 1/1 250



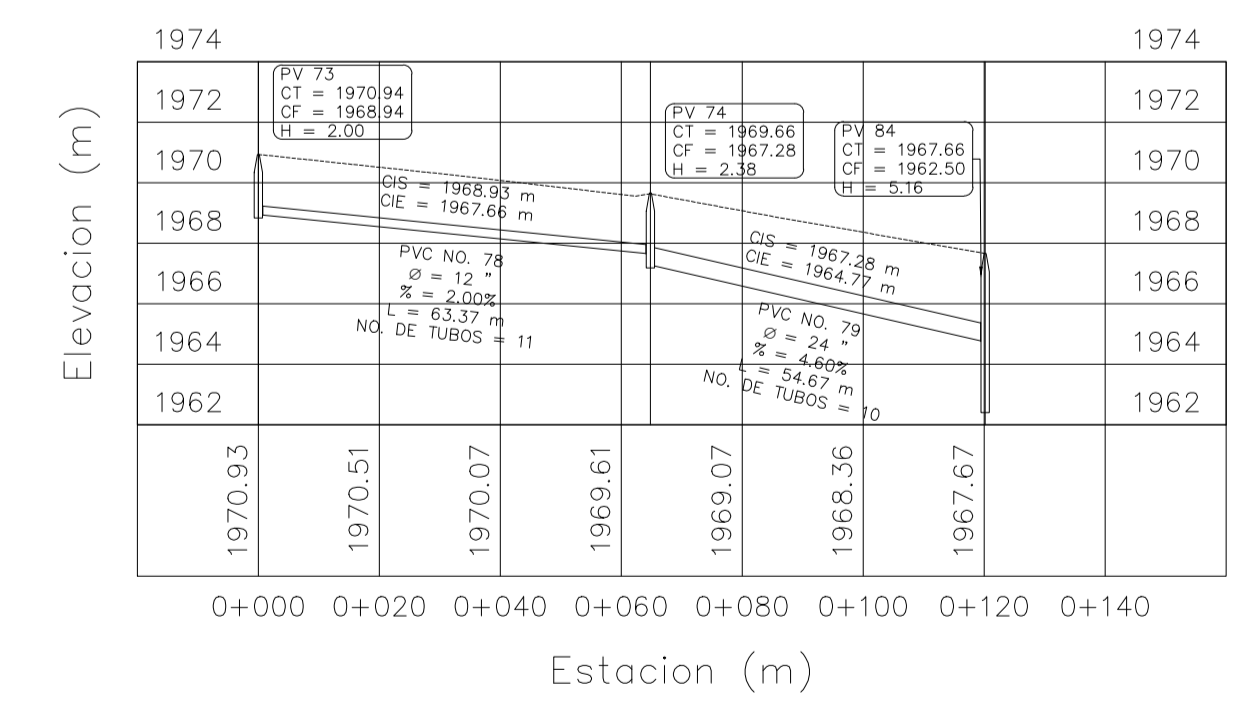
PLANTA TRAMO PV-73 A PV-84
 ESCALA 1/1 250



PERFIL TRAMO PV-4 A PV-71
 ESCALA H = 1/1 250
 V = 1/250



PERFIL TRAMO PV-70 A PV-74
 ESCALA H = 1/1 250
 V = 1/250



PERFIL TRAMO PV-73 A PV-84
 ESCALA H = 1/1 250
 V = 1/250

FECHA: FEBRERO DE 2022

ESCALA: INDICADA

REVISO: ING. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO

DISEÑO: ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÚFAR

CALCULO: ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÚFAR

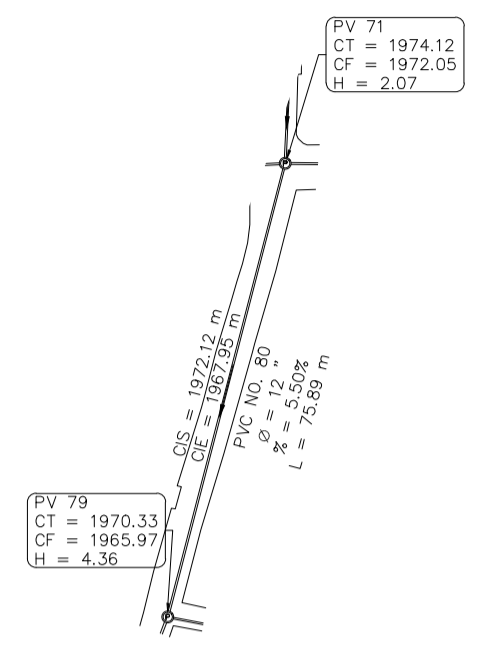
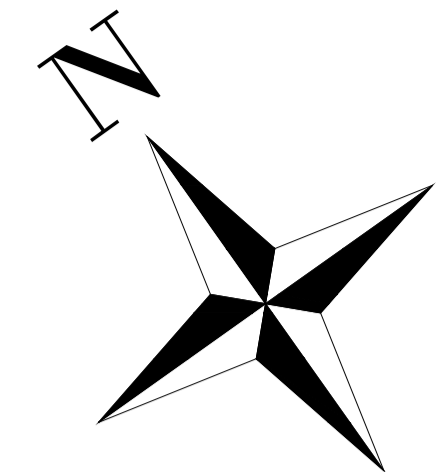
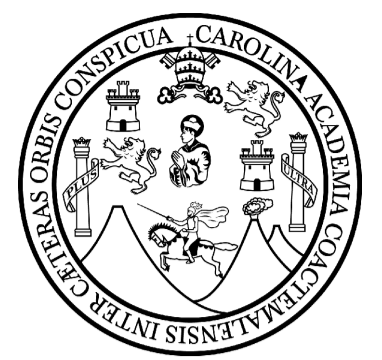
DIBUJÓ: ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÚFAR

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL EN LA CABECERA MUNICIPAL, SANTA LUCÍA MILPAS ALTAS

CONTENIDO: **PLANTA-PERFIL, TRAMO PV4 A PV71, PV70 A PV74 Y PV73 A PV84**

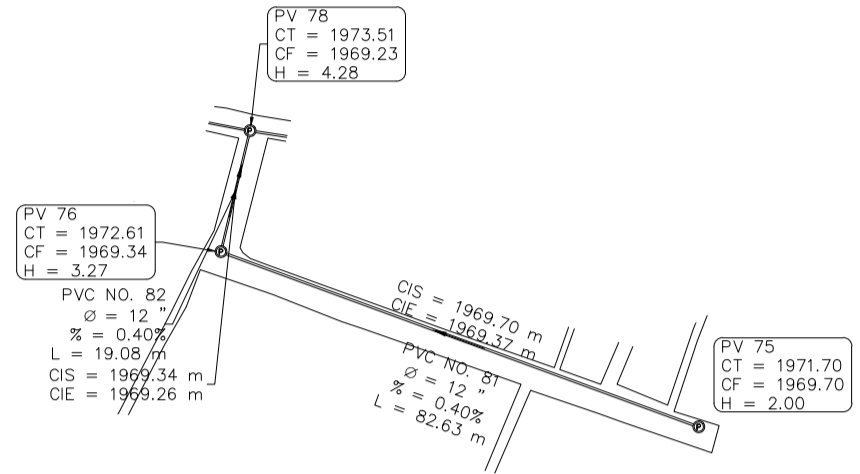
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCÍA MILPAS ALTAS



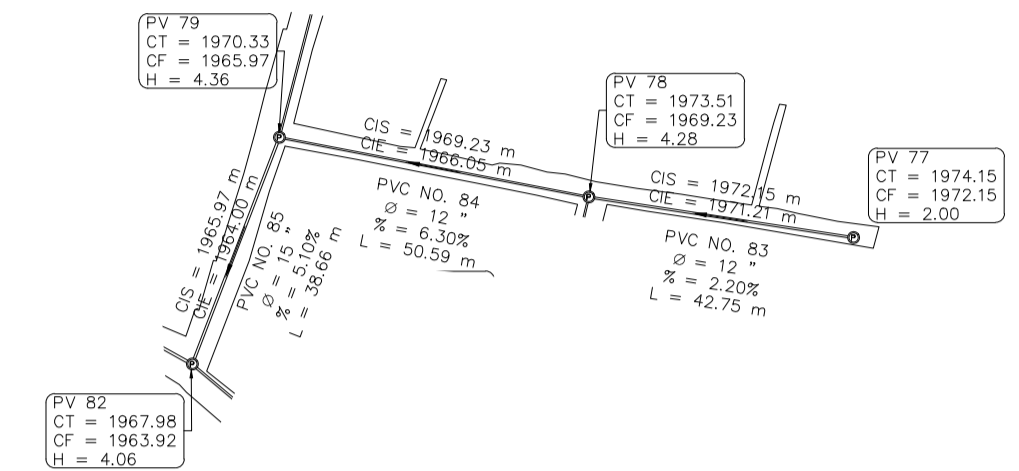
PLANTA TRAMO PV-71 A PV-79

ESCALA 1/1250



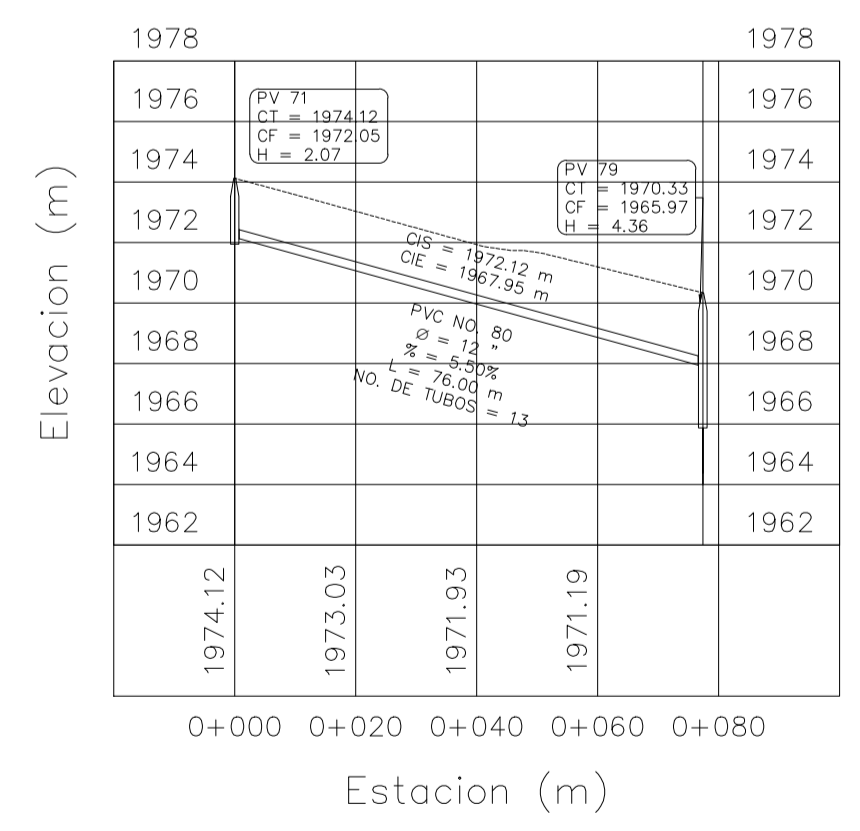
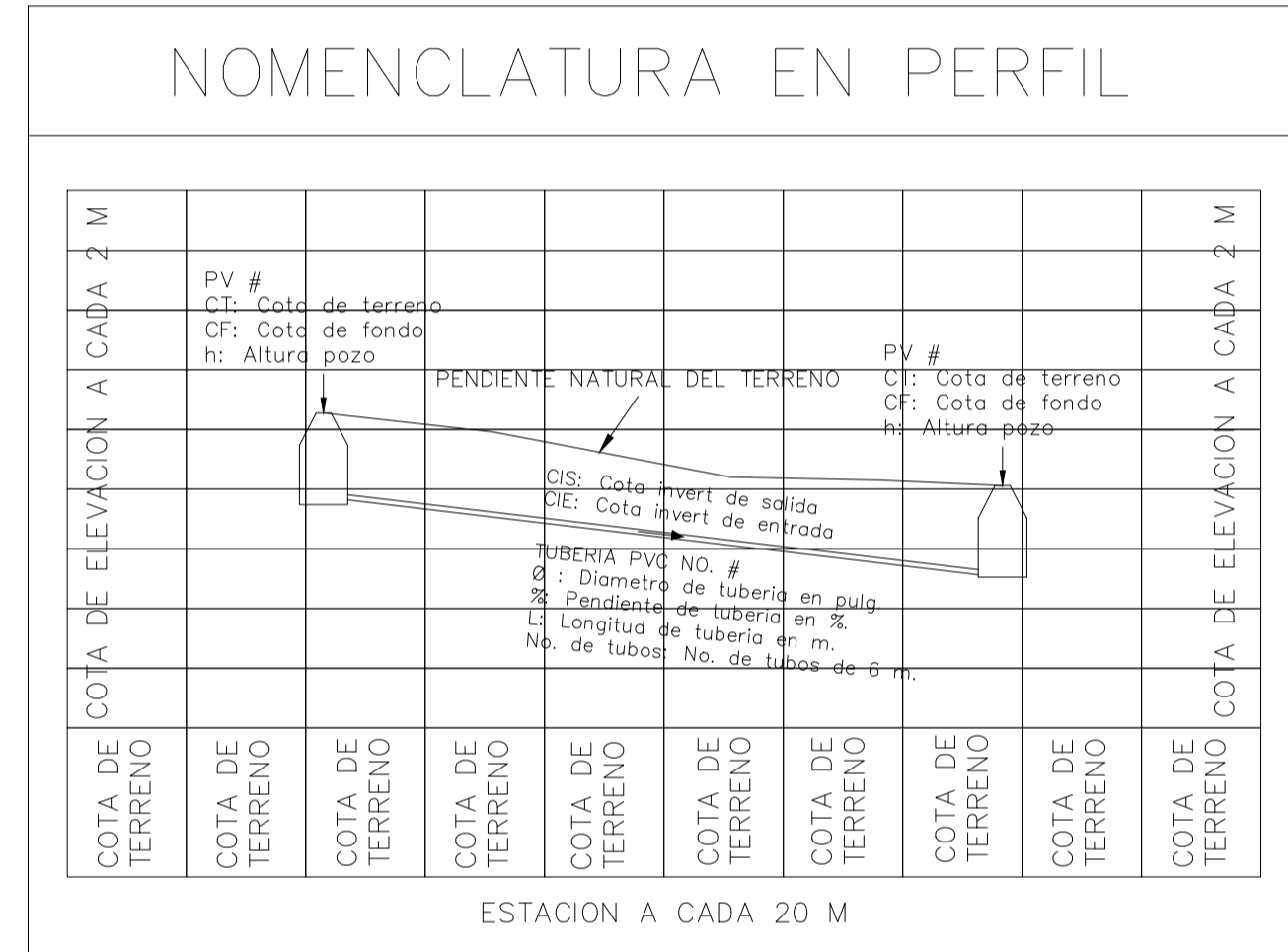
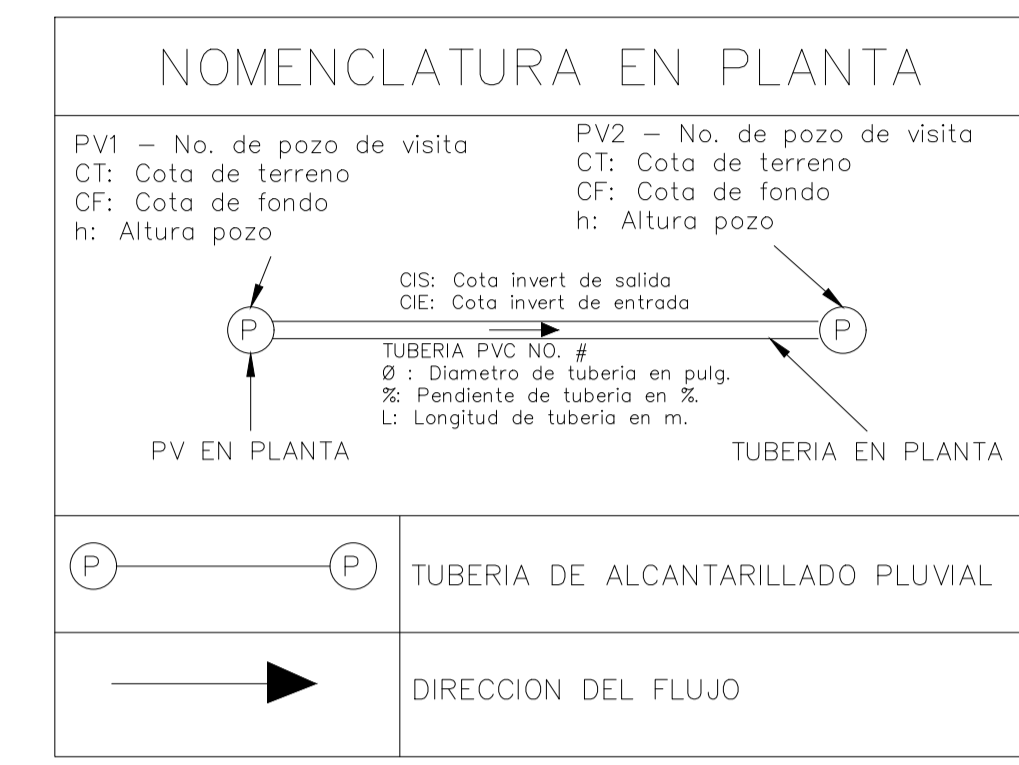
PLANTA TRAMO PV-75 A PV-78

ESCALA 1/1250



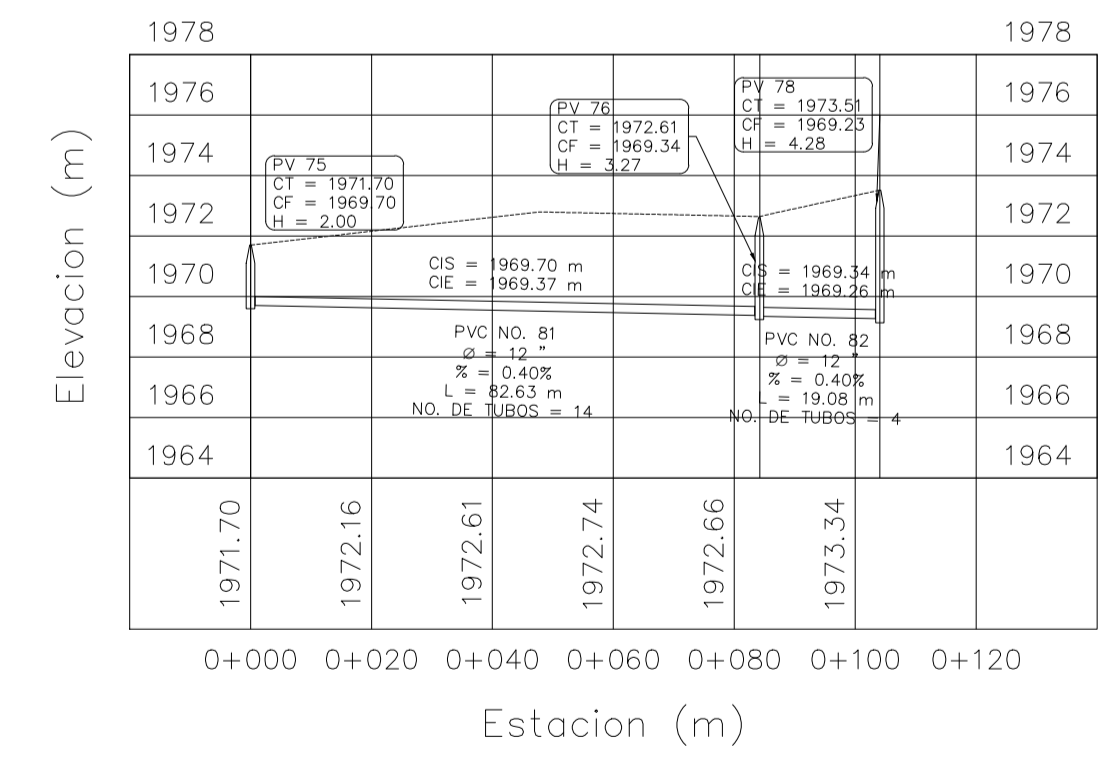
PLANTA TRAMO PV-77 A PV-82

ESCALA 1/1250



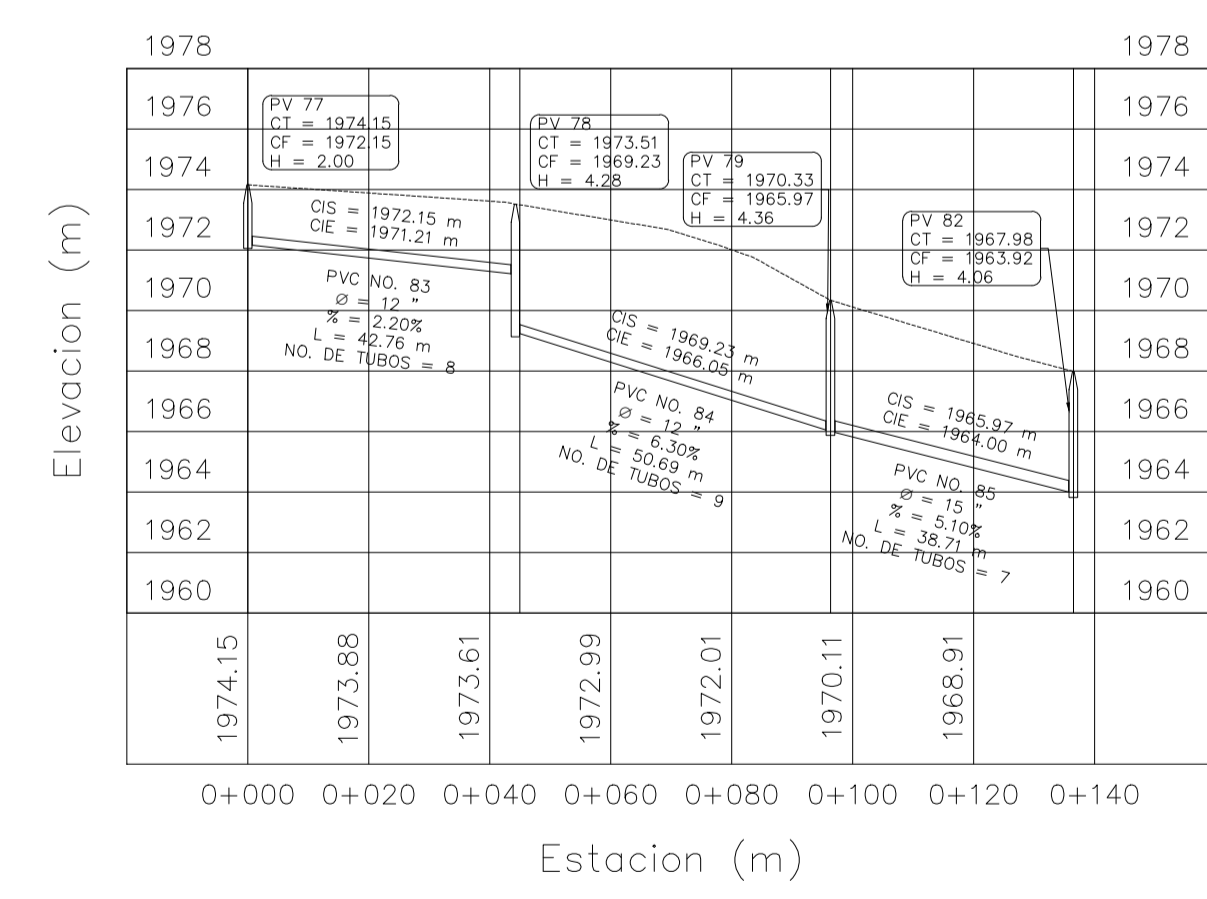
PERFIL TRAMO PV-71 A PV-79

ESCALA H = 1/1250
V = 1/250



PERFIL TRAMO PV-75 A PV-78

ESCALA H = 1/1250
V = 1/250



PERFIL TRAMO PV-77 A PV-82

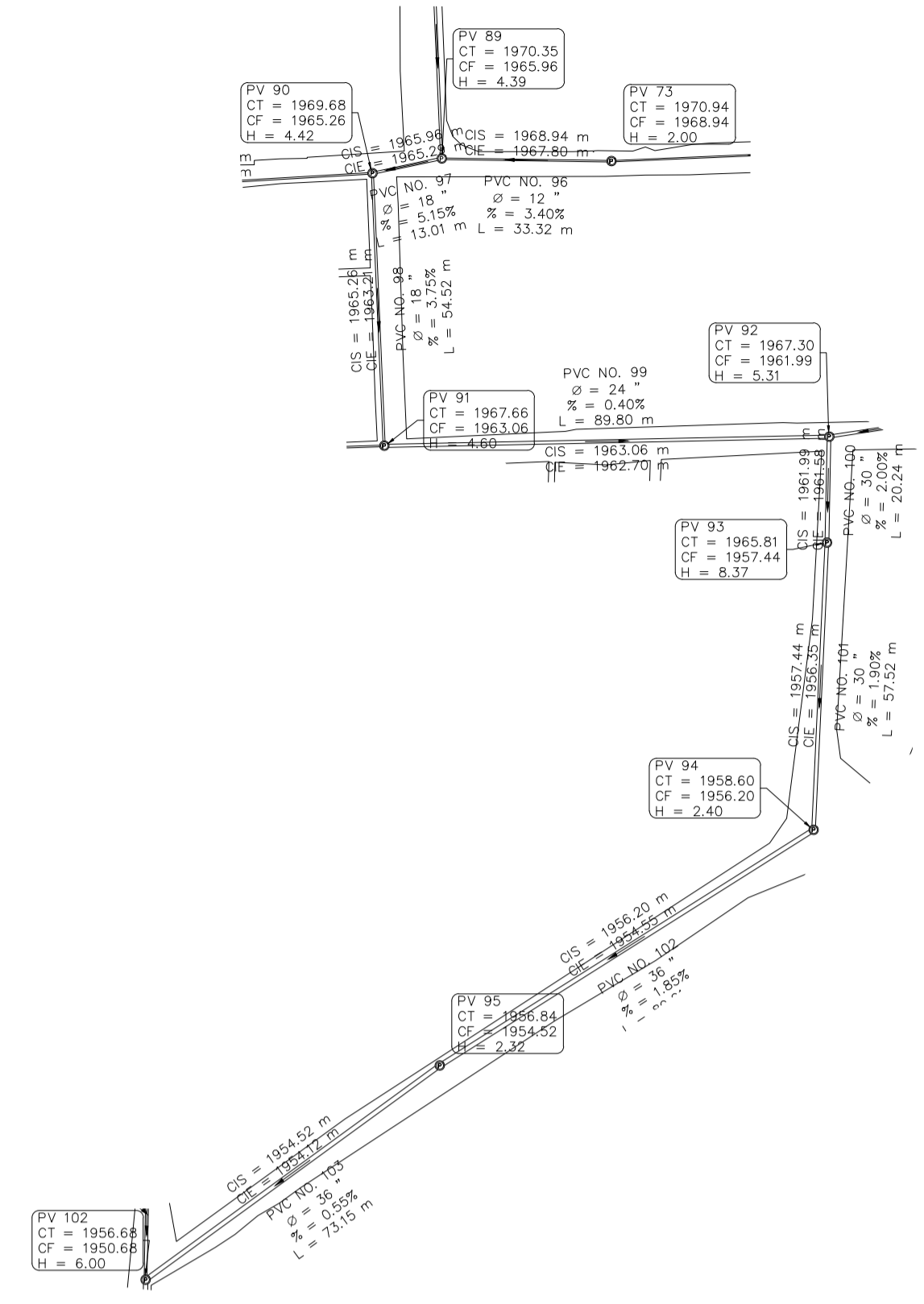
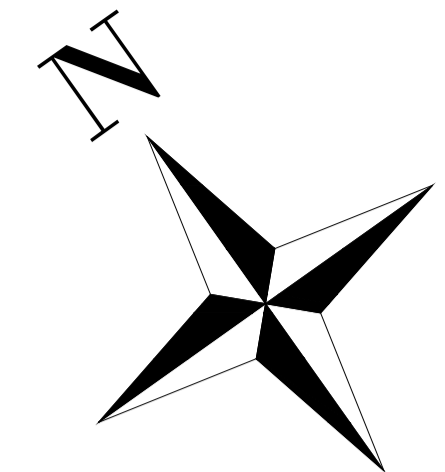
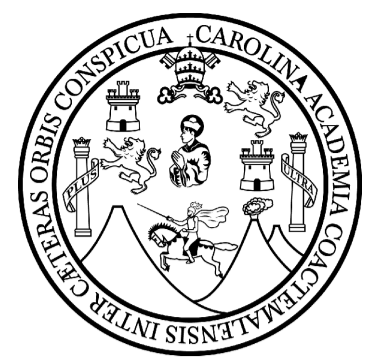
ESCALA H = 1/1250
V = 1/250

FECHA: FEBRERO DE 2022
 ESCALA: INDICADA
 REVISO: ING. SILVIO JOSE RODRIGUEZ SERRANO

DISEÑO: ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÓFAR
 CALCULO: ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÓFAR
 DIBUJÓ: ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÓFAR

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL EN LA CABECERA MUNICIPAL, SANTA LUCIA MILPAS ALTAS
 CONTENIDO: PLANTA-PERFIL, TRAMO PV71 A PV79, PV75 A PV78 Y PV77 A PV82

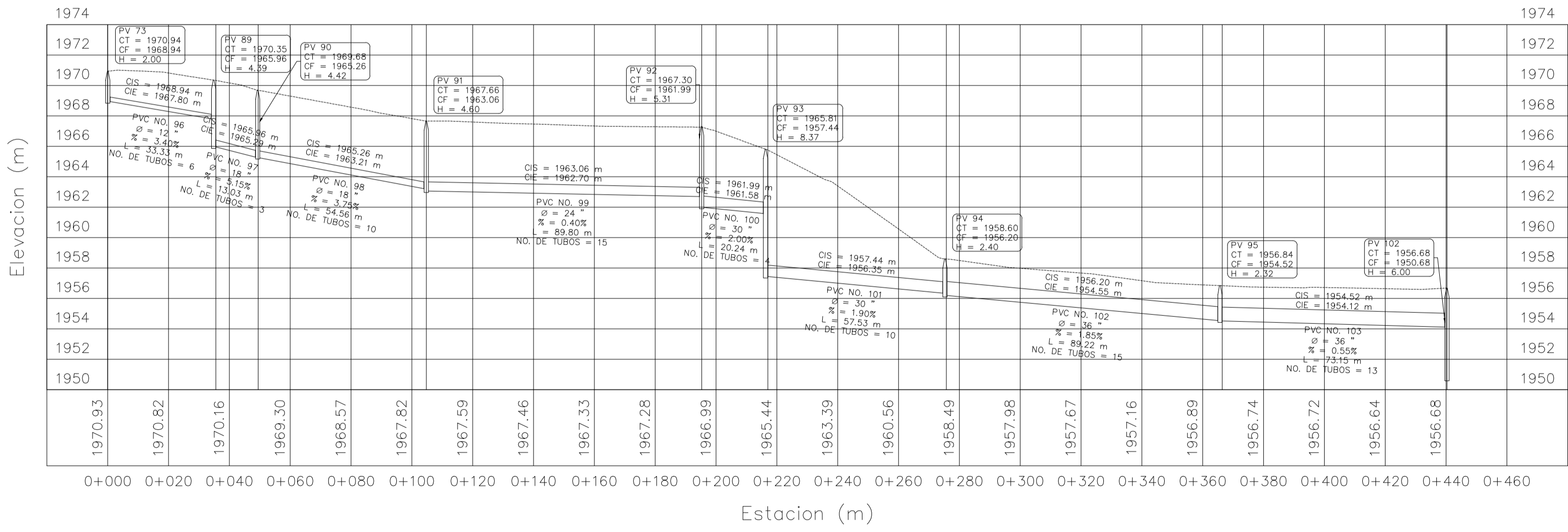
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCIA MILPAS ALTAS



PLANTA TRAMO PV-73 A PV-102
ESCALA 1/1250

NOMENCLATURA EN PLANTA	
PV1 - No. de pozo de visita CT: Cota de terreno CF: Cota de fondo h: Altura pozo	PV2 - No. de pozo de visita CT: Cota de terreno CF: Cota de fondo h: Altura pozo
TUBERIA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL	
DIRECCION DEL FLUJO	

NOMENCLATURA EN PERFIL									
COTA DE ELEVACION A CADA 2 M		PENDIENTE NATURAL DEL TERRENO						COTA DE ELEVACION A CADA 2 M	
COTA DE TERRENO	COTA DE TERRENO	COTA DE TERRENO	COTA DE TERRENO	COTA DE TERRENO	COTA DE TERRENO	COTA DE TERRENO	COTA DE TERRENO	COTA DE TERRENO	COTA DE TERRENO



PERFIL TRAMO PV-73 A PV-102
ESCALA H = 1/1250
V = 1/250

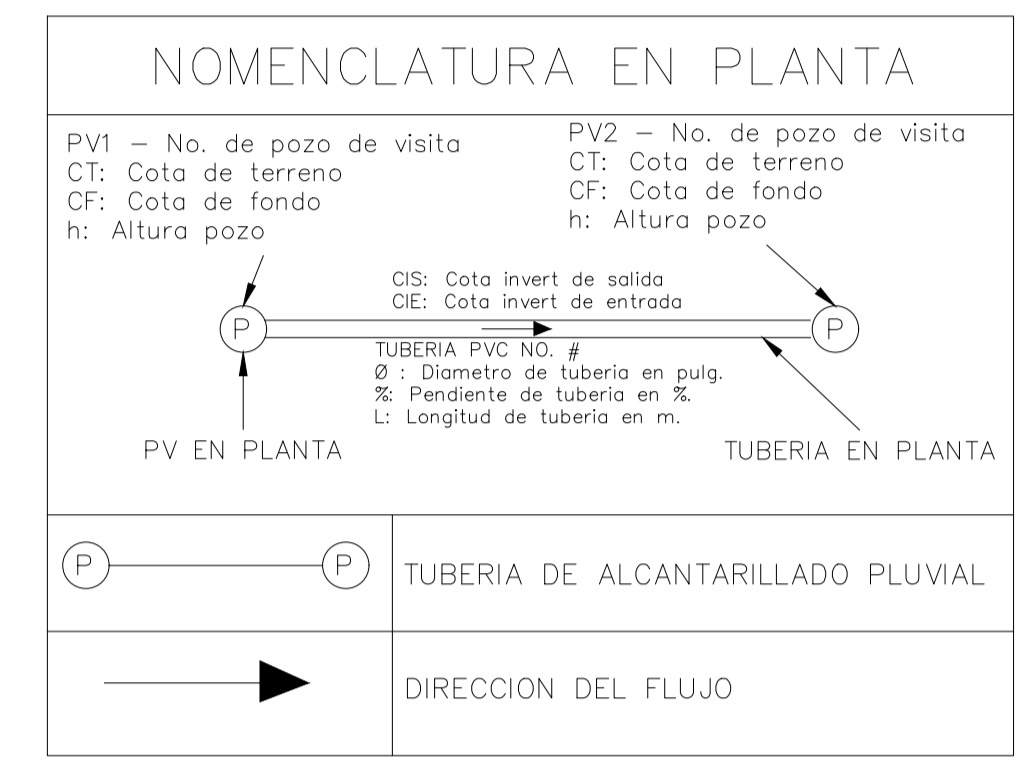
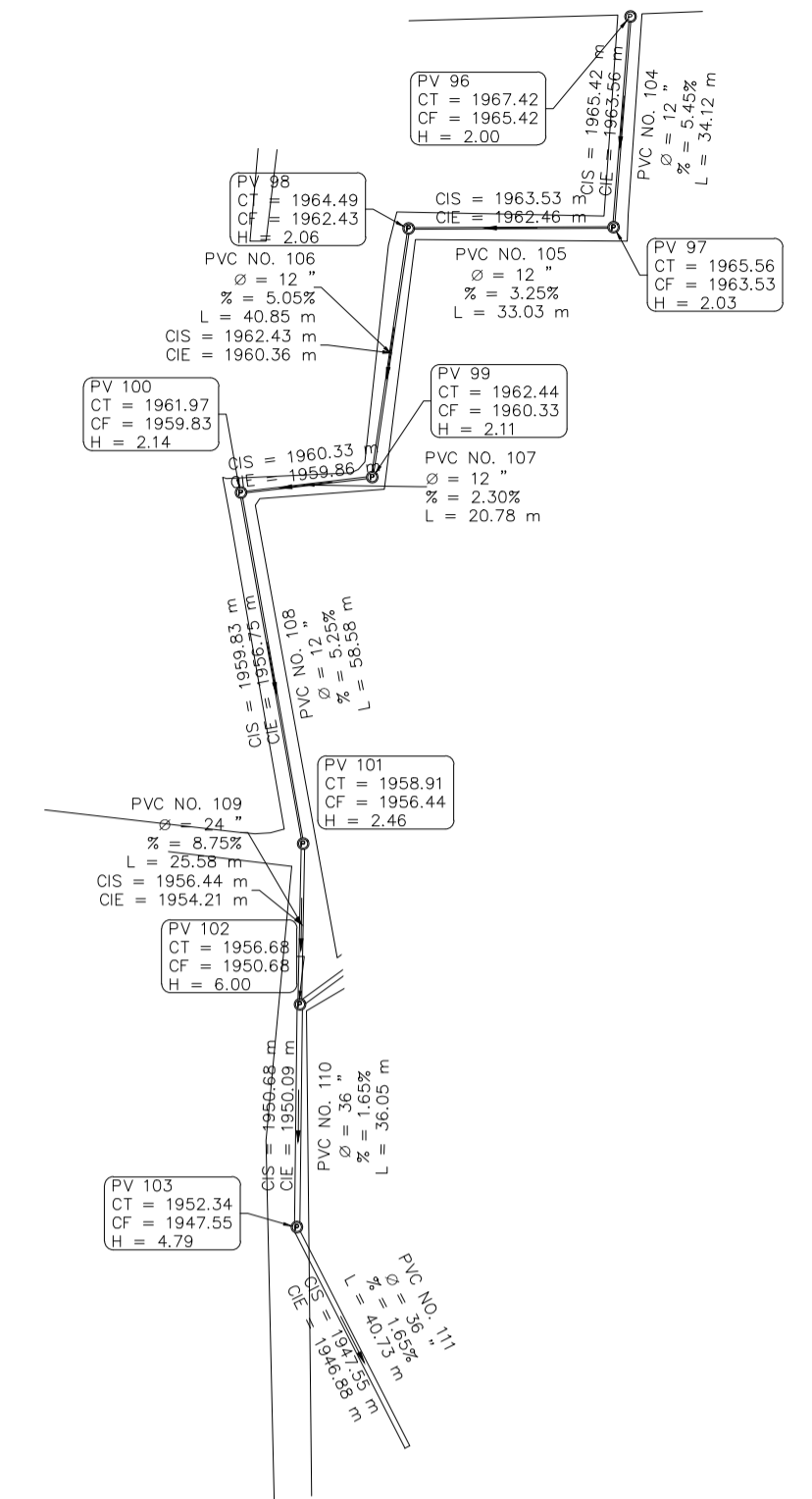
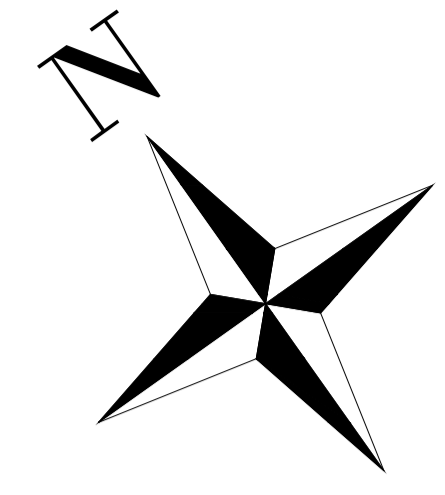
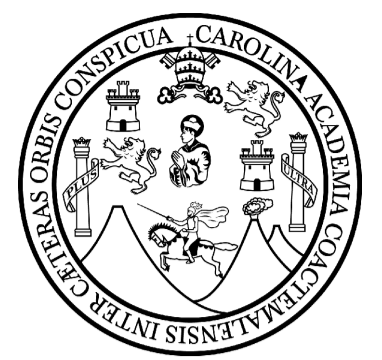
FECHA:	FEBRERO DE 2022
ESCALA:	INDICADA
REVISO:	ING. SILVIO JOSE RODRIGUEZ SERRANO
DISEÑO:	ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÓFAR
CALCULO:	ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÓFAR
DIBUJÓ:	ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÓFAR

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL EN LA CABECERA MUNICIPAL, SANTA LUCIA MILPAS ALTAS

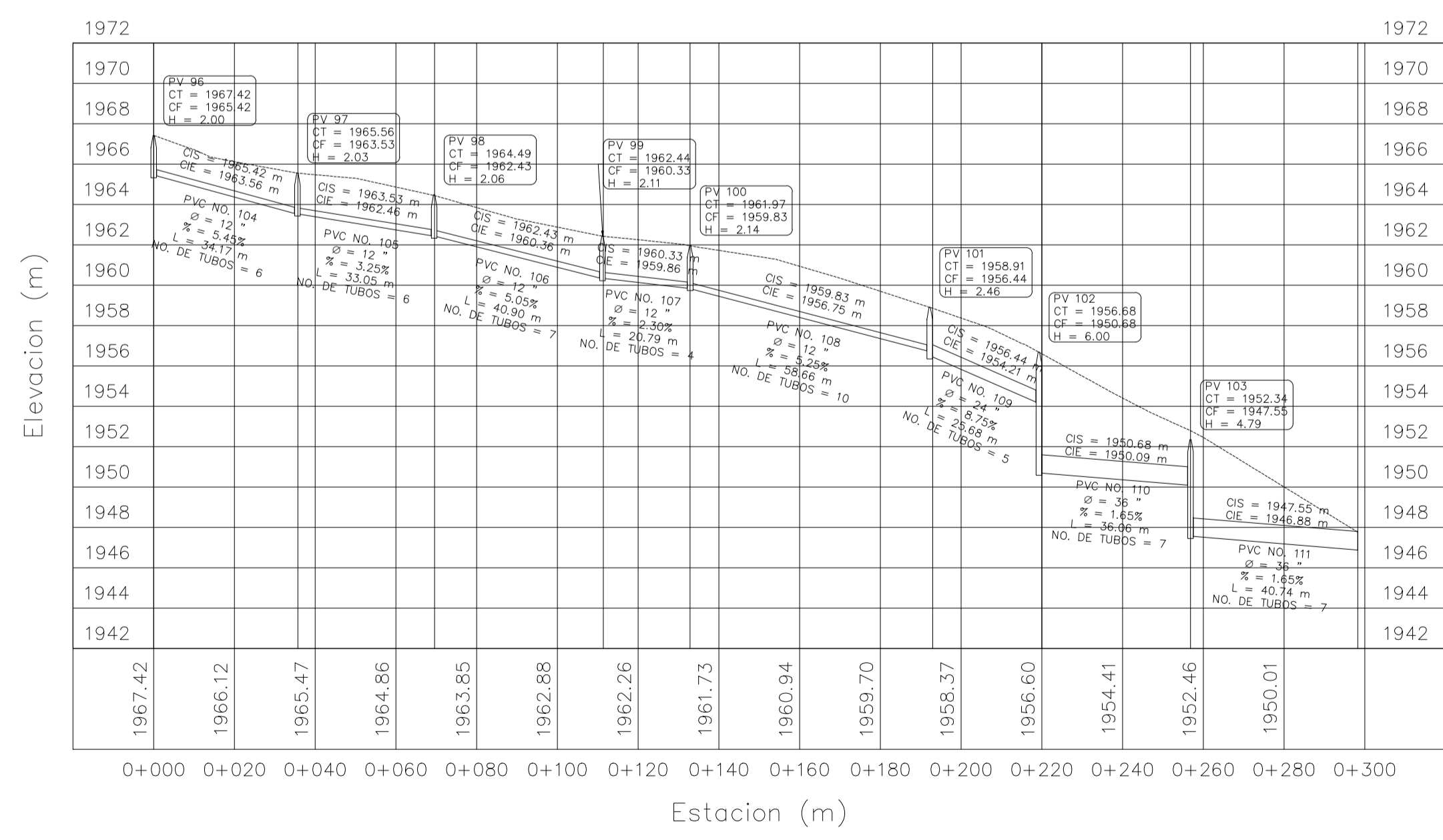
CONTENIDO:
PLANTA-PERFIL, TRAMO PV73 A PV102

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

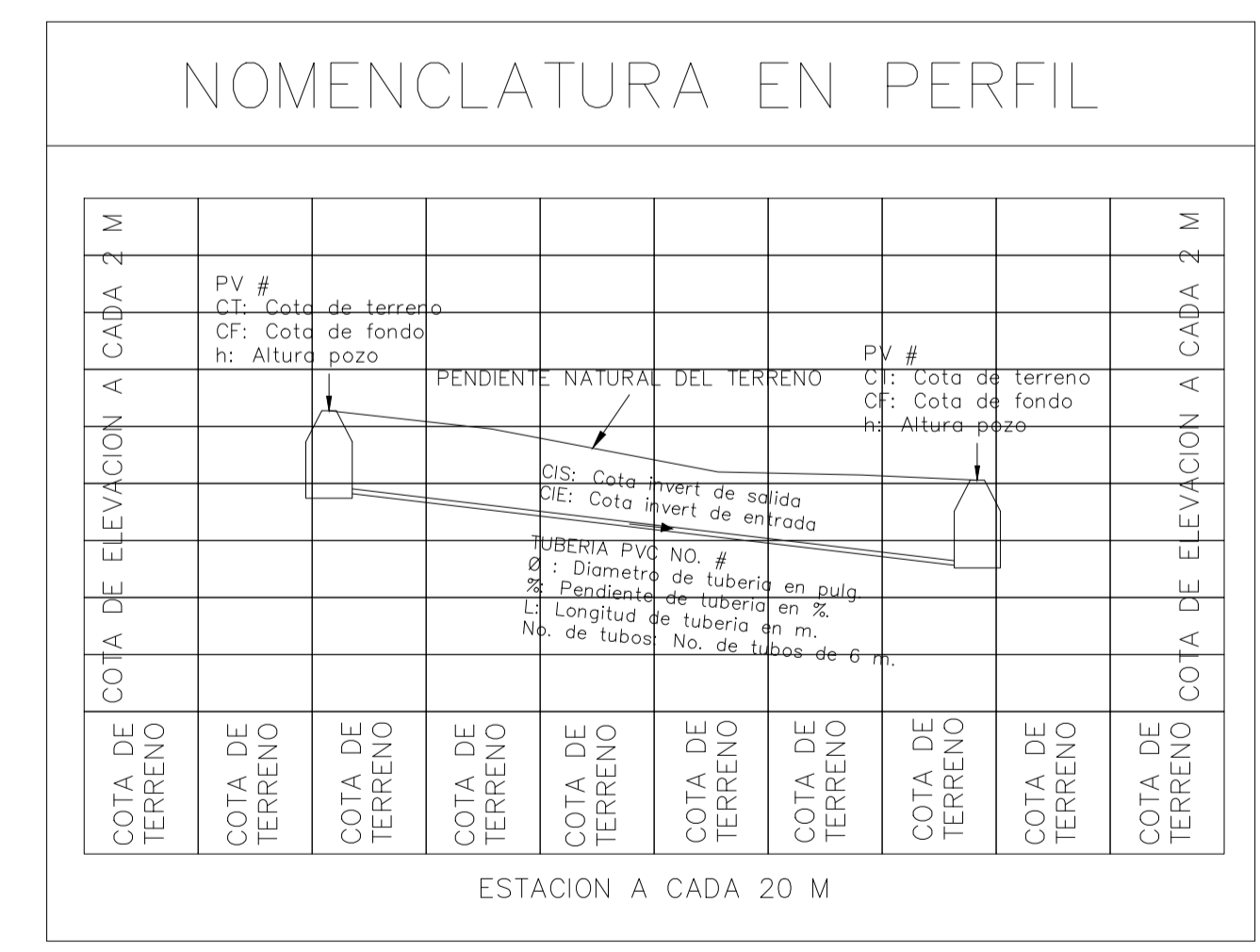
MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCIA MILPAS ALTAS



PLANTA TRAMO PV-96 A DESFOGUE
ESCALA 1/1 250



PERFIL TRAMO PV-96 A DESFOGUE
ESCALA H = 1/1 250
V = 1/250



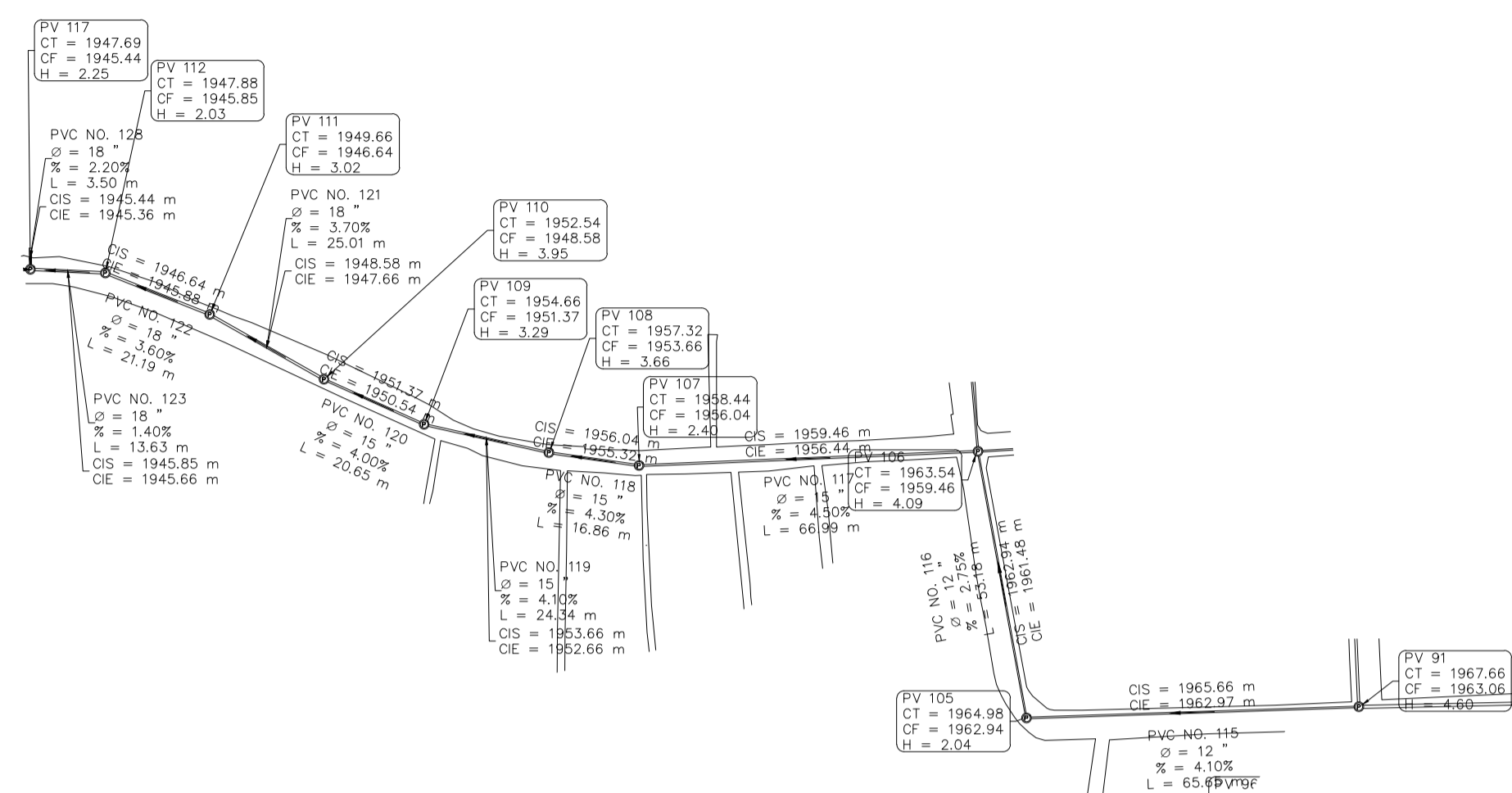
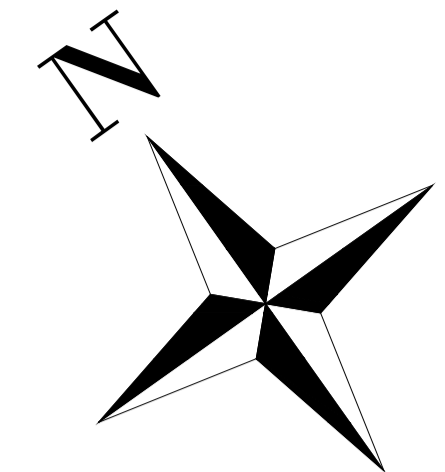
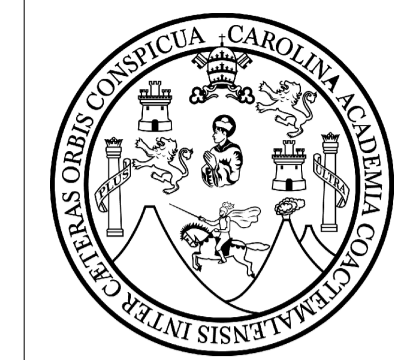
ESCALA:	FECHA:
INDICADA	FEBRERO DE 2022
REVISO:	ING. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO
DISEÑO:	ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÓFAR
CALCULO:	ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÓFAR
DIBUJÓ:	ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÓFAR

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL EN LA CABECERA MUNICIPAL, SANTA LUCÍA MILPAS ALTAS

CONTENIDO:
PLANTA-PERFIL, TRAMO PV96 A DESFOGUE

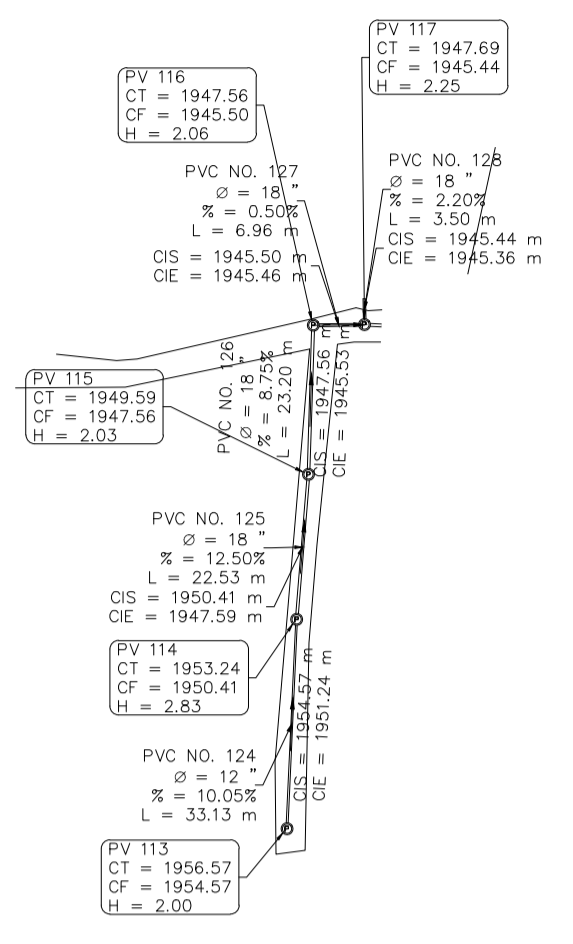
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCIA MILPAS ALTAS



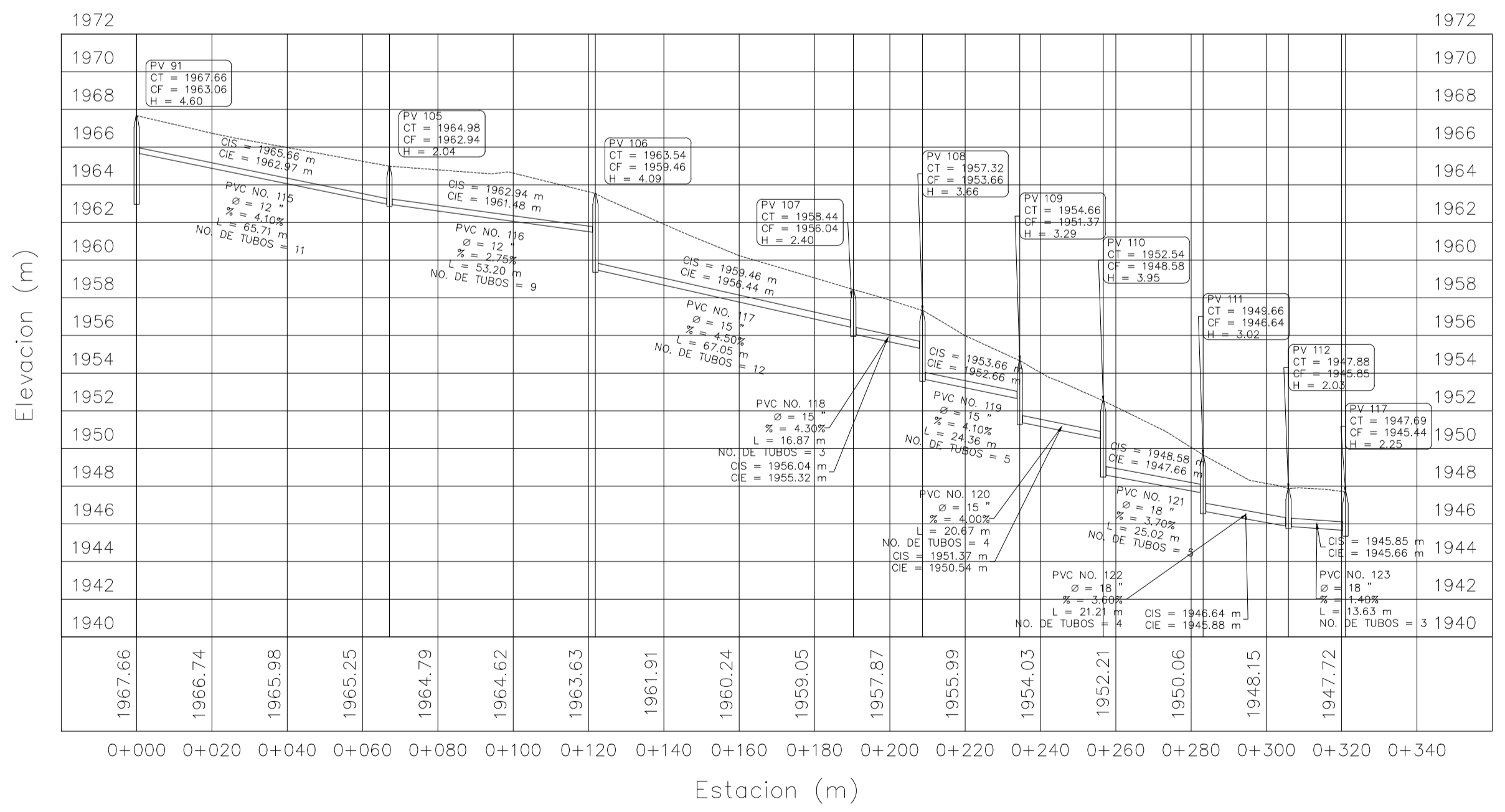
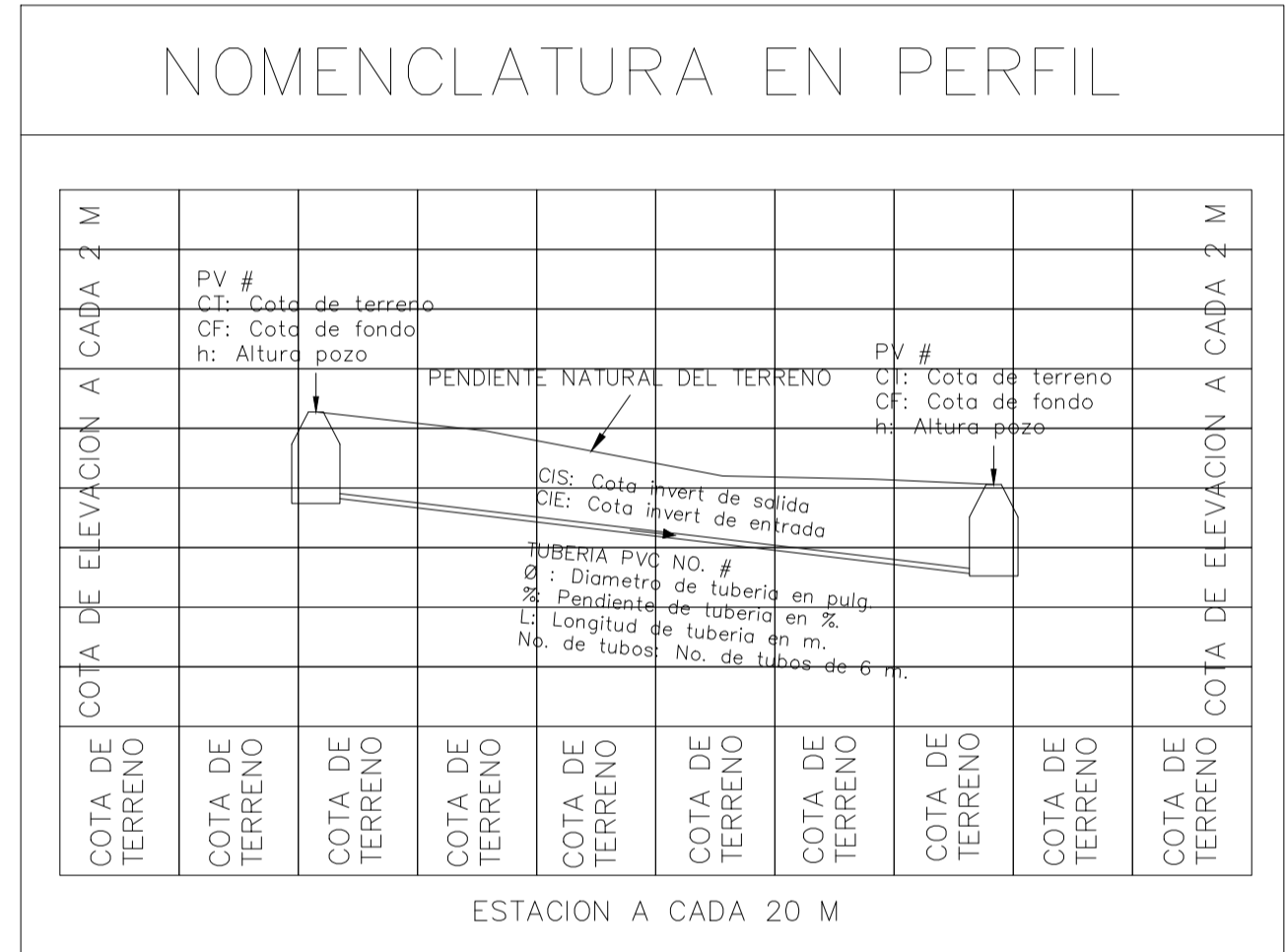
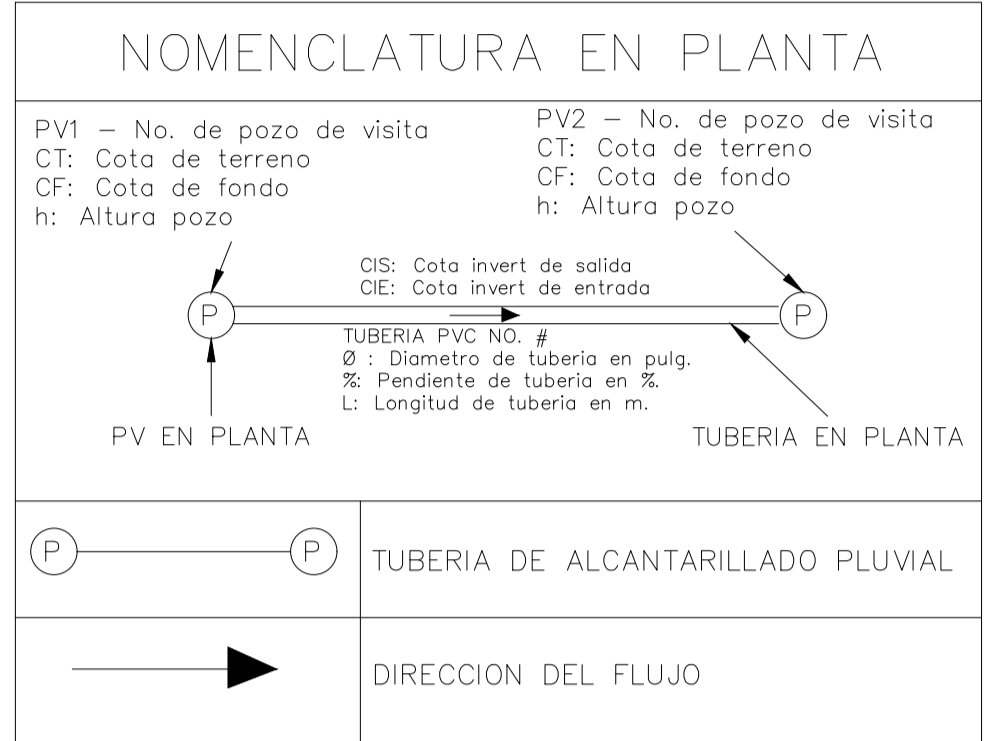
PLANTA TRAMO PV-91 A PV-117

ESCALA 1/1250



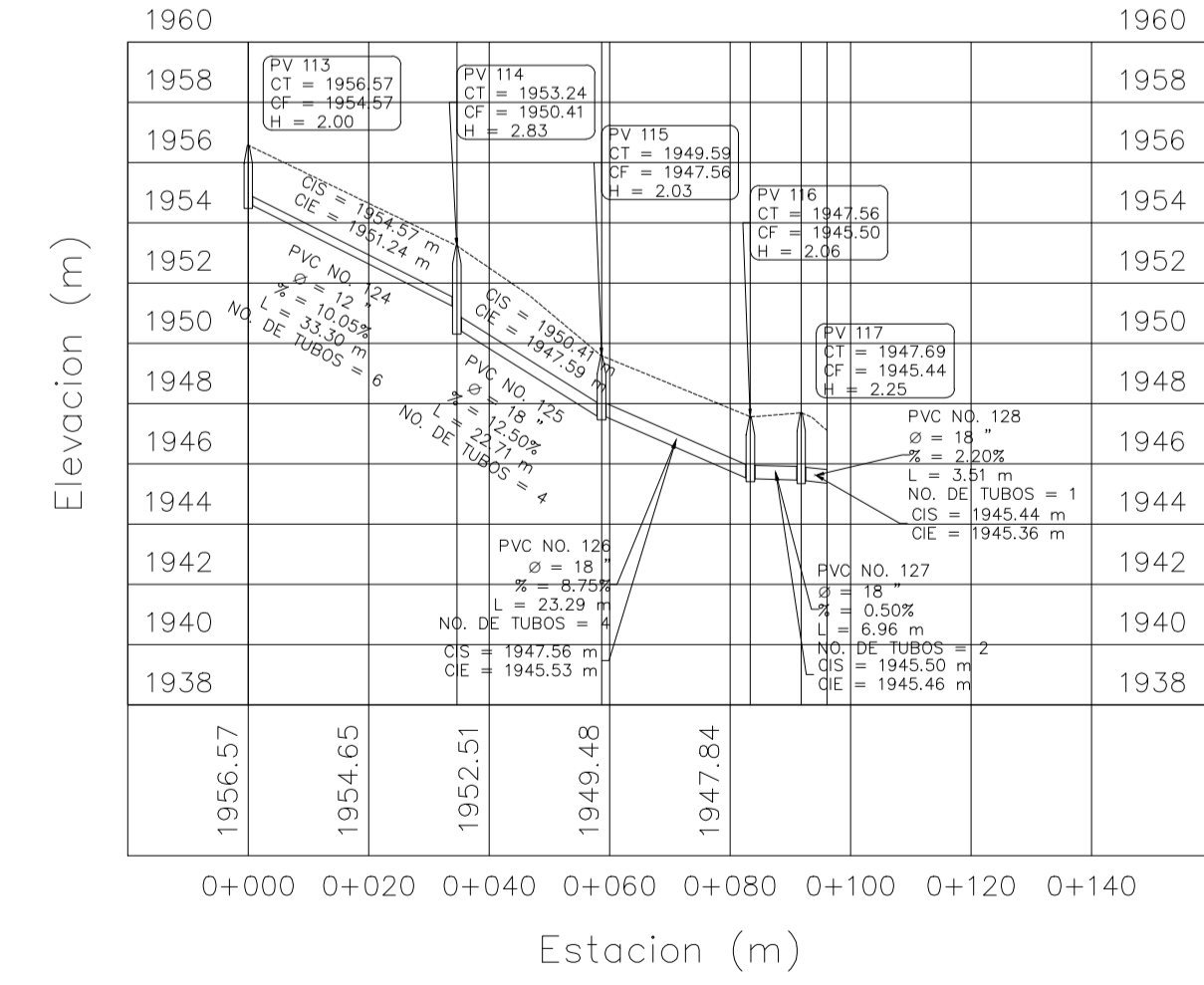
PLANTA TRAMO PV-113 A DESFOGUE

ESCALA 1/1250



PERFIL TRAMO PV-91 A PV-117

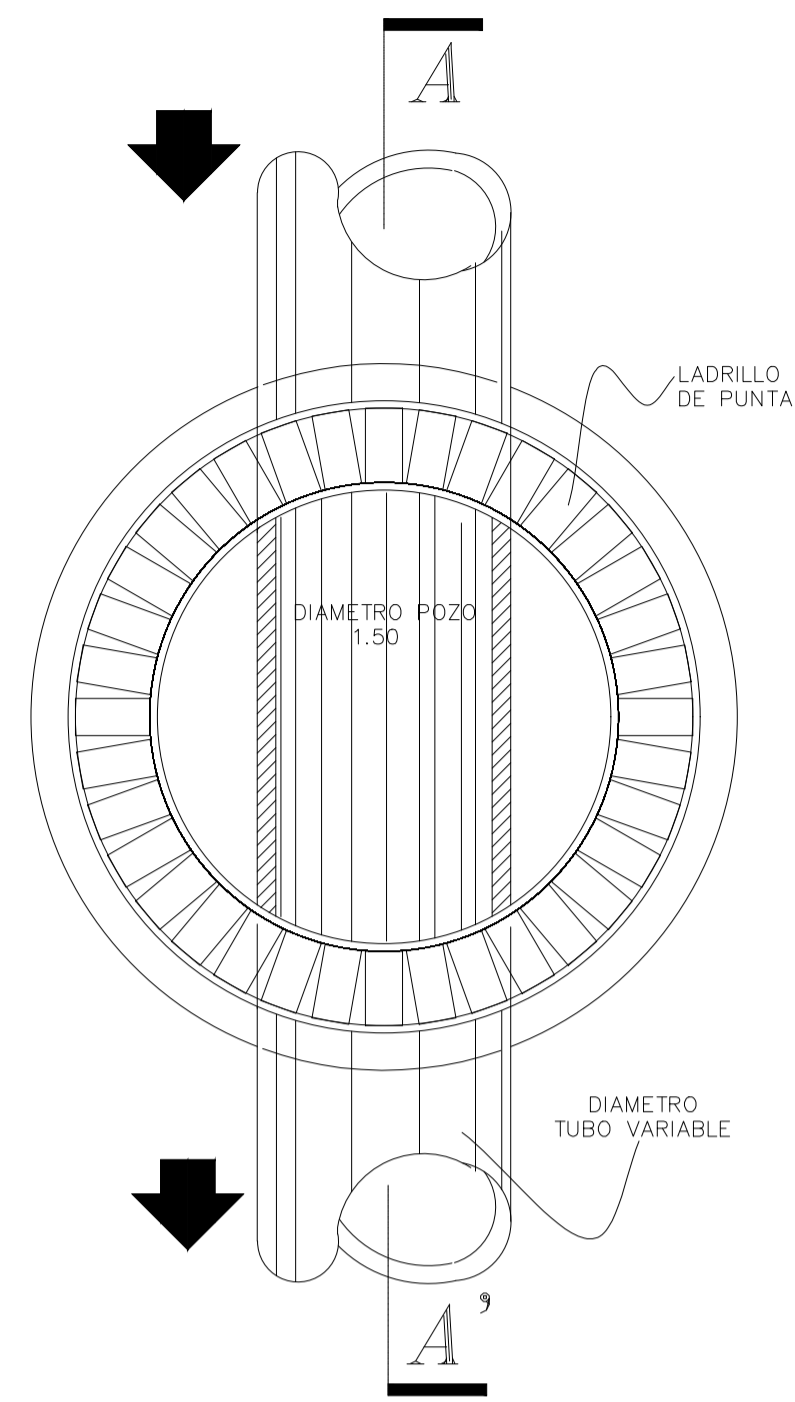
ESCALA H = 1/1250
 V = 1/250



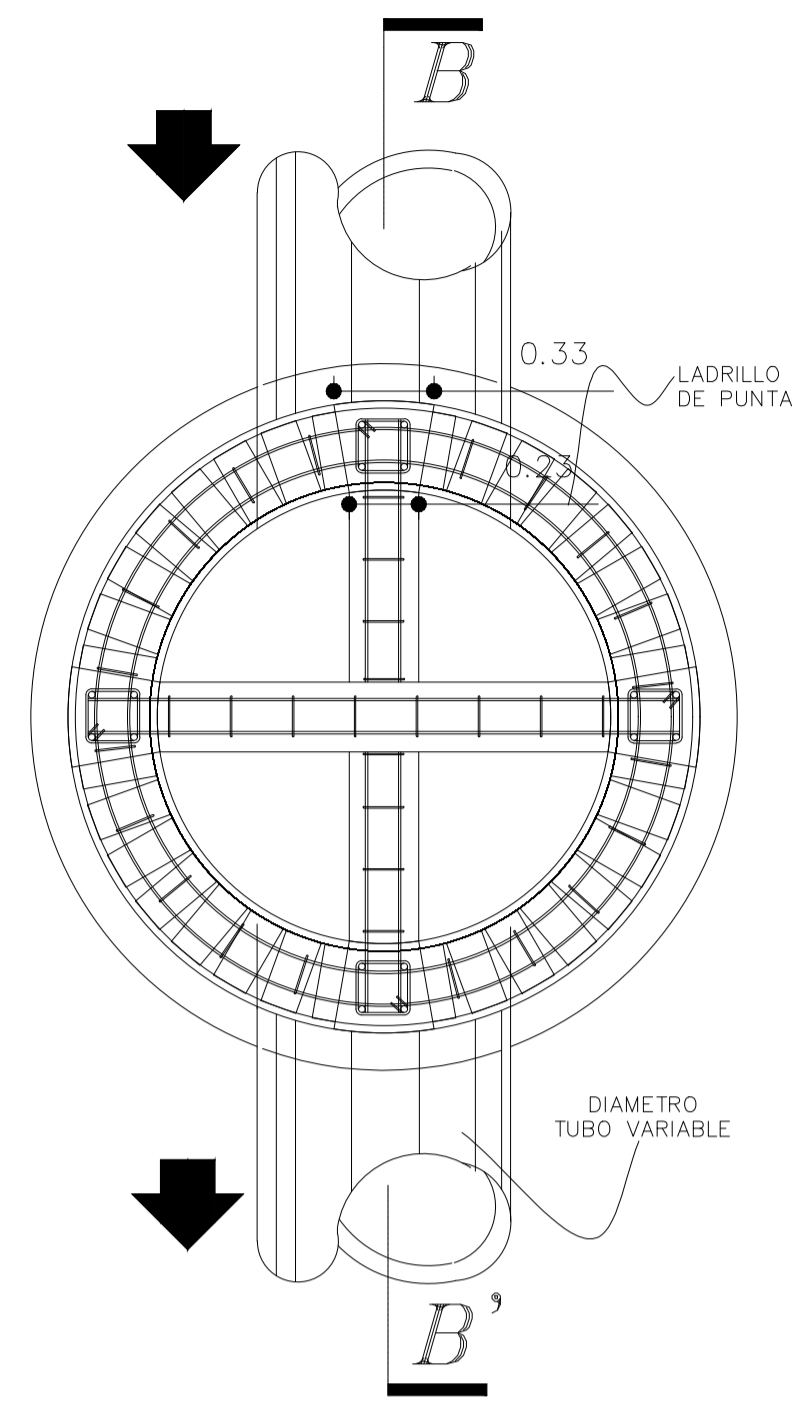
PERFIL TRAMO PV-113 A DESFOGUE

ESCALA H = 1/1250
 V = 1/250

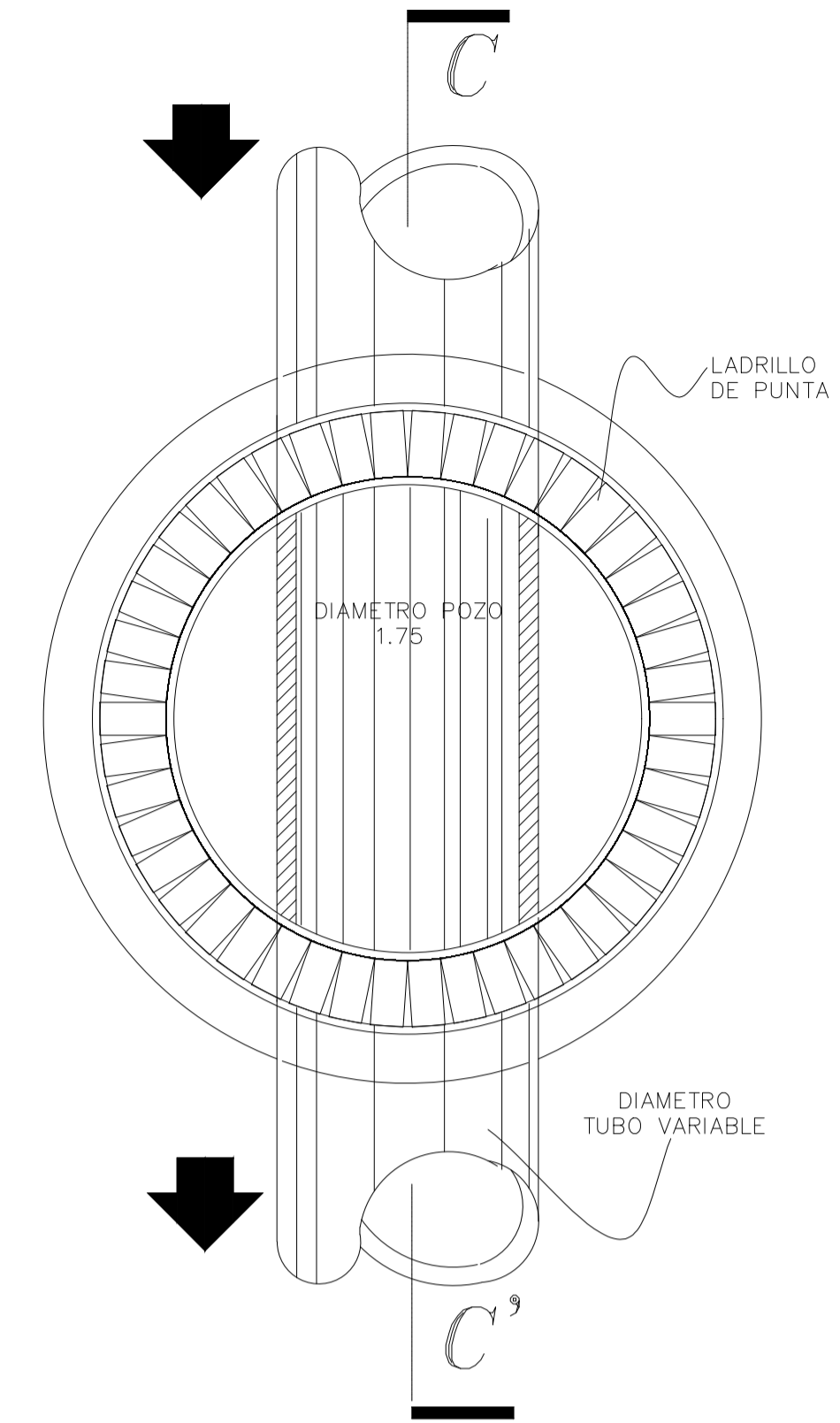
FECHA:	FEBRERO DE 2022
ESCALA:	INDICADA
REVISO:	ING. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO
DISEÑO:	ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÓFAR
CALCULO:	ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÓFAR
DIBUJÓ:	ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÓFAR
PROYECTO:	DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL EN LA CABECERA MUNICIPAL, SANTA LUCIA MILPAS ALTAS
CONTENIDO:	PLANTA-PERFIL, TRAMO PV91 A PV117 Y PV113 A DESFOGUE
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCIA MILPAS ALTAS
EPS	EJERCICIO PROFESIONAL SUERWISADO
H O J A	23 / 32



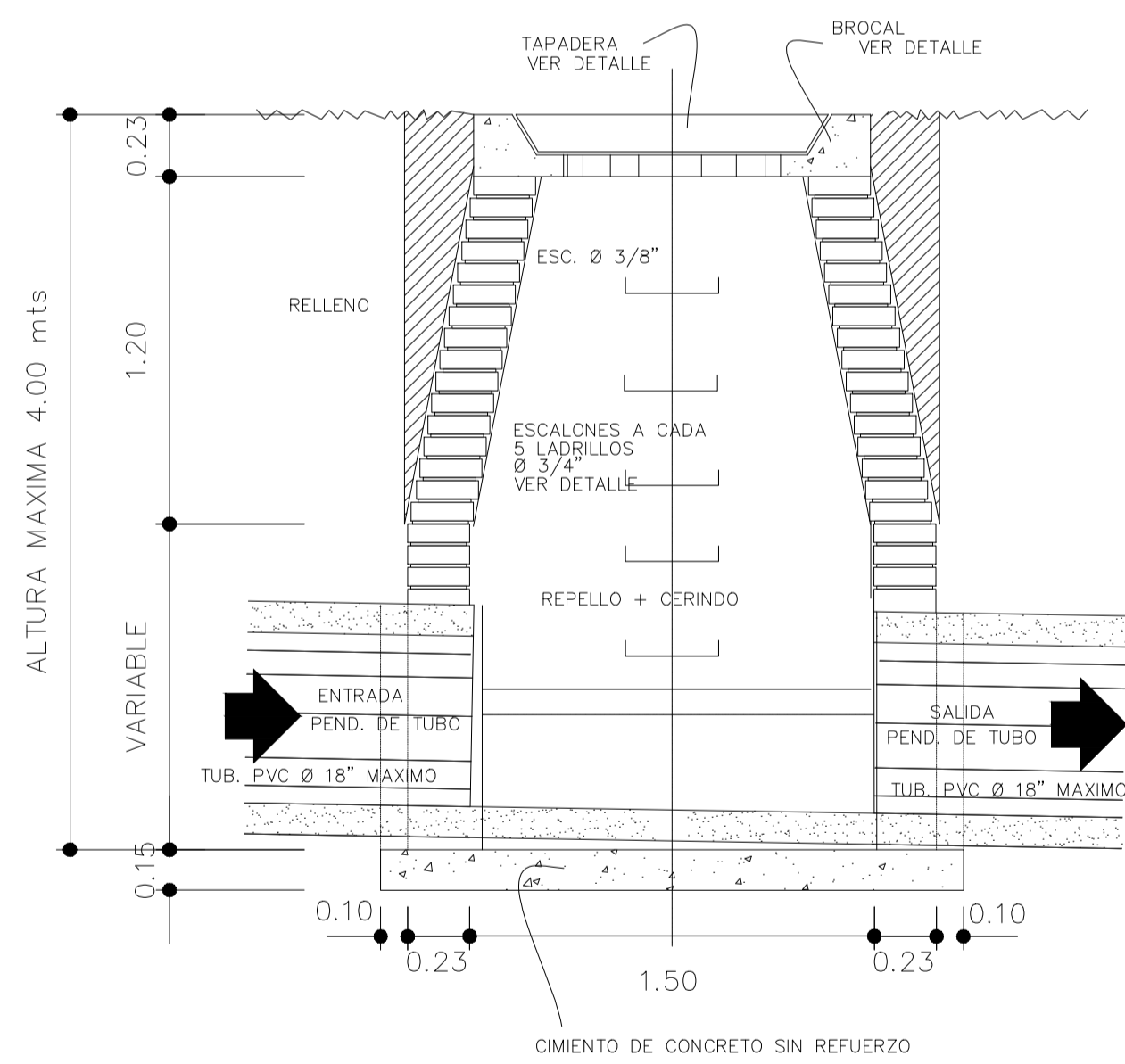
PLANTA POZO DE VISITA Ø 1.50 mts
ESCALA 1/25



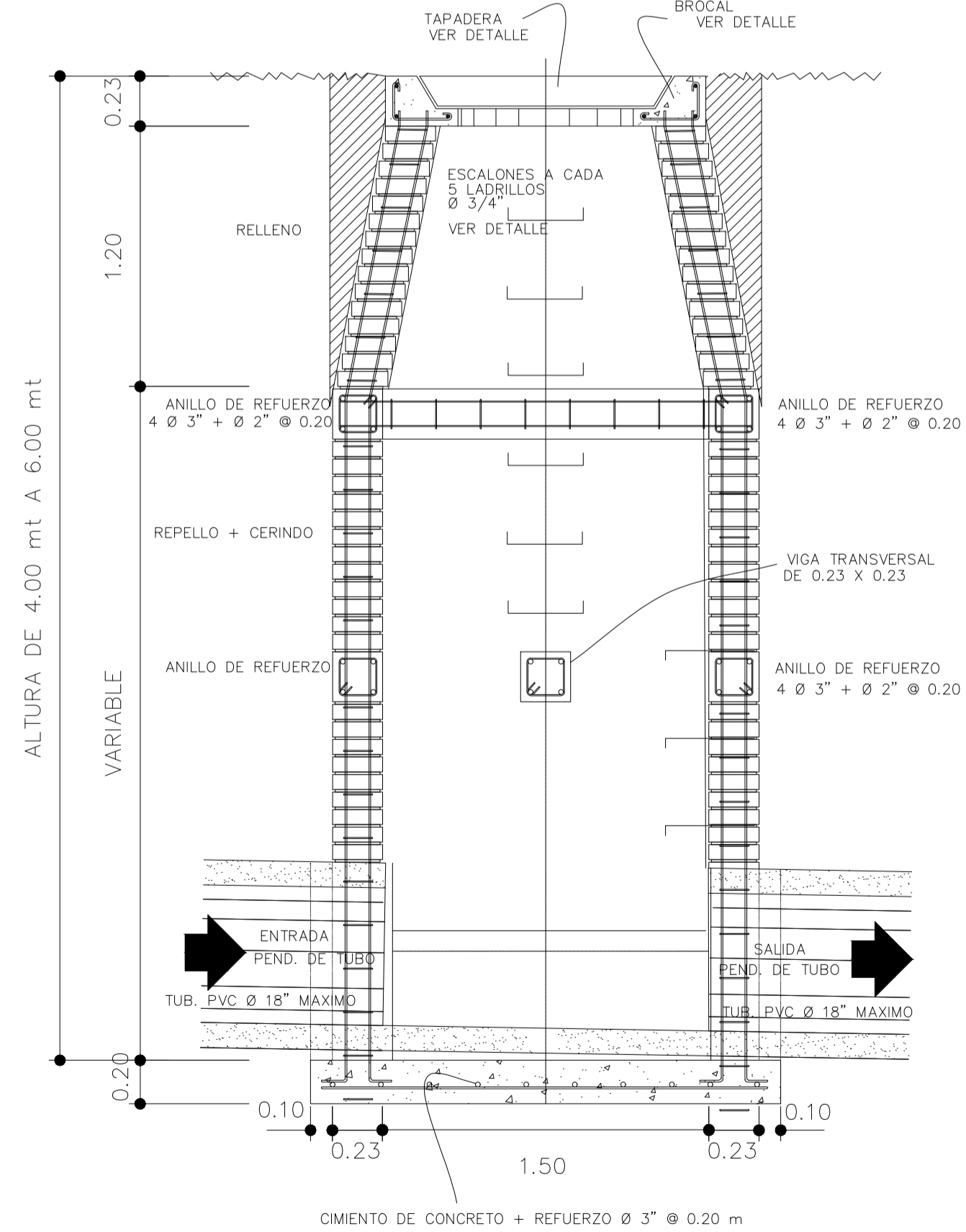
PLANTA POZO DE VISITA Ø 1.50 mts
ESCALA 1/25



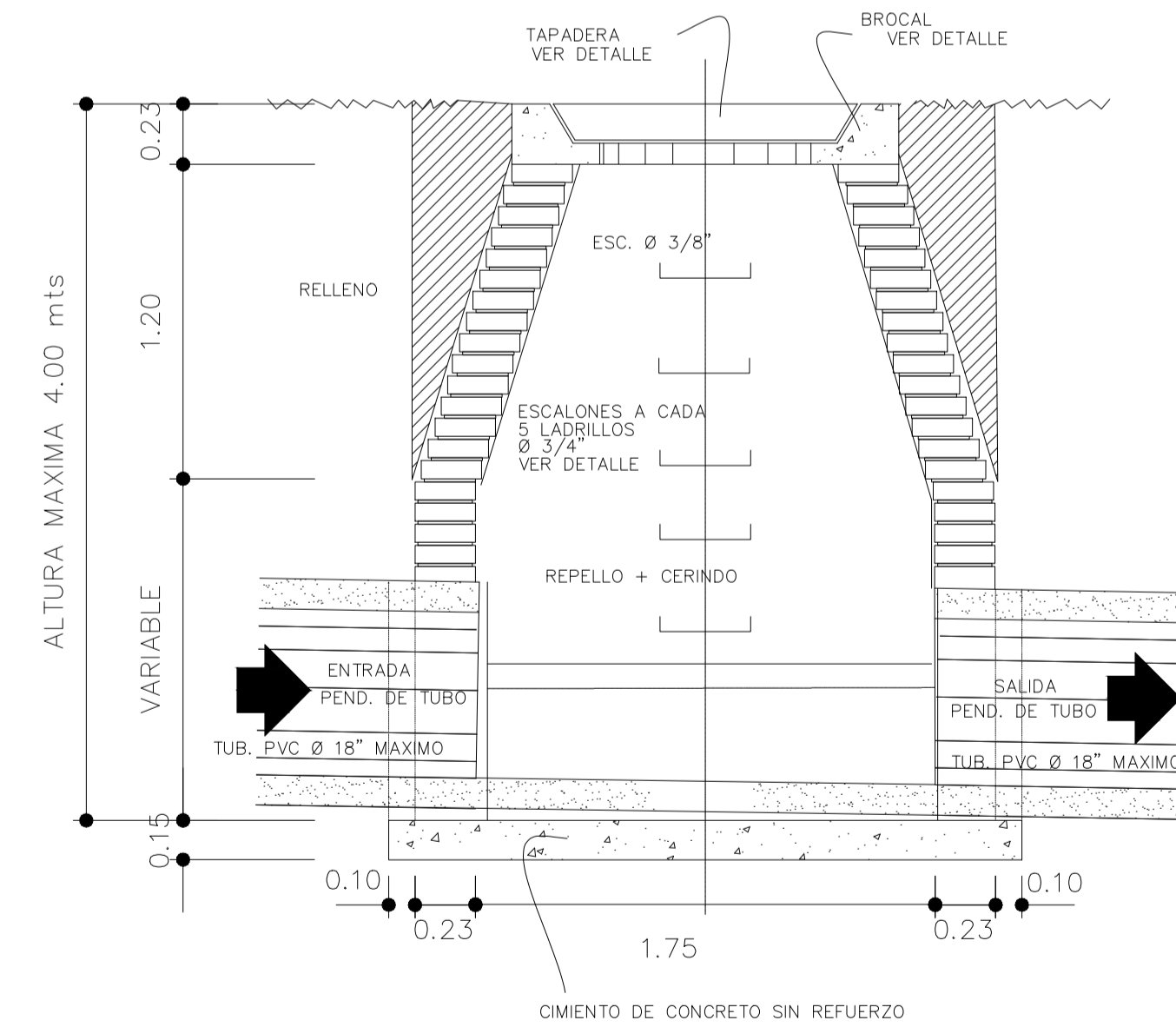
PLANTA POZO DE VISITA Ø 1.75 mts
ESCALA 1/25



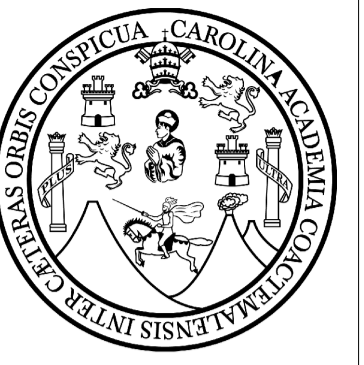
POZO DE VISITA Ø 1.50 M
ALTURA MAXIMA 4.00 mts
ESCALA 1/25



POZO DE VISITA Ø 1.50 M
ALTURA DE 4.00 A 6.00 M
ESCALA 1/25



POZO DE VISITA Ø 1.75 M
ALTURA MAXIMA 4.00 mts
ESCALA 1/25



FECHA:	FEBRERO DE 2022
ESCALA:	INDICADA
REVISO:	ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO
DISEÑO:	ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÚFAR
CALCULO:	ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÚFAR
DIBUJÓ:	ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÚFAR

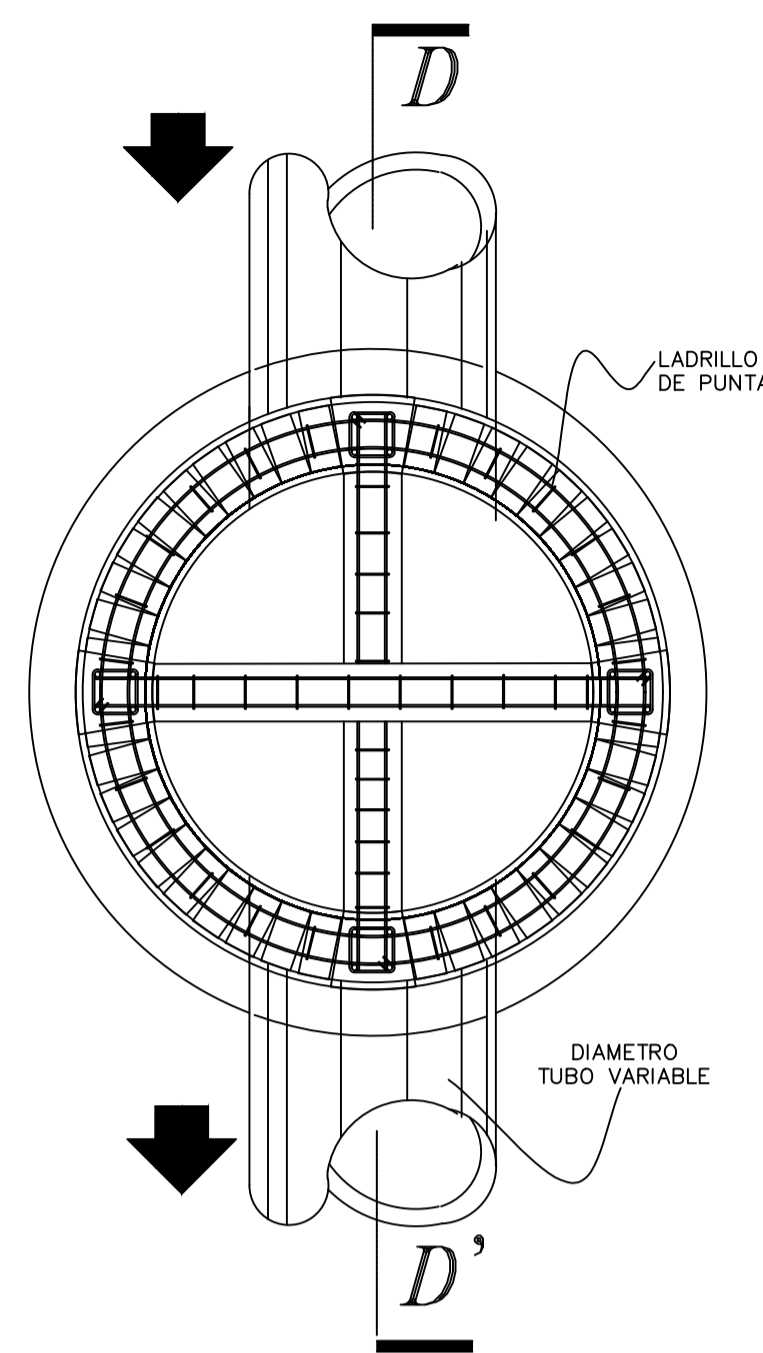
PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL EN LA CABECERA MUNICIPAL, SANTA LUCÍA MILPAS ALTAS

CONTENIDO:
DETALLE POZO DE VISITA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

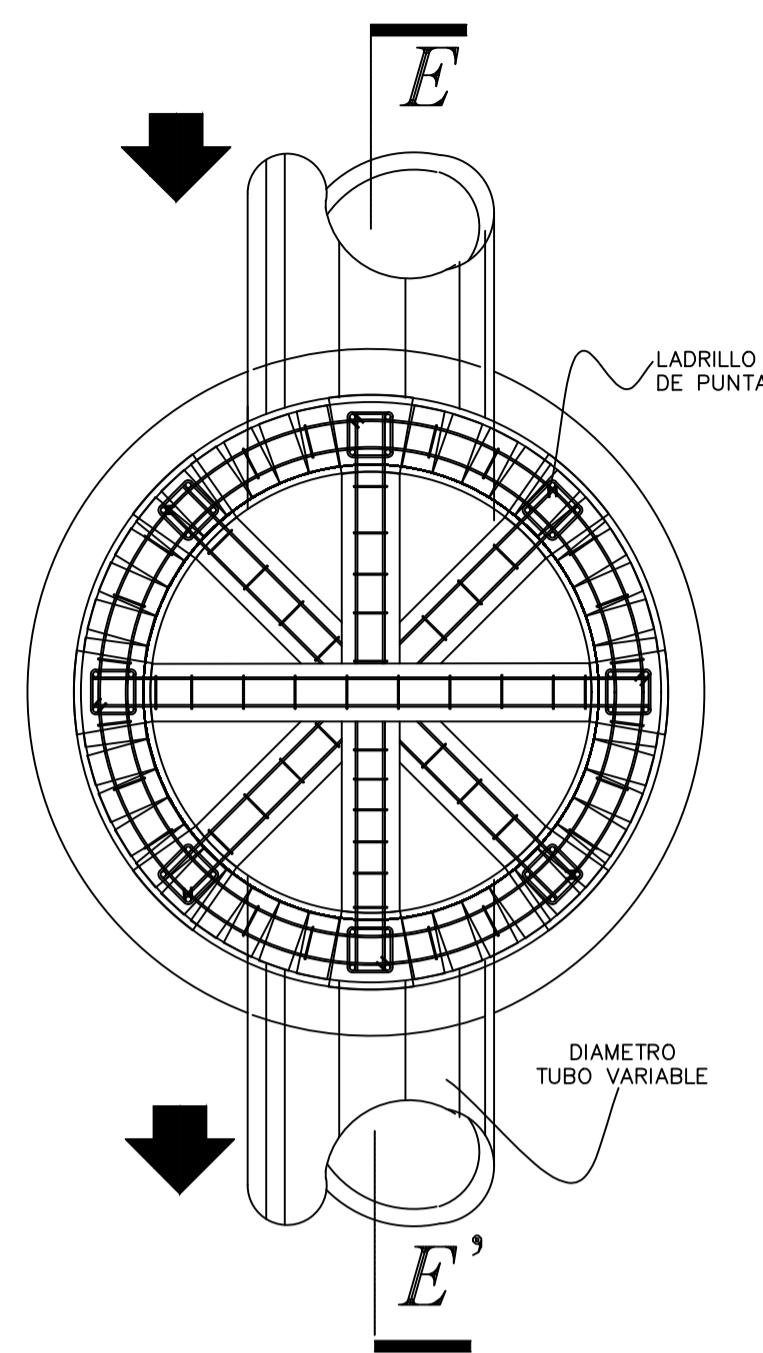
MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCÍA MILPAS ALTAS

EPS
EJERCICIO PROFESIONAL SUERVISADO



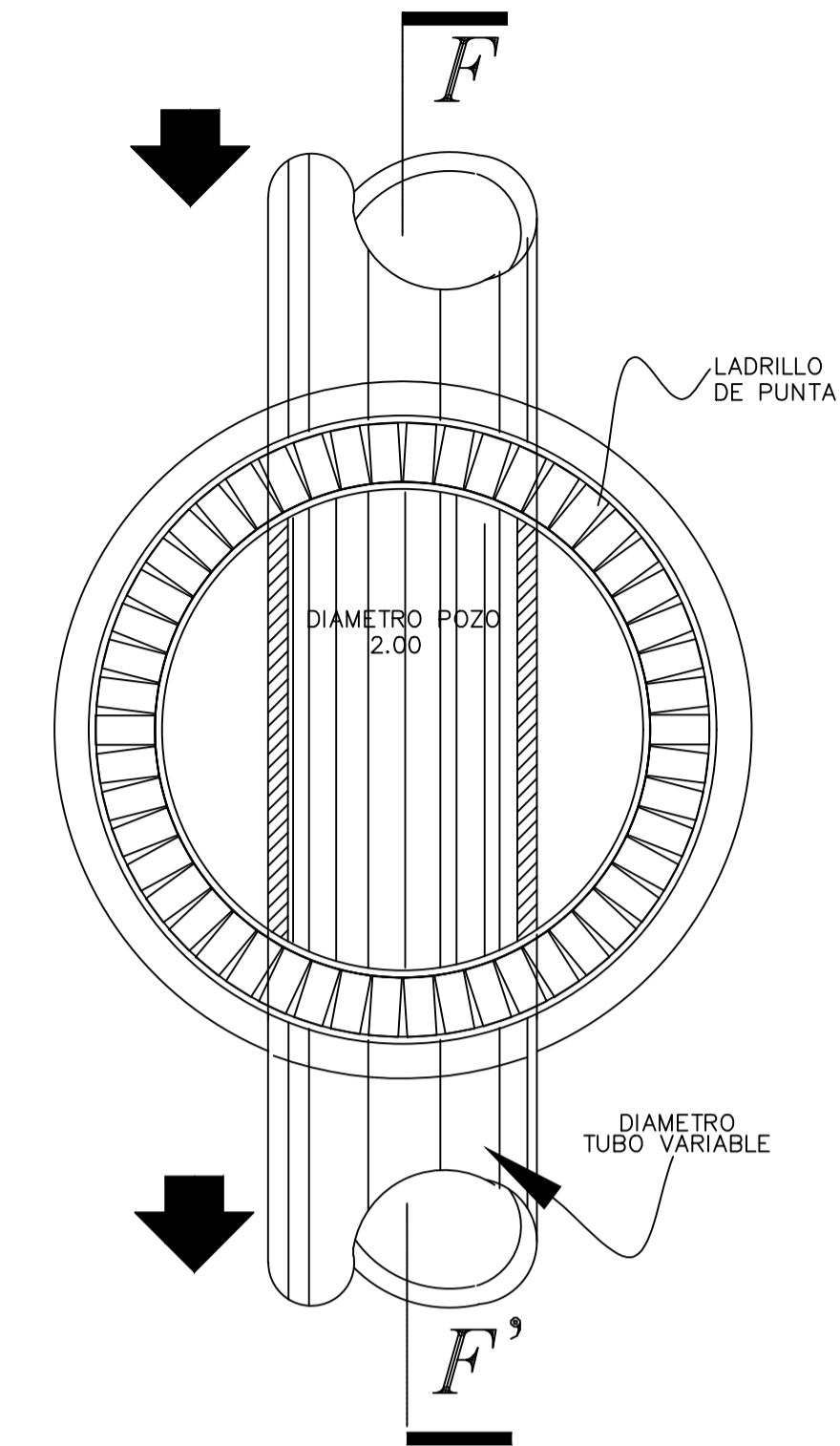
PLANTA POZO DE VISITA Ø 1.75 mts

ESCALA 1/30



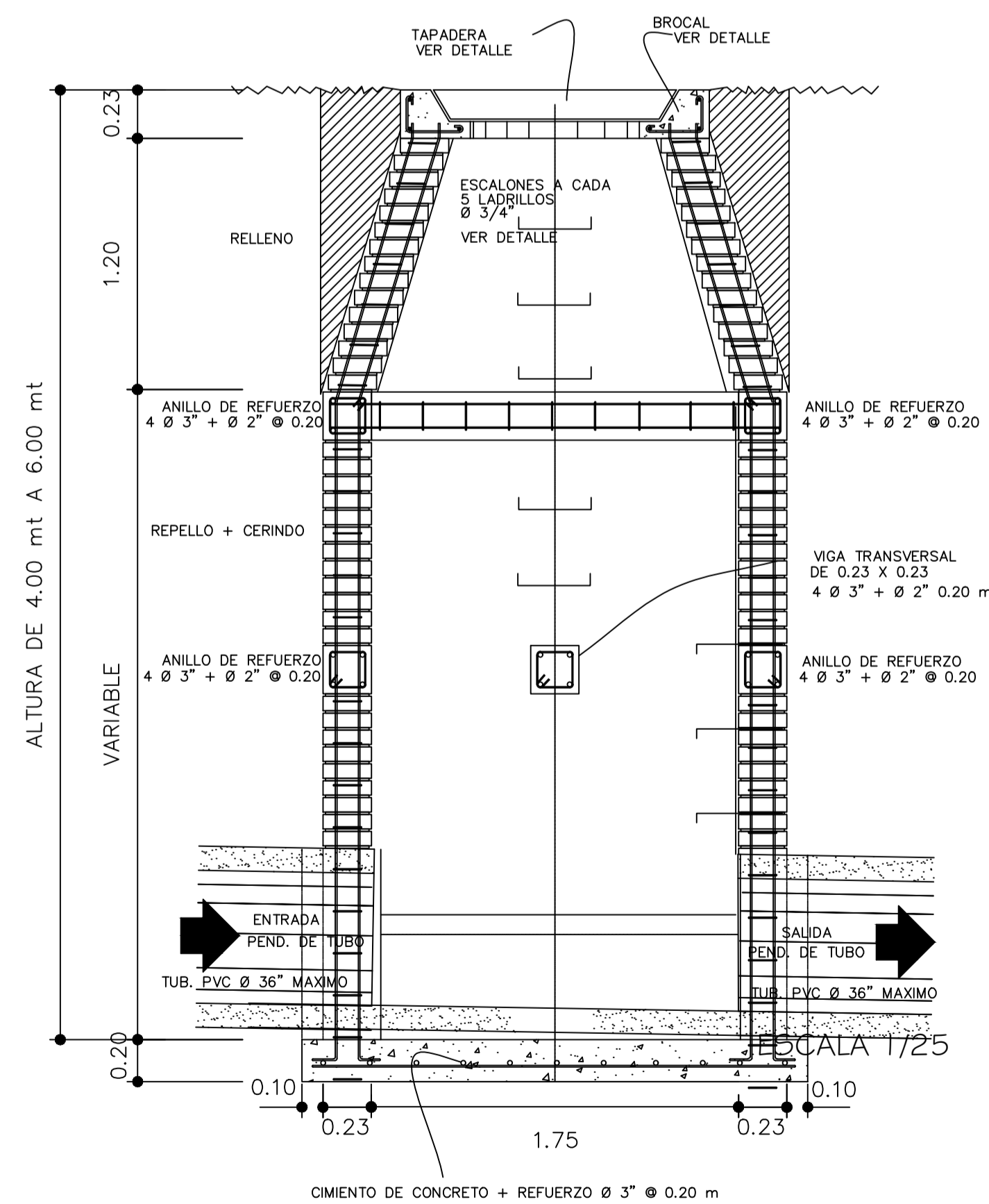
PLANTA POZO DE VISITA Ø 1.75 mts

ESCALA 1/30



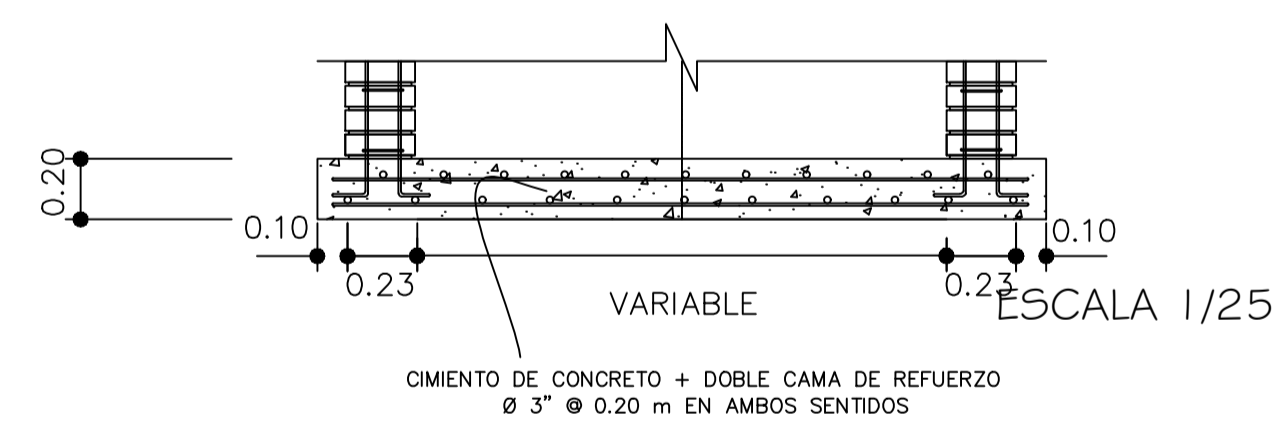
PLANTA POZO DE VISITA Ø 2.00 mts

ESCALA 1/30



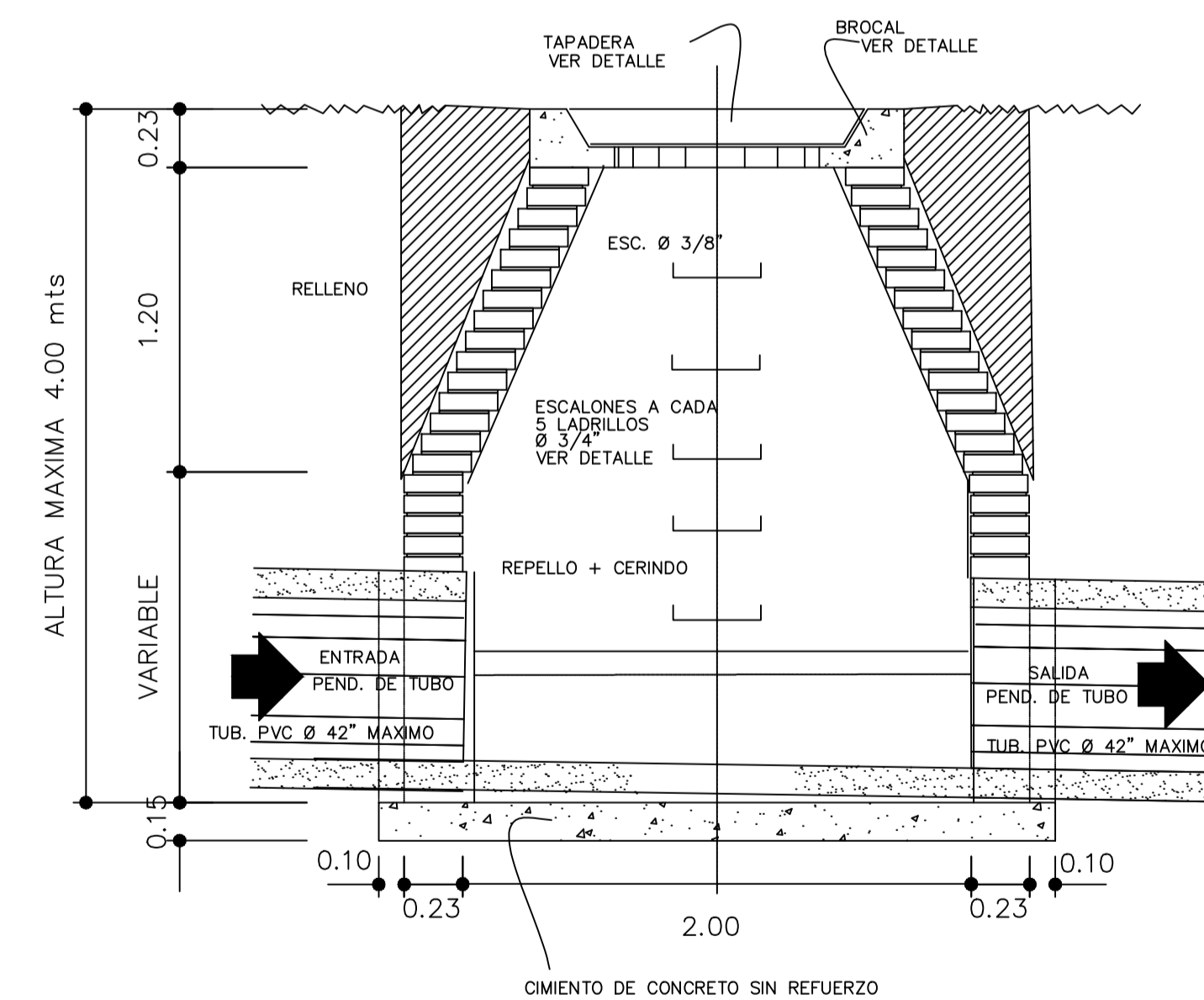
POZO DE VISITA Ø 1.75 M
ALTURA DE 4.00 A 6.00 M

ESCALA 1/25



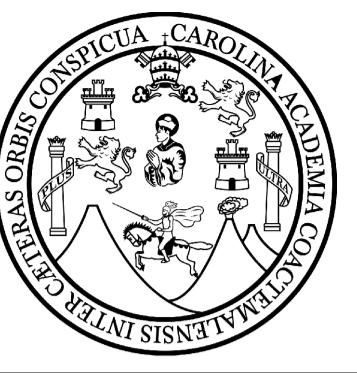
CIMIENTO PARA POZO DE VISITA
CON ALTURA MAYOR A 6.00 m

ESCALA 1/25



POZO DE VISITA Ø 2.00 mts
ALTURA MAXIMA 4.00 mts

ESCALA 1/25

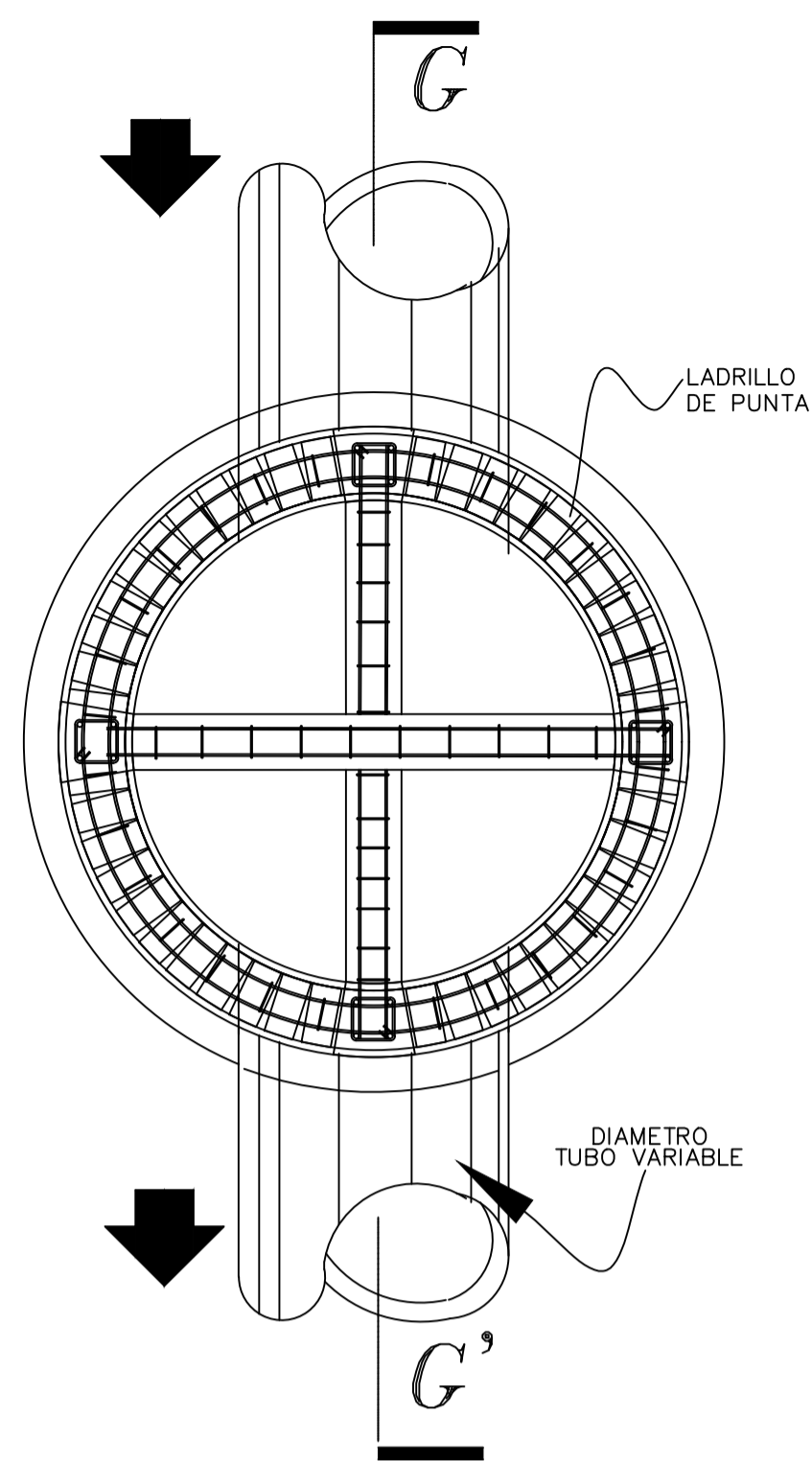


FECHA:	FEBRERO DE 2022
ESCALA:	INDICADA
REVISÓ:	ING. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO
DISEÑO:	ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÓFAR
CALCULÓ:	ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÓFAR
DIBUJÓ:	ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÓFAR

PROYECTO:	DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL EN LA CABECERA MUNICIPAL, SANTA LUCIA MILPAS ALTAS
CONTENIDO:	DETALLE POZO DE VISITA

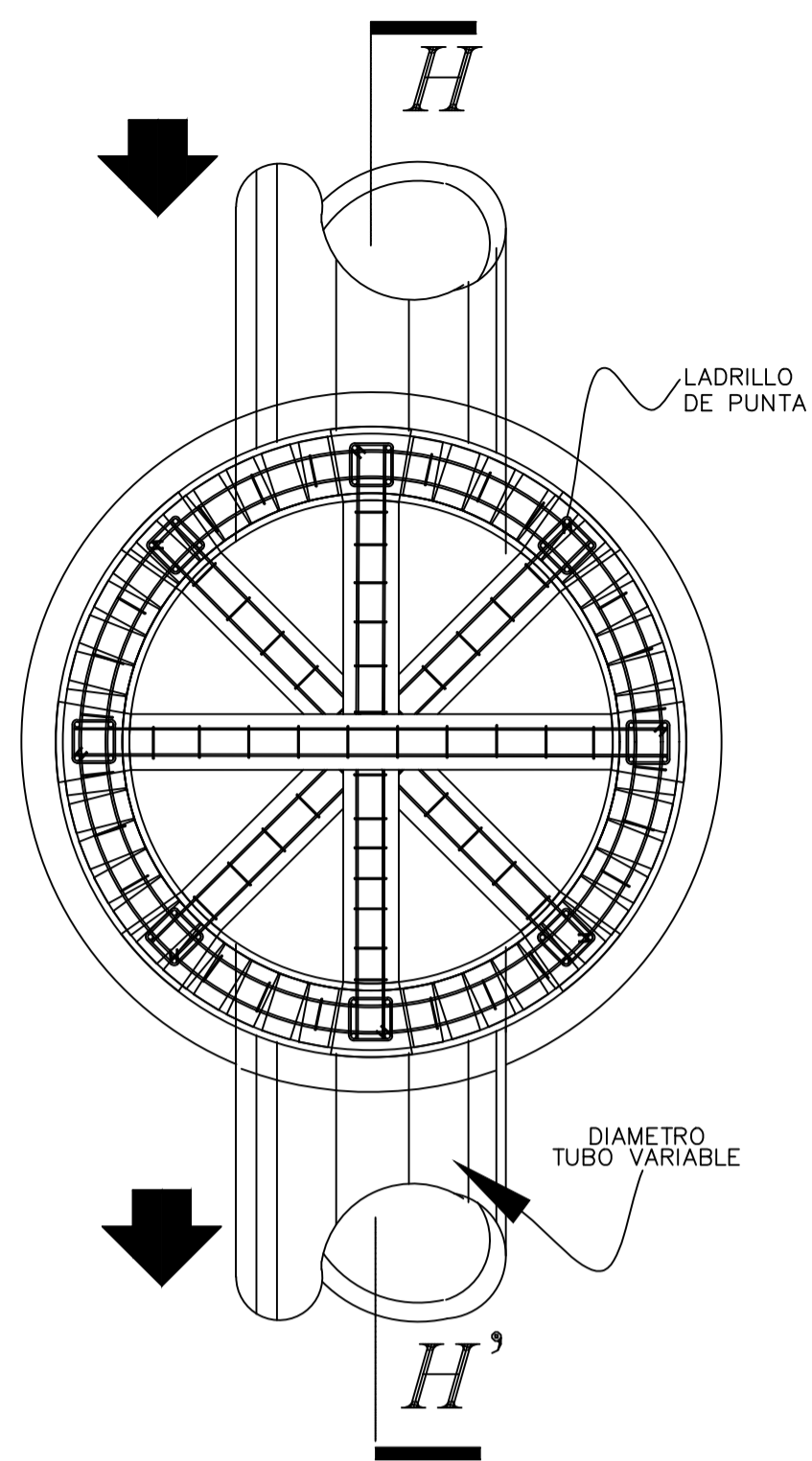
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCIA MILPAS ALTAS
--	---

EPS
EJERCICIO PROFESIONAL SUERVISADO



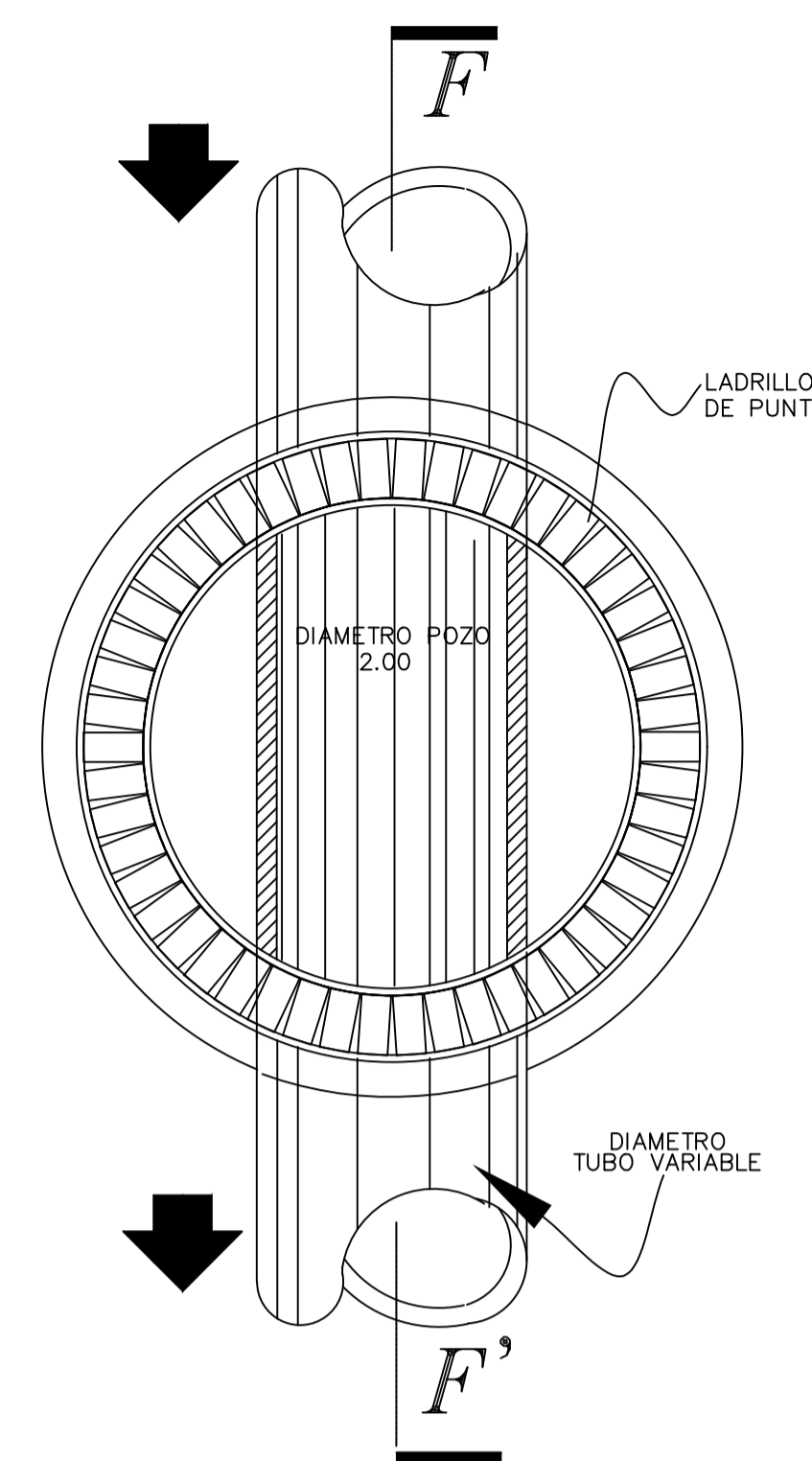
PLANTA POZO DE VISITA Ø 2.00 mts

ESCALA 1/30



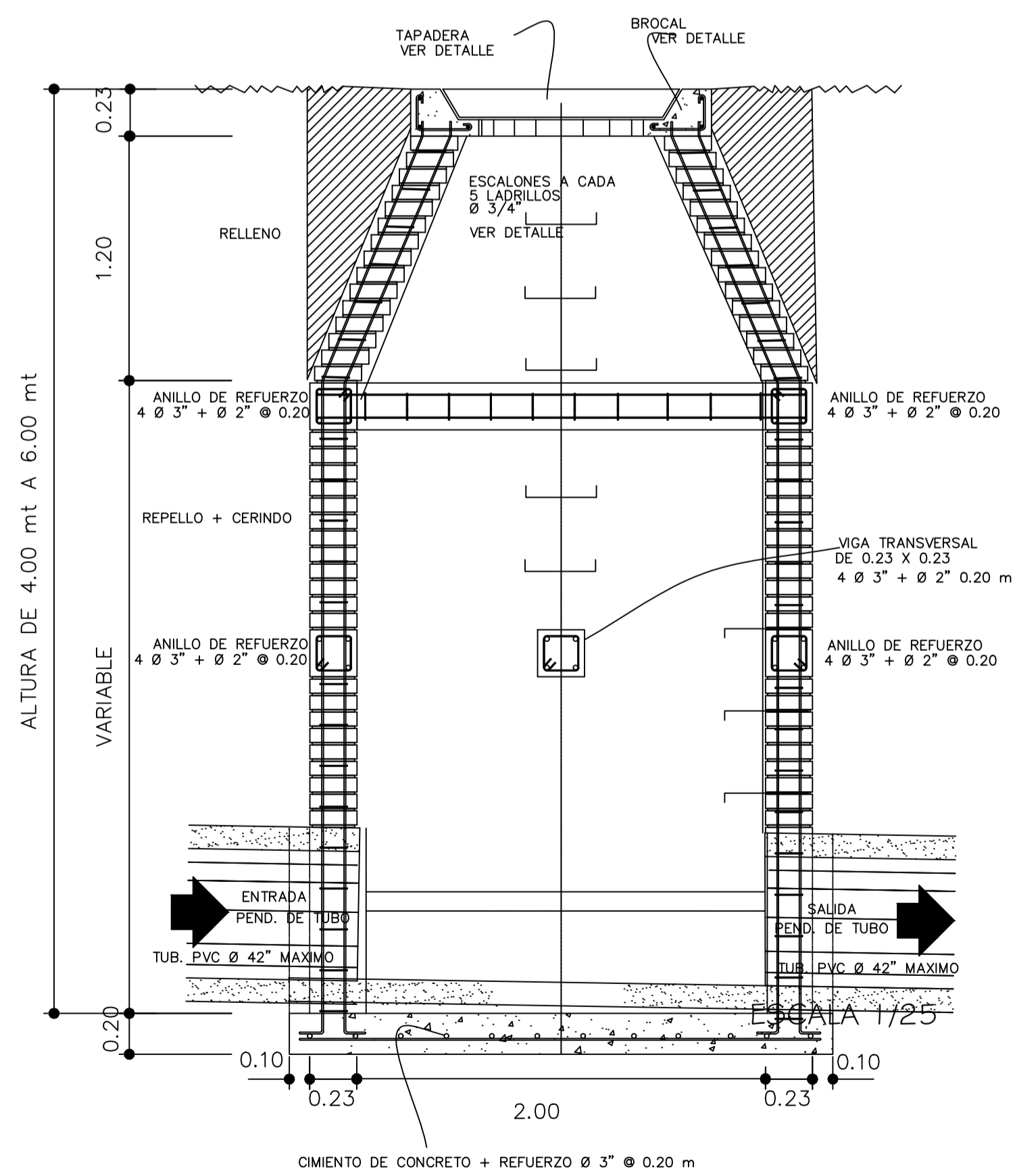
PLANTA POZO DE VISITA Ø 2.00 mts

ESCALA 1/30



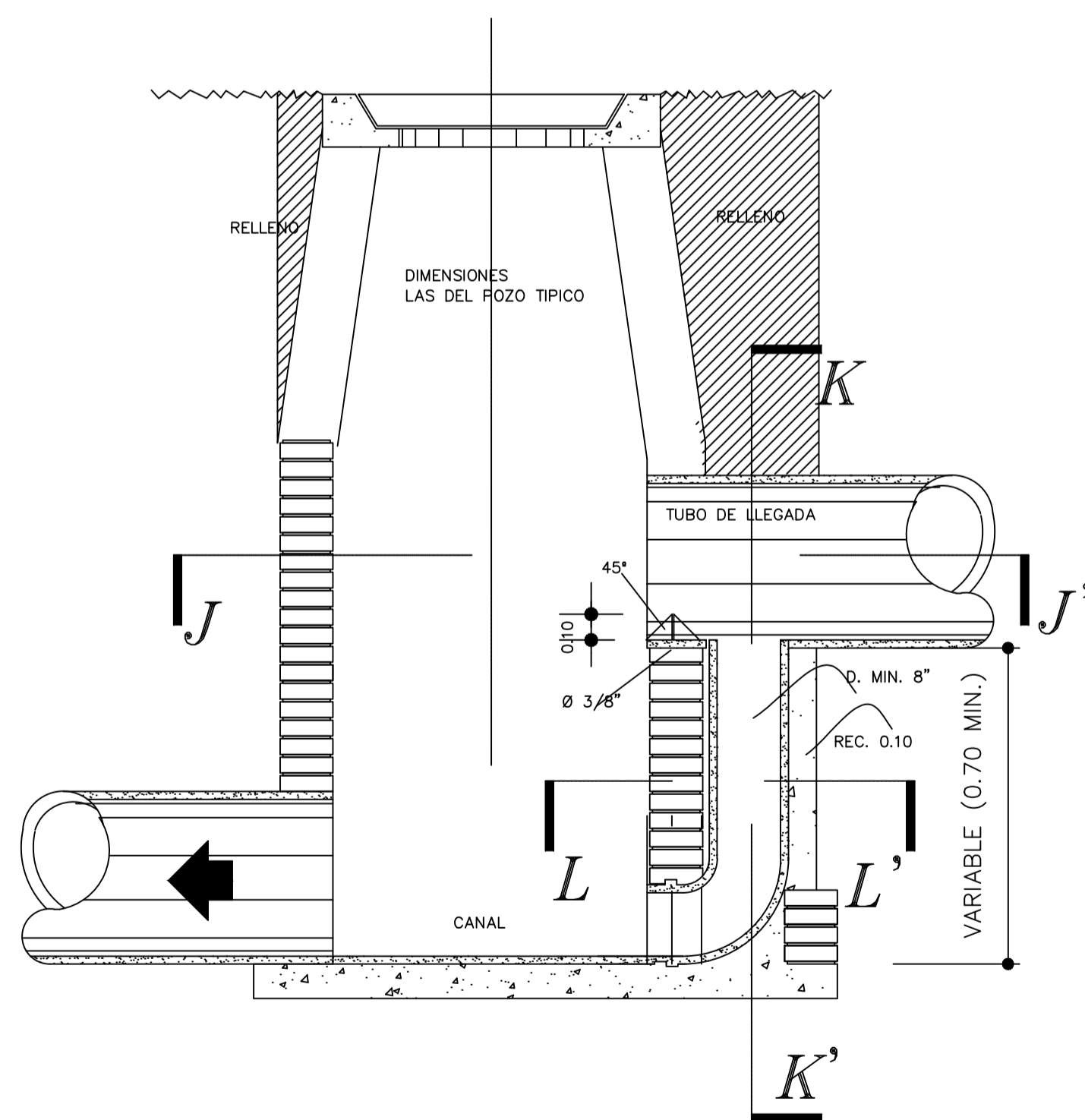
PLANTA POZO DE VISITA Ø 2.00 mts

ESCALA 1/30



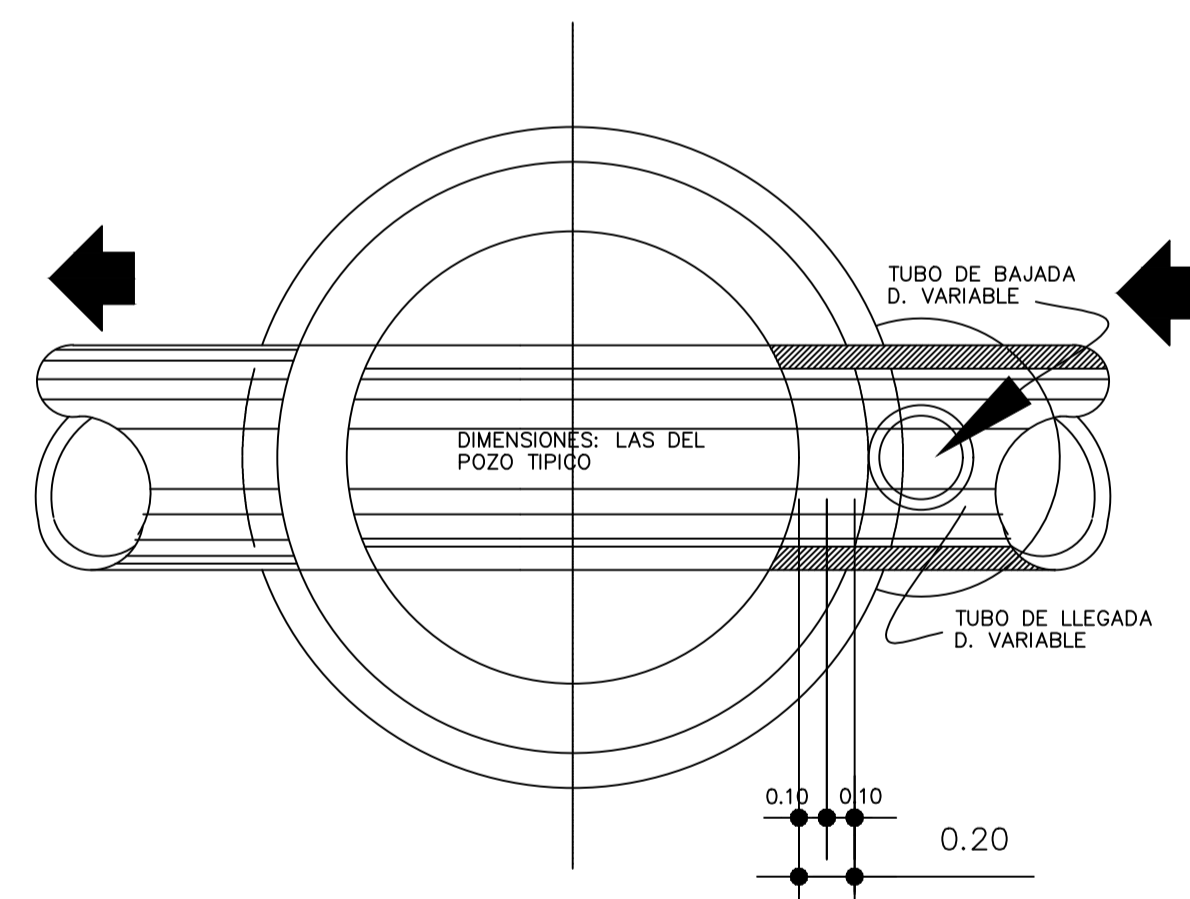
POZO DE VISITA Ø 2.00 mts
ALTURA DE 4.00 A 6.00 mts

ESCALA 1/25



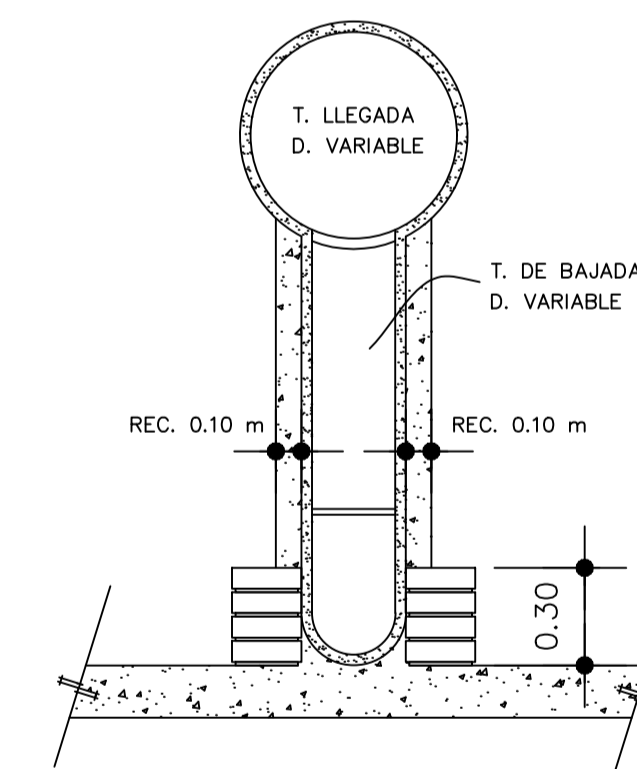
DETALLE DE POZO
CON CAIDA MAYOR DE 0.70m.

ESCALA 1/25



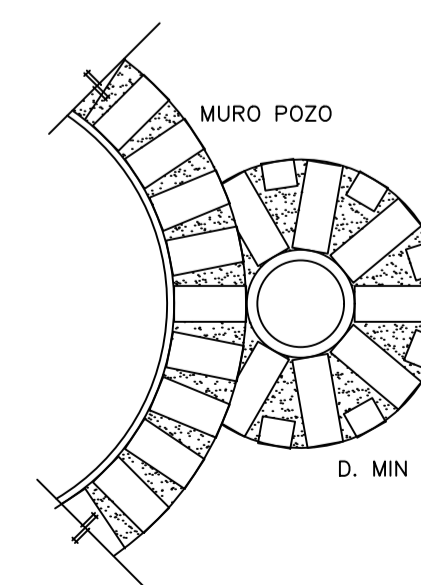
PLANTA J-J'

ESCALA 1/25



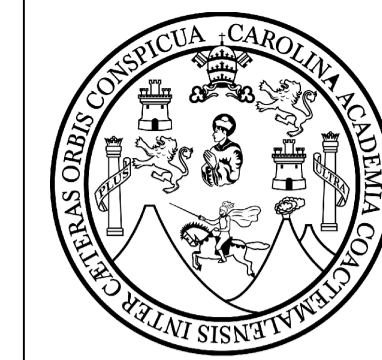
SECCION K-K'

ESCALA 1/25



SECCION L-L'

ESCALA 1/10



FECHA:	FEBRERO DE 2022
ESCALA:	INDICADA
REVISO:	ING. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO
DISEÑO:	ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÓFAR
CALCULO:	ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÓFAR
DIBUJÓ:	ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÓFAR

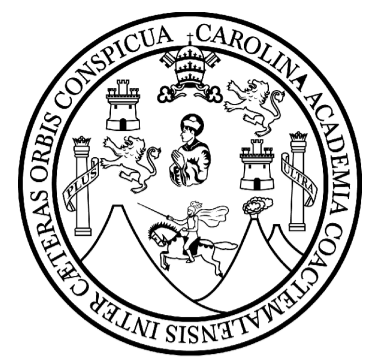
PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL EN LA CABECERA MUNICIPAL, SANTA LUCIA MILPAS ALTAS

CONTENIDO:
DETALLE POZO DE VISITA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCIA MILPAS ALTAS

EPS
EJERCICIO PROFESIONAL SUERVISADO

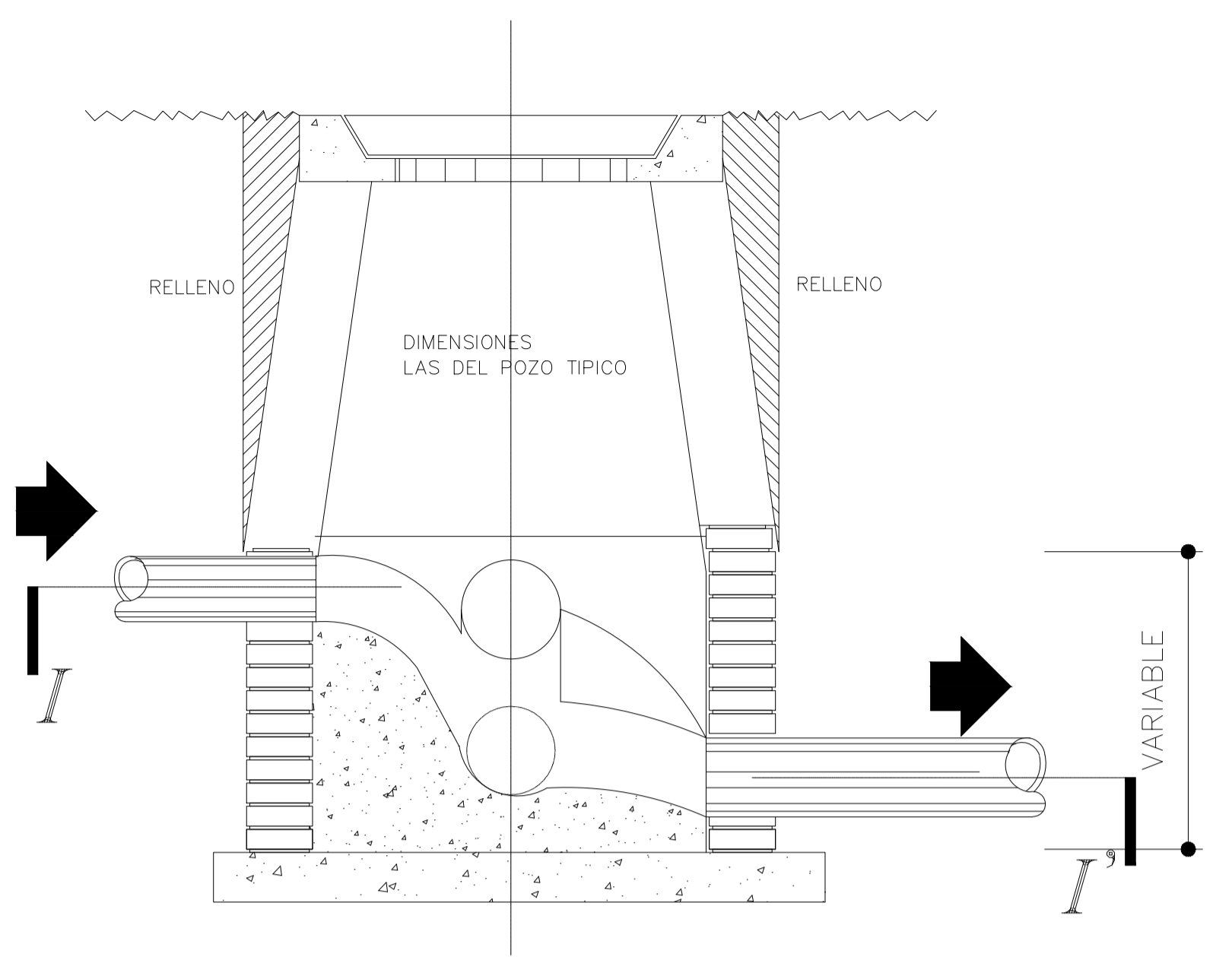


FECHA:	FEBRERO DE 2022
ESCALA:	INDICADA
REVISOR:	ING. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO
DISEÑO:	ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÓFAR
CALCULO:	ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÓFAR
DIBUJÓ:	ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÓFAR

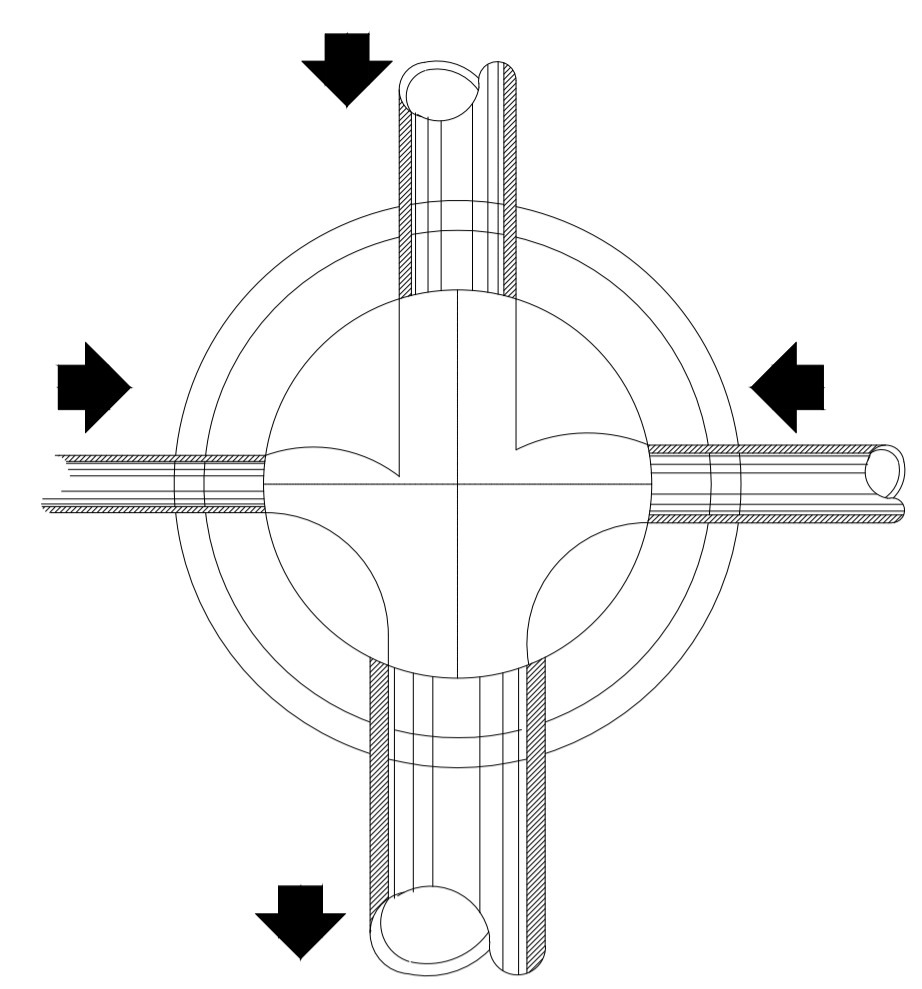
PROYECTO:	DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL EN LA CABECERA MUNICIPAL, SANTA LUCIA MILPAS ALTAS
CONTENIDO:	DETALLE POZO DE VISITA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCIA MILPAS ALTAS
--	---

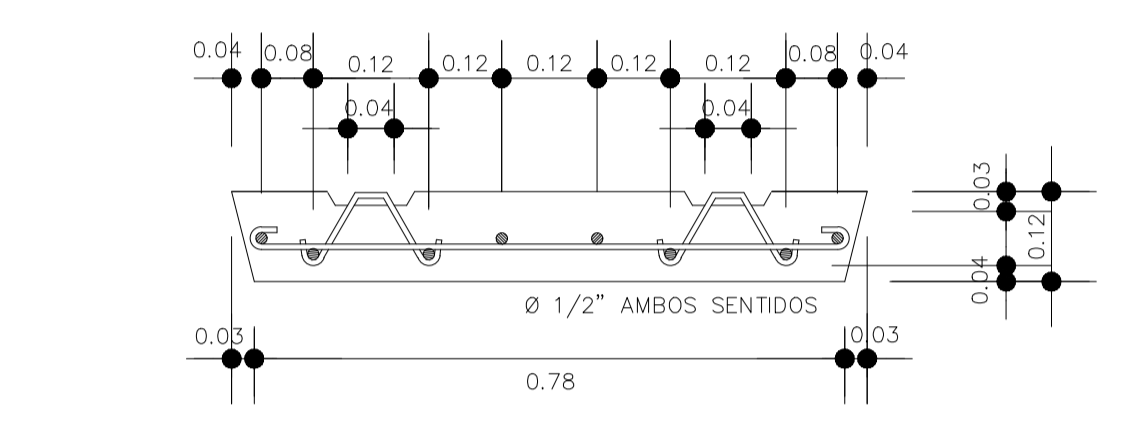
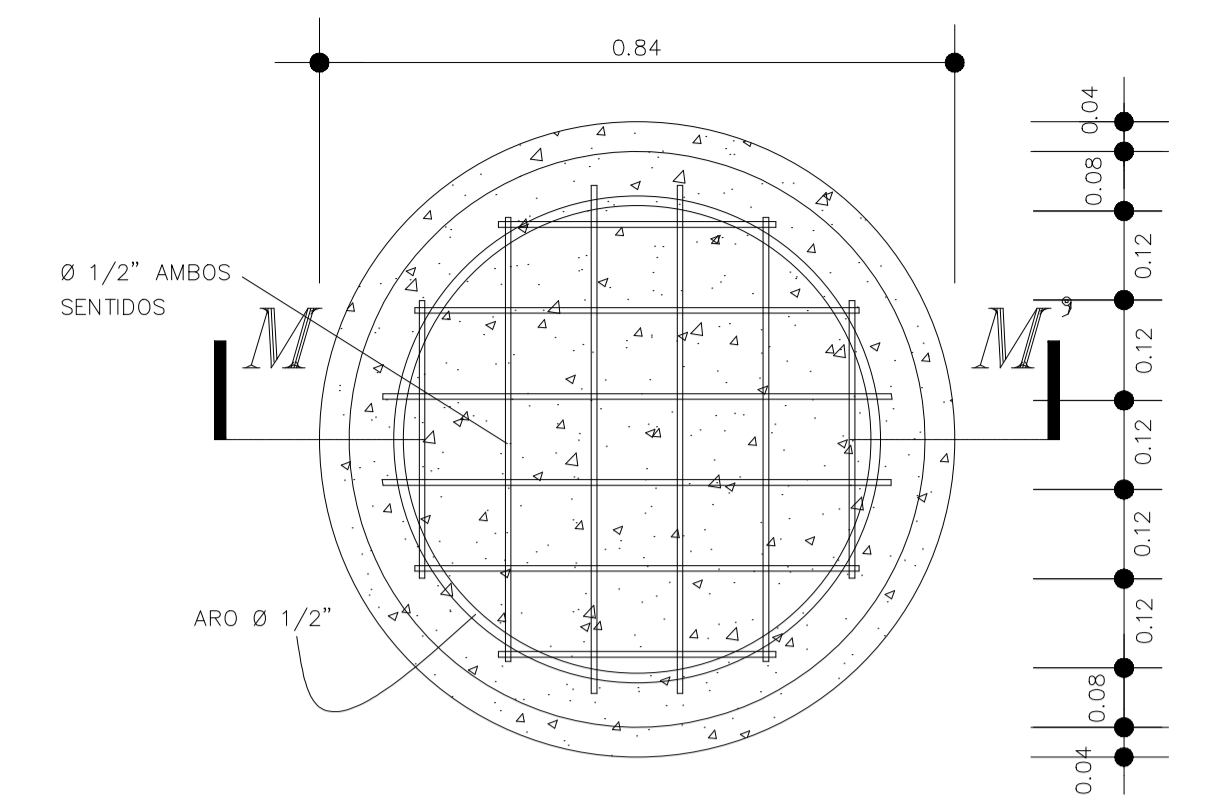
EPS EJERCICIO PROFESIONAL SUERVISADO	
H O J A	27 / 32



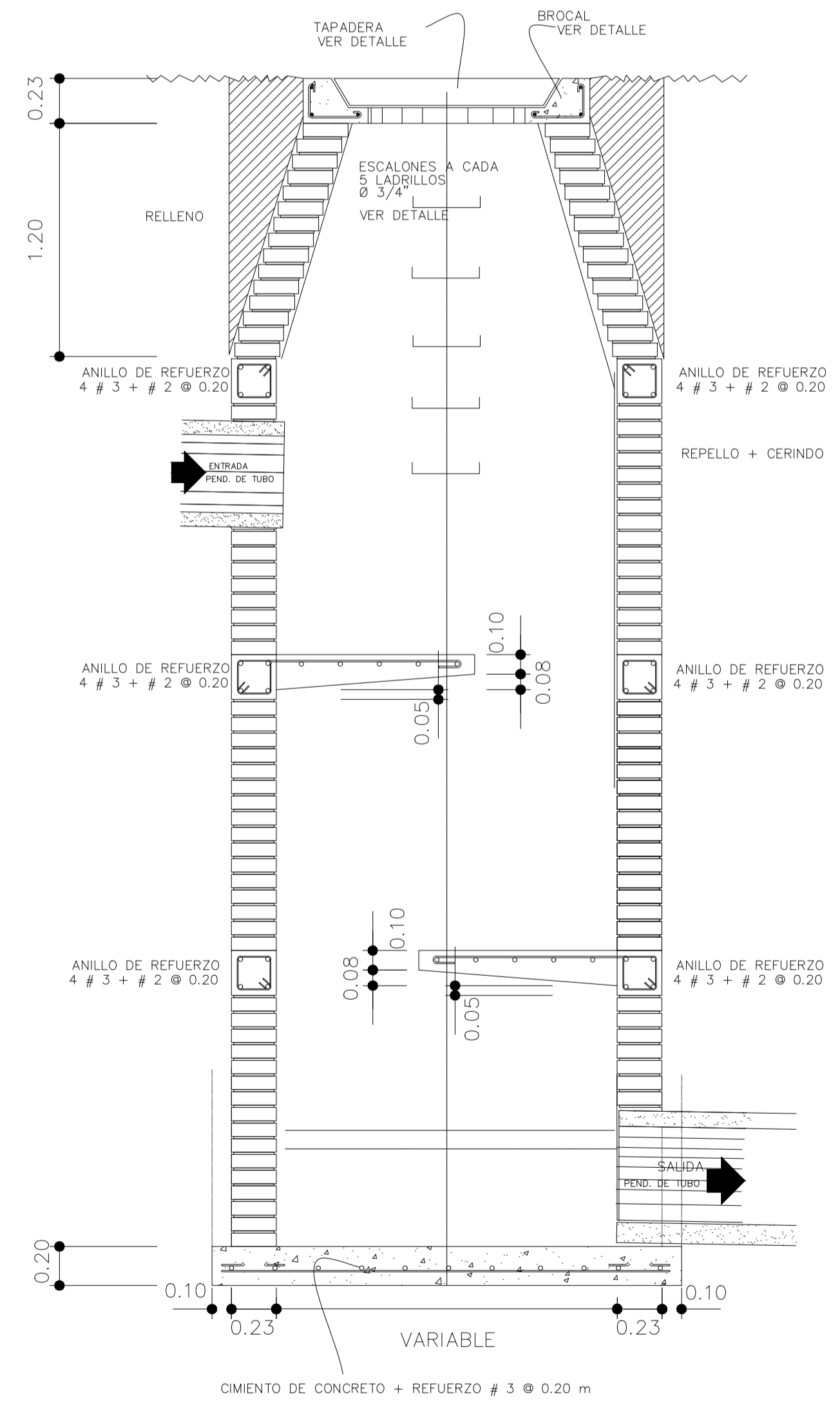
DETALLE DE POZO CON 3 ENTRADAS
ESCALA 1/20



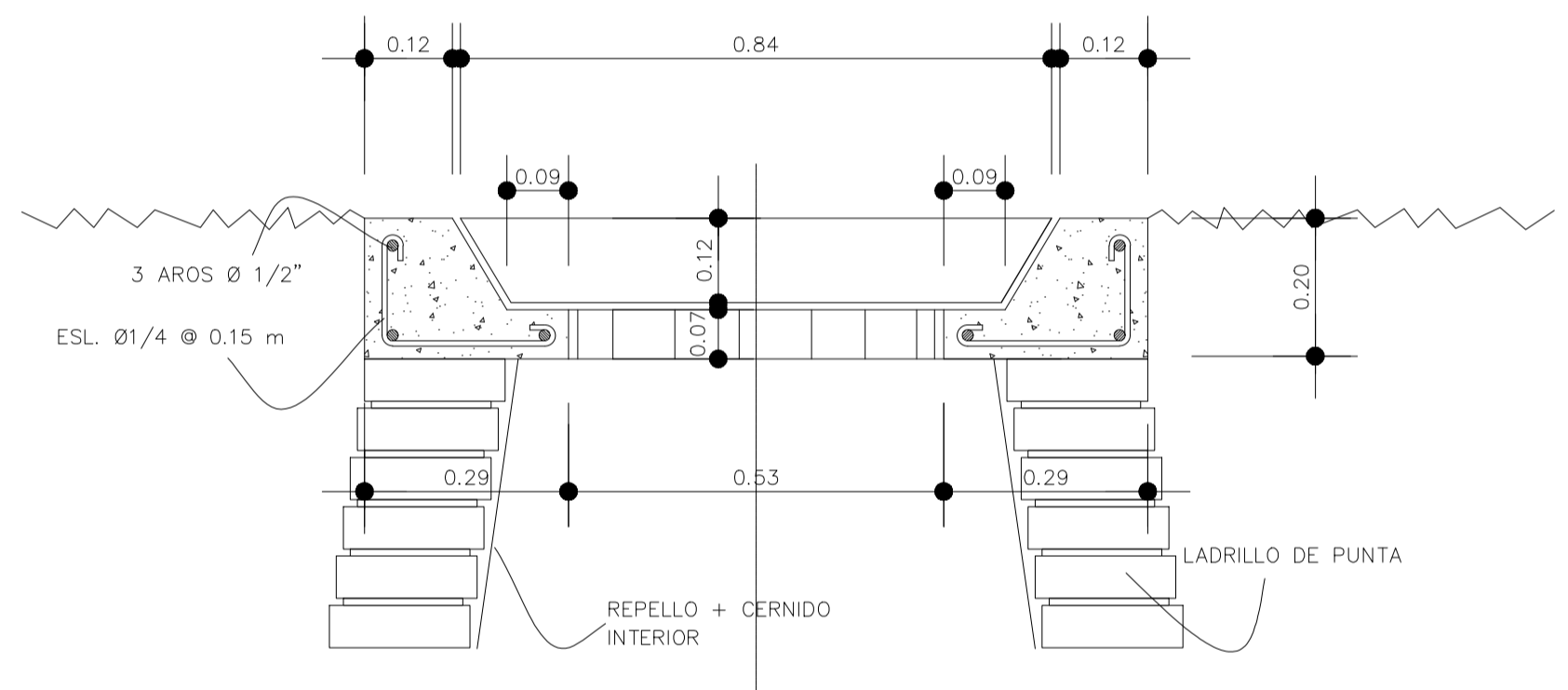
PLANTA I-I'
ESCALA 1/20



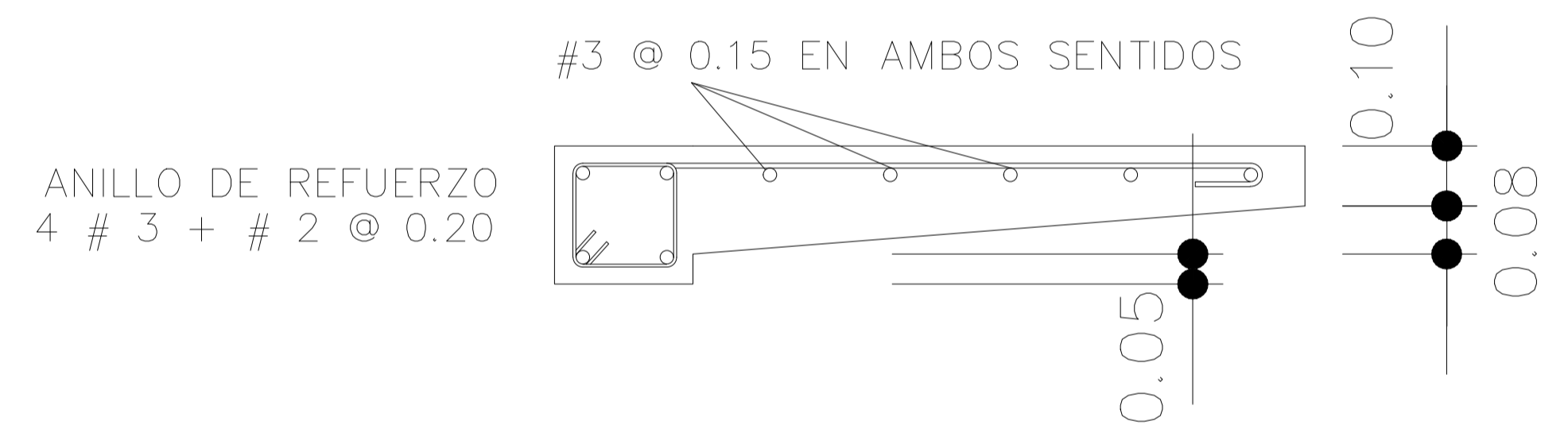
TAPADERA POZO, PLANTA + SECCION M-M'
ESCALA 1/10



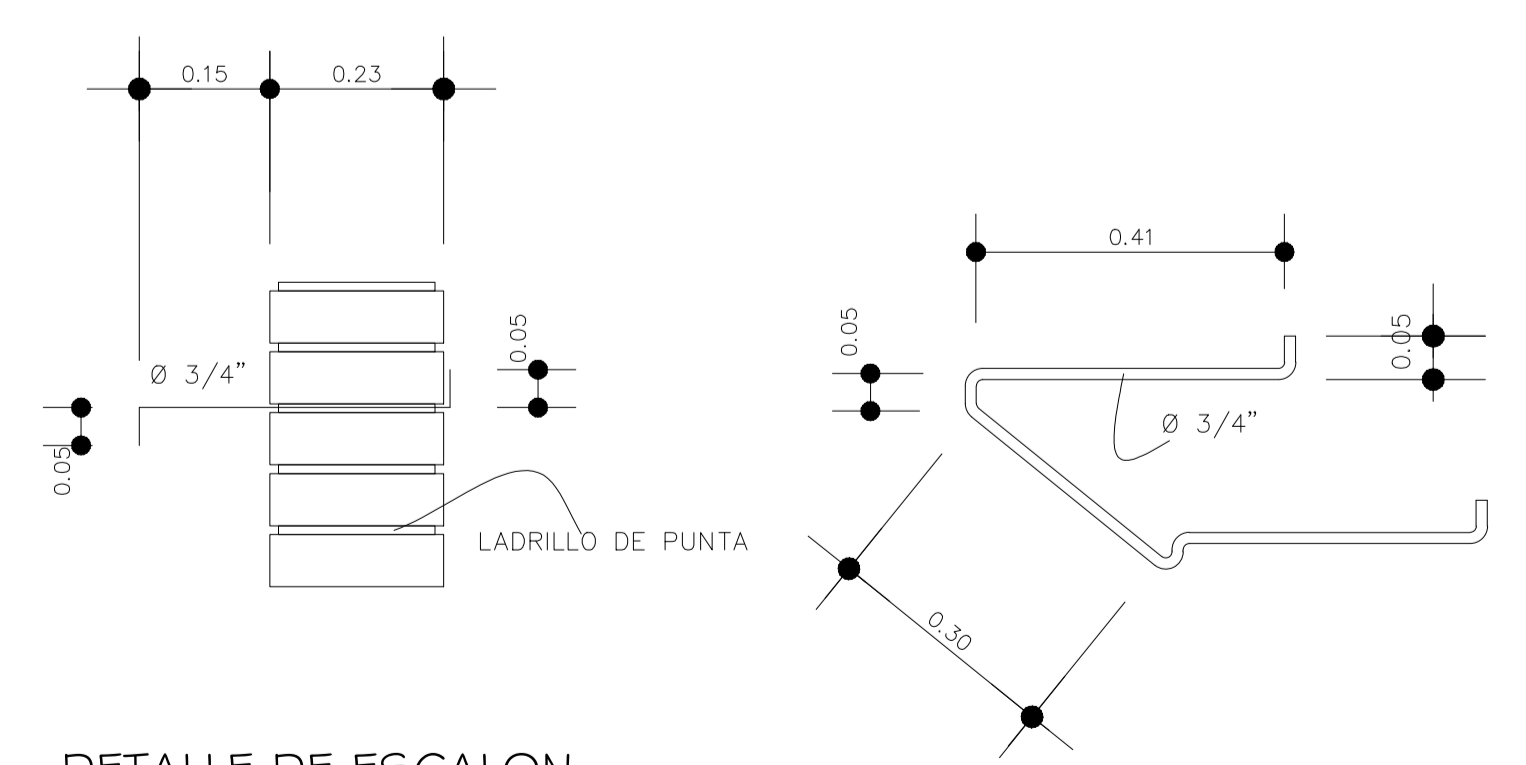
POZO DE VISITA CON BANDEJAS
ESCALA 1/25



DETALLE DE BROCAL POZO
ESCALA 1/10



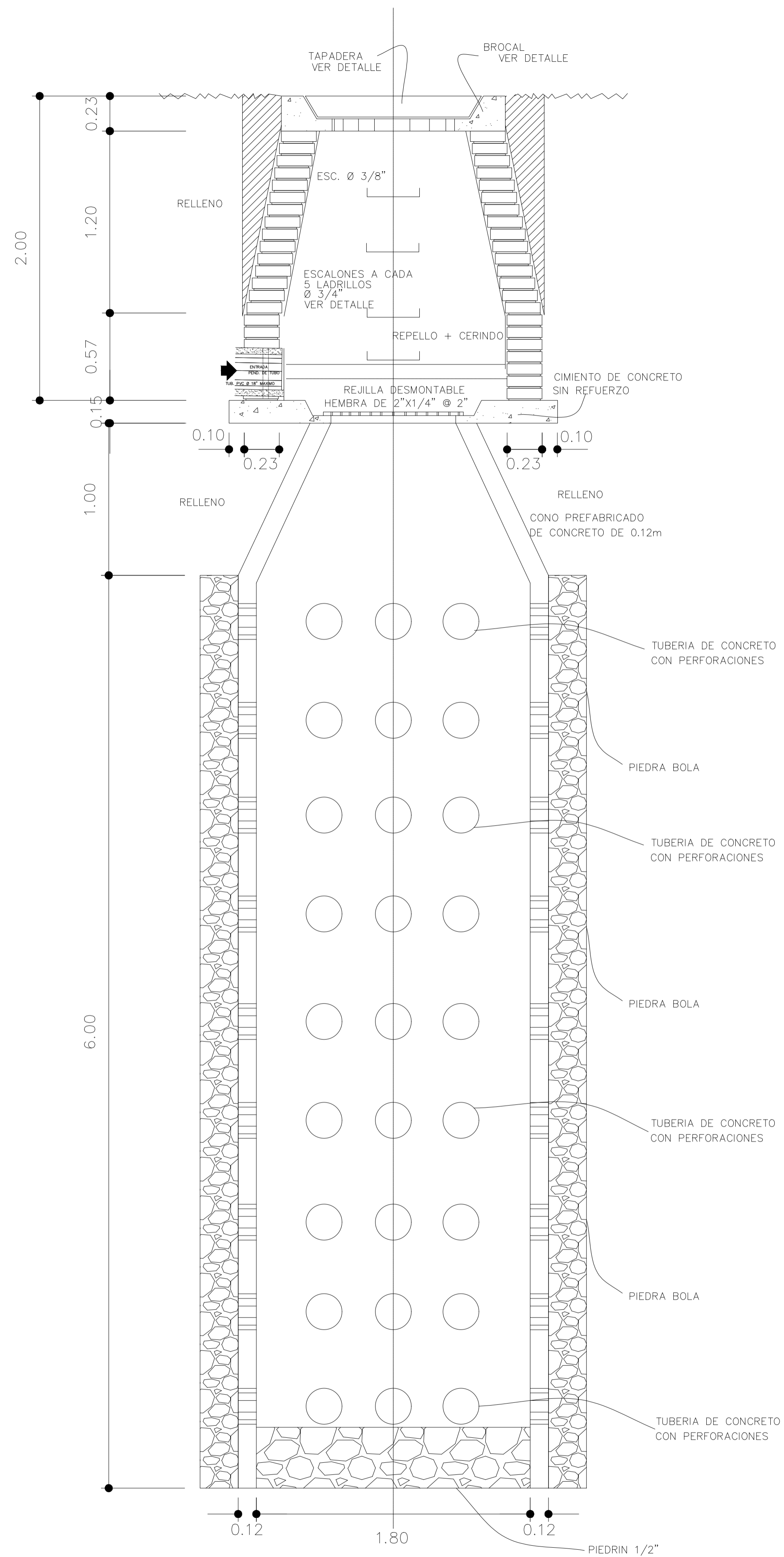
DETALLE DE PANTALLA
ESCALA 1/10



DETALLE DE ESCALON
ESCALA 1/10

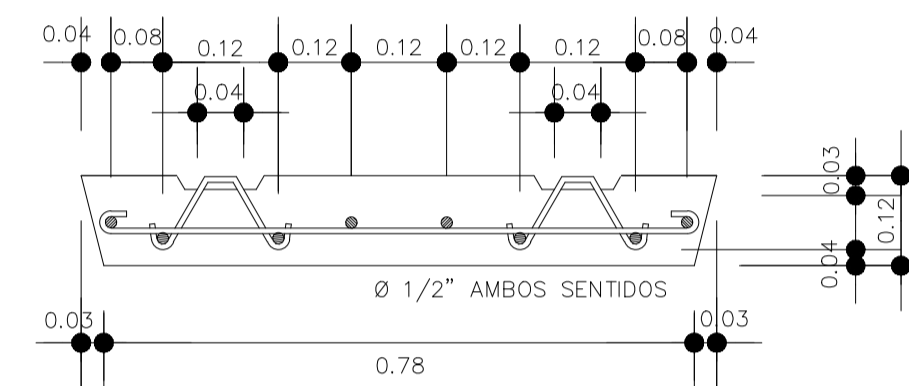
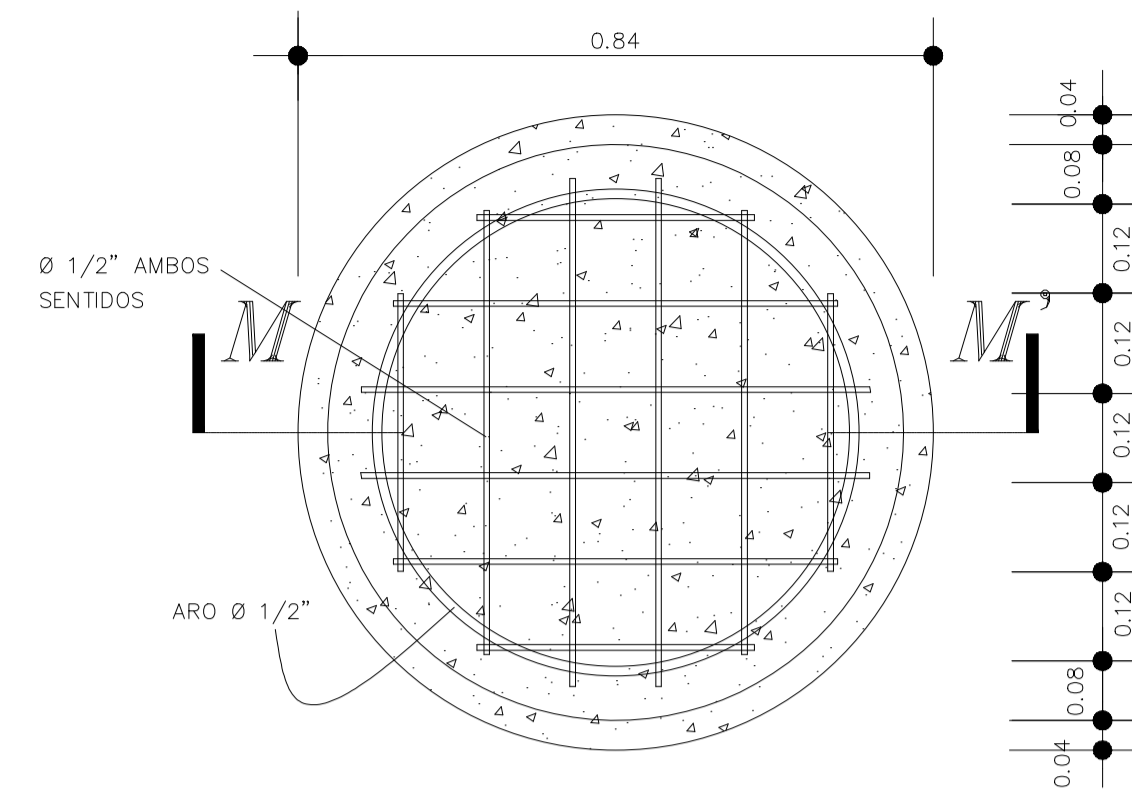
ESPECIFICACIONES

1. LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DE VISITA DEBERAN IDENTIFICARSE CON LA NOMENCLATURA DEL PLANO DE RED GENERAL.
2. EL CONCRETO DEBERA TENER UN $F_c' = 3000$ PSI PROPORCION 1:2:3 (CEMENTO, ARENA DE RIO Y PIEDRIN).
3. EL MORTERO DEBERA SER DE CEMENTO Y ARENA DE RIO CON PROPORCION 1:3.
4. LOS BROCALES Y LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DEBERAN USARSE SEGUN ESPECIFICACIONES A.C.I. ANTES DE SU INSTALACION.
5. EL ACERO A UTILIZAR SERA GRADO 40 $F_y = 2800$ Kg/cm².
6. ESFUERZO MINIMO DEL LADRILLO $F'm = 50$ Kg/cm².
7. LA TUBERIA DE CAIDA EN POZOS PARA COLECTORES HASTA DE 24" SERA DE 8", PARA COLECTORES MAYORES DE 24" SERA DE 12".



**POZO DE VISITA PV22
+ POZO DE ABSORCION**

ESCALA 1/20

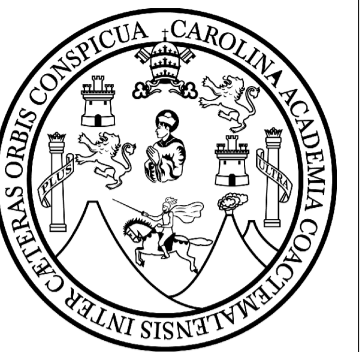


TAPADERA POZO, PLANTA + SECCION M-M'

ESCALA 1/10

ESPECIFICACIONES

1. LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DE VISITA DEBERAN IDENTIFICARSE CON LA NOMENCLATURA DEL PLANO DE RED GENERAL.
2. EL CONCRETO DEBERA TENER UN $F_c' = 3000$ PSI PROPORCION 1:2:3 (CEMENTO, ARENA DE RIO Y PIEDRIN).
3. EL MORTERO DEBERA SER DE CEMENTO Y ARENA DE RIO CON PROPORCION 1:3.
4. LOS BROCALES Y LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DEBERAN USARSE SEGUN ESPECIFICACIONES A.C.I. ANTES DE SU INSTALACION.
5. EL ACERO A UTILIZAR SERA GRADO 40 $F_y = 2800$ Kg/cm².
6. ESFUERZO MINIMO DEL LADRILLO $F'm = 50$ Kg/cm².



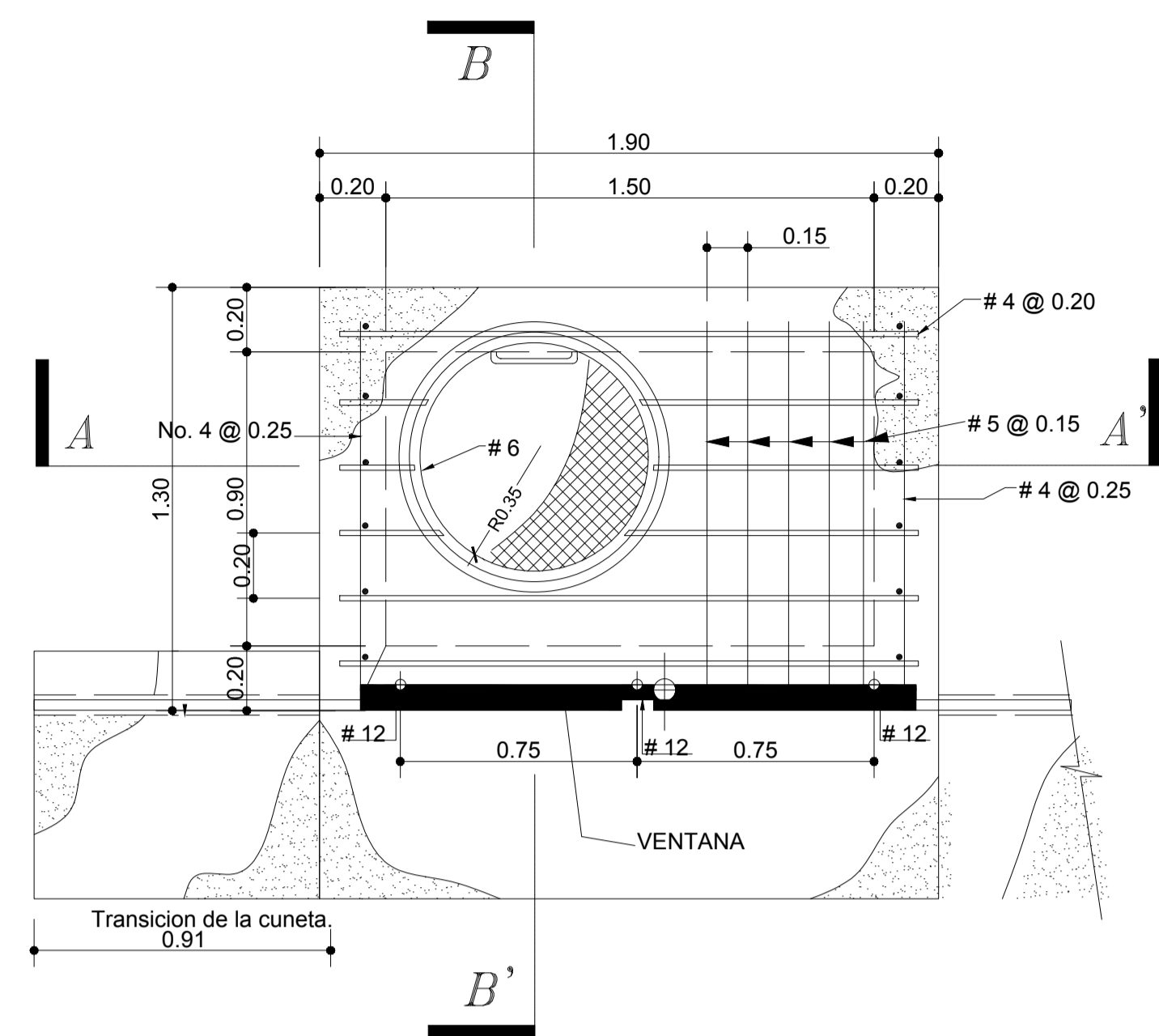
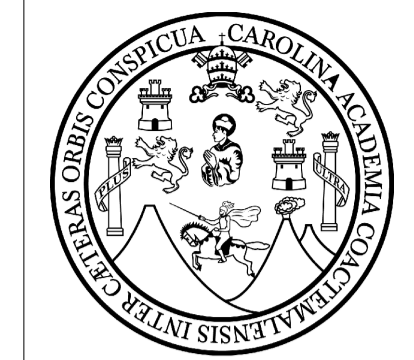
FECHA:	FEBRERO DE 2022
ESCALA:	INDICADA
REVISO:	ING. SILVIO JOSE RODRIGUEZ SERRANO
DISEÑO:	ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTUFAR
CALCULO:	ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTUFAR
DIBUJO:	ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTUFAR

PROYECTO:	DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL EN LA CABECERA MUNICIPAL, SANTA LUCIA MILPAS ALTAS
CONTENIDO:	DETALLE POZO DE ABSORCION

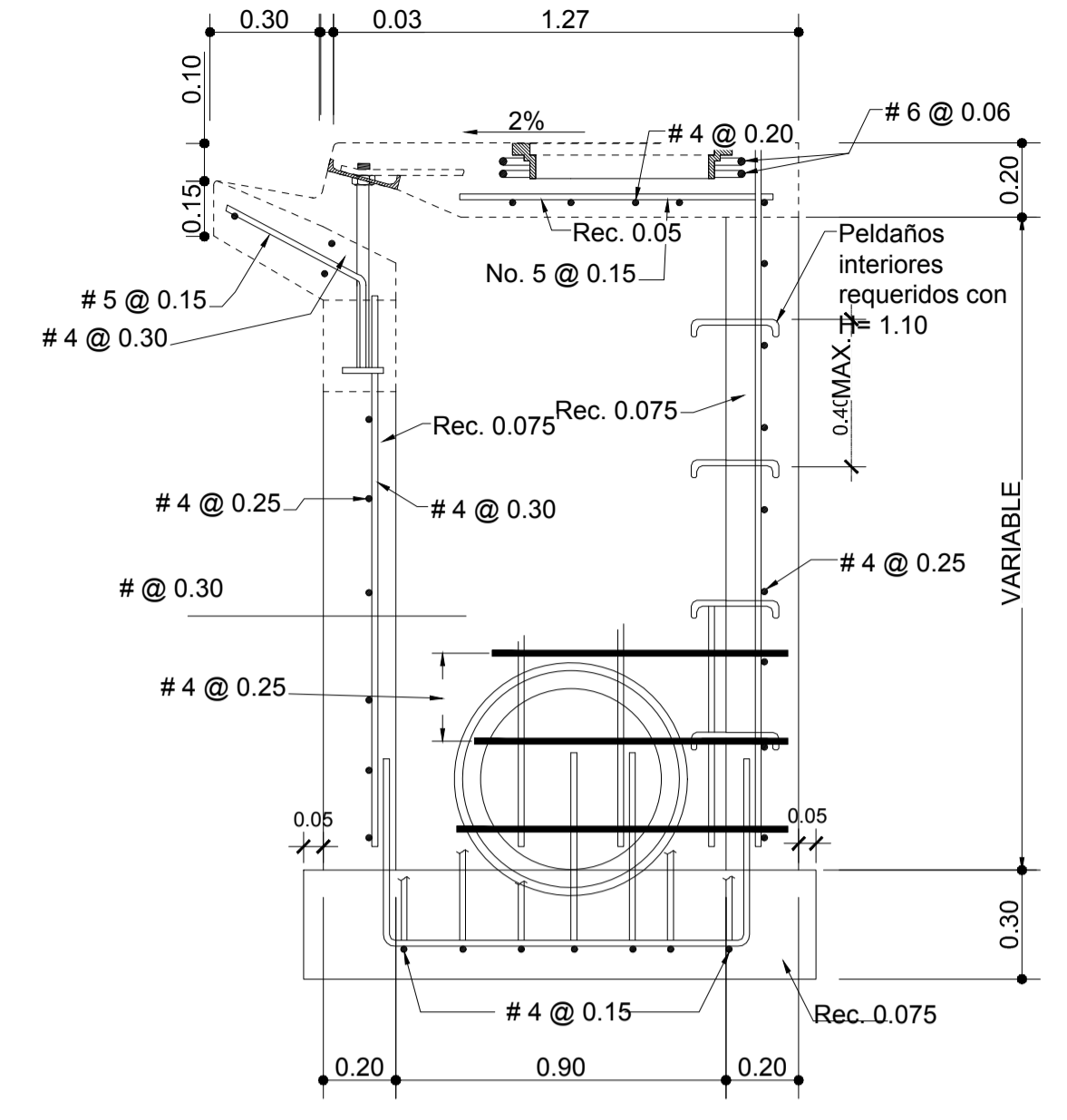
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCIA MILPAS ALTAS

EPS
EJERCICIO PROFESIONAL SUERVISADO

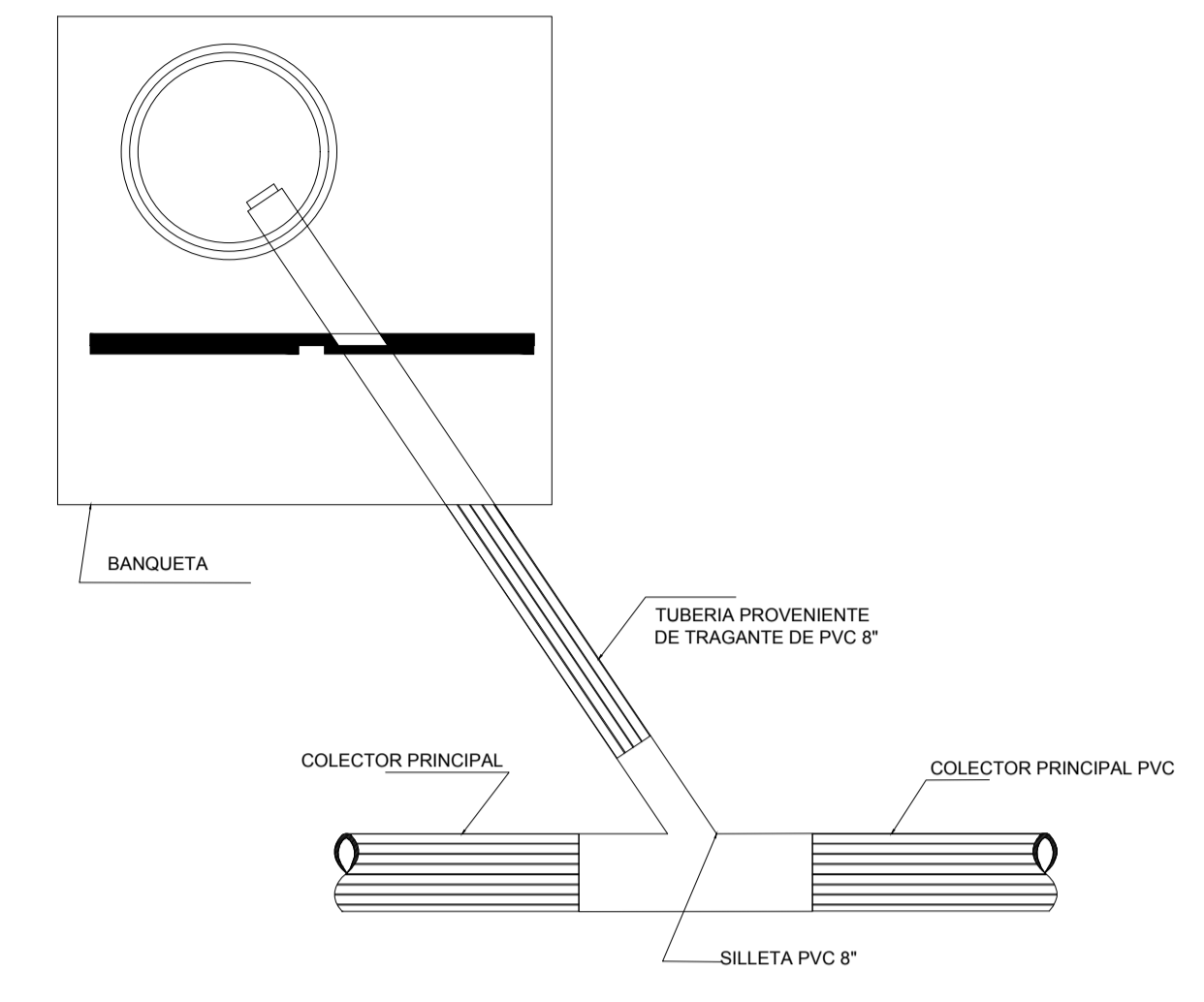
H O J A	28 32
------------------	----------



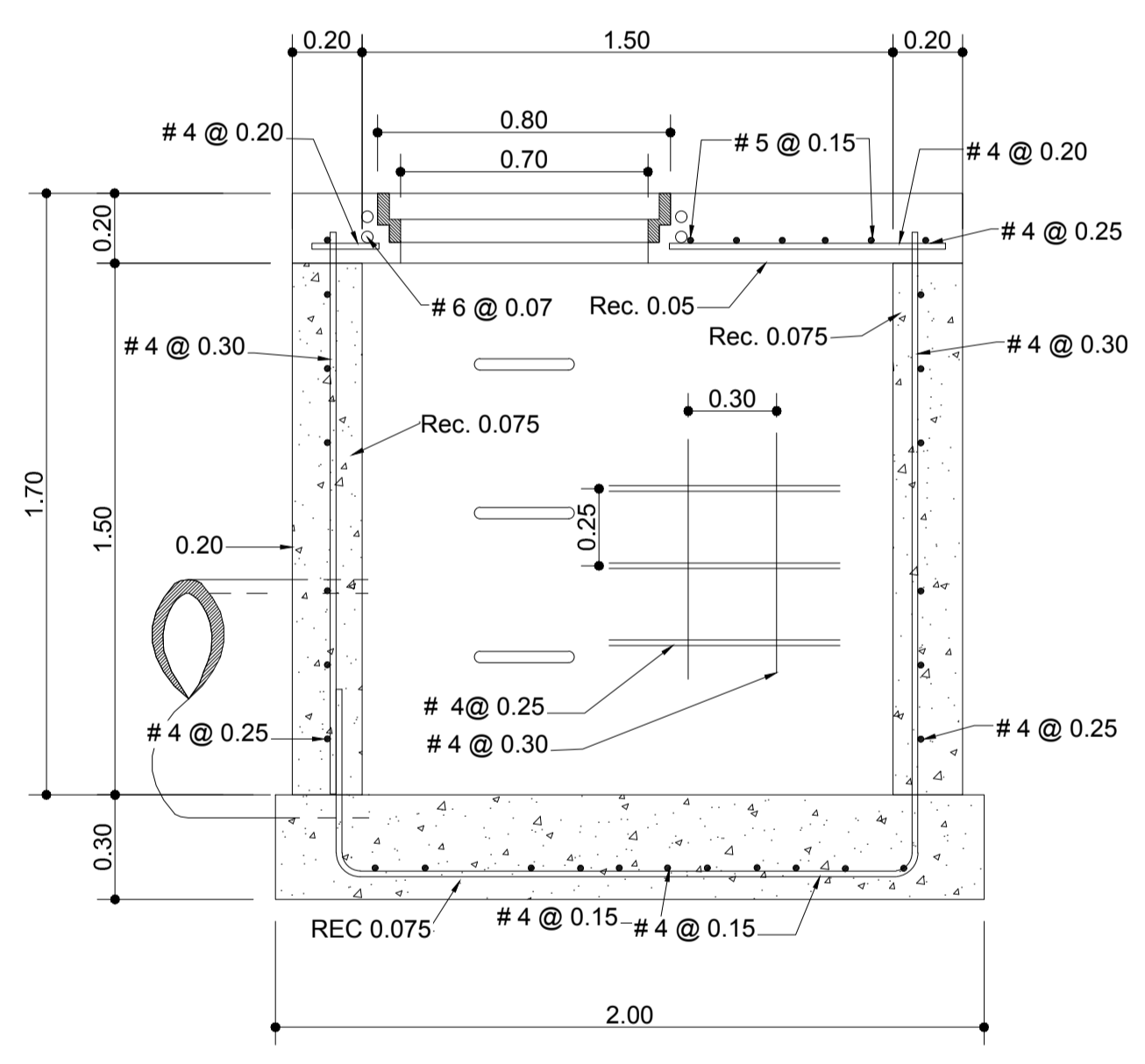
PLANTA TRAGANTE TIPO VENTANA
ESCALA 1/50



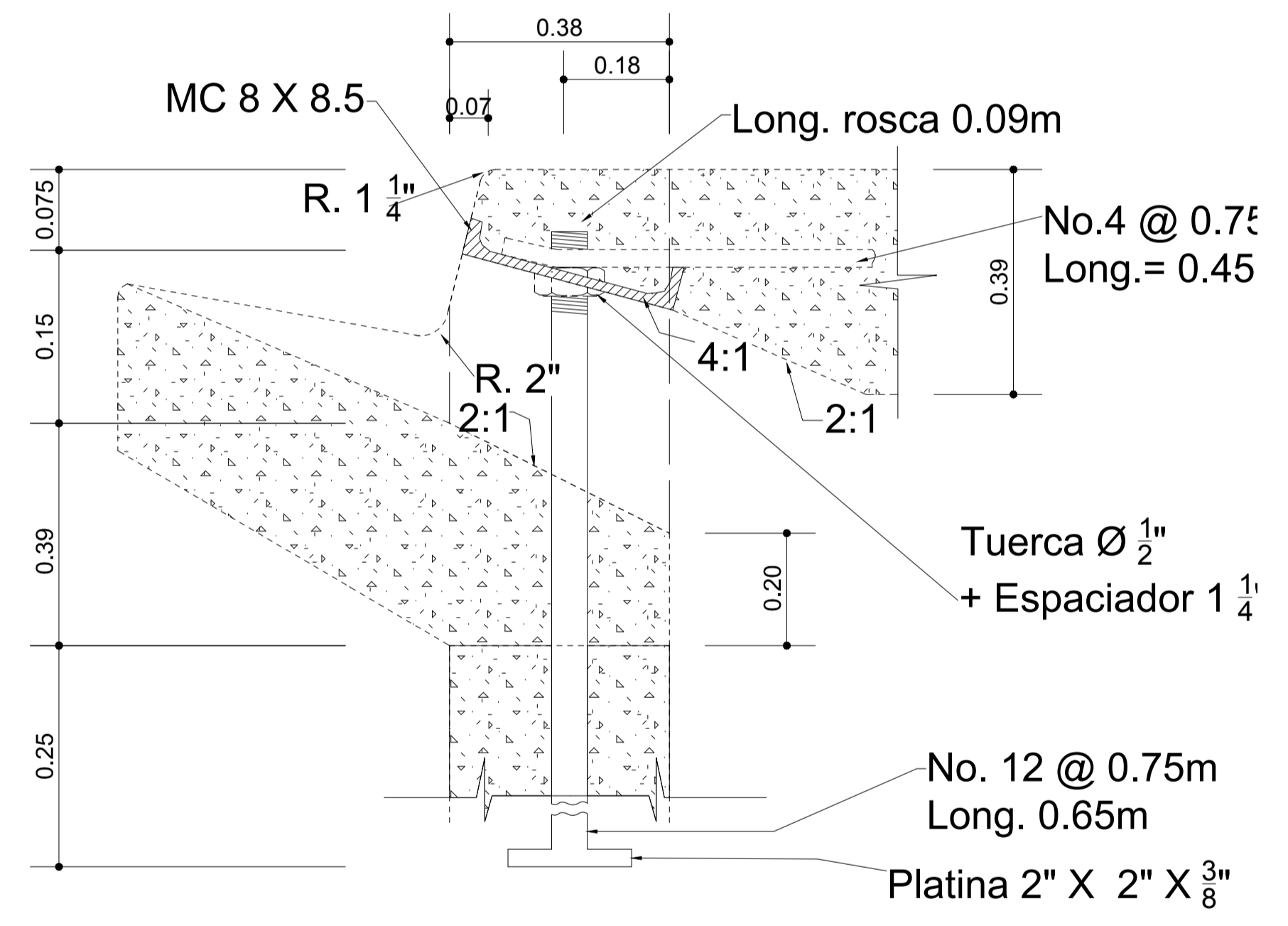
SECCION B-B'
ESCALA 1/50



DETALLE CONEXION A COLECTOR PRINCIPAL
ESCALA 1/75



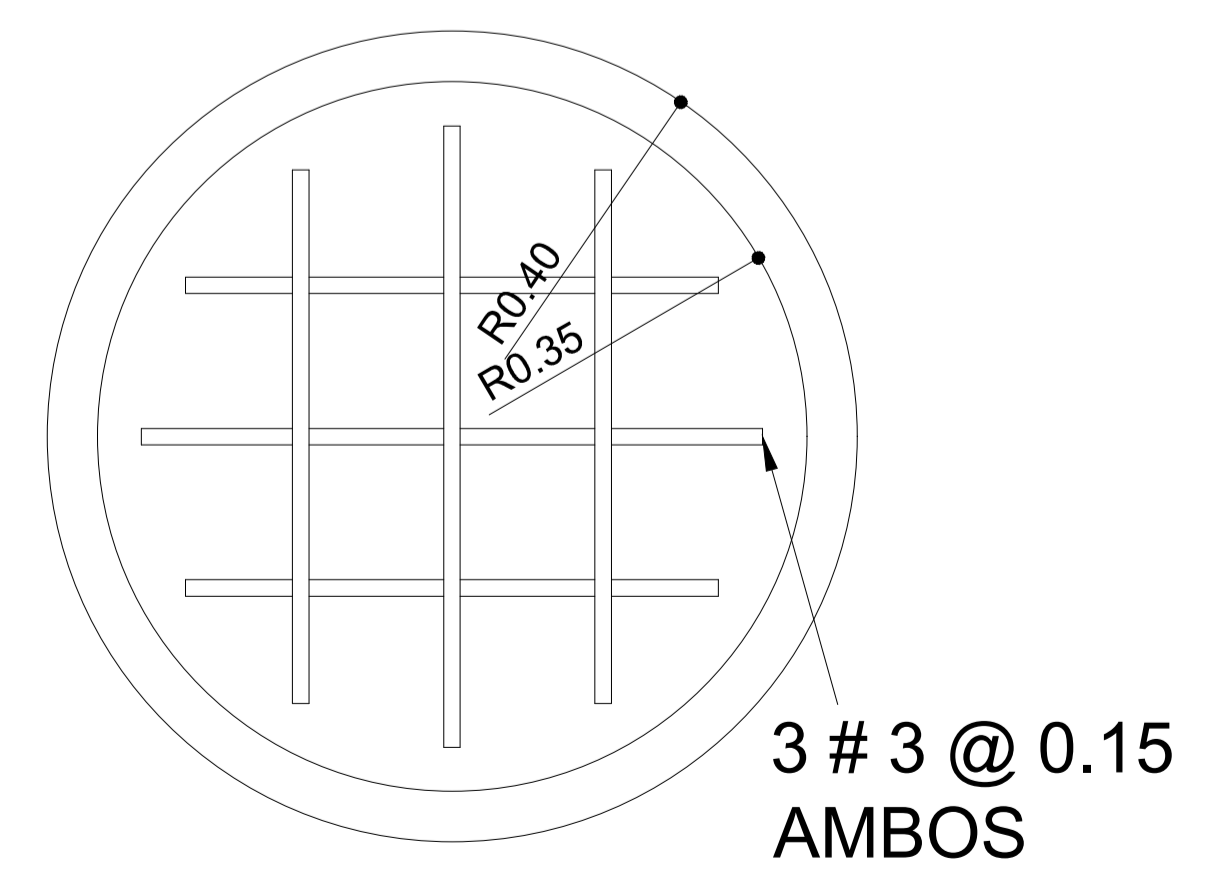
SECCION A-A'
ESCALA 1/50



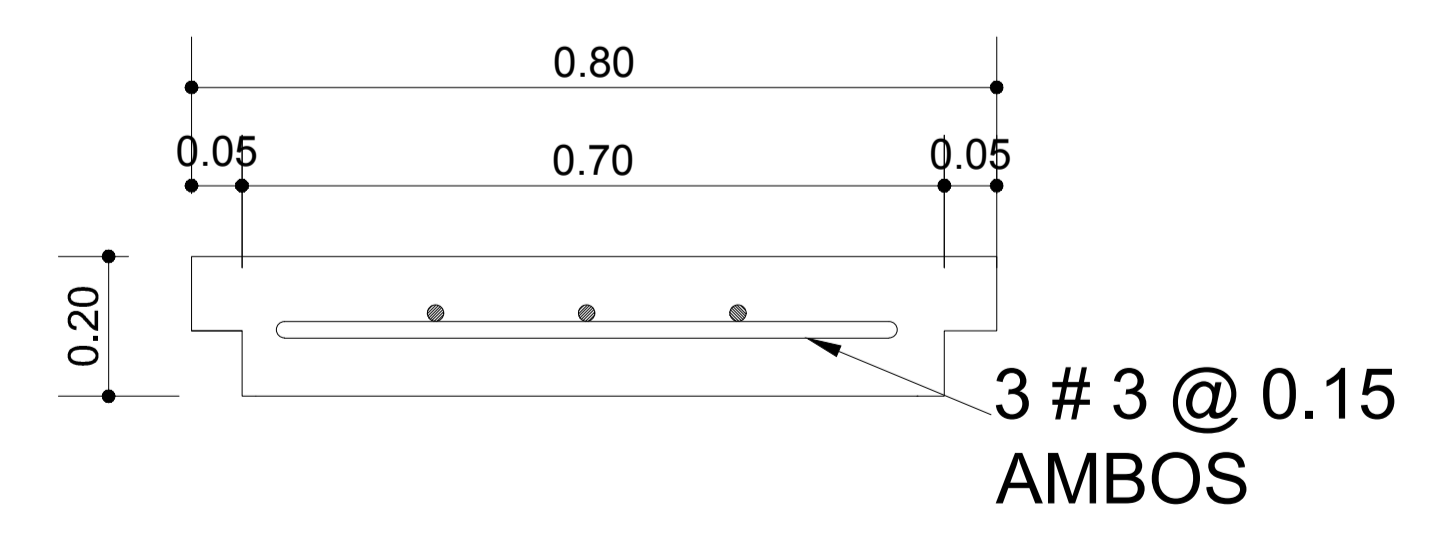
DETALLE DE VENTANA EN TRAGANTE
ESCALA 1/25

ESPECIFICACIONES

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN 3000 PSI
2. LIMITE DE INFLUENCIA, ACERTO GRADO 40 2800 KG/CM²
3. MORTERO Y SABIETA (CEMENTO Y ARENA) PROPORCIÓN 1:3
4. ESFUERZO MÍNIMO DE LADRILLO 50 KG/CM²
5. ASENTAMIENTO 8 CMS
6. TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO 1 PLG
7. ESPESOR DE BASE 15 CMS



PLANTA - DETALLE DE TAPADERA
ESCALA 1/20

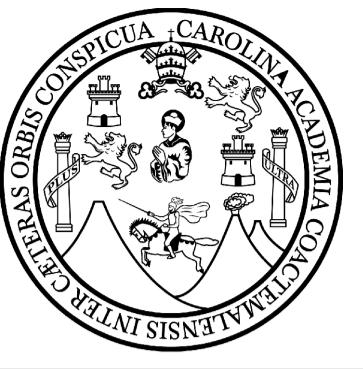


ELEVACION - DETALLE DE TAPADERA
ESCALA 1/20

FECHA:	FEBRERO DE 2022
ESCALA:	INDICADA
REVISO:	ING. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO
DISEÑO:	ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTUFAR
CALCULO:	ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTUFAR
DIBUJÓ:	ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTUFAR

PROYECTO:	DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL EN LA CABECERA MUNICIPAL SANTA LUCIA MILPAS ALTAS
CONTENIDO:	DETALLE TRAGANTE DE VENTANA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCIA MILPAS ALTAS
--	---



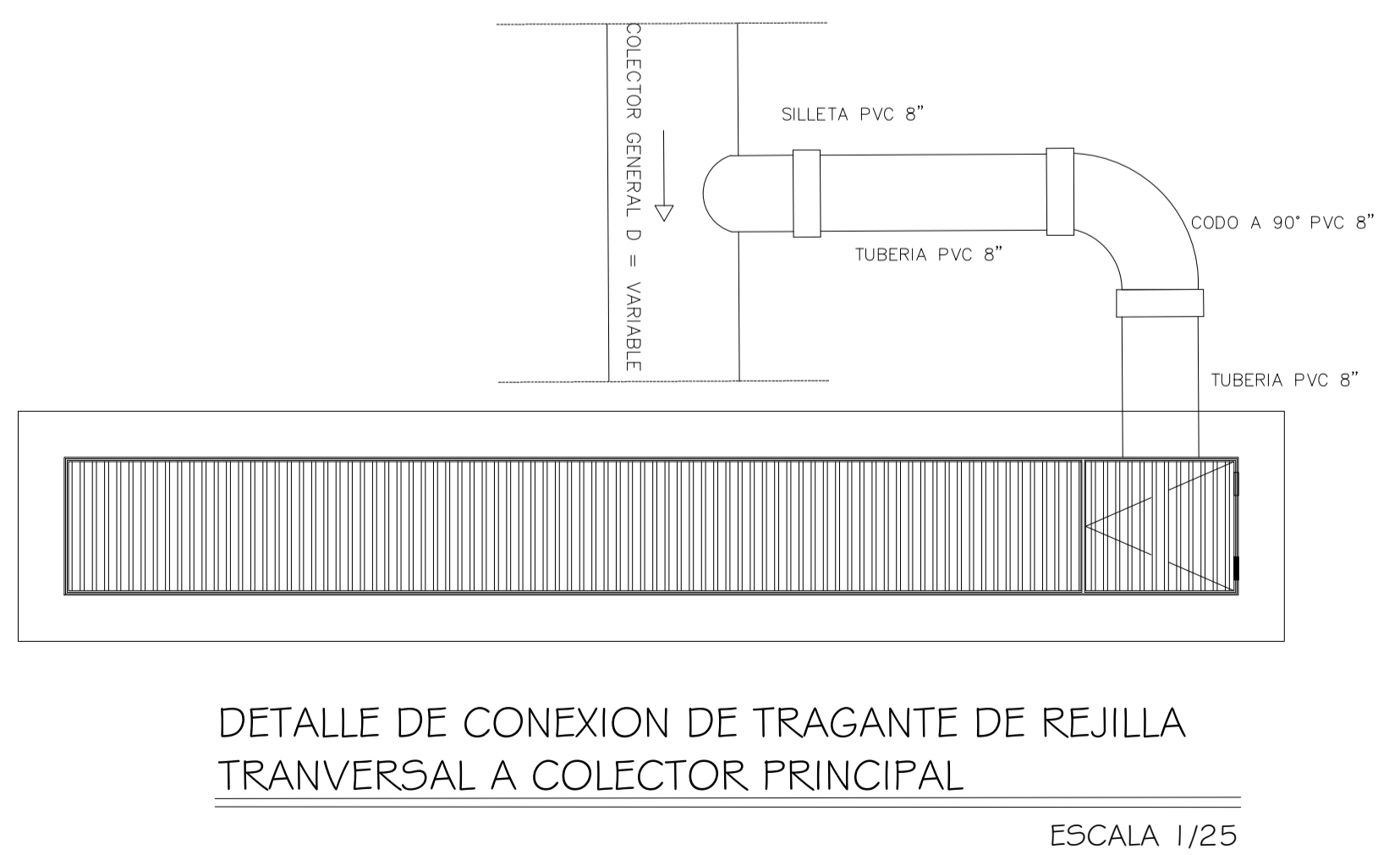
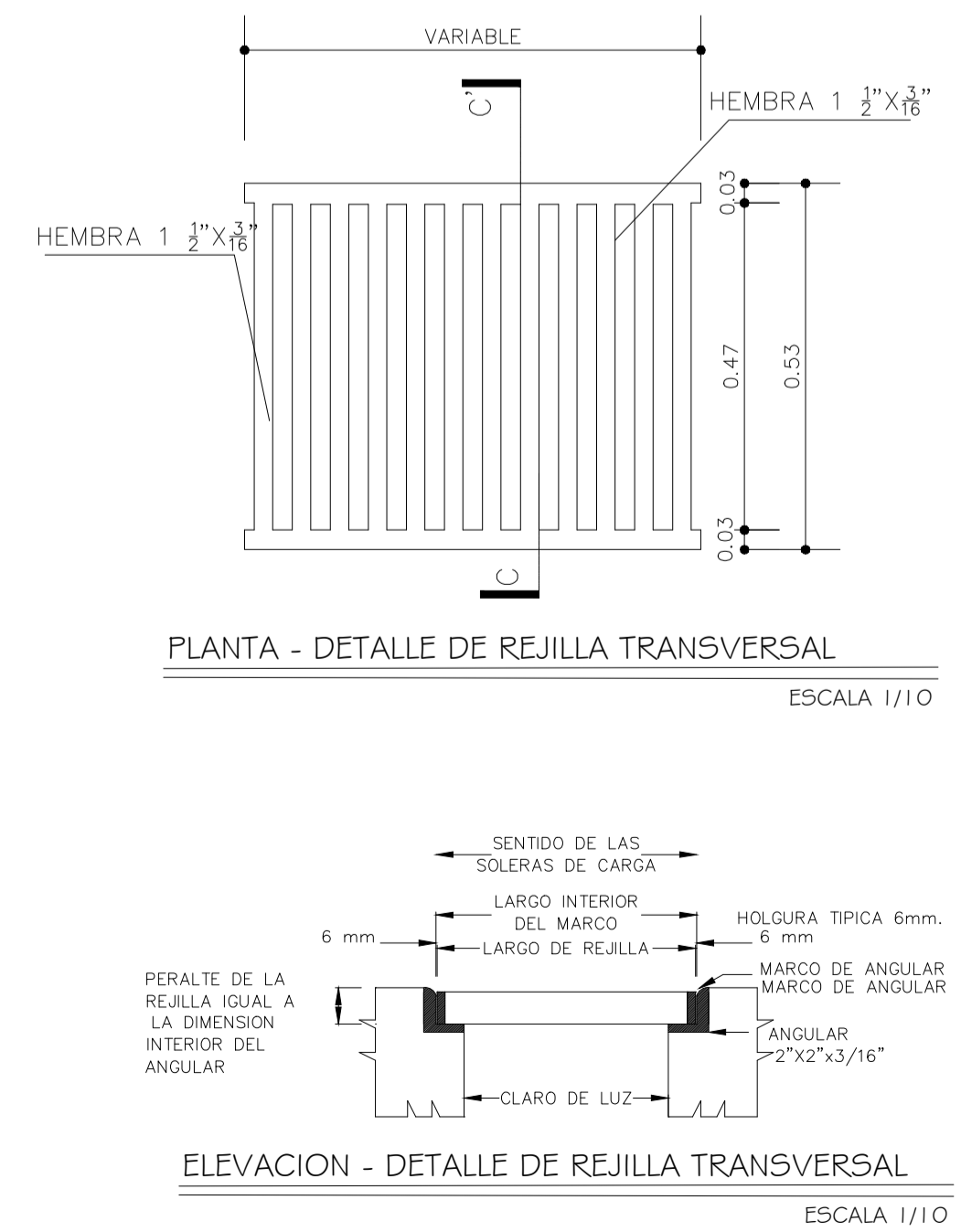
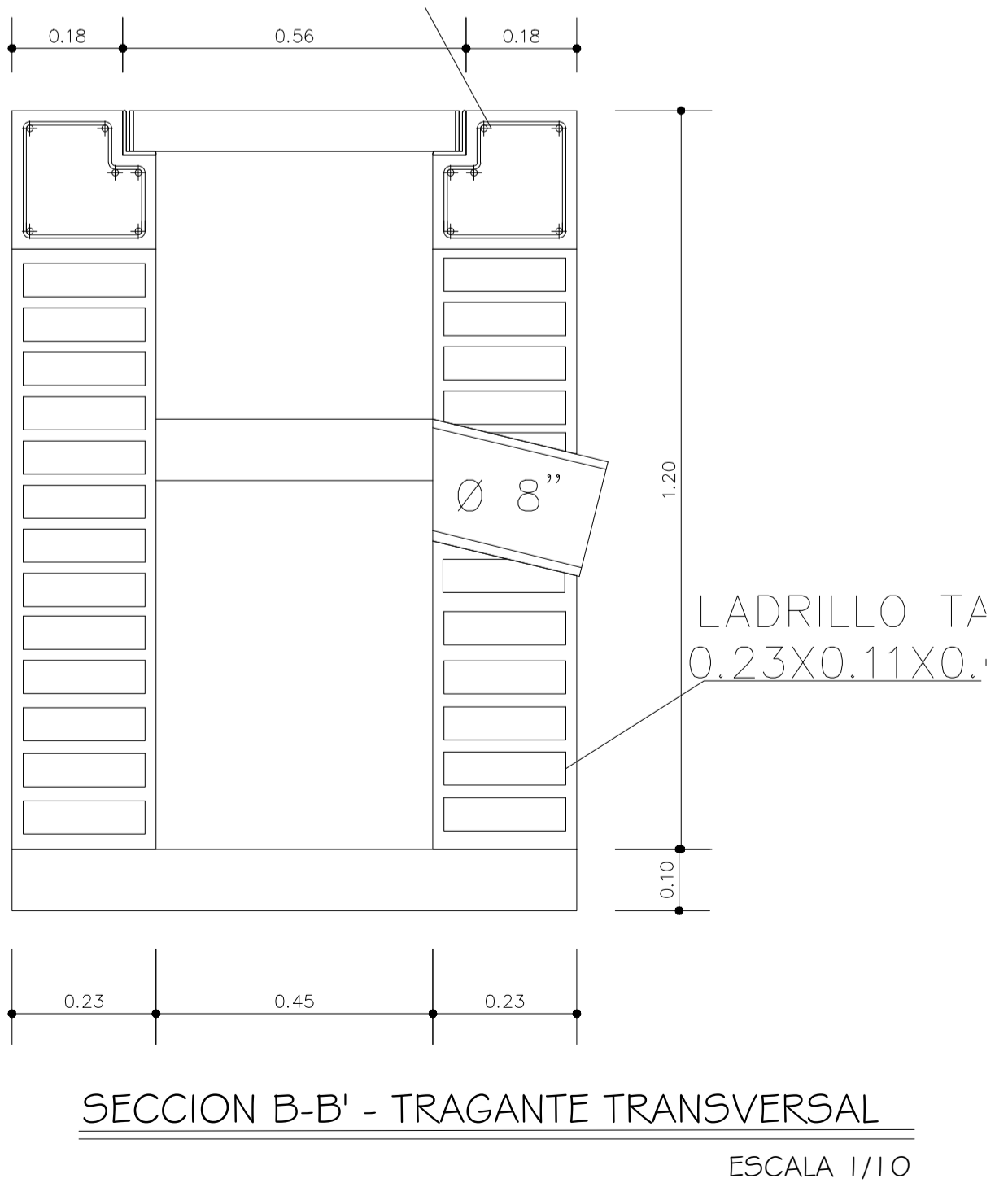
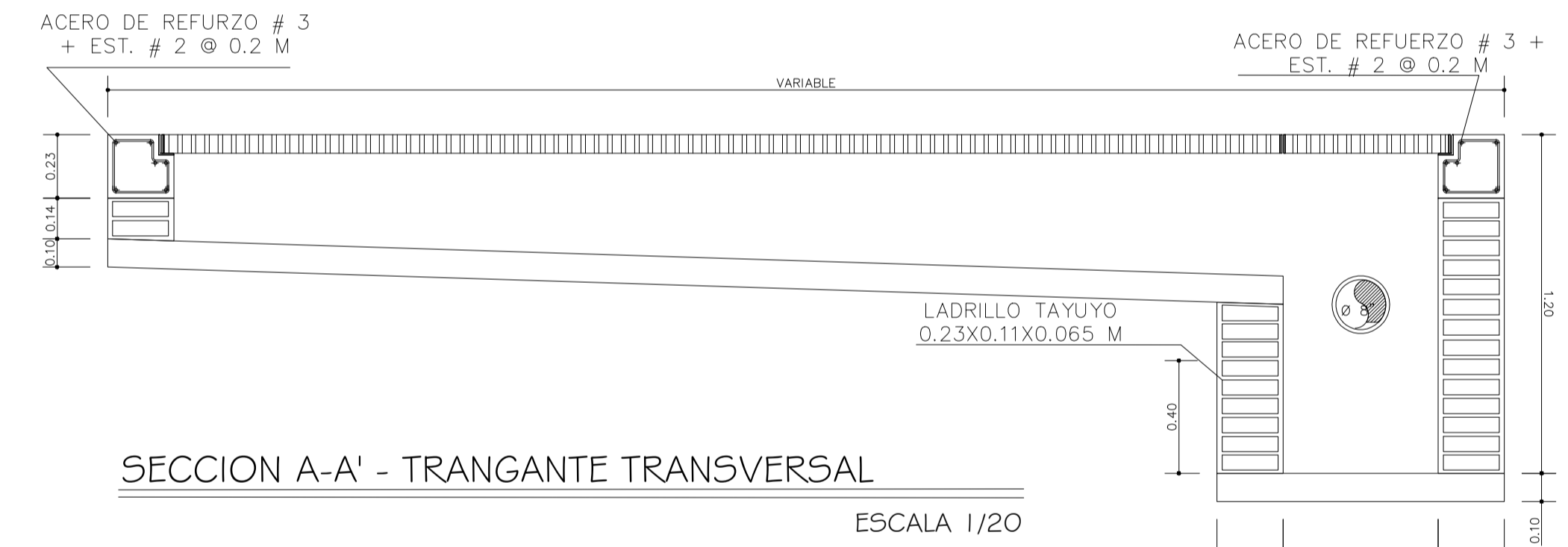
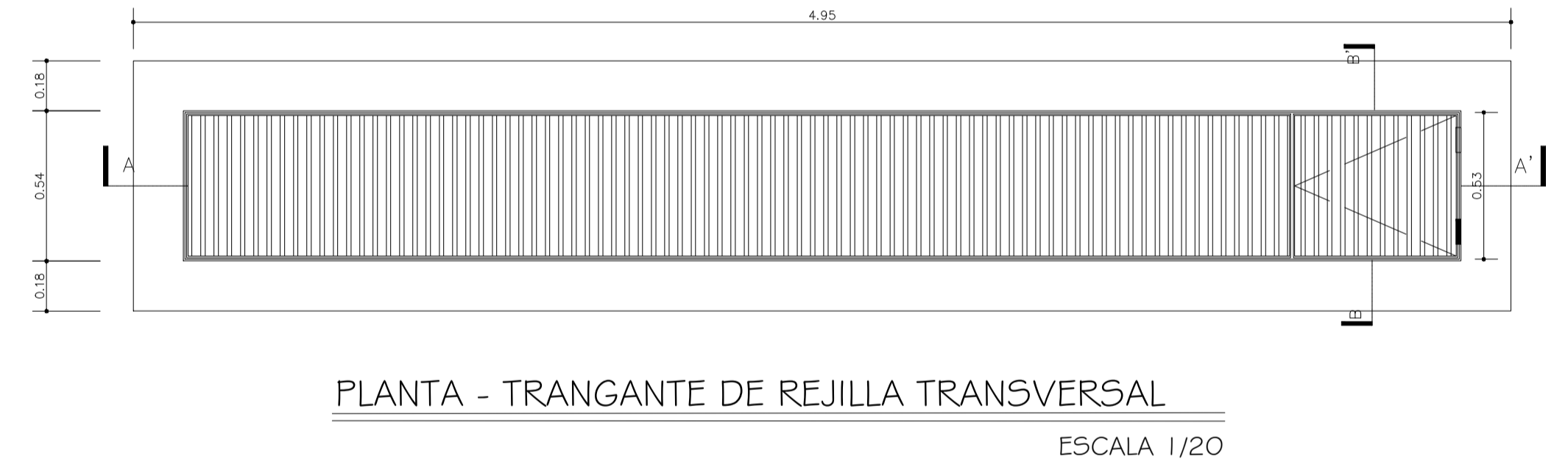
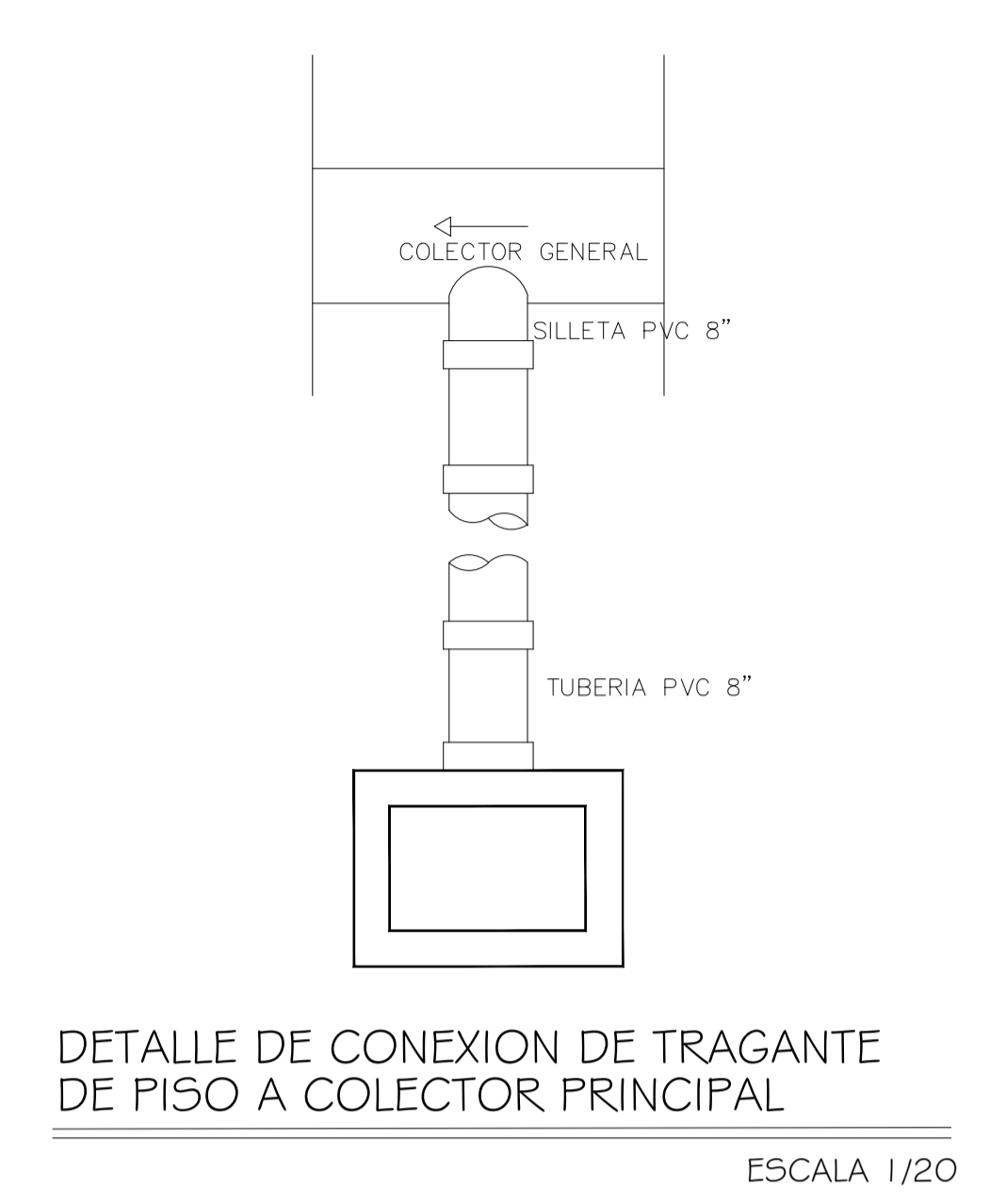
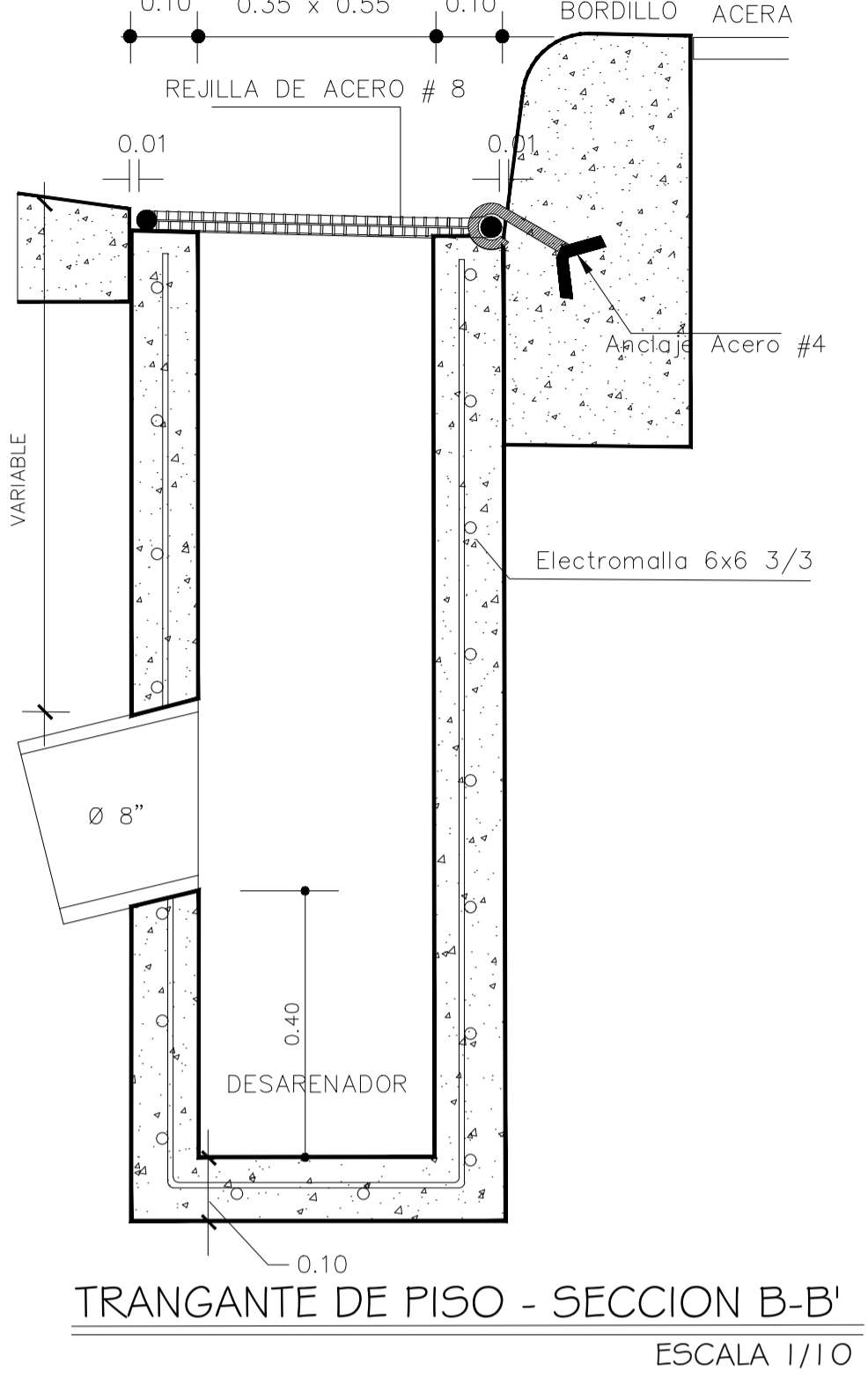
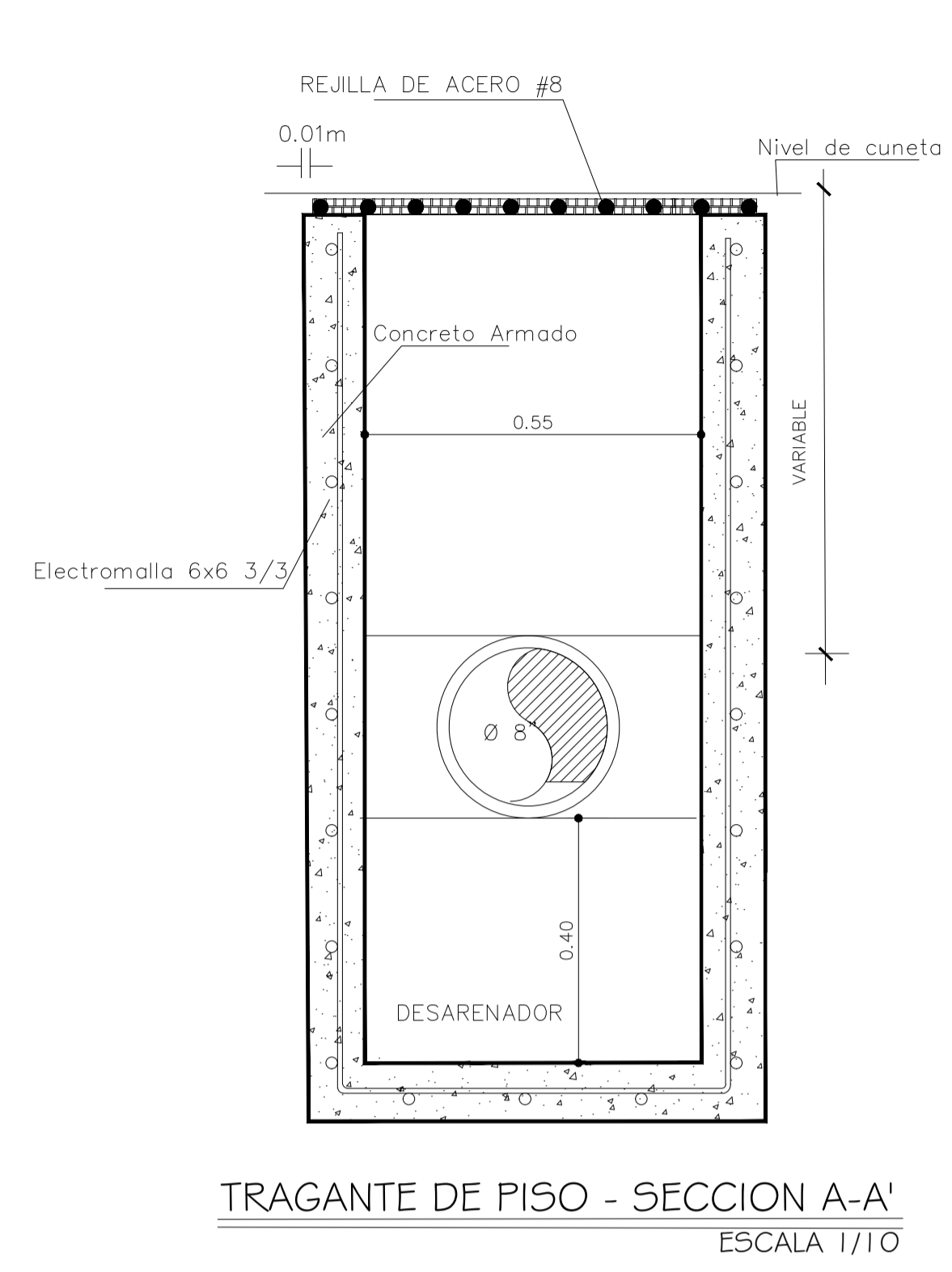
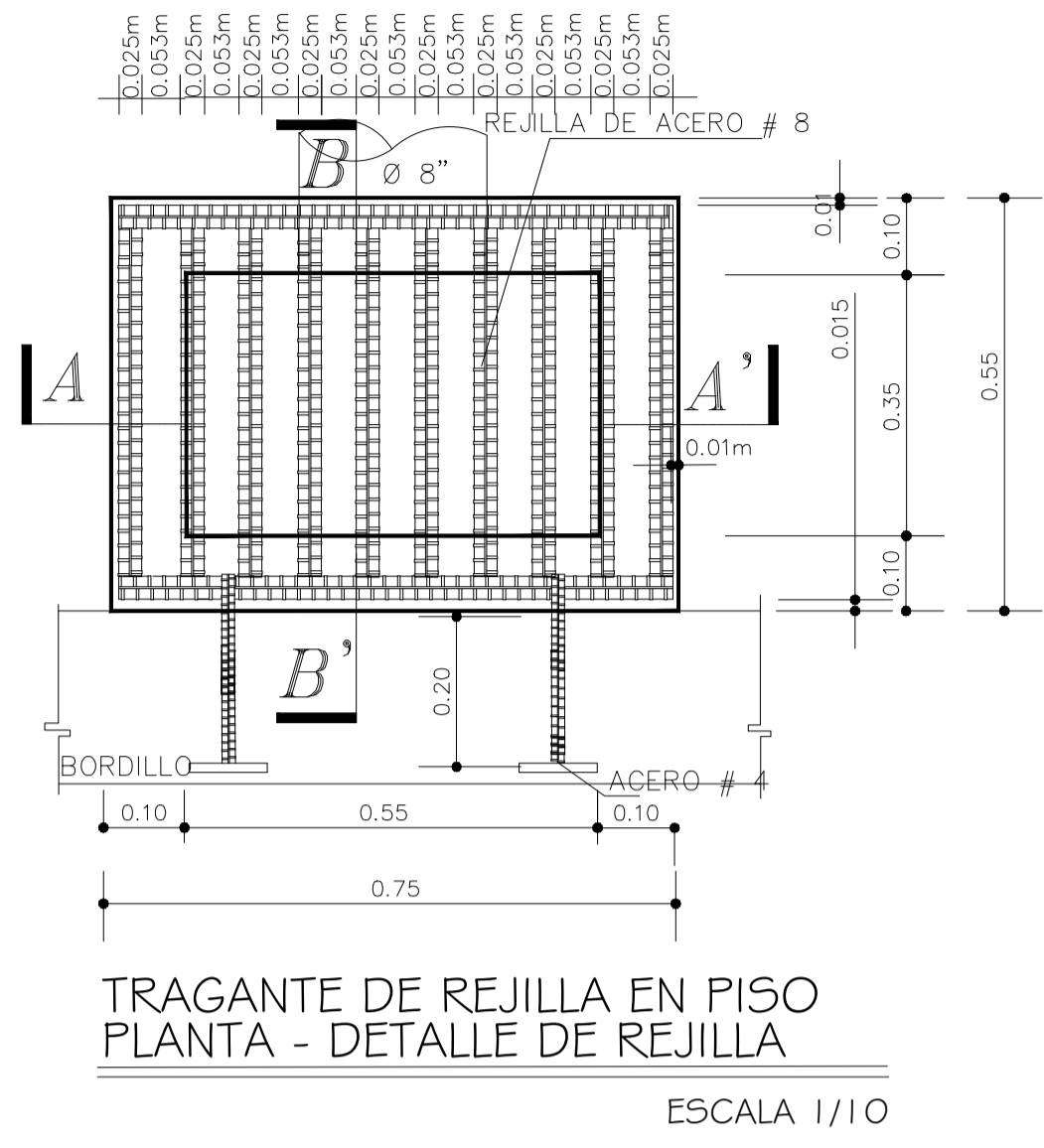
FECHA:	FEBRERO DE 2022
ESCALA:	INDICADA
REVISO:	ING. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO
DISEÑO:	ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÚFAR
CALCULO:	ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÚFAR
DIBUJÓ:	ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÚFAR

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL EN LA CABECERA MUNICIPAL, SANTA LUCÍA MILPAS ALTAS

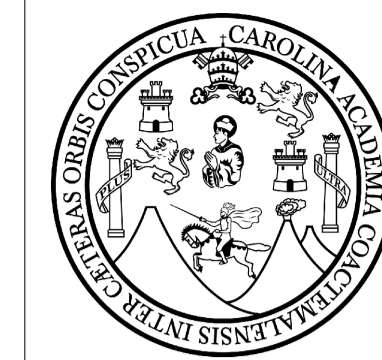
CONTENIDO:
DETALLE DE TRAGANTE DE REJILLA EN PISO Y TRANSVERSAL

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCÍA MILPAS ALTAS



- ESPECIFICACIONES:
- EL CONCRETO DEBERA TENER UN $F_c' = 3000$ PSI PROPORCION 1:2:3 (CEMENTO, ARENA DE RIO Y PIEDRIN).
 - EL MORTERO DEBERA SER DE CEMENTO Y ARENA DE RIO CON PROPORCION 1:3.
 - EL ACERO A UTILIZAR SERA GRADO 40 $F_y = 2800$ Kg/cm².
 - ESFUERZO MINIMO DEL LADRILLO $F'_m = 50$ Kg/cm².
 - LAS REJILLAS DEBEN SER PINTADAS CON DOS MANOS DE PINTURA ANTICORROSIVA.
 - LA ELECTROMALLA A UTILIZAR DEBE SER GRADO 70.

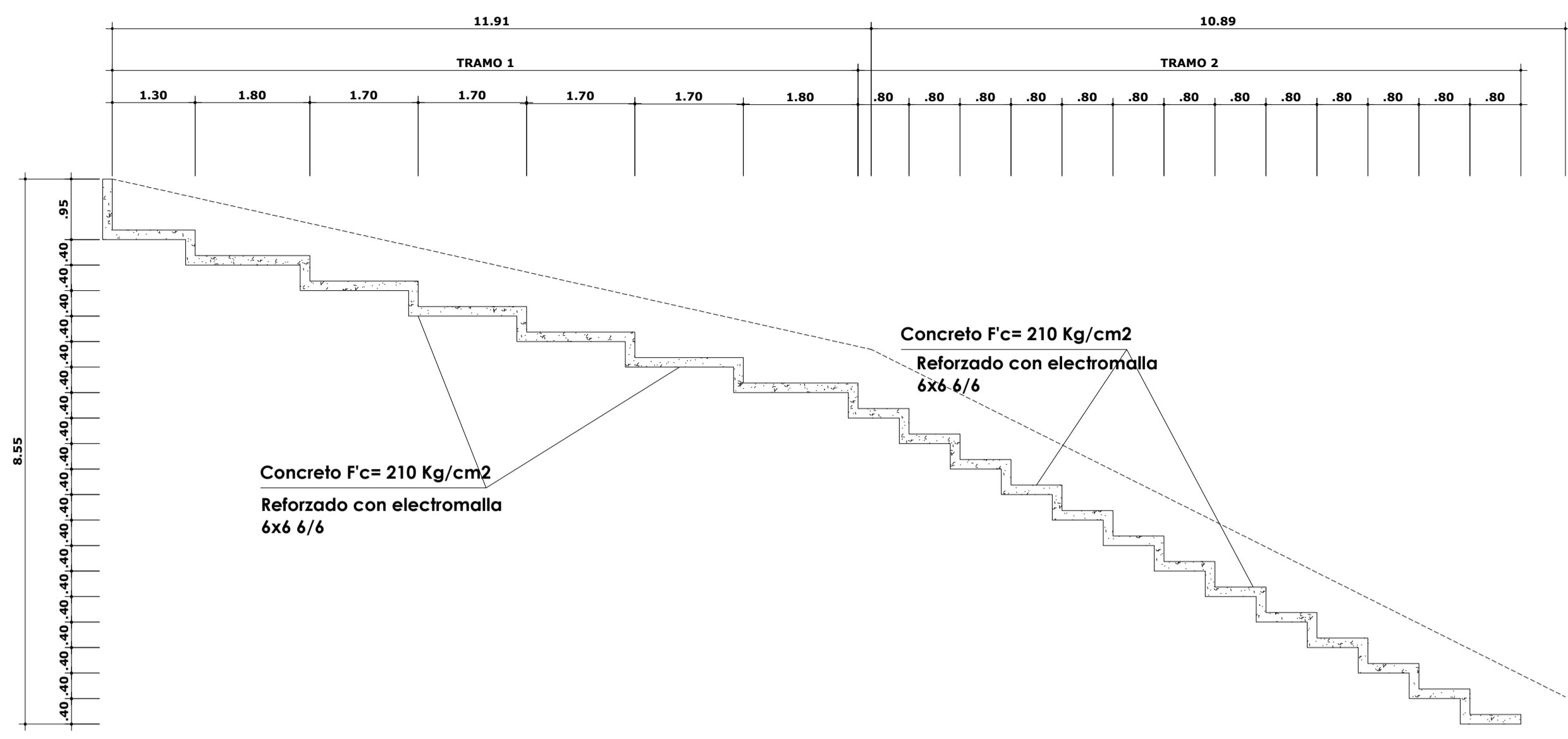


FECHA: FEBRERO DE 2022
 ESCALA: INDICADA
 REVISÓ: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO

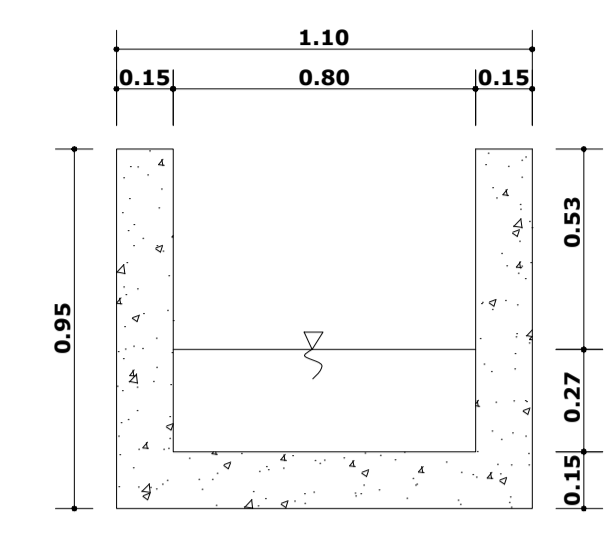
DISEÑO: ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÚFAR
 CALCULÓ: ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÚFAR
 DIBUJÓ: ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTÚFAR

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL EN LA CABECERA MUNICIPAL, SANTA LUCÍA MILPAS ALTAS
 CONTENIDO: **DETALLE DE CANAL ESCALONADO EN DESFOGUE 1**

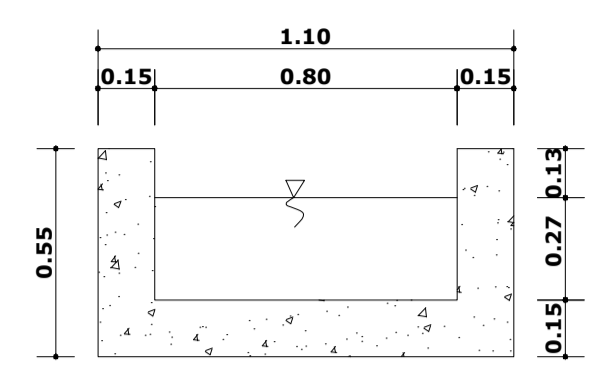
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCÍA MILPAS ALTAS



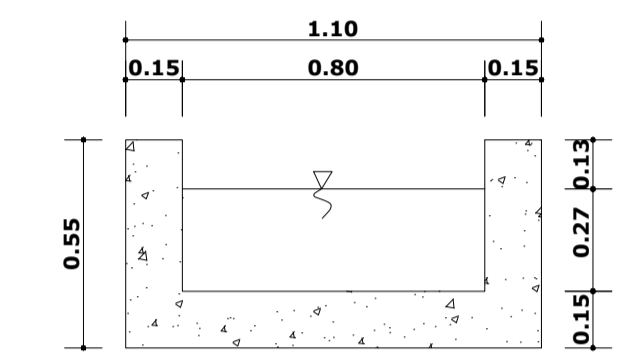
SECCION LONGITUDINAL CANAL ESCALONADO
 ESCALA 1/100



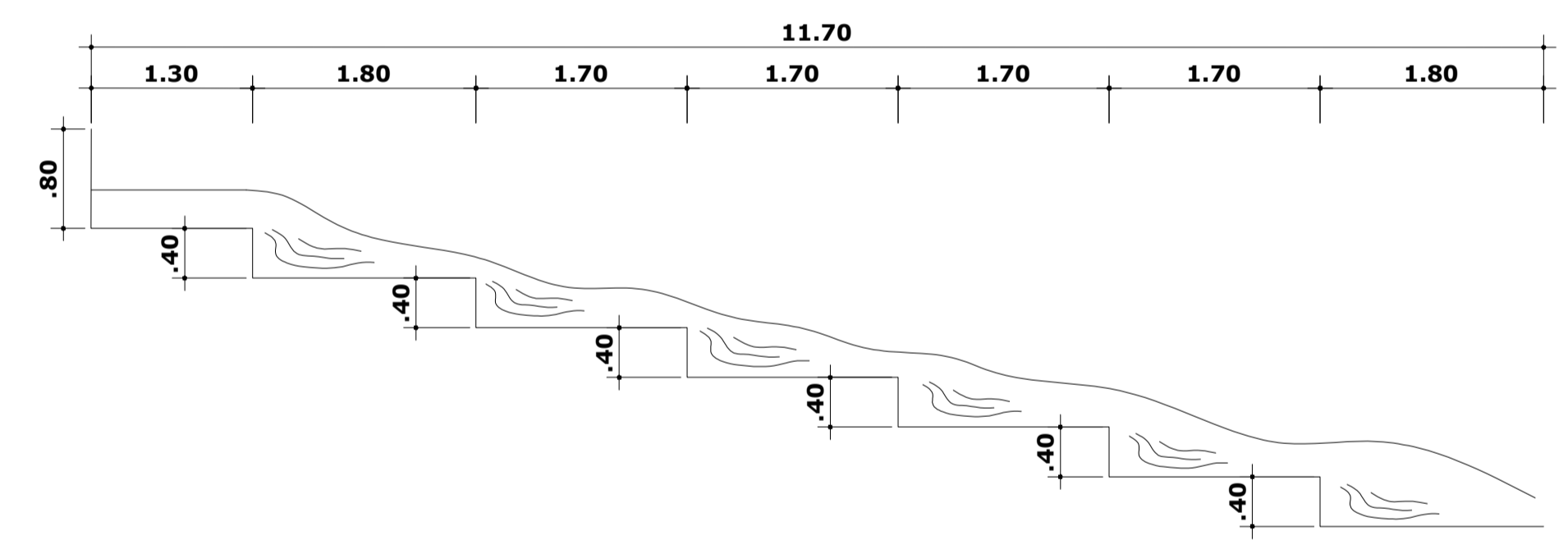
SECCION TRANSVERSAL 1
 TRAMO 1
 ESCALA 1/20



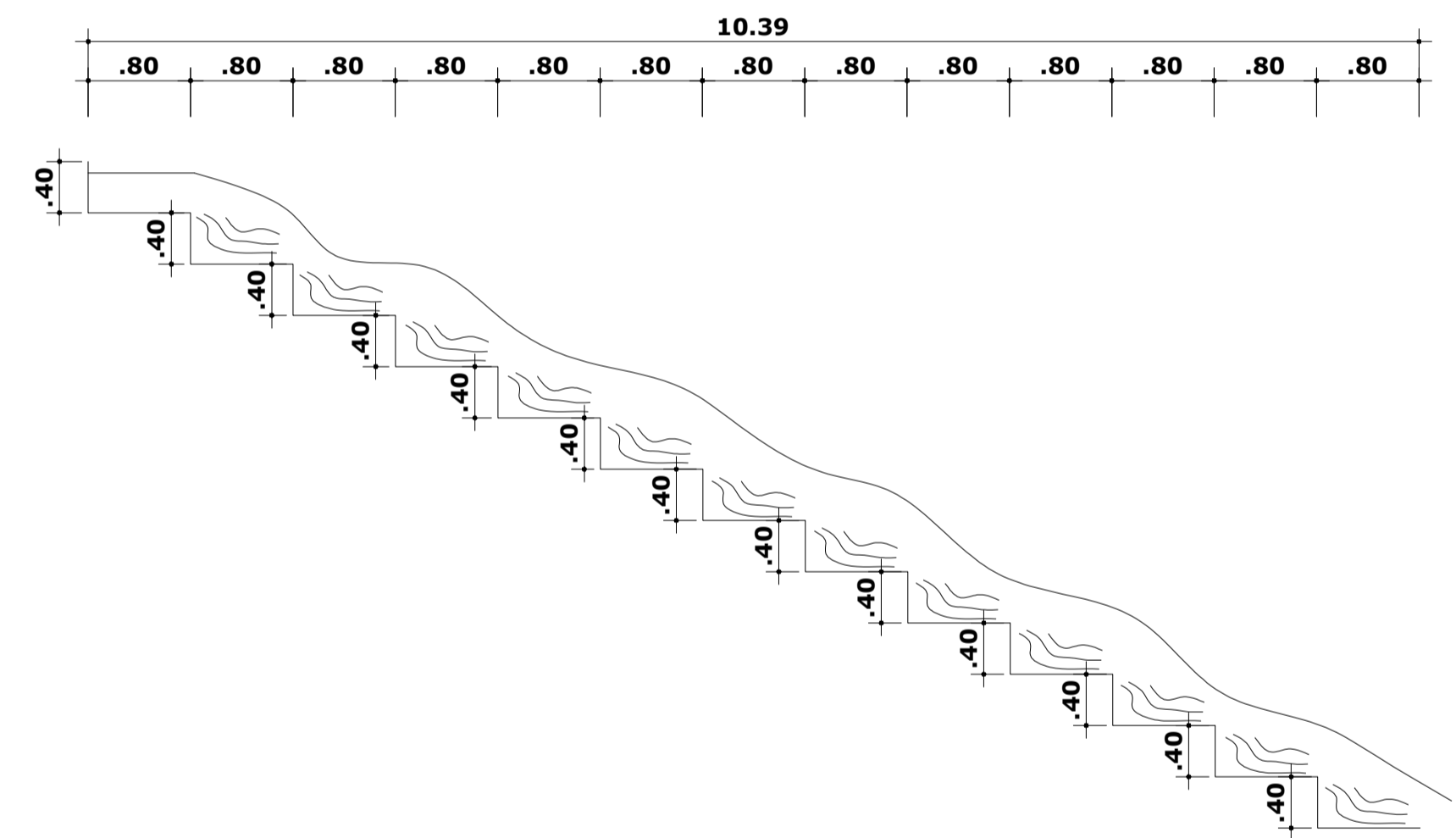
SECCION TRANSVERSAL 2
 TRAMO 1
 ESCALA 1/20



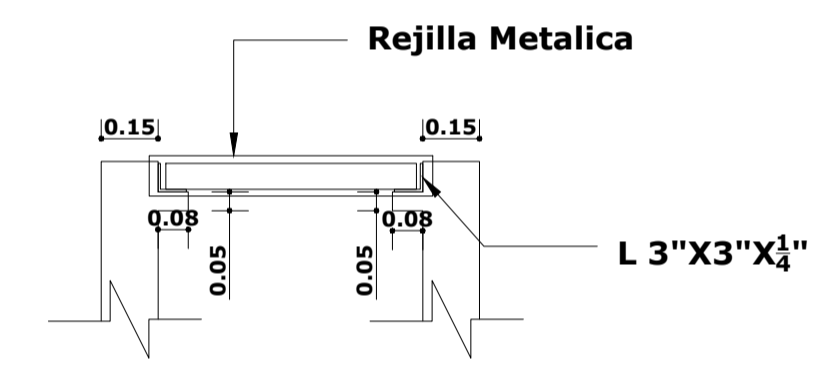
SECCION TRANSVERSAL 3
 TRAMO 2
 ESCALA 1/20



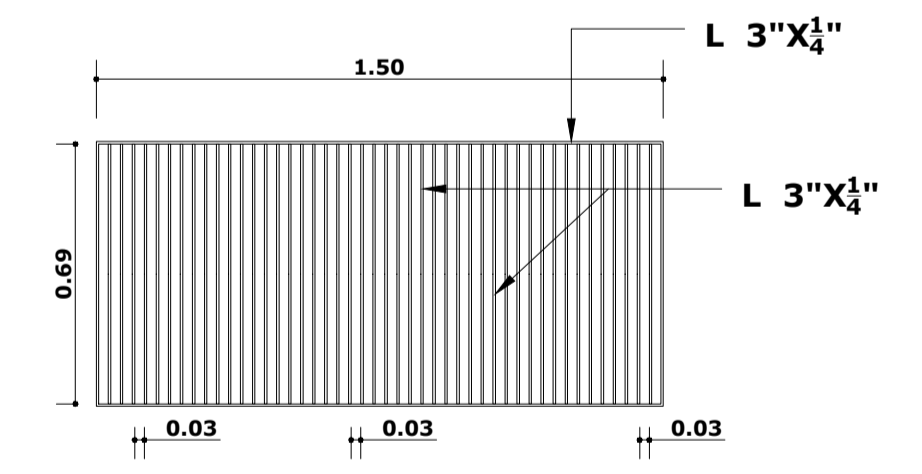
DETALLE DE CANAL ESCALONADO TRAMO 1
 ESCALA 1/50



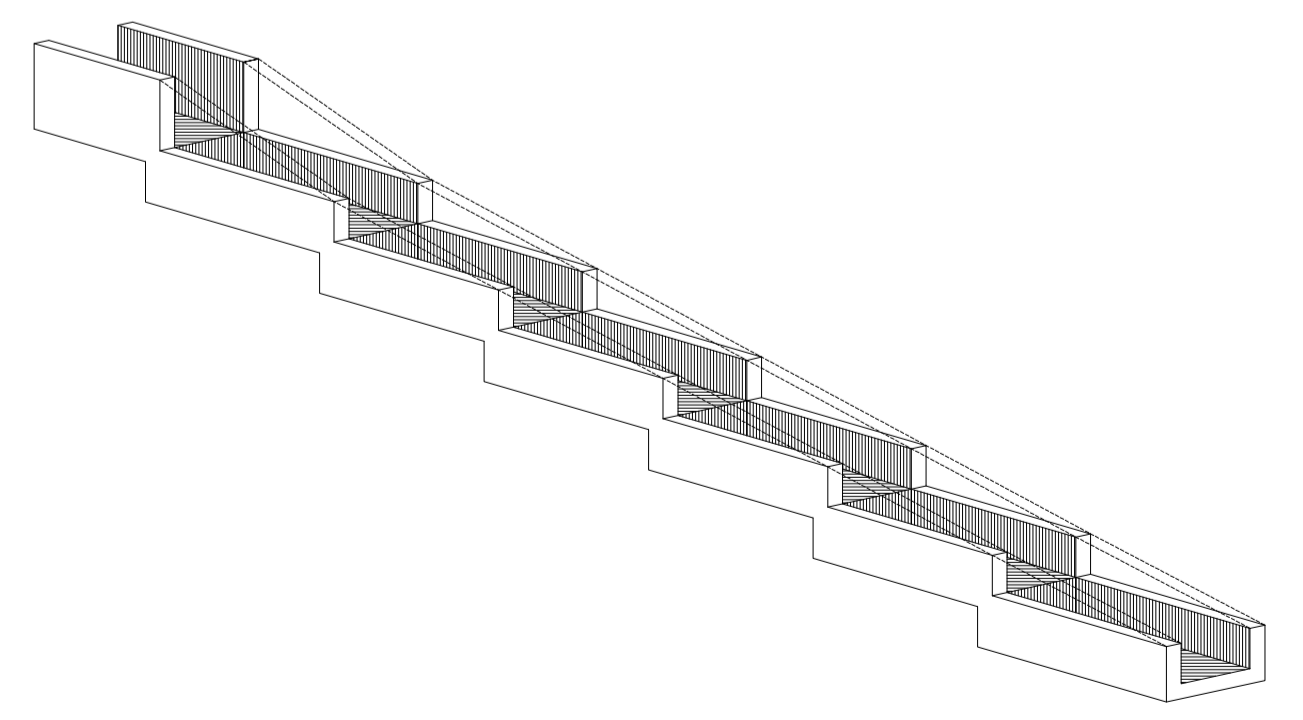
DETALLE DE CANAL ESCALONADO TRAMO 2
 ESCALA 1/50



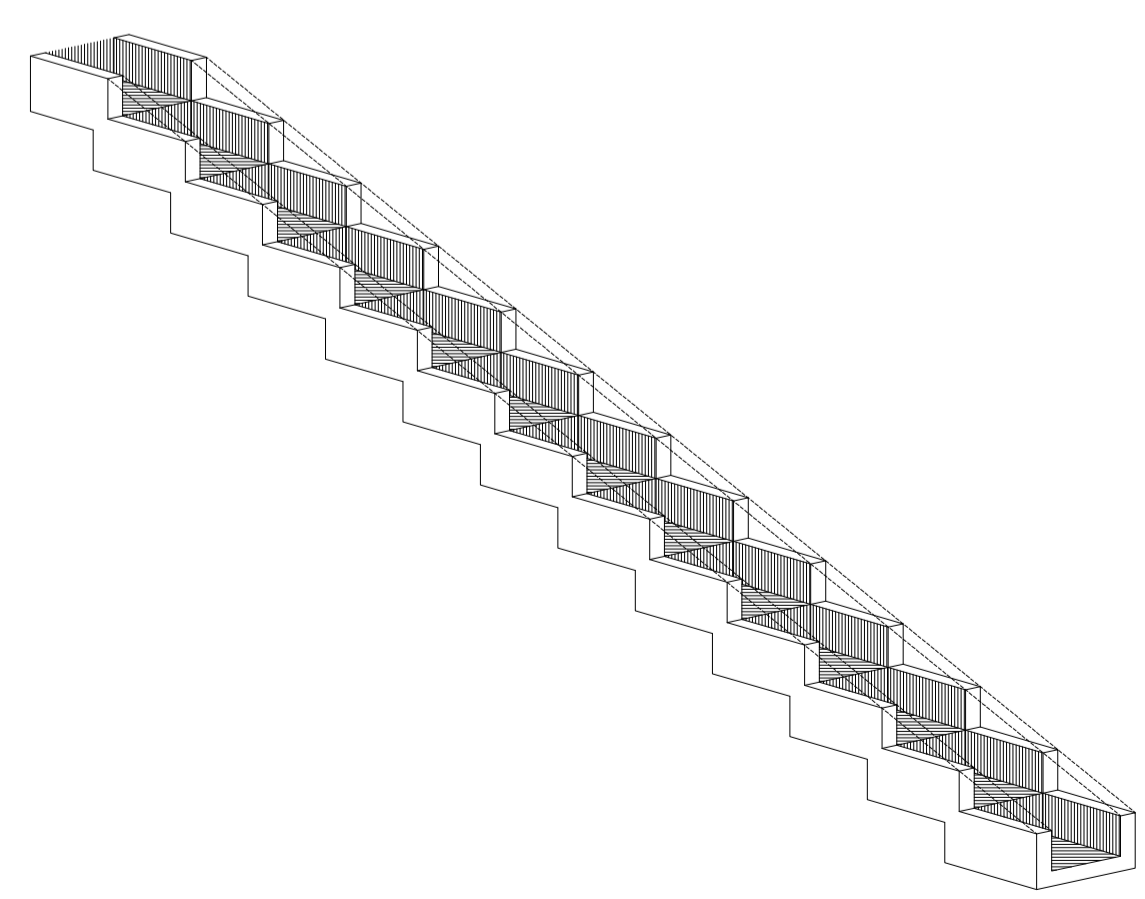
DETALLE TRANSVERSAL 1
 REJILLA METALICA
 ESCALA 1/20



DETALLE REJILLA METALICA
 ESCALA 1/20



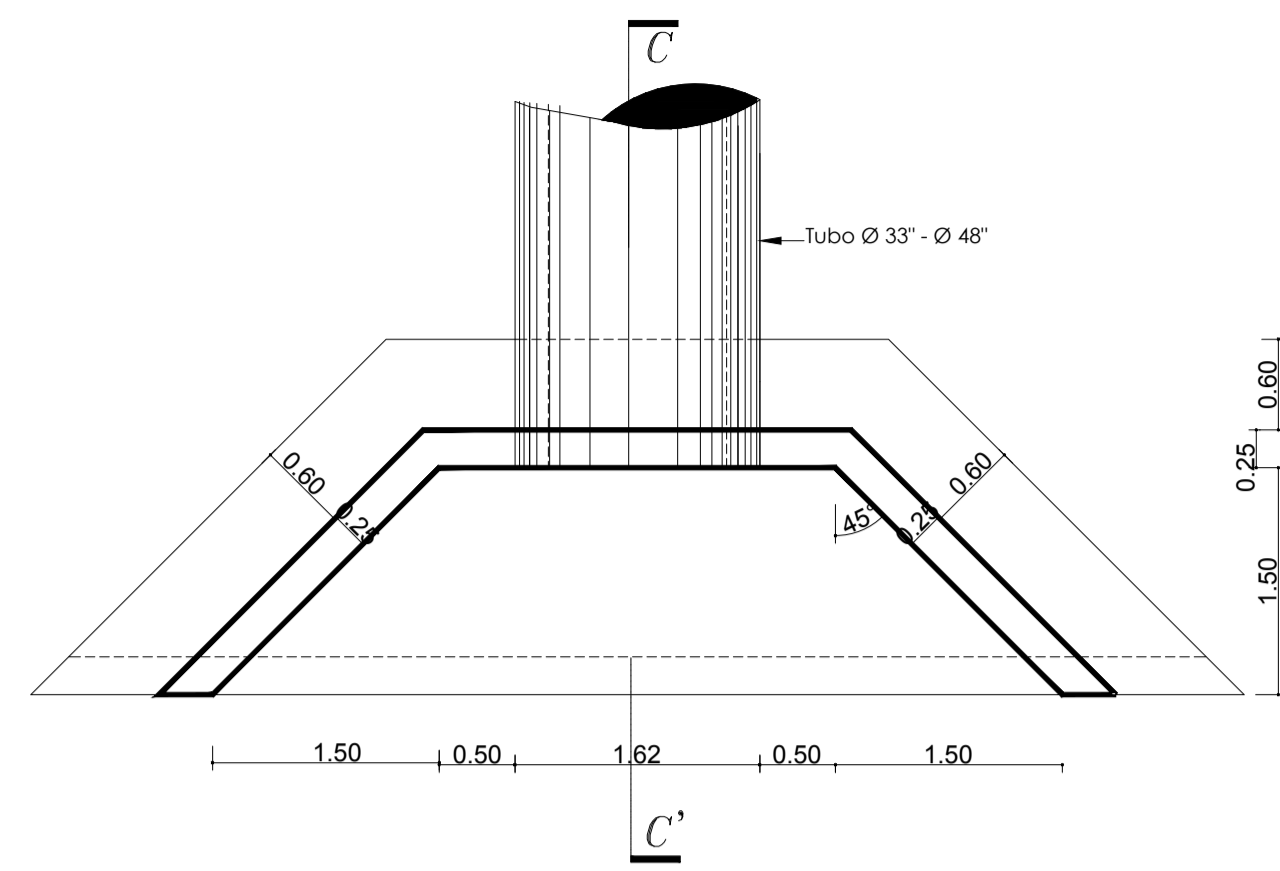
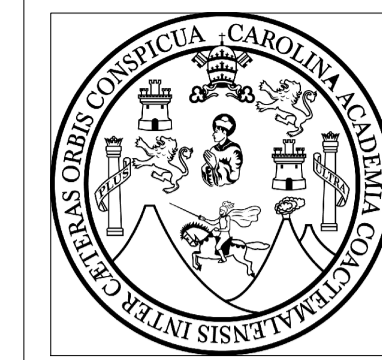
ISOMETRICO DE CANAL ESCALONADO TRAMO 1
 ESCALA 1/50



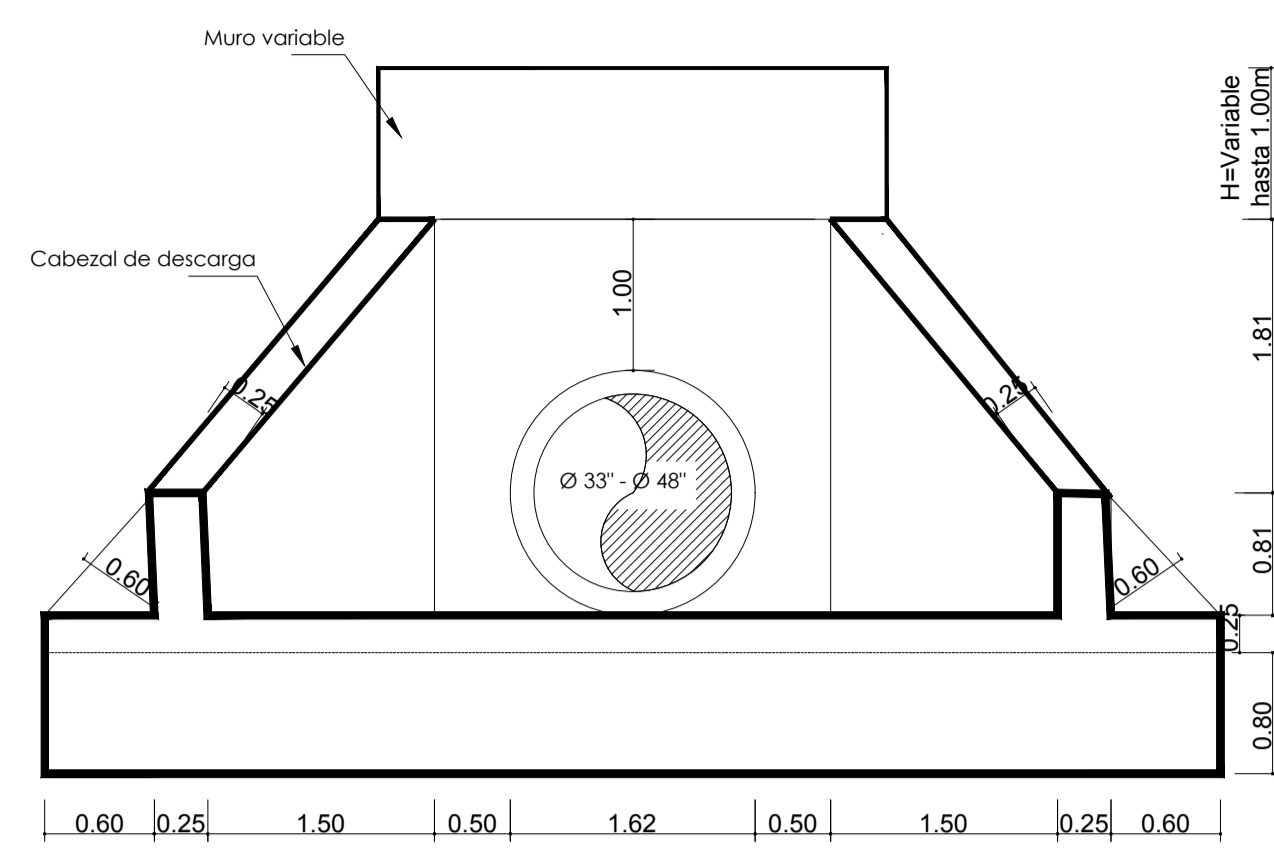
ISOMETRICO DE CANAL ESCALONADO TRAMO 2
 ESCALA 1/50

ESPECIFICACIONES:

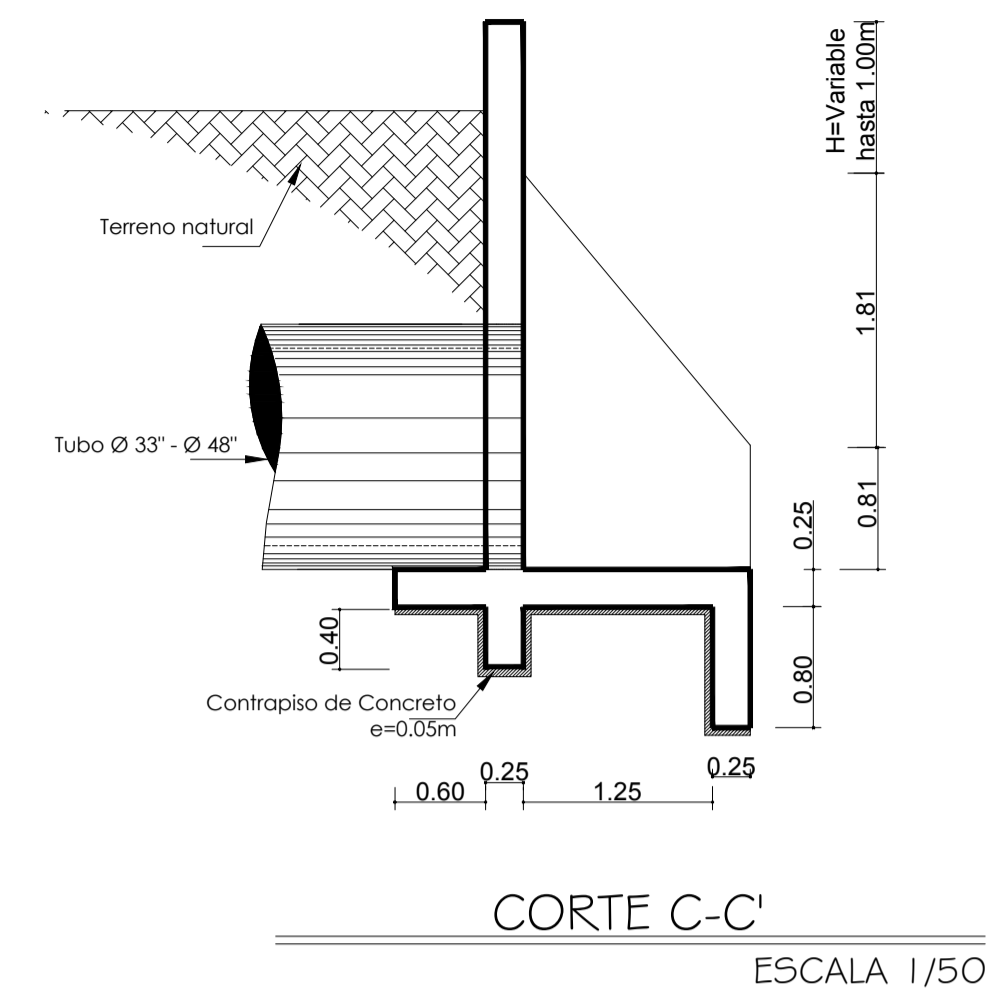
1. EL CONCRETO DEBERA TENER UN $F_c' = 3000$ PSI PROPORCION 1:2:3 (CEMENTO, ARENA DE RIO Y PIEDRIN).
2. EL ACERO A UTILIZAR SERA GRADO 40 $F_y = 2800$ Kg/cm2.
3. LAS REJILLAS DEBEN SER PINTADAS CON DOS MANOS DE PINTURA ANTICORROSIVA.
4. LA ELECTROMALLA A UTILIZAR DEBE SER GRADO 70.



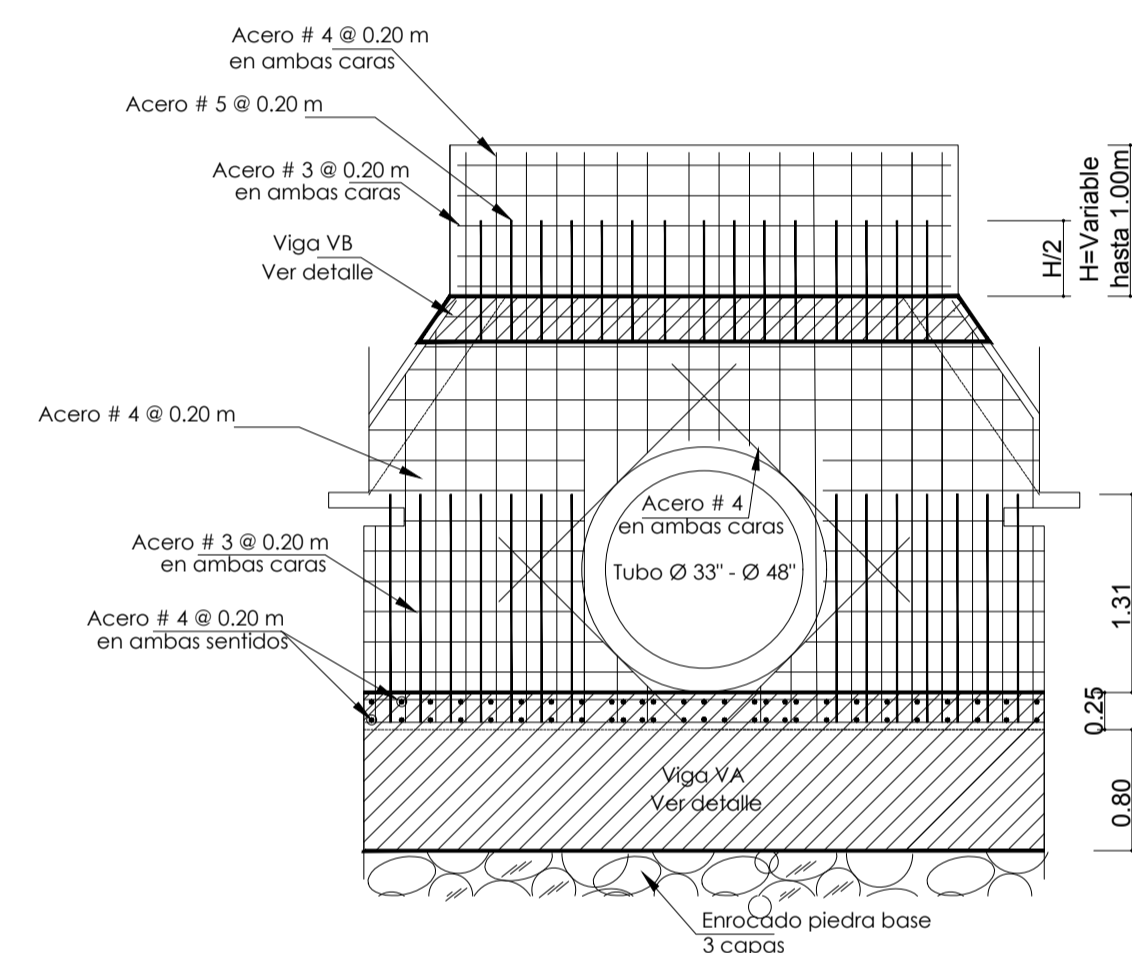
PLANTA
CABEZAL DE DESCARGA
ESCALA 1/50



VISTA FRONTAL
ESCALA 1/50

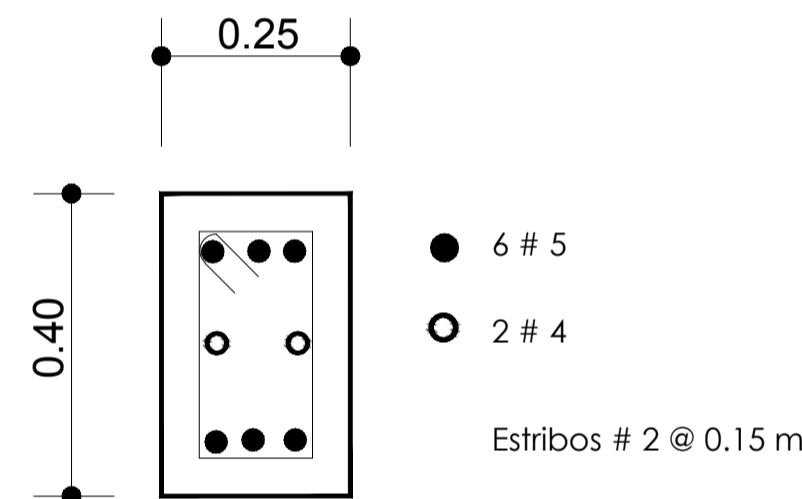


CORTE C-C'
ESCALA 1/50

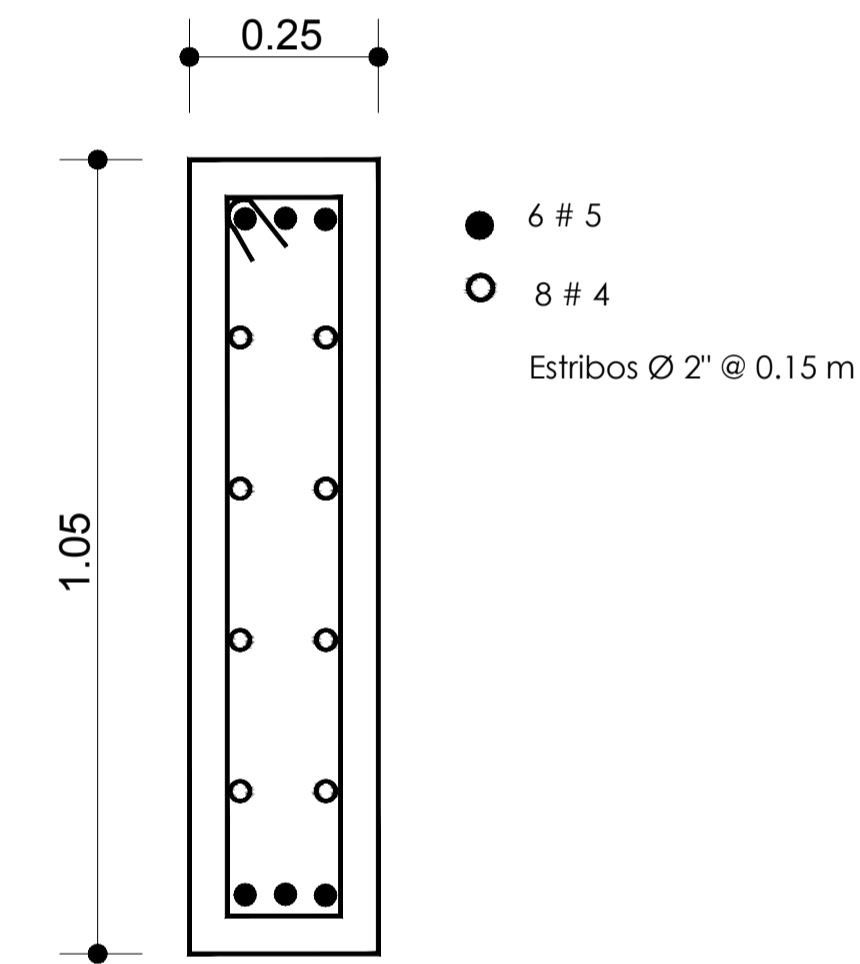


VISTA FRONTAL
DETALLE ESTRUCTURAL
ESCALA 1/50

VIGA VA



VIGA VB

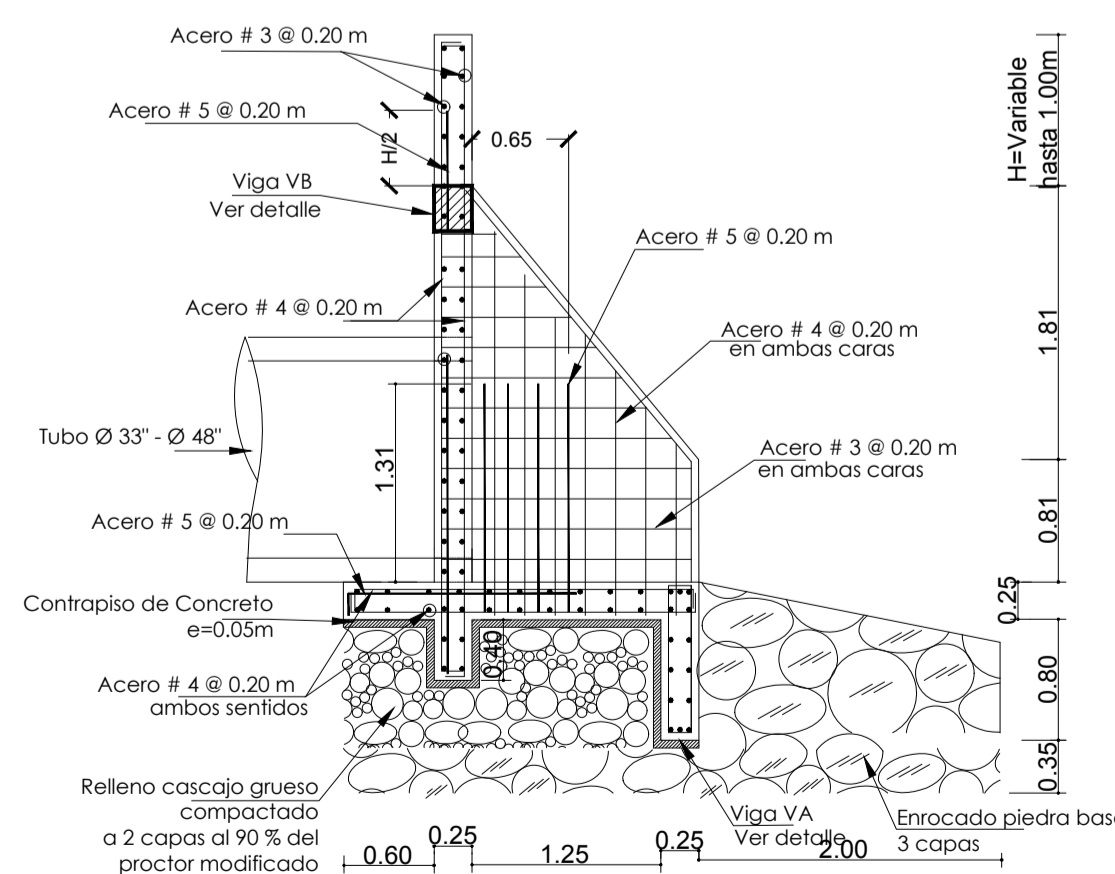


DETALLE DE VIGA VA Y VB

ESCALA 1/20

ESPECIFICACIONES

- EL CONCRETO DEBERA TENER UN $F_c' = 210 \text{ Kg/cm}^2$ PROPORCION 1:2:3 (CEMENTO ARENA DE RIO Y PIEDRIN).
- EL MORTERO DEBERA SER DE CEMENTO Y ARENA DE RIO CON PROPORCION 1:3.
- EL ACERO A UTILIZAR SERA GRADO 40 CON $F_y = 2810 \text{ Kg/cm}^2$.



CORTE C-C'
DETALLE ESTRUCTURAL
ESCALA 1/50

FECHA:	FEBRERO DE 2022
ESCALA:	INDICADA
REVISO:	ING. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO

DISEÑO:	ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTUFAR
CALCULO:	ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTUFAR
DIBUJO:	ORLANDO ROGELIO OSORIO MONTUFAR

PROYECTO:	DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL EN LA CABECERA MUNICIPAL, SANTA LUCIA MILPAS ALTAS
CONTENIDO:	DETALLE CABEZAL DE DESCARGA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCIA MILPAS ALTAS
--	---

EPS EJERCICIO PROFESIONAL SUERVISADO	32
H O J A	32

Apéndice 3. **Presupuesto del sistema de alcantarillado pluvial**

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL, CABECERA MUNICIPAL, SANTA LUCÍA MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ

Elaborado por: Orlando Rogelio Osorio Montúfar

CUADRO RESUMEN DE RENGLONES DE TRABAJO

RENGLON No.	DESCRIPCION DEL RENGLON	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO		TOTAL
1	TRABAJOS PRELIMINARES					Q 590 031,76
1,1	Replanteo topografico (incluye equipo y cuadrilla topografica)	m	5 905,45	Q	5,30	Q 31 298,89
1,2	Demolicion de pavimento de concreto existente (incluye corte, demolicion, retiro y extraccion)	m2	3 487,32	Q	91,06	Q 317 566,51
1,3	Demolicion de adoquin (incluye demolicion, retiro y extraccion)	m2	5 750,30	Q	41,94	Q 241 166,36
2	COLECTORES					Q 14 773 763,90
2,1	Suministro y colocacion de tuberia PVC \varnothing 12" (incluye excavacion, colocacion y relleno)	m	2 935,65	Q	1 223,06	Q 3 590 487,32
2,2	Suministro y colocacion de tuberia PVC \varnothing 15" (incluye excavacion, colocacion y relleno)	m	496,70	Q	1 797,29	Q 892 716,32
2,2	Suministro y colocacion de tuberia PVC \varnothing 18" (incluye excavacion, colocacion y relleno)	m	779,54	Q	2 390,61	Q 1 863 574,57
2,3	Suministro y colocacion de tuberia PVC \varnothing 24" (incluye excavacion, colocacion y relleno)	m	471,91	Q	3 326,56	Q 1 569 838,20
2,4	Suministro y colocacion de tuberia PVC \varnothing 30" (incluye excavacion, colocacion y relleno)	m	225,32	Q	5 486,64	Q 1 236 250,00
2,5	Suministro y colocacion de tuberia PVC \varnothing 36" (incluye excavacion, colocacion y relleno)	m	617,72	Q	6 530,39	Q 4 033 951,40
2,6	Suministro y colocacion de tuberia PVC \varnothing 42" (incluye excavacion, colocacion y relleno)	m	194,86	Q	8 144,03	Q 1 586 946,09
3	POZO DE VISITA					Q 2 723 223,38
3,1	Pozo de visita \varnothing interno 1.50 m, Hprom = 2.35 m de ladrillo tayuyo sin refuerzo + brocal + tapadera (incluye excavacion y relleno)	unidad	71,00	Q	15 442,90	Q 1 096 445,65
3,2	Pozo de visita \varnothing interno 1.50 m, Hprom = 4.30 m de ladrillo tayuyo con refuerzo + brocal + tapadera, con dissipador de energia en pozos requeridos (incluye excavacion y relleno)	unidad	11,00	Q	37 769,73	Q 415 467,07
3,3	Pozo de visita \varnothing interno 1.75 m, Hprom = 2.75 m de ladrillo tayuyo sin refuerzo + brocal + tapadera (incluye excavacion y relleno)	unidad	13,00	Q	20 686,27	Q 268 921,56
3,4	Pozo de visita \varnothing interno 1.75 m, Hprom = 5.25 m de ladrillo tayuyo con refuerzo + brocal, con dissipador de energia en pozos requeridos (incluye excavacion y relleno)	unidad	10,00	Q	44 686,57	Q 446 865,72
3,5	Pozo de visita \varnothing interno 1.75 m, Hprom = 8.4 m de ladrillo tayuyo con doble refuerzo + brocal + tapadera, con dissipador de energia en pozos requeridos (incluye excavacion y relleno)	unidad	1,00	Q	79 591,72	Q 79 591,72
3,6	Pozo de visita \varnothing interno 2.00 m, Hprom = 2.95 m de ladrillo tayuyo sin refuerzo + brocal + tapadera, con dissipador de energia en pozos requeridos (incluye excavacion y relleno)	unidad	6,00	Q	23 309,27	Q 139 855,63
3,7	Pozo de visita \varnothing interno 2.00 m, Hprom = 5.10 m de ladrillo tayuyo con refuerzo + brocal + tapadera, con dissipador de energia en pozos requeridos (incluye excavacion y relleno)	unidad	4,00	Q	50 205,62	Q 200 822,50
3,8	Pozo de visita \varnothing interno 2.00 m, Hprom = 6.75 m de ladrillo tayuyo con doble refuerzo + brocal + tapadera, con dissipador de energia en pozos requeridos (incluye excavacion y relleno)	unidad	1,00	Q	75 253,53	Q 75 253,53



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL, CABECERA MUNICIPAL, SANTA LUCÍA MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ

Elaborado por: Orlando Rogelio Osorio Montúfar

CUADRO RESUMEN DE RENGLONES DE TRABAJO

REGLON No.	DESCRIPCION DEL REGLON	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO		TOTAL
4	POZO DE ABSORCION					Q 94 271,89
4,1	Pozo de absorcion Øinterno 1.80 m, H = 7 m, con tubería de concreto perforada, cono prefabricado, relleno de piedra bola + rejilla metálica de acceso.	unidad	1,00	Q	94 271,89	Q 94 271,89
5	TRAGANTES					Q 4 449 008,00
5,1	Tragante tipo ventana, de concreto armado + tapadera de concreto + ventana de hierro + tubería de conexión a colector (incluye excavación y relleno).	unidad	32,00	Q	29 641,91	Q 948 541,01
5,2	Tragante de rejilla de piso de concreto con desarenador, de concreto armado + rejilla metálica + tubería de conexión a colector (incluye excavación y relleno).	unidad	412,00	Q	8 269,71	Q 3 407 120,85
5,3	Tragante transversal de mampostería con desarenador + rejilla transversal metálica + tubería de conexión a colector (incluye excavación y relleno).	unidad	4,00	Q	23 336,54	Q 93 346,14
6	OBRA COMPLEMENTARIAS					Q 358 302,38
6,1	Canal escalonado de concreto armado de electromalla + rejilla metálica, con recubrimiento en paredes interiores y losa (incluye excavación)	m	22,09	Q	4 045,81	Q 89 371,87
6,2	Cabezal de descarga de concreto armado con dos pantallas protectoras + relleno de piedra base y cascajo grueso (incluye excavación y relleno)	unidad	2,00	Q	134 465,25	Q 268 930,51
TOTAL						Q 22 988 601,31

Apéndice 4. **Cronograma de ejecución del sistema de alcantarillado pluvial**

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL, CABECERA MUNICIPAL, SANTA LUCÍA MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ

Elaborado por: Orlando Rogelio Osorio Montúfar

CRONOGRAMA DE TRABAJO

REGLON No.	DESCRIPCION DEL REGLON	UNIDAD	CANTIDAD	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6				MES 7				MES 8				MES 9				MES 10				MES 11				MES 12			
				S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4				
3.7	Pozo de visita Øinterno 2.00 m, Hprom = 5.10 m de ladrillo tayuyo con refuerzo + brocal + tapadera, con dissipador de energía en pozos requeridos (incluye excavacion y relleno)	unidad	4.00																																																
3.8	Pozo de visita Øinterno 2.00 m, Hprom = 6.75 m de ladrillo tayuyo con doble refuerzo + brocal + tapadera, con dissipador de energía en pozos requeridos (incluye excavacion y relleno)	unidad	1.00																																																
4	POZO DE ABSORCION																																																		
4.1	Pozo de absorcion Øinterno 1.80 m, H = 9.50 m, con tubería de concreto perforada, cono prefabricado, relleno de piedra bola + rejilla metálica de acceso.	unidad	1.00																																																
5	TRAGANTES																																																		
5.1	Tragante tipo ventana, de concreto armado + tapadera de concreto + ventana de hierro + tubería de conexión a colector (incluye excavacion y relleno).	unidad	32.00																																																
5.2	Tragante de rejilla de piso de concreto con desarenador, de concreto armado + rejilla metálica + tubería de conexión a colector (incluye excavacion y relleno).	unidad	412.00																																																
5.3	Tragante transversal de mampostería con desarenador + rejilla transversal metálica + tubería de conexión a colector (incluye excavacion y relleno).	unidad	4.00																																																
6	OBRA COMPLEMENTARIAS																																																		
6.1	Canal escalonado de concreto armado de electromalla + rejilla metálica, con recubrimiento en paredes interiores y losa (incluye excavacion)	m	22.09																																																
6.2	Cabezal de descarga de concreto armado con dos pantallas protectoras + relleno de piedra base y cascajo grueso (incluye excavacion y relleno)	unidad	2.00																																																

ANEXO

Anexo 1. Evaluación inicial de impacto ambiental

EVALUACION AMBIENTAL INICIAL

(ACUERDO GUBERNATIVO 137-2016, REGLAMENTO DE EVALUACIÓN, CONTROL Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL Y SU REFORMA)

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
<p>El formato debe proporcionar toda la información solicitada en los apartados, de lo contrario ventanilla única no lo aceptará.</p> <ul style="list-style-type: none"> Completar el siguiente formato de Evaluación Ambiental Inicial, colocando una X en las casillas donde corresponda y debe ampliar con información escrita en cada uno de los espacios del documento, en donde se requiera. Si necesita más espacio para completar la información, puede utilizar hojas adicionales e indicar el inciso o sub-inciso a que corresponde la información. La información debe ser completada, utilizando letra de molde legible o a máquina de escribir. Este formato también puede completarlo de forma digital, el MARN puede proporcionar copia electrónica si se le facilita el disquete, CD, USB; o bien puede solicitarlo a la siguiente dirección: vunica@marn.gob.gt Todos los espacios deben ser completados, incluso el de aquellas interrogantes en que no sean aplicables a su actividad (explicar la razón o las razones por lo que usted lo considera de esa manera). Por ningún motivo, puede modificarse el formato y/o agregarle los datos del proponente o logo(s) que no sean del MARN. 	<p>No. Expediente:</p> <p>Clasificación del Listado Taxativo</p> <p>Firma y Sello de Recibido</p>
I. INFORMACION LEGAL	
<p>I.1.1 Nombre del proyecto, obra, industria o actividad (OBLIGATORIAMENTE que tenga relación con la actividad a realizar): Diseño del Sistema de Alcantarillado Pluvial de la Cabecera Municipal del Municipio de Santa Lucia Milpas Altas, Sacatepéquez</p>	
<p>I.1.2 Descripción del proyecto, obra o actividad para lo que se solicita aprobación de este instrumento. Construcción de un sistema de alcantarillado pluvial con la cantidad de 117 pozos de visita de diferente diámetro, profundidad y tipología, 448 tragantes de diferente tipología, 5 722 metros de tubería PVC de distintos diámetros, 1 pozo de absorción, 1 canal escalonado y 2 obras de protección para la tubería de desfogue, esto para beneficiar a 3 060 habitantes.</p>	
<p>I.2. Información legal:</p> <p>A) Persona Individual: A.1. Representante Legal: Prof. Augusto Agustín Vicente</p> <p>B) De la empresa: Razón social: Municipalidad de Santa Lucia Milpas Altas Nombre Comercial: Municipalidad de Santa Lucia Milpas Altas</p> <p>C) De la Propiedad: No. De Finca: _____ Folio No. _____ Libro No. _____ de dónde se ubica el proyecto, obra, industria o actividad.</p>	

Continuación de anexo 1.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN													
<p>I.3 Teléfono: 7961-4141 Correo electrónico: munisanta_m.asac@hotmail.com / m.santalucia@munisantalucia.com</p>														
<p>I.4 Dirección de donde se ubica la actividad: (identificando calles, avenidas, número de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; OBLIGATORIAMENTE indicar el municipio y departamento)</p> <p style="text-align: center;">Cabecera Municipal, Santa Lucia Milpas Altas, Sacatepéquez, Guatemala</p>														
<p>Especificar Coordenadas Geográficas</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td colspan="2"><i>Coordenadas Geográficas Datum WGS84</i></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Latitud: 14° 34' 34.07" N</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Longitud: 90° 40' 39.79" W</td> </tr> </table>			<i>Coordenadas Geográficas Datum WGS84</i>		Latitud: 14° 34' 34.07" N		Longitud: 90° 40' 39.79" W							
<i>Coordenadas Geográficas Datum WGS84</i>														
Latitud: 14° 34' 34.07" N														
Longitud: 90° 40' 39.79" W														
<p>II. INFORMACION GENERAL</p> <p>Se debe proporcionar una descripción de las actividades que serán efectuadas en el proyecto, obra, industria o actividad según etapas siguientes:</p>														
II.1 Etapa de Construcción	Operación	Abandono												
<ul style="list-style-type: none"> • Levantamiento topográfico • Demolición y extracción de pavimento de concreto y adoquín • Excavación. • Colocacion de tubería, pozos de visita, tragantes y obras complementarias. • Maquinaria y herramienta menor. • Equipo de seguridad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tubería de 4" a 18" fabricados bajo la norma ASTM F949 y de 24" a 42" AASHTO M304, concreto f'c 210 kg/cm2, hierro legitimo grado 40, ladrillo tayuyo. • Retroexcavadora, camión grúa, perforadora manual. • 07:00 – 12:00 y 13:00 – 16:00 horas 													
<p>II.3 Área</p> <p>a) Área total de terreno en metros cuadrados: 358 913 m².</p> <p>b) Área de ocupación del proyecto en metros cuadrados: 28 610 m².</p> <p>c) Área total de construcción en metros cuadrados: 28 610 m².</p>														
<p>II.4 Actividades colindantes al proyecto:</p> <p>NORTE Caserío Matilandia. SUR Santo Tomás Milpas Altas. ESTE Parcelamiento Aldea Santa Rosa OESTE Sector Las 3 cumbres.</p>														
<p>Describir detalladamente las características del entorno (viviendas, barrancos, ríos, basureros, iglesias, centros educativos, centros culturales, etc.):</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>DESCRIPCION</th> <th>DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)</th> <th>DISTANCIA AL PROYECTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Centro Comercial El Parador</td> <td>Norte</td> <td>50 metros</td> </tr> <tr> <td>Sector Las 3 Cumbres</td> <td>Oeste</td> <td>250 metros</td> </tr> <tr> <td>PVC Gerfor, Guatemala</td> <td>Sur</td> <td>30 metros</td> </tr> </tbody> </table>			DESCRIPCION	DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL PROYECTO	Centro Comercial El Parador	Norte	50 metros	Sector Las 3 Cumbres	Oeste	250 metros	PVC Gerfor, Guatemala	Sur	30 metros
DESCRIPCION	DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL PROYECTO												
Centro Comercial El Parador	Norte	50 metros												
Sector Las 3 Cumbres	Oeste	250 metros												
PVC Gerfor, Guatemala	Sur	30 metros												

Continuación anexo 1.

INSTRUCCIONES				PARA USO INTERNO DEL MARN			
II.3 Dirección del viento: Suroeste, 1,39 km/h							
II.4 Datos laborales a) Jornada de trabajo: Diurna (X) Nocturna () Mixta () Horas Extras: 2 horas b) Número de empleados por jornada: 20 empleados Total empleados: 40 empleados							
II.5 USO Y CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTRO...							
CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...							
	Tipo	Si/No	Cantidad/(mes día y hora)	Proveedor	Uso	Especificaciones u observaciones	Forma de almacenamiento
Agua	Servicio publico	SI	50 lt/día	Municipalidad	Construcción		Tanques
	Pozo	NO					
	Agua especial	NO					
	Superficial	NO					
Combustible	Otro	NO					
	Gasolina	SI	3 gal/día	Gasolinera	Transporte		Recipientes
	Diesel	SI	10 gal/día	Gasolinera	Maquinaria		Recipientes
	Bunker	NO					
	Glp	NO					
	Otro	NO					
Lubricantes	Solubles	NO					
	No solubles	NO					
Refrigerantes		NO					
Otros		NO					
III. IMPACTO AL AIRE							
GASES Y PARTICULAS							
III.1 Las acciones u operaciones de la Actividad, producen gases o partículas (Ejemplo: polvo, vapores, humo, niebla, material particulado, etc.) que se dispersan en el aire? Ampliar la información e indicar la fuente de donde se generan? La construcción puede generar polvo por parte de las excavaciones a realizar al momento de instalar las tuberías para el alcantarillado sanitario.							
MITIGACION III.2 ¿Qué se está haciendo o qué se hará para evitar que los gases o partículas impacten el aire, el vecindario o a los trabajadores? Remojar el suelo a extraer para evitar que se genere polvo al momento de la extracción del suelo, o cercar el lugar de trabajo de manera que no se escape mucho el polvo de la zona de construcción.							

Continuación anexo 1.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
RUIDO Y VIBRACIONES	
<p>III.3 Las operaciones de la empresa producen sonidos fuertes (ruido), o vibraciones? Si</p> <p>III.4 En donde se genera el sonido y/o las vibraciones (maquinaria, equipo, instrumentos musicales, vehículos, etc.) Maquinaria para la excavación de las zanjas y al momento de la demolición del pavimento de concreto.</p> <p>III.5 ¿Qué se está haciendo o que acciones se tomarán para evitar que el ruido o las vibraciones afecten al vecindario y a los trabajadores? Para evitar el ruido en el vecindario es casi imposible ya que se deberían desalojar a las personas por un momento de sus hogares para evitar esto o brindarles algún equipo de protección contra ruidos al igual que los trabajadores para que no afecte su audición.</p>	
OLORES	
<p>III.6 Si como resultado de sus actividades se emiten olores (ejemplo: cocción de alimentos, aromáticos, solventes, etc.), explicar con detalles la fuente de generación y el tipo o características del o los olores: Algunos de los olores a percibir al momento de la construcción podría ser el de la extracción de la tierra, por posible hallazgo de tierra negra en el lugar que pueda generar cierto olor</p> <p>III.7 Explicar que se está haciendo o se hará para evitar que los olores se dispersen en el ambiente? Para los trabajadores la utilización de equipo de protección contra olores como lo son máscaras, para los habitantes de la zona no se considera un equipo de protección debido a que la sensación de olor será más notoria por parte de las personas que trabajen en la zona.</p>	
IV. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD EN EL AGUA	
AGUAS RESIDUALES	
CARACTERIZACION DE LAS AGUAS RESIDUALES	
<p>IV.1 Con base en el Acuerdo Gubernativo 236-2006, Reglamento de las Descargas y Re-uso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos, qué tipo de aguas residuales (aguas negras) se generan?</p> <p>a) <u>Ordinarias</u> (aguas residuales generadas por las actividades domésticas) b) <u>Especiales</u> (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias) c) <u>Mezcla</u> de las anteriores d) Otro;</p> <p>Cualquiera que fuera el caso, explicar la información, indicando el caudal (cantidad) de aguas residuales generado _____</p> <p>IV.2 Indicar el número de servicios sanitarios _____</p>	

Continuación anexo 1.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
<u>TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES</u>	
<p>IV.3 Describir que tipo de tratamiento se da o se propone dar a las aguas residuales generadas por la actividad. (usar hojas adicionales)</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Sistema de tratamiento b) Capacidad c) Operación y mantenimiento d) Caudal a tratar e) Etc. 	
<u>DESCARGA FINAL DE AGUAS RESIDUALES</u>	
<p>IV. 4 Indique el punto de descarga de las aguas residuales, por ejemplo en pozo de absorción, colector municipal, río, lago, mar u otro e indicar si se le efectuó tratamiento de acuerdo con el numeral anterior.</p>	
<u>AGUA DE LLUVIA (AGUAS PLUVIALES)</u>	
<p>IV.5 Explicar la forma de captación de agua de lluvia y el punto de descarga de la misma (zanjones, ríos, pozos de absorción, alcantarillado, etc.)</p> <p>La captación de las aguas pluviales se realizara a través de las estructuras de captación, tragantes, que se encuentran repartidos por cada uno de los tramos del sistema de alcantarillado pluvial, para desfogar en 5 puntos, el primero en un pozo de absorción, el segundo en la quebrada la Joya, el tercero en un canal escalonado en la calle de la Primavera, el cuarto en la quebrada de la Pinada y el quinto en un canal escalonado existente rumbo a 3 Cumbres.</p>	
<u>V. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD SOBRE EL SUELO (Sistema edáfico y lítico)</u>	
<u>DESECHOS SÓLIDOS</u>	
<u>VOLUMEN DE DESECHOS</u>	
<u>V.1 Especifique el volumen de desechos o desperdicios genera la actividad desarrollada:</u>	
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<ul style="list-style-type: none"> a) Similar al de una residencia 11 libras/día b) Generación entre 11 a 222 libras/día c) Generación entre 222 libras y 1000 libras/día d) Generación mayor a 1000 libras por día
<p>V.2 Además de establecer la cantidad generada de desechos sólidos, se deben caracterizar e indicar el tipo de desecho (basura común, desechos de tipo industrial o de proceso, desechos hospitalarios, orgánicos, etc.):</p>	
<p>V.3. Partiendo de la base que todos los Desechos Peligrosos, son todos aquellos que posean una o más de las características siguientes: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables, biológico infecciosos, se genera en su actividad algún tipo de desecho con estas características y en qué cantidad?</p>	
<p>V.4 Se efectúa algún tipo de tratamiento de los desechos (comunes o peligrosos), Explicar el método y/o equipo utilizado</p>	
<p>V.5 Si los desechos se trasladan a otro lugar, para tratamiento o disposición final, indicar el tipo de transporte utilizado</p>	
<p>V.6 Contempla la empresa algún mecanismo o actividad para disminuir la cantidad o el tipo de desechos generados, o bien evitar que éstos sean dispuestos en un botadero?</p>	
<p>V.7 Indicar el sitio de disposición final de los desechos generados (comunes y peligrosos)</p>	

Continuación anexo 1.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
VI. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGIA	
CONSUMO	
VI.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (kW/hr o kW/mes)	
VI. 2 Forma de suministro de energía	
a) Sistema público _____	
b) Sistema privado _____	
c) generación propia _____	
VI.3 Dentro de los sistemas eléctricos de la empresa se utilizan transformadores, condensadores, capacitores o inyectores eléctricos?	
SI _____ NO <u> X </u>	
VI.4 Qué medidas propone para disminuir el consumo de energía o promover el ahorro de energía? Utilización de los equipos cuando sea necesarios y desconectarlos cuando ya no sean necesarios.	
VII. POSIBILIDAD DE AFECTAR LA BIODIVERSIDAD (ANIMALES, PLANTAS, BOSQUES, ETC.)	
VII.1 En el sitio donde se ubica la empresa o actividad, existen:	
- Bosques	
- Animales	
- Otros _____	
Especificar información <u> No existe nada de lo mencionado anteriormente </u>	
VII.2 La operación de la empresa requiere efectuar corte de árboles?	
Si	
VII.3 Las actividades de la empresa, pueden afectar la biodiversidad del área? SI (X) NO () Por qué?	
Porque los tramos finales hacia el punto de desfogue conlleva ingresar a las áreas boscosas buscando el punto de descarga por lo que puede llegar a afectar a los árboles que se encuentran en el camino de los tramos finales.	
VIII. TRANSPORTE	
VIII.1 En cuanto a aspectos relacionados con el transporte y parqueo de los vehículos de la empresa, proporcionar los datos siguientes:	
a) Número de vehículos <u> 10 vehículos </u>	
b) Tipo de vehículo <u> Maquinaria pesada y camión. </u>	
c) sitio para estacionamiento y área que ocupa <u> Cercanías al lugar de construcción, con un área aproximadamente de 125 m². </u>	
IX. EFECTOS SOCIALES, CULTURALES Y PAISAJÍSTICOS	
ASPECTOS CULTURALES	
IX.1 En el área donde funciona la actividad, existe alguna (s) etnia (s) predominante, cuál?	
Ladinos.	

Continuación anexo 1.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
<p>RECURSOS ARQUEOLOGICOS Y CULTURALES</p> <p>IX.2 Con respecto de la actividad y los recursos culturales, naturales y arqueológicos, Indicar lo siguiente:</p> <p>a) <input checked="" type="checkbox"/> La actividad no afecta a ningún recurso cultural, natural o arqueológico _____</p> <p>b) <input type="checkbox"/> La actividad se encuentra adyacente a un sitio cultural, natural o arqueológico _____</p> <p>c) <input type="checkbox"/> La actividad afecta significativamente un recurso cultural, natural o arqueológico _____</p> <p>Ampliar información de la respuesta seleccionada</p>	
<p>ASPECTOS SOCIAL</p> <p>IX.3. En algún momento se han percibido molestias con respecto a las operaciones de la empresa, por parte del vecindario? SI () NO (X)</p> <p>IX.4 ¿Qué tipo de molestias? Ninguna</p> <p>IX.5 ¿Qué se ha hecho o se propone realizar para no afectar al vecindario?</p>	
<p>PAISAJE</p> <p>IX.6 ¿Cree usted que la actividad afecta de alguna manera el paisaje? ¿Explicar por qué? Al momento de la excavación ya que todo el material excavado deja no solo las calles incomunicadas sino una mala vista de todo el material extraído, pero solo es momentáneo.</p>	
<p>X. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD</p> <p>X.1 Efectos en la salud humana de la población circunvecina:</p> <p>a) <input type="checkbox"/> la actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio</p> <p>b) <input checked="" type="checkbox"/> la actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores</p> <p>c) <input type="checkbox"/> la actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores</p> <p>Del inciso marcado explique las razones de su respuesta, identificar que o cuales serían las actividades riesgosas: Una de las actividades que puede ocasionar riesgo o molestia es la excavación en el lugar y la maquinaria a utilizar.</p>	
<p>X.3 Riesgos ocupacionales:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Existe alguna actividad que representa riesgo para la salud de los trabajadores</p> <p><input type="checkbox"/> La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los trabajadores</p> <p><input type="checkbox"/> La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de los trabajadores</p> <p><input type="checkbox"/> No existen riesgos para los trabajadores</p> <p>Ampliar información: Pueden existir actividades que pueden poner en riesgo la salud de los trabajadores, debido a que estos no cumplan con las normas de seguridad comprometiendo su salud.</p>	
<p>Equipo de protección personal</p> <p>X.4 Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores? SI (X) NO ()</p> <p>X.5 Detallar que clase de equipo de protección se proporciona: Los trabajadores tendrá equipo de protección como lo son botas, casco, guantes, chaleco reflector, con el fin de poder realizar su trabajo lo más seguro posible.</p> <p>X.6 ¿Qué medidas ha realizado o que medidas propone para evitar las molestias o daños a la salud de la población y/o trabajadores? Colocar todas las señales necesarias y visibles para que las personas tengan precaución al momento de transitar por la construcción.</p>	

Fuente: Plataforma de transparencia. *Municipalidad de Pachalum.*

https://www.munipachalum.laip.gt/index.php?option=com_dropfiles&format=&task=frontfile.download&catid=546&id=1gW9AqHNS-R6iy1u3965IGjzPZh3p3TpL&Itemid=100000000000.

Consulta: 20 de abril de 2022.