



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL Y CARRETERA PAVIMENTADA
PARA LA ALDEA SACOJ GRANDE, ZONA 6 DE MIXCO, GUATEMALA**

Luis Alexis Oliva Blanco

Asesorado por la Inga. Mayra Rebeca García Soria De Sierra

Guatemala, agosto de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL Y CARRETERA
PAVIMENTADA PARA LA ALDEA SACOJ GRANDE, ZONA 6 DE MIXCO, GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

LUIS ALEXIS OLIVA BLANCO

ASESORADO POR LA INGA. INGA MAYRA REBECA GARCÍA SORIA DE SIERRA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, AGOSTO DEL 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

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

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova
EXAMINADOR	Inga. Mayra Rebeca García Soria
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
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 Y CARRETERA PAVIMENTADA
PARA LA ALDEA SACOJ GRANDE, ZONA 6 DE MIXCO, GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha (fecha de asignación de protocolo).

Luis Alexis Oliva Blanco

Universidad de San Carlos de
Guatemala



Facultad de Ingeniería
Unidad de EPS

Guatemala, 21 de enero de 2022
REF.EPS.DOC.05.01.2022

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

Estimado Ingeniero Argueta Hernández:

Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Luis Alexis Oliva Blanco, CUI 2499 01838 0101 y Registro Académico 200516213** de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL Y CARRETERA PAVIMENTADA PARA LA ALDEA SACOJ GRANDE, ZONA 6 DE MIXCO, GUATEMALA.**

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

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

c.c. Archivo
MRGSdS/ra

Universidad de San Carlos de
Guatemala



Facultad de Ingeniería
Unidad de EPS

Guatemala, 03 de mayo de 2022
REF.EPS.D.147.04.2022

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 Y CARRETERA PAVIMENTADA PARA LA ALDEA SACOJ GRANDE, ZONA 6 DE MIXCO, GUATEMALA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Luis Alexis Oliva Blanco, CUI 2499 01838 0101 y Registro Académico 200516213**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

A handwritten signature in blue ink is written over an official stamp. The stamp is oval-shaped and contains the text: "Universidad de San Carlos de Guatemala", "DIRECCIÓN", "Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS", and "Facultad de Ingeniería".

Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS

OAH/ra



ESCUELA DE
INGENIERÍA CIVIL
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Guatemala, 28 de enero 2022

Ingeniero
Armando Fuentes Roca
Directo de la Escuela de Ingeniería Civil
Guatemala

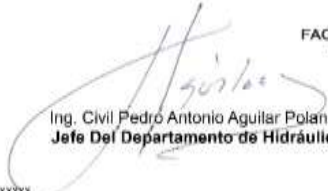
Ingeniero Fuentes.

Por medio de la presente comunico a usted, que a través del Departamento de Hidráulica de la Escuela de Ingeniería Civil se ha revisado el Informe Final de EPS, **Diseño del sistema de alcantarillado pluvial y carretera pavimentada para la aldea Sacoj Grande, zona 6 de Mixco**, del estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil **Luis Alexis Oliva Blanco**, Registro Académico, **200516213**, como Asesor al la **INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORIA DE SIERRA**.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte académico 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


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

Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Coordinador del Departamento de Hidráulica

Asesor
Interesado





ESCUELA DE
INGENIERÍA CIVIL
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Guatemala, 30 de marzo de 2022

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

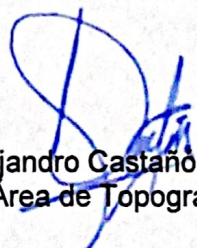
Estimado Ingeniero Fuentes:


Respetuosamente me dirijo a usted con el propósito de informarle que luego de haber revisado el trabajo de graduación **“DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL Y CARRETERA PAVIMENTADA PARA LA ALDEA SACOJ GRANDE, ZONA 6 DE MIXCO, GUATEMALA.”**, el cual fue presentado por el estudiante de Ingeniería Civil Luis Alexis Oliva Blanco, con CUI 2499018380101 y registro académico No. 200516213, quien contó con la asesoría del Ingeniera Civil Mayra Rebeca García Soria De Sierra. Y después de haber realizado las correcciones pertinentes.

Por lo que considero que este trabajo llena los requisitos planteados y que representa un aporte para la Facultad de Ingeniería, por lo que doy mi aprobación al mismo, solicitándole darle el trámite respectivo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Alejandro Castañon Lopez
Coordinador del Área de Topografía y Transportes

 FACULTAD DE INGENIERÍA
ÁREA
DE TOPOGRAFÍA
Y TRANSPORTES
COORDINACIÓN

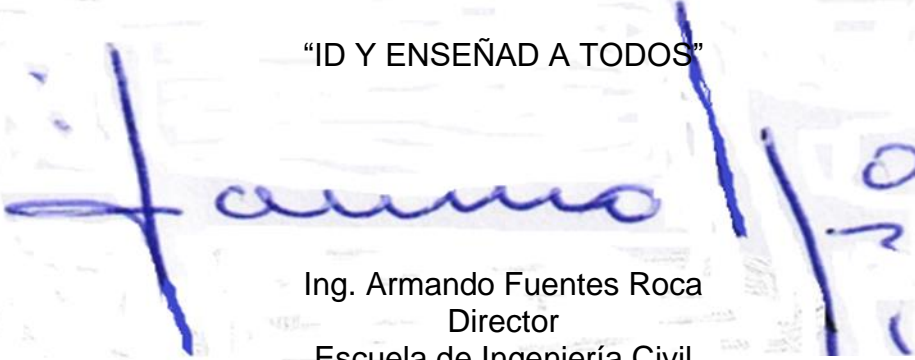




LNG.DIRECTOR.156.EIC.2022

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador de Área y la aprobación del área de lingüística del trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL Y CARRETERA PAVIMENTADA PARA LA ALDEA SACOJ GRANDE, ZONA 6 DE MIXCO, GUATEMALA**, presentado por: **Luis Alexis Oliva Blanco**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Ing. Armando Fuentes Roca
Director
Escuela de Ingeniería Civil

Guatemala, julio de 2022





Decanato
Facultad de Ingeniería
24189101- 24189102
secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt

LNG.DECANATO.OI.530.2022

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 Y CARRETERA PAVIMENTADA PARA LA ALDEA SACOJ GRANDE, ZONA 6 DE MIXCO, GUATEMALA**, presentado por: **Luis Alexis Oliva Blanco**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

ing. Aurelia Anabela Cordova Estrada



Decana

Guatemala, agosto de 2022

AACE/gaoc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por darme el mejor regalo que es la vida.

Mi Madre

Luz Blanco, por el gran amor y la devoción que tienes a sus hijos, por el apoyo ilimitado e incondicional que siempre me has dado, por tener siempre la fortaleza de salir adelante sin importar los obstáculos, y por ser la mujer que me dio la vida y me enseñó a vivir no hay palabras en este mundo para agradecerte, mamá.

Mi Tía

Josefa Blanco, por ayudarme en todo momento, llenarme con sus sabios consejos.

Mi prima

María Elena Soto. Por darme ánimos en los momentos difíciles.

Mis primos

Por influir en mi carrera, entre otras cosas.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por abrirme sus puertas y darme la oportunidad de tener acceso a la educación superior.
Facultad de Ingeniería	Por transmitirme todos los conocimientos, para mi formación como profesional.
Mis amigos de la Facultad	Albilin Barrios, Andrés Martínez, Edgar Culajay, Gustavo López, Guillermo Meza, Gabriel Pérez, Julio Ventura, Lesster Aguirre, y a todos mis demás amigos y compañeros por su apoyo y las buenas y malas experiencias que vivimos juntos, sé que nos seguiremos viendo.
Mi asesor	Por orientarme en el transcurso en el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) y transmitirme todos sus conocimientos como profesional.
Municipalidad de Mixco	En especial al departamento de infraestructura, por darme la oportunidad de realizar mi EPS.
Catedráticos	Por impartirme todos sus conocimientos y experiencias, la cual fue vital para mi formación.

Ing. Manuel Arrivillaga

Por siempre darme ánimos y compartirme sus experiencias en su vida como profesional.

Ing. Minor Ecute

Por compartir sus conocimientos y experiencia sin ningún egoísmo.

Don Aroldo Flores

Por siempre motivarme a realizar mi proyecto de EPS.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XV
RESUMEN	XIX
OBJETIVOS.....	XXIII
INTRODUCCIÓN	XXV
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Monografía de la aldea Sacoj Grande, zona 6 de Mixco	1
1.1.1. Ubicación y Localización geográfica	2
1.1.2. Topografía del lugar	5
1.1.3. Aspectos climáticos.....	5
1.1.4. Actividades económicas.....	6
1.1.5. Población	7
1.1.6. Servicios existentes	7
1.1.6.1. Educación.....	7
1.1.6.2. Salud	8
1.1.6.3. Energía eléctrica	8
1.1.6.4. Agua potable	8
1.1.6.5. Drenajes.....	9
1.2. Principales necesidades de la aldea Sacoj Grande, zona 6 de Mixco	9
1.2.1. Descripción de las necesidades.....	9
1.2.2. Evaluación y priorización de las necesidades	10
1.3. Vulnerabilidad del proyecto	10

2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	13
2.1.	Diseño de sistema de alcantarillado pluvial en la aldea Sacoj Grande zona 6 de Mixco	13
2.1.1.	Descripción del proyecto	13
2.1.2.	Levantamiento topográfico	13
2.1.2.1.	Planimetría.....	14
2.1.2.2.	Altimetría.....	14
2.1.3.	Diseño del sistema	14
2.1.3.1.	Descripción del sistema a utilizar	14
2.1.3.2.	Componentes del alcantarillado pluvial.....	15
2.1.3.2.1.	Elementos de Captación	16
2.1.3.2.2.	Tipos de tragantes	16
2.1.3.2.3.	Cálculo de tragante	20
2.1.3.3.	Estudios hidrológicos	24
2.1.3.4.	Características del subsuelo	25
2.1.3.5.	Determinación de lugares de descarga	25
2.1.3.6.	Método racional	26
2.1.3.7.	Intensidad de lluvia	26
2.1.3.8.	Tiempo de concentración.....	27
2.1.3.9.	Determinación de áreas tributarias	28
2.1.3.10.	Determinación del coeficiente de escorrentía	29
2.1.3.11.	Pendiente de tubería.....	30
2.1.3.12.	Diámetro de tubería	31
2.1.3.13.	Velocidades y caudales a sección llena	31

2.1.3.14.	Revisión de relaciones	33
2.1.3.15.	Cotas <i>invert</i>	33
2.1.3.16.	Ejemplo de diseño de un tramo	33
2.1.3.16.1.	Profundidad de pozos de visita	40
2.1.3.16.2.	Ubicación de desfogues	40
2.1.4.	Presupuesto	41
2.1.5.	Cronograma	42
2.1.6.	Estudio de impacto ambiental	42
2.1.6.1.	Definición	42
2.1.6.2.	Consideraciones técnicas	43
2.2.	Diseño de la carretera pavimentada para la aldea Sacoj Grande, zona 6 de Mixco	44
2.2.1.	Descripción del proyecto	44
2.2.2.	Selección de ruta	44
2.2.3.	Normas para el diseño de carreteras	45
2.2.3.1.	Definición de pavimentos	45
2.2.3.1.1.	Pavimentos asfálticos ...	45
2.2.3.1.2.	Pavimentos rígidos	45
2.2.4.	Levantamiento topográfico	46
2.2.4.1.	Planimetría	46
2.2.4.2.	Altimetría	47
2.2.5.	Ensayo de suelos	47
2.2.5.1.	Ensayo de granulometría	47
2.2.5.2.	Límites de Atterberg	47
2.2.5.2.1.	Límite líquido	48
2.2.5.2.2.	Límite plástico	49
2.2.5.2.3.	Índice plástico	49

2.2.5.3.	Ensayo de compactación o Proctor modificado.....	50
2.2.5.4.	Ensayo de valor soporte (CBR)	50
2.2.5.5.	Análisis de resultados de laboratorio de suelos.....	51
2.2.6.	Diseño geométrico de carreteras.....	51
2.2.7.	Alineamiento horizontal	58
2.2.8.	Tangentes.....	58
2.2.9.	Curvas horizontales	58
2.2.10.	Bombeo	61
2.2.11.	Curva de transición.....	62
2.2.12.	Peralte	62
2.2.13.	Sobreancho	63
2.2.14.	Ejemplo de curva horizontal 1 Estación 0 + 020 00	67
2.2.15.	Alineamiento vertical.....	72
2.2.15.1.	Subrasante.....	73
2.2.15.2.	Tangentes verticales	73
2.2.15.3.	Curvas verticales.....	74
2.2.16.	Movimiento de tierras	88
2.2.16.1.	Cálculo de áreas de secciones transversales.....	89
2.2.16.2.	Cálculo de volúmenes de movimiento de tierras	90
2.2.16.3.	Coeficiente de contracción e hinchamiento.....	92
2.2.16.4.	Balance y diagrama de masa.....	93
2.2.17.	Elementos estructurales de pavimentos rígidos	96
2.2.17.1.	Capa subrasante.....	96

2.2.17.2.	Capa subbase	97
2.2.17.2.1.	Valor soporte	97
2.2.17.2.2.	Carpeta de rodadura	97
2.2.18.	Diseño de pavimento bajo normas AASTHO	99
2.2.18.1.	Diseño del espesor de losa	119
2.2.18.2.	Diseño de mezcla de concreto	123
2.2.18.3.	Pasos para el diseño de la mezcla.....	125
2.2.19.	Juntas en el pavimento de concreto.....	130
2.2.19.1.	Juntas transversales de expansión	131
2.2.19.2.	Juntas transversales de contracción ..	131
2.2.19.3.	Juntas longitudinales	131
2.2.19.4.	Juntas de construcción.....	131
2.2.20.	Drenajes.....	133
2.2.20.1.	Consideraciones de drenajes en vías pavimentadas	133
2.2.21.	Consideraciones de operación y mantenimiento del pavimento	133
2.2.22.	Elaboración de planos.....	134
2.2.23.	Presupuesto.....	135
2.2.23.1.	Integración de precios unitarios.....	135
2.2.23.2.	Resumen del presupuesto.....	137
2.2.24.	Cronograma de ejecución física y financiera	138
2.2.25.	Evaluación de impacto ambiental.....	139
CONCLUSIONES		141
RECOMENDACIONES.....		143
BIBLIOGRAFÍA.....		145
APÉNDICE.....		147
ANEXOS		171

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación del municipio de Mixco	3
2.	Mapa de la zona 6 de Mixco	4
3.	Localización del proyecto	5
4.	Esquema de tragante de rejilla en cuneta	17
5.	Ejemplo tragante de rejilla	18
6.	Geometría de un tragante	20
7.	Sección de calle	20
8.	Canal de la vía en forma triangular	22
9.	Área tributaria medida de pozo a pozo.....	29
10.	Formato de tabulación de conteos estadísticos provenientes de aforos vehiculares	53
11.	Elementos de curva horizontal	59
12.	Detalle de curva de transición y peralte	63
13.	Sobre ancho de una carretera.....	64
14.	Tangente vertical.....	73
15.	Detalle de curva vertical simétrica.....	75
16.	Detalle de curva vertical asimétrica.....	76
17.	Tipos de curvas verticales.....	77
18.	Diseño de curva 2 del alineamiento vertical	82
19.	Secciones transversales típicas	90
20.	Sección de volumen	92
21.	Diagrama de masa estación 0+000,00 a estación 0+700,00	96
22.	Diferencia en estructura de pavimento flexible y rígido	98

23.	Distribución de cargas en pavimentos	98
24.	Pesos y dimensiones maximas vehiculares	106
25.	Descripción gráfica de vehículos y ejes	106
26.	Nomograma para cálculo de espesor de losa carpeta de rodadura....	121
27.	Nomograma para cálculo de espesor de losa carpeta de rodadura....	122
28.	Diseño de mezclas para un metro cúbico de concreto	124
29.	Tipos de juntas.....	132

TABLAS

I.	Aspectos climatológicos.....	6
II.	Localización de establecimientos educativos en la aldea Sacoj Grande.....	8
III.	Parámetros A, B y n para la ecuación de la intensidad de lluvia	27
IV.	Coeficientes de escorrentía para diversas superficies.....	30
V.	Presupuesto del sistema de alcantarillado pluvial	41
VI.	Cronograma del sistema de alcantarillado pluvial.....	42
VII.	Listado taxativo	43
VIII.	Clasificación de índice plástico	49
IX.	Características geométricas de las carreteras en estado final.....	57
X.	Sobrecanchos recomendados para carreteras	65
XI.	Peraltes recomendados para carreteras.....	66
XII.	Resumen de curvas horizontales.....	71
XIII.	Tabla de valores de la constante K, para curvas verticales	79
XIV.	Resumen de correcciones en curva No 2	85
XV.	Criterios para diseño de curvas verticales	87
XVI.	Resumen de curvas verticales	88
XVII.	Tabla de balance de masas estación 0+000,00 a estación 0+700,00.....	95

XVIII.	Clasificación de la serviciabilidad del pavimento.....	101
XIX.	Índices de serviciabilidad final (<i>Pt</i>)	102
XX.	Valores de coeficiente de transferencia de carga	103
XXI.	Periodo de análisis (tiempo de vida útil).....	105
XXII.	Tabla de nomenclatura de tipos de ejes y pesos	107
XXIII.	Resumen aforo vehicular	108
XXIV.	Total de ejes que poseen los diferentes tipos de camión.....	109
XXV.	Factores equivalentes de carga para pavimentos rígidos, con ejes simples y $P_f = 2,0$	110
XXVI.	Factores equivalentes de carga para pavimentos rígidos, con ejes simples y $P_f = 2,0$	112
XXVII.	Correlación del CBR y el módulo de relación de la subrasante	114
XXVIII.	Niveles de confiabilidad recomendados por AASHTO	115
XXIX.	Desviación estándar normalizada Z_r con relación a la confiabilidad seleccionada	116
XXX.	Valores de desviación estándar S_o	117
XXXI.	Tipo de suelo según tiempo de drenaje	118
XXXII.	Variables de diseño.....	119
XXXIII.	Informes de ensayos realizados en el centro de investigaciones de la facultad de ingeniería, para el agregado grueso	128
XXXIV.	Informes de ensayos realizados en el centro de investigaciones de la facultad de ingeniería, para agregado fino	129
XXXV.	Ejemplo de integración de precios unitarios renglón Limpieza y Chapeo.....	136
XXXVI.	Cuadrilla para integración de precios unitarios para renglón Limpieza y Chapeo.....	136
XXXVII.	Rendimiento de cuadrilla para integración de precios unitarios para renglón Limpieza y Chapeo.....	137
XXXVIII.	Resumen del presupuesto	138

XXXIX.	Cronograma de ejecución física	139
XL.	Listado taxativo	140

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
A	Área
An	Ancho normal
Δ	Ángulo de deflexión entre pendientes
B	Bordillo
q	Caudal a sección parcial (caudal de diseño)
Q	Caudal a sección llena
Q dom	Caudal Domiciliar
Q med	Caudal medio
Q ind	Caudal industrial
C	Coefficiente de escorrentía
Cm	Centímetro
CT i	Cota inicial del terreno
CT f	Cota final del terreno
CTE	Cota <i>invert</i> de entrada
CTS	Cota <i>invert</i> de salida
CM	Cuerda máxima
D	Diámetro de tubería
Dot	Dotación
DH	Distancia horizontal
Ex	External
e%	Peralte
Fqm	Factor de caudal medio
F.H.	Factor de Harmond

G	Grado de Curvatura
Lc	Longitud de curva horizontal
Ls	Longitud de espiral
LCV	Longitud de curva vertical
Lmin	Longitud mínima de diseño
L	Longitud de tubería
L/s	Litros por segundos
L/hab./día	Litros por habitante por día
m	Metro
m²	Metro cuadrado
m³	Metro cúbico
m³/s	Metro cúbico por segundo
m/s	Metro por segundo
OM	Ordenada media
e%	Peralte
PC	Principio de curva
PT	Principio de tangencia
PI	Punto de intersección
PIV	Punto de intersección vertical
PTV	Principio de tangencia vertical
PCV	Principio de curva vertical
PVS	Pozo de visita sanitario
PV	Pozo de visita pluvial
S	Pendiente
Se	Pendiente de entrada
Ss	Pendiente de salida
M	Punto medio
R	Radio
Sa	Sobreancho

St	Subtangente
TE	Tangente de entrada
TS	Tangente de salida
Tc	Tiempo de concentración
TPD	Tiempo promedio diario
TPDA	Tiempo promedio diario anual
r	Tasa de crecimiento
V	Velocidad del flujo a sección llena
v	Velocidad del flujo dentro del drenaje
Vc	Volumen de corte
Vr	Volumen de relleno

GLOSARIO

AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials (Asociación Americana de Oficiales de Carreteras y Transportes)
Aguas pluviales	Describe al agua que se origina durante las precipitaciones meteorológicas.
Agua residual	Que resultan después de haber sido utilizadas en nuestros domicilios, en las fábricas, en actividades ganaderas, entre otros.
Acometida Domiciliar	Instalación que conecta la tubería a la red de distribución de agua residuales proveniente del interior de las viviendas.
Caudal	Cantidad de fluido que circula a través de una sección del ducto (tubería, cañería, oleoducto, río, canal,) por unidad de tiempo.
CivilCAD	<i>Software</i> en programas de diseño, creado específicamente para los profesionales de la Ingeniería Civil y Topografía de América Latina.

Cota <i>invert</i>	Es la cota que determina la localización de la parte inferior interior de la tubería.
Colector	Conducto del alcantarillado público en el que vierten aguas pluviales o aguas residuales, de diversos ramales que sirven para el desalojo.
Contiguas	Se dice de dos objetos que están contiguos si están unos al lado del otro tocándose, sin mezclarse.
Curvas verticales	Curvas que se emplea en la construcción de vías para conectar dos líneas de diferente dirección o pendiente, se utilizan tanto por la suavidad que se obtiene en la transición, permiten la seguridad y la comodidad, dando mejor apariencia a las vías.
Curvas horizontales	Arcos de circunferencia de un solo radio que son utilizados para unir dos tangentes de un alineamiento.
Descarga	Lugar donde las aguas provenientes de lluvias o aguas residuales se desfogan.
Densidad de vivienda	Relación entre el número de habitantes y de espacio por unidad de área.
Factor de retorno	Porcentaje de agua utilizada que va al sistema de drenajes.
Factor de rugosidad	Factor que demuestra que tan lisa es una superficie.

Planimetría	Procedimiento utilizado para definir la ubicación en planta de puntos estratégicos.
Hombro	Bordes exteriores de la carretera, para seguridad adicional, es una parada carril de emergencia de una carretera o autopista.
Periodo de diseño	Tiempo durante el cual un sistema dará un servicio satisfactorio a la población.
Pozo de visita	Estructura que forma parte de un alcantarillado, y tiene por objeto dar inspección, limpieza y ventilación.

RESUMEN

El siguiente informe detalla la necesidad del diseño del sistema de alcantarillado pluvial, ubicado en la aldea Sacoj grande zona 6 de Mixco, por no contar con un sistema adecuado para la evacuación de agua pluvial, esto en época de lluvia ha ocasionado daños en las calles y daños personales de los habitantes de los diferentes sectores, debido a la destrucción de sus vías y el mal estado de las mismas, también se presenta una propuesta de diseño para una carretera pavimentada que ayude a solventar los problemas, mejorando el acceso y movilidad del lugar.

La primera parte describe los datos monográficos del municipio, las necesidades y falencias, aspectos sociales y económicos del lugar, así como el motivo por el cual se le dio prioridad a dicho proyecto.

La segunda parte da a conocer el plan de trabajo a seguir, la fase de investigación, y la fase de docencia estará enfocada a brindar capacitación técnica, mantenimiento y cuidado del sistema de alcantarillado pluvial y el buen uso de las avenidas pavimentadas a los habitantes del lugar.

Por último, se detalla los recursos a utilizar, un presupuesto preliminar, así como en el índice propuesto se especifica la descripción del proyecto en forma detallada para la ejecución del diseño del sistema de alcantarillado pluvial y carretera pavimentada, destinados a mejorar la calidad de vida de los habitantes del sector, utilizando normas técnicas, planos, memorias de cálculo.

OBJETIVOS

General

Diseñar el sistema de alcantarillado pluvial y el pavimento rígido para dar mejor calidad de vida a los habitantes de la aldea Sacoj Grande zona 6 de Mixco.

Específicos

1. Desarrollar una investigación monográfica y un diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio.
2. Diseñar el sistema de alcantarillado pluvial, el cual capte toda la escorrentía superficial proveniente de la precipitación, con base en normas y especificaciones de diseño dadas por el INFOM y AMANCO.
3. Diseñar el pavimento de la carretera, por medio de la aplicación de las normas de la Dirección General de Caminos.
4. Elaborar planos, presupuestos, cronograma y evaluación ambiental
5. Capacitar a los miembros del COCODE, por medio de un trifoliar informativo acerca del mantenimiento y operación de los proyectos.

INTRODUCCIÓN

El Municipio de Mixco es el segundo municipio con mayor población con que cuenta el departamento de Guatemala, esta gran cantidad de habitantes requieren o demandan más servicios básicos por lo cual se ha incrementado el número de necesidades dentro de las colonias y aldeas que lo conforman, existen varios sectores del municipio que con el tiempo han sido olvidados por las autoridades en las diferentes administraciones que los gobiernan, ya que no representa a simple vista un peligro inmediato o una necesidad inmediata, sin embargo la carencia de estos mismos condiciona el desarrollo económico – social de todo el municipio que en forma general hace que el país sea poco atractivo para la inversión.

La aldea Sacoj Grande ubicada en la zona 6 de Mixco, es uno de los tantos lugares del municipio que requiere mayor atención infraestructural, ya que no cuenta con los servicios de alcantarillado pluvial y el acceso a la misma es difícil de transitar, debido a que sus calles y avenidas son de tierra, por no estar debidamente pavimentadas.

Con este proyecto se pretende mejorar la calidad de vida de la comunidad de Sacoj Grande, carente de un sistema de alcantarillado pluvial y calles pavimentadas.

Dichos proyectos estarán enfocados en reducir los índices de contaminación ambiental y crear un ambiente agradable dentro de la población, para lo cual se aplicarán conceptos y métodos científicos de ingeniería civil.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía de la aldea Sacoj Grande, zona 6 de Mixco

La historia de Mixco se remonta a la época precolombina, donde una población de cakchiqueles habitó en una fortaleza conocida hoy día como Mixco Viejo. Posteriormente los Pocomames la obtuvieron y la conservaron como santuario. En 1525 Pedro de Alvarado acompañado por los Tlascaltecas y de la caballería ataca esta fortaleza derrotando a sus habitantes, quienes se dispersaron, pero gran parte de esta tribu pobladora se asentó en 1526 para completar la conquista pacífica iniciada en el lugar que actualmente ocupa la cabecera municipal, en aquel entonces se le llamó Santo Domingo de Mixco, en honor a Santo Domingo de Guzmán.

El significado etimológico de Mixco según Antonio de Fuentes y Guzmán, quien interrogó al indígena Marcos Tahuit, el término proviene de Mixco Cucul, que se traduce como “pueblo de Loza Pintada” Sin embargo, según Luís Arriola, la palabra Mixco viene del Nahuatl Mixconco, que significa “Lugar Cubierto de Nubes”.

Actualmente el municipio de Mixco en los últimos años ha tenido un crecimiento en su población, así como en su infraestructura, el municipio de Mixco cuenta con 11 zonas, algunas zonas están conformadas por colonias, aldeas, fincas y zonas boscosas, la aldea Sacoj Grande es una de las 11 aldeas con las que cuenta el Municipio de Mixco, se ubica en la zona 6 del Municipio.

Sacoj existió desde tiempos inmemoriales, algunos asocian el nombre con los vocablos sac, oj que significan blanco y aguacate respectivamente, pero tomando en cuenta alguna parte de la historia poqomam su nombre parece derivar de kakqoj.

Sacoj pues es parte de lo que fue el reino poqomam, antes de la llegada de los españoles y hasta por el año de 1930 aproximadamente, estaba rodeado de dos ríos limpios que abastecían de agua; por el sur el río Salayá, por el norte el río Zapote ambos ríos nacían de las montañas de lo que hoy es San Pedro Sacatepéquez. Hoy estos ríos lucen contaminados por aguas residuales de las colonias que se fundaron en la parte superior del río y por supuesto que estos son ajenos a los poqomames.

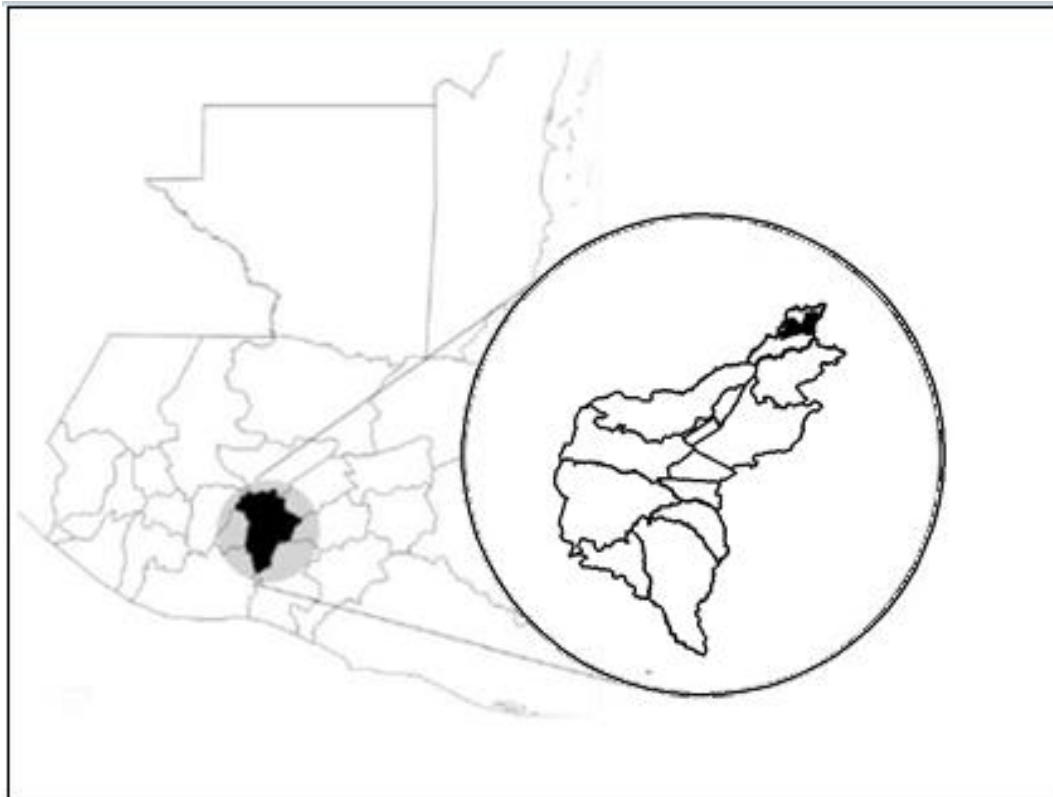
Sacoj se dividió por litigios entre alcaldías auxiliares de la siguiente manera: Sacoj Chiquito, Sacoj Grande y Sacojito. Este último pertenece hoy día a Chinautla y los dos primeros a la zona 6 de Mixco.

1.1.1. Ubicación y Localización geográfica

La aldea Sacoj Grande se encuentra ubicada en la zona 6 del municipio de Mixco, colindando con la colonia el Milagro y Sacoj Chiquito.

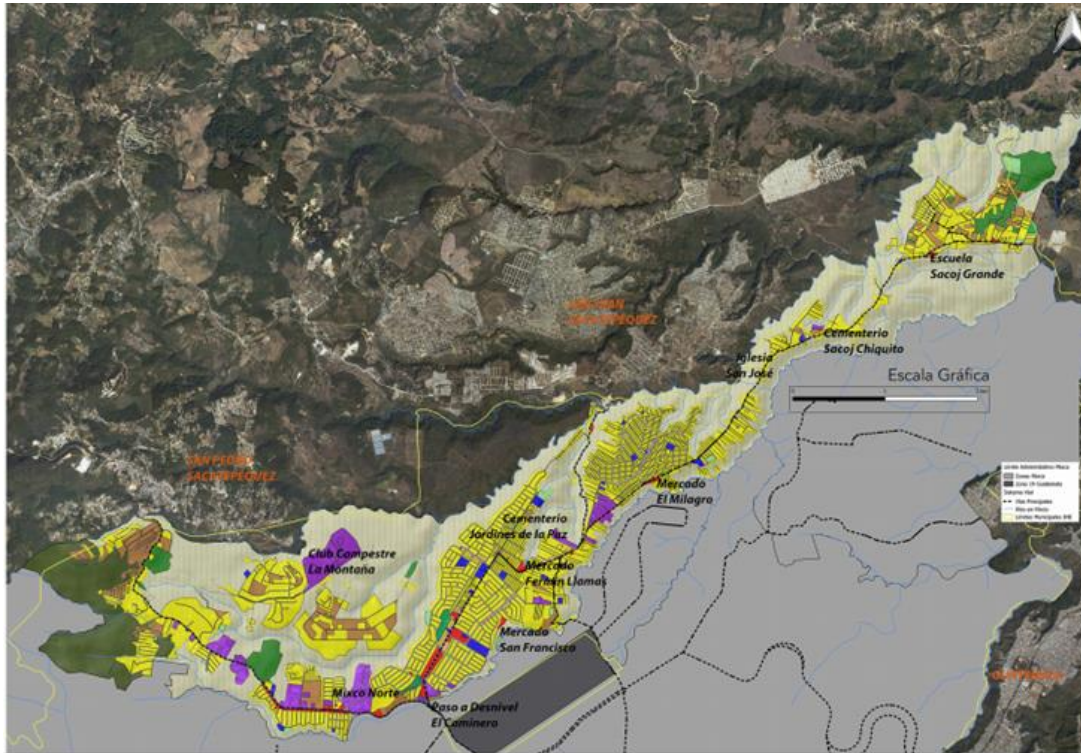
Sacoj Grande se encuentra a una distancia aproximadamente de 23 kilómetros de la ciudad capital y localizada a 14 °42'11,29" Norte, 90 °32'11,76" Oeste, DATUM WGS84 y en coordenadas UTM Este (X) 765267,00 y Norte (Y) 1626939,00 en zona 15 Norte.

Figura 1. **Ubicación del municipio de Mixco**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

Figura 2. Mapa de la zona 6 de Mixco



Fuente: Municipalidad de Mixco. *Plan de ordenamiento territorial de la ciudad de Mixco*.
<https://www.munimixco.gob.gt/wp-content/uploads/2018/02/ZONA-6.pdf>. Consulta: 16 de enero del 2020.

Figura 3. **Localización del proyecto**



Fuente: elaboración propia, empleando Google Earth Pro.

1.1.2. Topografía del lugar

Sacoj Grande se encuentra rodeada de barrancos, los cuales colindan al oeste con Ciudad Quetzal (San Juan Sacatepéquez), al norte con Chillani (San Juan Sacatepéquez); al sur con la zona 11 de Mixco y al este con Chinautla, su topografía es de condiciones regulares, la inclinación del terreno es un aspecto importante en la topografía del lugar, las pendientes del terreno dentro de la aldea en su mayoría presentan inclinaciones leves e inclinaciones medianas.

1.1.3. Aspectos climáticos

Generalmente Sacoj Grande presenta un clima templado, ubicado a una altura de X metros sobre el nivel del mar, según el Instituto Nacional De Sismología Vulcanología y Meteorología (INSIVUMEH), la temperatura anual en promedio es de 18 a 25 °C y con una mínima temperatura entre 13 a 15 °C, en los meses de Agosto y Septiembre Sacoj Grande tiene un incremento en las

precipitaciones anuales, caso contrario sucede en temporada seca, específicamente el periodo de menor pluviosidad se desarrolla en el mes de Noviembre y el mes de abril.

Con base en la estación meteorológica ubicada en el INSIVUMEH, la cual se localiza en la zona 13 ciudad de Guatemala, se obtiene la siguiente información:

Tabla I. **Aspectos climatológicos**

ASPECTOS CLIMATICOS	UNIDAD DE MEDIDA
TEMPERATURA MINIMA	15 °C
TEMPERATURA MAXIMA	25 °C
HUMEDAD RELATIVA	83.39%
VELOCIDAD PROMERIDO DEL VIENTO	6 Km/h
PRESION ATMOSFERICA	640,47 mm Hg

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de estación meteorológica INSIVUMEH, empleando Microsoft Excel 365.

1.1.4. Actividades económicas

Entre las principales actividades económicas que se desarrollan dentro de la aldea se encuentra la actividad agrícola, producto de la siembra de maíz y frijol en ciertos sectores, también se puede destacar la crianza y venta de carne de cerdo, así como la venta de huevos, para consumo local y fuera del lugar, otras actividades económicas que se pueden encontrar dentro de ciertos sectores son pequeños negocios como tiendas de abarrotes, panaderías, librerías y peluquerías.

1.1.5. Población

La aldea Sacoj Grande cuenta con una población aproximada de 11 787 habitantes para una extensión territorial de dos millones novecientos sesenta mil, cuatrocientos treinta y cuatro metros cuadrados, esta aproximación fue realizada en la Municipalidad de Mixco, debido a que el instituto Nacional de Estadística aún no publica las proyecciones de población a nivel municipal.

1.1.6. Servicios existentes

Dentro de los servicios existentes, la población cuenta con la mayoría de servicios básicos tales como alumbrado público, agua potable, educación y transporte extraurbano, también cuenta con servicio de transporte colectivo tales como microbuses y taxis, que se dirigen únicamente a la colonia el Milagro zona 6 de Mixco, así también la aldea cuenta con servicio telefónico, servicio de TV por cable y TV satelital.

1.1.6.1. Educación

La aldea Sacoj Grande cuenta con un centro de educación pública, el cual funciona en horario matutino como escuela de educación primaria, también cuenta con colegios privados, donde se imparte preprimaria y primaria, cabe mencionar que cuenta con un instituto tecnológico de educación básica y diversificado, a continuación, se muestra la siguiente tabla la cual indica la localización de los establecimientos educativos de la aldea:

Tabla II. Localización de establecimientos educativos en la aldea Sacoj Grande

ESTABLECIMIENTO	DIRECCION	SECTOR	MODALIDAD	JORNADA	PLAN	LOCALIZACION
LICEO MIXTO VALLE INTEGRADO LIMVI	BOULEVARD SACOJ GRANDE 83-55 ZONA 6	PRIVADO	MONOLINGUE	MATUTINA	DIARIO (REGULAR)	ZONA 6
CENTRO EDUCATIVO EL VIÑADOR	71-80 SACOJ GRANDE, ZONA 6	PRIVADO	MONOLINGUE	MATUTINA	DIARIO (REGULAR)	ZONA 6
EODP ANEXA A EORM NO. 1530	ALDEA SACOJ	OFICIAL	MONOLINGUE	MATUTINA	DIARIO (REGULAR)	ZONA 6
LICEO MIXTO BRIGADA JUVENIL	BOULEVARD SACOJ GRANDE, 83-55, ZONA 6	PRIVADO	MONOLINGUE	MATUTINA	DIARIO (REGULAR)	ZONA 6
LICEO MIXTO BRIGADA JUVENIL	BOULEVARD SACOJ GRANDE, 83-55, ZONA 6	PRIVADO	MONOLINGUE	MATUTINA	DIARIO (REGULAR)	ZONA 6
INSTITUTO TECNOLÓGICO DOCTOR THEO BLOEM	BOULEVARD PRINCIPAL ALDEA SACOJ GRANDE 72-70 ZONA 6	PRIVADO	MONOLINGUE	DOBLE	DIARIO (REGULAR)	ZONA 6

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de la Unidad de acceso a la información pública de la municipalidad de Mixco, empleando Microsoft Excel 365.

1.1.6.2. Salud

En el área de salud Sacoj Grande presenta una situación muy precaria ya que no cuenta con centro de salud, las personas deben movilizarse hacia el centro de salud de la colonia el milagro o el centro de salud de la Primero de Julio, colonias que están fuera del sector o hacia la ciudad capital.

1.1.6.3. Energía eléctrica

La población de Sacoj Grande cuenta con servicio eléctrico en cada una de sus viviendas, también cuenta con calles y callejones con alumbrado público, la entidad encargada de proporcionar el servicio es la empresa eléctrica de Guatemala (EEGSA).

1.1.6.4. Agua potable

La aldea Sacoj Grande cuenta con suministro de agua potable, la cual es distribuida por el comité de vecinos (COCODE), el vital líquido es extraído de dos pozos mecánicos, ubicados estratégicamente en cierto sector, el agua potable es

extraída del pozo para luego ser bombeada hacia un tanque elevado, la cual es almacenada y distribuida por gravedad.

1.1.6.5. Drenajes

En años anteriores la aldea Sacoj Grande no contaba con un sistema de alcantarillado sanitario, las aguas negras en su gran mayoría corrían a flor de tierra y las personas utilizaban pozos ciegos para poder depositar las aguas provenientes de los baños, actualmente en el área de saneamiento ambiental, la aldea cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario el cual comprende de un sistema de pozos de visita, candelas domiciliarias, interconectadas por una red tuberías y en el cual el caudal sanitario es descargado a dos plantas de tratamiento ubicadas en el sector 7 y sector 8, para luego ser descargado al río Zapote en un 95 % limpio.

1.2. Principales necesidades de la aldea Sacoj Grande, zona 6 de Mixco

A continuación, en los siguientes incisos se describen las principales necesidades de la aldea Sacoj Grande, zona 6 de Mixco.

1.2.1. Descripción de las necesidades

Dentro de las necesidades que posee la población de Sacoj Grande, se pueden destacar tres; vías de comunicación, el sector salud y la falta de un sistema de evacuación de las aguas de lluvia.

Con base en lo observado en las visitas de campo, la aldea Sacoj Grande necesita con urgencia los siguientes proyectos:

- El mejoramiento de las vías de comunicación: las vías de comunicación todo el tiempo se encuentran en mal estado, en invierno estas son difíciles de transitar, debido a la falta de mantenimiento.
- Puestos de salud: la falta de construcción de puestos de salud, afecta a la mayoría de sus habitantes los cuales se ven obligados a salir fuera del lugar hacia otras zonas del municipio o la ciudad capital, repercutiendo en gastos tales como transporte y alimentación.
- Alcantarillado Pluvial: la implementación de un sistema de alcantarillado pluvial que alivie el agua de lluvia que se acumula sobre las vías de comunicación, evitando inundaciones las cuales ocasiona daños a la propiedad privada y a la movilidad de los habitantes.

1.2.2. Evaluación y priorización de las necesidades

Debido a lo observado en campo y a los criterios socioeconómicos y demográficos del sector, se determinó la priorización de los siguientes proyectos:

- Pavimentación de las vías principales y calles secundarias.
- Puestos de salud.
- Sistema de alcantarillado pluvial.

1.3. Vulnerabilidad del proyecto

La vulnerabilidad que puede presentar un proyecto está relacionada con la sustentabilidad de las obras civiles, las obras deben ser seguras, con análisis de riesgos y deben mantener un costo/beneficio integral, las construcciones son vulnerables a factores que se deben a causas externas como terremotos,

derrumbes, hundimientos, erupciones volcánicas, colapso de suelos e inundaciones.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño de sistema de alcantarillado pluvial en la aldea Sacoj Grande zona 6 de Mixco

Para el diseño del sistema de alcantarillado pluvial se utilizarán las normas del INFOM, y el Manual de diseño Novafort y Novaloc (AMANCO).

2.1.1. Descripción del proyecto

El proyecto está enfocado a mejorar la locomoción del lugar, ubicado al norte del municipio, actualmente la movilidad del sector es sumamente difícil, debido a que el agua de lluvia ha ocasionado daños en la actual vía, el proyecto evitará el estancamiento de agua de lluvia, evacuándola por medio de un sistema de tuberías, pozos de visita y rejillas colocadas en forma longitudinal en puntos clave de captación.

2.1.2. Levantamiento topográfico

En el levantamiento topográfico se tomaron en cuenta todas las áreas de influencia que pudieron contribuir con el diseño, tales como calles principales y calles secundarias, el método topográfico que se utilizó para el desarrollo del diseño del sistema de alcantarillado pluvial fue por medio de una poligonal abierta, en el levantamiento topográfico se utilizó una estación total, marca Nikon DTM – 322, se emplearon dos prismas de precisión, pintura, estacas, cinta métrica y radio comunicadores, cabe mencionar que se emplearon dos cadeneros, para hacer más efectivo el levantamiento topográfico.

2.1.2.1. Planimetría

La planimetría es una parte de la topografía, que nos describe a escala una superficie plana, se refiere a considerar el terreno plano, visualizado desde arriba, se posicionó la estación total en puntos claves, donde fue posible visualizar la mayor cantidad de puntos para poder hacer las capturas de medidas necesarias por medio de radiaciones, para luego poder cambiar la estación hacia otro punto visualizando hacia adelante y tener la posibilidad todo el tiempo de amarrarse al punto anterior.

2.1.2.2. Altimetría

En el caso de la altimetría se tomó en cuenta la altura o elevación de los distintos puntos del terreno, colocando los prismas en el centro y orilla de calle, a cada 20 metros, obteniendo curvas de nivel más detalladas.

2.1.3. Diseño del sistema

El diseño de alcantarillado pluvial está enfocado en recolectar y conducir toda el agua de lluvia, conduciéndolas a un lugar de desfogue, el diseño del sistema debe cumplir con normas y especificaciones técnicas, haciéndolo más eficiente.

2.1.3.1. Descripción del sistema a utilizar

El sistema a utilizar está conformado por una red de tuberías, pozos de visita y rejillas colocadas en forma longitudinal, se utilizó el bombeo de la calle y la pendiente, para que el caudal superficial producto de las precipitaciones pueda

entrar a las rejillas, colocadas en puntos estratégicos, el material propuesto con el cual estarán construidas las rejillas es acero y se planifico colocarlas a lo largo de todo el trayecto de la vía.

El sistema empleara pozos de visita, los cuales están encargados de recolectar el agua de lluvia provenientes de las rejillas, se diseñaron con mampostería, dentro de los pozos habrán escaleras metálicas para poder ingresar en ellos, serán de fácil acceso para poder darles mantenimiento, con un diámetro interno de 122 cm, en la localización de pozos de visita se tomó en cuenta los cambios de diámetro, intersecciones de tuberías colectoras e inicios de tramos, los pozos de visita se colocaron a distancias horizontales no mayores de 100 metros.

Para el diseño se empleó tubería de PVC corrugada y normada (ASTM F – 949, AASHTO M - 304), se utilizó el criterio de profundidad mínima dado por el fabricante, al mantener la profundidad de coronamiento mínimo en las zanjas, la profundidad mínima debe ser igual a 1 metro, a esta profundidad las presiones provocadas por el tránsito vehicular no pueden afectar la integridad física de la tubería, también se verifico las pendientes de la tubería para garantizar que el agua de lluvia, pueda circular de manera libre, evitando colapsos entre los tramos.

2.1.3.2. Componentes del alcantarillado pluvial

Su función principal es la de captar el agua de lluvia que es concentrada o arrastrada a lo largo de la vía, para luego ser conducida a los pozos de visita.

2.1.3.2.1. Elementos de Captación

Son los elementos encargados de recolectar la escorrentía superficial, los tragantes permiten regular el flujo de agua, manteniendo el ancho y flujo de agua en forma laminar, también permiten regular el tamaño del tirante en la vía, evitando la concentración del agua de lluvia en las zonas urbanas.

La captación hidráulica de los tragantes debe ser diseñados con base en factores tales como la pendiente del terreno, su ubicación y la forma que este posea.

2.1.3.2.2. Tipos de tragantes

Los tipos de tragantes están diseñados en función de la captación hidráulica o ancho de la calle, de los cuales podemos mencionar tres tipos de tragantes.

- Sumidero de ventana
- Sumidero de rejilla en cuneta
- Sumidero combinado
- Sumidero con rejilla transversal
- Sumidero de ventana

El tragante de sumidero de ventana tiene la forma de una ventana rectangular, generalmente son colocados en forma lateral en puntos específicos de la acera, la abertura permite que la escorrentía que fluye a lo largo de la vía pueda ser captada de manera más ordenada.

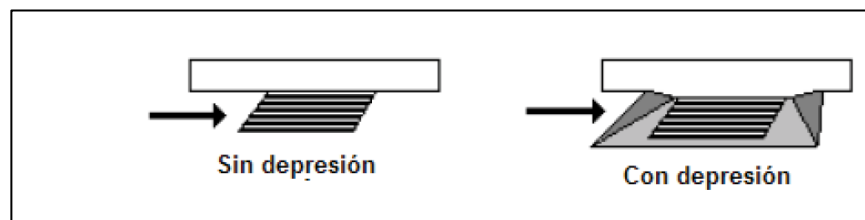
Dentro de las ventajas de este tipo de sumidero es que permite que el tráfico fluya de mejor manera, por su ubicación no interfiere con el tránsito, dentro de

sus desventajas es que este tipo de sumidero requiere mayor ancho de banquetas debido a la forma que necesita para ser funcional.

- Sumidero de rejillas en cuneta

Son tragantes que están colocados a lo largo de la cuneta en puntos específicos con base en el diseño del sistema de alcantarillado pluvial, estas estructuras de captación hidráulica tienen como ventaja que el agua de lluvia ingresa de manera más rápida y están cubiertos por medio de una rejilla, generalmente son utilizados en donde la vía carece de una banqueta o un hombro, dentro de sus desventajas es que pueden retener mayor concentración de sólidos en suspensión como basura.

Figura 4. **Esquema de tragante de rejilla en cuneta**



Fuente: SÁNCHEZ HERRERA, Alfredo Alejandro. *Procedimiento general de diseño hidráulico de tragantes para alcantarillado pluvial*. p. 23.

Figura 5. **Ejemplo tragante de rejilla**



Fuente: SÁNCHEZ HERRERA, Alfredo Alejandro. *Procedimiento general de diseño hidráulico de tragantes para alcantarillado pluvial*. p. 23.

- **Sumidero combinado**

Es la combinación de los dos sistemas de tragantes, el sistema sumidero de ventana más el sumidero de rejilla en cuneta, este sistema es el más eficiente de los dos, ya que la captación se desarrolla de manera más rápida

- **Sumidero con rejilla transversal**

Son sumideros que están colocados a lo ancho de la vía, consiste en una caja de captación cubierta con una rejilla, generalmente se utilizan donde el volumen de concentración de la escorrentía superficial sea de gran tamaño y se necesite drenar de manera más rápida la misma, el mayor inconveniente es que

debido a el paso vehicular constante la rejilla sufre mayor desgaste de manera más rápida en comparación con las rejillas de los otros sistemas.

- Diseño de Sumidero de rejillas en cuneta

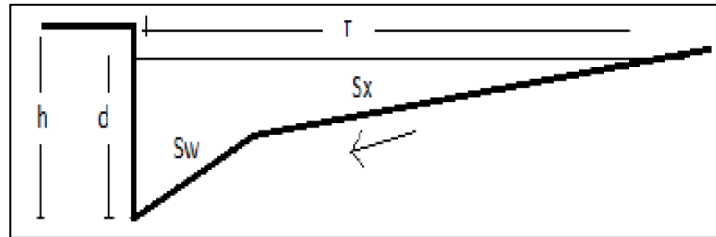
Con base en el reglamento municipal para el diseño y construcción de drenajes de la municipalidad de la ciudad de Guatemala, el capítulo II, inciso 207 – a y 207 – c, establece que los tragantes se colocaran en los puntos bajos de la calle, así como en las intersecciones de calles, la separación máxima recomendada es de 100 metros.

Con base en el reglamento municipal, la tubería que conecta los tragantes con los pozos de visita debe tener como mínimo un radio de 12” y las pendientes deben cumplir con un rango entre 2 y 6 por ciento.

- Características geométricas de los tragantes.

Dentro de las características geométricas de los tragantes se debe tomar en cuenta los siguientes factores, tales como; el espejo de agua, la altura del tirante o tirante máximo, la longitud efectiva, longitud propuesta.

Figura 6. Geometría de un tragante

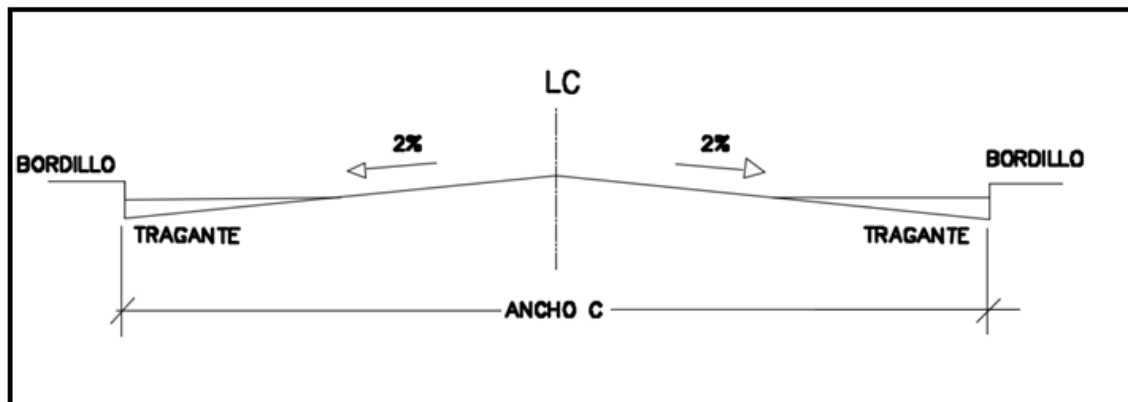


Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

2.1.3.2.3. Cálculo de tragante

Para poder efectuar el cálculo de los tragantes es necesario conocer, la pendiente del tramo, la pendiente transversal de la calle (en este caso se tomó en cuenta el bombeo de la calle del 2 %) y el tipo de suelo.

Figura 7. Sección de calle



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

Ancho C = 4,50 m

Pendiente transversal = Bombeo de la calle = 2 %

Para poder llegar a conocer el tamaño de los tragantes en los tramos, es necesario utilizar la fórmula de Manning adaptada a las secciones transversales en la cuneta de la vía en forma triangular, para lo cual es necesario considerar factores tales como la velocidad, rugosidad, radio hidráulico, pendiente del canal y bombeo de la vía.

Ecuación de Manning:

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{1}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

V es la velocidad en m/s

n es el coeficiente de rugosidad

R es el radio hidráulico (m)

S es la pendiente del canal abierto o tubería (m/m)

La ecuación de Manning descrita anteriormente de este documento, adaptada a las características de los tramos en la sección transversal triangular, se expresa de la siguiente manera:

$$Q = 0,375 \frac{Z}{n} Y^{\frac{8}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

Q = es el caudal en la cuneta obtenido del método racional, expresado m^3/s .

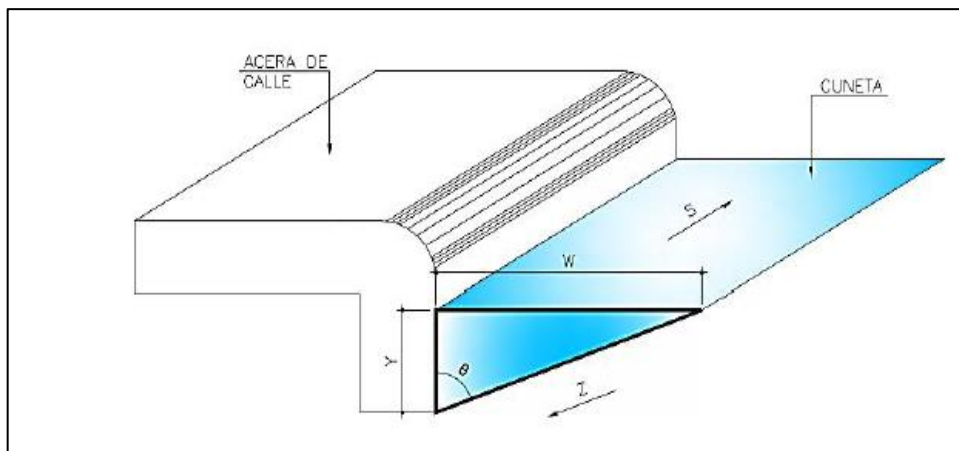
Z = es el inverso de la pendiente transversal de la cuneta expresado 1/(m/m).

n = coeficiente de rugosidad (adimensional).

Y = tirante máximo, medido desde la cuneta hasta la parte máxima de la acera.

S = pendiente del canal abierto expresado en m/m.

Figura 8. **Canal de la via en forma triangular**



Fuente: SÁNCHEZ HERRERA, Alfredo Alejandro. *Procedimiento general de diseño hidráulico de tragantes para alcantarillado pluvial*. p. 77.

Con base en la figura anterior determinamos el ancho del espejo de agua, el cual es una relación trigonométrica producido por el tirante y el ángulo de inclinación del triángulo producido por el canal y la orilla del bordillo.

$$W = Y \tan \theta$$

Donde:

W = espejo de agua o ancho de inundación (m).

Y = tirante de agua, medido en la orilla del bordillo (m).

θ = ángulo formado por la vertical del bordillo y la pendiente transversal de la calle. (grados sexagesimales).

Ejemplo de un tramo:

$$Q \text{ (CIA)} = 0,02 \frac{m^3}{s} / 2 = 0,005 \frac{m^3}{s} \text{ (Mitad de la calle).}$$

Ancho propuesto = 0,90 m.

Pendiente transversal = 2 %

$$Z = 1,3 / 2 \% / 100 \% = 65$$

$$Y = 0,002$$

Espesor de la parrilla = 0,016 m.

H = Espesor de la parrilla + Y.

n = 0,013, Concreto (0,012 – 0,016).

Formula de Área efectiva = $Q = 2,96 A_0 Y + d_e / 2$, de = 0 (Depresión de la cuneta).

$$A_0 \text{ (área efectiva)} = 0,15 m^2$$

$W = Y \tan \theta$ (relación ángulo de inclinación del triángulo producido por el canal y la orilla del bordillo).

$$W = 0,002 \tan (89^\circ) = 0,75$$

$V = Q/A$ (de ecu de continuidad).

$$V = 0,005 / 1/2 (0,7517) (0,0115).$$

$$V = 1,15 m/s$$

L_F = longitud de la rejilla en sentido del flujo.

$$L_F = 0,94VH^{\frac{1}{2}}$$

$$L_F = 0,94(1,15\text{m/s})(0,016\text{m} + 0,01156\text{ m})^{\frac{1}{2}}$$

$$L_F = 0,179\text{ m}$$

Entonces:

Área de la rejilla = L_F x Largo propuesto (ancho de rejilla).

Área de la rejilla teórica = $0,179\text{ m} * 0,90\text{ m} = 0,153\text{ m}^2$.

Área de la rejilla teórica = $0,153\text{ m}^2$

Área de la rejilla final = $0,38\text{ m} * 0,40\text{ m} = 0,153\text{ m}^2$.

Área de la rejilla > Área efectiva

$0,153\text{ m}^2 > 0,146\text{ m}^2$, Si cumple

Debido a lo estrecho de la vía, se propone una rejilla con las siguientes dimensiones: 38 cm de largo y 40 cm de ancho, las cuales cumplen con el área efectiva para poder drenar la escorrentía superficial.

2.1.3.3. Estudios hidrológicos

Los estudios hidrológicos permiten conocer las corrientes máximas de agua provenientes de lluvia, es esencial estudiar la variación de los caudales en un sistema de ríos o de una cuenca en el espacio y en el tiempo, los estudios hidrológicos nos permiten llegar a conocer el comportamiento de las cuencas, sus características hídricas y sus características geomórficas.

Este estudio hidrológico nos permite seleccionar los caudales máximos que son provocados por el agua de lluvia, provenientes de las precipitaciones, así

como la selección de las áreas tributarias y la permeabilidad del suelo, para poder realizar nuestra obra hidráulica.

2.1.3.4. Características del subsuelo

El subsuelo es todo aquello que se encuentra en la parte inferior de la corteza terrestre, está compuesto de distintos tipos de suelos, por lo general el subsuelo se encuentra a una mayor profundidad, referente a la capa vegetal, donde las raíces de las plantas grandes y los árboles pueden alcanzarlo, el subsuelo está compuesto de partículas parcialmente degradadas, en la mayoría de los casos estas partículas son de un tono más claro, de color marrón o amarillo.

La profundidad mínima en la cual la tubería pluvial debe estar enterrada debe ser igual a 1 metro sobre la corona del tubo, según datos del INFOM.

2.1.3.5. Determinación de lugares de descarga

Se cuenta con tres puntos de descarga o desfogue, en los cuales se vertió el caudal pluvial recolectado de todo el sistema, esto implica utilizar menos diámetros de tubería.

Las descargas se hicieron sobre un riachuelo o quebrada efímera, la cual descarga al río zapote, la ubicación de los lugares de descarga no afecta el entorno de lugar ya que son lugares libres de erosión o fallas.

2.1.3.6. Método racional

El método racional es uno de los más utilizados en la actualidad, ya que es un modelo empírico sencillo empleado para el diseño de alcantarillados pluviales urbanos y en áreas rurales, el método puede emplearse en áreas relativamente pequeñas, para el diseño del proyecto se utilizó este método.

La expresión utilizada por el método racional es:

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

Donde:

Q = caudal máximo (m^3/s)

C = coeficiente de escorrentía

I = intensidad de lluvia (tiempo de concentración de lluvia en un periodo de tiempo)

A = área de la cuenca (Ha)

2.1.3.7. Intensidad de lluvia

Es el incremento de espesor de agua en forma laminar con respecto al tiempo, asumiendo que el agua de lluvia permanezca en el mismo lugar donde cayó, es medida en mm/h.

La intensidad de lluvia puede ser ligera, moderada o fuerte, cada una de ellas varían dependiendo de los milímetros de agua con respecto al tiempo.

En el presente proyecto utilizaremos la intensidad de lluvia que corresponde a la estación pluviométrica ubicada en el Insivumeh, debido a la cercanía con la ciudad y se utilizará la probabilidad de ocurrencia a 30 años.

$$I = \frac{A}{(B + t)^n}$$

Donde:

I = intensidad de lluvia

t = tiempo de concentración (tomada en minutos)

A y B = constantes en función al periodo de retorno

n = constante en función al periodo de retorno

Tabla III. **Parámetros A, B y n para la ecuación de la intensidad de lluvia**

Tr	2	5	10	20	25	30	50	100
A	1970	7997	1345	720	820	815	900	890
B	15	30	9	2	2	2	2	2
n	0,9558	1,161	0,791	0,637	0,656	0,65	0,66	0,647

Fuente: elaboración propia, con datos del Instituto Nacional De Sismología Vulcanología y Meteorología, empleando Microsoft Excel 365.

Tr = periodo de retorno (años)

2.1.3.8. Tiempo de concentración

Es el tiempo que emplea en llegar el agua de lluvia acumulada (escorrentía superficial) hasta la salida de la cuenca o hasta la sección de estudio, en la cual es necesario que exista un área de concentración para que esto suceda.

El tiempo de concentración inicial es de 12 min, el tiempo de concentración se calcula en minutos de la siguiente manera:

En tramos consecutivos, el tiempo de concentración se podrá estimar con la siguiente formula:

$$t_n = t_{n-1} + \frac{L}{60V_n - 1}$$

Donde:

t_n = tiempo de concentración hasta el tramo de interés o considerado.

t_{n-1} = tiempo de concentración hasta el tramo anterior.

L = longitud del tramo anterior.

V_{n-1} = velocidad a sección llena en el tramo anterior.

Cuando un punto del sistema existe concurrencia de dos o más ramales, t_{n-1} se tomará igual al del ramal que tenga mayor tiempo de concentración.

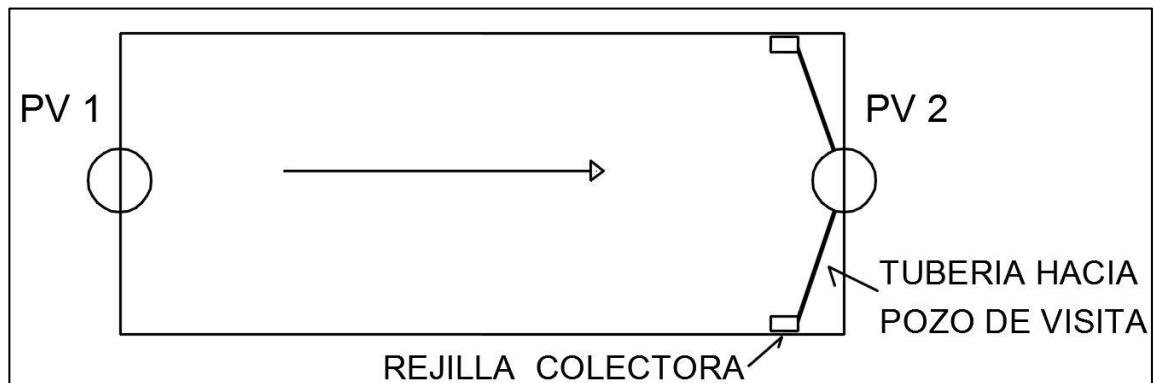
2.1.3.9. Determinación de áreas tributarias

El área tributaria de un tramo se determina sumando su área más las áreas tributarias de los tramos anteriores.

Para determinar las áreas tributarias en los tramos, se tomaron en cuenta datos como la topografía del terreno, área y numero de lotes vacíos, número y área de viviendas construidas con techo de losa y lamina, todo aquello que influya en los tramos de recolección, para llegar a determinar donde pasara la mayor cantidad de agua, se procede a dividir el área a drenar en áreas parciales tratando que sea en polígonos, para después estas tributen hacia el tragante.

Se tomó en cuenta para el área total, el largo y ancho de la calle, también se tomó en cuenta el fondo de los terrenos dentro de un rango de 17 metros a 15 metros el área tributaria es medida de pozo a pozo.

Figura 9. **Área tributaria medida de pozo a pozo**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

2.1.3.10. Determinación del coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía representa una porción de la precipitación total, ya que no toda el agua de lluvia drena hacia el alcantarillado o hacia el suelo natural, debido a factores tales como la evaporación e infiltración, entre otros.

Cuando precipita el agua de lluvia no toda es absorbida por el suelo, ya que una porción de ella se convierte en escorrentía superficial, el coeficiente va a variar dependiendo del tipo de terreno, el coeficiente aumentará o será mayor cuando la superficie sea más impermeable.

El coeficiente de escorrentía se calculará por medio de la siguiente ecuación:

$$C = \frac{\Sigma(c \times a)}{\Sigma a}$$

Donde:

c = coeficiente de escorrentía de cada una de las áreas parciales.

a = áreas parciales (Ha)

C = coeficiente de escorrentía promedio del agua drenada

Tabla IV. **Coeficientes de escorrentía para diversas superficies**

Valores de C para superficies	Mínimo	Máximo	Adoptado
Techos impermeables	0,70	0,95	0,80
Pavimentos en buen estado	0,85	0,90	0,90
Superficies sin pavimentos, patios y baldíos	0,10	0,30	0,20

Fuente: elaboración propia, con datos de tablas anuario del colegio de Ingenieros de 1987, empleando Microsoft Excel 365.

2.1.3.11. Pendiente de tubería

Es la inclinación que necesita la tubería para poder conducir el agua de lluvia por medio del sistema, para el proyecto se consideró una pendiente máxima y una pendiente mínima, con el fin de mantener la velocidad en el sistema, la pendiente de la tubería estará relacionada en función a las relaciones hidráulicas y la velocidad permitida.

2.1.3.12. Diámetro de tubería

Con base en el Instituto Nacional del Fomento Municipal (INFOM) se consideró que el diámetro mínimo que debe utilizar el sistema de alcantarillado pluvial debe ser igual a 6" en tubería de PVC y de 8" en tubería de concreto.

El diámetro mínimo de tubería que se utilizó en los tramos iniciales del proyecto es de 6 pulgadas y el diámetro de mayor tamaño al finalizar los tramos es de 24 pulgadas.

El proyecto de alcantarillado pluvial se diseñó con tubería de PVC.

2.1.3.13. Velocidades y caudales a sección llena

Las velocidades del flujo pluvial en el sistema es algo que se debe analizar, ya que si esta es demasiado alta, ocasionaría un desgaste o un socavamiento al finalizar los tramos de la tubería, exactamente en los pozos de visita, o si las velocidades dentro de los tramos son demasiado lentas, estas estarían causando problemas de taponamiento por la poca circulación del flujo dentro del sistema, para lo cual se tomaran en cuenta la velocidad mínima y la velocidad máxima durante todo el trayecto.

Se debe impedir que los sólidos transportados por la red de tuberías que conforman el sistema de alcantarillado puedan estancarse si el flujo tiene velocidades bajas, para lo cual se ha establecido una velocidad mínima como criterio de diseño, la velocidad mínima que se recomienda para el caudal de diseño es de 0,60 m/s, según datos obtenidos del INFOM.

Para las velocidades máximas en el sistema se debe tomar en cuenta las especificaciones del fabricante (Amanco), ya que para el diseño se utilizó tubería de PVC, los cuales recomiendan como máximo una velocidad de 5 m/s, con base en estudios realizados en los laboratorios de Amanco, se podrán utilizar otras marcas, siempre y cuando cumplan con la velocidad máxima de 5 m/s, el INFOM recomienda una velocidad máxima de 2,5 m/s, para nuestro diseño se utilizó las velocidades máximas de 5 m/s.

El caudal pluvial es aquel que está relacionado con la velocidad de circulación, de la sección de la tubería y el tipo de tubería, el caudal pluvial presenta un incremento cada vez que existe una tormenta de larga duración, haciendo que la tubería trabaje a su máxima capacidad o a sección llena, durante el diseño se consideró el caudal a sección llena, el cual se establece como el flujo que circula por el sistema en condiciones críticas.

Para poder calcular la velocidad en algún tramo a sección llena se utiliza la siguiente expresión:

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

Donde:

V = velocidad de flujo a sección llena (m/s)

D = diámetro de tubería circular (pulg)

S = Pendiente de la gradiente hidráulica (mm)

n = coeficiente de rugosidad de Maning (n = 0,009 para tubos de PVC)

2.1.3.14. Revisión de relaciones

En la revisión de las relaciones el caudal de diseño debe ser menor al caudal a sección llena, la relación del tirante a sección parcial con la del tirante a sección llena debe ser menor o igual 0,90 y mayor a 0,10.

2.1.3.15. Cotas *invert*

Las cotas *invert* están ubicadas en el fondo de los pozos de visita, a la cual le denominamos cota *invert* de entrada al tubo que entra en el pozo de visita y se denomina cota *invert* de salida al tubo que sale del pozo de visita, debe existir una diferencia entre la cota *invert* de entrada y la cota *invert* de salida esta puede ser como mínimo de 0,03 m.

Solo se exceptuarán los casos cuando el tubo de entrada y el tubo de salida en el fondo de los pozos de visita, sean del mismo diámetro y estarán colocados en línea recta, en este caso las tuberías se instalarán según la pendiente.

2.1.3.16. Ejemplo de diseño de un tramo

Datos del tramo PVP 29 – PVP 30:

Cálculo del tramo: PVP 29 – PVP 30

Cota de inicio (CI) = 1 436 98m

Cota final (CF) = 1 436 80m

Distancia horizontal (DH) = 11 36 m

- Cálculo de la pendiente del terreno

$$\%S = \frac{(CI - CF)}{D.H} \times 100 =$$

Donde:

CI = Cota inicial del terreno

CF = Cota final del terreno

D.H = Distancia horizontal

$$\%S = \frac{(1\,436,98 - 1\,436,80)}{11,36} \times 100 = 1,598$$

$$\%S = 1,60$$

- Cálculo de áreas tributarias

Para efectuar el cálculo de áreas tributarias se utilizó el programa de diseño CIVIL 3D, con base en la topografía del terreno.

$$\text{Área tributaria} = 0,044 \text{ Ha}$$

- Cálculo de tiempo de concentración

Datos:

Tiempo de concentración del tramo anterior = 15,30 min

Longitud del tramo anterior = 14,21 m

Velocidad del tramo anterior = 4,483 m/s

$$T2 = T1 + \frac{L}{60V}$$

$$T2 = 15,31 + \frac{14,21}{60^{*(4,483)}}$$

$$T2 = 15,35 \text{ min}$$

- Cálculo de la intensidad de lluvia

Por medio de la tabla III con base en los datos de la estación meteorología ubicada en el Insivumeh, se obtuvieron los valores asignados a las variables A, B y n.

Con un tiempo de concentración = 15,35 m

Donde:

$$A = 815$$

$$B = 2$$

$$n = 0,65$$

$$I = \frac{A}{(t + B)^n}$$

$$I = \frac{815}{(15,36 + 2)^{0,65}}$$

$$I = 127,51 \text{ mm/hr}$$

- Cálculo de coeficiente de escorrentía

Debido a que existen diferentes tipos de superficie, el coeficiente C tendrá un valor promedio, el periodo de escorrentía será de 30 años con base en normas INFOM:

$$C = \frac{\Sigma(c \times a)}{\Sigma a}$$

- Cálculo de diseño

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

Donde:

Coefficiente de escorrentía del tramo = 0,68

Área tributaria = 0,044 Ha

Intensidad de lluvia = 127,51 mm/hr

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

$$Q = \frac{0,68 * 0,044 * 127,51}{360}$$

$$Q = 10,582 \text{ lts/seg}$$

- Diseño hidráulico

Datos:

Diámetro de la tubería = 24"

Pendiente propuesta para la tubería = 1, 97%

- Velocidad a sección llena

$$V = \left(\frac{0,03429}{0,01} \right) \times D^{2/3} \times S^{1/2}$$

$$V = \left(\frac{0,03429}{0,009} \right) \times (24)^{2/3} \times (0,0197)^{1/2}$$

$$V = 4,449 \text{ m/s}$$

- Capacidad a sección llena

$$A = \frac{\pi \times \phi^2}{4}$$

$$A = \frac{\pi \times (24'' \times 0,0254)^2}{4}$$

$$A = 0,292 \text{ m}^2$$

- Cálculo de caudal a sección llena

$$Q = V \times A$$

$$Q = 4,449 \text{ m/s} \times 0,292 \text{ m}^2$$

$$Q = 1\,298,61 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Determinación de relaciones hidráulicas

$$\frac{q}{Q} = \frac{940,96}{1\,298,61} = 0,725$$

$$\frac{q}{Q} = 0,725$$

Con base en las tablas de relaciones hidráulicas podemos determinar la velocidad de diseño y el tirante

- Velocidad de diseño

$$\frac{v}{V} = 1,090$$

$$\frac{v}{4,449} = 1,090$$

$$v = 1,090 \times 4,449$$

$$V = 4,85 \text{ m/s}$$

La velocidad propuesta para el diseño se encuentra dentro de los parámetros establecidos.

$$0,60 \text{ m/s} < 4,78 \text{ m/s} < 5 \text{ m/s}$$

- Tirante

$$\frac{d}{D} = 0,632$$

$$\frac{d}{0,610} = 0,632$$

$$d = 0,632 \times 0,610$$

$$d = 0,39$$

La altura de tirante se encuentra dentro del rango propuesto en las relaciones hidráulicas

$$0,10 < 0,39 < 0,90$$

- Cotas *invert*

Datos:

CIS = Cota *invert* de salida

$$\text{CIS} = 1\,435,26 \text{ (CIE del pozo 29)} - 0,05$$

$$\text{CIS} = 1\,435,21 \text{ m}$$

CIE = Cota *invert* de entrada (de pozo 30)

$$\text{CIE} = \text{CIS} - \left(\left(\text{DH} - \frac{\emptyset}{2} \right) \times (\text{S\%/100}) \right) \text{ Ecu de la pendiente}$$

$$\text{CIE} = 1\,435,21 - \left((11,36 - 1,129) \times (1,97 \% / 100) \right)$$

$$\text{CIE} = 1\,435,01 \text{ m}$$

- Profundidad de pozo de visita

Datos:

$$\text{PV 29} = \text{CT} - \text{CIS}$$

$$\text{PV 29} = 1\,436,98 - 1\,435,21 = 1,78$$

$$\text{PV 29} = 1,80$$

$$\text{PV30} = \text{CT} - \text{CIE}$$

$$\text{PV 30} = 1\,436,80 - 1\,435,01 = 1,79$$

$$\text{PV 30} = 1,85$$

- Excavación

$$\text{Exc (m}^3\text{)} = \left(\frac{PV_{inicial} + PV_{final}}{2} \right) * (\text{DH}) * (\text{ancho de zanja}) * \text{factor de hinchamiento}$$

Ancho de zanja = 0,05 m + ancho de tubería

$$\text{Exc (m}^3\text{)} = \left(\frac{PV_{29} + PV_{30}}{2} \right) * (11,36 \text{ m}) * (1,11 \text{ m}) * 1,5$$

$$\text{Exc} = 34,50 \text{ m}^3$$

2.1.3.16.1. Profundidad de pozos de visita

La profundidad de los pozos de visita, está directamente relacionada con la profundidad a la cual se coloca la tubería durante su recorrido, la profundidad mínima para mantener la integridad física de la tubería es de 1,10 m, por lo cual quiere decir que la profundidad de los pozos de visita debe ser la cota superior donde se coloca el pozo de visita menos la profundidad a la cual se entierra la tubería medida desde la parte más baja del tubo.

2.1.3.16.2. Ubicación de desfuegos


El primer punto de descarga del caudal pluvial recolectado del sistema está ubicado exactamente al finalizar la 11 avenida 80 -21 donde desemboca al barranco y el cual descargara en el río Zapote, el segundo cabezal de descarga está ubicado colindante a la planta de tratamiento del sector 7, y el tercer punto de descarga se localiza en la planta de tratamiento del sector 8, ambos caudales desembocan en el río Zapote.

Lastimosamente el rio Zapote se encuentra contaminado debido al desfogue de aguas residuales por las diferentes colonias que colindan aguas arriba.

2.1.4. Presupuesto

A continuación, en la tabla V, se presenta el presupuesto del sistema de alcantarillado pluvial.

Tabla V. Presupuesto del sistema de alcantarillado pluvial

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA							
CUADRO DE RENGLONES DE TRABAJO							
DISEÑO DEL ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA ALDEA SACOJ GRANDE							
ZONA 6 DE MIXCO, GUATEMALA							
MUNICIPALIDAD DE MIXCO, DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUCTURA							
NOMBRE DEL SOLICITANTE							
AREA DE CONSTRUCCIÓN	ANCHO (m)	4,50	LONGITUD TOTAL (ml)	2 642,60	FECHA PROYECTO:		
No.	DESCRIPCIÓN DE RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	OSTO UNITARIO	COSTO RENGLÓN		
1,00	TRABAJOS PRELIMINARES						
1,1	Topografía, (Incluye cuadrilla de topografía, equipo, materiales)	m	2 642,60	Q 3,16	Q 8 344,01		
					SUB TOTAL	Q 8 344,01	
2,00	TUBERIA DE CONDUCCIÓN						
2,1	Tubería PVC Ø6" norma ASTM F-794, tubería 6 metros unidad, con empaque corrugado	ml	109,25	Q 134,24	Q 14 665,49		
2,2	Tubería PVC Ø8" norma ASTM F-794, tubería 6 metros unidad, con empaque corrugado	ml	210,75	Q 193,26	Q 40 730,26		
2,3	Tubería PVC Ø15" norma ASTM F-794, tubería 6 metros unidad, con empaque corrugado	ml	863,50	Q 285,19	Q 246 258,74		
2,4	Tubería PVC Ø18" norma ASTM F-794, tubería 6 metros unidad, con empaque corrugado	ml	600,23	Q 849,61	Q 509 963,95		
2,5	Tubería PVC Ø24" norma AASHTO M-304, tubería 6 metros unidad, empaque corrugado	ml	858,87	Q 1 215,87	Q 1 044 275,75		
					SUB TOTAL	Q 1 855 894,19	
3,00	POZOS DE VISITA						
3,1	Pozo de visita 48", con ladrillo tayuyo sin refuerzo, con altura de 1.10 m a 1.50 m	unidad	20	Q 5 875,62	Q 117 512,46		
3,2	Pozo de visita 48", con ladrillo tayuyo sin refuerzo, con altura de 1.55 m a 1.70 m	unidad	55	Q 6 148,50	Q 338 167,28		
3,3	Pozo de visita 48", con ladrillo tayuyo sin refuerzo, con altura de 1.75 m a 1.90 m	unidad	19	Q 6 520,25	Q 123 884,73		
3,4	Pozo de visita 48", con ladrillo tayuyo sin refuerzo, con altura de 2.10 m a 2.45 m	unidad	18	Q 7 418,97	Q 133 541,45		
3,5	Pozo de visita 48", con ladrillo tayuyo sin refuerzo, con altura de 2.60 m a 3.00 m	unidad	11	Q 8 416,57	Q 92 582,27		
3,6	Pozo de visita 48", con ladrillo tayuyo sin refuerzo, con altura de 3.10 m a 3.40 m	unidad	3	Q 9 061,20	Q 27 183,59		
3,7	Pozo de visita 48", con ladrillo tayuyo sin refuerzo, con altura de 3.75 m a 4.10 m	unidad	3	Q 10 214,01	Q 30 642,03		
3,8	Pozo de visita 48", con ladrillo tayuyo sin refuerzo, con altura de 5.77 m a 6.00 m	unidad	2	Q 13 509,73	Q 27 019,46		
3,9	Pozo de visita 48", con ladrillo tayuyo sin refuerzo, con altura de 4.50 m	unidad	1	Q 10 957,52	Q 10 957,52		
					SUB TOTAL	Q 901 490,77	
4,00	TRAGANTES Y REJILLAS						
4,1	Tubería PVC Ø12" norma ASTM F-794, tubería 6 metros unidad	ml	500	Q 357,65	Q 178 823,75		
					SUB TOTAL	Q 178 823,75	
5,00	EXCAVACIÓN Y RELLENO						
5,1	Excavación para instalación de tubería pvc y pozos de visita	m³	17 580,00	Q 8,21	Q 144 253,63		
5,2	Relleno para instalación de tubería pvc y pozos de visita	m³	17 238,16	Q 3,42	Q 58 903,28		
					SUB TOTAL	Q 203 156,90	
					COSTOS DIRECTOS	Q 3 147 709,62	
					COSTOS INDIRECTOS 45 %	Q 1 416 469,33	
					SUB TOTAL	Q 4 564 178,94	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

2.1.6.2. Consideraciones técnicas

En estudio de impacto ambiental se deberá hacer una comparación con el estado actual del lugar y el impacto que generara la implementación del proyecto, se evaluará el impacto que pueda causar a la población humana y a los recursos naturales.

En el Ministerio de Ambiente y recursos naturales – MARN – se puede obtener un listado taxativo de industrias, proyectos, obras o actividades, clasificando cada proyecto por su categoría, la siguiente muestra la categoría del proyecto vial al cual pertenece en el listado taxativo.

Tabla VII. Listado taxativo

SECTOR 11. SANEAMIENTO															
SECTOR 11, SANEAMIENTO; SUBSECTOR C. GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES Y DISPOSICIÓN DE LODOS															
No.	ACTIVIDAD ECONÓMICA (CIU)	DESCRIPCIÓN	FACTOR DE IMPACTO	UNIDAD DE MEDIDA	CIU - 4	CATEGORÍA C		CATEGORÍA C CON PGA		CATEGORÍA B2		CATEGORÍA B1		CATEGORÍA A	
						MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
1	Evaluación de Aguas Residuales	Proyectos de alcantarillado sanitario o pluvial	Longitud	Metros lineales	3700	<=1000				>1000					

Fuente: MARN. *Listado taxativo de proyectos, obras, industrias o actividades, acuerdo ministerial No 264 - 2016. p. 2.*

El listado taxativo ubica el proyecto en el sector 11, en la categoría de saneamiento; subsector “C” como gestión de agua residuales y disposición de lodos, debido a que el proyecto cuenta, con más de 1 000 metros lineales se clasifica como una Actividad de Bajo a Moderado Impacto Ambiental, clasificándolo como de Categoría B2.

2.2. Diseño de la carretera pavimentada para la aldea Sacoj Grande, zona 6 de Mixco.

Para el diseño de la carretera pavimentada se utilizarán las normas y especificaciones de la dirección de caminos, AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), y el Manual Centroamericano de normas para el diseño geométrico de carreteras 2011.

2.2.1. Descripción del proyecto

El proyecto está enfocado a mejorar la calidad de vida de los habitantes del lugar y darles una mejor transitabilidad a los usuarios del lugar, ubicado en el norte del municipio, actualmente la movilidad del sector es sumamente difícil, la carretera existente está en pésimas condiciones, es transitada por vehículos y personas que se movilizan en el tramo a pie. El proyecto pretende mejorar la superficie existente, por medio de un pavimento rígido, aliviando la movilidad actual del sector.

2.2.2. Selección de ruta

No se tomó en consideración la selección de una ruta para mejorar el flujo vehicular, ya que el proyecto ya fue construido y diseñado en años anteriores por parte de la Municipalidad de Mixco, por lo el proyecto consiste en el mejoramiento de la ruta existente en la actualidad, debido a las condiciones actuales del proyecto y al número de habitantes del lugar, ya que la mayor parte de la población se dedica al cultivo de maíz, frijol, y la producción de huevos, la cual no puede ser transportada de manera rápida y segura, por las pésimas condiciones de la actual vía de comunicación.

2.2.3. Normas para el diseño de carreteras

Son los estándares técnicos que se utilizan para realizar el proyecto, se utilizarán las normas y especificaciones de la dirección de caminos, AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), y el Manual Centroamericano de normas para el diseño geométrico de carreteras 2011, con el fin de garantizar que la carretera pavimentada sea duradera y aun costo accesible.

2.2.3.1. Definición de pavimentos

Según AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), el pavimento rígido consiste básicamente en una losa de concreto siempre o armado, apoyada directamente sobre una base o subbase, la cual absorbe gran parte de los esfuerzos que se ejercen sobre el pavimento.

2.2.3.1.1. Pavimentos asfálticos

Es aquel pavimento flexible, cuya capa superior es de concreto asfáltico, compuesto por ligante, usualmente asfalto, derivado del petróleo y agregados pétreos, se le denominan flexibles porque al ser sometidos a cargas sufre deformaciones y luego se recupera, al cesar la carga, completamente elástica.

2.2.3.1.2. Pavimentos rígidos

Es aquel pavimento formado por una losa de concreto, resistente al desgaste, apoyada sobre una subbase o base, absorbiendo prácticamente toda la carga.

2.2.4. Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico consiste en la recopilación de medidas de la superficie terrestre, mediciones horizontales y verticales necesarias para una representación gráfica.

En el levantamiento topográfico se utilizó una estación total, marca Nikon DTM – 322, se emplearon dos prismas de precisión, pintura, estacas, cinta métrica y radio comunicadores, cabe mencionar que se emplearon dos cadeneros, para hacer más efectivo el levantamiento topográfico, así también se contó con la ayuda de dos agentes de la policía municipal para resguardar el equipo.

Como primera actividad se definió un estacionamiento, luego se centró y niveló el aparato, y se estableció un norte arbitrario, para después capturar las coordenadas de los puntos del terreno por medio de radiaciones, proceso que se repitió a lo largo de todo el trayecto del proyecto.

2.2.4.1. Planimetría

La planimetría es una parte de la topografía, que nos describe a escala una superficie plana, se refiere a considerar el terreno plano, visualizado desde arriba, para la realización del proyecto se aplicó una poligonal abierta. La libreta topográfica está en la sección de apéndices.

2.2.4.2. Altimetría

La altimetría es un parte de la topografía que toma en cuenta la altura o elevación de los distintos puntos del terreno, por medio de la misma se puede representar el relieve del terreno.

2.2.5. Ensayo de suelos

Son las pruebas realizadas para determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo, que se aplicaron en el desarrollo del proyecto, evalúan la idoneidad del suelo, con datos efectuados en un laboratorio para la toma de decisiones.

2.2.5.1. Ensayo de granulometría

El análisis granulométrico ensayo de laboratorio sirve para determinar los diferentes tamaños de granos presentes en una masa de suelo dada.

Para la prueba granulométrica se utilizó una batería de tamices, con una muestra de suelo representativa, saturada en agua durante 24 horas, previa a su lavado, AASHTO T-27. Según datos obtenidos de laboratorio, el suelo posee 6,49 % de grava, 62,68 % de arena y 30,83 % de finos, se describe como suelo arena limosa color marrón.

2.2.5.2. Límites de Atterberg

Ensayos que determinan el estado de consistencia de un suelo fino a otro de forma gradual, la humedad creciente en la muestra, ocasiona un cambio de estado sólido a diferentes estados de consistencias definidas, tales como: solido,

semisólido, plástico y estado líquido. Los sistemas de clasificación estándar establecen límites arbitrarios en los diferentes estados, el límite líquido (LL), límite plástico (LP), e índice de plasticidad.

2.2.5.2.1. Límite líquido

Es el contenido de agua presente en una masa de suelo, el porcentaje de humedad divide el estado plástico del estado líquido, el ensayo para determinación del límite líquido, se efectúa por medio del método de Casagrande, para lo que se requiere el empleo de la cuchara o aparato que lleva su nombre, este consiste en una copa metálica que se deja caer sobre una superficie dura de características específicas, con la ayuda de una espátula se compacta en su interior una porción de suelo preparado, formando una superficie lisa de unos 10 mm de espesor máximo, se hace un surco lineal con el acanalador de casa grande, una vez situada la cuchara en la maquina se aplica impacto mecánico a una altura de un centímetro y con una cadencia de 2 golpes por segundo, hasta que los labios del surco se unan por el fondo en una distancia de 13 mm.

La humedad que tenía la muestra se determina por medio de una termo balanza, tomando 10 a 15 gramos de masa, obteniendo el peso seco de la muestra y el peso húmedo, esta operación se repite con otra muestra, las dos determinaciones, se llevan a un gráfico en abscisas el número de golpes y en ordenadas el porcentaje de humedad, ambos en escala logarítmica, trazaremos una paralela a la misma, entre las dos determinaciones efectuadas, el punto de corte correspondiente a 25 golpes expresa el límite líquido buscado, bajo la norma AASHTO T-89.

2.2.5.2.2. Límite plástico

El ensayo permite conocer el cambio del estado plástico a un estado semisólido, sobre una superficie lisa se amasan cilindros de 3 mm de diámetro, hasta el punto de agrietarse, los cilindros permiten hallar el contenido de agua

presente en la muestra, lo cual indica el límite plástico.

2.2.5.2.3. Índice plástico

Es la diferencia que se obtiene del límite plástico y el límite líquido, permitiendo conocer la clasificación del tipo de suelo, su norma AASHTO T – 90

$$I = LL - LP$$

Tabla VIII. **Clasificación de índice plástico**

Índice de Plasticidad (IP)	Tipo de suelo
0	No plástico
>7	Baja plasticidad
$7 \geq 17$	Medianamente plástico
< 7	Altamente plástico

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

Con base en los datos obtenidos del laboratorio, bajo la norma AASHTO T -89 Y T – 90, ensayo de límites de Atterberg, el suelo no presenta ningún índice de plasticidad, debido a que es una arena limosa, color marrón.

2.2.5.3. Ensayo de compactación o Proctor modificado

El proceso de compactación tiene como objetivo aumentar el peso volumétrico de un material granular, el ensayo busca obtener la humedad óptima y la densidad seca máxima, a diferencia del Proctor estándar, el Proctor modificado, utiliza una mayor altura de caída y un pistón de mayor peso, que varía la energía de compactación, basado en la norma AASTHO T – 180.

Con base en la muestra analizada en el laboratorio, se determinó una humedad óptima 20,25 % y una densidad seca máxima 1 365,71 Kg/m³.

2.2.5.4. Ensayo de valor soporte (CBR)

El método razón soporte california (CBR), es una forma de clasificación de un suelo, para ser utilizado como subrasante o material de base, en la construcción de carreteras, el ensayo mide la resistencia el corte de un suelo bajo con condiciones de humedad y densidad controlada.

Bajo la norma AASHTO T – 193, el método consiste en hacer penetrar un pistón en la muestra de suelo compactado y saturado, el pistón debe penetrar hasta una profundidad determinada, con respecto a la fuerza precisa para que el pistón logre penetrar hasta la misma profundidad de una muestra de suelo de piedra totalmente triturada, bien graduada.

Según los datos obtenidos del ensayo razón soporte california (CBR), lo resultados indican que el suelo tiene un valor soporte de 44,23 % y 0,00 % de expansión o hinchamiento, esto indica que el suelo no presenta hinchamiento, la cual si es apta para ser utilizada como una buena subrasante.

2.2.5.5. Análisis de resultados de laboratorio de suelos

A continuación, se detallan los resultados obtenidos de los estudios de suelos, se muestran los informes:

Resumen de resultados:

- Descripción del suelo: arena limosa color marrón.
- Límites de Atterberg: no posee, limite líquido e índice de plasticidad.
- Densidad seca Máxima: 1 365,71 Kg/m³.
- Humedad optima: 20,25 %
- CBR crítico: 3,21 %
- Porcentaje de expansión: 0,00 %
- Porcentaje de compactación: 98,6 %

En la sección de anexos se encuentran los resultados obtenidos de los ensayos de laboratorio del estudio de suelos.

2.2.6. Diseño geométrico de carreteras

El diseño geométrico de carreteras es el proceso de correlación entre sus elementos físicos (vehículos, terreno, entre otros.) y las características de operación de los vehículos, mediante el uso de las matemáticas, la física y la geometría. En este sentido, la carretera queda geoméricamente definida por el trazado de su eje en planta y en perfil y por el trazado de su sección transversal.¹

¹ CÁRDENAS GRISALES, James. *Diseño geométrico de carreteras*. p. 37.

- Aforo vehicular

“Consiste en realizar un estudio que recaba información para determinar la cantidad y tipos de vehículos que circulan en un determinado tiempo y lugar”².

- Metodologías de aforo vehicular de tránsito

Para obtener información sobre el tránsito de un determinado tramo carretero, es necesario efectuar mediciones de volúmenes vehiculares, los cuales registran el número total de vehículos que transitan en un tiempo determinado.


Se encuentran diferentes metodologías a utilizar para realizar la medición de volúmenes vehiculares (aforo), tales como contadores manuales, mecánicos y de acuerdo con el documento que describe Términos de Referencia Estudio de Pesaje en Movimiento WIM (Weigh in Motion) en la Red Vial Pavimentada, en su edición 2012 para Guatemala describe este método, a continuación, se narran los mismos:

Metodología de medición manual: Utiliza personal capacitado denominado aforadores de campo. Los aforos pueden ser realizados entre una o dos personas en cada estación; este personal, registra los datos del conteo en un formulario, que contiene datos sobre: Punto de conteo, tipo de estación, número de estación, fecha, sentido (ida/ vuelta), clasificación de los vehículos y horario. De esta cuenta incluye un espacio pertinente para observaciones y datos del Ingeniero encargado del aforo, número de colegiado y firma. En la figura siguiente se presenta el formato realizado por la (DGC), a través del Departamento de Ingeniería de Tránsito; el cual sirvió de base para la elaboración del formato que se empleará en el presente estudio.³

² ANLEU HERNÁNDEZ, Julianne Mcdamara. *Estudio de tránsito del periférico, iniciando en la zona 7 y finalizando en la zona 8 de la ciudad de Quetzaltenango, Quetzaltenango*. p. 11.

³ Ibid.

Figura 10. Formato de tabulación de conteos estadísticos provenientes de aforos vehiculares



Gobierno de Guatemala
Ministerio de Comunicaciones
Infraestructura y Vivienda.

FORMA QUE SE UTILIZA PARA LA TABULACION DE DATOS ESTADISTICOS PROVENIENTES DE LOS AFOROS VEHICULARES





**DIRECCION GENERAL DE CAMINOS
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE TRANSITO
UNIDAD DE CONSERVACION VIAL
INFRAESTRUCTURA Y TECNOLOGIA**

CONTEO MANUAL Y CLASIFICACION DE VEHICULOS

ESTACION TIPO: _____

PUNTO DE CONTEO: _____ KM: _____ ESTACION No. _____

CODIGO RIFA: _____ TRAMO CARRETERO: _____

FECHA DEL CONTEO: _____ SENTIDO: _____

CLASIFICACION DE VEHICULOS	RESUMEN Y HORARIO DEL CONTEO DE TRANSITO CLASIFICADO											TOTAL	
	6:00 - 7:00	7:00 - 8:00	8:00 - 9:00	9:00 - 10:00	10:00 - 11:00	11:00 - 12:00	12:00 - 13:00	13:00 - 14:00	14:00 - 15:00	15:00 - 16:00	16:00 - 17:00		17:00 - 18:00
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8 OTROS:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL DE VEHICULOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VL=	OBSERVACIONES:												
VP=													
VT=													
PORCENTAJES	X LIV.	0.00%	% PESADO	0.00%									

Guatemala, 28 / 7 / 2009

Por este medio certifico que la informacion contenida en el presente formulario fue tomada en forma fidedigna y con la tecnica establecida para el aforo vehicular.

Nombre Ingeniero: _____
 Delegado Ruidobas Supervisor: _____ Numero de Colegiado: _____
 Firma y Sello Delegado Ruidobas: _____

Fuente: ANLEU HERNÁNDEZ, Julianne Mcdamara. *Estudio de tránsito del periférico, iniciando en la zona 7 y finalizando en la zona 8 de la ciudad de Quetzaltenango, Quetzaltenango.* p. 13.

- Contadores mecánicos: se clasifican en dos: portátiles y fijos o semifijos, entre los contadores portátiles se encuentran los contadores continuos con un dial visible, el cual es activado con un control de relojería, opera durante un determinado lapso y graba todos los datos; funciona a través de un impulso derivado de un tubo neumático el cual se debe instalar perpendicularmente al paso de vehículos, el tubo generalmente es de goma flexible. La limitación es que por lo general estos dispositivos no proporcionan una clasificación por tipo de vehículos, el cual se basa por el número de ejes y peso. Los contadores fijos o semifijos, emplean gran variedad de detectores, los cuales pueden ser: eléctricos, foto celda, radar, detector magnético, ultrasonido, tubo neumático, entre otros mecanismos.

- Sistema de medición WIM, Weigh in Motion: De acuerdo con el documento que describe “Términos de Referencia Estudio de Pesaje en Movimiento WIM (Weigh in Motion) en la Red Vial Pavimentada” en su edición 2012 en Guatemala, indica el funcionamiento y descripción del sistema de medición WIM con sus siglas en inglés, que significa pesaje en movimiento, el cual captura y graba pesos de eje; además de indicar el peso bruto vehicular sobre determinado lugar y expresarlo como unidad de vehículos. Es un sistema capaz de medir la velocidad de tránsito normal o reducido sin detener los vehículos; brindando eficiencia durante el pesaje. Cuenta con dos partes principales; la primera, es un equipo para pesaje constituido por sensores reales y cables para transmitir la información al paso de vehículos y la segunda parte lo constituye el equipo de medición formado por un hardware para energía, computación, comunicación, adquisición de datos, entre otros. El sistema puede operar por medio de paneles solares o bien por corriente alterna de 120V, a través de instalación de un servidor accesible o directa de 12V. Para su colocación cuenta con un sensor piezoeléctrico y dos lazos inductivos, por cada carril. Dichos sensores deben de ser introducidos en la rodadura de la carretera y deben ser canalizados hasta la unidad electrónica, la cual está capacitada para detectar dos carriles por cada sentido, esta unidad controla los sensores y lazos. Para su buen funcionamiento es necesario contar con personal capacitado sobre el uso del sistema además de personal de guardianía en la estación donde se coloque el WIM. Un aspecto muy importante en el sistema es la calibración, la cual se recomienda realizarla una vez por año como mínimo, esta consiste en cargar un vehículo rígido de 2 ejes, con una carga conocida por ejes y se hace pasar por los sensores para verificar que los datos del peso y clasificación corresponden a los reales. Pero también se están empleando simultáneamente los contadores mecánicos y cámaras de video para obtener datos más representativos del tránsito existente, este método se utiliza en pistas de más de dos carriles.

- Clasificación de las estaciones de conteo

Según el CIV, en el Boletín de Tránsito elaborado en el año 2011 (p.22), hace referencia a que actualmente se trabajan en Guatemala con cuatro tipos de estaciones para aforo vehicular, las cuales se describen a continuación:

- Estaciones sumarias: comprende conteos volumétricos de 1 día hábil en horario de 6:00 a 18:00 horas, se requieren de cuatro aforistas en turnos de 3 o 4 horas durante el día que tarda el conteo. Con la información obtenida en esta estación se puede calcular el TPDA y además es posible clasificar el tránsito liviano y pesado. Las cifras resultantes deben indicarse en porcentajes (%).

- Estaciones tipo A: Se elabora en un lapso de 4 días con horario de 6:00 a 18:00 horas, cada período compuesto de 2 días laborables y 2 días no laborables (sábado y domingo). Se recomienda no ubicarlas en tramos con volúmenes inferiores a 100 vehículos por día. Se debe de contar con 3 aforistas alternando turnos durante el día de 3 o 4 horas cada uno; éstas se utilizan primordialmente en salidas de los departamentos hacia sus municipios.

- Estaciones tipo B: permite ejecutar conteos volumétricos en 2 días hábiles, con horario de 6:00 a 18:00 horas (diurno). Se necesitan de 4 aforistas en turnos de 3 o 4 horas, este conteo determina el flujo permanente diurno y se utiliza en todo el territorio nacional.
- Estaciones de tipo permanente o fronteriza: Detecta pequeñas variaciones en el tránsito en períodos repetitivos, el conteo tiene una duración de 7 días durante un período 24 horas (diurno y nocturno). Para este tipo de estación se deberá ubicar puntos específicos (principales salidas de la capital hacia el interior de país y de los departamentos de mayor convergencia vial en las rutas de primer orden). Generalmente, debe de contar con ocho aforistas como mínimo, los cuales se deben de rotar en turnos de 3 o 4 horas cada uno, de día y noche.
- Criterios para ubicación de estaciones de aforo

Para situar las estaciones de aforo se deben de tener ciertos criterios, que contribuyan a la mejor obtención de datos en el lugar. Por lo que para el presente estudio se consideró:

- Visibilidad: el personal debe estar ubicado de tal manera que no existan obstáculos visuales que puedan alterar la toma de datos.
- Seguridad: donde exista un alto índice tránsito vehicular, se deben de ubicar las estaciones en puntos donde los aforistas no estén expuestos a accidentes de cualquier tipo.
- Condiciones climáticas: Se debe ubicar al personal en un lugar donde no se encuentren tan expuestos a los diferentes elementos hidrometereológicos (sol, lluvia, vientos...), que puedan llegar a alterar el rendimiento físico del personal que efectúa el aforo.⁴

- Aforo Vehicular aldea Sacoj Grande

El tipo de estación utilizado fue la estación sumaria. Se realizaron ocho aforos repartidos en los siguientes horarios:

- 6:00 a 9:00
- 9:00 a 12:00
- 12:00 a 15:00

⁴ ANLEU HERNÁNDEZ, Julianne Mcdamara. *Estudio de tránsito del periférico, iniciando en la zona 7 y finalizando en la zona 8 de la ciudad de Quetzaltenango, Quetzaltenango.* p. 14 - 17.

- 15:00 a 18:00
- 18:00 a 21:00
- 21:00 a 0:00
- 0:00 a 3:00
- 3:00 a 6:00

Los aforos se realizaron con la colaboración del COCODE de la aldea Sacoj Grande. De esta manera se realizó el aforo vehicular de 24 horas, por lo que estos fueron los datos que se tomaron en cuenta para realizar el diseño. Los datos del aforo se encuentran en la sección de apéndice.

- Ubicación de la estación de aforo

Se ubicó el punto de aforo de la siguiente manera: La estación de control, se ubicó en la intersección que forma la entrada y salida de los sectores 7 y 8 de la aldea Sacoj Grande, con la ruta que se dirige hacia Colinas de Sacoj.

Con base en la topografía del lugar, se tomó en cuenta la velocidad del tramo, y la frecuencia del tránsito vehicular, estimación importante para el diseño del espesor del pavimento, durante el desarrollo del proyecto se efectuó un sondeo del tránsito, tomando en cuenta los vehículos de los habitantes y vehículos repartidores, entre otros. Con base en lo observado en campo, se diseñará para un tránsito promedio de 72 vehículos diarios, con base en la tabla características geométricas de las carreteras en estado final de la dirección general de caminos, la vía se diseñará bajo la categoría de una carretera tipo F, dato obtenido del tránsito promedio diario TPD.

Tabla IX. **Características geométricas de las carreteras en estado final**

T.P.D.	CARRETERA	VELOCIDAD DE DISEÑO (K.P.H.)	ANCHO DE CALZADA (m)	ANCHO DE TERRACERÍA		DERECHO DE VIA (m)	RADIO MÍNIMO (m)	PENDIENTE MÁXIMA (m)	DISTANCIA VISIB PARADA *		DISTANCIA VISIB PASO	
				CORTE (m)	RELLENO (m)				MÍNIMA (m)	RECOMEN (m)	MÍNIMA (m)	RECOMEN (m)
3000 A 5000	TIPO "A"		2 * 7.20	25.00	24.00	50.00						
	REGIONES:											
	LLANAS	100					375	3	160	200	700	750
	ONDULADAS	80					225	4	110	150	520	550
	MONTAÑOSAS	60					110	5	70	100	350	400
1500 A 3000	TIPO "B"		7.20	13.00	12.00	25.00						
	REGIONES:											
	LLANAS	80					225	6	110	150	520	550
	ONDULADAS	60					110	7	70	100	350	400
	MONTAÑOSAS	40					47	8	40	50	180	200
900 A 1500	TIPO "C"		6.50	12.00	11.00	25.00						
	REGIONES:											
	LLANAS	80					225	6	110	150	520	550
	ONDULADAS	60					110	7	70	100	350	400
	MONTAÑOSAS	40					47	8	40	50	180	200
500 A 900	TIPO "D"		6.00	11.00	10.00	25.00						
	REGIONES:											
	LLANAS	80					225	6	110	150	520	550
	ONDULADAS	60					110	7	70	100	350	400
	MONTAÑOSAS	40					47	8	40	50	180	200
100 A 500	TIPO "E"		5.50	9.50	8.50	25.00						
	REGIONES:											
	LLANAS	50					75	8	55	70	260	300
	ONDULADAS	40					47	9	40	50	180	200
	MONTAÑOSAS	30					30	10	30	35	110	150
10 A 100	TIPO "F"		5.50	9.50	8.50	15.00						
	REGIONES:											
	LLANAS	40					47	10	40	50	180	200
	ONDULADAS	30					30	12	30	35	110	150
	MONTAÑOSAS	20					18	14	20	25	50	100

Fuente: HERNÁNDEZ GUEVARA, Allan Renand. *Diseño geométrico de la carretera para libramiento del municipio de Palencia, departamento de Guatemala.* p. 14.

La vía se diseña bajo la clasificación tipo F, esta podrá ser pavimentada con un ancho de calzada igual a 5,50 metros, dadas las dimensiones tan variables del proyecto y limitaciones colindantes de la vía, esta tendrá un ancho de calzada igual a 4,50 metros, además se clasifica el terreno como ondulado, debido a que no presenta cambios bruscos de pendientes o pendientes muy pronunciadas.

Basado en la tabla de características geométricas de las carreteras, la velocidad de diseño para una carretera tipo F, en regiones onduladas es de 30 km/h, pero debido a la colindancia de las casas con respecto a la vía, se tomó

en consideración una velocidad de 20 km/h para el diseño del proyecto, haciendo el recorrido más cómodo y seguro.

2.2.7. Alineamiento horizontal

El alineamiento horizontal deberá considerar factores tales como la topografía del lugar, velocidad del proyecto, categorías de la carretera, costos de construcción, entre otros, todos estos elementos deben ser tomados en cuenta para permitir que el recorrido sea lo más seguro y económico, permitiendo conservar la velocidad de diseño en la mayor longitud de carretera propuesta.

2.2.8. Tangentes

Las curvas tangentes son rectas que van asociadas al alineamiento horizontal, las cuales crean un punto de intersección denominado PI, su distancia total puede ser medida desde el principio de la curva, hasta el final de la misma, es decir la distancia desde el PC a la estación PT.

2.2.9. Curvas horizontales

Son las encargadas de unir un alineamiento recto con otro, en forma de longitud de arco, aportando características de seguridad y comodidad durante su recorrido, la curva horizontal debe permitir una operación con suavidad y debe estar relacionada a la velocidad de diseño.

- Radio de curva

Este va directamente relacionado con la velocidad de diseño del proyecto, debe permitir que vehículo circule de manera adecuada.

- Grado de curvatura

Se pueden definir para una misma curva a partir de la longitud de curva (LC) o bien, a partir de la curva principal. El grado de curvatura es la magnitud angular que se genera entre dos líneas que comparten origen en el centro del radio de la curva, es decir que el grado de curvatura G es el ángulo subtendido por un arco de 20 metros. Se representa con la siguiente expresión:

$$G = \frac{1\,145,9156}{R}$$

- Subtangente

Es la distancia medida desde el principio de la curva PC y el principio de tangencia PT, se origina sobre la prolongación de la tangente de entrada y la tangente de salida, finalizando en el punto de intersección PI. Se representa con la siguiente expresión:

$$St = R * \tan(\Delta/2)$$

- Longitud de curva

Es la distancia medida desde el principio de la curva PC hasta el PT en forma de arco, cuyo ángulo central es la deflexión Δ . Se representa con la siguiente expresión:

$$LC = \frac{\Delta * 20}{G}$$

- Cuerda máxima

Es la distancia medida desde el PC al PT en línea recta. Se representa con la siguiente expresión:

$$CM = 2 * R * \sin(\Delta/2)$$

- External

Es la distancia medida desde el punto de intersección PI, hasta el centro de la curva. Se representa con la siguiente expresión:

$$E = R * \left(\frac{1}{\cos(\Delta/2)} - 1 \right)$$

- Ordenada media

Es la distancia medida desde el centro de la longitud de curva, hasta el punto central de la cuerda máxima. Se representa con la siguiente expresión:

$$OM = R * (1 - \cos(\Delta/2))$$

2.2.10. Bombeo

Es el grado de inclinación que se le da al pavimento a ambos lados de la vía, su función principal es drenar el agua de lluvia hacia los lados de la misma, evitando que el agua quede estancada y ocasionando daños por erosión en el pavimento. En el diseño de este proyecto se aplicó un bombeo del 3 %.

2.2.11. Curva de transición

Encargada de unir a la tangente, tanto de entrada como tangente de salida, con la curva horizontal, exactamente en ese punto, la curvatura pasa bruscamente desde cero en la tangente hasta un valor finito y constante en la curva, esta discontinuidad en el punto de unión de los alineamientos y la curva circular, ocasiona incomodidad al ser transitada y puede ocasionar accidentes debido a la fuerza centrífuga.

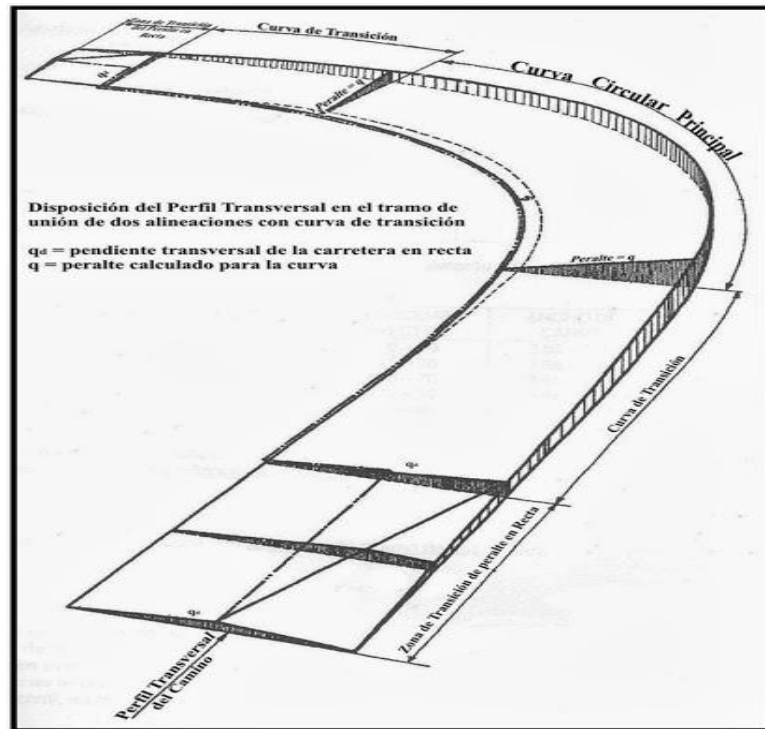
La curva de transición es necesaria para realizar un cambio en el peralte y sobreancho gradual conforme se avanza en la curva.

2.2.12. Peralte

Es el grado de inclinación que se le da a las curvas para evitar que el efecto de la fuerza centrífuga actúe sobre los vehículos, se diseña en función del radio y con base en la velocidad del proyecto.

Debido a la velocidad de diseño del proyecto, las curvas se diseñaron sin peralte.

Figura 12. **Detalle de curva de transición y peralte**



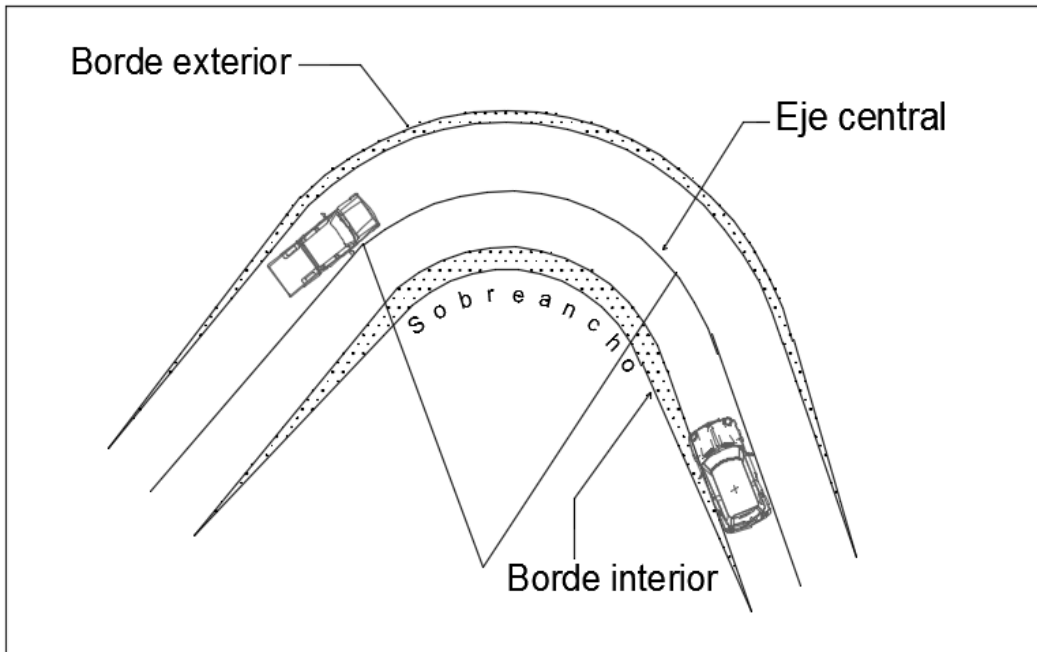
Fuente: TICs en Educación Superior. *Proceso de desarrollo de peraltes en diseño geométricos en carreteras*. <http://ticsmijail.blogspot.com/2013/10/proceso-de-desarrollo-de-peraltes-en.html>.

Consulta: 15 de agosto de 2019.

2.2.13. **Sobrecancho**

Su función principal es darle condiciones de seguridad a las curvas horizontales, principalmente en vías de alta velocidad, paso de vehículos pesados y vehículos que circulan en sentido contrario, hay que tomar en cuenta que, si la curva horizontal de la vía consta con una espiral de transición, el sobrecancho se reparte en ambos lados de la vía, en caso de no constar con curva de transición, solo se aplicará el sobrecancho en el lado interior de esta.

Figura 13. **Sobre ancho de una carretera**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

Tabla X. Sobranchos recomendados para carreteras

ANCHO CALZADA	VALORES DE DISEÑO PARA SOBRECANCHOS DE PAVIMENTO EN CURVAS PARA CARRETERAS DE DOS VIAS													
	TÍPICA 'E' 5.50		TÍPICA 'D' 6.00				TÍPICA 'C' 6.50				TÍPICA 'B' 7.20			
VELOCIDADES	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	40	50	60	70
1°	0.60	0.60	0.60	AN	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	AN	AN	AN	AN
2°	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	AN	AN	AN	AN
3°	0.60	0.60	0.70	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.70	0.70	AN	AN	AN	AN
4°	0.60	0.70	0.70	0.60	0.60	0.60	0.70	0.70	0.80		AN	AN	AN	AN
5°	0.70	0.70	0.80	0.60	0.60	0.70	0.80	0.90			0.60	0.60	0.60	0.60
6°	0.80	0.80	0.90	0.60	0.60	0.70	0.80	0.90			0.60	0.60	0.60	0.60
7°	0.80	0.90	1.00	0.70	0.80	0.80	0.90				0.60	0.60	0.60	0.60
8°	0.90	1.00	1.00	0.80	0.80	0.80					0.60	0.60	0.60	0.60
9°	0.90	1.00	1.10	0.80	0.90	1.00					0.60	0.60	0.60	0.60
10°	1.00	1.10	1.20	0.90	1.00	1.10					0.60	0.60	0.60	0.60
11°	1.00	1.10	1.20	0.90	1.00						0.70	0.80		
12°	1.10	1.20	1.30	1.00	1.10						0.80	0.90		
13°	1.10	1.20	1.30	1.00	1.10						0.80	0.90		
14°	1.20	1.30	1.40	1.10	1.20						0.90	1.00		
15°	1.20	1.40	1.50	1.20	1.20						1.00	1.10		
16°	1.30	1.40		1.20							1.00			
17°	1.30	1.50		1.30							1.10			
18°	1.40	1.50		1.30							1.10			
19°	1.40	1.60		1.40							1.20			
20°	1.50	1.60		1.40							1.20			
21°	1.50	1.70		1.50							1.30			
22°	1.60	1.70		1.50							1.30			
23°	1.60	1.80		1.60							1.40			
24°	1.70	1.80		1.60							1.40			
25°	1.70			1.60							1.40			
26°	1.80			1.60										
27°	1.80			1.60										
28°	1.90			1.60										
29°	1.90			1.60										
30°	2.00			1.60										
31°	2.00			1.60										
32°	2.10			1.60										
33°	2.10			1.60										
34°	2.20			1.70										
35°	2.20			1.70										
36°	2.30			1.80										
37°	2.30			1.80										
38°	2.40			1.90										

1.- LOS SOBRECANCHOS FUERON CALCULADOS DE ACUERDO A ESPECIFICACIONES DE LA AASHO
 2.- EL SOBRECANCHO SE REPARTIRÁ PROPORCIONALMENTE A LA LONGITUD DE LA ESPRAL USADA, DEBIENDO SER EL PC O PT EL PUNTO MEDIO DE DICHA ESPRAL.
 3.- SOBRE LAS LINEAS HORIZONTALES LOS VALORES CALCULADOS FUERON MENORES DE 0.60 m. PERO MAYORES DE 1.20 m. EN CASO DE SER MENORES DE 0.30 m. NO SE USARA SOBRECANCHO.
 4.- PARA ANCHO DE CALZADA DE 7.20m., Y VELOCIDADES MAYORES DE 70 KPH LAS CURVAS NO SERAN SOBRECANCHADAS
 5.- ANCHOS DE CALZADA Y SOBRECANCHOS EN METROS. VELOCIDADES EN KPH= KILOMETROS POR HORA.
 6.- ANP= ANCHO NORMAL

Fuente: Dirección general de caminos. *Manual de procedimiento para construcción de carreteras y puentes. s/p.*

Tabla XI. Peraltes recomendados para carreteras

VELOCIDAD		30		40		50		60		70		80		90		100		110		120													
G°	RADIO	D _p =27		D _p =30		D _p =33		D _p =37		D _p =40		D _p =43		D _p =46		D _p =50		D _p =53		D _p =56													
		e%	L _s	e%	L _s	e%	L _s	e%	L _s	e%	L _s	e%	L _s	e%	L _s	e%	L _s	e%	L _s	e%	L _s	e%	L _s										
1	1°	1145.92	BN 17	0°51'	BN 23	1°09'	BN 28	1°24'	1.4	34	1°42'	1.9	39	1°57'	2.5	45	2°15'	3.1	50	2°30'	3.8	56	2°48'	4.7	62	3°06'	5.5	67	3°24'				
2	2°	572.96	BN 17	1°42'	BN 23	2°18'	1.9	28	2°48'	2.8	34	3°24'	3.8	39	3°54'	4.9	45	4°30'	6.2	51	5°06'	7.7	64	6°24'	9.0	79	7°54'	9.9	94	9°24'			
3	3°	381.97	BN 17	2°33'	BN 23	3°27'	2.9	28	4°12'	4.1	34	5°06'	5.6	40	6°00'	7.3	53	7°57'	8.9	69	10°21'	9.9	83	12°27'									
4	4°	286.48	1.4	17	3°24'	2.5	23	4°36'	3.8	28	5°36'	5.5	35	7°00'	7.5	49	9°48'	9.1	65	13°00'	10.0	77	15°24'										
5	5°	229.18	1.7	17	4°15'	3.1	23	5°45'	4.8	28	7°00'	6.8	42	10°30'	8.7	58	14°30'	9.9	71	17°45'													
6	6°	190.99	2.1	17	5°06'	3.7	23	6°54'	5.8	32	9°36'	7.9	48	14°24'	9.6	64	19°12'																
7	7°	163.70	2.4	17	5°57'	4.3	24	8°24'	6.6	37	12°57'	8.8	54	18°54'	10.0	67	23°27'																
8	8°	143.24	2.8	17	6°48'	4.9	25	10°00'	7.4	41	16°24'	9.4	58	23°12'																			
9	9°	127.32	3.1	17	7°39'	5.5	28	12°36'	8.1	45	20°15'	9.8	60	27°00'																			
10	10°	114.59	3.5	17	8°30'	6.1	31	15°30'	8.7	49	24°30'	10.0	61	30°30'																			
11	11°	104.17	3.8	17	9°21'	6.6	33	18°09'	9.1	51	28°03'																						
12	12°	95.49	4.2	19	11°24'	7.1	36	21°36'	9.5	53	31°48'																						
13	13°	88.15	4.5	20	13°00'	7.6	38	24°42'	9.8	55	35°45'																						
14	14°	81.85	4.8	22	15°24'	8.0	40	28°00'	9.9	56	39°12'																						
15	15°	76.39	5.2	23	17°15'	8.4	42	31°30'	10.0	56	42°00'																						
16	16°	71.62	5.5	25	20°00'	8.7	44	35°12'																									
17	17°	67.41	5.8	26	22°06'	9.0	45	38°15'																									
18	18°	63.66	6.1	27	24°18'	9.3	47	42°18'																									
19	19°	60.31	6.4	29	27°33'	9.5	48	46°36'																									
20	20°	57.30	6.7	30	30°00'	9.7	49	49°00'																									
21	21°	54.57	7.0	32	33°36'	9.8	49	51°27'																									
22	22°	52.09	7.2	32	35°12'	9.9	50	55°00'																									
23	23°	49.82	7.5	34	39°06'	10.0	50	57°30'																									
24	24°	47.75	7.8	35	42°00'	10.0	50	60°00'																									
25	25°	45.84	7.9	36	45°00'																												
26	26°	44.07	8.1	37	48°06'																												
27	27°	42.44	8.3	37	49°57'																												
28	28°	39.51	8.7	39	56°33'																												
29	29°	38.20	8.9	40	60°00'																												
30	30°	40.93	8.5	38	53°12'																												
31	31°	36.97	9.0	41	63°33'																												
32	32°	35.81	9.2	41	65°36'																												
33	33°	34.72	9.3	42	69°18'																												
34	34°	33.70	9.4	42	71°24'																												
35	35°	32.74	9.5	43	75°15'																												
36	36°	31.83	9.6	43	77°24'																												
37	37°	30.97	9.7	44	81°24'																												
38	38°	30.16	9.8	44	83°36'																												

Puntos importantes:

1. El peralte fue calculado según el método "4" recomendado por la AASHO.
2. El peralte se repartirá proporcionalmente a la longitud de la espiral usada, debiendo ser el PC o PT el punto medio de dicha espiral.
3. En las curvas con peralte calculado menor que la pendiente del bombeo se recomienda usar como peralte la pendiente del bombeo.
4. El paso del bombeo al 0% en el principio o final de la espiral (TS o ST) debe hacerse proporcionalmente a la distancia, se calcula con base al bombeo, el ancho del asfalto y la mitad de la pendiente de desarrollo del peralte, sin embargo, se recomienda usar las que aparecen en esta tabla que son a las correspondientes a un bombeo de 3%, un ancho asfáltico de 7.20 metros y la mitad de las pendientes indicadas.
5. Las longitudes de espiral fueron calculadas según las pendientes de desarrollo del peralte indicadas en esta tabla y recomendadas por AASHO.
6. Los mínimos valores de longitud de espiral son los correspondientes a las distancias recorridas en 2 segundos a la velocidad de diseño.
7. La velocidad está en kilómetros por hora.

Fuente: Dirección general de caminos. *Manual de procedimiento para construcción de carreteras y puentes.* s/p.

2.2.14. Ejemplo de curva horizontal 1 Estación 0 + 020 00

- Datos iniciales de la curva 1:
 - Periodo de diseño = 20 años
 - Velocidad de diseño = 20 Km/h
 - Bombeo de la carretera = 3 %
 - Ancho de carril = 2,25 metros
 - Cantidad de carriles = 2
 - Radio = 20 metros
 - Deflexión $\Delta = 38^{\circ}50'39,34''$

- Grado de curvatura

$$G = \frac{1\,145,9156}{R}$$

$$G = \frac{1\,145,9156}{20} = 57,30$$

$$G = 57^{\circ}17'44,81''$$

- Longitud de curva

$$LC = \frac{\Delta * 20}{G}$$

$$LC = \frac{38^{\circ}50'39,34'' * 20}{57^{\circ}17'44,81''}$$

$$LC = 13,56 \text{ metros}$$

- Subtangente

$$St = R * \tan(\Delta/2)$$

$$St = 20 * \tan(38^\circ 50' 39,34''/2)$$

$$St = 7,05 \text{ m}$$

- Cuerda máxima

$$CM = 2 * R * \sin(\Delta/2)$$

$$CM = 2 * 20 * \sin(38^\circ 50' 39,34''/2)$$

$$CM = 25,09 \text{ m}$$

- External

$$E = R * \left(\frac{1}{\cos(\Delta/2)} - 1 \right)$$

$$E = 20 * \left(\frac{1}{\cos(38^\circ 50' 39,34''/2)} - 1 \right)$$

$$E = 1 \text{ 21 m}$$

- Ordenada media

$$OM = R * (1 - \cos(\Delta/2))$$

$$OM = 20 * (1 - \cos (38^\circ 50' 39,34'' / 2))$$

$$OM = 1,14 \text{ m}$$

- Datos de la curva en estado final:
 - Radio = 20 m
 - LC = 13,56 m
 - $\Delta = 38^\circ 50' 39,34''$
 - $G = 57^\circ 17' 44,81''$

- Peralte

La tabla LXXXV nos indica el tipo de peralte con base en la velocidad de diseño y el grado de curvatura, para poder comprender la tabla de peraltes recomendados se asumió una velocidad de 30 km/h y un grado de curvatura de 12° , dado los datos anteriores obtendremos un peralte:

$$e = 4,2 \%$$

El peralte 4,2 % se obtuvo por medio de la tabla de peraltes recomendados para carreteras de la dirección general de caminos, la cual en la columna número dos podemos localizar la velocidad de 30 km/h, luego de seleccionar la velocidad, procederemos a buscar el grado de curvatura en la columna número uno, la cual contiene el grado de curvatura y un radio recomendado.

Debido a que la velocidad del proyecto es de 20 km/h, no se tomará en cuenta los parámetros de la tabla XI, podrá ser utilizado el bombeo del 3 % como peralte para las curvas.

- Sobre ancho

Para el Sobre ancho se utilizará la tabla X, la cual ubicaremos el tipo de carretera, la velocidad y el grado curvatura, para poder comprender la tabla de sobreanchos recomendados se asumió una velocidad de 30 km/h y un grado de curvatura de 12 °, para una carretera de 5 50 m de ancho de calzada, obtendremos:

$$s_a = 1,10 \text{ m}$$

El proyecto no presenta sobre ancho, debido a que la velocidad y ancho de carretera, no se encuentra dentro de los parámetros de clasificación de nuestra vía, ya que tiene un ancho de calzada menor a 5 50 m.

Tabla XII. Resumen de curvas horizontales

RESUMEN DE CURVAS HORIZONTALES DEL DISEÑO GEOMETRICO											
No. Curva	R (m)	Lc (m)	Δ			G			St (m)	CM	E
			G	M	S	G	M	S			
1	20	13,56	38	50	39,34	57	17	44,81	7,05	13,30	1,21
2	20	9,55	27	22	2,04	57	17	44,81	4,87	9,46	0,58
3	12	17,50	83	33	47,15	95	29	34,68	10,72	15,99	4,09
4	60	3,65	3	29	14,36	19	5	54,94	1,83	3,65	0,03
5	20	25,96	74	21	59,06	57	17	44,81	15,17	24,17	5,10
6	10	14,78	84	40	2,19	114	35	29,61	9,11	13,47	3,53
7	10	16,14	92	29	51,70	114	35	29,61	10,45	14,45	4,46
8	40	14,88	21	18	53,49	28	38	52,40	7,53	14,79	0,70
9	80	5,14	3	40	44,39	14	19	26,20	2,57	5,14	0,04
10	60	13,49	12	52	53,85	19	5	54,94	6,77	13,46	0,38
11	60	23,80	22	43	37,81	19	5	54,94	12,06	23,64	1,20
12	80	6,69	4	47	16,72	14	19	26,20	3,34	6,68	0,07
13	90	3,29	2	5	50,18	12	43	56,62	1,65	3,29	0,02
14	60	10,13	9	40	33,14	19	5	54,94	5,08	10,12	0,21
15	60	11,91	11	22	10,80	19	5	54,94	5,97	11,89	0,30
16	120	3,63	1	43	54,23	9	32	57,47	1,81	3,63	0,01
17	60	14,13	13	29	31,50	19	5	54,94	7,10	14,10	0,42
18	40	11,04	15	48	59,74	28	38	52,40	5,56	11,01	0,38
19	80	9,28	6	38	45,78	14	19	26,20	4,65	9,27	0,13
20	60	5,76	5	30	14,64	19	5	54,94	2,88	5,76	0,07
21	80	5,05	3	36	50,89	14	19	26,20	2,52	5,05	0,04
22	40	11,82	16	55	34,36	28	38	52,40	5,95	11,77	0,44
23	60	6,25	5	58	6,06	19	5	54,94	3,13	6,25	0,08
24	60	6,25	5	58	6,06	19	5	54,94	3,13	6,25	0,08
25	60	6,78	6	28	13,97	19	5	54,94	3,39	6,77	0,10
26	60	12,17	11	37	22,23	19	5	54,94	6,11	12,15	0,31
27	30	9,66	18	27	23,10	38	11	49,87	4,87	9,62	0,39
28	40	12,41	17	46	28,37	28	38	52,40	6,25	12,36	0,49
29	30	8,84	16	52	31,69	38	11	49,87	4,45	8,80	0,33
30	80	7,92	5	40	8,51	14	19	26,20	3,96	7,91	0,10
31	40	16,73	23	57	55,20	28	38	52,40	8,49	16,61	0,89
32	10	8,57	49	7	41,60	114	35	29,61	4,57	8,31	1,00
33	60	18,17	17	21	14,65	19	5	54,94	9,16	18,10	0,69
34	20	2,87	8	13	54,44	57	17	44,81	1,44	2,87	0,05
35	20	8,60	24	38	4,65	57	17	44,81	4,37	8,53	0,47
36	10	15,37	88	4	47,28	114	35	29,61	9,67	13,90	3,91
37	40	3,74	5	21	29,80	28	38	52,40	1,87	3,74	0,04
38	10	15,37	88	4	47,28	114	35	29,61	9,67	13,90	3,91
39	40	3,04	4	21	20,03	28	38	52,40	1,52	3,04	0,03
40	40	5,82	8	20	3,35	28	38	52,40	2,91	5,81	0,11
41	40	6,66	9	32	14,29	28	38	52,40	3,34	6,65	0,14
42	10	13,89	79	34	41,87	114	35	29,61	8,33	12,80	3,01
43	30	6,85	13	5	22,62	38	11	49,87	3,44	6,84	0,20
44	30	2,30	4	23	9,52	38	11	49,87	1,15	2,30	0,02
45	40	2,35	3	22	15,87	28	38	52,40	1,18	2,35	0,02
46	200	2,86	0	49	8,45	5	43	46,48	1,43	2,86	0,01
47	50	3,66	4	11	44,38	22	55	5,92	1,83	3,66	0,03
48	70	10,82	8	51	27,04	16	22	12,80	5,42	10,81	0,21
49	30	15,01	28	40	5,46	38	11	49,87	7,67	14,85	0,96

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

- Tangentes

Las tangentes horizontales estarán definidas por su longitud y su azimut o rumbo y a su vez deberá cumplir ciertos requisitos para su diseño.

- Longitud mínima:
 - Entre dos curvas circulares inversamente con transición mixta deberá ser igual a la suma de las longitudes de dichas transiciones.
 - Entre dos curvas circulares inversas con espiral de transición, podrá ser igual a cero.
 - Entre dos curvas circulares inversas cuando una de ellas tiene espiral de
 - transición y la otra tiene transición mixta, deberá ser igual a la mitad de la longitud de la transición mixta.
 - Entre dos curvas circulares del mismo sentido, la longitud mínima de tangente no tiene valor especificado.

Longitud máxima: la longitud máxima de tangentes no tiene límite especificado, sin embargo, se recomienda no ser mayor de 300 metros para evitar distracción en la concentración del conductor.

2.2.15. Alineamiento vertical

El alineamiento vertical se forma a partir de un cambio de pendiente, consta de tramos rectos con pendientes enlazados entre sí por tangentes verticales y curvas verticales, simétricas o asimétricas.

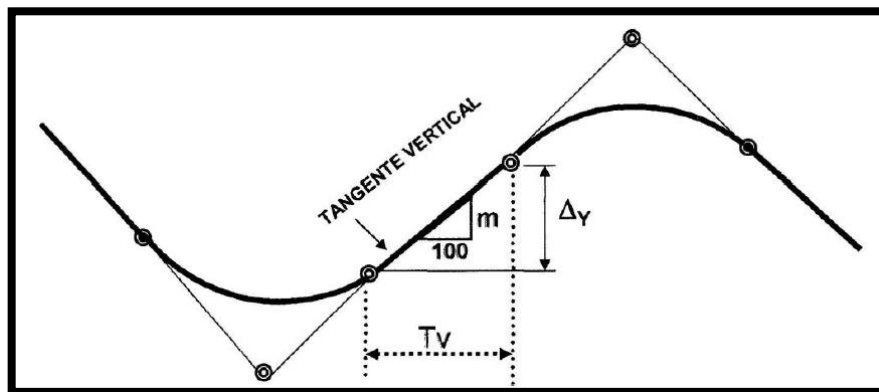
2.2.15.1. Subrasante

Se le denomina a la superficie terminada de la carretera, esta capa se forma aplicando corte, relleno o un corte de cajuela de poca profundidad, la cual soporta las capas del pavimento, la subbase, base y la carpeta de rodadura.

2.2.15.2. Tangentes verticales

Son tramos rectos provenientes de las pendientes del alineamiento vertical, los cuales están unidos entre sí por curvas verticales, su longitud horizontal total es medida desde el principio de la curva vertical hasta el principio de tangencia vertical.

Figura 14. Tangente vertical



Fuente: TORREALBA, Simón. *Proyecto vial I. Alineamiento vertical.*

<https://fdocuments.mx/document/3-alineamiento-vertical.html>. Consulta: 7 de febrero de 2022.

La pendiente se puede expresar como:

$$m = \left(\frac{\Delta y}{Tv} \right) * 100$$

Donde:

m = pendiente

Δy = cambio de pendientes

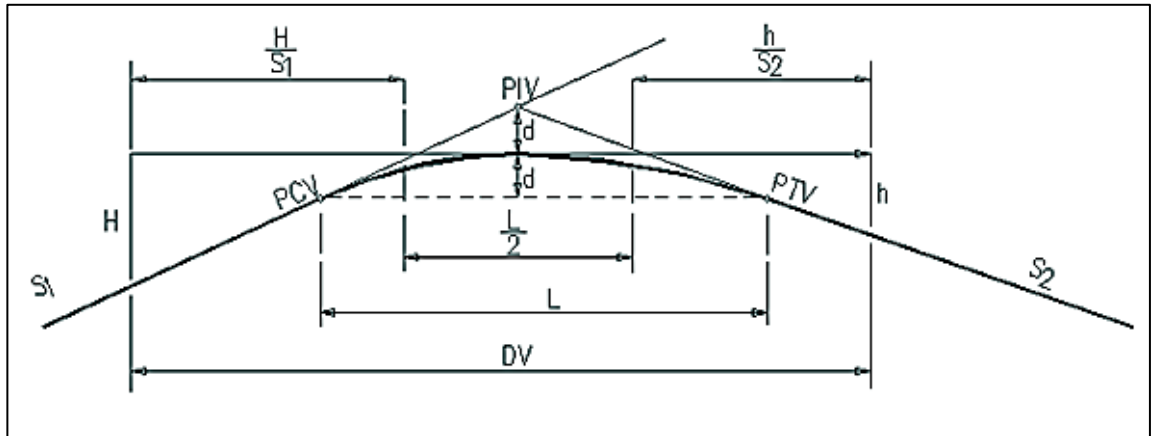
Tv = longitud o distancia horizontal

Las pendientes rigen a la subrasante de acuerdo con los parámetros del tipo de vía que se trate, por lo que se tienen mínimas y máximas. Se requiere una pendiente mínima para que sea posible drenar las aguas precipitadas y una máxima para que sea posible transitar cómodamente sobre la vía. En este proyecto, se manejan las pendientes mínimas de 0.30 % y máximas de 11.56 %.

2.2.15.3. Curvas verticales

Las curvas verticales se enlazan por medio de dos tangentes consecutivas del alineamiento vertical, deben presentar un cambio gradual entre pendientes, dando condiciones de comodidad, seguridad y apariencia agradable durante su recorrido, las más utilizadas son las curvas parabólicas, ya que son fáciles de calcular y se adaptan mejor al terreno.

Figura 15. **Detalle de curva vertical simétrica**



Fuente: CASA ABIERTA INGENIERIA CIVIL UNACH. *Geometría de las curvas verticales parabólicas*. <https://casaabiertaingenieriacivilunach.blogspot.com/p/geometria-de-las-curvas-verticales.html>. Consulta: 28 de febrero de 2022.

PCV = principio de curva vertical

PIV = punto de intersección vertical

PTV = principio de tangencia vertical

S1 = pendiente de entrada

S2 = pendiente de salida

L = longitud de la curva vertical, medida por su proyección horizontal en metros, en metros

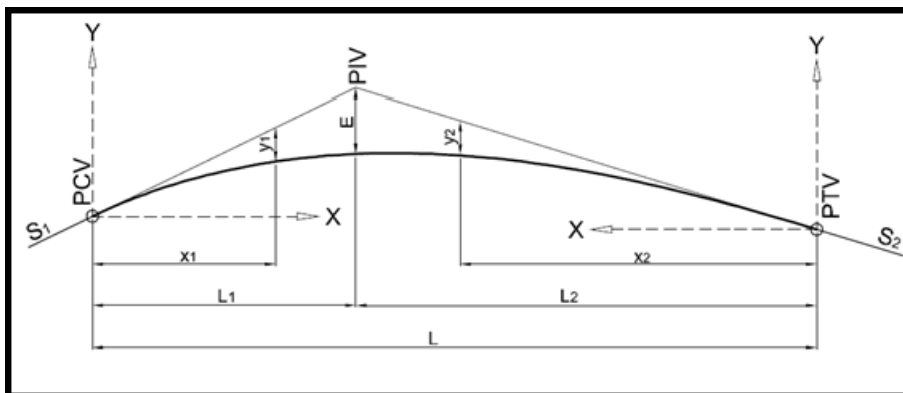
A = diferencia entre la pendiente de entrada y la pendiente de salida

E = OM, externa, ordenada media vertical medida desde el PIV, a la curva dada en metros

X = distancia horizontal a cualquier punto de la curva desde el PCV o desde el PTV

Y = distancia horizontal en cualquier punto de la primera rama medida desde el PCV o PTV.

Figura 16. **Detalle de curva vertical asimétrica**



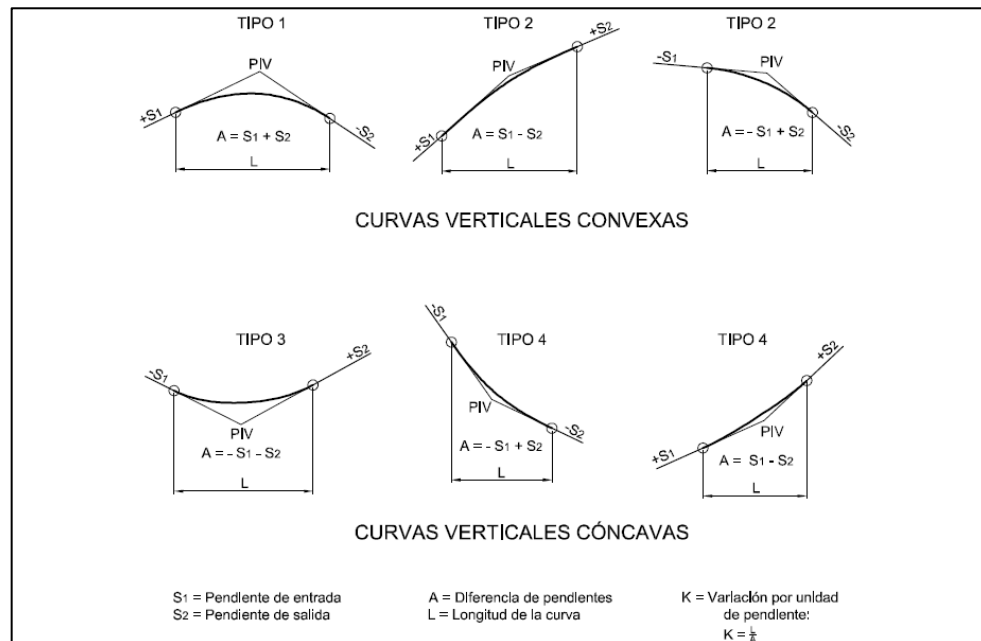
Fuente: CASA ABIERTA INGENIERIA CIVIL UNACH. *Geometría de las curvas verticales parabólicas*. <https://casaabiertaingenieriacivilunach.blogspot.com/p/geometria-de-las-curvas-verticales.html>. Consulta: 28 de febrero de 2022.

- PCV = principio de curva vertical
- PIV = punto de intersección vertical
- PTV = principio de tangencia vertical
- S1 = pendiente de entrada
- S2 = pendiente de salida
- A = diferencia entre la pendiente de entrada y la pendiente de salida
- E = OM, external, ordenada media vertical medida desde el PIV, a la curva dada en metros
- $X_{1,2}$ = distancia horizontal a cualquier punto de la curva desde el PCV o desde el PTV
- $Y_{1,2}$ = distancia vertical en cualquier punto de la primera rama medida desde el PCV o PTV
- Y = distancia horizontal en cualquier punto de la primera rama medida desde el PCV o PTV

- L_1 = longitud de la primera rama, medida por su proyección horizontal, en metros
- L_2 = longitud de la segunda rama, medida por su proyección horizontal, en metros
- L = longitud de la curva vertical, medida por su proyección horizontal en metros, en metros

Como regla general en el alineamiento vertical cada vez que ocurra un cambio de pendiente, es necesario insertar una curva, esta puede ser cóncava convexa, dependiendo la forma de la subrasante. A continuación, se presentan los distintos tipos de curvas verticales existentes:

Figura 17. Tipos de curvas verticales



Fuente: MARTÍNEZ BARBOSA, Henry. *Universidad libre de Colombia, diseño geométrico de vías*. <https://es.slideshare.net/hmartinezbarbosa/001-hmb03-diseo-vertical>. Consulta: 26 de agosto de 2019.

Las curvas verticales deben cumplir con distintos criterios, necesarios para la selección adecuada durante el diseño del alineamiento vertical:

- Criterio de seguridad

Debe dar las condiciones de comodidad y eficiencia, durante su recorrido, permitiéndole al conductor tener la facilidad de ver hacia adelante, dándole la seguridad de poder visualizar las distintas distancias.

Para determinar la longitud mínima de curva, tanto en curvas cóncavas y convexas, debe emplearse la siguiente expresión:

$$LCV = K * A$$

- LCV = longitud mínima de curva vertical.
- K = constante de las distancias de velocidad y características geométricas de la curva.
- A = diferencias de pendientes.

Es necesario conocer los distintos valores de la constante K, ya que con base en ellos realizaremos nuestro diseño de curvas verticales, a continuación, la siguiente tabla muestra los distintos tipos de velocidades, tanto para curvas cóncavas como convexas.

Tabla XIII. **Tabla de valores de la constante K, para curvas verticales**

VELOCIDAD DE DISEÑO (Km/h)	K	
	CÓNCAVA	CONVEXA
10	1	0
20	2	1
30	4	2
40	6	4
50	9	7
60	12	12
70	17	19
80	23	29
90	29	43
100	36	60

Fuente: VALLADARES, Jorge Félix. *Guía teórica práctica del curso de Vías Terrestres 1*. p. 31.

- Criterio de apariencia

Busca proporcionar una transición suave entre tangentes, evitar cambios bruscos en la curvatura, es necesario tener una visibilidad completa durante el recorrido de la curva, en especial en las curvas convexas.

$$K = \frac{LCV}{A} \geq 30$$

- Criterio de comodidad

Tiene como prioridad reducir el efecto de la fuerza centrífuga que aparecen en el vehículo, cada vez que hace un cambio de dirección, la fuerza debe sumarse al peso propio del vehículo, este criterio se aplica a curvas cóncavas y convexas. La cual se representa con la siguiente expresión:

$$K = \frac{LCV}{A} \geq \frac{V^2}{395}$$

- Criterio de drenaje

Determina una longitud máxima, que pueden poseer las curvas verticales cóncavas, evitando el empozamiento de las aguas superficiales en el punto más bajo de la curva, por poseer una longitud de curva muy extensa, la curva en su parte central se vería afectada por ser muy plana, dificultando que la calzada pueda drenar libremente.

$$K = \frac{LCV}{A} \leq 43$$

- Correcciones curvas verticales simétricas

Se aplican a las curvas de tal manera que la línea de la subrasante diseñada, presente un incremento en la elevación o cotas cada vez que exista un cambio de pendiente.

$$Y = \frac{A * L^2}{200 * LCV}$$

$$OM = \frac{A}{800} * LCV$$

Donde:

Y = corrección.

A = diferencia entre pendientes (entrada y salida).

L = longitud horizontal medida del PCV a PTV al punto de corrección.

OM = corrección máxima para curvas verticales (ordenada media).

LCV = longitud de curva vertical.

La siguiente expresión se emplea para determinar la elevación corregida de la rasante:

$$Y_c = Y_1 + Y$$

En donde:

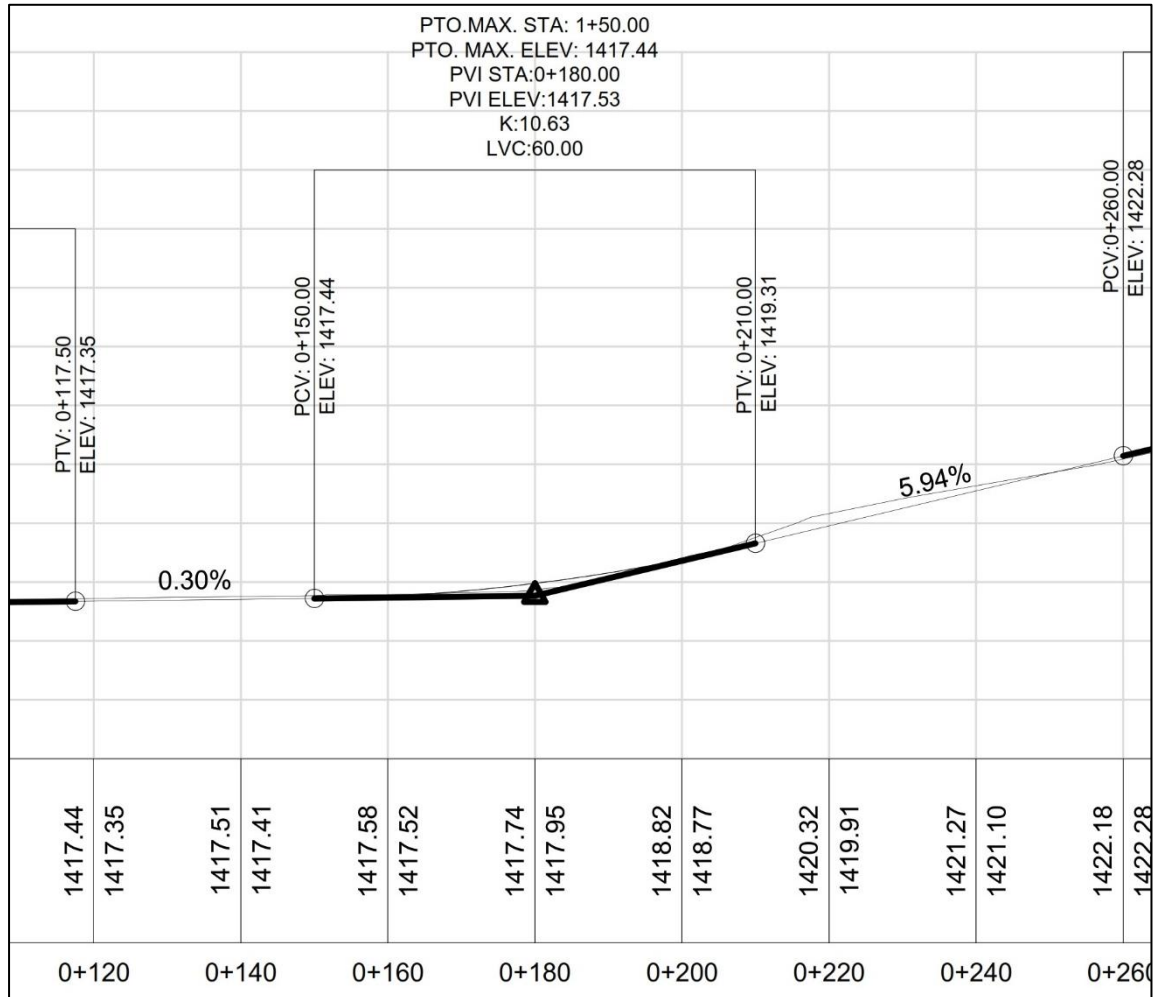
Y_c = elevación corregida de la rasante

Y_1 = elevación inicial de la rasante

Y = corrección

Ejemplo de diseño curva vertical en Estación 0 + 140 a Estación 0 + 220:

Figura 18. **Diseño de curva 2 del alineamiento vertical**



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

- Datos preliminares en curva 2:
 - Pendiente de entrada = 0,3 %
 - Pendiente de salida = 5,94 %
 - LCV propuesta por criterio = 60
 - Velocidad de diseño = 20 Km/h

- Valores de constante K, para curvas verticales = cóncava 2, convexas 1
- Diferencia de pendientes

$$A = |P1 - P2|$$

$$A = |0,3 - 5,94|$$

$$A = 5,64 \%$$

5 64 % Curva cóncava

- Criterio de seguridad

$$LCV = K * A$$

$$LCV = 5,64 * 2 = 11,28 \text{ m como mínimo}$$

- Criterio de apariencia

$$K = \frac{LCV}{A} \geq 30$$

$$K = \frac{60}{5,64} \geq 30$$

K = 10,63 no cumple

- Criterio de comodidad

$$K = \frac{LCV}{A} \geq \frac{V^2}{395}$$

$$K = \frac{60}{5,64} \geq \frac{20^2}{395}$$

$$K = 10,63 \geq 1,01 \text{ si cumple}$$

- Criterio de drenaje

$$K = \frac{LCV}{A} \leq 43$$

$$K = \frac{60}{5,64} \leq 43$$

$$K = 10,63 \leq 43 \text{ Si cumple}$$

Cálculo de ordenada media curva simétrica

$$OM = \frac{A}{800} * LCV$$

$$OM = \frac{5,64}{800} * 60$$

$$OM = 0,423 \text{ m}$$

Corrección:

$$Y = \frac{A * L^2}{200 * LCV}$$

$$Y = \frac{-5,64 * (150 - 180)^2}{200 * 60}$$

$$Y = -0,423$$

$$Y_c = Y_1 + Y$$

$$Y_c = 1\,417,95 - 0,423$$

$$Y_c = 1\,417,53$$

Tabla XIV. Resumen de correcciones en curva No 2

ESTACION	PENDIETE	RASANTE	Y	Yc
0 + 150,00	PCV	1 417,44	0,00	1 417,44
0 + 155,00		1 417,47	-0,011	1 417,46
0 + 160,00		1 417,52	-0,047	1 417,47
0 + 165,00	0,30%	1 417,60	-0,105	1 417,49
0 + 170,00		1 417,69	-0,188	1 417,50
0 + 175,00		1 417,83	-0,309	1 417,52
0 + 180,00	PIV	1 417,95	-0,423	1 417,53
0 + 185,00		1 417,84	-0,011	1 417,83
0 + 190,00		1 418,17	-0,047	1 418,12
0 + 195,00	5,94%	1 418,53	-0,106	1 418,42
0 + 200,00		1 418,77	-0,188	1 418,72
0 + 205,00		1 419,31	-0,294	1 419,02
0 + 210,00	PTV	1 419,31	0,00	1 419,31

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

- Correcciones curvas verticales asimétricas

$$OM = \frac{A * L1 * L2}{200 * (L1 + L2)}$$

$$Y_1 = OM * \left(\frac{x_1}{L_1}\right)^2$$

$$Y_2 = OM * \left(\frac{x_2}{L_2}\right)^2$$

Cálculo de ordenada media curva asimétrica:

$$OM = \frac{A * L1 * L2}{200 * (L1 + L2)}$$

$$A = |4,30 - 1,81|$$

$$A = 2,49$$

$$OM = \frac{2,49 * 20 * 40}{200 * (60)}$$

$$OM = 0,166$$

Tabla XV. Criterios para diseño de curvas verticales

CRITERIOS DE DISEÑO													
No Curva	ESTACION	Pe%	Ps%	LCV(m)	Lmin	S	A	C	D	seguridad L = K*A	APARIENCIA K ≥ 30	COMODIDAD k ≥ (Vel D) ² /395	DRENAJE k ≤ 43
1	0+080.00	2,12	0,3	75	1,82	41,21	41,21	41,21	41,21	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
2	0+180.00	0,3	5,94	60	5,64	10,64	10,64	10,64	10,64	Cumple	No cumple	Cumple	Cumple
3	0+280.00	5,94	4,3	40	1,64	24,39	24,39	24,39	24,39	Cumple	No cumple	Cumple	Cumple
4	0+340.00	4,3	1,81	60	2,49	24,10	24,10	24,10	24,10	Cumple	No cumple	Cumple	Cumple
5	0+480.00	1,81	-1,7	65	3,51	18,52	18,52	18,52	18,52	Cumple	No cumple	Cumple	Cumple
6	0+560.00	-1,7	2,34	40	4,04	9,90	9,90	9,90	9,90	Cumple	No cumple	Cumple	Cumple
7	0+640.00	2,34	4,8	60	2,46	24,39	24,39	24,39	24,39	Cumple	No cumple	Cumple	Cumple
9	0+726.04	6,75	2,42	60	4,33	13,86	13,86	13,86	13,86	Cumple	No cumple	Cumple	Cumple
10	0+880.00	2,42	0,63	60	1,79	33,52	33,52	33,52	33,52	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
11	1+000.00	0,63	3,23	100	2,6	38,46	38,46	38,46	38,46	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
12	1+120.00	3,23	5,25	70	2,02	34,65	34,65	34,65	34,65	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
13	1+212.33	5,25	1,49	60	3,76	15,96	15,96	15,96	15,96	Cumple	No cumple	Cumple	Cumple
14	1+400.00	1,49	7,46	80	5,97	13,40	13,40	13,40	13,40	Cumple	No cumple	Cumple	Cumple
15	1+505.00	7,46	4	55	3,46	15,90	15,90	15,90	15,90	Cumple	No cumple	Cumple	Cumple
16	1+590.00	4	2,1	60	1,9	31,58	31,58	31,58	31,58	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
17	1+670.00	2,1	4,51	60	2,41	24,90	24,90	24,90	24,90	Cumple	No cumple	Cumple	Cumple
18	1+800.00	-11,56	-3,1	60	8,46	7,09	7,09	7,09	7,09	Cumple	No cumple	Cumple	Cumple
19	1+860.00	-3,1	2,09	40	5,19	7,71	7,71	7,71	7,71	Cumple	No cumple	Cumple	Cumple
20	1+940.00	2,09	-2,43	100	4,52	22,12	22,12	22,12	22,12	Cumple	No cumple	Cumple	Cumple
21	2+110.00	-2,43	4,29	40	6,72	5,95	5,95	5,95	5,95	Cumple	No cumple	Cumple	Cumple
22	2+157.00	4,29	-15,38	35	19,7	1,78	1,78	1,78	1,78	Cumple	No cumple	Cumple	Cumple
23	2+210.00	-15,38	-6,75	30	8,63	3,48	3,48	3,48	3,48	Cumple	No cumple	Cumple	Cumple
24	2+300.00	-4,63	8,03	40	12,7	3,16	3,16	3,16	3,16	Cumple	No cumple	Cumple	Cumple
25	2+380.00	8,03	-9,52	60	17,6	3,42	3,42	3,42	3,42	Cumple	No cumple	Cumple	Cumple
26	2+440.00	-9,52	-1,65	60	7,87	7,62	7,62	7,62	7,62	Cumple	No cumple	Cumple	Cumple
27	2+540.00	-1,65	-10,36	60	8,71	6,89	6,89	6,89	6,89	Cumple	No cumple	Cumple	Cumple
28	2+620.00	-10,36	-3,72	50	6,64	7,53	7,53	7,53	7,53	Cumple	No cumple	Cumple	Cumple
29	3+050.00	2,06	-1,6	60	3,66	16,39	16,39	16,39	16,39	Cumple	No cumple	Cumple	Cumple
30	2+930.00	-10,63	-1,1	42	9,53	4,41	4,41	4,41	4,41	Cumple	No cumple	Cumple	Cumple
31	2+970.00	-1,1	-0,3	30	0,8	37,50	37,50	37,50	37,50	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
32	2+705.00	1,92	6,27	50	4,35	11,49	11,49	11,49	11,49	Cumple	No cumple	Cumple	Cumple
33	2+800.00	-17,85	-5,5	40	12,4	3,24	3,24	3,24	3,24	Cumple	No cumple	Cumple	Cumple
34	2+849.98	-5,5	7,87	45	13,4	3,37	3,37	3,37	3,37	Cumple	No cumple	Cumple	Cumple

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

Tabla XVI. Resumen de curvas verticales

DISEÑO DE CURVAS VERTICALES												
No Curva	Estaciones			Elevaciones			%Pe	%Ps	K	LCV (m)	Distancia (m)	OM (m)
	PCV	PIV	PTV	PCV (m)	PIV (m)	PTV (m)						
1	0+042.50	0+080.00	0+117.50	1416,44	1417,23	1417,35	2,12	0,3	41,13	75	37,5	0,171
2	0+150.00	0+180.00	0+210.00	1417,44	1417,53	1419,31	0,3	5,94	10,63	60	30	0,423
3	0+260.00	0+280.00	0+300.00	1422,28	1423,47	1424,33	5,94	4,3	24,35	40	20	0,082
4	0+320.00	0+340.00	0+380.00	1425,19	1426,05	1426,78	4,3	1,81	24,13	60	20, 40	0,166
5	0+447.50	0+480.00	0+512.50	1428	1428,58	1428,04	1,81	-1,7	18,51	65	32,5	0,285
6	0+540.00	0+560.00	0+580.00	1427,57	1427,22	1427,7	-1,70	2,34	9,9	40	20	0,202
7	0+610.00	0+640.00	0+670.00	1428,4	1429,1	1430,54	2,34	4,80	24,38	60	30	0,185
9	0+706.04	0+726.04	0+766.14	1430,83	1432,17	1433,14	6,75	2,42	13,85	60	20, 40	0,289
10	0+850.00	0+880.00	0+910.00	1435,17	1435,89	1436,09	2,42	0,63	33,57	60	30	0,134
11	0+940.00	1+000.00	1+040.00	1436,38	1436,65	1437,94	0,63	3,23	38,52	100	60, 40	0,312
12	1+090.00	1+120.00	1+160.00	1439,56	1440,53	1442,63	3,23	5,25	34,59	70	30, 40	0,173
13	1+192.33	1+212.33	1+252.33	1444,32	1445,37	1445,97	5,25	1,49	15,95	60	20, 40	0,251
14	1+380.00	1+400.00	1+460.00	1447,87	1448,17	1452,64	1,49	7,46	13,4	80	20, 60	0,448
15	1+485.00	1+505.00	1+540.00	1454,51	1456	1457,4	7,46	4,00	15,88	55	20, 35	0,220
16	1+560.00	1+590.00	1+620.00	1458,2	1459,4	1460,03	4,00	2,1	31,67	60	30	0,143
17	1+640.00	1+670.00	1+700.00	1460,45	1461,08	1462,43	2,1	4,51	24,97	60	30	0,181
18	1+760.00	1+800.00	1+820.00	1458,16	1453,54	1452,92	-11,56	-3,1	7,09	60	40, 20	0,564
19	1+840.00	1+860.00	1+880.00	1452,3	1451,68	1452,1	-3,1	2,09	7,71	40	20	0,260
20	1+890.00	1+940.00	1+990.00	1452,31	1453,36	1452,14	2,09	-2,43	22,13	100	50	0,565
21	2+090.00	2+110.00	2+130.00	1449,72	1449,23	1450,09	-2,43	4,29	5,95	40	20	0,336
22	2+139.50	2+157.00	2+174.50	1450,50	1451,25	1448,56	4,29	-15,38	1,78	35	17,5	0,861
23	2+195.00	2+210.00	2+225.00	1445,4	1443,1	1442,08	-15,38	-6,75	3,47	30	15	0,324
24	2+280.00	2+300.00	2+320.00	1444,5	1443,58	1445,18	-4,63	8,03	3,16	40	20	0,633
25	2+340.00	2+380.00	2+400.00	1446,79	1450,00	1448,1	8,03	-9,52	3,42	60	40, 20	1,17
26	2+420.00	2+440.00	2+480.00	1446,19	1444,29	1443,63	-9,52	-1,65	7,62	60	20, 40	0,525
27	2+520.00	2+540.00	2+580.00	1442,97	1442,64	1438,5	-1,65	-10,36	6,89	60	20, 40	0,581
28	2+600.00	2+620.00	2+650.00	1436,43	1434,36	1433,24	-10,36	-3,72	7,53	50	20, 30	0,398
29	3+020.00	3+050.00	3+080.00	1459,13	1459,75	1459,27	2,06	-1,6	16,4	60	30	0,275
30	2+680.00	2+705.00	2+730.00	1431,15	1431,62	1433,19	1,92	6,27	11,48	50	25	0,272
31	2+759.00	2+789.00	2+819.00	1459,13	1459,75	1459,27	2,06	-1,6	16,4	60	30	0,275

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

2.2.16. Movimiento de tierras

Parte importante en la elaboración de una vía, es fundamental debido a que determina el costo de un proyecto de carreteras, consiste en aplicar corte y relleno a la superficie actual del terreno, por medio de ello se pueden conocer los volúmenes de suelo a modificar.

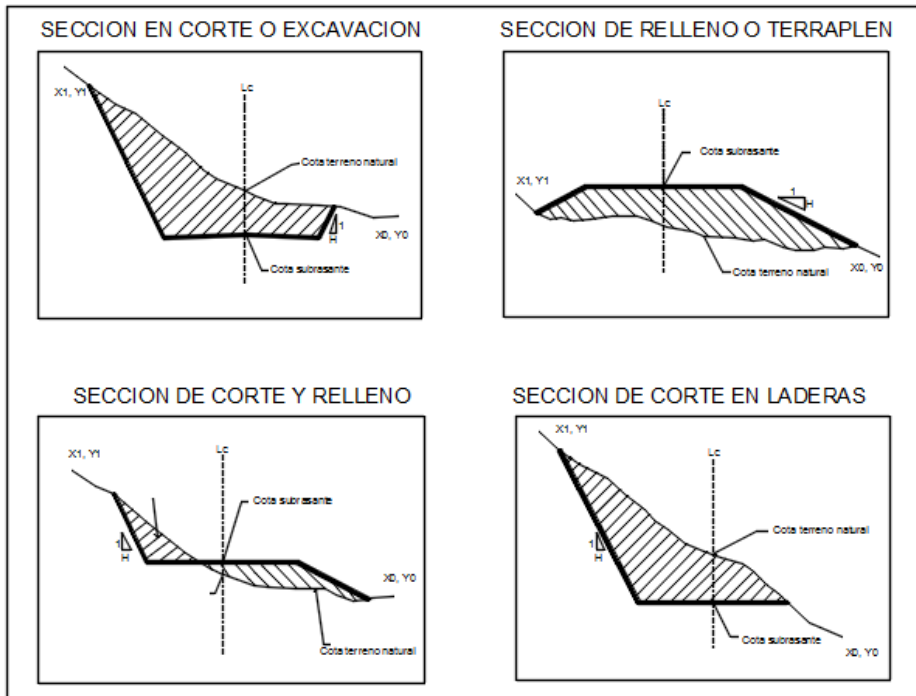
2.2.16.1. Cálculo de áreas de secciones transversales

La sección transversal es la encargada de indicar el recorrido más favorable para el trazo de una carretera cuando se está diseñando, por medio de ella se puede conocer donde se aplicará corte y donde se necesitará aplicar relleno.

Para el cálculo de las secciones transversales por lo general se empieza a localizar el punto central de la carretera, este se coloca originalmente sobre el terreno natural, se denomina como área de corte lo que está arriba del punto central de la carretera, específicamente sobre el terreno natural, y como área de relleno a todo lo que este abajo del terreno natural, este procedimiento debe realizarse cada 20 metros en tramos rectos y a cada 10 metros en curvas.

Para poder calcular el área de las secciones transversales, puede efectuarse por medio de dos métodos: el método gráfico y el método analítico. Para el diseño de este proyecto se utilizó el programa AutoCAD civil 3d 2018.

Figura 19. Secciones transversales típicas



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

2.2.16.2. Cálculo de volúmenes de movimiento de tierras

Habiendo obtenido el cálculo de áreas de secciones transversales, se puede conocer el volumen, para lo cual utilizaremos la siguiente operación matemática:

$$\text{Volumen: } \frac{A_1 + A_2}{2} * l$$

Donde:

A_1 = área de sección transversal 1

A_2 = área de sección transversal 2

L = longitud entre secciones

Y para poder calcular secciones no uniformes utilizaremos las siguientes operaciones:

- Volumen de corte:

$$Vol_c: \frac{A_c}{2} * dc$$

- Volumen de relleno:

$$Vol_R: \frac{A_r}{2} * dr$$

- Distancia de corte:

$$d_c: \frac{A_c}{A_c + A_r} * d$$

- Distancia de relleno:

$$d_r: \frac{A_r}{A_c + A_r} * d$$

Donde:

A_C = área de corte m^2

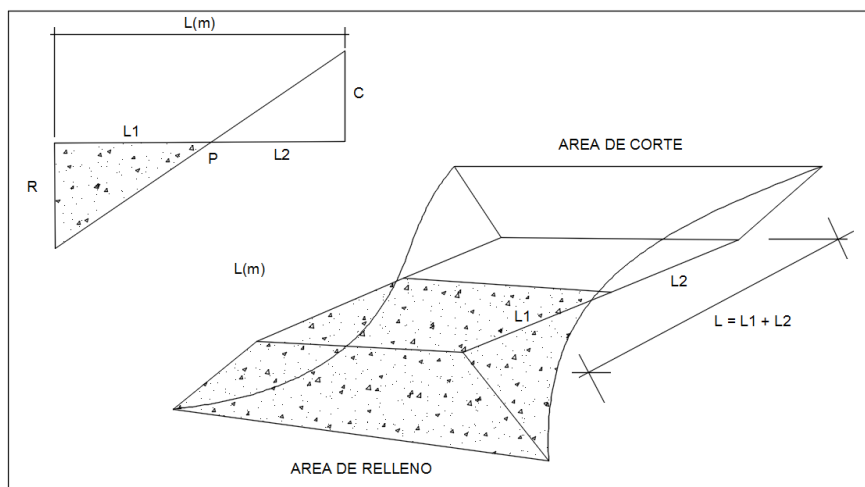
d_C = distancia de corte en m

d_r = distancia de relleno en m

Vol_C = volumen de corte en m^3

Vol_R = volumen de relleno en m^3

Figura 20. Sección de volumen



Fuente: NAVARRO HUDIEL, Sergio. *Topografía II*.

<https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/folleto-topografia-ii.pdf>. Consulta: 7 de febrero de 2022.

2.2.16.3. Coeficiente de contracción e hinchamiento

Prácticamente todos los terrenos al ser excavados, sufren un cierto aumento de su volumen, esto ocurre al balancear cortes con rellenos, necesitamos compensar material de corte en las áreas de relleno, ya sea material

de corte o préstamo experimenta un cambio de volumen, cuando pasa del estado natural a un área de relleno.

El coeficiente puede variar debido a diversos factores tales como: el tipo de suelo, la humedad contenida en el suelo, formas de excavación, la forma en que se transportó, la compactación, si se desea obtener el coeficiente de manera más precisa, este se puede efectuar mediante ensayos de laboratorio.

2.2.16.4. Balance y diagrama de masa

Método que indica el sentido del movimiento de los volúmenes del suelo excavado, desde la cantidad, hasta la localización de cada uno, la curva de masa debe buscar el equilibrio económico con relación en la calidad de los movimientos de los suelos.

Según las especificaciones para la construcción de carreteras y puentes de Guatemala, el acarreo libre comprende traslado de material no clasificado proveniente de corte o relleno para una distancia menor o igual a 1 000 m.

Entre las características que presenta un diagrama de masas se tiene lo siguiente:

- El diagrama de masas no es un perfil y la forma de este no tiene relación con la topografía del terreno.
- En este diagrama, las ramas ascienden en donde el perfil longitudinal tiene más corte y desciende en los tramos que tiene relleno. La pendiente de la rama está relacionada con la magnitud del volumen y por ello, pendientes muy pronunciadas indican grandes movimientos de tierra.

- En donde la pendiente cambia de signo debido a que hay un máximo o un mínimo en la curva, los puntos coinciden en cambios de corte a relleno o viceversa.
- El diagrama de masas se vuelve cero en donde los volúmenes de corte y relleno son iguales.

Las siguientes ecuaciones nos permiten determinar el balance cuando se tiene una contracción o hinchamiento, pasando el relleno a corte

$$B_i = B_a + C - (R / \text{Factor})$$

$$\text{Factor} = 1 + \% \text{ Hinchamiento o } 1 - \% \text{ contracción.}$$

Donde:

B_i = balance en cualquier estación

B_a = balance anterior

C = corte

R = relleno

Factor = coeficiente de contratación e hinchamiento

Al diseñar la línea de balance sobre las puntas de balance ploteados (curva de Bruckner) estas actividades formarán el Diagrama de Masas.

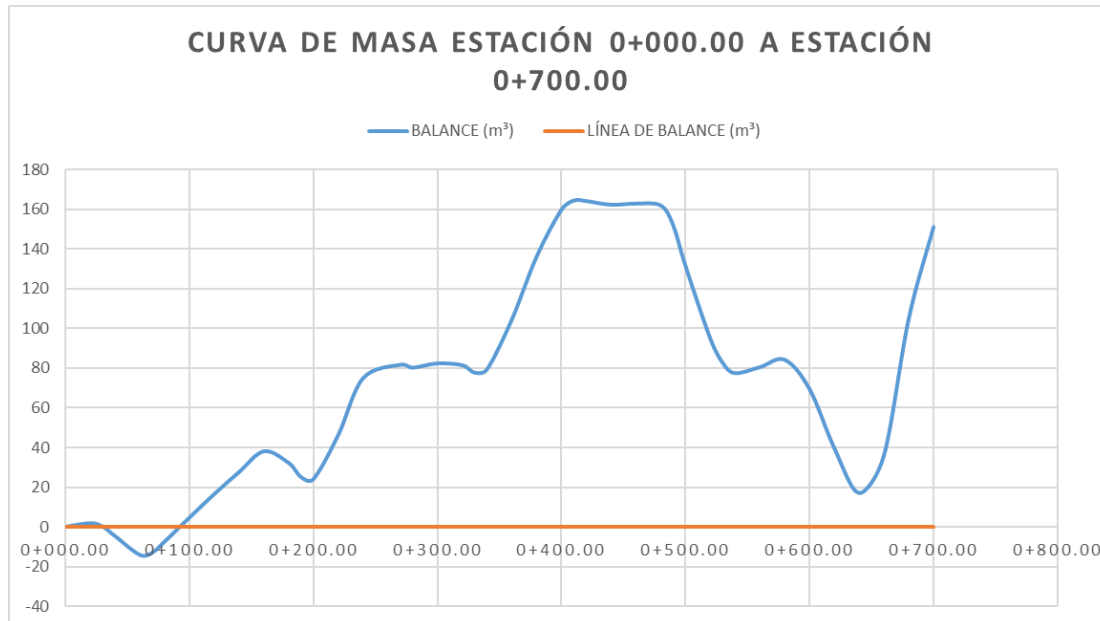
Tramo de ejemplo del diagrama y balance de masas estación 0+000,00 a estación 0+700,00:

Tabla XVII. **Tabla de balance de masas estación 0+000,00 a estación 0+700,00**

ESTACIÓN	CORTE (m³)	RELLENO (m³)	BALANCE (m³)
0+000,00	0	0	0
0+020,00	3,19	1,41	1,78
0+030,00	0,76	2,46	0,08
0+040,00	0,1	4,87	-4,69
0+060,00	0	9,5	-14,19
0+070,00	2,83	1,7	-13,06
0+080,00	5,61	0	-7,45
0+100,00	12,06	0	4,61
0+120,00	11,87	0	16,48
0+140,00	11,06	0	27,54
0+160,00	10,51	0	38,05
0+180,00	4,71	10,59	32,17
0+190,00	0	7,14	25,03
0+200,00	1,18	2,17	24,04
0+220,00	22,3	0,13	46,21
0+240,00	28,65	0	74,86
0+270,00	13,14	6,36	81,64
0+280,00	0,68	2,12	80,2
0+300,00	2,17	0,05	82,32
0+320,00	0,94	1,88	81,38
0+330,00	0,11	3,83	77,66
0+340,00	4,67	2,95	79,38
0+360,00	25,09	0	104,47
0+380,00	31,77	0	136,24
0+400,00	23,54	0	159,78
0+410,00	4,68	0,07	164,39
0+420,00	0,79	1,05	164,13
0+440,00	0,56	2,41	162,28
0+460,00	2,08	1,52	162,84
0+480,00	1,52	2,45	161,91
0+490,00	0,01	9,93	151,99
0+500,00	0	20,57	131,42
0+520,00	0	36,7	94,72
0+530,00	0	12,15	82,57
0+540,00	0	5,15	77,42
0+560,00	5,01	1,97	80,46
0+580,00	5,01	1,33	84,14
0+600,00	0	14,79	69,35
0+620,00	0	29,76	39,59
0+640,00	0	22,58	17,01
0+660,00	25,23	6,28	35,96
0+680,00	68,97	0	104,93
0+700,00	46,17	0,01	151,09

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

Figura 21. Diagrama de masa estación 0+000,00 a estación 0+700,00



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2016.

2.2.17. Elementos estructurales de pavimentos rígidos

Buscan disipar las diferentes cargas provenientes del tránsito, en las distintas capas que conforman la estructura total, los elementos que lo componen se detallan a continuación:

2.2.17.1. Capa subrasante

Se define como la capa de contacto entre la subbase o base la cual se compone de suelo natural, la subrasante debe estar libre de impureza o capa vegetal, puede ser mejorada por medio de distintos materiales estabilizadores, útiles para aumentar las características mecánicas y poder servir como cimiento de la estructura del pavimento.

2.2.17.2. Capa subbase

Es la última capa de contacto con el pavimento dependiendo el tipo de vehículos que transiten por el lugar, esta capa debe de estar conformada por material granular, tales como piedra o grava, combinada con arena y suelo, en estado natural, debidamente clasificados o con una trituración adecuada.

Con base en la norma AASHTO T 193 se recomienda un mínimo de CBR del 40 %, sobre una muestra satura se recomienda un 95 % de compactación y un 0,5 % de expansión según la norma AASHTO T 180.

El espesor de la base propuesta debe ser igual a 15 cm, con base en el libro azul de caminos, pagina 307.

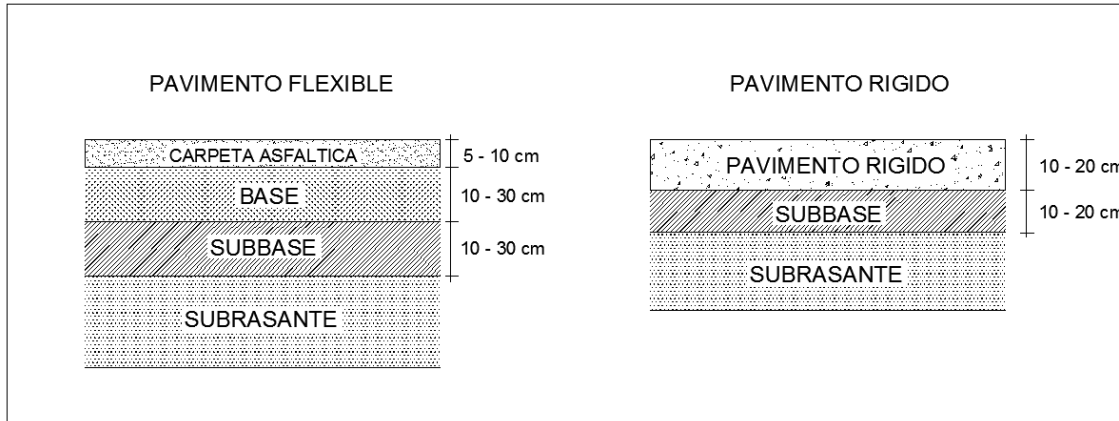
2.2.17.2.1. Valor soporte

También conocido como CBR que en español significa relación de soporte California, ensayo utilizado para evaluar la calidad de un material suelo, mide la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo y poder evaluar si puede ser utilizado por su calidad para una subrasante, una buena subbase o base.

2.2.17.2.2. Carpeta de rodadura

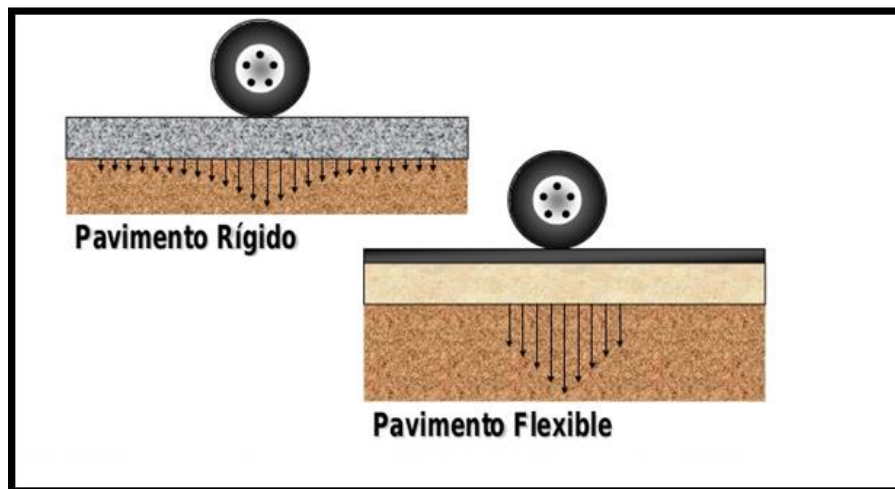
Es la última capa que compone la estructura total una carretera, sobre ella debe circular todo el tráfico, tanto de vehículos como peatones, esta puede ser compuesta por asfalto en caliente, asfalto en frio, adoquín de concreto o pavimento rígido, tiene como finalidad evitar el deterioro de la base.

Figura 22. **Diferencia en estructura de pavimento flexible y rígido**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018

Figura 23. **Distribución de cargas en pavimentos**



Fuente: Cámara nacional del Cemento. *Pavimentos de concreto hidráulico.*

<https://es.slideshare.net/kenolivo1/presentacion1-41056662>. Consulta: 01 de octubre de 2019.

2.2.18. Diseño de pavimento bajo normas AASTHO

Para el diseño de un buen pavimento rígido, este debe estar diseñado con base en normas, con el fin de ser duradero y de buena calidad, produciendo una buena distribución de cargas, evitando tensiones muy altas en la subbase, base o subrasante.

Se ha elegido el método AASTHO debido a que este método a diferencia de los otros, involucra en el diseño de pavimentos el concepto de serviciabilidad, como una medida de capacidad para brindar y proveer una superficie lisa y suave a los usuarios.

Para poder realizar el diseño de Pavimento rígido, el método AASTHO 93 debe hacer uso de la ecuación fundamental, y tomar ciertos parámetros los cuales se introducen en la ecuación, todos los factores son necesarios ya que son importantes para predecir el comportamiento de la estructura del pavimento, garantizándolo que sea confiable.

La ecuación fundamental AASTHO 93 es la siguiente:

$$\log W_{18} = Z_R S_O + 7,35 \log(D + 1) - 0,06 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4,5 - 1,5}\right)}{1 + \frac{1,625 * 10^7}{(D + 1)^{8,46}}} + (4,22$$

$$- 0,32 P_t) \log \left[\frac{S_c' C_d (D^{0,75} - 1,132)}{215,63 J \left[D^{0,75} - \frac{18,42}{\left[\frac{E_c}{k} \right]^{0,25}} \right]} \right]$$

Donde:

W_{18} = número de cargas de 18 Kips (80 kN) previstas.

Z_R = es el valor de Z (área bajo la curva de distribución) correspondiente a la curva estandarizada, para una confiabilidad R.

S_o = desvío estándar de todas las variables.

D = espesor de la losa del pavimento en pulg.

ΔPSI = pérdida de serviciabilidad prevista en el diseño.

P_t = serviciabilidad final.

S_c' = módulo de rotura del concreto en psi.

J = coeficiente de transferencia de carga.

C_d = coeficiente de drenaje.

E_c = módulo de elasticidad del concreto, en psi.

K = módulo de reacción de la subrasante (coeficiente de balastro), en pci (psi/pulg).

- Criterios de comportamiento:
 - Serviciabilidad inicial

Se determinó el índice de serviciabilidad inicial, establecido como la condición original del pavimento después que se ha concluido su construcción o rehabilitación, AASHTO ha establecido y clasificado la calidad y condiciones de los pavimentos rígidos asignándoles valores, la siguiente tabla muestra la clasificación:

Tabla XVIII. **Clasificación de la serviciabilidad del pavimento**

Índice de servicio	Calificación
5	Excelente
4	Muy bueno
3	Bueno
2	Regular
1	Malo
0	Intransitable

Fuente: ARROYO HILTON, Francia. *Diseño y conservación de pavimentos rígidos*. p. 19.

Para el diseño se consideró un índice de serviciabilidad inicial de 4,7 utilizando buenas técnicas de construcción.

$$P(o) = 4,7$$

- **Serviciabilidad final**

Se determinó el índice de serviciabilidad final, el cual está relacionado directamente con la condición final que debe tener un pavimento cuando este ya no cumple con las expectativas de comodidad y de seguridad requeridas por los usuarios, AASHTO ha asignado un índice final relacionado con los factores del tiempo de la vida útil del pavimento, cuando este está a punto de ser restaurado o reemplazado en su totalidad.

A continuación, se muestran los índices de serviciabilidad final en la siguiente tabla:

Tabla XIX. **Índices de serviciabilidad final (P_t)**

Tipo de camino	Serviciabilidad final (Pt)
Autopistas	2.5
Carreteras	2.0
Zonas Industriales	1.8
Pavimento urbanos Principales	1.8
Pavimentos urbanos secundarios	1.5

Fuente: ARROYO HILTON, Francia. *Diseño y conservación de pavimentos rígidos*. p. 20.

Para el diseño se consideró como índice de serviciabilidad final (P_t) el índice igual 2,0, se tomó 2,0 debido a que es una vía que comunica dos sectores de suma importancia dentro de la aldea.

$$(P_t) = 2,0$$

Luego se calcula se calcula la pérdida de serviciabilidad prevista en el diseño por medio de la diferencia entre los índices, índice inicial e índice final.

$$\Delta PSI = P_o - P_t$$

$$\Delta PSI = 4,7 - 2,0$$

$$\Delta PSI = 2,7$$

- Coeficiente de transferencia de carga (J)

Conocido también como coeficiente de transmisión de carga, el coeficiente de transferencia es la capacidad que tiene una losa de pavimento con otra de

transmitirse esfuerzos cortantes entre ellas, la siguiente tabla muestra los coeficientes de transferencia de carga:

Tabla XX. **Valores de coeficiente de transferencia de carga**

TIPO DE PAVIMENTO	HOMBRO			
	ELEMENTOS DE TRANSMISIÓN DE CARGA			
	CONCRETO ASFÁLTICO		CONCRETO HIDRÁULICO	
	SI	NO	SI	NO
NO REFORZADO O REFORZADO CON JUNTAS	3.2	3.8 - 4.4	2.5 - 3.1	3.6 - 4.2
REFORZADO CONTINUO	2.9 - 3.2	*****	2.3 - 2.9	*****

Fuente: AASHTO. *Método AASHTO 93 para el diseño de pavimentos rígidos*. p. 201.

Nuestro diseño de pavimento se realizó con concreto hidráulico, armado con juntas y sin hombro, se consideró el valor a 4,0 debido que es un número que está dentro del rango mostrado en la tabla de valores de coeficiente de transferencia de carga.

$$J = 4,0$$

- Ejes equivalentes (ESAL)

Por sus siglas en ingles ESAL (Eje simple equivalente de carga), el tránsito esté compuesto por diferentes tipos de vehículos los cuales a su vez tienen distintos pesos en cada uno de sus ejes, los pesos de los ejes pueden provocar daños en la estructura del pavimento por medio de tensiones y deformaciones.

Para poder determinar el número de ejes equivalentes ESAL se hace uso de la siguiente ecuación:

$$ESAL = N * FE * TPD * 365 * f_s * G_r$$

Donde:

N = número de ejes.

FE = factor de carga equivalente (dato obtenido mediante tablas)

TPD = tránsito promedio diario

f_s = factor sentido

G_r = crecimiento vehicular (Calculado para un periodo de diseño)

Factor sentido o de distribución por carril: se recomienda por lo general el 0,5, indica del total del flujo vehicular capturado, la mitad va por cada dirección.

El crecimiento vehicular para el periodo de diseño (G_r), se representa con la siguiente ecuación:

$$G_r = \frac{(1+r)^t - 1}{r}$$

Donde:

r = tasa de crecimiento anual

t = periodo de diseño del proyecto

Tabla XXI. **Periodo de análisis (tiempo de vida útil)**

CLASIFICACIÓN DE LA VÍA	PERÍODO DE ANÁLISIS (AÑOS)
Urbana de alto volumen de tráfico	30 – 50
Rural de alto volumen de tráfico	20 – 50
Pavimentada de bajo volumen de tráfico	15 - 25
No pavimentada de bajo volumen de tráfico	10 – 20

Fuente: AASHTO. *Método AASHTO 93 para el diseño de pavimentos rígidos*. p. 58.

La dirección de infraestructura de la Municipalidad de Mixco recomendó una tasa anual de crecimiento de tránsito del 2 %, definida en correlación con la dinámica de crecimiento socio-económico del lugar y un tiempo de vida útil igual a 20 años, ya que se comporta como una carretera pavimentada de bajo volumen de tráfico.

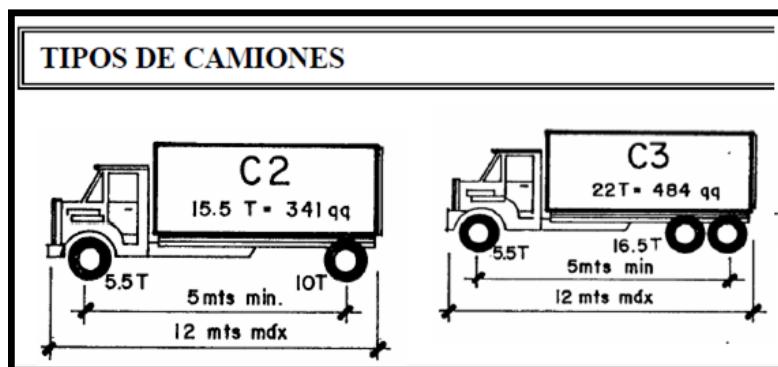
- Factor equivalente de carga, Pesos y dimensiones de vehículos, TDP y cantidad de ejes con sus respectivos pesos.
 - Factor equivalente de carga

Para poder efectuar el cálculo del factor equivalente de carga (FE), es necesario conocer el peso de los distintos ejes, ya que el factor equivalente de carga (FE) es un valor numérico que expresa la relación entre la pérdida de serviciabilidad ocasionada por una determinada carga de algún tipo de eje clasificado por AASHTO y la producida por el eje patrón de 18 kips ó 80 KN.

$$FE = LEF = \frac{\text{Número de ESALs de 80KN que producen una pérdida de serviciabilidad}}{\text{Número de ejes X en KN que producen la misma pérdida de serviciabilidad}}$$

- Pesos y dimensiones de vehículos

Figura 24. Pesos y dimensiones máximas vehiculares



Fuente: Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda. *Acuerdo gubernativo 379 – 2010. Reglamento para el control de pesos y dimensiones de vehículos automotores de carga y sus combinaciones.* p. 5.

Figura 25. Descripción gráfica de vehículos y ejes

Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos
C2	
C3	

Fuente: Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda. *Acuerdo gubernativo 379 – 2010. Reglamento para el control de pesos y dimensiones de vehículos automotores de carga y sus combinaciones.* p. 5.

- Abreviatura de vehículos y definición por su número de ejes:
 - C2 = es un camión o autobús, consiste con un automotor con ejes simple (eje direccional) y un eje de rueda doble (eje de tracción).
 - C3 = es un camión o autobús, consiste con un automotor con ejes simple (eje direccional) y de un eje doble o Tándem (eje de tracción).

Tabla XXII. **Tabla de nomenclatura de tipos de ejes y pesos**

Nomenclatura y tipo de ejes	No. de ejes	Peso (Ton)	Peso (KN)
Automóviles simples (4 ruedas)	60	1,75	17,16
Camiones tipo C2 (eje delantero)	2	5,5	53,94
Camiones tipo C2 (eje trasero)	2	10	98,07
Camiones tipo C3 (eje delantero)	0	5,5	53,94
Camiones tipo C3 (eje trasero)	0	16,5	161,81

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

- TPD (transito promedio diario)

La siguiente tabla muestra el resumen de los resultados del aforo vehicular que refleja el TPD (transito promedio diario):

Tabla XXIII. **Resumen aforo vehicular**

NÚMERO DE EJES POR VEHÍCULO					
TIPO DE VEHÍCULOS	AUTOMÓVILES SIMPLES	CAMIÓN EJE SIMPLE	CAMIÓN EJE SIMPLE Y EJE DE RUEDA DOBLE	CAMIÓN EJE SIMPLE Y EJE DOBLE O TAMDEN	CANIDAD DE VEHÍCULOS
AUTOMÓVILES	60	0	0	0	60
BUSES PEQUEÑOS	0	10	0	0	10
CAMIONES TIPO C2	0	0	2	0	2
CAMIONES TIPO C3	0	0	0	0	0
TOTAL DE EJES					72

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

Con base en el tránsito promedio diario (TPD) se han clasificado los pesos de los ejes de los vehículos, los cuales se muestran a continuación:

Nota: debido a que los pesos de los vehículos tienen poca incidencia en comparación con los pesos de los camiones, los pesos de los vehículos se descartan, para lo cual solo tomamos en cuenta los pesos de los ejes de los camiones C2.

La siguiente tabla muestra el número total de ejes que componen los diferentes tipos de camiones:

Tabla XXIV. **Total de ejes que poseen los diferentes tipos de camión**

NOMENCLATURA Y TIPO DE EJES	EJES DELANTEROS 2 RUEDAS	EJES TRASEROS 4 RUEDAS	EJES TRASEROS 8 RUEDAS
CAMIONES TIPO C2	2	2	0
CAMIONES TIPO C3	0	0	0
	2	2	0

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

- **Factor equivalente de carga (FE)**

Relación que expresa la pérdida de serviciabilidad causada por alguna carga dada de cualquier tipo de eje y la pérdida de serviciabilidad producida por el eje estándar de 80 kN.

Para poder calcular el factor equivalente de carga, se hizo necesario el uso de tablas, asumiendo un espesor de losa y utilizando como dato principal el peso de los camiones en KN.

Cálculo para el factor equivalente de carga para ejes simples de 5,5 Ton =
53,94 KN:

Espesor de losa asumido de 6 pulg y con un índice de serviciabilidad final.

$$(Pf) = 2,0.$$

Tabla XXV. Factores equivalentes de carga para pavimentos rígidos, con ejes simples y $P_f = 2,0$

Carga por eje		D								
(kips)	(KN)	6.0	7.0	8.0	9.0	1.0	11.0	12.0	13.0	14.0
		(152.4)	(177.8)	(203.2)	(228.6)	(254.0)	(279.4)	(304.8)	(330.2)	(355.6)
2	8.9	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002
4	17.8	.002	.002	.002	.002	.002	.002	.002	.002	.002
6	26.7	.011	.010	.010	.010	.010	.010	.010	.010	.010
8	35.6	.035	.033	.032	.032	.032	.032	.032	.032	.032
10	44.5	.087	.084	.082	.081	.080	.080	.080	.080	.080
12	53.4	.186	.180	.176	.175	.174	.174	.173	.173	.173
14	62.3	.353	.346	.341	.338	.337	.336	.336	.336	.336
16	71.2	.614	.609	.604	.601	.599	.599	.598	.598	.598
18	80.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
20	89.0	1.55	1.56	1.57	1.58	1.58	1.59	1.59	1.59	1.59
22	97.9	2.32	2.32	2.35	2.38	2.40	2.41	2.41	2.41	2.42
24	106.8	3.37	3.34	3.40	3.47	3.51	3.53	3.54	3.55	3.55
26	115.7	4.76	4.69	4.77	4.88	4.97	5.02	5.04	5.06	5.06
28	124.6	6.58	6.44	6.52	6.70	6.85	6.94	7.00	7.02	7.04
30	133.5	8.92	8.68	8.74	8.98	9.23	9.39	9.48	9.54	9.56
32	142.4	11.9	11.5	11.5	11.8	12.2	12.4	12.6	12.7	12.7
34	151.3	15.5	15.0	14.9	15.3	15.8	16.2	16.4	16.6	16.7
36	160.0	20.1	19.3	19.2	19.5	20.1	20.7	21.1	21.4	21.5
38	169.1	25.6	24.5	24.3	24.6	25.4	26.1	26.7	27.1	27.4
40	178.0	32.2	30.8	30.4	30.7	31.6	32.6	33.4	34.0	34.4
42	186.9	40.1	38.4	37.7	38.0	38.9	40.1	41.3	42.1	42.7
44	195.8	49.4	47.3	46.4	46.6	47.6	49.0	50.4	51.6	52.4
46	204.7	60.4	57.7	56.6	56.7	57.7	59.3	61.1	62.6	63.7
48	213.6	73.2	69.9	68.4	68.4	69.4	71.2	73.3	75.3	76.8
50	222.5	88.0	84.1	82.2	82.0	83.0	84.9	87.4	89.8	91.7

Fuente: CORDO, Oscar. *Diseño de pavimento (AASHTO 93)*. p. 31.

El peso del eje simple igual a 53,94 KN este dato en la tabla se aproxima al peso próximo superior dando como resultado un factor equivalente igual a:

$$FE = 0,353$$

Con base en FE se procede a calcular el ESAL por medio de la siguiente ecuación:

$$ESAL = N * FE * TPD * 365 * f_s * G_r$$

$$ESAL = 2 * 0,353 * 2 * 365 * 0,5 * \frac{(1+0,02)^{20}-1}{0,02}$$

$$ESAL = 6, 261. 18 \text{ ejes equivalentes de } 8,2 \text{ Ton}$$

Cálculo para el factor equivalente de carga para ejes simples de 10 Ton = 98,07 KN:

Espesor de losa asumido de 6 pulg y con un índice de serviciabilidad final

$$(Pf) = 2,0.$$

Tabla XXVI. Factores equivalentes de carga para pavimentos rígidos, con ejes simples y $P_f = 2,0$

Carga por eje		D								
(kips)	(KN)	6.0	7.0	8.0	9.0	1.0	11.0	12.0	13.0	14.0
		(152.4)	(177.8)	(203.2)	(228.6)	(254.0)	279.4)	(304.8)	(330.2)	(355.6)
2	8.9	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002
4	17.8	.002	.002	.002	.002	.002	.002	.002	.002	.002
6	26.7	.011	.010	.010	.010	.010	.010	.010	.010	.010
8	35.6	.035	.033	.032	.032	.032	.032	.032	.032	.032
10	44.5	.087	.084	.082	.081	.080	.080	.080	.080	.080
12	53.4	.186	.180	.176	.175	.174	.174	.173	.173	.173
14	62.3	.353	.346	.341	.338	.337	.336	.336	.336	.336
16	71.2	.614	.609	.604	.601	.599	.599	.598	.598	.598
18	80.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
20	89.0	1.55	1.56	1.57	1.58	1.58	1.59	1.59	1.59	1.59
22	97.9	2.32	2.32	2.35	2.38	2.40	2.41	2.41	2.41	2.42
24	106.8	3.37	3.34	3.40	3.47	3.51	3.53	3.54	3.55	3.55
26	115.7	4.76	4.69	4.77	4.88	4.97	5.02	5.04	5.06	5.06
28	124.6	6.58	6.44	6.52	6.70	6.85	6.94	7.00	7.02	7.04
30	133.5	8.92	8.68	8.74	8.98	9.23	9.39	9.48	9.54	9.56
32	142.4	11.9	11.5	11.5	11.8	12.2	12.4	12.6	12.7	12.7
34	151.3	15.5	15.0	14.9	15.3	15.8	16.2	16.4	16.6	16.7
36	160.0	20.1	19.3	19.2	19.5	20.1	20.7	21.1	21.4	21.5
38	169.1	25.6	24.5	24.3	24.6	25.4	26.1	26.7	27.1	27.4
40	178.0	32.2	30.8	30.4	30.7	31.6	32.6	33.4	34.0	34.4
42	186.9	40.1	38.4	37.7	38.0	38.9	40.1	41.3	42.1	42.7
44	195.8	49.4	47.3	46.4	46.6	47.6	49.0	50.4	51.6	52.4
46	204.7	60.4	57.7	56.6	56.7	57.7	59.3	61.1	62.6	63.7
48	213.6	73.2	69.9	68.4	68.4	69.4	71.2	73.3	75.3	76.8
50	222.5	88.0	84.1	82.2	82.0	83.0	84.9	87.4	89.8	91.7

Fuente: CORDO, Oscar. *Diseño de pavimento (AASHTO 93)*. p. 31.

El peso del eje simple igual a 98,07 KN este dato en la tabla se aproxima al peso próximo superior dando como resultado un factor equivalente igual a:

$$FE = 3,37$$

Con base en FE se procede a calcular el ESAL por medio de la siguiente ecuación:

$$ESAL = N * FE * TPD * 365 * f_s * G_r$$

$$ESAL = 2 * 3,37 * 2 * 365 * 0,5 * \frac{(1+0,02)^{20}-1}{0,02}$$

$$ESAL = 59, 773,95 \text{ ejes equivalentes de 8,2 Ton}$$

$$ESAL \text{ total de los distintos ejes} = 6 261,18 + 59, 773,95$$

$$ESAL \text{ total} = 66 995,12 \text{ (} 0,06 \times 10^6 \text{) ejes equivalentes en 8,2 Ton}$$

- Módulo de reacción de subrasante (k)

Se calcula mediante la conversión del Valor Soporte California CBR.

Con base en los datos obtenidos del laboratorio, se obtuvo un valor de CBR del 44,23 % a un 98,6 % de compactación, por medio del dato de CBR se procede a obtener el valor de K, dato que se obtiene mediante la siguiente gráfica:

Tabla XXVII. Correlación del CBR y el módulo de relación de la subrasante

Clasificación Unificada										GP		GW							
										GM									
										GC									
										SW									
										SM									
										SP									
										SC									
OH					ML														
CH					CL														
										OL									
										MH									
Clasificación AASHTO										A-1-a									
										A-1-b									
										A-2-4 . A-2-5									
										A-2-6 . A-2-7									
										A-3									
										A-4									
										A-5									
										A-6									
										A-7-5 . A-7-6									
										Valor de Resistencia, R (HVEEM)									
										Módulo de reacción de la subrasante (Mpa/m)									
										Módulo de reacción de la subrasante k (kg/cm²)									
										Valor Soporte (psi)									
										CBR									
2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100

Fuente: GALVIS, Alexander. *Estudio geotécnico y diseño estructural de pavimentos, informe final, empresas varias de Medellín.* p. 18.

Para un CBR del 44,23 %, se obtiene un: $K = 12,4 \frac{kg}{cm^3}$ ó igual a 450 PCI

$$K = 450 \text{ PCI}$$

- Estimación de la confiabilidad (R)

Definida como la posibilidad que un pavimento desarrolle con su función durante el tiempo de su vida útil en condiciones apropiadas para su operación, la siguiente tabla muestra los niveles de confiabilidad recomendados por AASHTO:

Tabla XXVIII. Niveles de confiabilidad recomendados por AASHTO

TIPO DE CAMINO	CONFIABILIDAD RECOMENDADA	
	ZONA URBANA	ZONA RURAL
RUTAS INTERESTATALES Y AUTOPISTAS	85 - 99.9	80 - 99.9
ARTERIAS PRINCIPALES	80 - 99	75 - 99
COLECTORAS	80 - 95	75 - 95
LOCALES	50 - 80	50 - 80

Fuente: AASHTO. *Diseño de pavimentos método AASHTO 93*. p. 112.

Nuestro tipo de camino o carretera se considera como local, ya que comunica a dos sectores de la aldea, se encuentra dentro de una zona rural, por lo cual se ha seleccionado el 75 % de la confiabilidad, dentro del rango recomendado.

$$R = 75 \%$$

- Desviación normal estándar Z_r

La siguiente tabla muestra a continuación que tan alejada se encuentra nuestra estimación de confiabilidad respecto a la media del dato anterior:

Tabla XXIX. **Desviación estándar normalizada Z_r con relación a la confiabilidad seleccionada**

Confiabilidad R, %	Desviación normal estándar Z_r
50	0.000
60	0.253
70	0.524
75	0.674
80	0.841
85	1.037
90	1.282
91	1.340
92	1.405
93	1.476
94	1.555
95	1.645
96	1.751
97	1.881
98	2.054
99	2.327
99.9	3.090
99.99	3.750

Fuente: AASHTO. *Diseño de pavimentos método AASHTO 93*. p. 125.

Para un dato de confiabilidad igual a 75 % la desviación estándar normalizada Z_r que la tabla nos da es igual a 0,674.

$$Z_r = 0,674$$

- Variación en la predicción del comportamiento del pavimento

Tabla XXX. **Valores de desviación estándar So**

CONDICIONES DE DISEÑO, CON VARIACIONES EN LA PREDICCIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL PAVIMENTO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
SIN ERRORES EN EL TRANSITO	0.34 en Pavimento Rígidos
	0.44 en Pavimento Flexibles
CON ERRORES EN EL TRANSITO	0.39 en Pavimento Rígidos
	0.49 en Pavimento Flexibles

Fuente: AASHTO. *Diseño de pavimentos método AASHTO 93*. p. 278.

Debido a que el resultado de la desviación estándar $Z_r = 0,674$, supera los datos que están en la tabla de valores de desviación estándar S_o , hemos seleccionado el factor S_o igual a 0,39 ya que los datos recolectados pueden presentar errores en el tránsito.

$$S_o = 0,39$$

- Propiedades mecánicas del concreto
 - Módulo elástico (E_c)

A continuación, se propone un concreto $f'c = 4,000$ PSI como lo indica el libro azul de caminos en la página 501 – 2 (concretos hidráulicos), para poder obtener el módulo elástico:

$$E_c = 57\,000 (f'c)^{0,5}$$

$$E_c = 57\,000 (4,000)^{0,5}$$

$$E_c = 3\,604,996,533 \text{ PSI}$$

- Módulo de ruptura (M_r)

$$E_c = K(f'c)^{0,5}$$

Donde:

K = cte valor entre (7 y 12)

Utilizando el valor promedio de $K = 9,5$

$$E_c = 9,5 (4\,000)^{0,5}$$

$$E_c = 600 \text{ PSI}$$

- Coeficiente de drenaje (C_d)

Tabla XXXI. **Tipo de suelo según tiempo de drenaje**

CALIDAD DE DRENAJE	TIEMPO TRANSCURRIDO PARA QUE EL SUELO LIBERE EL 50% DE SU AGUA LIBRE	PORCENTAJE DE TIEMPO EN QUE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ESTA EXPUESTA A NIVELES DE HUMEDAD CERCANAS A LA SATURACIÓN			
		< 1 %	1 - 5 %	5 - 25 %	> 25 %
EXCELENTE	2 HORAS	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
BUENO	1 DÍA	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
REGULAR	1 SEMENA	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
POBRE	1 MES	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
MUY POBRE	AGUA NO DRENADA	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

Fuente: AASHTO. *Diseño de pavimentos método AASHTO 93*. p. 282.

Ya que nuestro suelo se trata de una arena limosa, se clasifica como suelo bueno, el porcentaje de tiempo en que la estructura del pavimento está expuesta

a niveles de humedad cercanas a la saturación, se encuentra entre 1 - 5 %, y el tiempo para que el suelo drene el 50 % de su agua, es de un día, por lo cual el coeficiente de drenaje (Cd) que seleccionamos es igual a 1,00.

$$Cd = 1,00$$

- Resumen de los datos

Tabla XXXII. **Variables de diseño**

VARIABLES DE DISEÑO	VALOR	DIMENSIONALES
Serviciabilidad Inicial (Po)	4.7	Adimensional
Serviciabilidad final (Pf)	2.0	Adimensional
Pérdida de serviciabilidad ΔPSI	2.7	Adimensional
Transferencia de carga (J)	4.0	Adimensional
ESAL total (Kip)	0.06 x 10 ⁶	Ejes equivalentes en 8.2 toneladas
Módulo de Reacción de Subrasante (K)	450	PCI
Confiabledad (R)	80	%
Desviación normal estándar (Zr)	0.7	Adimensional
Desviación estándar (So)	0.4	Adimensional
Modulo elástico concreto (Ec)	3.61x10 ⁶	PSI
Módulo de ruptura concreto (Mr)	600	PSI
Coefficiente de drenaje (Cd)	1.0	Adimensional

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

2.2.18.1. Diseño del espesor de losa

La losa es la última capa de concreto que debe resistir las cargas vehiculares y peatonales, debe ser diseñada con cemento Portland, en este caso la losa es la carpeta de rodadura, donde su función es transmitir los esfuerzos a la subbase en forma distribuida y minimizada.

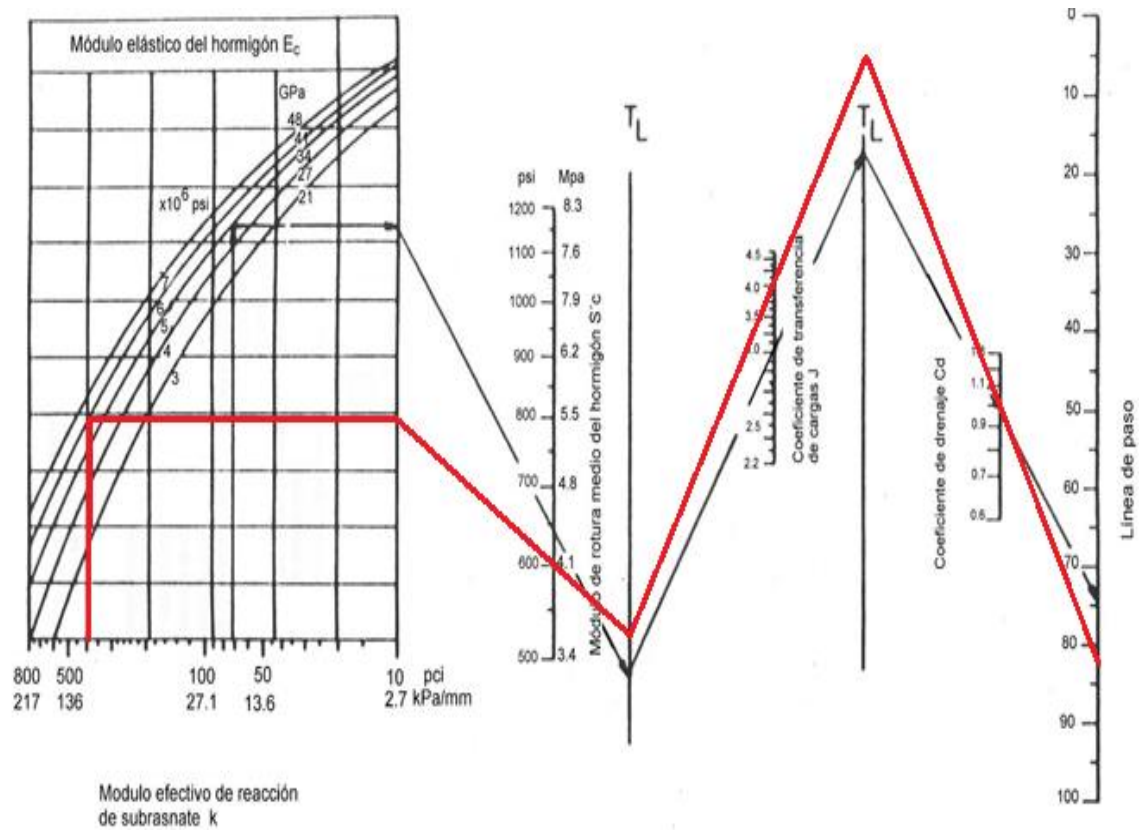
Una vez que se obtuvieron los datos necesarios para el cálculo del espesor del pavimento rígido según la normativa AASHTO (los cuales se muestran en la tabla anterior), debemos utilizar el nomograma proporcionado por esta normativa para determinar el espesor de la losa.

Para esto realizaremos los siguientes pasos:

- En la parte izquierda del ábaco localizamos el Módulo de reacción de Subrasante (k) y lo intersectamos con el Modulo elástico del concreto (E_c).
- Se traza una línea horizontal para unir por medio de una línea con el Módulo de ruptura (M_r) del concreto. La cual extendemos hasta la recta T_L .
- A continuación, unimos por medio de una línea con el Coeficiente de transferencia de carga (J) y extendemos hasta la próxima recta T_L .
- Después unimos por medio de una línea con el Coeficiente de drenaje (C_d).
- Luego extendemos la línea hasta la denominada Línea de Paso.

Los pasos descritos anteriormente se muestran graficados en el nomograma siguiente:

Figura 26. **Nomograma para cálculo de espesor de losa carpeta de rodadura**

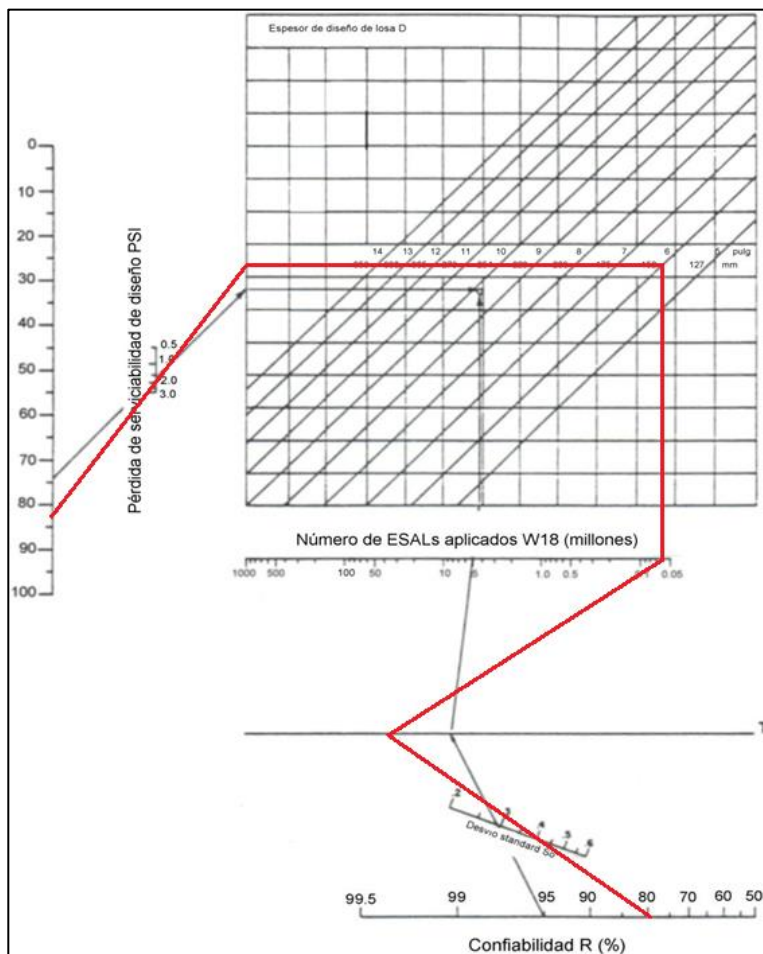


Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 365.

- Ahora debemos localizar el valor que obtuvimos en la Línea de paso en el segundo nomograma que nos proporciona la normativa AASHTO, y unirlo con la pérdida de serviciabilidad (ΔPSI). Trazamos una línea horizontal hasta el eje de las ordenadas de la gráfica del espesor de losa.
- Seguidamente debemos ir a la parte inferior de la gráfica donde se muestra la confiabilidad (R), este valor lo unimos con el valor que obtuvimos de desvío estándar (S_o). Extendemos esta línea hasta la recta T_L .
- Desde T_L trazamos una recta hacia el valor que obtuvimos de ESAL.

- Desde el valor de la línea ESAL que obtuvimos en el paso anterior, extendemos una recta perpendicular hacia el eje de las abscisas de la gráfica del espesor de losa.
- Finalmente unimos las líneas del eje de las abscisas y de las ordenadas de la gráfica del espesor de losa y donde se intersecten ambas rectas ese será el espesor de la losa.

Figura 27. **Nomograma para cálculo de espesor de losa carpeta de rodadura**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 365.

Finalmente se obtiene que el espesor de losa es igual 6 pulgadas equivalente a 15 cm, cabe resaltar que si en caso el valor no queda exactamente sobre alguna de las rectas del espesor de la gráfica (las que están inclinadas), se debe tomar el valor más cercano al cual ocurre cuando se intersectan las 2 rectas (tanto de las abscisas como de las ordenadas).

Espesor de losa = 15 cm

2.2.18.2. Diseño de mezcla de concreto

El diseño de mezcla de concreto se realizó de acuerdo al utilizado por el Centro de Investigaciones de la universidad San Carlos de Guatemala y con base en los parámetros de la dirección General de Caminos.

Debido a que no existe un banco de materiales en el sector de la Aldea Sacoj Grande, la dirección de Infraestructura de la Municipalidad de Mixco, determinó que se diseñara la mezcla de concreto con agregados que se utilizan en el municipio de Guatemala.

A continuación, se muestran los datos iniciales para el diseño de mezclas para un metro cubico $1 m^3$ de concreto fresco:

Para:

$f'(c) = 4\ 000$ psi

Contenido de aire: 4,8 %

La resistencia máxima a la compresión del concreto propuesto es igual a 4 000 psi, la cual alcanzará su resistencia máxima a los 28 días como lo indica la norma AASHTO T – 22.

Para poder obtener los demás datos, hicimos uso de la tabla para el diseño de mezclas que se muestra a continuación:

Figura 28. **Diseño de mezclas para un metro cúbico de concreto**

Tabla XXV. Datos para diseño de mezclas (Calculados para 1 m³ de concreto fresco)

Resistencia media requerida a los 28 días	Kg/cm ²	Lb/plg ²	Tamaño máximo del agregado		Concentración de pasta				Agua en litros para los distintos asentamientos indicados en cm.				% de agregado fino Vol. Abs/Agr. Total				% aire			
			mm.	Plg.	W/C		C/W		0 a 2	2 a 5	5 a 10	10 a 15	M.F.		M.F.		M.F.		M.F.	
					3/4	1	1/2	1					1/2	2.2-2.6	2.6-2.9	2.9-3.2	2.2-2.6	2.6-2.9	2.9-3.2	2.2-2.6
140	2,000		19.1	3/4	0.65	1.54	165	175	186	197	47	49	51	4.8	4.9	5	4.8	4.9	5	
			25.4	1	0.65	1.54	157	165	173	181	44	46	48	4.4	4.5	4.6	4.4	4.5	4.6	
			38.1	1 1/2	0.65	1.54	154	160	166	193	42	44	46	4	4.1	4.2	4	4.1	4.2	
175	2,500		19.1	3/4	0.60	1.67	165	175	186	197	45	47	49	4.3	4.4	4.5	4.3	4.4	4.5	
			25.4	1	0.60	1.67	157	165	173	181	42	44	46	3.7	3.8	3.9	3.7	3.8	3.9	
			38.1	1 1/2	0.60	1.67	154	160	166	193	40	42	44	3.3	3.4	3.5	3.3	3.4	3.5	
210	3,000		19.1	3/4	0.56	1.79	164	171	184	195	44	46	48	3.6	3.7	3.8	3.6	3.7	3.8	
			25.4	1	0.56	1.79	156	164	172	180	41	43	45	3	3.1	3.2	3	3.1	3.2	
			38.1	1 1/2	0.56	1.79	154	160	166	191	39	41	43	2.6	2.7	2.8	2.6	2.7	2.8	
246	3,500		19.1	3/4	0.52	1.92	164	174	184	195	42	44	46	3.1	3.2	3.3	3.1	3.2	3.3	
			25.4	1	0.52	1.92	156	164	172	180	39	41	43	2.3	2.4	2.5	2.3	2.4	2.5	
			38.1	1 1/2	0.52	1.92	154	160	166	191	37	39	41	1.9	2	2.1	1.9	2	2.1	
281	4,000		19.1	3/4	0.49	2.04	162	172	182	193	40	42	44	2.6	2.7	2.8	2.6	2.7	2.8	
			25.4	1	0.49	2.04	155	163	171	179	37	39	41	2	2.1	2.2	2	2.1	2.2	
			38.1	1 1/2	0.49	2.04	154	160	166	189	35	37	39	1.6	1.7	1.8	1.6	1.7	1.8	
316	4,500		19.1	3/4	0.46	2.17	162	172	182	193	38	40	42	2.4	2.5	2.6	2.4	2.5	2.6	
			25.4	1	0.46	2.17	155	163	171	179	35	37	39	1.7	1.8	1.9	1.7	1.8	1.9	
			38.1	1 1/2	0.46	2.17	154	160	166	189	33	35	37	1.4	1.5	1.6	1.4	1.5	1.6	

Fuente. Tabla No. 6 del manual de laboratorio del curso de materiales de construcción

Fuente: Centro de investigaciones de Ingeniería, USAC. *Método del centro de investigaciones de Ingeniería*. p. 1.

2.2.18.3. Pasos para el diseño de la mezcla

Para un concreto de $f'(c) = 4\ 000$ psi, se seleccionaron los siguientes datos, con base en la tabla anterior:

- Tamaño máximo de agregado igual $\frac{3}{4}$ (agregado grueso)
 - Relación agua / cemento = 0,49
 - Agua en litros para un asentamiento en un rango de 5 - 10 centímetros = 182 litros
 - Porcentaje de agregado fino (módulo de finura en un rango entre 2,2 - 2,6) = 40 %
 - Contenido de aire 4,8 % (módulo de finura en un rango entre 2,2 - 2,6) = 2,6
- Cálculo de la cantidad de cemento:

$$\frac{A}{C} = 0,49$$

$$\frac{A}{0,49} = C$$

$$C = \frac{182\ kg}{0,49\ para\ m^3\ de\ concreto}$$

$$C = 371\ kg / para\ m^3\ de\ concreto$$

- Cálculo de pesos para volumen de los agregados:

Donde:

$$\text{Peso específico del concreto} = 2\,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Agregados} = 2\,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} - \text{agua} - \text{cemento}$$

$$\text{Agregados} = 2\,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} - 182 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} - 371 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Agregados} = 1\,847 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Cálculo de la cantidad de agregado fino:

$$\text{Agregado fino} = \text{Agregados} * \% \text{ de agregado}$$

$$\text{Agregado fino} = 1\,847 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 40\% \text{ de agregado fino}$$

$$\text{Agregado fino} = 738,80 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Cálculo de la cantidad de agregado grueso:

$$\text{Agregado grueso} = \text{Agregados} - \text{Agregado fino}$$

$$\text{Agregado grueso} = 1\,847 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} - 738,80 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Agregado grueso} = 1\,108,20 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

- Resumen de proporciones en el diseño de mezclas para 1 m³:

$$\text{Cemento} = 371 \text{ kg}$$

$$\text{Agua} = 182 \text{ litros (182 kg)}$$

$$\text{Agregado fino} = 738,80 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Agregado grueso} = 1\,108,20 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

- Proporciones en volumen:

$$\frac{\text{cemento}}{\text{cemento}} : \frac{\text{Agregado fino}}{\text{cemento}} : \frac{\text{Agregado grueso}}{\text{cemento}} : \frac{\text{agua}}{\text{cemento}}$$

$$\frac{371}{371} : \frac{738,80}{371} : \frac{1\ 108,20}{371} : \frac{182}{371}$$

Proporción volumétrica teórica = **1 : 2,00 : 2,99 : 0,49**

- Proporción para un saco de cemento

$$Pro = \frac{\text{Proporcion vol} * \text{Peso de un saco de cemento (kg)}}{\text{Peso Unitario suelto}} * 1\ 000$$

Donde:

Peso de un saco de cemento = 42,5 kg

P.U. suelto del agregado fino = 1 593,40 kg/m³

P.U. suelto del agregado grueso = 1 224,57 kg/m³

Densidad del agua = 1 000 kg/m³

$$A.F. = \frac{2,00 * 42,5\ kg}{1\ 593,40\ kg/m^3} * 1\ 000 = 53,35\ kg$$

$$A.G. = \frac{2,99 * 42,5\ kg}{1\ 224,57\ kg/m^3} * 1\ 000 = 103,77\ kg$$

$$\text{Agua} = \frac{0,49 * 42,5\ kg}{1\ 000\ kg/m^3} * 1\ 000 = 21,00\ lts$$

- Proporción finales para un saco de cemento

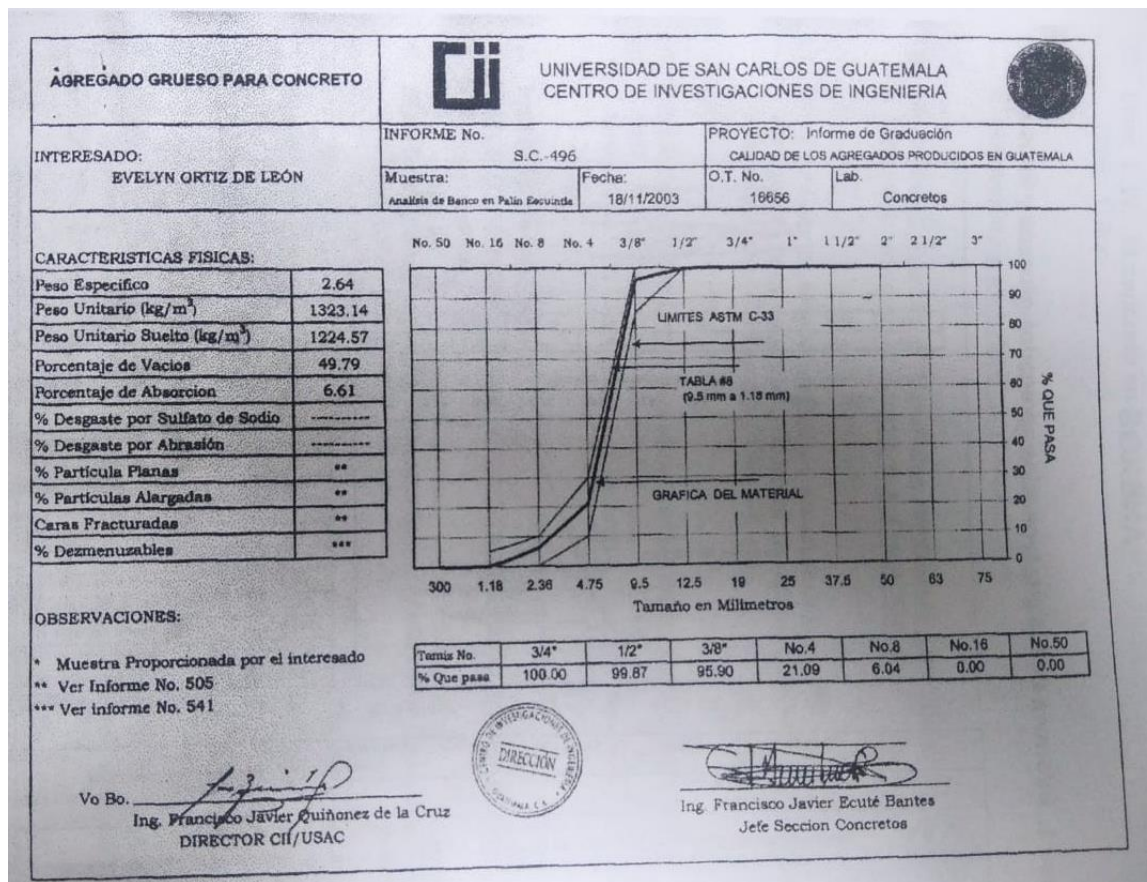
Cemento = 42 5 kg

Agregado fino = 53,35 kg

Agregado grueso = 103,77 kg

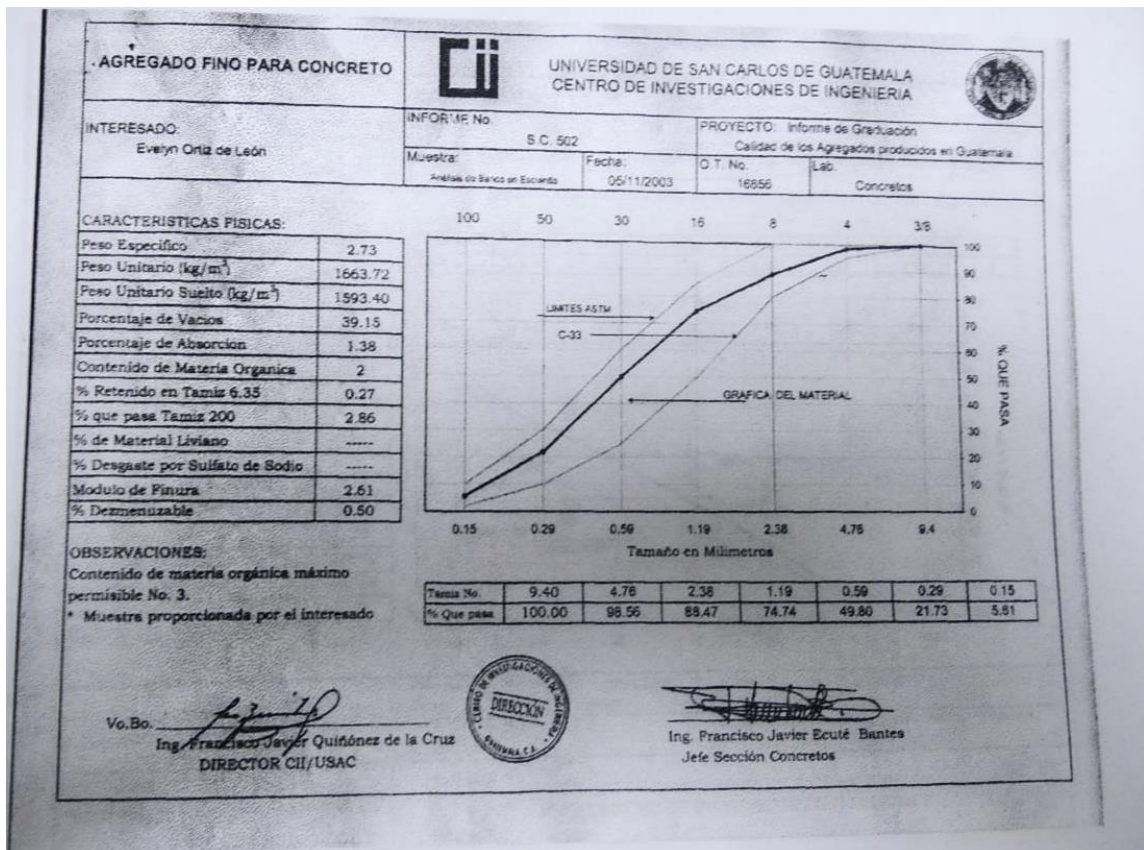
Agua = 21 litros

Tabla XXXIII. Informes de ensayos realizados en el centro de investigaciones de la facultad de ingeniería, para el agregado grueso



Fuente: ORTIZ, Evelyn. *Calidad de los agregados producidos en Guatemala*. p. 77.

Tabla XXXIV. Informes de ensayos realizados en el centro de investigaciones de la facultad de ingeniería, para agregado fino



Fuente: ORTIZ, Evelyn. *Calidad de los agregados producidos en Guatemala*. p. 78.

Total de materiales para un 1 m³

Dado que:

$$\text{Cemento} = 371 \text{ kg} \times \frac{1 \text{ saco de cemento}}{42,5 \text{ kg}} \times 1 \text{ m}^3 = 8,72 \text{ sacos} - \text{m}^3$$

$$\text{Agregado fino} = 738,80 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 1 \text{ m}^3 \times \frac{1}{1663,72 \text{ kg/m}^3} = 0,45 \text{ m}^3$$

$$\text{Agregado grueso} = 1\,108,20 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 1 \text{ m}^3 \times \frac{1}{1323,14 \text{ kg/m}^3} = 0,84 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua} = 182 \text{ litros} \times 1 \text{ m}^3 = 182 \text{ litros} - \text{m}^3$$

1 bote contiene 5 galones

En una cubeta (bote) de 5 galones puede haber 18,9 litros

$$5 \text{ galones} = 0,012 \text{ m}^3$$

Total de materiales para un 1 m³ expresados en botes

Cemento = 9 sacos

Agregado fino = 37,5 botes

Agregado grueso = 70 botes

Agua = 10 botes (50 galones)

2.2.19. Juntas en el pavimento de concreto

La función de las juntas en el pavimento consiste en mantener las tensiones de la losa provocadas por la contracción y expansión del pavimento, las juntas deben contrarrestar el efecto de las tensiones provocadas por la carga vehicular.

Las juntas deben garantizar la duración de la estructura, la buena práctica en la colocación de las juntas alarga la vida útil del pavimento.

Dependiendo la dirección del pavimento o eje principal del pavimento, las juntas pueden denominarse como longitudinales o transversales, según sea su función estas pueden ser: de contracción, articulación, construcción expansión y aislamiento. Según su forma pueden ser rectas, machimbradas o acanaladas.

2.2.19.1. Juntas transversales de expansión

Se utilizan para aislar pavimentos que se interceptan entre sí, con la finalidad de disminuir los esfuerzos de compresión entre éstos, cada vez que se expanden por el aumento en la temperatura del concreto.

2.2.19.2. Juntas transversales de contracción

Generalmente se emplean para reducir la tensión provocada por el pandeo o curvatura de las losas, su objetivo es inducir en forma correcta u ordenada la ubicación del agrietamiento del pavimento, provocado por la contracción debida al secado o a el cambio de temperatura en el concreto, se construyen aserrando la superficie del pavimento con un ancho y profundidad adecuada, el espesor recomendado se encuentre entre 5 a 8 mm, con una profundidad igual a 1/3 del espesor del pavimento.

2.2.19.3. Juntas longitudinales

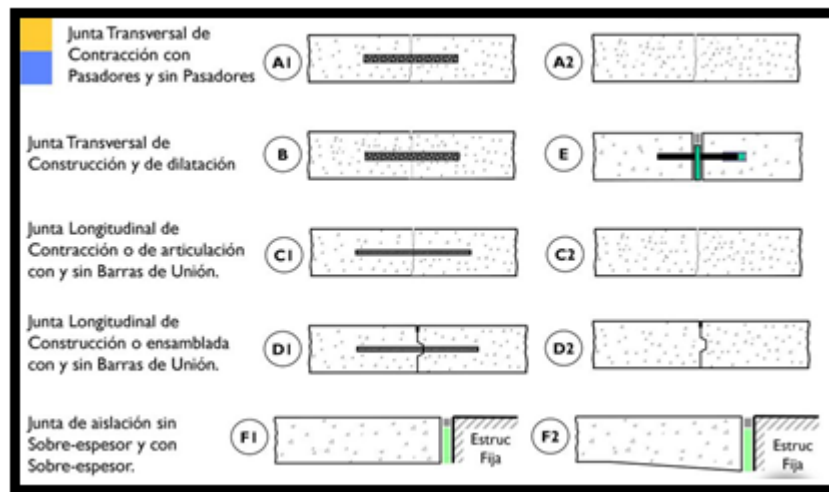
Las juntas longitudinales son las que delimitan los carriles que serán por donde transitan los vehículos, también controlan la formación de fisuras, en zonas donde su ancho de colocación de concreto sea mayor a 5 metros se colocaran juntas longitudinales, dividiendo el concreto en franjas en partes iguales, la separación máxima que puede existir entre las juntas longitudinales debe ser de 3,81 metros.

2.2.19.4. Juntas de construcción

Las juntas de construcción están diseñadas con la finalidad de separar construcciones contiguas colocados en diferentes momentos, o al finalizar la

colocación de fundición del día o entre fajas de pavimentación. Estas pueden ser longitudinales o transversales.

Figura 29. Tipos de juntas



Fuente: CALO, Diego. *Jornadas de actualización técnica, diseño de juntas*.

<https://docplayer.es/amp/12045751-Jornadas-de-actualizacion-tecnica-diseno-de-juntas-ing-diego-h-calo-coordinador-departamento-tecnico-de-pavimentos.html>, Consulta: 04 de octubre de 2019.

El diseño del pavimento se efectuó por medio de la aplicación de juntas de contracción, las cuales se colocaron a una distancia de 2 metros de largo (junta longitudinal) y 2,5 de ancho (junta transversal), el ancho de separación de las juntas debe ser de 5 a 8 milímetros y rellenas por medio de un material no absorbente, neutro no reactivo.

2.2.20. Drenajes

Su función principal es evacuar el agua de lluvia, por medio de un sistema de captación y conducción, evitando que el agua de lluvia cause daños en la estructura del pavimento, prolongando la vida útil de las carreteras.

2.2.20.1. Consideraciones de drenajes en vías pavimentadas

Para determinar el tipo de obras de arte que se debe colocar en una carretera, tales como alcantarillas, bóvedas y cunetas, lo más recomendable es hacer una inspección visual, ya que, por medio de ella, podremos saber dónde exactamente colocar las alcantarillas u otra obra de arte, las consideraciones que se deben tomar en cuenta es realizar una bitácora cuando se está efectuando la inspección en el lugar y anotar todos los posibles factores que pueden afectar a nuestro diseño, anotaciones tales como: creciente máxima en forma visual, la vegetación existente, las condiciones del lecho rocoso o tipo de suelo, los posibles focos de erosión provocados por el agua de lluvia.

El proyecto no tomará en cuenta el diseño de drenaje, ya que se necesita aprovechar al máximo el ancho de la vía, debido a que este limitaría el paso vehicular, el agua de lluvia será evacuada por medio de rejillas colocadas longitudinalmente.

2.2.21. Consideraciones de operación y mantenimiento del pavimento

Son las actividades que se deben realizar durante la vida útil del pavimento, para cumplir con el periodo del diseño para el cual fue concebido y prologar el

mismo, tales como: evaluación y reparación de fisuras, reposición de losas en mal estado o en estado crítico, limpieza de las juntas.

2.2.22. Elaboración de planos

Para el diseño geométrico de la carretera pavimentada, los planos fueron realizados por medio del *software* Civil 3D 2015, los cuales son:

- Planta de ubicación y localización
- Vista de planta y perfil
- Secciones transversales a cada 20 metros
- Detalles arquitectónicos

Se realiza una descripción de los mismos:

- Planta de ubicación y localización

Describe por medio de una planta general la dimensión del proyecto y donde se encuentra localizado desde el principio hasta el final de tramo carretero.

- Vista de planta y perfil

La vista de planta detalla aspectos geométricos del tramo vial, tales como curvas de nivel, curvas horizontales, en perfil describe: curvas verticales, pendientes, el suelo natural y el comportamiento final de la rasante.

- Secciones transversales a cada 20 metros

La función principal del plano de secciones transversales, es detallar el comportamiento del trazo de la vía, indicando el área de corte y relleno y la proyección de la rasante sobre el terreno natural.

2.2.23. Presupuesto

Es el Cálculo que debemos conocer antes de ejecutar la obra, tomándose en cuenta los costos directos (mano de obra, materiales de construcción, maquinaria y transporte, prestaciones) e indirectos (costos administrativos, personal técnico y utilidades).

El costo total del proyecto es de Q 6 266 410,19 (seis millones doscientos sesenta y seis mil, cuatrocientos diez con diecinueve centavos)

2.2.23.1. Integración de precios unitarios

Costos unitarios es la descripción de los precios de cada uno de los distintos materiales que componen el proyecto, incluyendo elementos unitarios como la mano de obra, maquinaria y otros costos unitarios.

La integración de precios unitarios se compone por los costos directos e indirectos, a continuación, se especifica la función de cada uno de ellos:

Costos directos: son los encargados de detallar el costo de cada material, la mano de obra (calificada y no calificada), costo de subcontratos e instalaciones especiales.

Costos indirectos: se refiere a las prestaciones laborales del personal operativo y administrativo, imprevistos, costo de los equipos y herramientas,

gastos de material y de oficina, el seguro social para trabajadores tanto de campo como de oficina, pago de Irtra e Intecap.

La suma de los costos directos e indirectos nos permite conocer el costo total del proyecto, también a ellos se les debe sumar impuestos tales como, impuestos sobre la renta, el IVA (impuesto del valor agregado) e impuesto del timbre profesional de ingeniería.

Los costos unitarios y renglones de trabajo, se presentan por medio de tablas, detallando: el material, la unidad, cantidad y precio.

Tabla XXXV. Ejemplo de integración de precios unitarios renglón Limpieza y Chapeo

LIMPIEZA Y CHAPEO				
DESCRIPCIÓN DE RENGLÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO	PRECIO PARCIAL
Limpieza y Chapeo	1	U	Q3,69	Q3,69
DESCRIPCIÓN DE RENGLÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO	PRECIO PARCIAL
TRABAJOS PRELIMINARES				
Limpieza y chapeo	1,00	m	Q1,75	Q1,75
MANO DE OBRA				
	Cantidad	Unidad	PRECIO	PRECIO PARCIAL
Mano de obra limpieza y chapeo (factor ayudante)	45,000	%	Q1,75	Q0,79
Mano de obra calificada (Prestaciones de ley)	33,000	%	Q1,75	Q0,58
Mano de no obra calificada (Prestaciones de ley)	33,000	%	Q1,75	Q0,58
				Q1,94

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

Tabla XXXVI. Cuadrilla para integración de precios unitarios para renglón Limpieza y Chapeo

RENDIMIENTO DE CUADRILLA					
DESCRIPCION DEL RECURSO	CANTIDAD	UNIDAD	RENDIMIENTO	PRECIO	PRECIO PARCIAL
ALBAÑIL	1	hh	0,02	Q25,00	0,5
CADENEROS	2	hh	0,04	Q31,25	1,25
					1,75

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

Tabla XXXVII. **Rendimiento de cuadrilla para integración de precios unitarios para renglón Limpieza y Chapeo**

RECURSOS	HORAS = DIA	DIA	RENDIMIENTO (m)
ALBAÑIL	8	1	400
CADENERO	8	1	400

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

2.2.23.2. Resumen del presupuesto

Se presenta el resumen del presupuesto, por medio de la siguiente tabla.

Tabla XXXVIII. Resumen del presupuesto

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA						
CUADRO DE RENGLONES DE TRABAJO						
DISEÑO DE CARRETERA PAVIMENTADA PARA LA ALDEA SACOJ GRANDE						
ZONA 6 DE MIXCO, GUATEMALA						
NOMBRE DEL SOLICITANTE		MUNICIPALIDAD DE MIXCO, DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUCTURA				
LONGITUD TOTAL DEL PROYECTO				2980 m		
No.	DESCRIPCIÓN DE RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO RENGLON	
1,00 TRABAJOS PRELIMINARES						
1,1	Limpieza y chapeo	m ²	1 500	Q 3,69	Q 5 538,75	
1,2	Topografía, trazo y replanteo	m	2 980	Q 5,67	Q 16 902,56	
SUB TOTAL					Q 22 441,31	
No.	DESCRIPCIÓN DE RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO RENGLON	
2,00 MOVIMIENTO DE SUELOS						
2,1	Movimiento de suelos con retro excavadora (95 hp)	hora	648	Q 229,47	Q 148 693,44	
2,2	Movimiento de suelos con motoniveladora (140 hp)	hora	648	Q 409,77	Q 265 533,54	
2,3	Movimiento de suelos con rodo compactador (145 hp)	hora	648	Q 270,31	Q 175 163,46	
2,4	Camion de volteo	viaje	1397	Q 500,00	Q 698 500,00	
SUB TOTAL					Q 1 287 890,44	
No.	DESCRIPCIÓN DE RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO RENGLON	
3,00 COLOCACIÓN DE BASE, E = 15 cm						
3,1	colocación de base, selecto - balasto	ml	2980	Q 203 515,84	Q 203 515,84	
SUB TOTAL					Q 203 515,84	
No.	DESCRIPCIÓN DE RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO RENGLON	
4,00 INSTALACIÓN DE CAJAS PLUVIALES						
4,1	Instalaciones de cajas pluviales - rejillas (ladrillo tayuyo)	unidad	250	Q 1 482,49	Q 370 622,50	
SUB TOTAL					Q 370 622,50	
No.	DESCRIPCIÓN DE RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO RENGLON	
5,00 FUNDICIÓN DE CARPETA DE RODADURA						
5,1	Pavimento rígido (E=15 cm, 4,000 PSI)	ml	2 980	Q 2 151 320,71	Q 2 151 320,71	
SUB TOTAL					Q 2 151 320,71	
No.	DESCRIPCIÓN DE RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO RENGLON	
6,00 INSTALACIÓN DE BORDILLO PREFABRICADO						
6,1	Fundición de bordillo prefabricado (0.50m x 0.30m x 0.15m)	ml	5 960	Q 47,97	Q 285 871,40	
SUB TOTAL					Q 285 871,40	
COSTOS DIRECTOS					Q 4 321 662,20	
COSTOS INDIRECTOS 45 %					Q 1 944 747,99	
SUB TOTAL					Q 6 266 410,19	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

2.2.24. Cronograma de ejecución física y financiera

El cronograma es el indicador encargado del detalle de avances en la ejecución de la obra, ya que el mismo especifica los precios de los costos unitarios en relación al tiempo de ejecución, por medio del cronograma se podrán realizar los desembolsos económicos ya sea de forma semanal o mensual, tanto para el pago de la mano de obra o materiales de construcción.

clasificando cada proyecto por su categoría, la siguiente muestra la categoría del proyecto vial al cual pertenece en el listado taxativo.

Tabla XL. **Listado taxativo**

SECTOR 10. INFRAESTRUCTURA, CONTRUCCIÓN Y VIVIENDA															
SECTOR 10, INFRAESTRUCTURA, CONTRUCCIÓN Y VIVIENDA; SUBSECTOR A. INFRAESTRUCTURA															
No.	ACTIVIDAD ECONÓMICA (CIU)	DESCRIPCIÓN	FACTOR DE IMPACTO	UNIDAD DE MEDIDA	CIU - 4	CATEGORÍA C		CATEGORÍA C CON PGA		CATEGORÍA B2		CATEGORÍA B1		CATEGORÍA A	
						MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
1	Construcción de carreteras y líneas de ferrocarril	Viaductos, carreteras y autopistas.	Longitud	Kilómetros lineales	4210					<= 50	>50				

Fuente: MARN. *Listado taxativo de proyectos, obras, industrias o actividades, acuerdo ministerial No 264 - 2016. p. 2.*

El listado taxativo ubica el proyecto en el sector 10, en la categoría de infraestructura, Construcción y vivienda; en el subsector “A” como gestión de viaductos, carreteras y autopistas, debido a que el proyecto cuenta con menos de 50 kilómetros lineales, se clasifica como una Actividad de Bajo a Moderado Impacto Ambiental, clasificándolo como de Categoría “B2”.

CONCLUSIONES

1. La gestión para que la entidad elabore o construya el sistema de alcantarillado pluvial evitará la acumulación de cuerpos de agua en algunas partes de la vía, así como en otras partes de la vía estará evitando que el agua pluvial fluya sobre la superficie en forma descontrolada.
2. La elaboración del presente informe está enfocado en la planificación, presupuestos y cronogramas, evitando atrasos y pérdidas económicas.
3. Se realizó el diseño del sistema de alcantarillado pluvial con base en el Instituto Nacional del Fomento Municipal (INFOM) y a especificaciones técnicas de los fabricantes como AMANCO.
4. Se realizó un mejoramiento a la rasante del lugar, con base en las normas y especificaciones técnicas, garantizando la movilidad, haciendo la vía más segura y cómoda.
5. La elaboración del presente informe está enfocado en la planificación, presupuestos y cronograma, para poder realizar la ejecución del proyecto evitando atrasos y pérdidas económicas.
6. La ejecución del proyecto dará un cambio de aspecto al lugar por contar con caminos aptos para el paso vehicular y totalmente transitables, mejorando la calidad de vida.

7. El ejercicio profesional supervisado permite ampliar y aplicar los conocimientos adquiridos durante la formación académica, permitiendo al profesional aumentar su experiencia en campo al solucionar problemas reales que se presentan en el área urbana o en el área rural, fortaleciendo su madurez y criterio.

RECOMENDACIONES

1. Mejorar mantenimiento a la vía realizando limpieza y remoción de obstáculos, que puedan causar daño al sistema de alcantarillado pluvial.
2. Rellenar la tubería con selecto controlado, esto para garantizar la integridad física de la tubería, evitando un punzonamiento en las mismas.
3. Compactar el suelo sobre el cual se colocará la tubería, para garantizar que el agua pueda circular libremente por la misma.
4. Respetar las normas y especificaciones técnicas, para que el proyecto pueda ejecutarse de manera óptima, garantizando la calidad y el tiempo de vida útil del pavimento.
5. Asignar personal calificado con conocimientos de carreteras, de preferencia ingenieros civiles para realizar los trabajos de supervisión, aptos para la toma de decisiones en campo.
6. Realizar prueba del cono de Abrams para garantizar que la colocación y calidad del concreto cumpla con las especificaciones técnicas.
7. Verificar en la elaboración del pavimento que los materiales sean de buena calidad, que estén libres de basuras e impurezas y que sean aplicados de manera correcta para cumplir con el tiempo de vida útil del proyecto, propuesto en el diseño.

BIBLIOGRAFÍA

1. AASHTO. *Método AASHTO 93 para el diseño de pavimentos rígidos*. Estados Unidos: American Association of State Highway and Transportation Officials. 1993. 624 p.
2. AMANCO. *Novafort y Novaloc. Manual de Diseño*. Guatemala: AMANCO. 2015. 46 p.
3. CALDERÓN FARFÁN, William Eduardo. *Diseño de la carretera pavimentada que conduce de la Colonia Marianita a la Colonia El Frutal y diseño de drenaje sanitario y pluvial de la Colonia Marianita, zona 6, Villa Nueva, Guatemala*. Trabajo de graduación de Ingeniería Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2018. 184 p.
4. Dirección General de Caminos. *Especificaciones generales para construcción de carreteras y puentes*. Guatemala: Ingenieros Consultores de Centro América, S.A. 2001. 724 p.
5. HERNÁNDEZ GUEVARA, Allan Renand. *Diseño geométrico de la carretera para libramiento del municipio de Palencia, departamento de Guatemala*. Trabajo de graduación de Ingeniería Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2010. 206 p.

6. INFOM. *Normas generales para el diseño de alcantarillado*. Guatemala: Instituto de Fomento Municipal. 2009. 22 p.
7. MALDONADO CIFUENTES, Edgar Daniel. *Diseño de carretera que conduce de aldea Sajcavillá hacia cabecera municipal de san Raymundo, y ampliación del sistema de alcantarillado sanitario, aldea comunidad de Ruiz, san Juan Sacatepéquez*. Trabajo de graduación de Ingeniería Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería 2017. 249 p.
8. Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda. *Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras, con enfoque de Gestión de Riesgos y Seguridad Vial*. 3ª ed. Guatemala: SIECA. 2011. 426 p.
9. MuniMixco. *Historia de la Municipalidad de Mixco, Casa de la Cultura de Mixco*. [en línea]. <<https://www.munimixco.gob.gt/antecedentes/>>. [Consulta: 20 de enero de 2020].

APÉNDICE

Apéndice 1. Datos del levantamiento topográfico

PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN (m)	DESCRIPCIÓN
1	1 627 855,000	766 315,000	1 416,000	AUX 1
2	1 627 871,010	766 338,595	1 415,197	T N
3	1 627 856,100	766 338,227	1 415,846	T N
4	1 627 854,670	766 311,690	1 415,902	T N
5	1 627 853,220	766 313,744	1 416,036	T N
6	1 627 851,730	766 315,404	1 416,103	T N
7	1 627 832,500	766 297,153	1 416,239	T N
8	1 627 830,930	766 299,670	1 416,440	T N
9	1 627 829,520	766 302,164	1 416,440	T N
10	1 627 816,550	766 289,196	1 417,026	T N
11	1 627 815,740	766 291,301	1 416,984	T N
12	1 627 814,880	766 293,548	1 416,914	T N
13	1 627 814,090	766 290,468	1 417,041	AUX 2
14	1 627 788,320	766 288,062	1 417,407	T N
15	1 627 788,080	766 290,116	1 417,335	T N
16	1 627 787,990	766 292,187	1 417,228	T N
17	1 627 759,890	766 287,027	1 417,461	T N
18	1 627 759,680	766 288,549	1 417,463	T N
19	1 627 759,570	766 290,337	1 417,418	T N
20	1 627 733,450	766 285,823	1 417,574	T N
21	1 627 733,110	766 287,410	1 417,577	T N
22	1 627 733,020	766 289,144	1 417,509	T N
23	1 627 700,420	766 286,027	1 417,791	AUX 3
24	1 627 699,140	766 287,879	1 417,696	T N
25	1 627 710,490	766 283,656	1 417,710	T N
26	1 627 704,100	766 280,863	1 417,859	T N
27	1 627 701,230	766 276,662	1 418,237	T N
28	1 627 697,220	766 277,182	1 418,245	T N
29	1 627 699,900	766 262,126	1 419,157	T N
30	1 627 697,960	766 262,437	1 419,152	T N
31	1 627 695,890	766 262,522	1 418,950	T N
32	1 627 695,060	766 250,412	1 420,177	T N
33	1 627 696,800	766 250,231	1 420,200	T N
34	1 627 698,850	766 250,093	1 420,179	T N
35	1 627 697,500	766 237,424	1 420,855	T N
36	1 627 695,850	766 237,564	1 420,855	T N
37	1 627 693,470	766 237,602	1 420,789	T N
38	1 627 695,510	766 211,149	1 421,995	T N

Continuación del apéndice 1.

39	1 627 693,550	766 211,451	1 421,986	T N
40	1 627 691,090	766 211,797	1 421,894	T N
41	1 627 689,030	766 193,587	1 422,900	T N
42	1 627 691,030	766 193,146	1 422,995	T N
43	1 627 693,580	766 192,770	1 423,037	T N
44	1 627 692,250	766 183,016	1 423,664	T N
45	1 627 689,770	766 183,340	1 423,779	T N
46	1 627 687,440	766 183,512	1 423,748	T N
47	1 627 689,130	766 158,228	1 424,664	T N
48	1 627 686,750	766 158,734	1 424,677	T N
49	1 627 684,480	766 159,069	1 424,725	T N
50	1 627 685,700	766 139,195	1 425,532	AUX 4
51	1 627 681,770	766 150,556	1 424,978	T N
52	1 627 683,810	766 149,707	1 425,062	T N
53	1 627 686,270	766 148,676	1 425,131	T N
54	1 627 677,770	766 142,077	1 425,335	T N
55	1 627 680,230	766 140,704	1 425,436	T N
56	1 627 682,860	766 139,548	1 425,452	T N
57	1 627 685,880	766 134,780	1 425,790	T N
58	1 627 672,170	766 139,422	1 425,659	T N
59	1 627 673,440	766 135,819	1 425,907	T N
60	1 627 674,270	766 132,082	1 425,997	T N
61	1 627 665,670	766 131,345	1 426,540	T N
62	1 627 665,450	766 133,874	1 426,368	T N
63	1 627 664,670	766 137,594	1 426,302	T N
64	1 627 646,220	766 130,285	1 426,834	T N
65	1 627 646,370	766 132,314	1 426,736	T N
66	1 627 645,960	766 134,602	1 426,714	T N
67	1 627 624,700	766 126,055	1 427,359	T N
68	1 627 624,370	766 128,128	1 427,230	T N
69	1 627 624,020	766 130,515	1 427,154	T N
70	1 627 604,690	766 122,578	1 427,382	T N
71	1 627 604,370	766 125,199	1 427,295	T N
72	1 627 603,680	766 127,880	1 427,216	T N
73	1 627 592,740	766 124,043	1 427,099	AUX 5
74	1 627 601,630	766 050,556	1 428,028	AUX 6
75	1 627 595,790	766 127,024	1 427,094	T N
76	1 627 590,420	766 125,168	1 426,993	T N
77	1 627 591,210	766 115,242	1 427,356	T N
78	1 627 604,300	766 123,040	1 427,390	T N
79	1 627 600,870	766 121,134	1 427,389	T N
80	1 627 598,870	766 123,671	1 427,303	T N
81	1 627 597,160	766 117,011	1 427,425	T N
82	1 627 594,590	766 118,472	1 427,450	T N
83	1 627 591,620	766 119,157	1 427,267	T N
84	1 627 596,630	766 108,892	1 427,625	T N
85	1 627 594,760	766 108,736	1 427,648	T N

Continuación del apéndice 1.

86	1 627 592,540	766 108,525	1 427,601	T N
87	1 627 600,470	766 083,906	1 428,242	T N
88	1 627 598,160	766 083,738	1 428,116	T N
89	1 627 595,520	766 083,347	1 428,022	T N
90	1 627 602,000	766 060,386	1 428,326	T N
91	1 627 600,520	766 060,304	1 428,324	T N
92	1 627 598,240	766 060,191	1 428,190	T N
93	1 627 551,870	766 035,736	1 427,537	AUX 7
94	1 627 603,070	766 047,368	1 427,947	T N
95	1 627 598,410	766 052,314	1 428,023	T N
96	1 627 596,240	766 050,833	1 427,813	T N
97	1 627 600,110	766 050,276	1 427,968	T N
98	1 627 594,360	766 049,893	1 427,794	T N
99	1 627 595,060	766 047,797	1 427,804	T N
100	1 627 595,380	766 045,502	1 427,692	T N
101	1 627 572,620	766 045,628	1 427,574	T N
102	1 627 573,330	766 043,285	1 427,629	T N
103	1 627 573,910	766 041,198	1 427,448	T N
104	1 627 561,770	766 037,480	1 427,370	T N
105	1 627 560,690	766 039,276	1 427,522	T N
106	1 627 559,260	766 042,071	1 427,515	T N
107	1 627 558,180	766 033,818	1 427,337	T N
108	1 627 556,390	766 035,184	1 427,431	T N
109	1 627 553,760	766 036,732	1 427,503	T N
110	1 627 556,260	766 029,590	1 427,392	T N
111	1 627 554,040	766 029,802	1 427,535	T N
112	1 627 551,830	766 029,270	1 427,423	T N
113	1 627 549,680	766 039,750	1 427,408	T N
114	1 627 560,850	766 007,751	1 427,494	T N
115	1 627 559,520	766 007,474	1 427,583	T N
116	1 627 557,490	766 006,840	1 427,529	T N
117	1 627 565,670	765 985,537	1 427,660	T N
118	1 627 564,270	765 985,251	1 427,717	T N
119	1 627 562,690	765 984,662	1 427,644	T N
120	1 627 572,590	765 963,735	1 427,974	T N
121	1 627 570,830	765 963,235	1 427,974	T N
122	1 627 569,320	765 962,578	1 427,956	T N
123	1 627 591,240	765 876,911	1 432,073	AUX 8
124	1 627 578,800	765 941,261	1 428,672	T N
125	1 627 576,940	765 940,866	1 428,643	T N
126	1 627 575,120	765 940,231	1 428,682	T N
127	1 627 582,940	765 925,910	1 429,784	T N
128	1 627 581,040	765 925,345	1 429,751	T N
129	1 627 578,900	765 924,434	1 429,792	T N
130	1 627 588,010	765 906,288	1 431,313	T N
131	1 627 585,570	765 905,839	1 431,382	T N
132	1 627 583,330	765 905,053	1 431,338	T N

Continuación del apéndice 1.

133	1 627 593,100	765 887,776	1 432,631	T N
134	1 627 590,940	765 887,447	1 432,483	T N
135	1 627 588,400	765 886,939	1 432,377	T N
136	1 627 484,560	765 841,217	1 435,009	AUX 9
137	1 627 592,940	765 883,803	1 432,561	T N
138	1 627 589,220	765 883,078	1 432,375	T N
139	1 627 588,500	765 879,740	1 432,261	T N
140	1 627 585,880	765 876,871	1 432,140	T N
141	1 627 580,450	765 874,805	1 432,265	T N
142	1 627 580,980	765 872,788	1 432,379	T N
143	1 627 587,110	765 874,904	1 432,109	T N
144	1 627 591,220	765 879,824	1 432,302	T N
145	1 627 593,560	765 879,413	1 432,339	T N
146	1 627 595,330	765 876,176	1 431,905	T N
147	1 627 601,140	765 875,511	1 431,666	T N
148	1 627 618,270	765 871,831	1 430,567	T N
149	1 627 616,320	765 865,898	1 430,639	T N
150	1 627 602,230	765 868,466	1 431,467	T N
151	1 627 586,390	765 870,572	1 432,257	T N
152	1 627 576,910	765 869,237	1 432,488	T N
153	1 627 576,370	765 871,349	1 432,504	T N
154	1 627 575,820	765 873,600	1 432,532	T N
155	1 627 553,800	765 864,054	1 432,991	T N
156	1 627 553,250	765 866,275	1 432,951	T N
157	1 627 552,710	765 868,437	1 433,106	T N
158	1 627 537,850	765 860,108	1 433,476	T N
159	1 627 537,120	765 862,010	1 433,496	T N
160	1 627 536,370	765 864,164	1 433,443	T N
161	1 627 517,320	765 853,020	1 433,840	T N
162	1 627 516,220	765 855,074	1 433,922	T N
163	1 627 496,150	765 845,645	1 434,477	T N
164	1 627 381,120	765 823,057	1 436,168	AUX 10
165	1 627 519,770	765 851,166	1 433,858	T N
166	1 627 518,610	765 853,320	1 433,760	T N
167	1 627 501,640	765 845,044	1 434,378	T N
168	1 627 502,370	765 842,845	1 434,472	T N
169	1 627 491,470	765 837,608	1 435,006	T N
170	1 627 490,300	765 840,117	1 434,935	T N
171	1 627 489,350	765 842,747	1 434,742	T N
172	1 627 470,050	765 836,053	1 435,401	T N
173	1 627 470,050	765 838,268	1 435,511	T N
174	1 627 469,590	765 840,823	1 435,558	T N
175	1 627 442,780	765 833,546	1 435,930	T N
176	1 627 442,620	765 835,807	1 435,981	T N
177	1 627 441,900	765 838,203	1 436,035	T N
178	1 627 421,710	765 830,469	1 435,856	T N
179	1 627 421,290	765 832,541	1 435,973	T N

Continuación del apéndice 1.

180	1 627 420,770	765 835,287	1 436,050	T N
181	1 627 399,730	765 825,835	1 436,067	T N
182	1 627 398,970	765 828,274	1 435,941	T N
183	1 627 398,180	765 830,763	1 436,121	T N
184	1 627 294,620	765 758,321	1 438,553	AUX 11
185	1 627 398,990	765 828,078	1 435,943	T N
186	1 627 398,280	765 830,651	1 436,128	T N
187	1 627 399,150	765 825,708	1 436,085	T N
188	1 627 384,310	765 819,922	1 436,195	T N
189	1 627 383,640	765 822,278	1 436,114	T N
190	1 627 382,890	765 824,842	1 436,137	T N
191	1 627 363,970	765 806,730	1 436,554	T N
192	1 627 362,520	765 809,002	1 436,612	T N
193	1 627 360,690	765 811,633	1 436,479	T N
194	1 627 345,620	765 796,740	1 436,871	T N
195	1 627 344,740	765 798,432	1 436,907	T N
196	1 627 343,140	765 800,368	1 436,933	T N
197	1 627 330,570	765 785,746	1 437,259	T N
198	1 627 329,140	765 787,642	1 437,216	T N
199	1 627 327,620	765 789,841	1 437,291	T N
200	1 627 323,590	765 779,438	1 437,391	T N
201	1 627 322,000	765 781,049	1 437,469	T N
202	1 627 319,880	765 782,914	1 437,362	T N
203	1 627 315,420	765 776,996	1 437,624	T N
204	1 627 316,900	765 775,654	1 437,686	T N
205	1 627 307,800	765 768,840	1 438,028	T N
206	1 627 319,600	765 774,819	1 437,626	T N
207	1 627 309,460	765 763,772	1 437,971	T N
208	1 627 307,950	765 765,302	1 438,063	T N
209	1 627 306,360	765 767,049	1 438,073	T N
210	1 627 294,240	765 754,649	1 438,574	T N
211	1 627 293,350	765 756,438	1 438,650	T N
212	1 627 292,370	765 758,457	1 438,625	T N
213	1 627 275,390	765 745,748	1 439,203	T N
214	1 627 274,670	765 747,610	1 439,227	T N
215	1 627 274,020	765 749,463	1 439,252	T N
216	1 627 181,250	765 702,096	1 443,747	AUX 12
217	1 627 257,050	765 737,385	1 439,909	T N
218	1 627 256,390	765 739,110	1 439,929	T N
219	1 627 255,650	765 740,853	1 439,899	T N
220	1 627 246,020	765 732,176	1 440,577	T N
221	1 627 245,000	765 733,967	1 440,641	T N
222	1 627 243,970	765 735,223	1 440,630	T N
223	1 627 238,380	765 729,336	1 441,294	T N
224	1 627 237,430	765 730,813	1 441,427	T N
225	1 627 236,810	765 731,923	1 441,432	T N
226	1 627 226,910	765 723,879	1 442,194	T N

Continuación del apéndice 1.

227	1 627 226,440	765 725,232	1 442,252	T N
228	1 627 225,370	765 726,716	1 442,299	T N
229	1 627 212,550	765 717,209	1 442,780	T N
230	1 627 211,630	765 718,955	1 442,783	T N
231	1 627 018,980	765 511,343	1 450,633	AUX 13
232	1 627 209,650	765 720,376	1 442,875	T N
233	1 627 195,700	765 707,527	1 443,481	T N
234	1 627 192,780	765 710,825	1 443,455	T N
235	1 627 193,920	765 708,746	1 443,534	T N
236	1 627 184,400	765 704,261	1 443,678	T N
237	1 627 185,490	765 702,468	1 443,624	T N
238	1 627 186,340	765 700,934	1 443,700	T N
239	1 627 174,600	765 693,545	1 444,122	T N
240	1 627 173,590	765 694,913	1 444,151	T N
241	1 627 172,620	765 696,216	1 444,148	T N
242	1 627 162,600	765 677,751	1 445,202	T N
243	1 627 161,040	765 679,386	1 445,213	T N
244	1 627 159,360	765 680,968	1 445,192	T N
245	1 627 151,210	765 662,444	1 445,668	T N
246	1 627 149,660	765 663,825	1 445,749	T N
247	1 627 147,960	765 665,230	1 445,793	T N
248	1 627 146,790	765 661,024	1 445,807	AUX 14
249	1 627 141,960	765 650,184	1 445,810	T N
250	1 627 140,360	765 651,941	1 445,842	T N
251	1 627 138,510	765 653,142	1 445,966	T N
252	1 627 131,930	765 638,065	1 446,122	T N
253	1 627 130,300	765 639,442	1 446,290	T N
254	1 627 128,070	765 640,794	1 446,244	T N
255	1 627 118,750	765 622,724	1 446,408	T N
256	1 627 116,910	765 624,365	1 446,463	T N
257	1 627 115,060	765 625,773	1 446,507	T N
258	1 627 105,650	765 606,955	1 446,970	T N
259	1 627 103,540	765 608,545	1 446,811	T N
260	1 627 101,550	765 609,971	1 446,739	T N
261	1 627 092,710	765 591,393	1 447,379	T N
262	1 627 090,860	765 592,823	1 447,126	T N
263	1 627 089,130	765 594,006	1 447,147	T N
264	1 627 080,990	765 578,721	1 447,370	T N
265	1 627 079,670	765 579,754	1 447,347	T N
266	1 627 078,120	765 580,912	1 447,451	T N
267	1 627 068,960	765 565,887	1 447,676	T N
268	1 627 067,510	765 567,667	1 447,729	T N
269	1 627 058,790	765 556,563	1 447,849	T N
270	1 627 057,510	765 557,830	1 447,962	T N
271	1 627 146,950	765 664,013	1 445,727	P.I.T N
272	1 627 143,090	765 659,611	1 445,870	P.I.T N
273	1 627 141,370	765 657,267	1 445,902	P.I.T N

Continuación del apéndice 1.

274	1 627 118,330	765 655,780	1 445,845	P.I.T N
276	1 627 118,920	765 653,393	1 445,815	T N
277	1 627 119,340	765 651,137	1 445,961	T N
278	1 627 103,350	765 647,563	1 445,957	T N
279	1 627 102,740	765 649,191	1 445,893	T N
280	1 627 101,990	765 651,289	1 445,894	T N
281	1 627 082,980	765 641,523	1 446,079	T N
282	1 627 082,420	765 643,360	1 446,089	T N
283	1 627 081,800	765 645,188	1 446,074	T N
284	1 627 063,960	765 636,411	1 446,230	T N
285	1 627 063,530	765 637,875	1 446,174	T N
286	1 627 062,940	765 639,583	1 446,144	T N
287	1 627 046,450	765 631,482	1 446,466	T N
288	1 627 046,060	765 632,944	1 446,660	T N
289	1 627 045,900	765 634,976	1 446,616	T N
290	1 627 065,980	765 569,573	1 447,752	T N
291	1 627 055,530	765 559,262	1 448,024	T N
292	1 627 041,260	765 541,266	1 448,298	T N
293	1 627 042,130	765 539,909	1 448,205	T N
294	1 627 043,540	765 537,730	1 448,369	T N
295	1 627 033,600	765 525,328	1 449,433	T N
296	1 627 031,320	765 526,294	1 449,317	T N
297	1 627 028,580	765 527,524	1 449,350	T N
298	1 627 020,600	765 515,166	1 450,223	T N
299	1 627 022,300	765 514,117	1 450,200	T N
300	1 627 024,490	765 512,715	1 450,197	T N
301	1 627 019,550	765 504,193	1 450,984	T N
302	1 627 017,470	765 505,497	1 450,991	T N
303	1 627 016,000	765 506,486	1 451,006	T N
304	1 626 991,240	765 454,298	1 455,247	AUX 15
306	1 627 010,080	765 487,319	1 452,088	T N
307	1 627 008,310	765 488,231	1 452,077	T N
308	1 627 006,830	765 489,024	1 452,134	T N
309	1 626 997,040	765 462,754	1 454,189	T N
310	1 626 995,350	765 463,424	1 454,304	T N
311	1 626 993,320	765 463,819	1 454,474	T N
312	1 626 992,440	765 454,443	1 455,188	T N
313	1 626 990,730	765 456,249	1 455,139	T N
314	1 627 035,830	765 493,836	1 448,805	REF 1
315	1 627 067,180	765 460,121	1 447,855	REF 2
316	1 626 985,170	765 408,876	1 457,556	AUX 16
317	1 626 993,210	765 463,517	1 454,513	T N
318	1 626 994,880	765 462,711	1 454,354	T N
319	1 626 996,760	765 462,186	1 454,254	T N
320	1 626 995,510	765 457,063	1 454,668	T N
321	1 626 993,220	765 457,580	1 454,801	T N
322	1 626 991,450	765 458,447	1 454,930	T N

Continuación del apéndice 1.

323	1 626 989,390	765 446,046	1 455,884	T N
324	1 626 991,720	765 445,781	1 455,924	T N
325	1 626 994,300	765 445,267	1 455,911	T N
326	1 626 986,640	765 427,618	1 456,965	T N
327	1 626 988,580	765 427,375	1 456,905	T N
328	1 626 991,360	765 427,221	1 456,811	T N
329	1 626 985,310	765 417,842	1 457,245	T N
330	1 626 986,990	765 417,152	1 457,315	T N
331	1 626 989,870	765 419,817	1 457,048	T N
332	1 626 965,990	765 375,109	1 458,973	AUX 17
333	1 626 939,130	765 343,365	1 460,103	AUX 18
334	1 626 983,110	765 413,396	1 457,576	T N
335	1 626 985,040	765 412,524	1 457,467	T N
336	1 626 987,100	765 411,799	1 457,526	T N
337	1 626 972,850	765 393,556	1 458,430	T N
338	1 626 974,520	765 392,552	1 458,338	T N
339	1 626 976,100	765 391,777	1 458,383	T N
340	1 626 964,820	765 379,444	1 458,965	T N
341	1 626 966,280	765 378,175	1 458,977	T N
342	1 626 968,950	765 376,485	1 458,672	T N
343	1 626 962,510	765 375,395	1 459,150	T N
344	1 626 963,900	765 374,115	1 459,032	T N
345	1 626 965,660	765 372,671	1 458,797	T N
346	1 626 949,600	765 360,128	1 459,686	T N
347	1 626 951,020	765 358,717	1 459,523	T N
348	1 626 953,030	765 357,268	1 459,577	T N
349	1 626 963,850	765 382,536	1 459,387	T N
350	1 626 960,090	765 378,807	1 459,362	T N
351	1 626 962,090	765 380,827	1 459,216	T N
352	1 626 956,020	765 393,342	1 460,037	T N
353	1 626 953,960	765 391,906	1 459,980	T N
354	1 626 952,430	765 390,547	1 460,096	T N
355	1 626 945,020	765 408,159	1 459,706	T N
356	1 626 943,590	765 407,475	1 459,711	T N
357	1 626 942,050	765 406,330	1 459,711	T N
358	1 626 928,290	765 428,049	1 458,904	T N
359	1 626 930,160	765 428,408	1 458,848	T N
360	1 626 931,100	765 430,346	1 458,870	T N
361	1 626 916,880	765 445,548	1 458,475	T N
362	1 626 918,140	765 446,269	1 458,492	T N
363	1 626 919,690	765 447,408	1 458,492	T N
364	1 626 906,470	765 459,240	1 458,375	T N
365	1 626 907,610	765 460,461	1 458,373	T N
366	1 626 909,290	765 461,918	1 458,311	T N
367	1 626 892,020	765 480,495	1 458,412	T N
368	1 626 894,730	765 481,520	1 458,341	T N TUBOS
369	1 626 896,340	765 482,145	1 458,370	T N TUBOS

Continuación del apéndice 1.

370	1 626 880,860	765 288,849	1 462,435	AUX 19
371	1 626 936,050	765 326,621	1 458,136	AUX 20
372	1 626 938,600	765 325,424	1 458,144	T N
373	1 626 939,980	765 328,661	1 458,578	T N
374	1 626 940,940	765 332,516	1 458,995	T N
375	1 626 940,180	765 337,215	1 459,577	T N
376	1 626 939,050	765 341,738	1 459,944	T N
377	1 626 942,070	765 344,919	1 460,206	T N
378	1 626 940,110	765 346,798	1 460,105	T N
379	1 626 938,610	765 348,569	1 460,297	T N
380	1 626 930,420	765 340,449	1 460,404	T N
381	1 626 931,750	765 338,980	1 460,297	T N
382	1 626 934,310	765 336,998	1 459,961	T N
383	1 626 936,480	765 335,862	1 459,570	T N
384	1 626 937,480	765 333,666	1 459,125	T N
385	1 626 936,650	765 330,416	1 458,584	T N
386	1 626 922,610	765 325,265	1 460,711	T N
387	1 626 921,170	765 326,813	1 460,673	T N
388	1 626 919,210	765 328,747	1 460,682	T N
389	1 626 912,840	765 315,514	1 460,927	T N
390	1 626 911,290	765 317,062	1 460,863	T N
391	1 626 909,910	765 318,297	1 460,906	T N
392	1 626 901,710	765 304,611	1 461,297	T N
393	1 626 900,570	765 305,969	1 461,220	T N
394	1 626 899,040	765 307,444	1 461,168	T N
395	1 626 899,230	765 307,653	1 461,215	T N
396	1 626 900,650	765 306,031	1 461,241	T N
397	1 626 901,900	765 304,514	1 461,337	T N
398	1 626 889,890	765 294,789	1 461,851	T N
399	1 626 888,670	765 296,060	1 461,741	T N
400	1 626 887,710	765 298,051	1 461,728	T N
401	1 626 883,870	765 290,321	1 462,246	T N
402	1 626 882,880	765 291,927	1 462,173	T N
403	1 626 881,580	765 294,267	1 462,173	T N
404	1 626 876,580	765 286,310	1 462,914	T N
405	1 626 875,760	765 288,526	1 462,861	T N
406	1 626 874,820	765 290,875	1 462,939	T N
407	1 626 871,020	765 287,203	1 463,296	T N
408	1 626 870,550	765 284,220	1 463,250	T N
409	1 626 873,330	765 291,605	1 463,341	ORILLA ASFALTO
410	1 626 870,760	765 288,909	1 463,373	ORILLA ASFALTO
411	1 626 868,410	765 285,722	1 463,408	ORILLA ASFALTO
412	1 626 864,160	765 283,314	1 463,569	ORILLA ASFALTO
413	1 626 858,350	765 280,735	1 463,730	ORILLA ASFALTO
414	1 626 839,860	765 274,970	1 464,298	ORILLA ASFALTO
415	1 626 838,190	765 279,549	1 464,316	ORILLA ASFALTO
416	1 626 851,220	765 284,518	1 464,026	ORILLA ASFALTO

Continuación del apéndice 1.

417	1 626 862,840	765 288,920	1 463,607	ORILLA ASFALTO
418	1 626 866,760	765 291,667	1 463,498	ORILLA ASFALTO
419	1 626 868,340	765 292,997	1 463,481	ORILLA ASFALTO
420	1 626 876,100	765 286,444	1 462,859	REF 3 CLAUO
421	1 626 854,070	765 279,249	1 464,032	REF 4 PIN
422	1 626 922,200	765 292,980	1 454,427	AUX 21
423	1 626 926,140	765 303,361	1 455,078	PIE TALUD
424	1 626 929,710	765 311,404	1 456,143	PIE TALUD
425	1 626 932,060	765 317,981	1 457,081	PIE TALUD CALLE
426	1 626 933,630	765 322,290	1 457,622	PIE TALUD CALLE
427	1 626 936,490	765 329,855	1 458,497	PIE TALUD CALLE
428	1 626 937,510	765 332,891	1 458,970	PIE TALUD CALLE
430	1 626 937,060	765 333,278	1 459,789	CORONA TALUD
431	1 626 935,780	765 330,099	1 459,627	CORONA TALUD
432	1 626 932,940	765 322,964	1 459,085	CORONA TALUD
433	1 626 929,510	765 312,565	1 458,236	CORONA TALUD
434	1 626 928,770	765 312,403	1 458,945	CORONA TALUD
435	1 626 932,950	765 310,659	1 456,462	T N
436	1 626 931,540	765 311,310	1 456,359	T N
437	1 626 929,190	765 300,928	1 455,252	T N
438	1 626 927,540	765 301,449	1 455,075	T N
439	1 626 926,910	765 295,738	1 454,646	T N
440	1 626 925,480	765 296,168	1 454,550	T N
441	1 626 923,430	765 296,844	1 454,727	T N
442	1 626 925,430	765 290,371	1 454,032	T N
443	1 626 923,650	765 290,578	1 454,077	T N
444	1 626 921,750	765 290,641	1 454,167	T N
445	1 626 921,240	765 260,611	1 452,906	AUX 22
446	1 626 924,590	765 302,719	1 457,667	CORONA TALUD
447	1 626 925,050	765 285,689	1 453,820	T N
448	1 626 923,260	765 285,807	1 453,756	T N
449	1 626 921,580	765 285,941	1 453,795	T N
450	1 626 923,690	765 269,626	1 453,333	T N
451	1 626 922,010	765 269,757	1 453,340	T N
452	1 626 920,280	765 269,547	1 453,307	T N
453	1 626 924,940	765 260,863	1 453,020	T N
454	1 626 923,060	765 260,603	1 452,994	T N
455	1 626 920,530	765 259,921	1 452,988	T N
456	1 626 925,210	765 250,531	1 452,393	T N
457	1 626 969,340	765 171,055	1 453,526	AUX 23
458	1 626 926,900	765 251,658	1 452,557	T N
459	1 626 928,410	765 252,320	1 452,551	T N
460	1 626 935,910	765 239,039	1 452,212	T N
461	1 626 934,550	765 238,293	1 452,166	T N
462	1 626 933,320	765 237,496	1 452,319	T N
463	1 626 944,290	765 223,884	1 451,950	T N
464	1 626 941,670	765 222,143	1 451,965	T N

Continuación del apéndice 1.

465	1 626 942,940	765 223,275	1 451,826	T N
466	1 626 952,820	765 208,741	1 451,854	T N
467	1 626 951,610	765 208,244	1 451,745	T N
468	1 626 949,820	765 206,738	1 451,614	T N
469	1 626 960,610	765 192,440	1 451,931	T N
470	1 626 959,120	765 191,924	1 451,964	T N
471	1 626 957,120	765 191,070	1 452,046	T N
472	1 626 964,680	765 183,134	1 452,514	T N
473	1 626 963,070	765 182,147	1 452,587	T N
474	1 627 068,290	765 207,286	1 451,230	AUX 24
475	1 627 081,560	765 213,583	1 450,353	AUX 25
476	1 626 961,800	765 181,561	1 452,668	T N
477	1 626 966,220	765 173,361	1 453,393	T N
478	1 626 967,810	765 174,817	1 453,070	T N
479	1 626 969,350	765 176,329	1 453,247	T N
480	1 626 966,710	765 179,852	1 452,830	T N
481	1 626 972,240	765 174,566	1 453,328	T N
482	1 626 971,800	765 172,615	1 453,320	T N
483	1 626 973,760	765 170,343	1 453,566	T N
484	1 626 970,450	765 170,072	1 453,701	T N
485	1 626 978,010	765 176,397	1 453,159	T N
486	1 626 978,630	765 174,495	1 453,135	T N
487	1 626 979,470	765 172,080	1 453,410	T N
488	1 626 988,490	765 180,368	1 452,825	T N
489	1 626 989,260	765 178,269	1 452,827	T N
490	1 626 989,930	765 176,435	1 452,964	T N
491	1 626 997,980	765 184,169	1 452,736	T N
492	1 626 998,590	765 182,463	1 452,691	T N
493	1 626 999,230	765 180,527	1 452,770	T N
494	1 627 010,230	765 189,463	1 452,642	T N
495	1 627 011,160	765 187,386	1 452,423	T N
496	1 627 011,740	765 185,356	1 452,478	T N
497	1 627 028,310	765 195,912	1 452,157	T N
498	1 627 028,910	765 193,637	1 452,118	T N
499	1 627 030,010	765 191,243	1 452,376	T N
500	1 627 043,900	765 201,312	1 452,134	T N
501	1 627 044,440	765 199,009	1 451,971	T N
502	1 627 044,780	765 196,068	1 451,982	T N
503	1 627 063,940	765 205,210	1 451,364	T N
504	1 627 064,650	765 202,331	1 451,425	T N
505	1 627 139,910	765 247,925	1 449,389	AUX 26
506	1 627 063,310	765 207,430	1 451,437	T N
507	1 627 075,550	765 212,285	1 450,893	T N
508	1 627 076,460	765 209,797	1 450,751	T N
509	1 627 077,200	765 207,888	1 450,962	T N
510	1 627 082,800	765 214,993	1 450,425	T N
511	1 627 083,840	765 213,280	1 450,484	T N

Continuación del apéndice 1.

512	1 627 084,730	765 211,743	1 450,675	T N
513	1 627 078,600	765 214,607	1 449,979	T N
514	1 627 081,310	765 215,765	1 449,975	T N
515	1 627 075,570	765 221,477	1 448,910	T N
516	1 627 076,930	765 222,021	1 448,993	T N
517	1 627 078,480	765 222,677	1 449,218	T N
518	1 627 068,880	765 238,286	1 448,106	T N
519	1 627 070,220	765 238,814	1 448,114	T N
520	1 627 071,500	765 239,330	1 448,105	T N
521	1 627 061,940	765 252,347	1 447,686	T N
522	1 627 063,600	765 253,062	1 447,671	T N
523	1 627 065,090	765 253,842	1 447,709	T N
524	1 627 060,890	765 262,600	1 447,553	T N
525	1 627 054,920	765 269,978	1 447,408	T N
526	1 627 056,230	765 270,443	1 447,414	T N
527	1 627 057,310	765 271,333	1 447,429	T N
528	1 627 044,750	765 293,794	1 447,429	T N
529	1 627 046,270	765 294,452	1 447,429	T N
530	1 627 047,300	765 295,213	1 447,446	T N
531	1 627 039,780	765 305,853	1 447,429	T N
532	1 627 041,200	765 306,425	1 447,431	T N
533	1 627 042,530	765 306,864	1 447,455	T N
534	1 627 098,550	765 224,464	1 449,944	T N
535	1 627 099,570	765 222,461	1 450,036	T N
536	1 627 100,780	765 220,787	1 450,059	T N
537	1 627 115,040	765 234,895	1 449,975	T N
538	1 627 115,900	765 233,606	1 449,975	T N
539	1 627 116,720	765 232,522	1 450,017	T N
540	1 627 170,310	765 220,221	1 450,891	AUX 27
541	1 627 125,920	765 242,820	1 449,664	T N
542	1 627 127,010	765 241,591	1 449,590	T N
543	1 627 127,890	765 240,078	1 449,683	T N
544	1 627 132,020	765 247,152	1 449,520	T N
545	1 627 132,730	765 245,521	1 449,497	T N
546	1 627 133,110	765 243,520	1 449,569	T N
547	1 627 136,430	765 244,180	1 449,491	T N
548	1 627 137,000	765 246,496	1 449,377	T N
549	1 627 139,480	765 249,923	1 449,319	T N
550	1 627 140,540	765 241,206	1 449,698	T N
551	1 627 142,100	765 242,960	1 449,670	T N
552	1 627 144,200	765 244,995	1 449,600	T N
553	1 627 155,370	765 228,846	1 450,527	T N
554	1 627 156,570	765 230,236	1 450,504	T N
555	1 627 157,780	765 231,727	1 450,447	T N
556	1 627 166,000	765 219,344	1 450,939	T N
557	1 627 167,220	765 220,325	1 450,976	T N
558	1 627 168,560	765 222,086	1 450,911	T N

Continuación del apéndice 1.

559	1 627 170,890	765 215,063	1 450,611	T N
560	1 627 171,950	765 216,205	1 450,546	T N
561	1 627 173,120	765 217,357	1 450,594	T N
562	1 627 176,860	765 209,588	1 449,614	T N
563	1 627 178,000	765 210,562	1 449,552	T N
564	1 627 178,940	765 211,802	1 449,680	T N
565	1 627 203,640	765 184,813	1 444,162	AUX 28
566	1 627 189,770	765 200,201	1 446,975	T N
567	1 627 188,390	765 199,129	1 446,980	T N
568	1 627 187,060	765 198,154	1 446,991	T N
569	1 627 197,530	765 192,004	1 445,141	T N
570	1 627 195,930	765 190,802	1 445,060	T N
571	1 627 194,260	765 189,625	1 445,222	T N
572	1 627 201,300	765 187,401	1 444,363	T N
573	1 627 199,780	765 186,329	1 444,395	T N
574	1 627 198,070	765 184,964	1 444,560	T N
575	1 627 202,130	765 182,557	1 444,226	T N
576	1 627 203,390	765 183,439	1 444,102	T N
577	1 627 204,610	765 185,071	1 444,180	T N
578	1 627 211,250	765 178,509	1 442,922	T N
579	1 627 210,000	765 177,383	1 442,775	T N
580	1 627 209,290	765 176,184	1 442,790	T N
581	1 627 217,990	765 168,388	1 441,617	T N
582	1 627 218,800	765 169,439	1 441,533	T N
583	1 627 266,570	765 238,944	1 448,852	AUX 29
584	1 627 219,820	765 170,444	1 441,604	T N
585	1 627 233,740	765 158,609	1 441,005	T N
586	1 627 232,240	765 157,333	1 440,992	T N
587	1 627 231,560	765 156,687	1 440,994	T N
588	1 627 236,200	765 155,151	1 440,980	T N
589	1 627 235,130	765 154,476	1 440,935	T N
590	1 627 234,350	765 152,872	1 440,919	T N
591	1 627 198,620	765 181,121	1 444,426	T N
592	1 627 197,530	765 182,792	1 444,510	T N
593	1 627 196,180	765 184,606	1 444,661	T N
594	1 627 182,510	765 169,243	1 444,818	T N
595	1 627 181,550	765 170,454	1 444,831	T N
596	1 627 180,660	765 171,640	1 444,877	T N
597	1 627 168,630	765 158,917	1 445,219	T N
598	1 627 167,910	765 160,050	1 445,304	T N
599	1 627 166,880	765 161,194	1 445,293	T N
600	1 627 159,370	765 151,346	1 444,818	T N
601	1 627 158,330	765 152,806	1 445,095	T N
602	1 627 157,380	765 154,033	1 445,266	T N
603	1 627 201,020	765 187,894	1 444,407	T N
604	1 627 210,810	765 195,523	1 445,231	T N
605	1 627 212,290	765 194,394	1 445,183	T N

Continuación del apéndice 1.

606	1 627 213,740	765 193,137	1 445,130	T N
607	1 627 221,670	765 200,048	1 446,446	T N
608	1 627 220,350	765 200,729	1 446,341	T N
609	1 627 218,990	765 202,012	1 446,315	T N
610	1 627 224,580	765 207,264	1 447,161	T N
611	1 627 225,680	765 206,103	1 447,127	T N
612	1 627 226,860	765 204,223	1 447,120	T N
613	1 627 233,060	765 213,459	1 447,625	T N
614	1 627 234,120	765 212,211	1 447,500	T N
615	1 627 234,870	765 210,501	1 447,553	T N
616	1 627 244,130	765 221,640	1 448,268	T N
617	1 627 245,260	765 220,190	1 448,151	T N
618	1 627 246,070	765 219,004	1 448,069	T N
619	1 627 251,620	765 226,832	1 448,503	T N
620	1 627 252,630	765 225,586	1 448,473	T N
621	1 627 253,250	765 224,710	1 448,443	T N
622	1 627 349,670	765 269,918	1 443,778	AUX 30
623	1 627 265,040	765 232,073	1 448,991	T N
624	1 627 264,140	765 233,936	1 448,895	T N
625	1 627 262,880	765 235,990	1 448,891	T N
626	1 627 267,860	765 233,349	1 448,730	T N
627	1 627 270,670	765 232,677	1 448,347	T N
628	1 627 274,960	765 237,870	1 448,379	T N
629	1 627 275,510	765 235,018	1 448,037	T N
630	1 627 278,570	765 230,866	1 447,384	T N
631	1 627 277,200	765 229,615	1 447,435	T N
632	1 627 276,100	765 228,480	1 447,404	T N
633	1 627 288,260	765 221,686	1 444,796	T N
634	1 627 287,190	765 220,488	1 444,829	T N
635	1 627 286,490	765 218,894	1 444,871	T N
636	1 627 299,220	765 211,978	1 441,717	T N
637	1 627 297,790	765 210,590	1 441,631	T N
638	1 627 296,530	765 208,962	1 441,714	T N
639	1 627 304,820	765 206,356	1 440,388	T N
640	1 627 303,690	765 205,254	1 440,336	T N
641	1 627 302,410	765 204,007	1 440,404	T N
642	1 627 311,730	765 195,991	1 439,379	T N
643	1 627 312,550	765 197,131	1 439,291	T N
644	1 627 313,790	765 198,607	1 439,396	T N
645	1 627 322,360	765 186,109	1 438,179	T N
646	1 627 323,570	765 187,079	1 438,129	T N
647	1 627 324,530	765 188,296	1 438,142	T N
648	1 627 331,390	765 177,906	1 437,289	T N
649	1 627 331,890	765 179,594	1 437,330	T N
650	1 627 333,390	765 180,892	1 437,330	T N
651	1 627 342,300	765 166,513	1 437,177	T N
652	1 627 343,600	765 167,698	1 437,265	T N

Continuación del apéndice 1.

653	1 627 345,670	765 169,794	1 437,122	T N
654	1 627 351,330	765 158,182	1 437,996	T N
655	1 627 352,780	765 159,590	1 437,930	T N
656	1 627 354,300	765 161,176	1 438,060	T N
657	1 627 361,050	765 148,966	1 438,905	T N
658	1 627 362,570	765 150,178	1 438,936	T N
659	1 627 364,220	765 152,055	1 438,939	T N
660	1 627 373,430	765 137,938	1 439,672	T N
661	1 627 374,520	765 139,143	1 439,673	T N
662	1 627 375,600	765 140,547	1 439,727	T N
663	1 627 384,090	765 127,505	1 441,067	T N
664	1 627 385,680	765 128,378	1 441,139	T N
665	1 627 386,260	765 130,196	1 441,176	T N
666	1 627 275,850	765 242,715	1 448,173	T N
667	1 627 278,940	765 239,491	1 448,145	T N
668	1 627 277,870	765 241,160	1 448,147	T N
669	1 627 288,270	765 246,916	1 447,285	T N
670	1 627 288,780	765 245,418	1 447,248	T N
671	1 627 289,600	765 243,290	1 447,108	T N
672	1 627 302,280	765 252,486	1 446,056	T N
673	1 627 303,110	765 250,471	1 446,099	T N
674	1 627 303,650	765 248,748	1 446,192	T N
675	1 627 318,380	765 259,429	1 444,892	T N
676	1 627 319,060	765 257,708	1 444,846	T N
677	1 627 319,910	765 255,918	1 444,811	T N
678	1 627 330,770	765 264,542	1 444,085	T N
679	1 627 331,360	765 263,220	1 444,182	T N
680	1 627 332,130	765 261,530	1 444,135	T N
681	1 627 435,710	765 313,762	1 439,674	AUX 31
682	1 627 340,790	765 265,204	1 443,934	T N
683	1 627 339,900	765 267,001	1 443,954	T N
684	1 627 338,510	765 269,413	1 443,969	T N
685	1 627 355,300	765 276,604	1 443,805	T N
686	1 627 356,230	765 274,553	1 443,708	T N
687	1 627 357,750	765 272,757	1 443,793	T N
688	1 627 372,040	765 284,347	1 443,287	T N
689	1 627 373,160	765 282,839	1 443,194	T N
690	1 627 374,210	765 280,983	1 443,281	T N
691	1 627 391,070	765 293,068	1 442,709	T N
692	1 627 392,340	765 291,398	1 442,703	T N
693	1 627 393,500	765 289,284	1 442,599	T N
694	1 627 409,810	765 301,721	1 442,063	T N
695	1 627 410,660	765 300,129	1 442,062	T N ENTRADA PLAN
696	1 627 411,730	765 297,132	1 441,947	T N ENTRADA PLAN
697	1 627 426,500	765 309,442	1 440,502	T N
698	1 627 427,440	765 307,336	1 440,506	T N
699	1 627 428,590	765 305,107	1 440,467	T N

Continuación del apéndice 1.












700	1 627 437,870	765 313,666	1 439,174	T N
701	1 627 438,830	765 311,263	1 439,191	T N
702	1 627 483,650	765 343,401	1 433,737	AUX 32
703	1 627 439,470	765 308,264	1 439,316	AUX 32
704	1 627 447,390	765 318,461	1 437,625	T.N
705	1 627 448,990	765 315,355	1 437,688	T.N
706	1 627 450,820	765 312,144	1 437,784	T.N
707	1 627 450,830	765 312,102	1 437,778	T.N
708	1 627 466,630	765 323,059	1 436,118	T.N
709	1 627 464,680	765 324,783	1 436,113	T.N
710	1 627 462,880	765 326,423	1 436,180	T.N
711	1 627 473,850	765 335,140	1 435,146	T N
712	1 627 472,330	765 336,256	1 435,244	T N
713	1 627 470,970	765 337,523	1 435,281	T N
714	1 627 477,420	765 339,602	1 434,370	T N
715	1 627 475,710	765 340,821	1 434,534	T N
716	1 627 473,590	765 342,153	1 434,738	T N
717	1 627 477,690	765 349,031	1 433,918	T N
718	1 627 479,520	765 347,346	1 433,891	T N
719	1 627 482,160	765 345,375	1 433,784	T N
720	1 627 486,450	765 363,584	1 433,165	T N
721	1 627 487,860	765 362,391	1 433,085	T N
722	1 627 489,650	765 360,836	1 433,141	T N
723	1 627 499,980	765 377,224	1 432,892	T N
724	1 627 498,680	765 377,865	1 432,808	T N
725	1 627 497,270	765 378,915	1 432,961	T N
726	1 627 480,910	765 343,590	1 433,914	T N
727	1 627 482,370	765 345,969	1 433,755	T N
728	1 627 488,570	765 337,734	1 433,464	T N
729	1 627 490,510	765 340,284	1 433,295	T N
730	1 627 500,670	765 327,523	1 432,501	T N
731	1 627 503,100	765 330,077	1 432,312	T N
732	1 627 515,030	765 316,712	1 431,749	T N
733	1 627 516,970	765 319,411	1 431,471	T N
734	1 627 529,790	765 306,399	1 431,795	T N
735	1 627 531,120	765 307,732	1 431,486	T N
736	1 627 537,040	765 300,290	1 431,272	T N
737	1 627 538,870	765 302,534	1 431,112	T N
738	1 627 544,200	765 294,438	1 430,866	T N
739	1 627 546,170	765 296,493	1 430,813	T N CORONA FINAL

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

Apéndice 2. **Aforo vehicular**

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

AFORO DE VEHICULOS POR TIPO

PROYECTO:																										
ESTACIÓN TIPO:																										
LUGAR Y FECHA:																										
RESUMEN Y HORARIO DEL CONTEO DE TRÁNSITO CLASIFICADO																										
CLASIFICACIÓN DE VEHÍCULOS		0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24	TOTAL
AUTOMOVIL TIPO 1: Vehículo que se utiliza para el transporte de personas colectivamente o familiar.		0	0	1	1	2	4	6	8	6	3	3	3	2	2	2	2	3	3	3	2	2	2	0	0	60
PANEL ó TIPO 1: Vehículo que se utiliza para el transporte de materiales o mercancías.																										0
TIPO 2 (PICK-UP): Vehículo que se utiliza para el transporte de mercancías y personas.																										0
TIPO 3: Vehículo compuesto de un eje direccional simple y un eje de tracción.		0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
TIPO 3: Vehículo compuesto de un eje direccional simple y un eje tándem o de tracción.																										0
TIPO 3: Vehículo compuesto de un eje direccional simple y un eje triple.																										0
TIPO 4: Tracto-Camión (T3) compuesto de un eje direccional simple y un eje tándem de tracción. Un Semirremolque (S2) con eje tándem.																										0
TIPO 4: Tracto-Camión (T3) compuesto de un eje direccional simple y un eje tándem o de tracción; halando un Semirremolque (S3) con un eje triple.																										0
TIPO 5: Vehículo que se utiliza para el transporte de personas.		0	0	0	0	0	2	2	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	10
TIPO 6: Vehículo que se utiliza para el transporte de personas urbano o extra-urbano.																										0
TRANSPORTE T3-S2-R4: Tracto-Camión (T3) compuesto de un eje direccional simple y un eje tándem que remolca un semirremolque y un remolque.																										0
TOTAL DE VEHICULOS		0	0	1	1	2	6	8	9	8	4	3	3	2	2	4	2	4	4	3	2	2	2	0	0	72

Apéndice 3. **Memoria de cálculo del alcantarillado pluvial**

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

DE	A	COTAS DEL TERRENO		DH (m)	S (%) TERRENO	AREA TRIBUTARIA (HA)		Tc (min)		INTENSIDAD DE LLUVIA (mm/h)	COEFICIENTE				CIA/360 q (lts/s)	q Acumulado (lts/s)	DIAMETRO (pulg)	Diametro (metros)	S % TUBERIA	Area a seccion llena	SECCION LLENA		RELACIONES HIDRAULICAS			v de diseño (m/s)	COTA INVERT		Profundidad de zanja a la corona (m)	PROFUNDIDAD DE POZO (m)		ANCHO DE ZANJA	EXC (m²)	
		INICIO	FINAL			LOCAL	ACUMULADA	T1	T2		C	VEL (m/s)	Q(l/s)	q/Q							v/V	d/D	SALIDA	ENTRADA	INICIO		FINAL							
0	1	1464,15	1462,45	37,42	4,54	0,162	0,162	0	12,00	146,61	0,0168	0,0871	0,0218	0,0363	0,68	44,599	44,60	6	0,152	4,52	0,018	2,675	48,789	0,914	1,134	0,752	3,03	1462,69	1461,06	1,30	1,50	1,50	0,65	54,93
1	2	1462,45	1462,08	8,35	4,39	0,033	0,195		12,23	145,05	0,0038	0,0175	0,0044	0,0073	0,68	9,021	53,62	6	0,152	4,35	0,018	2,624	47,863	1,120	1,124	0,900	2,95	1461,03	1460,72	1,30	1,50	1,50	0,65	12,26
2	3	1462,08	1461,92	3,48	4,60	0,012	0,207		12,29	144,70	0,0016	0,0063	0,0016	0,0026	0,68	3,292	56,91	6	0,152	4,43	0,018	2,648	48,301	1,178	1,124	0,900	2,98	1460,69	1460,59	1,30	1,50	1,50	0,65	5,10
3	4	1461,92	1461,45	12,35	3,82	0,041	0,248		12,31	144,55	0,0056	0,0213	0,0053	0,0089	0,68	11,259	68,17	8	0,203	3,85	0,032	2,990	96,973	0,703	1,083	0,618	3,24	1460,56	1460,13	1,30	1,50	1,50	0,70	19,54
4	5	1461,45	1460,34	40,00	2,78	0,116	0,364		12,38	144,10	0,0180	0,0588	0,0147	0,0245	0,69	31,983	100,15	8	0,203	2,78	0,032	2,541	82,403	1,215	1,124	0,900	2,86	1459,95	1458,87	1,30	1,50	1,70	0,70	67,51
5	6	1460,34	1458,90	56,31	2,56	0,606	0,970		12,64	142,42	0,0253	0,3484	0,0871	0,1452	0,66	158,337	258,49	15	0,381	2,56	0,114	3,708	422,713	0,612	1,050	0,565	3,89	1458,66	1457,25	1,30	1,70	3,40	0,88	189,74
6	7	1458,90	1458,58	8,66	3,71	0,052	1,022		12,89	140,84	0,0039	0,0289	0,0072	0,0120	0,67	13,606	272,10	15	0,381	2,02	0,114	3,294	375,493	0,725	1,090	0,632	3,59	1455,52	1455,37	3,00	3,40	3,40	0,88	38,92

DE	A	COTAS DEL TERRENO		DH (m)	S (%) TERRENO	AREA TRIBUTARIA (HA)		Tc (min)		INTENSIDAD DE LLUVIA (mm/h)	COEFICIENTE				CIA/360 q (lts/s)	q Acumulado (lts/s)	DIAMETRO (pulg)	Diametro (metros)	S % TUBERIA	Area a seccion llena	SECCION LLENA		RELACIONES HIDRAULICAS			v de diseño (m/s)	COTA INVERT		Profundidad de zanja a la corona (m)	PROFUNDIDAD DE POZO (m)		ANCHO DE ZANJA	EXC (m²)	
		INICIO	FINAL			LOCAL	ACUMULADA	T1	T2		C	VEL (m/s)	Q(l/s)	q/Q							v/V	d/D	SALIDA	ENTRADA	INICIO		FINAL							
6,3	6,2	1458,36	1458,93	35,59	-1,60	0,142	0,142	0	12,00	146,61	0,0160	0,0756	0,0189	0,0315	0,68	39,220	39,22	8	0,203	0,4	0,032	0,964	31,257	1,255	1,124	0,900	1,08	1457,34	1457,20	0,82	1,20	1,80	0,70	56,30
6,2	6,1	1458,93	1459,38	60,35	-0,74	0,228	0,370	12,00	12,62	142,57	0,0272	0,1205	0,0301	0,0502	0,68	61,381	100,60	15	0,381	0,7	0,114	1,939	221,042	0,455	0,977	0,474	1,89	1457,17	1456,76	1,00	1,80	2,70	0,88	179,44
6,1	6	1459,38	1458,90	29,34	1,63	0,033	0,403	12,56	13,13	139,38	0,0132	0,0119	0,0030	0,0049	0,75	9,582	110,32	15	0,381	1,6	0,114	2,931	334,184	0,330	0,898	0,396	2,63	1456,73	1456,28	1,00	2,70	3,40	0,88	118,24

DE	A	COTAS DEL TERRENO		DH (m)	S (%) TERRENO	AREA TRIBUTARIA (HA)		Tc (min)		INTENSIDAD DE LLUVIA (mm/h)	COEFICIENTE				CIA/360 q (lts/s)	q Acumulado (lts/s)	DIAMETRO (pulg)	Diametro (metros)	S % TUBERIA	Area a seccion llena	SECCION LLENA		RELACIONES HIDRAULICAS			v de diseño (m/s)	COTA INVERT		Profundidad de zanja a la corona (m)	PROFUNDIDAD DE POZO (m)		ANCHO DE ZANJA	EXC (m²)	
		INICIO	FINAL			LOCAL	ACUMULADA	T1	T2		C	VEL (m/s)	Q(l/s)	q/Q							v/V	d/D	SALIDA	ENTRADA	INICIO		FINAL							
6	7	1458,90	1458,58	8,66	3,71	0,052	1,022		12,89	140,86	0,0039	0,0289	0,0072	0,0120	0,67	13,606	272,10	15	0,381	2,02	0,114	3,294	375,493	0,725	1,090	0,632	3,59	1455,52	1455,37	3,00	3,40	3,40	0,88	38,92
7	8	1458,58	1457,32	32,04	3,92	0,115	1,137		12,93	140,59	0,0144	0,0603	0,0151	0,0251	0,68	30,599	302,70	15	0,381	2,00	0,114	3,28	373,629	0,810	1,114	0,510	3,65	1455,34	1454,72	3,00	3,40	2,65	0,88	128,07
8	9	1457,32	1457,00	7,43	4,34	0,228	1,365		13,10	139,59	0,0033	0,1348	0,0337	0,0562	0,65	57,787	360,49	15	0,381	1,93	0,114	3,22	367,032	0,982	1,140	0,508	3,67	1454,69	1454,57	3,00	2,65	2,45	0,88	25,02
9	10	1457,00	1455,12	36,59	5,13	0,140	1,505		13,14	139,37	0,0165	0,0741	0,0185	0,0309	0,68	36,823	397,31	15	0,381	3,71	0,114	4,46	508,877	0,781	1,106	0,549	4,94	1454,62	1453,31	2,00	2,45	1,85	0,88	103,97

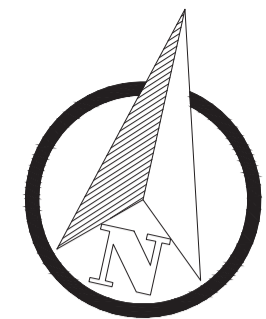
DE	A	COTAS DEL TERRENO		DH (m)	S (%) TERRENO	AREA TRIBUTARIA (HA)		Tc (min)		INTENSIDAD DE LLUVIA (mm/h)	COEFICIENTE				CIA/360 q (lts/s)	q Acumulado (lts/s)	DIAMETRO (pulg)	Diametro (metros)	S % TUBERIA	Area a seccion llena	SECCION LLENA		RELACIONES HIDRAULICAS			v de diseño (m/s)	COTA INVERT		Profundidad de zanja a la corona (m)	PROFUNDIDAD DE POZO (m)		ANCHO DE ZANJA	EXC (m²)	
		INICIO	FINAL			LOCAL	ACUMULADA	T1	T2		C	VEL (m/s)	Q(l/s)	q/Q							v/V	d/D	SALIDA	ENTRADA	INICIO		FINAL							
0	1	1464,15	1462,45	37,42	4,54	0,162	0,162	0	12,00	146,61	0,0168	0,0871	0,0218	0,0363	0,68	44,599	44,60	6	0,152	4,52	0,018	2,675	48,789	0,914	1,134	0,752	3,03	1462,69	1461,06	1,30	1,50	1,50	0,65	54,93
1	2	1462,45	1462,08	8,34	4,40	0,033	0,195		12,23	145,05	0,0038	0,0175	0,0044	0,0073	0,68	9,020	53,62	6	0,152	4,35	0,018	2,624	47,863	1,120	1,124	0,900	2,95	1461,03	1460,72	1,30	1,50	1,50	0,65	12,24
2	3	1462,08	1461,92	3,48	4,60	0,012	0,207		12,29	144,70	0,0016	0,0063	0,0016	0,0026	0,68	3,292	56,91	6	0,152	4,43	0,018	2,648	48,301	1,178	1,124	0,900	2,98	1460,69	1460,59	1,30	1,50	1,50	0,65	5,10
3	4	1461,92	1461,45	12,35	3,82	0,041	0,248		12,31	144,55	0,0056	0,0213	0,0053	0,0089	0,68	11,259	68,17	8	0,203	3,85	0,032	2,990	96,973	0,703	1,083	0,618	3,24	1460,56	1460,13	1,30	1,50	1,50	0,70	19,54
4	5	1461,45	1460,34	40,00	2,78	0,116	0,364		12,38	144,10	0,0180	0,0588	0,0147	0,0245	0,69	31,983	100,15	8	0,203	2,78	0,032	2,541	82,403	1,215	1,124	0,900	2,86	1459,95	1458,87	1,30	1,50	1,70	0,70	67,51
5	6	1460,34	1458,90	56,31	2,56	0,606	0,970		12,64	142,42	0,0253	0,3484	0,0871	0,1452	0,66	158,337	258,49	15	0,381	2,56	0,114	3,708	422,713	0,612	1,050	0,565	3,89	1458,66	1457,25	1,30	1,70	3,40	0,88	189,74
6	7	1458,90	1458,58	8,66	3,71	0,052	1,022		12,89	140,84	0,0039	0,0289	0,0072	0,0120	0,67	13,606	272,10	15	0,381	2,02	0,114	3,294	375,493	0,725	1,090	0,632	3,59	1455,52	1455,37	3,00	3,40	3,40	0,88	38,92
7	8	1458,58	1457,32	32,05	3,92	0,115	1,137		12,94	140,57	0,0144	0,0603	0,0151	0,0251	0,68	30,599	302,69	15	0,381	2,01	0,114	3,285	374,562	0,808	1,113	0,682	3,66	1455,34	1454,72	3,00	3,40	2,65	0,88	128,11
8	9	1457,32	1457,00	7,43	4,34	0,228	1,365		13,10	139,59	0,0033	0,1348	0,0337	0,0562	0,65	57,787	360,48	15	0,381	1,93	0,114	3,219	367,032	0,982	1,140	0,504	3,67	1454,69	1454,57	3,00	2,65	2,45	0,88	25,02
9	10	1457,00	1455,12	36,59	5,13	0,140	1,505		13,14	139,36	0,0165	0,0741	0,0185	0,0309	0,68	36,820	397,30	15	0,381	3,70	0,114	4,457	508,190	0,782	1,107	0,666	4,93	1454,62	1453,31	2,00	2,45	1,85	0,88	103,97
10	11	1455,12	1454,79	5,19	6,45	0,021	1,526		13,27	138,54	0,0023	0,0112	0,0028	0,0047	0,68	5,478	402,78	15	0,381	3,53	0,114	4,354	496,379	0,811	1,114	0,684	4,85	1453,28	1453,14	1,30	1,85	2,70	0,88	15,60
11	12	1454,79	1452,72	28,22	7,34	0,106	1,632		13,29	138,43	0,0127	0,0560	0,0140	0,0233	0,68	27,714	430,49	15	0,381	3,58	0,114	4,385	499,882	0,861	1,125	0,716	4,93	1452,11	1451,14	2,30	2,70	2,60	0,88	98,83
12	13	1452,72	1450,50	31,34	7,09	0,120	1,752		13,40	137,80	0,0141	0,0635	0,0159	0,0265	0,68	31,206	461,70	15	0,381	3,62	0,114	4,409	502,666	0,918	1,134	0,755	5,00	1450,14	1449,05	2,20	2,60	1,70	0,88	89,04
13	14	1450,50	1450,10	6,04	6,50	0,023	1,775		13,52	137,12	0,0027	0,0122	0,0030	0,0051	0,68	5,953	467,65	15	0,381	3,55	0,114	4,366	497,783	0,939	1,137	0,771	4,96	1448,81	1448,64	1,30	1,70	2,20	0,88	15,57
14	15	1450,10	1448,57	24,79	6,19	0,094	1,869		13,54	136,98	0,0112	0,0497	0,0124	0,0207	0,68	24,310	491,96	15	0,381	3,55	0,114	4,366	497,783	0,988	1,140	0,810	4,98	1447,97	1447,13	1,75	2,20	1,50	0,88	60,61
15	16	1448,57	1448,04	14,08	3,71	0,054	1,923		13,64	136,44	0,0063	0,0286	0,0071	0,0119	0,68	13,904	505,86	15	0,381															

DE	A	COTAS DEL TERRENO		DH (m)	S (%) TERRENO	AREA TRIBUTARIA (HA)		Tc (min)		INTENSIDAD DE LLUVIA (mm/h)	COEFICIENTE				CIA/360 q (lts/s)	q Acumulado (lts/s)	DIAMETRO (pulg)	Diametro (metros)	S % TUBERIA	Area a seccion llena	SECCION LLENA		RELACIONES HIDRAULICAS			v de diseño (m/s)	COTA INVERT		Profundidad de zanja a la corona	PROFUNDIDAD DE POZO (m)		ANCHO DE ZANJA	EXC (m²)	
		LOCAL	ACUMULADA			T1	T2	0,9 Calle	0,8 Losas		0,8 Lamina	0,2 Patio	C	VEL (m/s)							Q(l/s)	q/Q	v/v	d/D	SALIDA		ENTRADA	INICIO		FINAL				
43	44	1431,77	1430,06	36,02	4,74	0,114	0,114	0	12,00	146,61	0,0162	0,0587	0,0147	0,0244	0,69	31,828	31,83	6	0,152	4,51	0,018	2,672	48,735	0,653	1,066	0,590	2,85	1430,31	1428,74	1,30	1,50	1,80	0,65	58,16
44	45	1430,06	1428,14	59,96	3,20	0,231	0,345		12,22	145,10	0,0270	0,1224	0,0306	0,0510	0,68	63,239	95,07	8	0,203	2,47	0,032	2,995	77,673	1,224	1,124	0,900	2,69	1428,29	1426,84	1,00	1,80	1,55	0,70	105,94
45	46	1428,14	1427,41	40,04	1,82	0,154	0,499		12,64	142,40	0,0180	0,0816	0,0204	0,0340	0,68	41,378	136,45	15	0,381	1,98	0,114	3,261	371,756	0,367	0,924	0,420	3,01	1426,59	1425,82	1,30	1,55	1,65	0,88	84,66
46	47	1427,41	1427,49	16,65	3,00	0,053	0,552		12,85	141,12	0,0075	0,0273	0,0068	0,0114	0,69	14,239	150,68	15	0,381	0,60	0,114	1,795	204,645	0,736	1,093	0,638	1,96	1425,77	1425,68	1,30	1,65	1,85	0,88	38,51
47	48	1427,49	1427,56	5,74	-1,22	0,022	0,574		13,00	140,18	0,0026	0,0117	0,0029	0,0049	0,68	5,820	156,50	15	0,381	0,65	0,114	1,868	213,001	0,735	1,093	0,638	2,04	1425,63	1425,60	1,30	1,85	2,00	0,88	14,60
48	49	1427,56	1427,64	6,08	-1,32	0,029	0,603		13,05	139,87	0,0027	0,0158	0,0029	0,0066	0,67	7,589	160,18	15	0,381	0,62	0,114	1,825	208,028	0,789	1,108	0,670	2,02	1425,57	1425,54	1,30	2,00	2,20	0,88	16,87
49	50	1427,64	1427,75	6,51	-1,69	0,027	0,630		13,11	139,53	0,0029	0,0144	0,0036	0,0060	0,68	7,086	171,18	15	0,381	0,75	0,114	2,007	228,800	0,748	1,097	0,646	2,20	1425,51	1425,47	3,00	2,20	2,30	0,88	19,36
50	51	1427,75	1428,18	27,62	-1,56	0,087	0,717		13,16	139,21	0,0124	0,0447	0,0112	0,0186	0,69	23,069	194,25	15	0,381	0,72	0,114	1,966	224,177	0,866	1,126	0,720	2,21	1425,44	1425,25	3,00	2,30	3,00	0,88	96,72
51	52	1428,18	1428,27	8,25	-1,04	0,033	0,750		13,40	137,83	0,0037	0,0176	0,0044	0,0073	0,68	8,568	202,82	15	0,381	0,72	0,114	1,966	224,177	0,905	1,132	0,745	2,23	1425,20	1425,15	3,00	3,00	3,25	0,88	34,07
52	53	1428,27	1428,29	6,36	-0,38	0,032	0,782		13,47	137,42	0,0029	0,0175	0,0044	0,0073	0,67	8,213	211,03	15	0,381	0,79	0,114	2,060	234,822	0,899	1,132	0,741	2,33	1425,10	1425,06	2,00	3,25	3,40	0,88	27,95
53	54	1428,29	1428,16	23,79	0,55	0,088	0,870		13,52	137,13	0,0107	0,0464	0,0116	0,0193	0,68	22,807	233,84	15	0,381	0,70	0,114	1,939	221,042	1,058	1,129	0,886	2,19	1425,01	1424,85	1,30	3,40	3,40	0,88	106,89
54	55	1428,16	1427,84	20,00	1,60	0,077	0,947		13,72	135,97	0,0090	0,0408	0,0102	0,0170	0,68	19,753	253,59	15	0,381	0,70	0,114	1,939	221,042	1,147	1,124	0,900	2,18	1424,80	1424,67	2,30	3,40	3,25	0,88	87,88
55	56	1427,84	1427,58	14,32	1,82	0,045	0,992		13,89	135,01	0,0064	0,0231	0,0058	0,0096	0,69	11,574	265,16	15	0,381	0,70	0,114	1,939	221,042	1,200	1,124	0,900	2,18	1424,62	1424,53	2,20	3,25	3,10	0,88	60,08
56	57	1427,58	1427,48	6,21	1,58	0,027	1,019		14,02	134,33	0,0028	0,0145	0,0036	0,0061	0,68	6,809	271,97	15	0,381	0,61	0,114	1,810	206,343	1,318	1,124	0,900	2,03	1424,48	1424,45	1,30	3,10	3,10	0,88	25,44
57	58	1427,48	1427,36	6,09	1,97	0,027	1,046		14,07	134,02	0,0027	0,0146	0,0036	0,0061	0,68	6,789	278,76	15	0,381	0,80	0,114	2,073	236,304	1,180	1,124	0,900	2,33	1424,42	1424,38	1,75	3,10	3,00	0,88	24,55
58	59	1427,36	1427,27	5,70	1,58	0,029	1,075		14,12	133,76	0,0026	0,0159	0,0040	0,0066	0,67	7,242	286,00	15	0,381	0,90	0,114	2,198	250,638	1,141	1,124	0,900	2,47	1424,35	1424,31	1,30	3,00	3,00	0,88	22,60
59	60	1427,27	1425,86	69,39	2,03	0,247	1,322		14,17	133,52	0,0312	0,1295	0,0324	0,0539	0,68	62,443	348,45	18	0,457	0,70	0,164	2,189	359,439	0,969	1,139	0,794	2,49	1424,28	1423,80	0,10	3,00	2,10	0,96	254,06
60	61	1425,86	1425,62	7,74	3,10	0,040	1,362		14,69	130,76	0,0035	0,0219	0,0055	0,0091	0,67	9,760	358,21	18	0,457	0,62	0,164	2,060	338,276	1,059	1,129	0,888	2,33	1423,77	1423,73	1,36	2,10	2,00	0,96	22,78
61	62	1425,62	1425,31	7,86	3,94	0,034	1,396		14,76	130,44	0,0035	0,0183	0,0046	0,0076	0,68	8,328	366,53	18	0,457	0,60	0,164	2,027	332,775	1,101	1,124	0,900	2,28	1423,70	1423,66	1,20	2,00	2,00	0,96	23,70
62	63	1425,31	1424,31	22,98	4,35	0,088	1,484		14,82	130,12	0,0103	0,0466	0,0116	0,0194	0,68	21,609	388,14	18	0,457	2,50	0,164	4,138	679,275	0,571	1,033	0,542	4,28	1423,15	1422,61	1,20	2,20	3,00	0,96	85,79

DE	A	COTAS DEL TERRENO		DH (m)	S (%) TERRENO	AREA TRIBUTARIA (HA)		Tc (min)		INTENSIDAD DE LLUVIA (mm/h)	COEFICIENTE				CIA/360 q (lts/s)	q Acumulado (lts/s)	DIAMETRO (pulg)	Diametro (metros)	S % TUBERIA	Area a seccion llena	SECCION LLENA		RELACIONES HIDRAULICAS			v de diseño (m/s)	COTA INVERT		Profundidad de zanja a la corona	PROFUNDIDAD DE POZO (m)		ANCHO DE ZANJA	EXC (m²)	
		LOCAL	ACUMULADA			T1	T2	0,9 Calle	0,8 Losas		0,8 Lamina	0,2 Patio	C	VEL (m/s)							Q(l/s)	q/Q	v/v	d/D	SALIDA		ENTRADA	INICIO		FINAL				
19,1	19	1446,49	1445,74	79,71	0,94	0,312	0,312		12,00	145,20	0,0359	0,1657	0,0414	0,0690	0,68	85,410	85,410	18	0,457	0,97	0,164	2,577	423,118	0,202	0,783	0,305	2,02	1444,83	1444,07	1,20	1,65	1,75	0,96	194,56
63	64	1424,31	1422,04	43,67	5,20	0,167	1,651		14,91	129,66	0,0197	0,0884	0,0221	0,0368	0,68	40,864	429,01	18	0,457	3,55	0,164	4,930	809,450	0,530	1,015	0,518	5,00	1421,53	1420,02	1,00	3,00	3,00	0,96	188,10
64	65	1422,04	1419,88	36,25	5,95	0,140	1,791		15,06	128,93	0,0163	0,0742	0,0186	0,0309	0,68	34,050	463,06	18	0,457	3,35	0,164	4,790	786,318	0,589	1,041	0,552	4,98	1419,37	1418,20	1,30	3,00	2,10	0,96	132,72
65	66	1419,88	1418,74	20,00	5,70	0,076	1,867		15,19	128,31	0,0090	0,0402	0,0101	0,0168	0,68	18,409	481,47	18	0,457	3,30	0,164	4,754	780,428	0,617	1,053	0,569	5,00	1417,83	1417,21	1,70	2,10	1,75	0,96	55,28
66	67	1418,74	1418,24	11,44	4,37	0,039	1,906		15,26	127,97	0,0051	0,0203	0,0051	0,0085	0,68	9,469	490,93	18	0,457	3,15	0,164	4,644	762,484	0,644	1,063	0,584	4,93	1417,04	1416,72	1,30	1,75	1,60	0,96	27,51
67	68	1418,24	1418,05	5,50	3,45	0,022	1,928		15,30	127,77	0,0025	0,0117	0,0029	0,0049	0,68	5,295	496,23	18	0,457	2,57	0,164	4,195	688,719	0,721	1,089	0,629	4,57	1416,69	1416,58	2,20	1,60	1,60	0,96	12,64
68	69	1418,05	1417,88	5,31	3,20	0,023	1,951		15,32	127,67	0,0024	0,0124	0,0031	0,0052	0,68	5,514	501,74	18	0,457	2,94	0,164	4,487	736,630	0,681	1,076	0,606	4,43	1416,55	1416,43	1,30	1,60	1,60	0,96	12,20
69	70	1417,88	1417,73	6,79	2,21	0,024	1,975		15,34	127,57	0,0031	0,0126	0,0031	0,0052	0,68	5,799	507,54	18	0,457	2,00	0,164	3,701	607,562	0,835	1,119	0,699	4,14	1416,40	1416,29	1,55	1,60	1,85	0,96	16,82
70	71	1417,73	1417,36	40,31	0,91	0,149	2,124		15,37	127,43	0,0181	0,0785	0,0196	0,0327	0,68	35,887	543,43	24	0,610	0,80	0,292	2,835	827,543	0,657	1,068	0,592	3,03	1415,94	1415,63	1,60	1,85	1,80	1,11	122,44
71	72	1417,36	1417,04	52,22	0,62	0,199	2,323		15,61	126,31	0,0235	0,1053	0,0263	0,0439	0,68	47,445	590,87	24	0,610	0,80	0,292	2,835	827,543	0,714	1,086	0,624	3,08	1415,60	1415,19	1,60	1,80	2,00	1,11	165,14
72	73	1417,04	1416,94	7,46	1,34	0,026	2,349		15,92	124,90	0,0034	0,0136	0,0034	0,0057	0,68	6,154	597,03	24	0,610	0,96	0,292	3,106	906,528	0,659	1,068	0,593	3,32	1415,16	1415,10	1,45	2,00	2,00	1,11	24,83
73	74	1416,94	1416,84	6,15	1,63	0,030	2,379		15,96	124,72	0,0028	0,0163	0,0041	0,0068	0,67	6,995	604,02	24	0,610	0,80	0,292	2,835	827,543	0,730	1,092	0,635	3,10	1415,07	1415,03	1,45	2,00	1,90	1,11	19,96
74	75	1416,84	1416,36	25,73	1,87	0,099	2,478		15,99	124,56	0,0116	0,0525																						

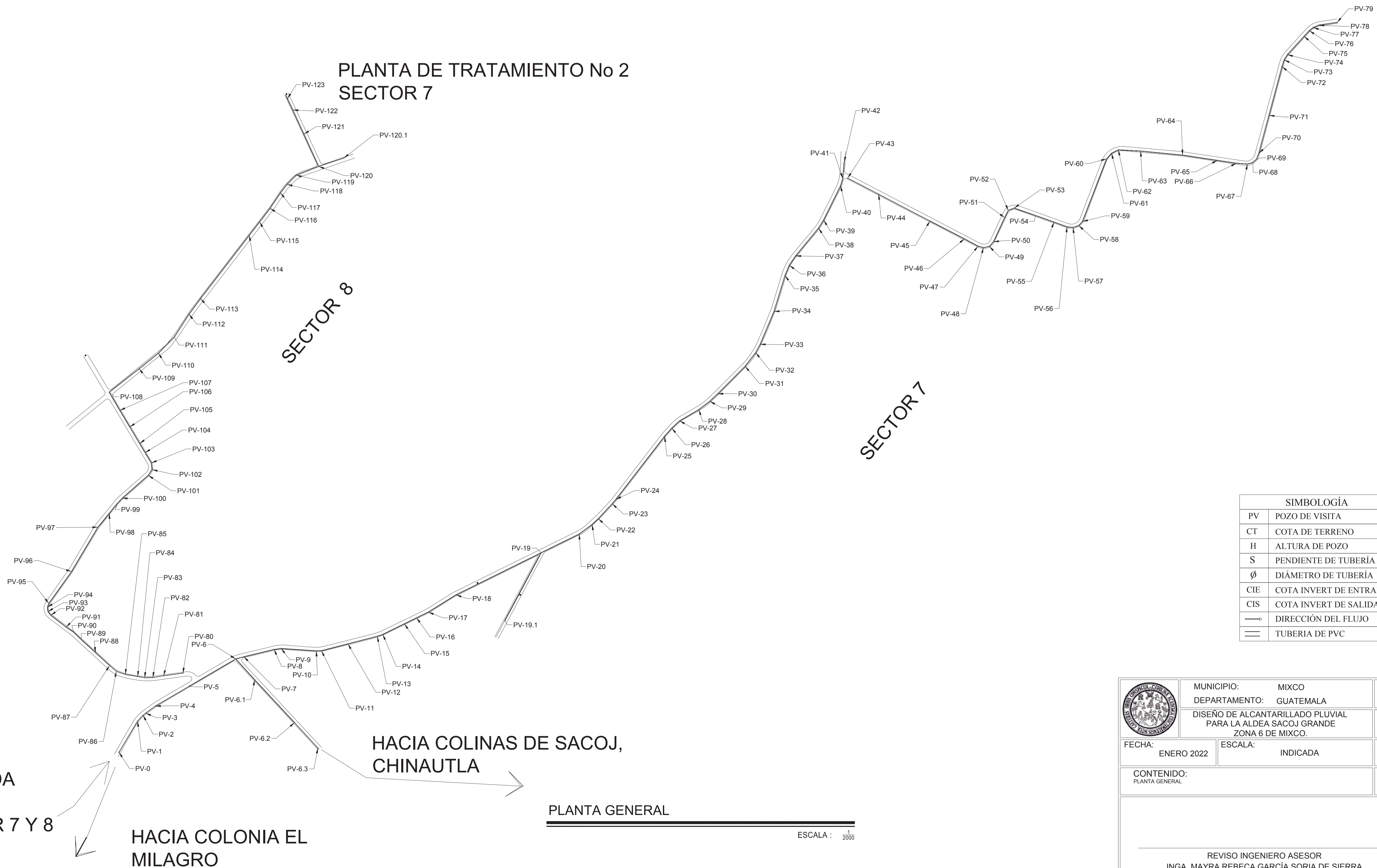
Apéndice 4. **Planos alcantarillado pluvial**

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.



PLANTA DE TRATAMIENTO No 1
SECTOR 8

PLANTA DE TRATAMIENTO No 2
SECTOR 7



SIMBOLOGÍA	
PV	POZO DE VISITA
CT	COTA DE TERRENO
H	ALTURA DE POZO
S	PENDIENTE DE TUBERÍA
Ø	DIÁMETRO DE TUBERÍA
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
→	DIRECCIÓN DEL FLUJO
—	TUBERIA DE PVC

	MUNICIPIO: MIXCO	DISEÑO: ALEXIS OLIVA
	DEPARTAMENTO: GUATEMALA	CÁLCULO: ALEXIS OLIVA
DISEÑO DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA ALDEA SACOJ GRANDE ZONA 6 DE MIXCO.		
FECHA: ENERO 2022	ESCALA: INDICADA	DIBUJO: ALEXIS OLIVA
CONTENIDO: PLANTA GENERAL		TOPOGRAFÍA: ALEXIS OLIVA
		HOJA No 1
REVISO INGENIERO ASESOR INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORIA DE SIERRA		
		17

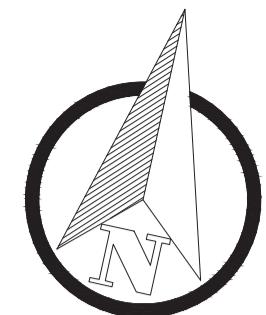
ENTRADA
SALIDA
SECTOR 7 Y 8

HACIA COLONIA EL
MILAGRO

HACIA COLINAS DE SACOJ,
CHINAUTLA

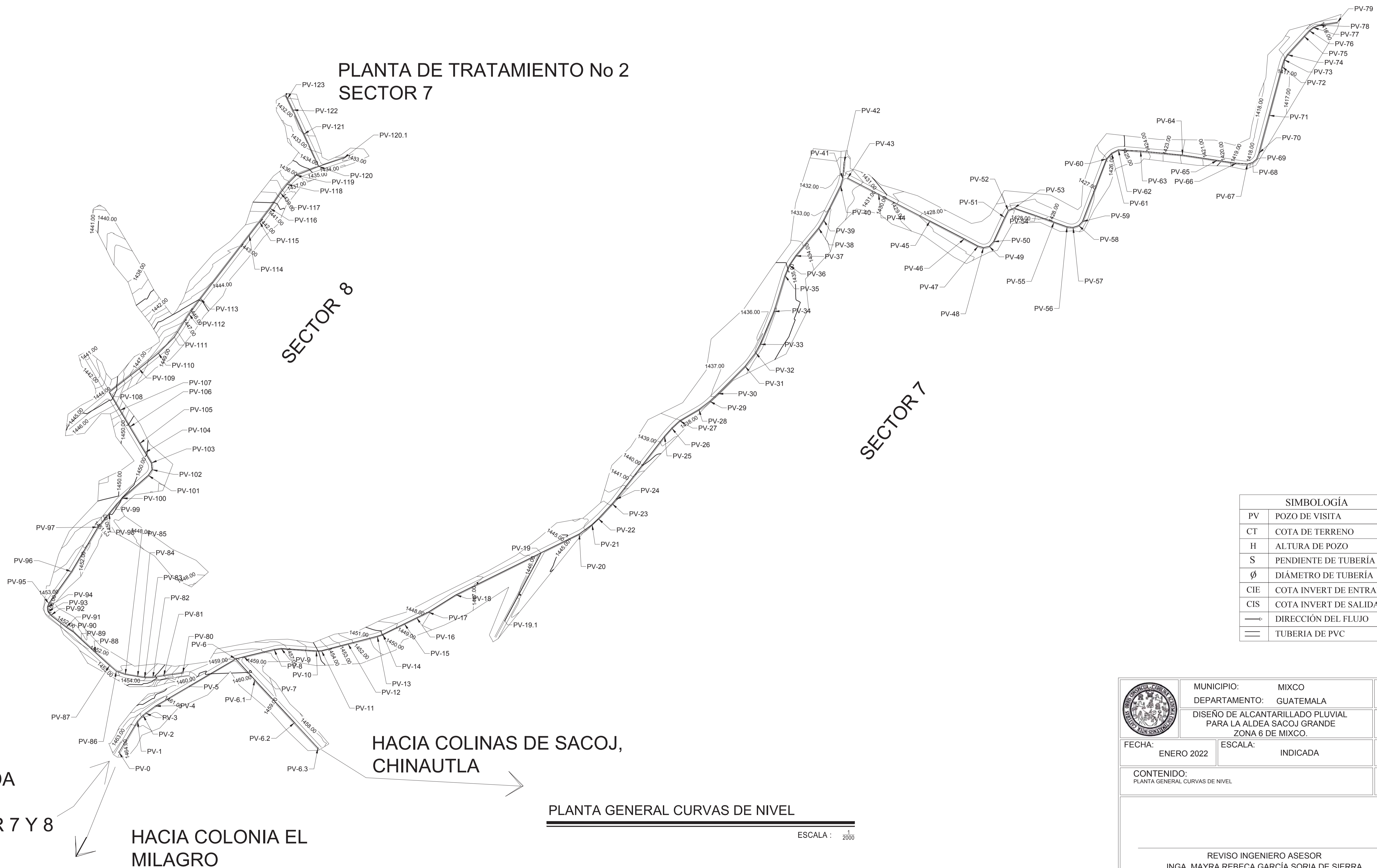
PLANTA GENERAL

ESCALA : 1/2000



PLANTA DE TRATAMIENTO No 1
SECTOR 8

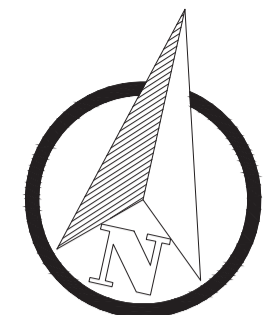
PLANTA DE TRATAMIENTO No 2
SECTOR 7



SIMBOLOGÍA	
PV	POZO DE VISITA
CT	COTA DE TERRENO
H	ALTURA DE POZO
S	PENDIENTE DE TUBERÍA
∅	DIÁMETRO DE TUBERÍA
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
→	DIRECCIÓN DEL FLUJO
—	TUBERIA DE PVC

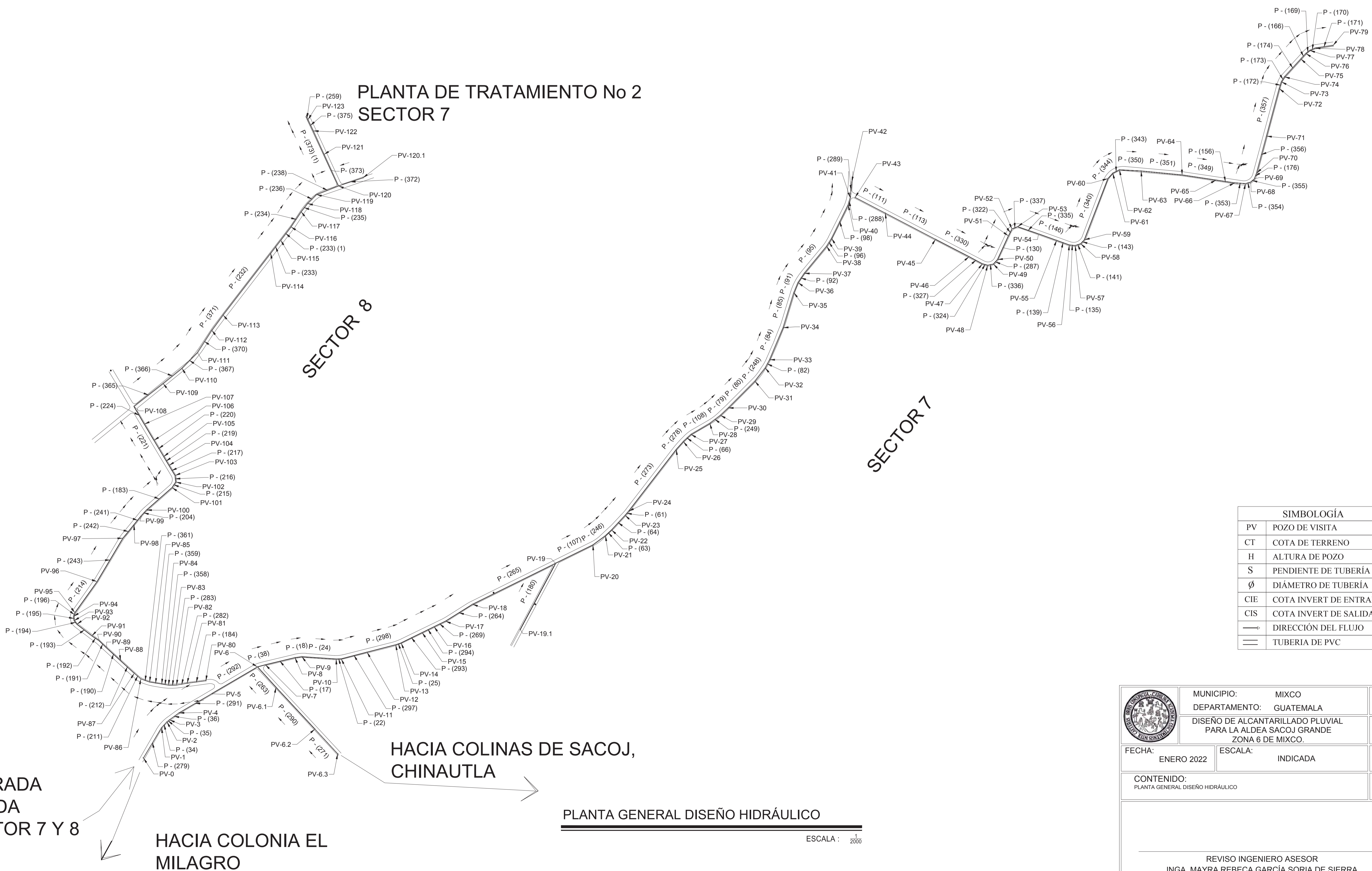
	MUNICIPIO: MIXCO	DISEÑO: ALEXIS OLIVA
	DEPARTAMENTO: GUATEMALA	CÁLCULO: ALEXIS OLIVA
DISEÑO DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA ALDEA SACOJ GRANDE ZONA 6 DE MIXCO.		
FECHA: ENERO 2022	ESCALA: INDICADA	DIBUJO: ALEXIS OLIVA
CONTENIDO: PLANTA GENERAL CURVAS DE NIVEL		TOPOGRAFÍA: ALEXIS OLIVA
		HOJA No 2
REVISO INGENIERO ASESOR INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORIA DE SIERRA		

PLANTA GENERAL CURVAS DE NIVEL
ESCALA : 2000



PLANTA DE TRATAMIENTO No 1 SECTOR 8

PLANTA DE TRATAMIENTO No 2 SECTOR 7



SIMBOLOGÍA	
PV	POZO DE VISITA
CT	COTA DE TERRENO
H	ALTURA DE POZO
S	PENDIENTE DE TUBERÍA
∅	DIÁMETRO DE TUBERÍA
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
→	DIRECCIÓN DEL FLUJO
—	TUBERIA DE PVC

	MUNICIPIO: MIXCO	DISEÑO: ALEXIS OLIVA
	DEPARTAMENTO: GUATEMALA	CÁLCULO: ALEXIS OLIVA
DISEÑO DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA ALDEA SACOJ GRANDE ZONA 6 DE MIXCO.		
FECHA: ENERO 2022	ESCALA: INDICADA	DIBUJO: ALEXIS OLIVA
CONTENIDO: PLANTA GENERAL DISEÑO HIDRÁULICO		TOPOGRAFÍA: ALEXIS OLIVA
		HOJA No 3
REVISOR INGENIERO ASESOR INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORIA DE SIERRA		

PLANTA GENERAL DISEÑO HIDRÁULICO

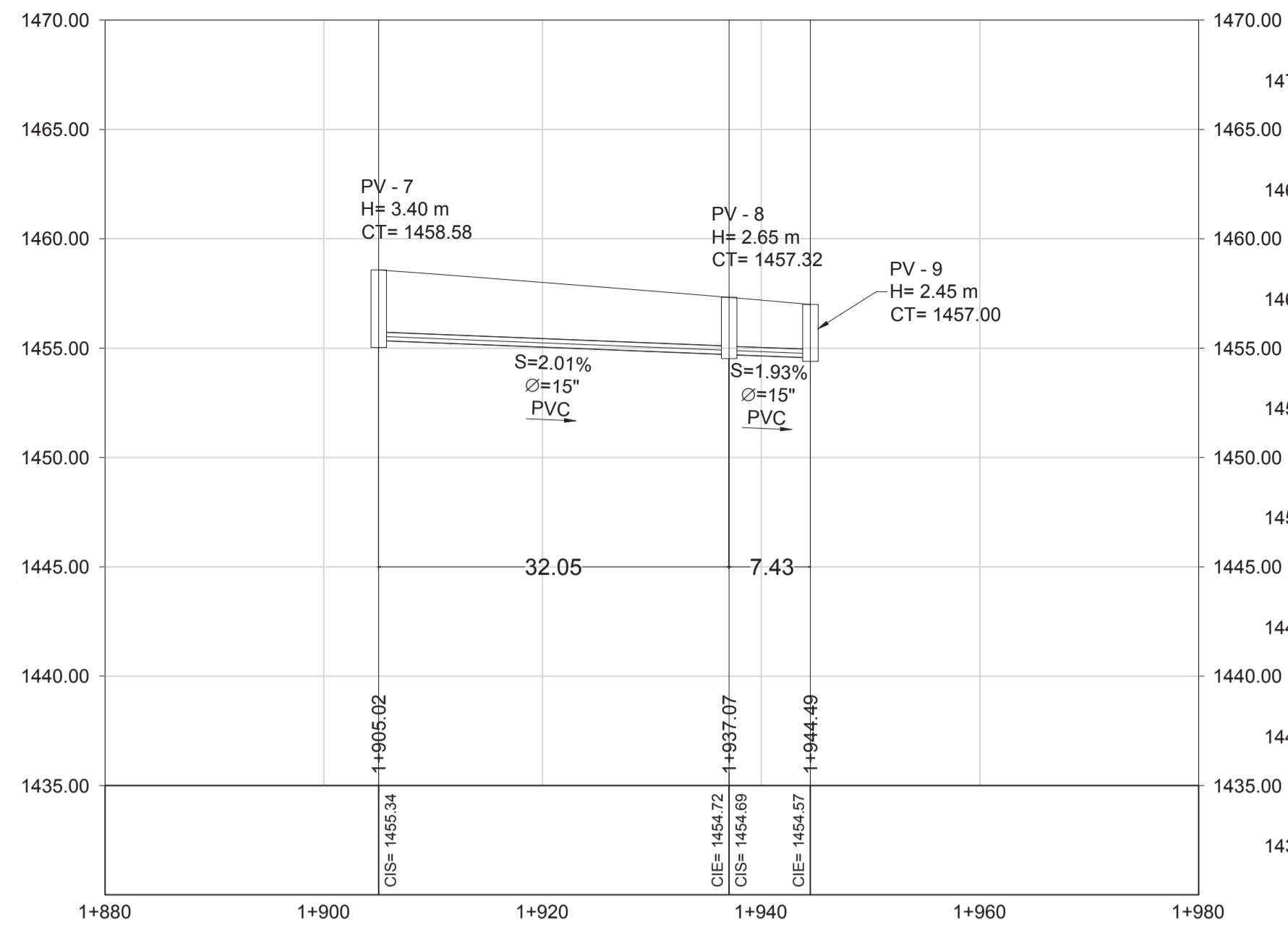
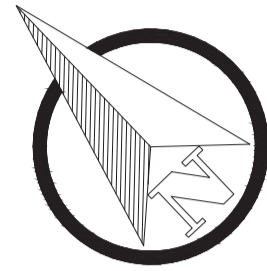
ESCALA : 2000

TABLA DE POZOS DE VISITA					
POZO DE VISITA	ALTURA (m)	COTA DEL TERRENO (m)	TUBERÍAS DEL PV	COTAS INVERT (m)	LONGITUD TUBERÍAS DEL PV (m)
PV-77)	0.800	1458.983	P - (380) ▶	CIS=0.59	L=1456.776, Ø=6", S=39749.40%, PVC
PV-78)	1.188	1458.951	P - (383) ▶	CIS=1457.76	L=2.166, Ø=6", S=0.00%, PVC
PV-0	1.500	1464.146	P - (279) ▶	CIS=1462.69	L=37.444, Ø=6", S=4.50%, PVC
PV-1	1.500	1462.449	P - (279) ▶ P - (34) ▶	CIE=1461.06 CIS=1461.03	L=37.44, Ø=6", S=4.50%, PVC L=8.356, Ø=6", S=4.35%, PVC
PV-2	1.500	1462.082	P - (34) ▶ P - (35) ▶	CIE=1460.72 CIS=1460.69	L=8.36, Ø=6", S=4.35%, PVC L=3.476, Ø=6", S=4.43%, PVC
PV-3	1.500	1461.922	P - (35) ▶ P - (36) ▶	CIE=1460.59 CIS=1460.56	L=3.48, Ø=6", S=4.43%, PVC L=12.402, Ø=8", S=3.85%, PVC
PV-4	1.500	1461.450	P - (36) ▶ P - (291) ▶	CIE=1460.13 CIS=1459.95	L=12.40, Ø=8", S=3.85%, PVC L=40.015, Ø=8", S=2.79%, PVC
PV-5	1.700	1460.340	P - (291) ▶ P - (292) ▶	CIE=1458.87 CIS=1458.66	L=40.01, Ø=8", S=2.79%, PVC L=56.327, Ø=15", S=2.56%, PVC
PV-6	3.380	1458.900	P - (292) ▶ P - (30) ▶ P - (263) ▶ P - (380) ▶ P - (383) ▶	CIE=1457.25 CIS=1456.28 CIE=1457.36 CIS=1457.76 CIS=1455.52	L=56.33, Ø=15", S=2.56%, PVC L=29.34, Ø=15", S=1.60%, PVC L=1456.78, Ø=6", S=39749.40%, PVC L=2.17, Ø=6", S=0.00%, PVC L=8.664, Ø=15", S=2.02%, PVC
PV-6.1	2.650	1459.372	P - (263) ▶ P - (290) ▶	CIE=1456.76 CIS=1456.73	L=60.35, Ø=15", S=0.69%, PVC L=29.339, Ø=15", S=1.60%, PVC
PV-6.2	1.750	1458.931	P - (271) ▶ P - (290) ▶	CIE=1457.20 CIS=1457.17	L=35.59, Ø=8", S=0.40%, PVC L=60.351, Ø=8", S=0.69%, PVC
PV-6.3	1.100	1458.361	P - (271) ▶	CIS=1457.34	L=35.586, Ø=8", S=0.40%, PVC
PV-7	3.400	1458.579	P - (17) ▶ P - (38) ▶	CIE=1455.37 CIS=1455.34	L=8.66, Ø=15", S=2.02%, PVC L=32.055, Ø=15", S=2.01%, PVC
PV-8	2.650	1457.323	P - (17) ▶ P - (18) ▶	CIE=1454.72 CIS=1454.69	L=32.05, Ø=15", S=2.01%, PVC L=7.427, Ø=15", S=1.93%, PVC
PV-9	2.450	1457.001	P - (18) ▶ P - (24) ▶	CIE=1454.57 CIS=1454.62	L=7.43, Ø=15", S=1.93%, PVC L=36.617, Ø=15", S=3.70%, PVC
PV-10	1.850	1455.124	P - (22) ▶ P - (24) ▶	CIE=1453.31 CIS=1453.28	L=36.62, Ø=15", S=3.70%, PVC L=5.186, Ø=15", S=3.53%, PVC
PV-11	2.700	1454.789	P - (22) ▶ P - (297) ▶	CIE=1453.14 CIS=1452.11	L=5.19, Ø=15", S=3.53%, PVC L=28.237, Ø=15", S=3.58%, PVC
PV-12	2.600	1452.718	P - (297) ▶ P - (298) ▶	CIE=1451.14 CIS=1450.14	L=28.24, Ø=15", S=3.58%, PVC L=31.362, Ø=15", S=3.62%, PVC
PV-13	1.700	1450.495	P - (298) ▶ P - (25) ▶	CIE=1449.05 CIS=1448.81	L=31.36, Ø=15", S=3.62%, PVC L=0.046, Ø=15", S=3.55%, PVC
PV-14	2.200	1450.102	P - (25) ▶ P - (293) ▶	CIE=1448.84 CIS=1447.97	L=0.05, Ø=15", S=3.55%, PVC L=24.808, Ø=15", S=3.55%, PVC
PV-15	1.500	1448.567	P - (293) ▶ P - (294) ▶	CIE=1447.13 CIS=1447.08	L=24.81, Ø=15", S=3.55%, PVC L=14.087, Ø=15", S=3.58%, PVC
PV-16	1.500	1448.044	P - (294) ▶ P - (269) ▶	CIE=1446.62 CIS=1446.57	L=14.09, Ø=15", S=3.58%, PVC L=13.505, Ø=15", S=3.62%, PVC
PV-17	1.500	1447.721	P - (269) ▶ P - (264) ▶	CIE=1446.28 CIS=1446.23	L=13.50, Ø=15", S=3.58%, PVC L=33.683, Ø=15", S=1.45%, PVC
PV-18	1.650	1447.223	P - (265) ▶ P - (264) ▶	CIE=1445.76 CIS=1445.58	L=33.68, Ø=15", S=1.45%, PVC L=98.148, Ø=18", S=1.56%, PVC

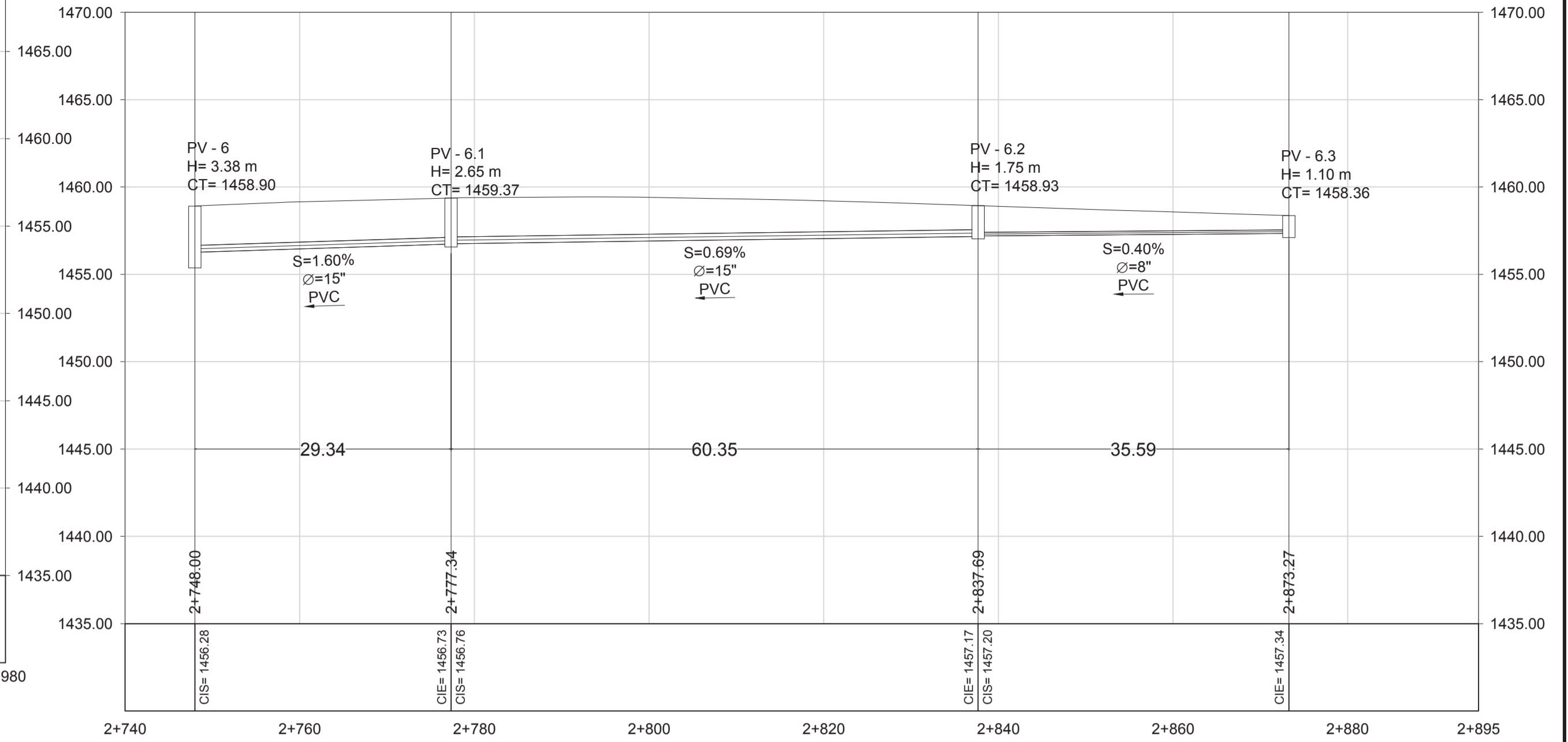
TABLA DE POZOS DE VISITA					
POZO DE VISITA	ALTURA (m)	COTA DEL TERRENO (m)	TUBERÍAS DEL PV	COTAS INVERT (m)	LONGITUD TUBERÍAS DEL PV (m)
PV-19	1.750	1445.737	P - (265) ▶ P - (107) ▶ P - (180) ▶	CIE=1444.07 CIS=1444.07 CIS=1444.02	L=98.15, Ø=18", S=1.56%, PVC L=79.72, Ø=18", S=0.97%, PVC L=43.885, Ø=18", S=2.79%, PVC
PV-19.1	1.650	1446.466	P - (180) ▶	CIS=1444.83	L=79.717, Ø=18", S=0.97%, PVC
PV-20	2.300	1444.491	P - (107) ▶ P - (246) ▶	CIE=1442.83 CIS=1442.23	L=43.89, Ø=18", S=2.79%, PVC L=16.436, Ø=18", S=2.56%, PVC
PV-21	2.000	1443.652	P - (63) ▶ P - (246) ▶	CIE=1441.84 CIS=1441.79	L=16.44, Ø=18", S=2.56%, PVC L=8.870, Ø=18", S=2.48%, PVC
PV-22	2.200	1443.186	P - (63) ▶ P - (64) ▶	CIE=1441.60 CIS=1441.03	L=8.87, Ø=18", S=2.48%, PVC L=21.061, Ø=18", S=2.77%, PVC
PV-23	1.800	1442.102	P - (64) ▶ P - (61) ▶	CIE=1440.48 CIS=1440.34	L=21.06, Ø=18", S=2.77%, PVC L=5.883, Ø=18", S=2.57%, PVC
PV-24	2.655	1441.815	P - (273) ▶ P - (61) ▶	CIE=1440.22 CIS=1439.16	L=5.88, Ø=18", S=2.57%, PVC L=82.424, Ø=18", S=2.60%, PVC
PV-25	1.700	1438.634	P - (273) ▶ P - (278) ▶	CIE=1437.05 CIS=1437.00	L=82.42, Ø=18", S=2.60%, PVC L=11.246, Ø=18", S=2.79%, PVC
PV-26	1.900	1438.266	P - (278) ▶ P - (66) ▶	CIE=1436.72 CIS=1436.42	L=11.25, Ø=18", S=2.79%, PVC L=11.133, Ø=24", S=1.92%, PVC
PV-27	1.900	1437.900	P - (66) ▶ P - (108) ▶	CIE=1436.23 CIS=1436.01	L=11.13, Ø=24", S=1.92%, PVC L=22.958, Ø=24", S=2.02%, PVC
PV-28	1.750	1437.262	P - (249) ▶ P - (108) ▶	CIE=1435.57 CIS=1435.52	L=22.96, Ø=24", S=2.02%, PVC L=14.214, Ø=24", S=2.00%, PVC
PV-29	1.800	1436.980	P - (249) ▶ P - (79) ▶	CIE=1435.26 CIS=1435.21	L=14.21, Ø=24", S=2.00%, PVC L=11.360, Ø=24", S=1.97%, PVC
PV-30	1.850	1436.797	P - (79) ▶ P - (80) ▶	CIE=1435.01 CIS=1434.94	L=11.36, Ø=24", S=1.97%, PVC L=39.978, Ø=24", S=1.50%, PVC
PV-31	2.000	1436.330	P - (80) ▶ P - (248) ▶	CIE=1434.36 CIS=1434.31	L=39.98, Ø=24", S=1.50%, PVC L=17.825, Ø=24", S=0.70%, PVC
PV-32	2.100	1436.205	P - (82) ▶ P - (248) ▶	CIE=1434.19 CIS=1434.16	L=17.83, Ø=24", S=0.70%, PVC L=9.877, Ø=24", S=0.69%, PVC
PV-33	2.096	1436.146	P - (82) ▶ P - (84) ▶	CIE=1434.10 CIS=1434.05	L=9.88, Ø=24", S=0.69%, PVC L=36.743, Ø=24", S=0.75%, PVC
PV-34	2.104	1435.834	P - (84) ▶ P - (85) ▶	CIE=1433.78 CIS=1433.73	L=36.74, Ø=24", S=0.75%, PVC L=38.842, Ø=24", S=1.30%, PVC
PV-35	2.000	1435.108	P - (85) ▶ P - (91) ▶	CIE=1433.24 CIS=1433.19	L=38.84, Ø=24", S=1.30%, PVC L=11.482, Ø=24", S=1.56%, PVC
PV-36	1.850	1434.824	P - (91) ▶ P - (92) ▶	CIE=1433.03 CIS=1433.00	L=11.48, Ø=24", S=1.56%, PVC L=11.787, Ø=24", S=1.90%, PVC
PV-37	2.000	1434.533	P - (92) ▶ P - (95) ▶	CIE=1432.80 CIS=1432.62	L=11.79, Ø=24", S=1.90%, PVC L=37.174, Ø=24", S=1.95%, PVC
PV-38	1.800	1433.632	P - (95) ▶ P - (96) ▶	CIE=1431.92 CIS=1431.87	L=37.17, Ø=24", S=1.95%, PVC L=9.790, Ø=24", S=1.75%, PVC
PV-39	2.100	1433.400	P - (96) ▶ P - (98) ▶	CIE=1431.72 CIS=1431.34	L=9.79, Ø=24", S=1.75%, PVC L=39.624, Ø=24", S=1.90%, PVC
PV-40	1.850	1432.306	P - (98) ▶ P - (288) ▶	CIE=1430.61 CIS=1430.52	L=39.62, Ø=24", S=1.90%, PVC L=7.899, Ø=24", S=1.90%, PVC
PV-41	2.099	1432.029	P - (288) ▶ P - (289) ▶	CIE=1430.39 CIS=1429.93	L=7.90, Ø=24", S=1.90%, PVC L=16.911, Ø=24", S=1.91%, PVC

TABLA DE POZOS DE VISITA					
POZO DE VISITA	ALTURA (m)	COTA DEL TERRENO (m)	TUBERÍAS DEL PV	COTAS INVERT (m)	LONGITUD TUBERÍAS DEL PV (m)
PV-42	2.000	1431.297	P - (289) ▶	CIE=1429.63	L=16.91, Ø=24", S=1.91%, PVC
PV-43	1.500	1431.766	P - (111) ▶	CIS=1430.31	L=36.058, Ø=6", S=4.51%, PVC
PV-44	1.800	1430.056	P - (113) ▶ P - (111) ▶	CIE=1428.74 CIS=1428.29	L=36.06, Ø=6", S=4.51%, PVC L=60.015, Ø=8", S=2.47%, PVC
PV-45	1.550	1428.140	P - (113) ▶ P - (330) ▶	CIE=1426.84 CIS=1426.59	L=60.02, Ø=8", S=2.47%, PVC L=40.010, Ø=15", S=1.99%, PVC
PV-46	1.650	1427.408	P - (327) ▶ P - (330) ▶	CIE=1425.82 CIS=1425.77	L=40.01, Ø=15", S=1.99%, PVC L=16.037, Ø=15", S=0.61%, PVC
PV-47	1.850	1427.488	P - (324) ▶ P - (327) ▶	CIE=1425.68 CIS=1425.63	L=16.04, Ø=15", S=0.61%, PVC L=5.738, Ø=15", S=0.66%, PVC
PV-48	2.000	1427.559	P - (324) ▶ P - (336) ▶	CIE=1425.60 CIS=1425.57	L=5.74, Ø=15", S=0.66%, PVC L=6.080, Ø=15", S=0.62%, PVC
PV-49	2.200	1427.639	P - (336) ▶ P - (287) ▶	CIE=1425.54 CIS=1425.51	L=6.08, Ø=15", S=0.62%, PVC L=6.507, Ø=15", S=0.76%, PVC
PV-50	2.300	1427.748	P - (287) ▶ P - (130) ▶	CIE=1425.47 CIS=1425.44	L=6.51, Ø=15", S=0.76%, PVC L=27.625, Ø=15", S=0.72%, PVC
PV-51	3.000	1428.181	P - (130) ▶ P - (322) ▶	CIE=1425.25 CIS=1425.20	L=27.63, Ø=15", S=0.72%, PVC L=8.249, Ø=15", S=0.81%, PVC
PV-52	3.250	1428.266	P - (337) ▶ P - (322) ▶	CIE=1425.15 CIS=1425.10	L=8.25, Ø=15", S=0.72%, PVC L=3.599, Ø=15", S=0.79%, PVC
PV-53	3.400	1428.290	P - (335) ▶ P - (337) ▶	CIE=1425.06 CIS=1425.01	L=3.6, Ø=15", S=0.79%, PVC L=23.792, Ø=15", S=0.71%, PVC
PV-54	3.400	1428.158	P - (335) ▶ P - (146) ▶	CIE=1424.85 CIS=1424.80	L=23.79, Ø=15", S=0.71%, PVC L=20.000, Ø=15", S=0.69%, PVC
PV-55	3.250	1427.838	P - (139) ▶ P - (146) ▶	CIE=1424.67 CIS=1424.62	L=20.00, Ø=15", S=0.69%, PVC L=14.320, Ø=15", S=1.44%, PVC
PV-56	3.098	1427.578	P - (139) ▶ P - (139) ▶	CIE=1424.53 CIS=1424.48	L=14.32, Ø=15", S=0.69%, PVC L=6.214, Ø=15", S=0.60%, PVC
PV-57	3.100	1427.476	P - (135) ▶ P - (141) ▶	CIE=1424.45 CIS=1424.42	L=6.21, Ø=15", S=0.60%, PVC L=0.090, Ø=15", S=0.82%, PVC
PV-58	3.000	1427.356	P - (141) ▶ P - (143) ▶	CIE=1424.38 CIS=1424.35	L=6.09, Ø=15", S=0.82%, PVC L=5.696, Ø=15", S=0.89%, PVC
PV-59	3.000	1427.266	P - (143) ▶ P - (340) ▶	CIE=1424.31 CIS=1424.28	L=5.70, Ø=15", S=0.89%, PVC L=69.391, Ø=18", S=0.71%, PVC
PV-60	2.100	1425.860	P - (344) ▶ P - (340) ▶	CIE=1423.80 CIS=1423.77	L=69.39, Ø=18", S=0.71%, PVC L=7.740, Ø=18", S=0.62%, PVC
PV-61	2.000	1425.617	P - (344) ▶ P - (343) ▶	CIE=1423.73 CIS=1423.70	L=7.74, Ø=18", S=0.62%, PVC L=7.861, Ø=18", S=0.61%, PVC
PV-62	2.200	1425.313	P - (343) ▶ P - (350) ▶	CIE=1423.66 CIS=1423.15	L=7.86, Ø=18", S=0.61%, PVC L=22.986, Ø=18", S=2.49%, PVC
PV-63	3.000	1424.311	P - (350) ▶ P - (351) ▶	CIE=1422.61 CIS=1421.53	L=22.99, Ø=18", S=2.49%, PVC L=43.700, Ø=18", S=3.55%, PVC
PV-64	3.000	1422.038	P - (351) ▶ P - (349) ▶	CIE=1420.02 CIS=1419.37	L=43.70, Ø=18", S=3.55%, PVC L=36.269, Ø=18", S=3.35%, PVC
PV-65	2.052	1419.882	P - (195) ▶ P - (349) ▶	CIE=1418.20 CIS=1417.83	L=36.27, Ø=18", S=3.35%, PVC L=20.008, Ø=18", S=3.30%, PVC

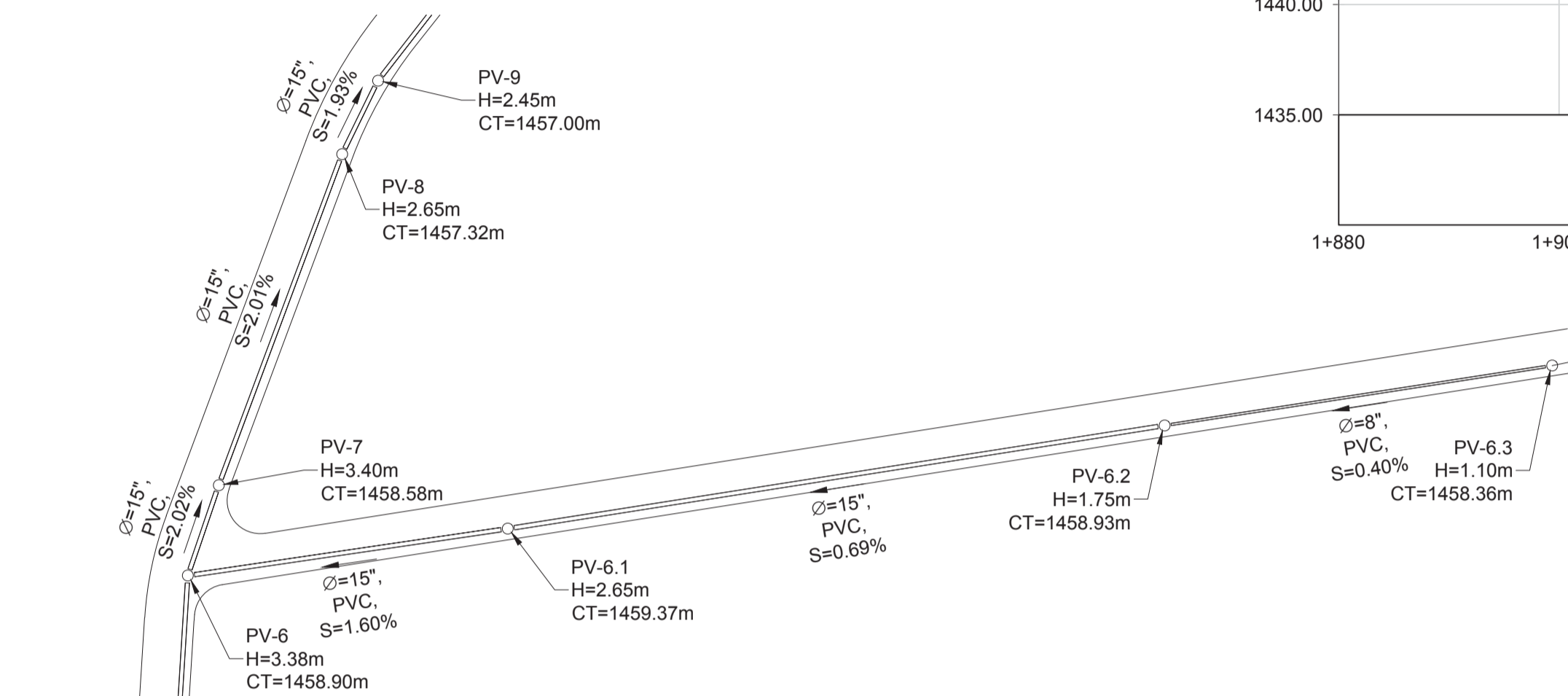
TABLA DE POZOS DE VISITA					
POZO DE VISITA	ALTURA (m)	COTA DEL TERRENO (m)	TUBERÍAS DEL PV	COTAS INVERT (m)	LONGITUD TUBERÍAS DEL PV (m)
PV-66	1.700	1418.740	P - (156) ▶ P - (353) ▶	CIE=1417.21 CIS=1417.04	L=20.01, Ø=18", S=3.30%, PVC L=11.443, Ø=18", S=3.15%, PVC
PV-67	1.600	1418.242	P - (353) ▶ P - (354) ▶	CIE=1416.72 CIS=1416.69	L=11.44, Ø=18", S=3.15%, PVC L=5.504, Ø=18", S=2.57%, PVC
PV-68	1.600	1418.052	P - (354) ▶ P - (355) ▶	CIE=1416.58 CIS=1416.55	L=5.50, Ø=18", S=2.57%, PVC L=5.311, Ø=18", S=2.94%, PVC
PV-69	1.600	1417.883	P - (355) ▶ P - (176) ▶	CIE=1416.43 CIS=1416.40	L=5.31, Ø=18", S=2.94%, PVC L=6.788, Ø=18", S=1.99%, PVC
PV-70	1.850	1417.733	P - (176) ▶ P - (356) ▶	CIE=1416.29 CIS=1416.29	L=6.79, Ø=18", S=1.99%, PVC L=40.328, Ø=24", S=0.80%, PVC
PV-71	1.800	1417.363	P - (356) ▶ P - (357) ▶	CIE=1415.63 CIS=1415.60	L=40.33, Ø=24", S=0.80%, PVC L=52.205, Ø=24", S=0.80%, PVC
PV-72	2.000	1417.039	P - (357) ▶ P - (172) ▶	CIE=1415.19 CIS=1415.16	L=52.21, Ø=24", S=0.80%, PVC L=7.457, Ø=24", S=0.96%, PVC
PV-73	2.000	1416.940	P - (172) ▶ P - (173) ▶	CIE=1415.10 CIS=1415.07	L=7.46, Ø=24", S=0.96%, PVC L=6.149, Ø=24", S=0.81%, PVC
PV-74	1.900	1416.842	P - (173) ▶ P - (174) ▶	CIE=1415.03 CIS=1415.00	L=6.15, Ø=24", S=0.81%, PVC L=25.736, Ø=24", S=1.31%, PVC
PV-75	1.800	1416.362	P - (174) ▶ P - (166) ▶	CIE=1414.68 CIS=1414.65	L=25.74, Ø=24", S=1.31%, PVC L=7.843, Ø=24", S=1.21%, PVC
PV-76	1.750	1416.196	P - (166) ▶ P - (169) ▶	CIE=1414.57 CIS=1414.54	L=7.84, Ø=24", S=1.21%, PVC L=5.192, Ø=24", S=1.25%, PVC
PV-77	1.750	1416.081	P - (169) ▶ P - (170) ▶	CIE=1414.49 CIS=1414.44	L=5.19, Ø=24", S=1.25%, PVC L=6.13, Ø=24", S=1.22%, PVC



PERFIL PV - 7 A PV - 9
ESCALA VERTICAL= 1/500.000
ESCALA HORIZONTAL= 1/1000.000

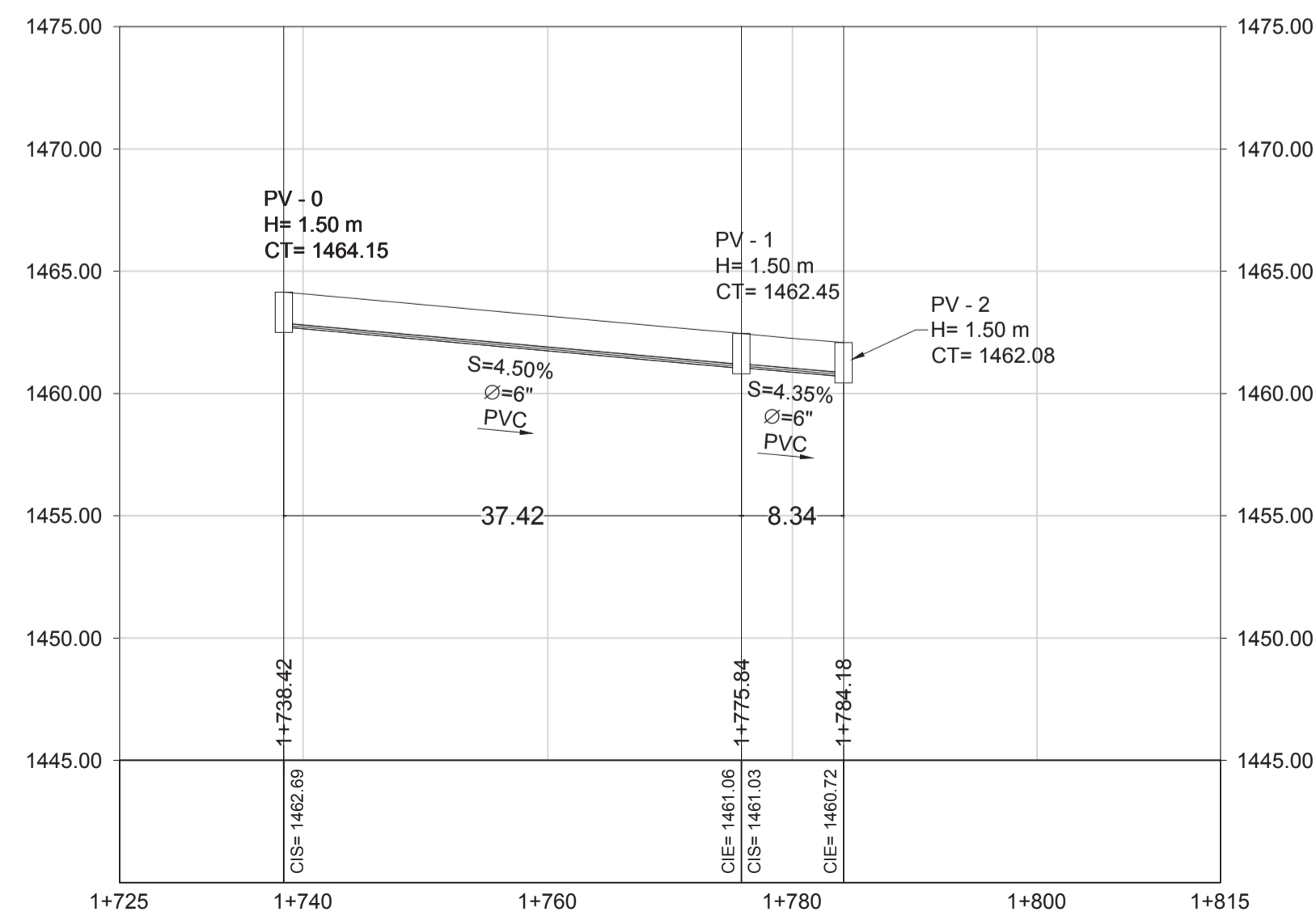


PERFIL PV - 6 A PV - 6.3
ESCALA VERTICAL= 1/500.000
ESCALA HORIZONTAL= 1/1000.000

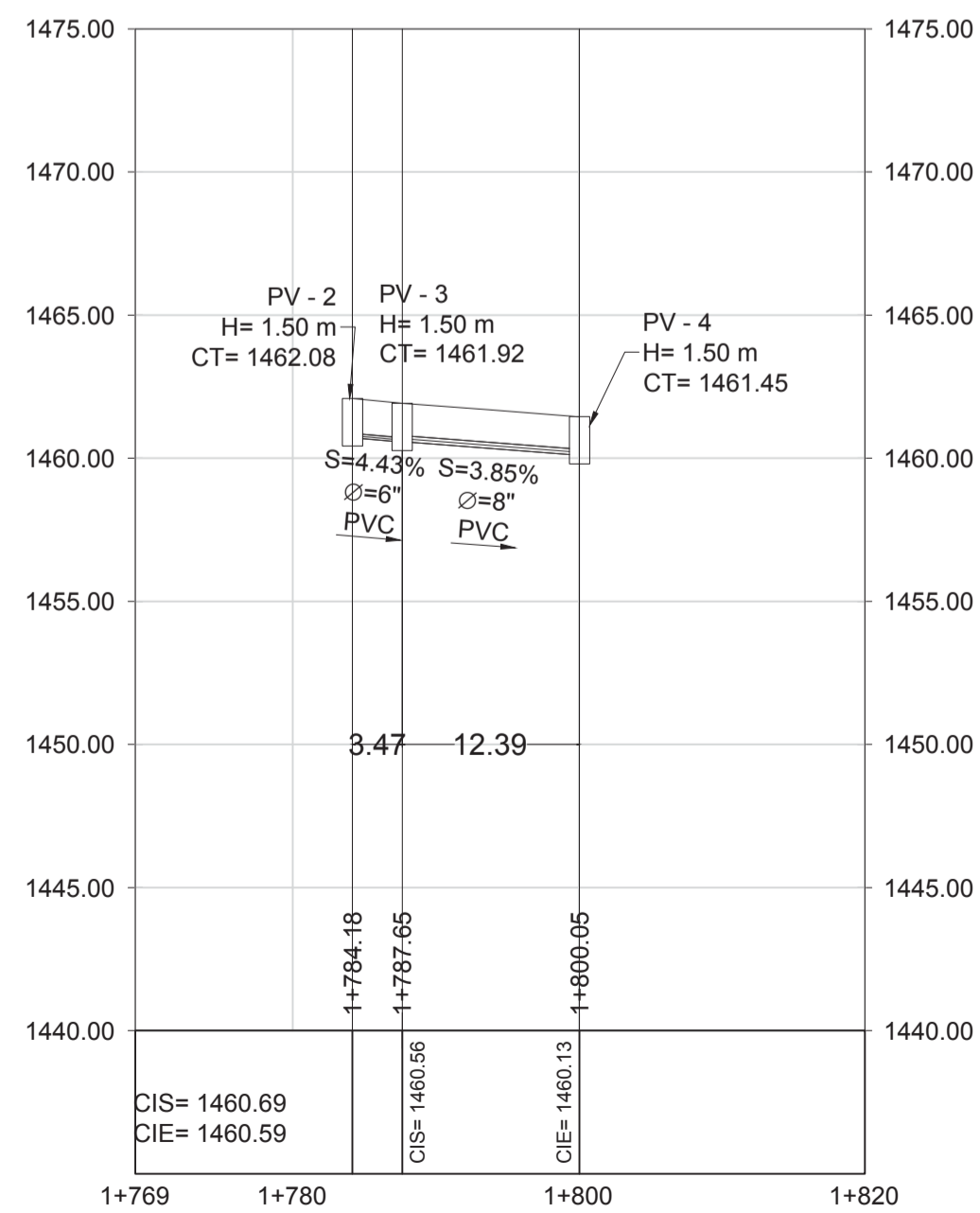


PLANTA PV-0 A PV-9

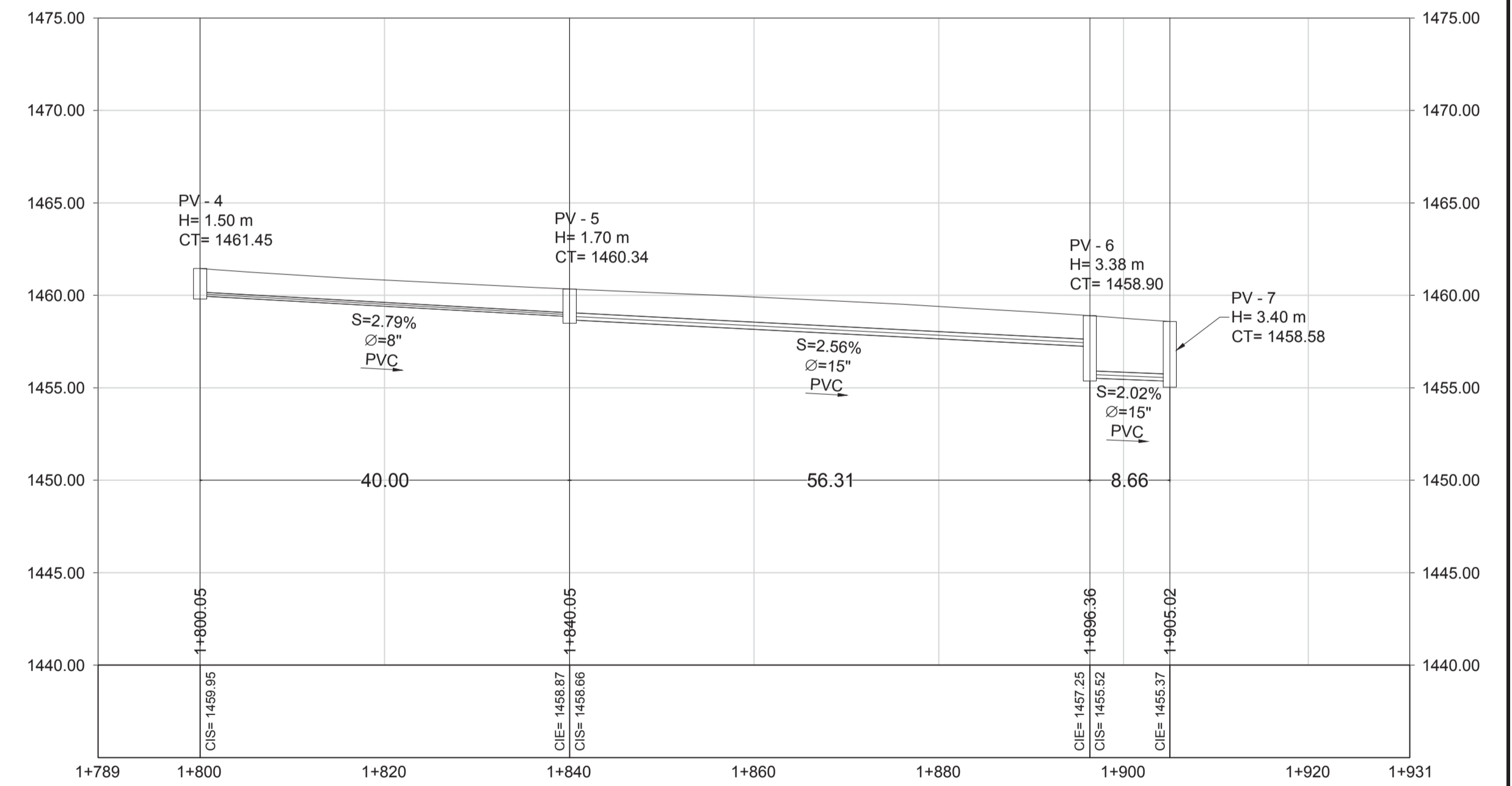
ESCALA: 1/500



PERFIL PV - 0 A PV - 3
ESCALA VERTICAL= 1/500.000
ESCALA HORIZONTAL= 1/1000.000



PERFIL PV - 3 A PV - 4
ESCALA VERTICAL= 1/500.000
ESCALA HORIZONTAL= 1/1000.000



PERFIL PV - 4 A PV - 7
ESCALA VERTICAL= 1/500.000
ESCALA HORIZONTAL= 1/1000.000

SIMBOLOGÍA	
PV	POZO DE VISITA
CT	COTA DE TERRENO
H	ALTURA DE POZO
S	PENDIENTE DE TUBERÍA
Ø	DIÁMETRO DE TUBERÍA
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
→	DIRECCIÓN DEL FLUJO
—	TUBERÍA DE PVC

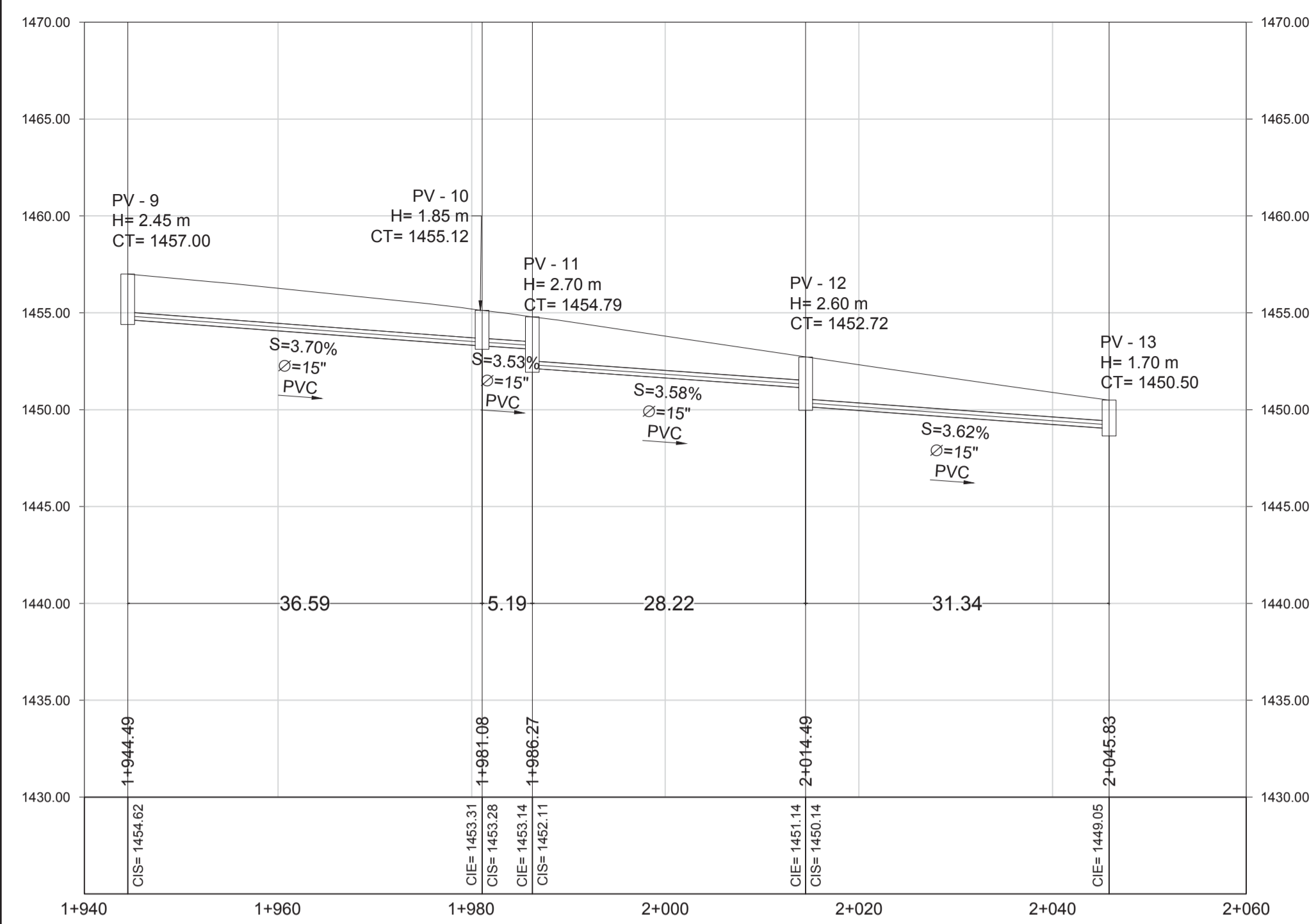
	MUNICIPIO: MIXCO	DISEÑO: ALEXIS OLIVA
	DEPARTAMENTO: GUATEMALA	CÁLCULO: ALEXIS OLIVA
FECHA: ENERO 2022	ESCALA: INDICADA	DIBUJO: ALEXIS OLIVA
CONTENIDO: PLANTA-PERFIL PV-0 A PV-9		TOPOGRAFÍA: ALEXIS OLIVA

HOJA No

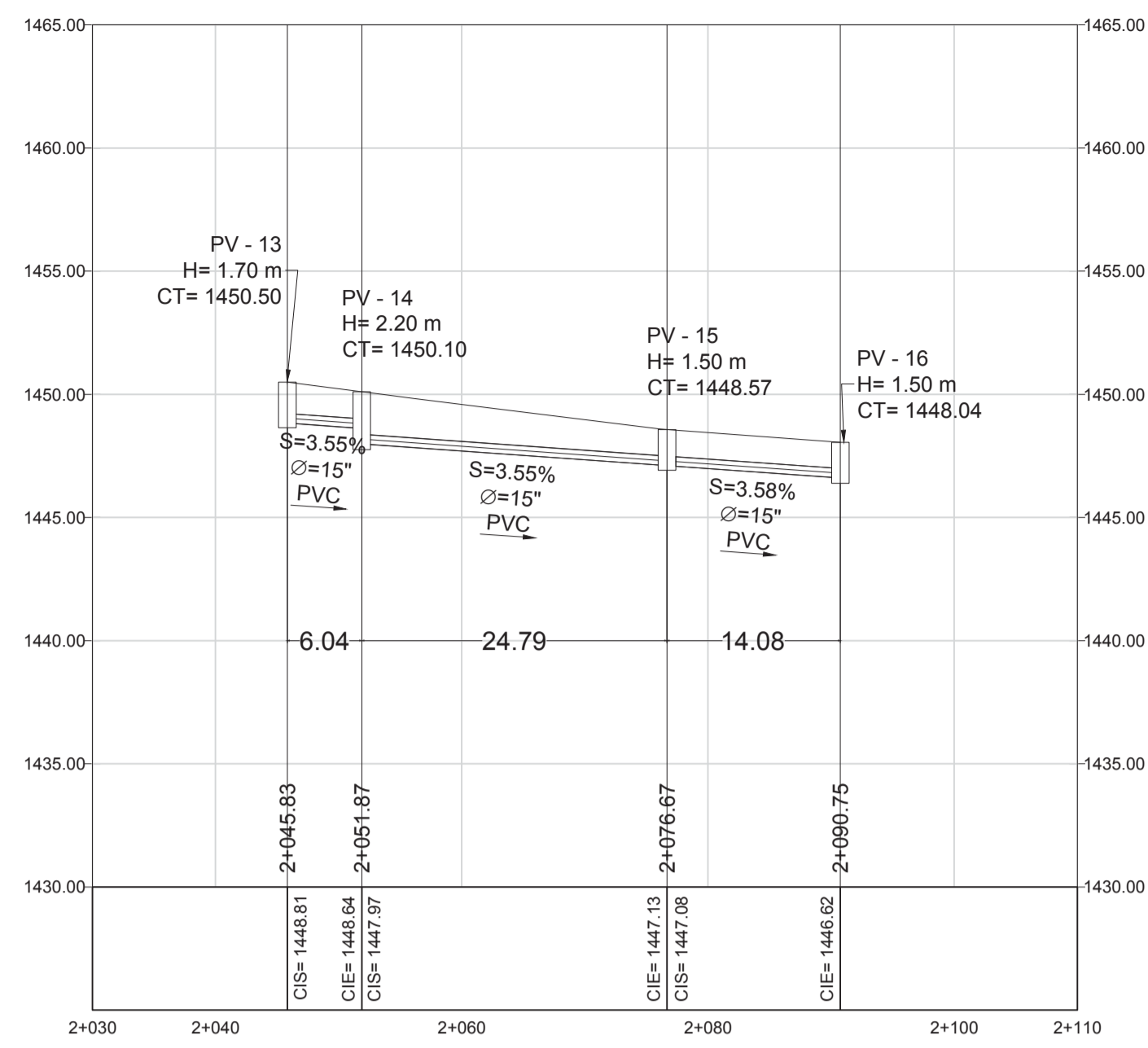
5

17

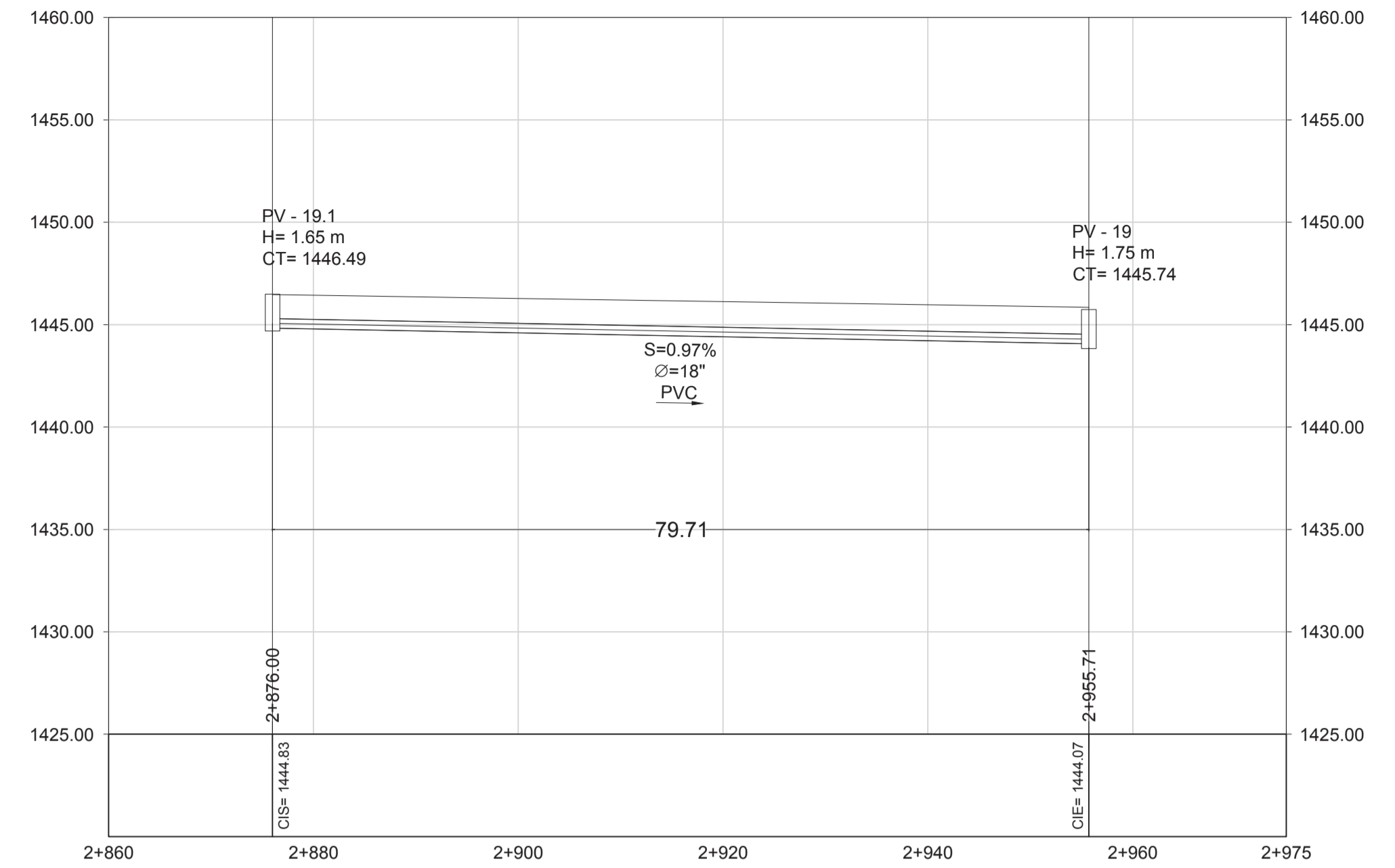
REVISO INGENIERO ASESOR
INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORIA DE SIERRA



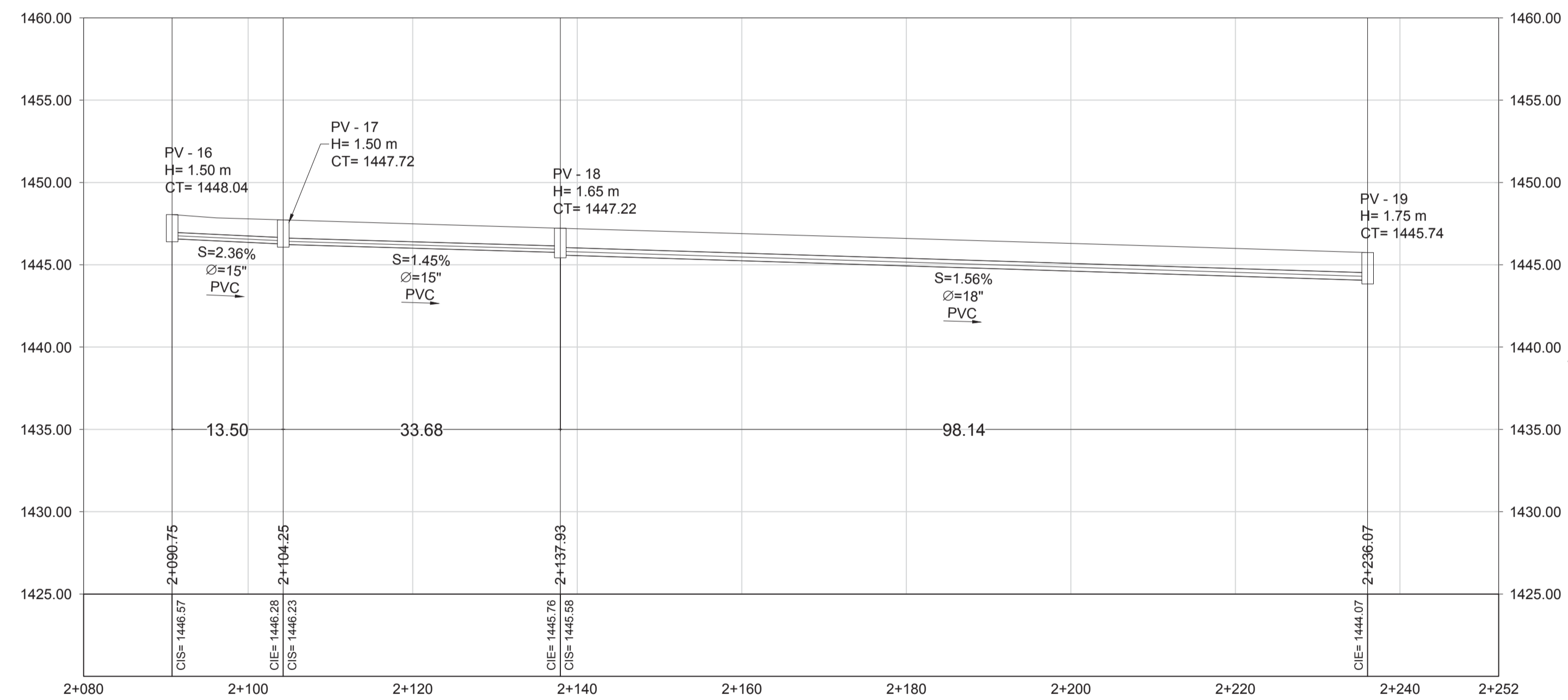
PERFIL PV - 9 A PV - 13
 ESCALA VERTICAL= 1/500.000
 ESCALA HORIZONTAL= 1/1000.000



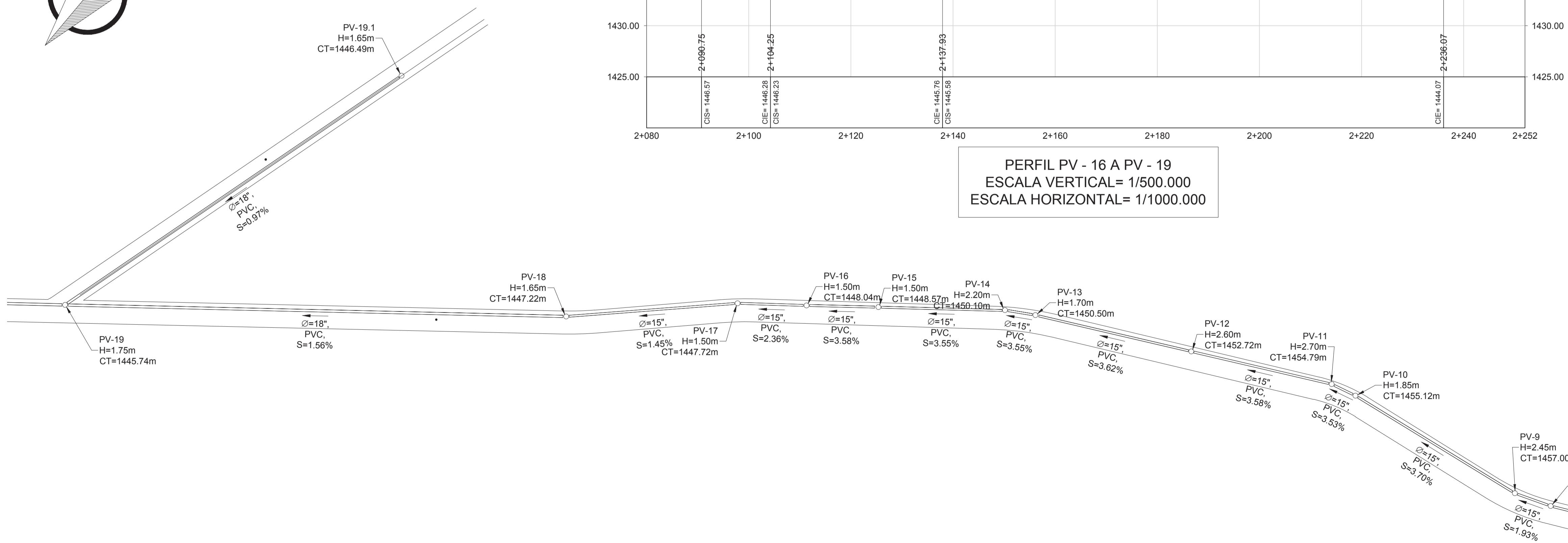
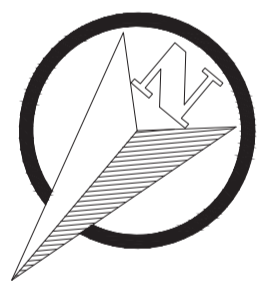
PERFIL PV - 13 A PV - 16
 ESCALA VERTICAL= 1/500.000
 ESCALA HORIZONTAL= 1/1000.000



PERFIL PV - 19.1 A PV - 19
 ESCALA VERTICAL= 1/500.000
 ESCALA HORIZONTAL= 1/1000.000

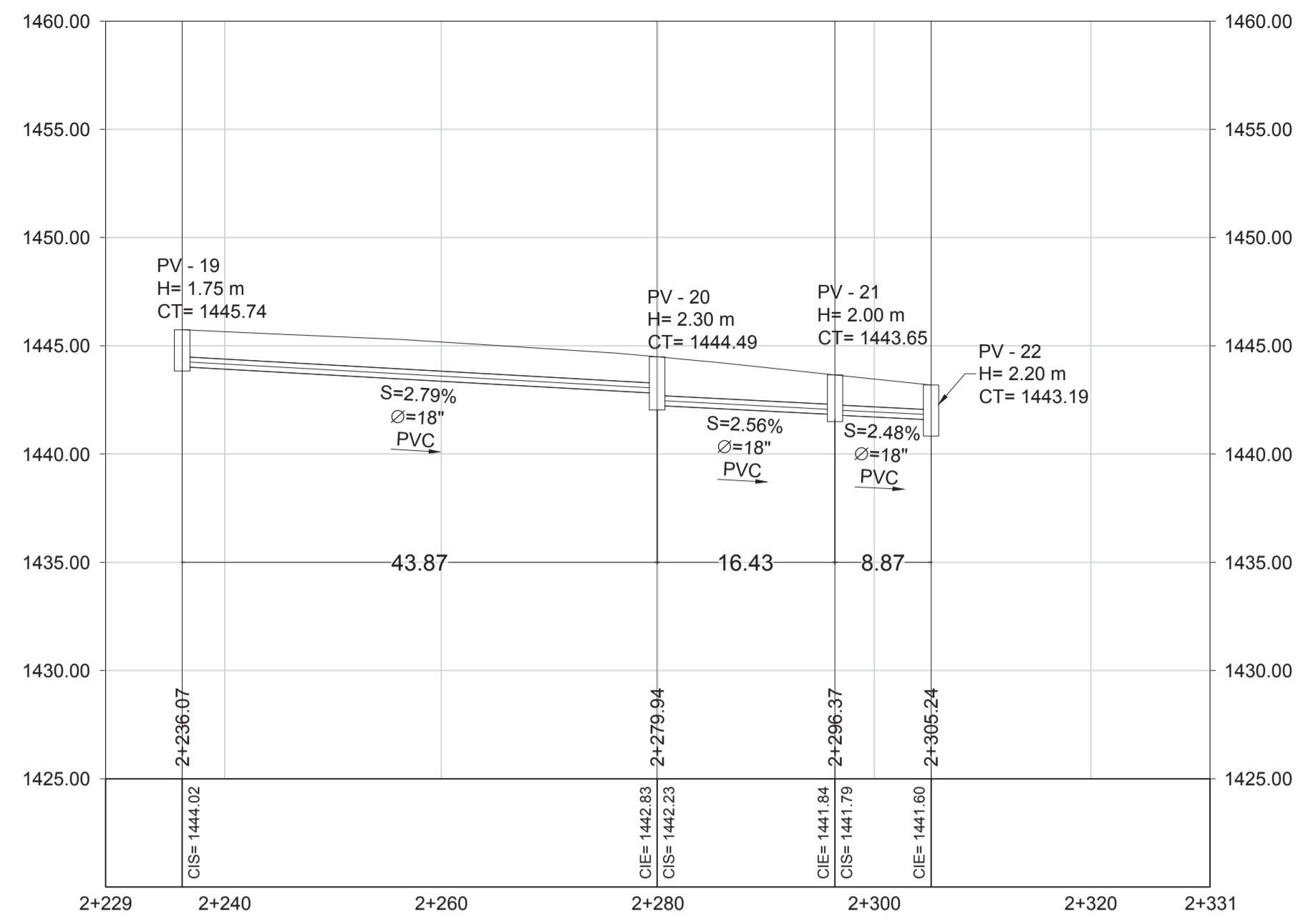


PERFIL PV - 16 A PV - 19
 ESCALA VERTICAL= 1/500.000
 ESCALA HORIZONTAL= 1/1000.000

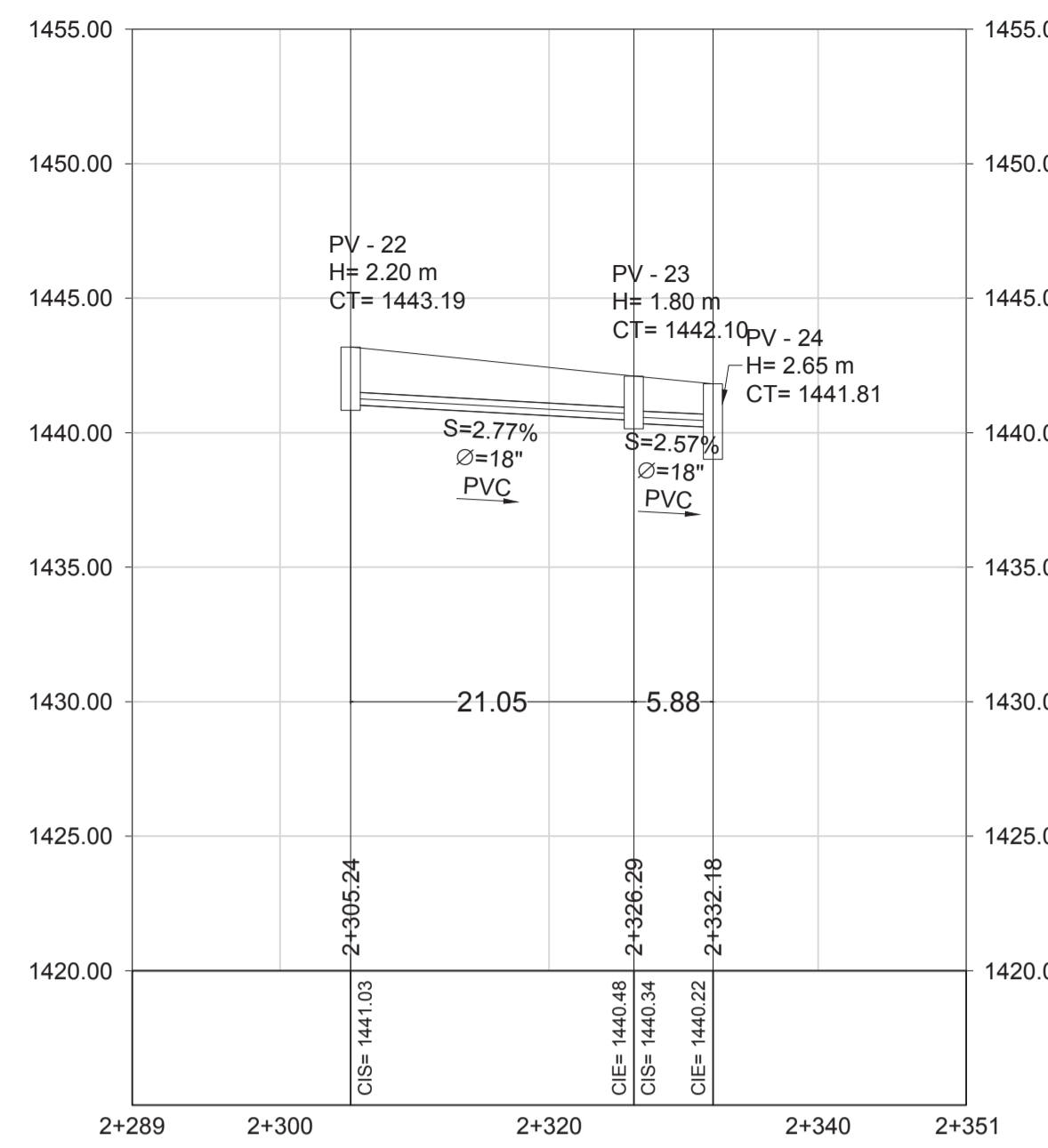


SIMBOLOGÍA	
PV	POZO DE VISITA
CT	COTA DE TERRENO
H	ALTURA DE POZO
S	PENDIENTE DE TUBERÍA
Ø	DIÁMETRO DE TUBERÍA
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
	DIRECCIÓN DEL FLUJO
	TUBERÍA DE PVC

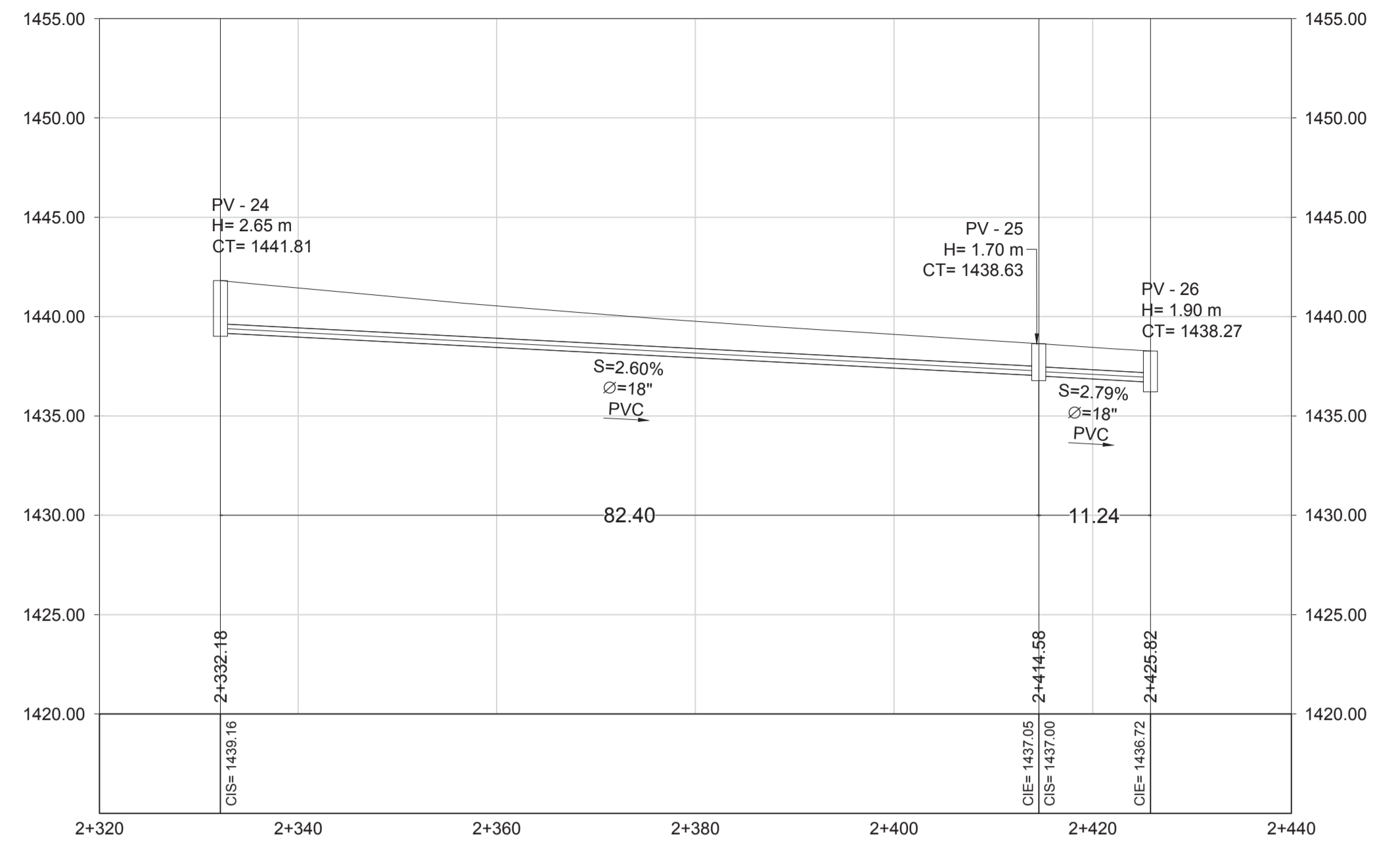
	MUNICIPIO: MIXCO	DISEÑO: ALEXIS OLIVA
	DEPARTAMENTO: GUATEMALA	CÁLCULO: ALEXIS OLIVA
DISEÑO DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA ALDEA SACO GRANDE ZONA 6 DE MIXCO.		
FECHA: ENERO 2022	ESCALA: INDICADA	DIBUJO: ALEXIS OLIVA
CONTENIDO: PLANTA-PERFIL PV-9 A PV-19		TOPOGRAFÍA: ALEXIS OLIVA
		HOJA No 6
REVISOR INGENIERO ASESOR INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORIA DE SIERRA		



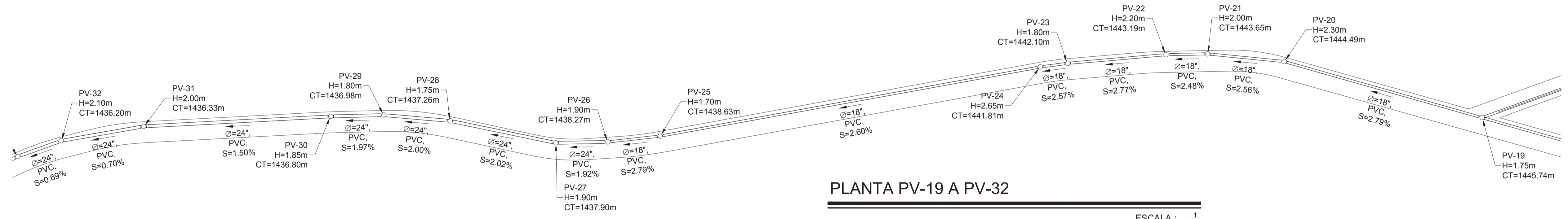
PERFIL PV - 19 A PV - 22
ESCALA VERTICAL= 1/500.000
ESCALA HORIZONTAL= 1/1000.000



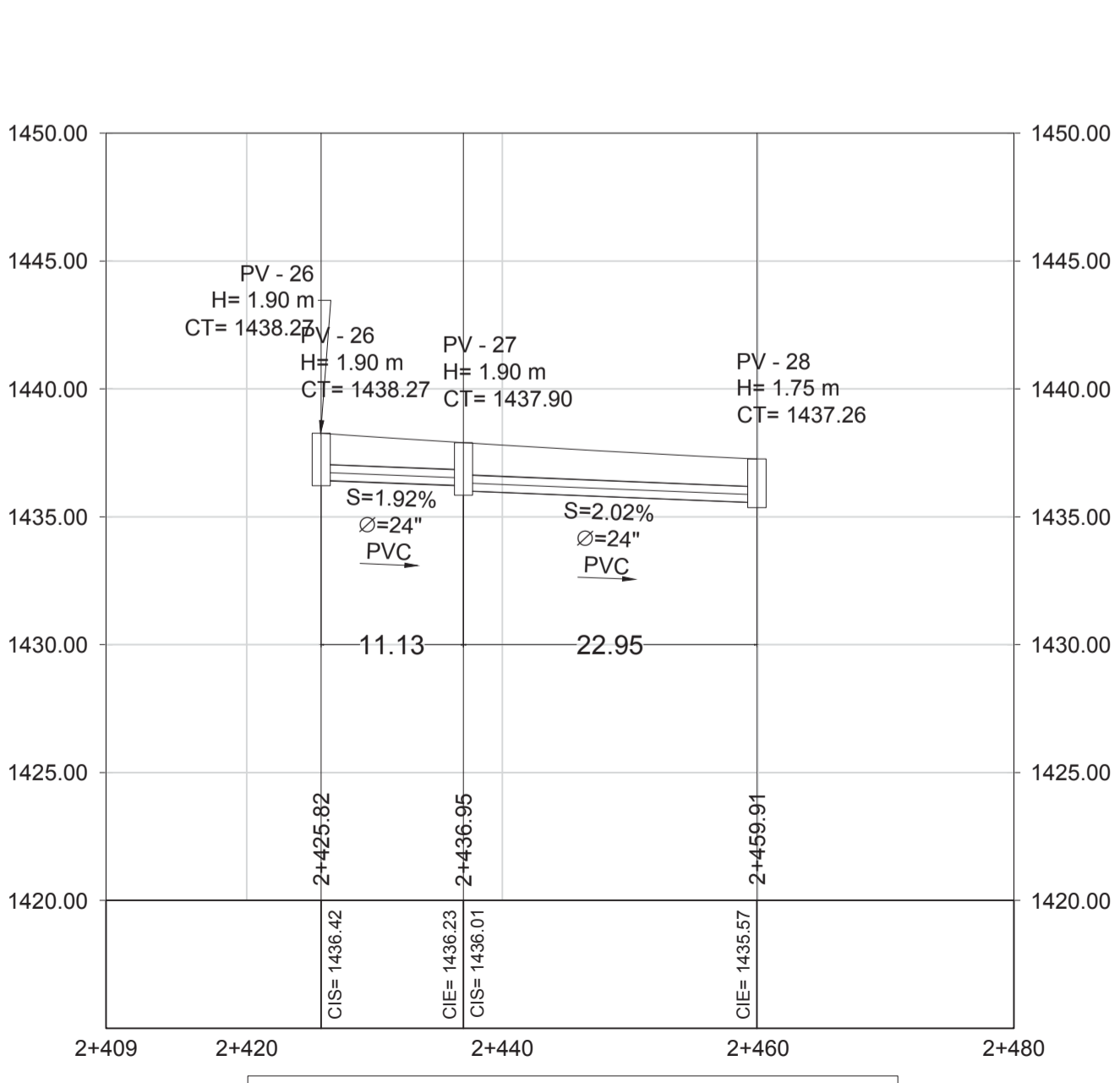
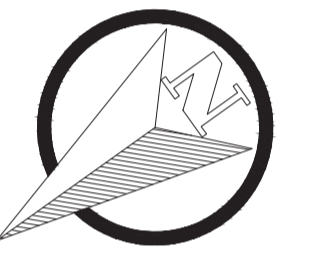
PERFIL PV - 22 A PV - 24
ESCALA VERTICAL= 1/500.000
ESCALA HORIZONTAL= 1/1000.000



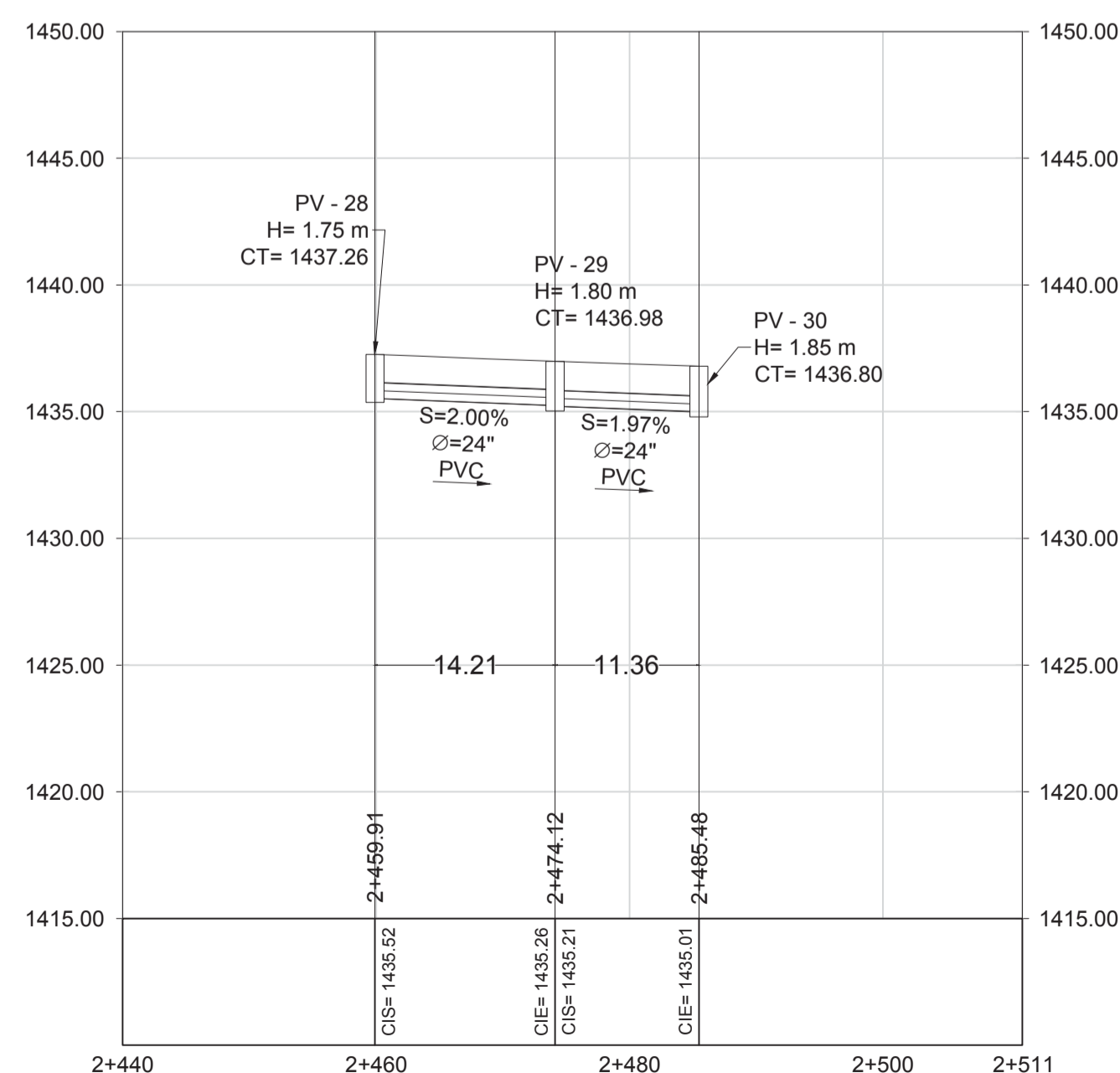
PERFIL PV - 24 A PV - 26
ESCALA VERTICAL= 1/500.000
ESCALA HORIZONTAL= 1/1000.000



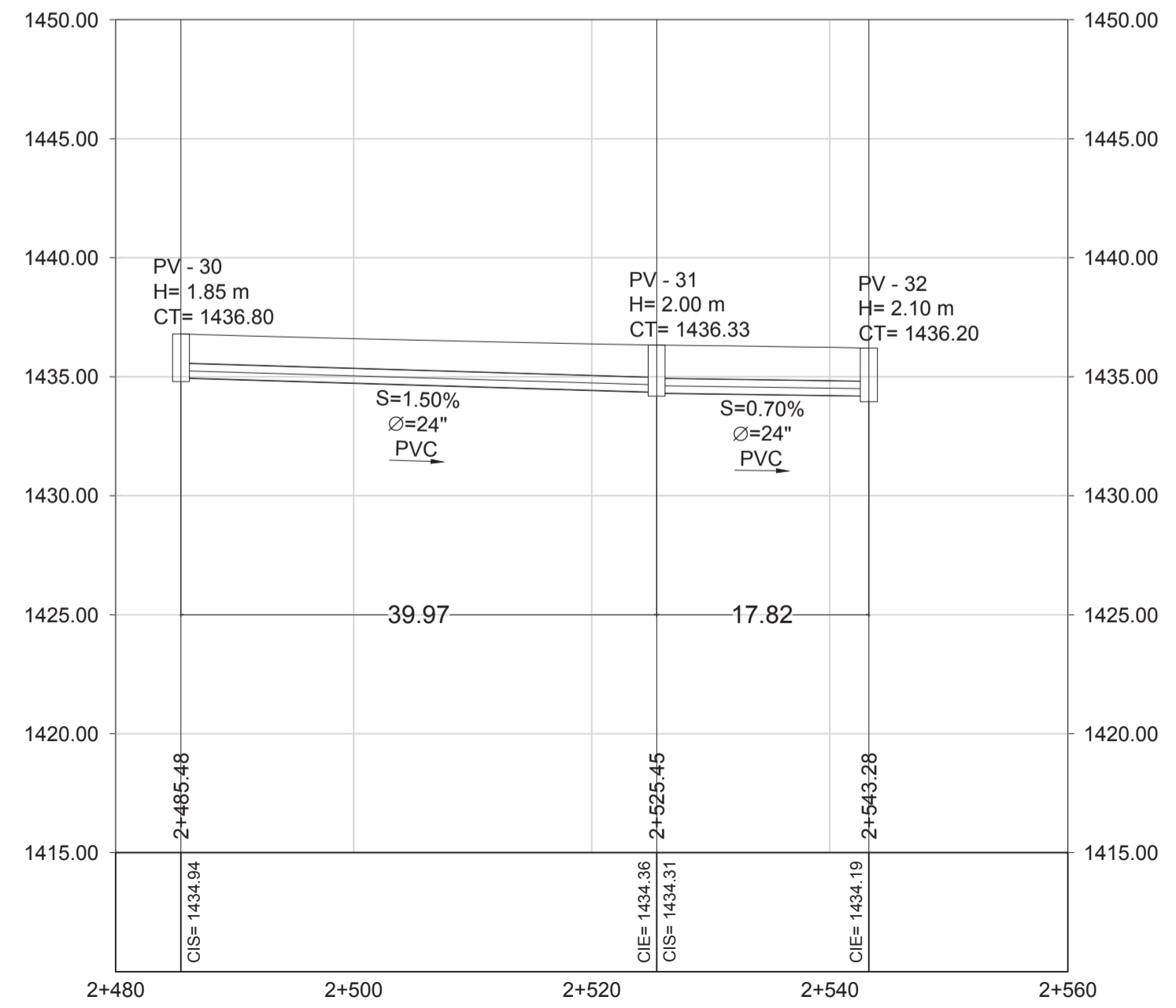
PLANTA PV-19 A PV-32
ESCALA: 1/500



PERFIL PV - 26 A PV - 28
ESCALA VERTICAL= 1/500.000
ESCALA HORIZONTAL= 1/1000.000



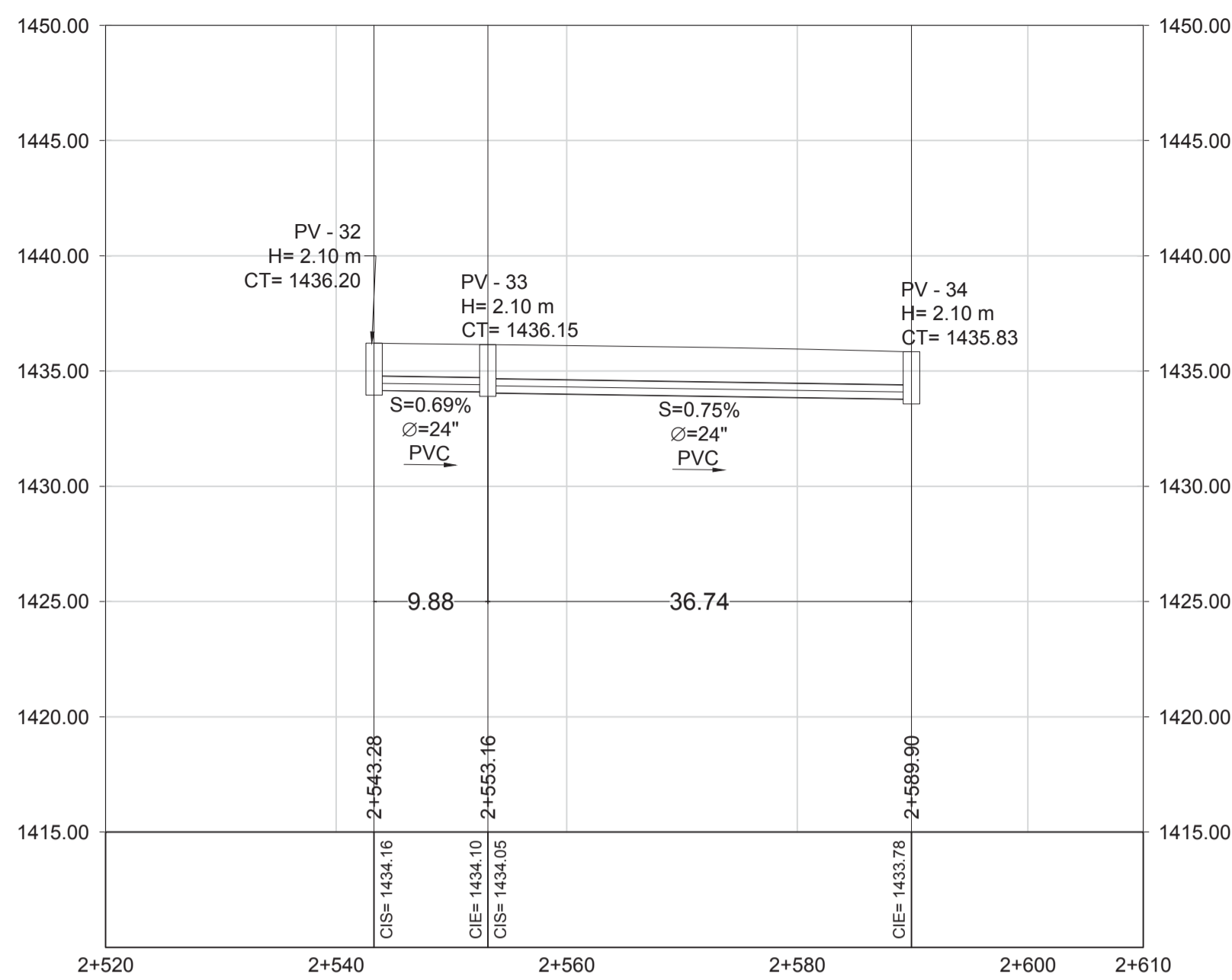
PERFIL PV - 28 A PV - 30
ESCALA VERTICAL= 1/500.000
ESCALA HORIZONTAL= 1/1000.000



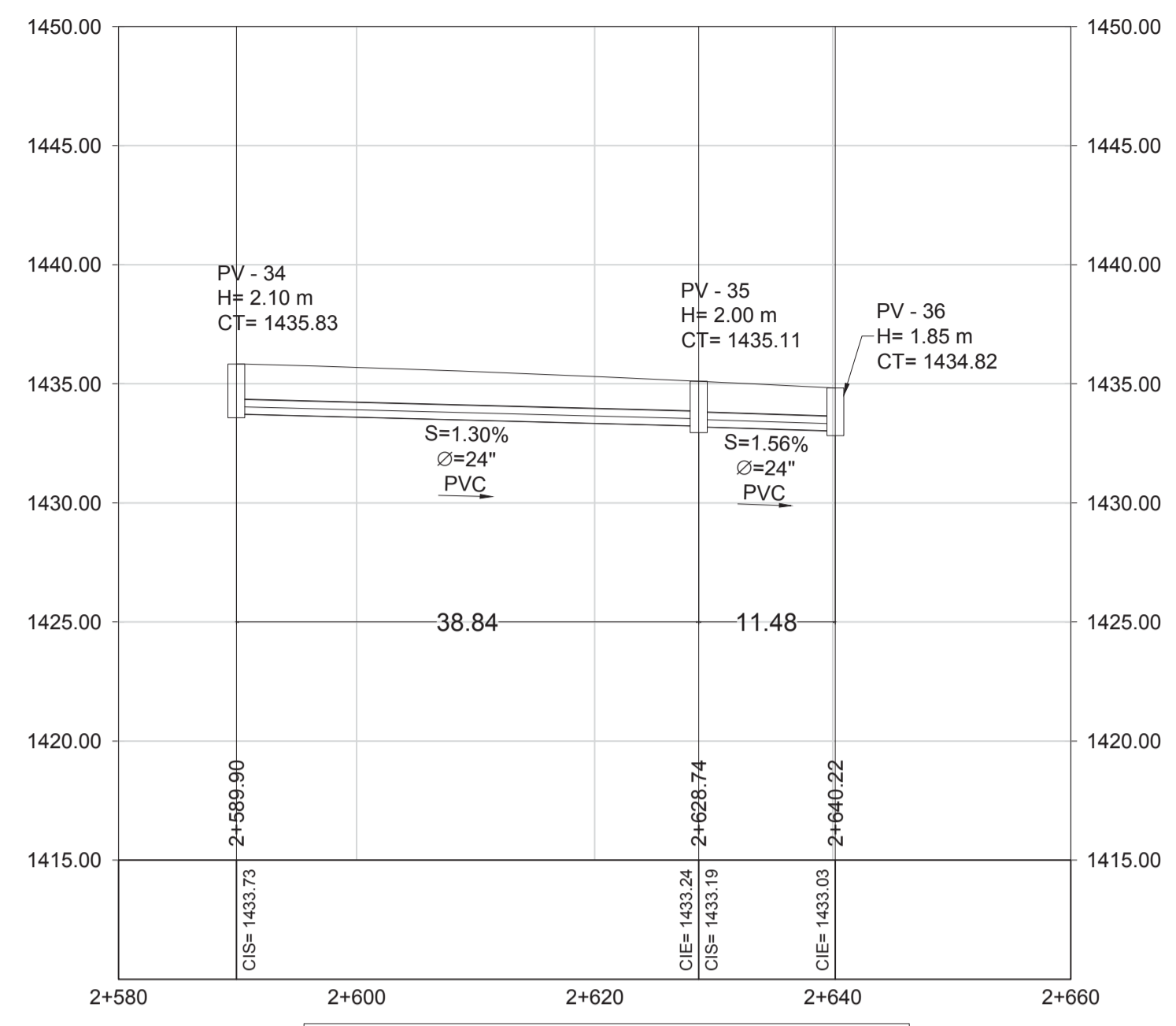
PERFIL PV - 30 A PV - 32
ESCALA VERTICAL= 1/500.000
ESCALA HORIZONTAL= 1/1000.000

SIMBOLOGÍA	
PV	POZO DE VISITA
CT	COTA DE TERRENO
H	ALTURA DE POZO
S	PENDIENTE DE TUBERÍA
Ø	DIÁMETRO DE TUBERÍA
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
→	DIRECCIÓN DEL FLUJO
—	TUBERÍA DE PVC

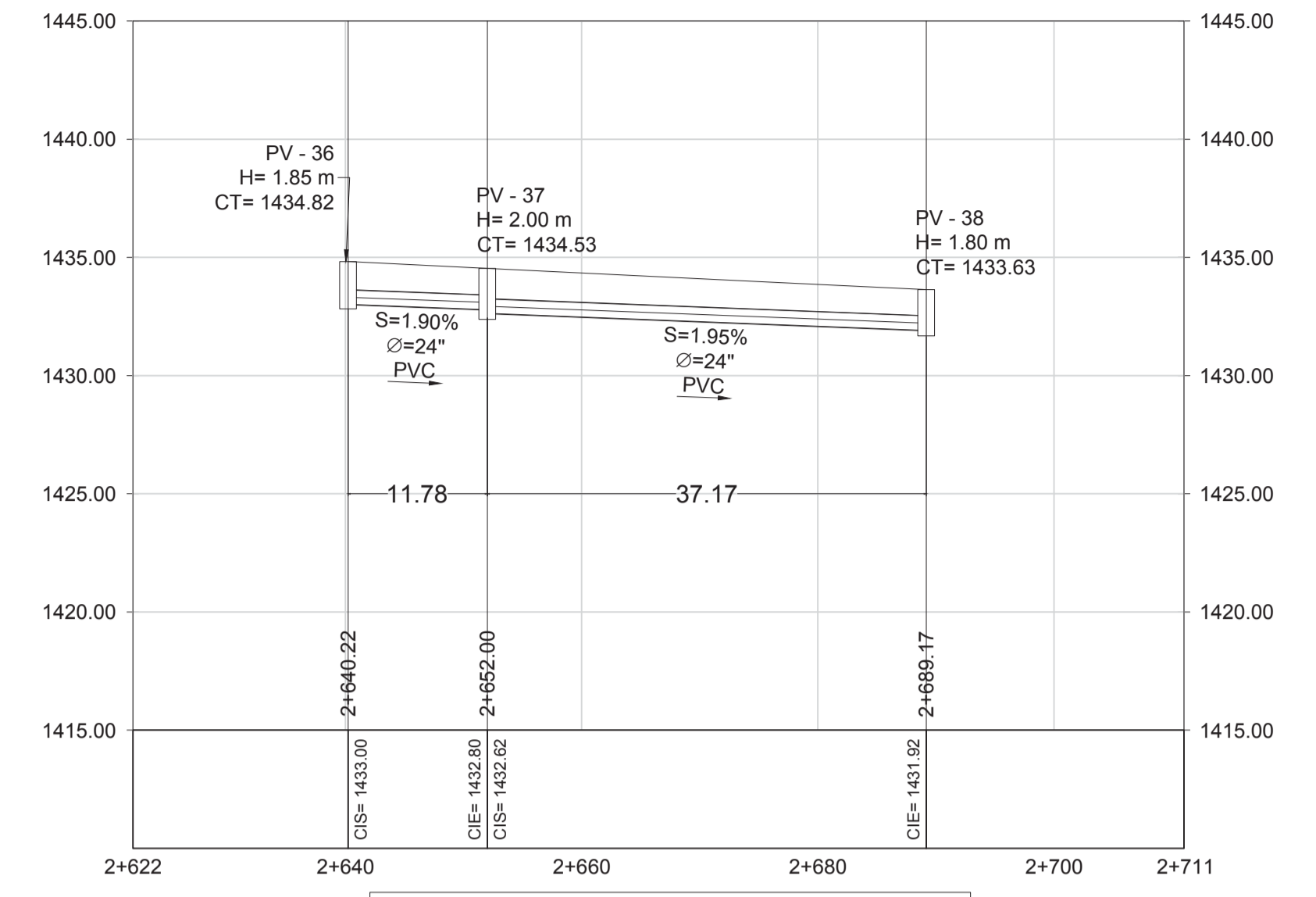
	MUNICIPIO: MIXCO	DISEÑO: ALEXIS OLIVA
	DEPARTAMENTO: GUATEMALA	CÁLCULO: ALEXIS OLIVA
DISEÑO DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA ALDEA SACO GRANDE ZONA 6 DE MIXCO.		
FECHA: ENERO 2022	ESCALA: INDICADA	DIBUJO: ALEXIS OLIVA
CONTENIDO: PLANTA-PERFIL PV-19 A PV-32		TOPOGRAFÍA: ALEXIS OLIVA
		HOJA No 7
REVISOR INGENIERO ASESOR INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORIA DE SIERRA		



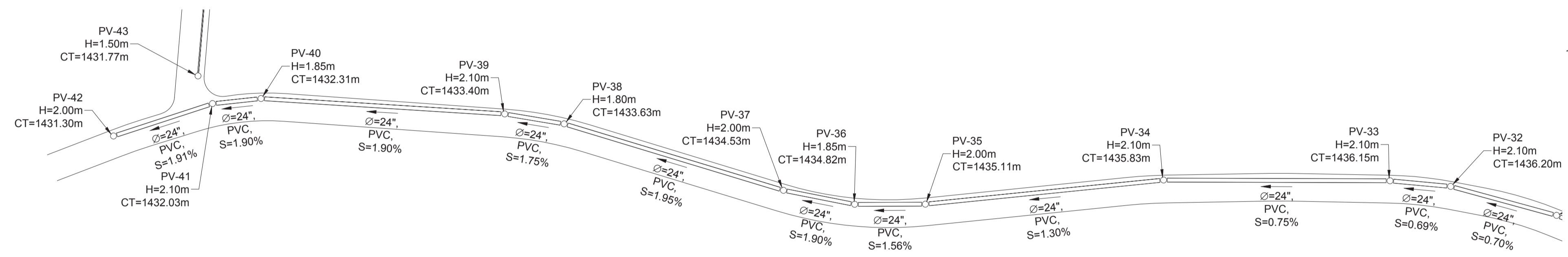
PERFIL PV - 32 A PV - 34
 ESCALA VERTICAL= 1/500.000
 ESCALA HORIZONTAL= 1/1000.000



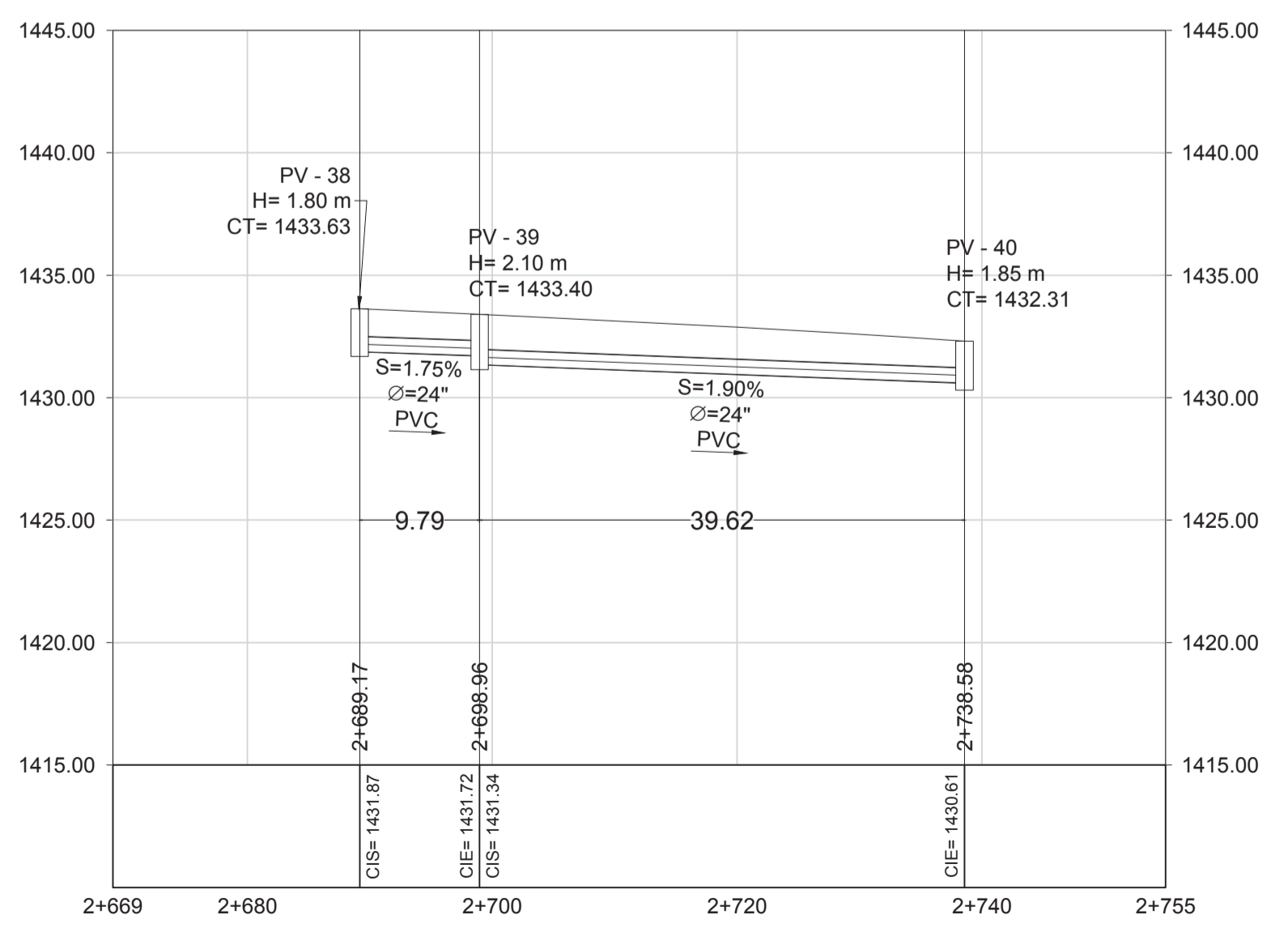
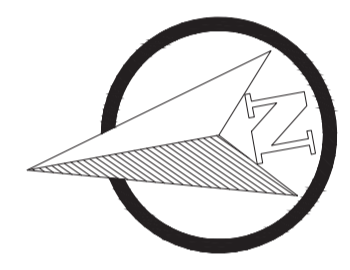
PERFIL PV - 34 A PV - 36
 ESCALA VERTICAL= 1/500.000
 ESCALA HORIZONTAL= 1/1000.000



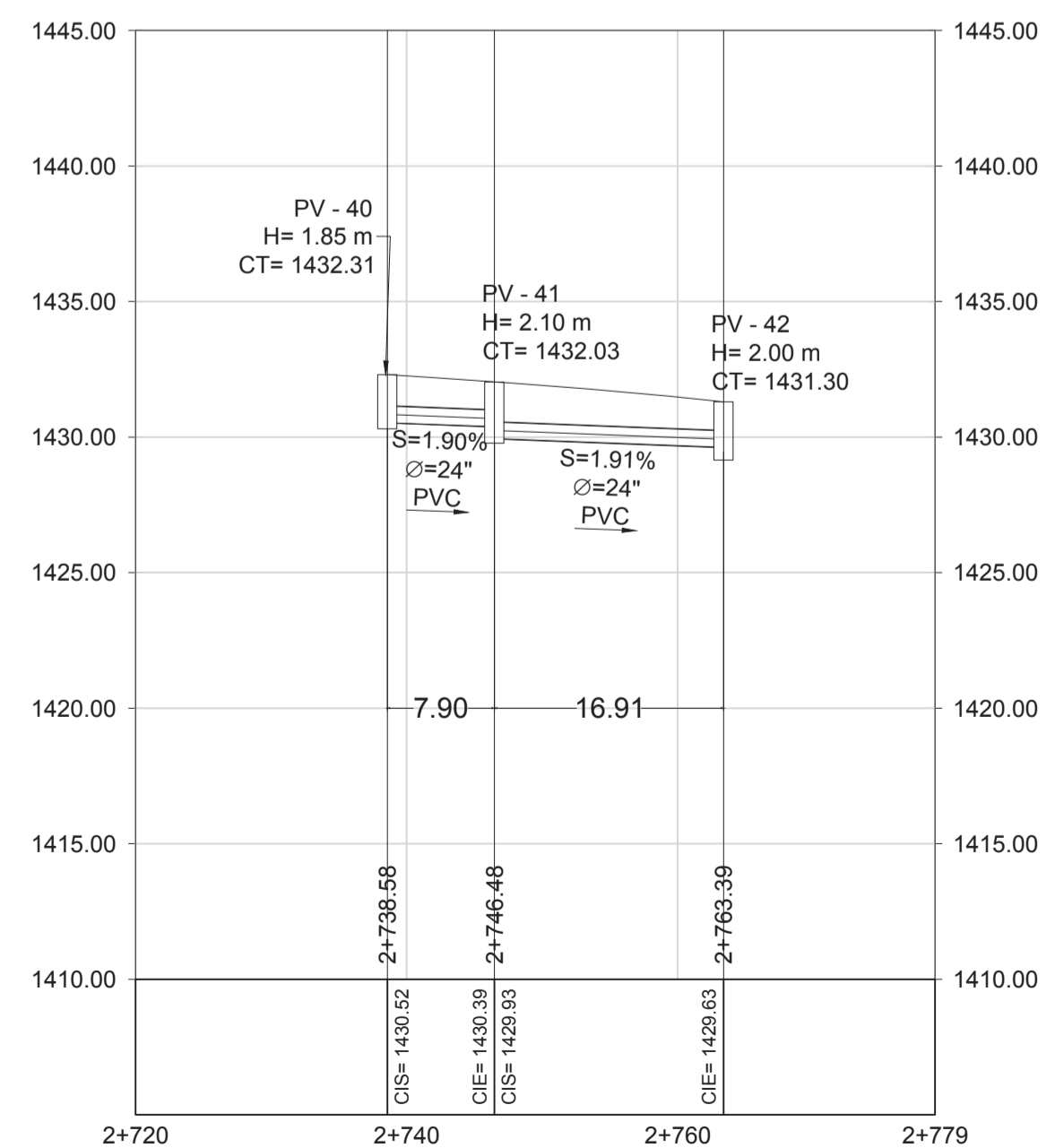
PERFIL PV - 36 A PV - 38
 ESCALA VERTICAL= 1/500.000
 ESCALA HORIZONTAL= 1/1000.000



PLANTA PV-32 A PV-42
 ESCALA: 1/500



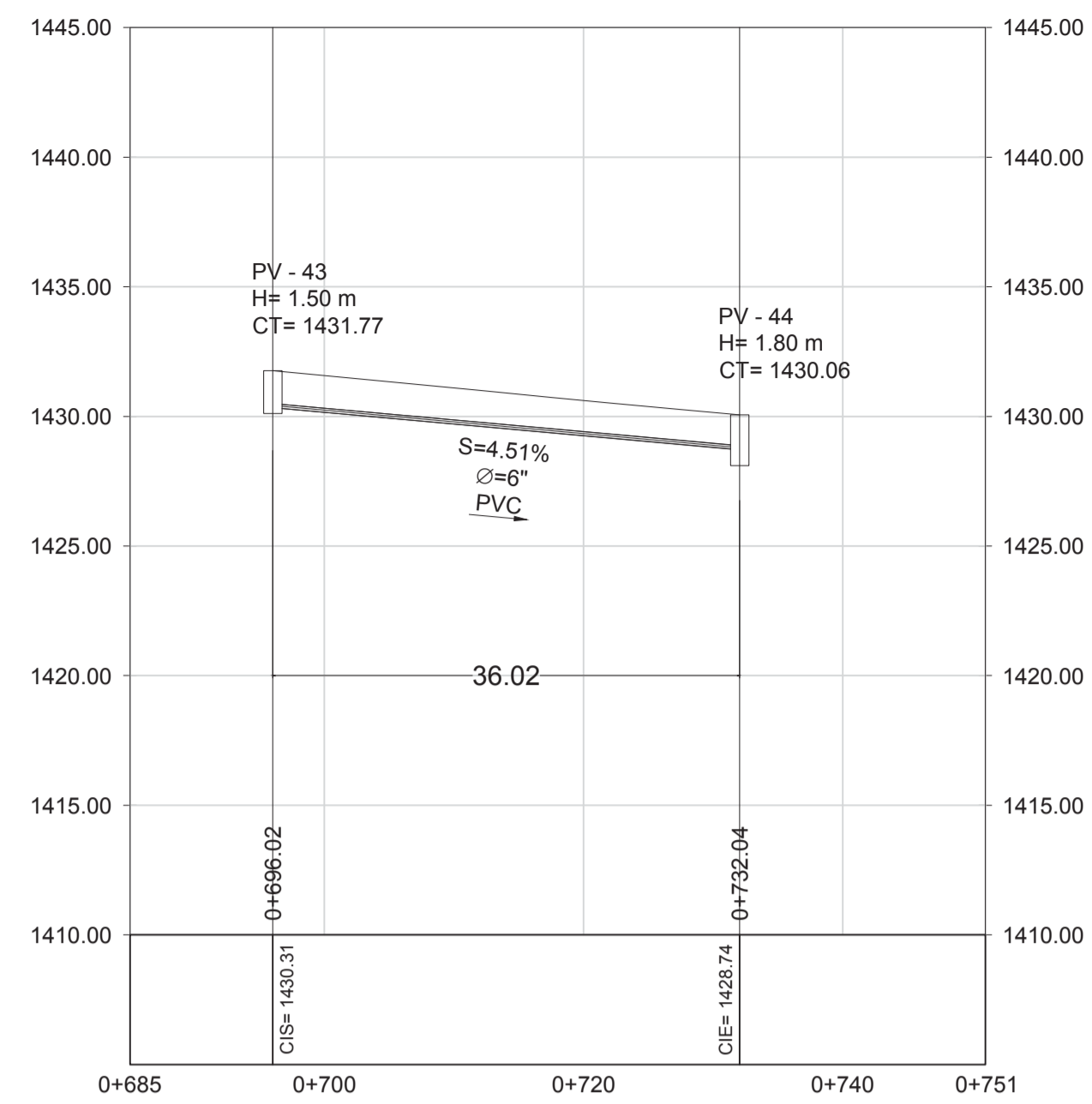
PERFIL PV - 38 A PV - 40
 ESCALA VERTICAL= 1/500.000
 ESCALA HORIZONTAL= 1/1000.000



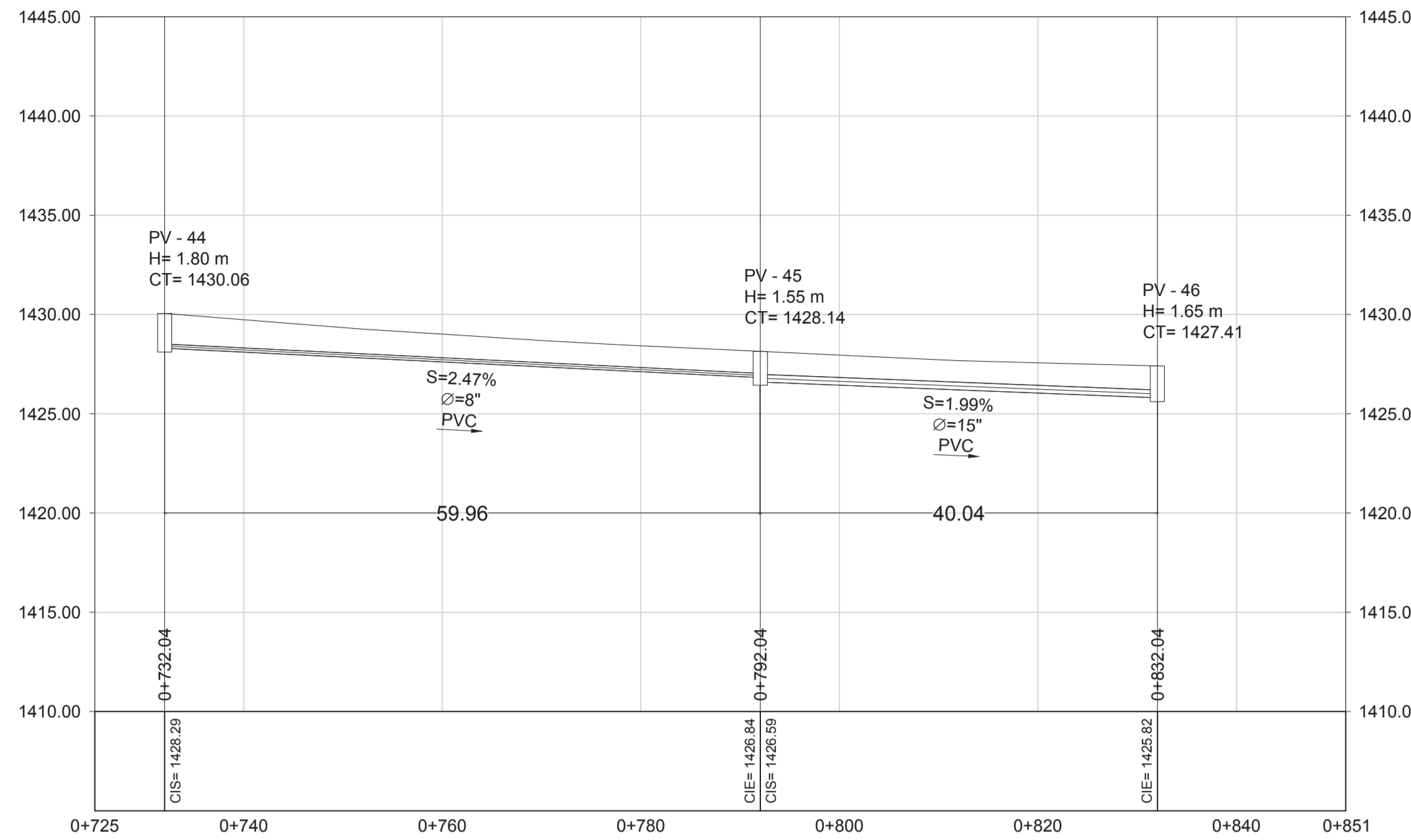
PERFIL PV - 40 A PV - 42
 ESCALA VERTICAL= 1/500.000
 ESCALA HORIZONTAL= 1/1000.000

SIMBOLOGÍA	
PV	POZO DE VISITA
CT	COTA DE TERRENO
H	ALTURA DE POZO
S	PENDIENTE DE TUBERÍA
Ø	DIÁMETRO DE TUBERÍA
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
→	DIRECCIÓN DEL FLUJO
—	TUBERÍA DE PVC

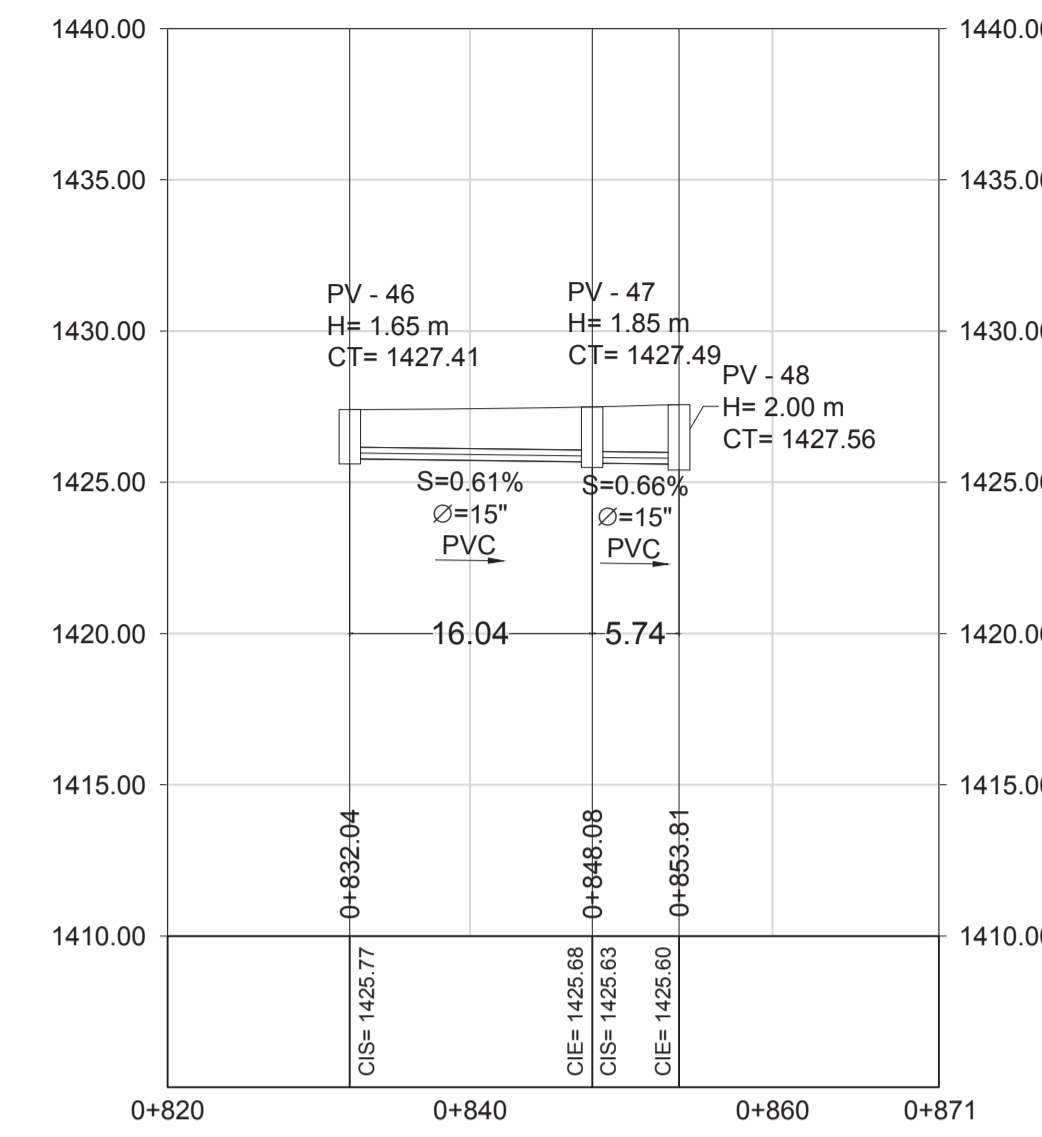
	MUNICIPIO: MIXCO	DISEÑO: ALEXIS OLIVA
	DEPARTAMENTO: GUATEMALA	CÁLCULO: ALEXIS OLIVA
DISEÑO DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA ALDEA SACO GRANDE ZONA 6 DE MIXCO.		
FECHA: ENERO 2022	ESCALA: INDICADA	DIBUJO: ALEXIS OLIVA
CONTENIDO: PLANTA-PERFIL PV-32 A PV-42		TOPOGRAFÍA: ALEXIS OLIVA
		HOJA No 8
REVISOR INGENIERO ASESOR INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORIA DE SIERRA		



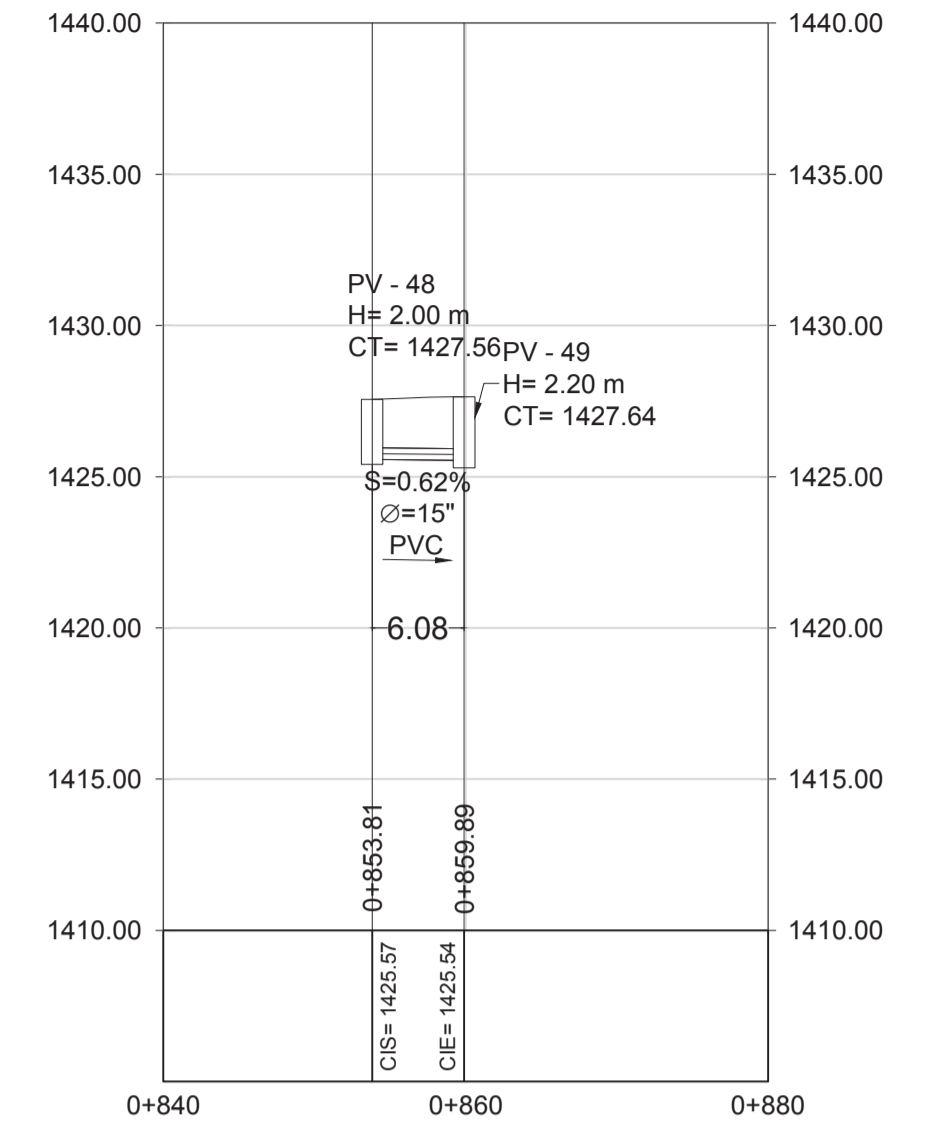
PERFIL PV - 43 A PV - 44
 ESCALA VERTICAL= 1/500.000
 ESCALA HORIZONTAL= 1/1000.000



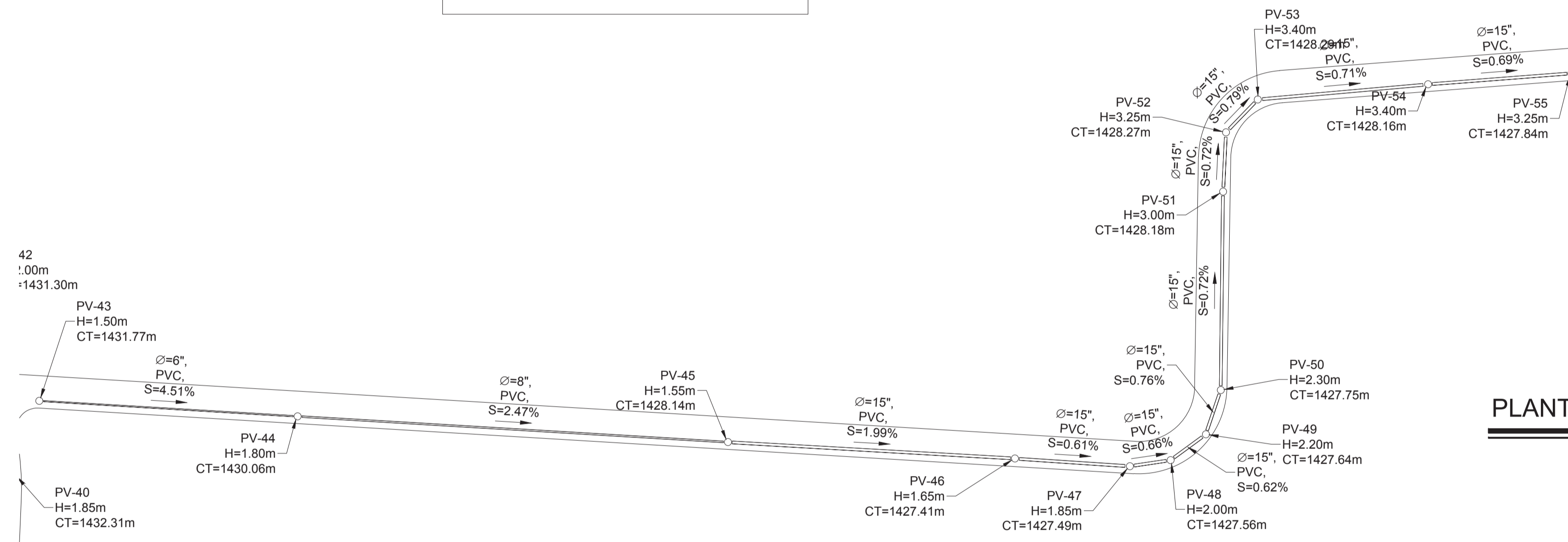
PERFIL PV - 44 A PV - 46
 ESCALA VERTICAL= 1/500.000
 ESCALA HORIZONTAL= 1/1000.000



PERFIL PV - 46 A PV - 48
 ESCALA VERTICAL= 1/500.000
 ESCALA HORIZONTAL= 1/1000.000

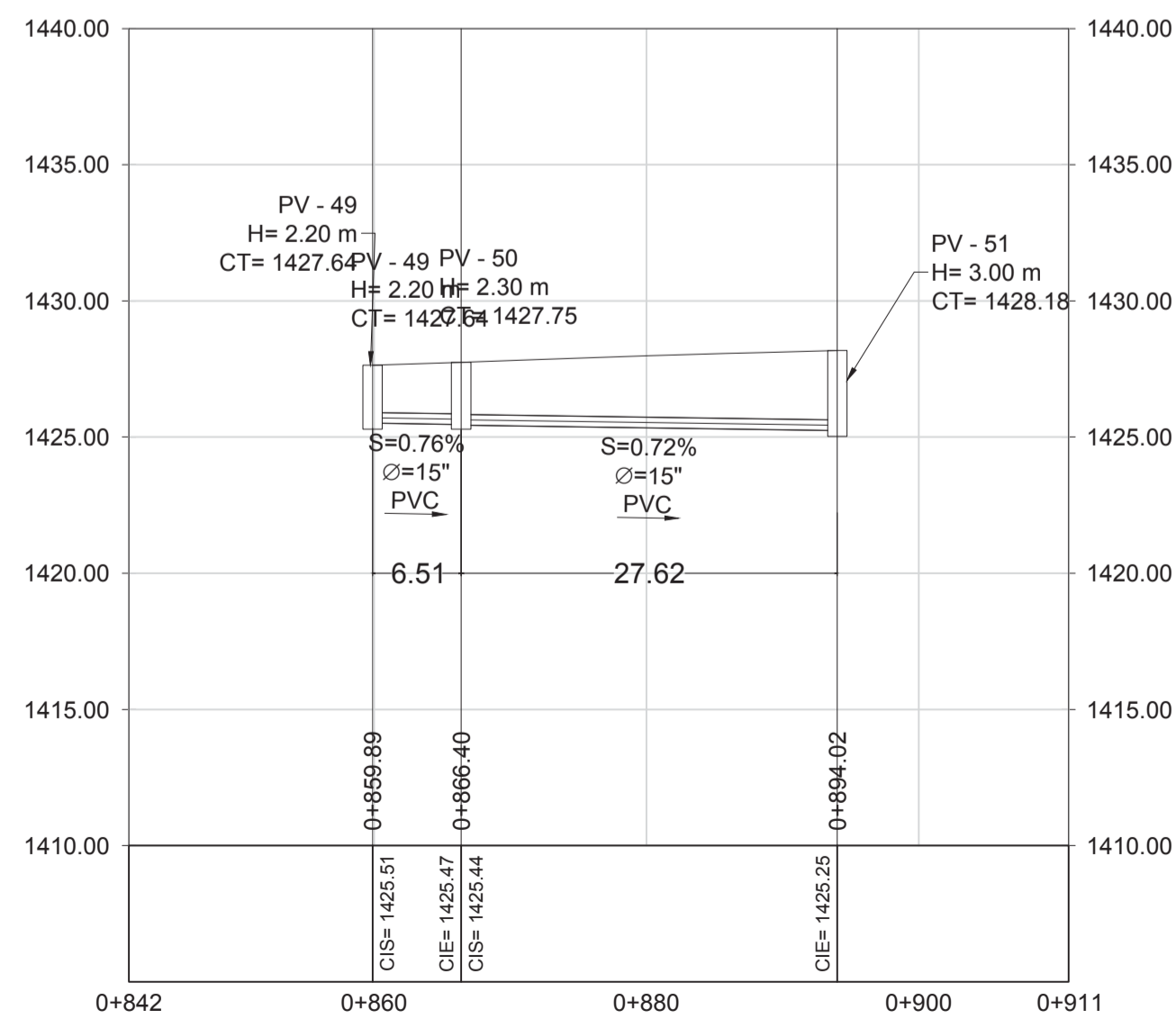
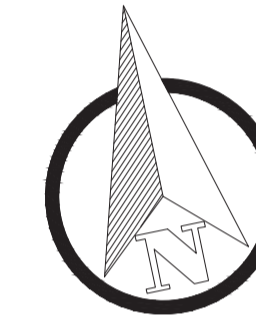


PERFIL PV - 48 A PV - 49
 ESCALA VERTICAL= 1/500.000
 ESCALA HORIZONTAL= 1/1000.000

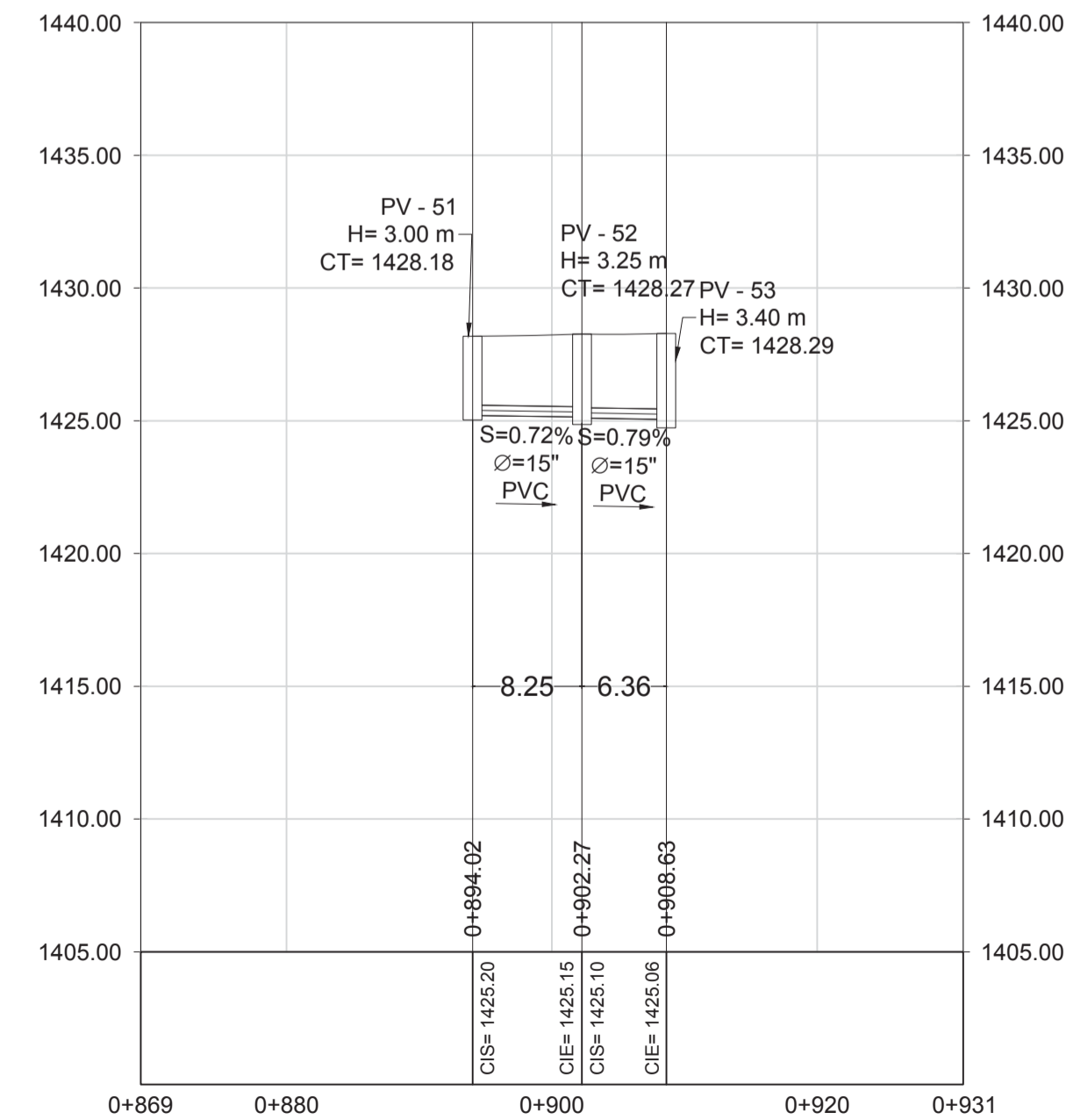


PLANTA PV-43 A PV-55

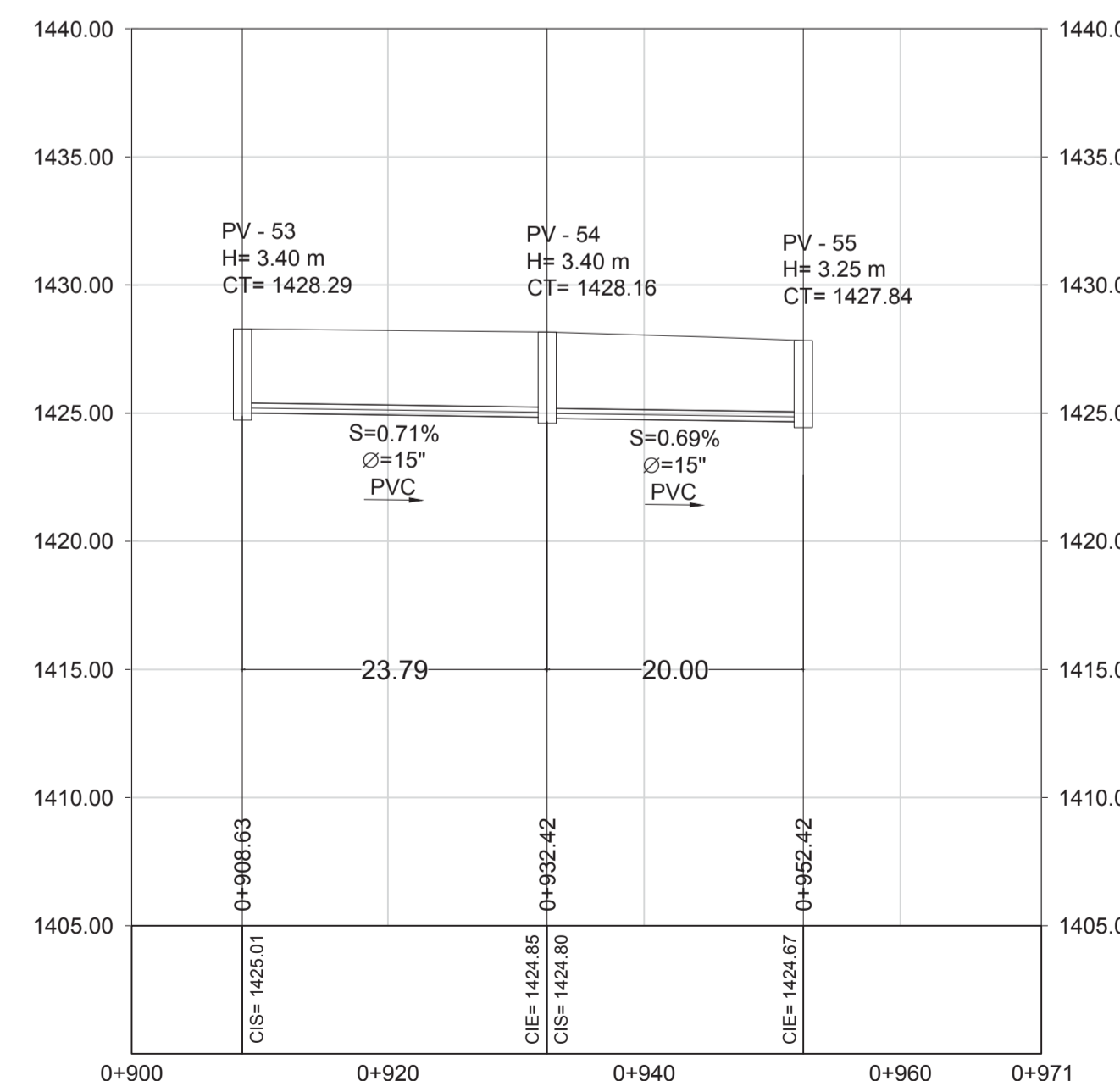
ESCALA : 1/500



PERFIL PV - 49 A PV - 51
 ESCALA VERTICAL= 1/500.000
 ESCALA HORIZONTAL= 1/1000.000



PERFIL PV - 51 A PV - 53
 ESCALA VERTICAL= 1/500.000
 ESCALA HORIZONTAL= 1/1000.000



PERFIL PV - 53 A PV - 55
 ESCALA VERTICAL= 1/500.000
 ESCALA HORIZONTAL= 1/1000.000

SIMBOLOGÍA	
PV	POZO DE VISITA
CT	COTA DE TERRENO
H	ALTURA DE POZO
S	PENDIENTE DE TUBERÍA
Ø	DIÁMETRO DE TUBERÍA
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
→	DIRECCIÓN DEL FLUJO
—	TUBERÍA DE PVC

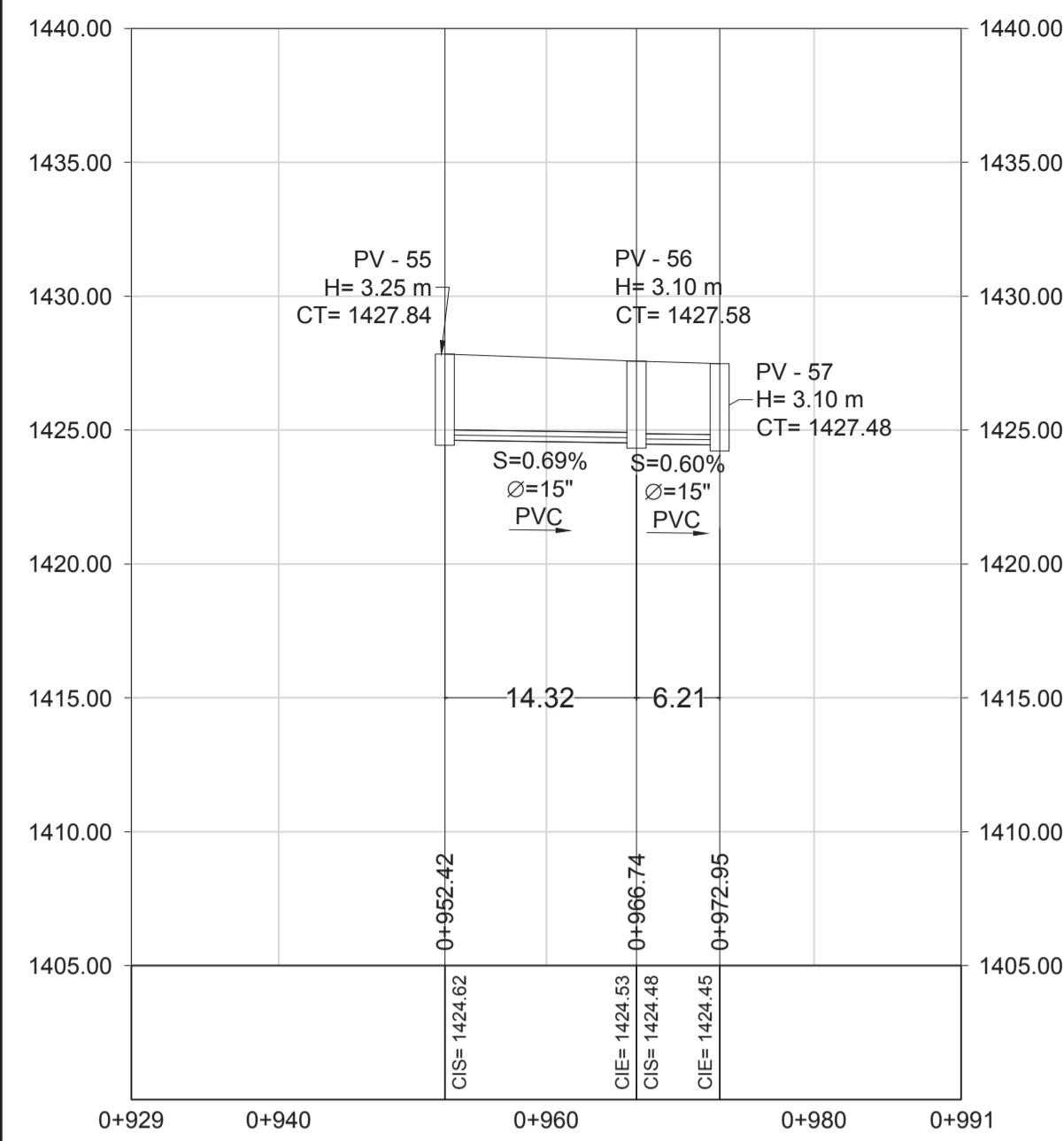
	MUNICIPIO: MIXCO	DISEÑO: ALEXIS OLIVA
	DEPARTAMENTO: GUATEMALA	CÁLCULO: ALEXIS OLIVA
DISEÑO DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA ALDEA SACOJ GRANDE ZONA 6 DE MIXCO.		
FECHA: ENERO 2022	ESCALA: INDICADA	DIBUJO: ALEXIS OLIVA
CONTENIDO: PLANTA-PERFIL PV-43 A PV-55		TOPOGRAFÍA: ALEXIS OLIVA

HOJA No

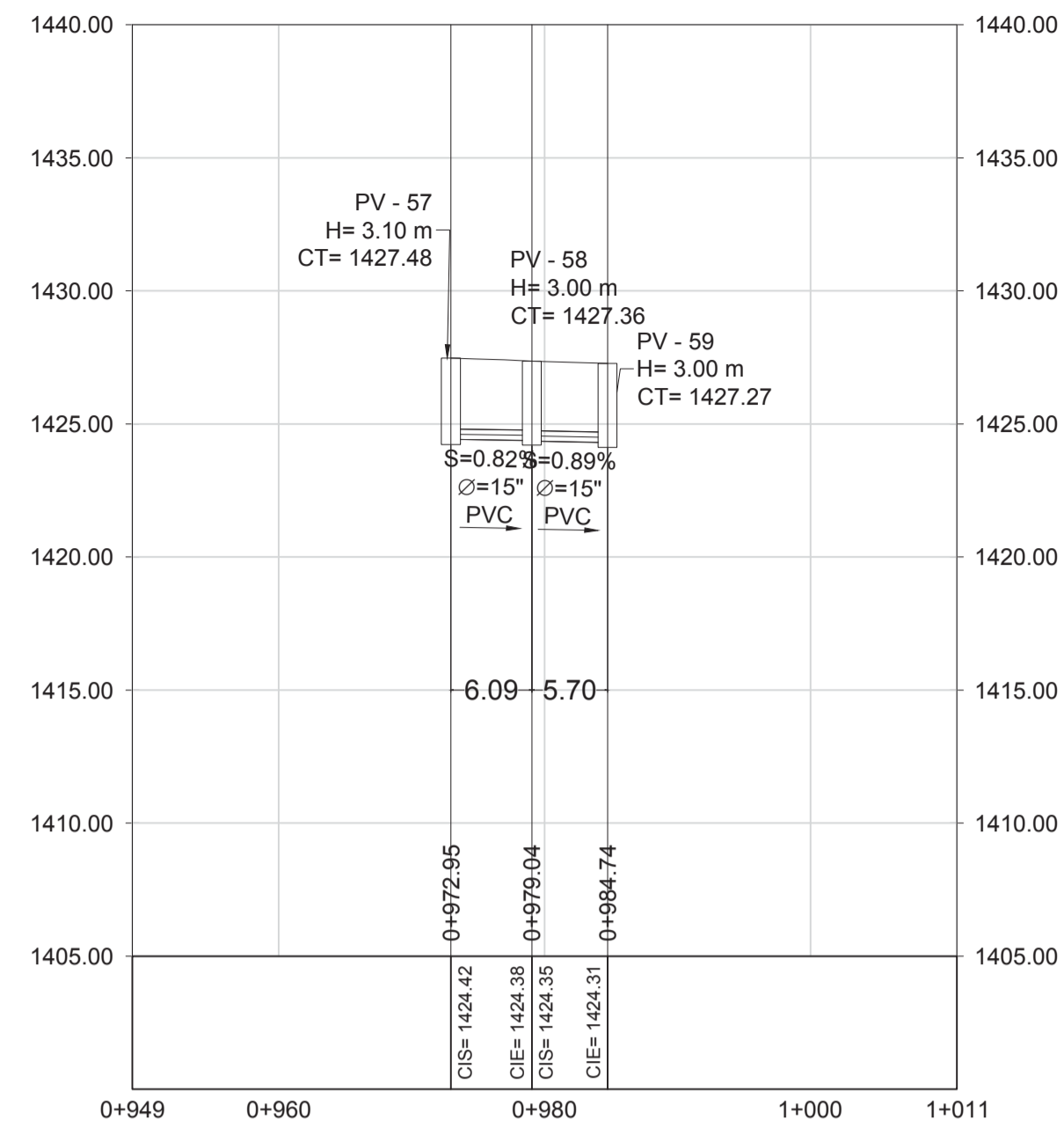
9

17

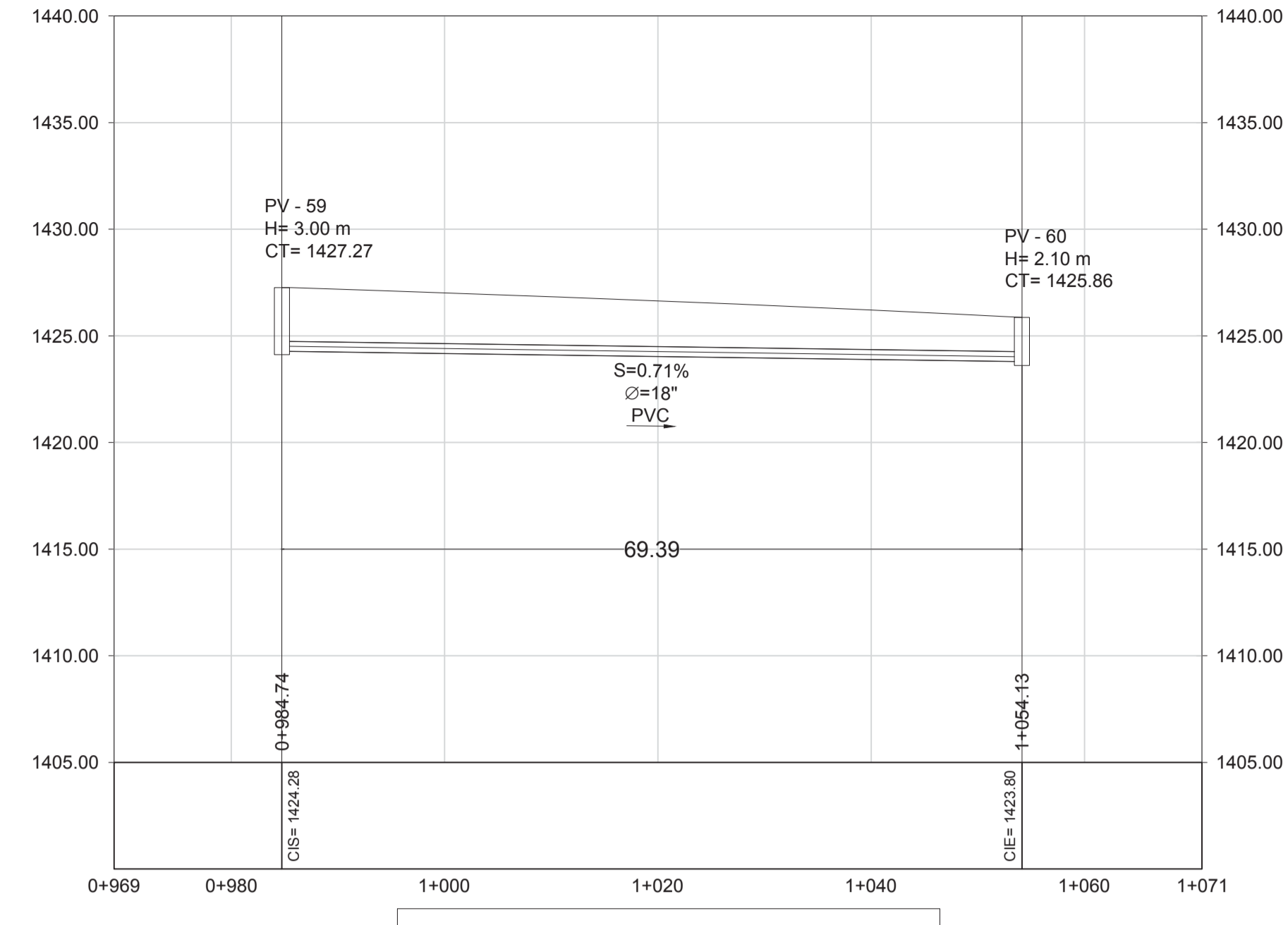
REVISO INGENIERO ASESOR
 INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORIA DE SIERRA



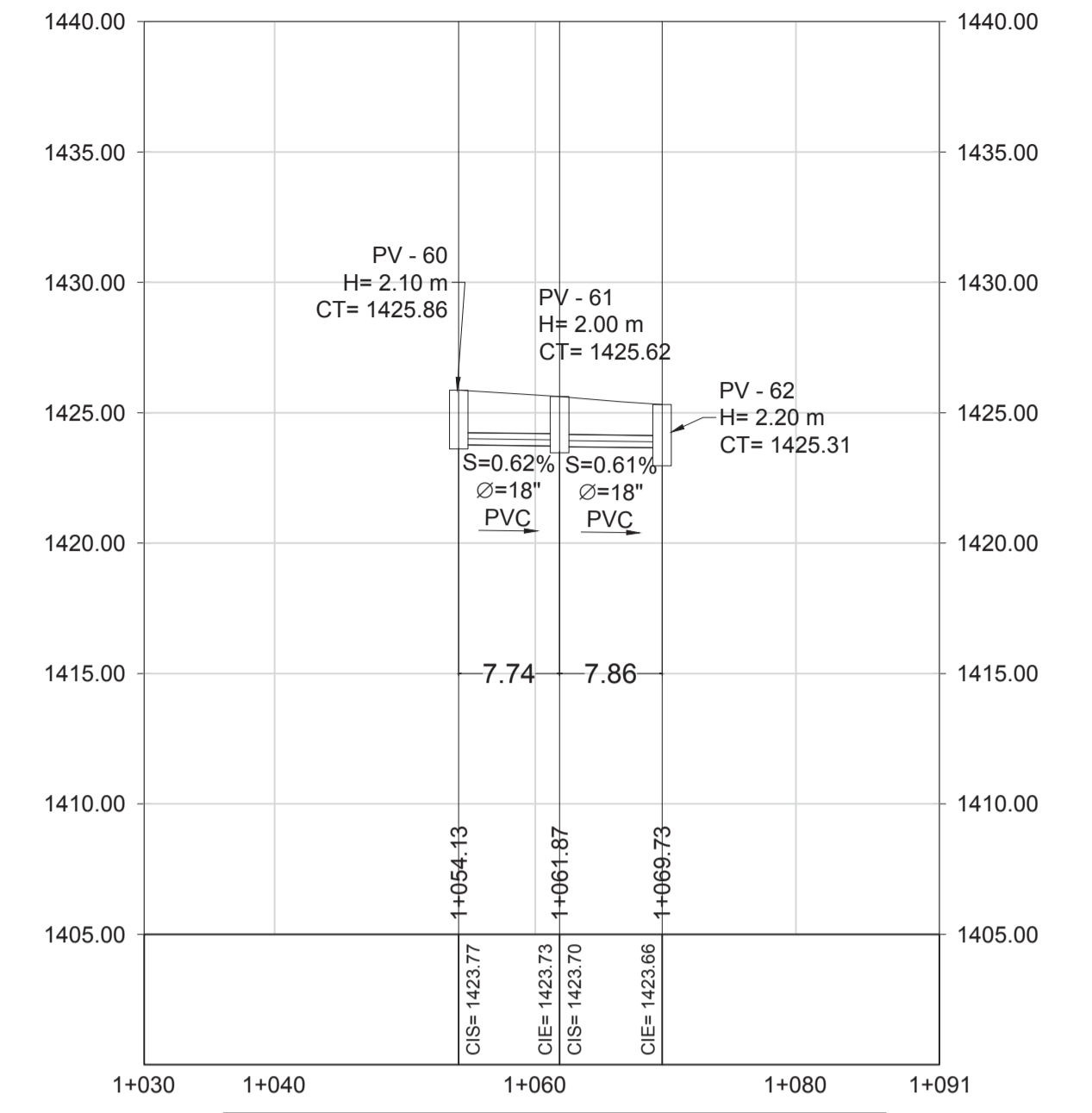
PERFIL PV - 55 A PV - 57
 ESCALA VERTICAL= 1/500.000
 ESCALA HORIZONTAL= 1/1000.000



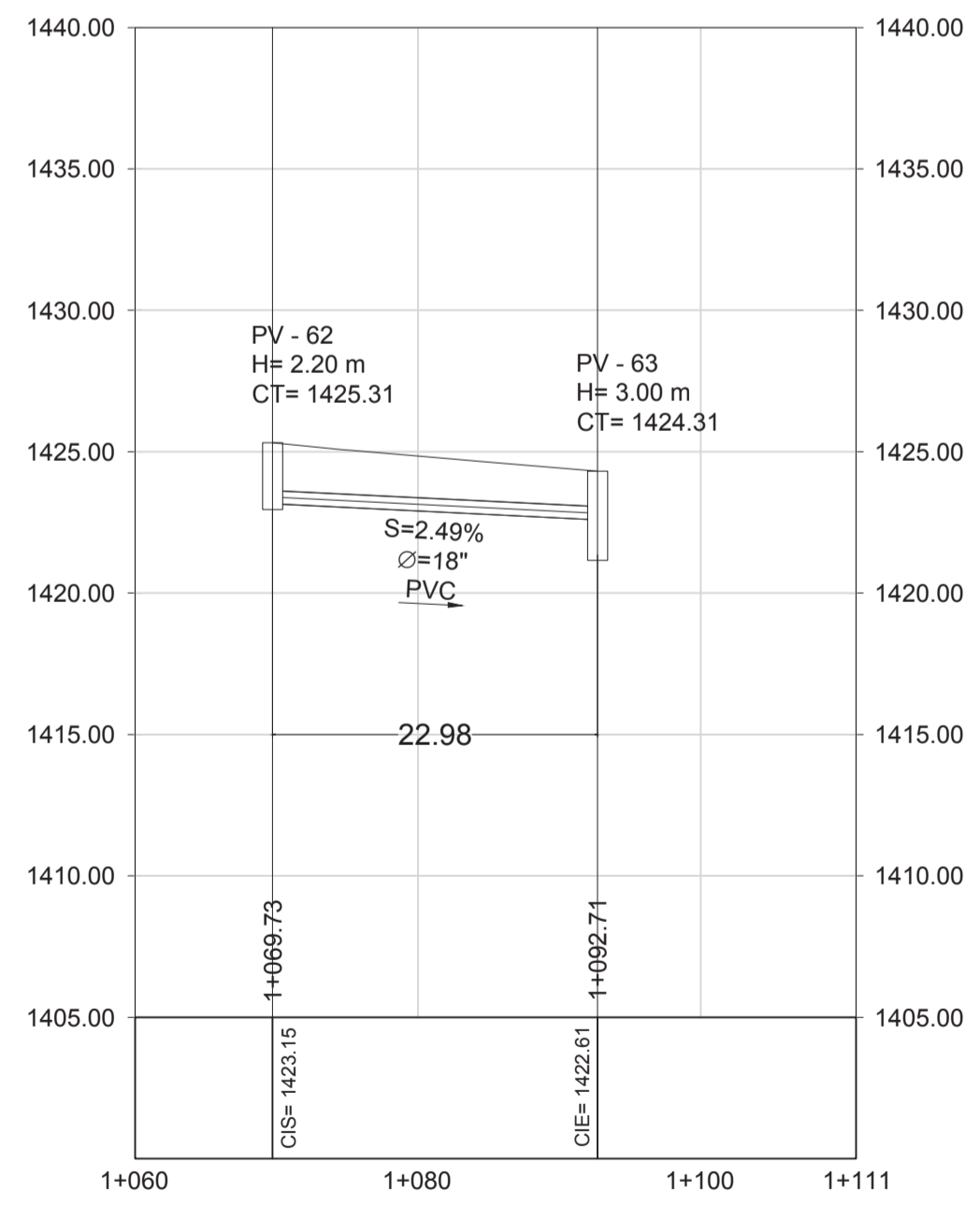
PERFIL PV - 57 A PV - 59
 ESCALA VERTICAL= 1/500.000
 ESCALA HORIZONTAL= 1/1000.000



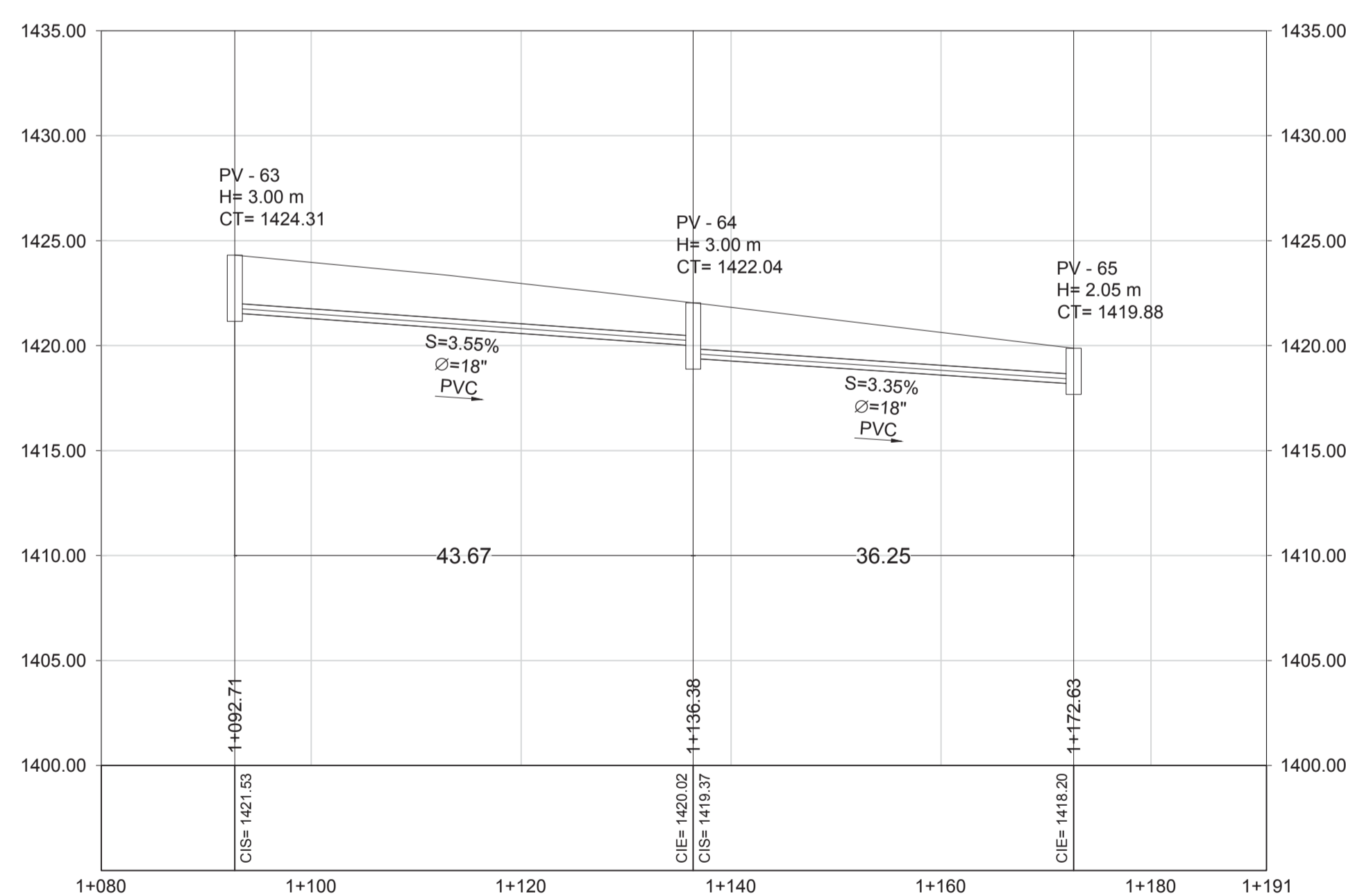
PERFIL PV - 59 A PV - 60
 ESCALA VERTICAL= 1/500.000
 ESCALA HORIZONTAL= 1/1000.000



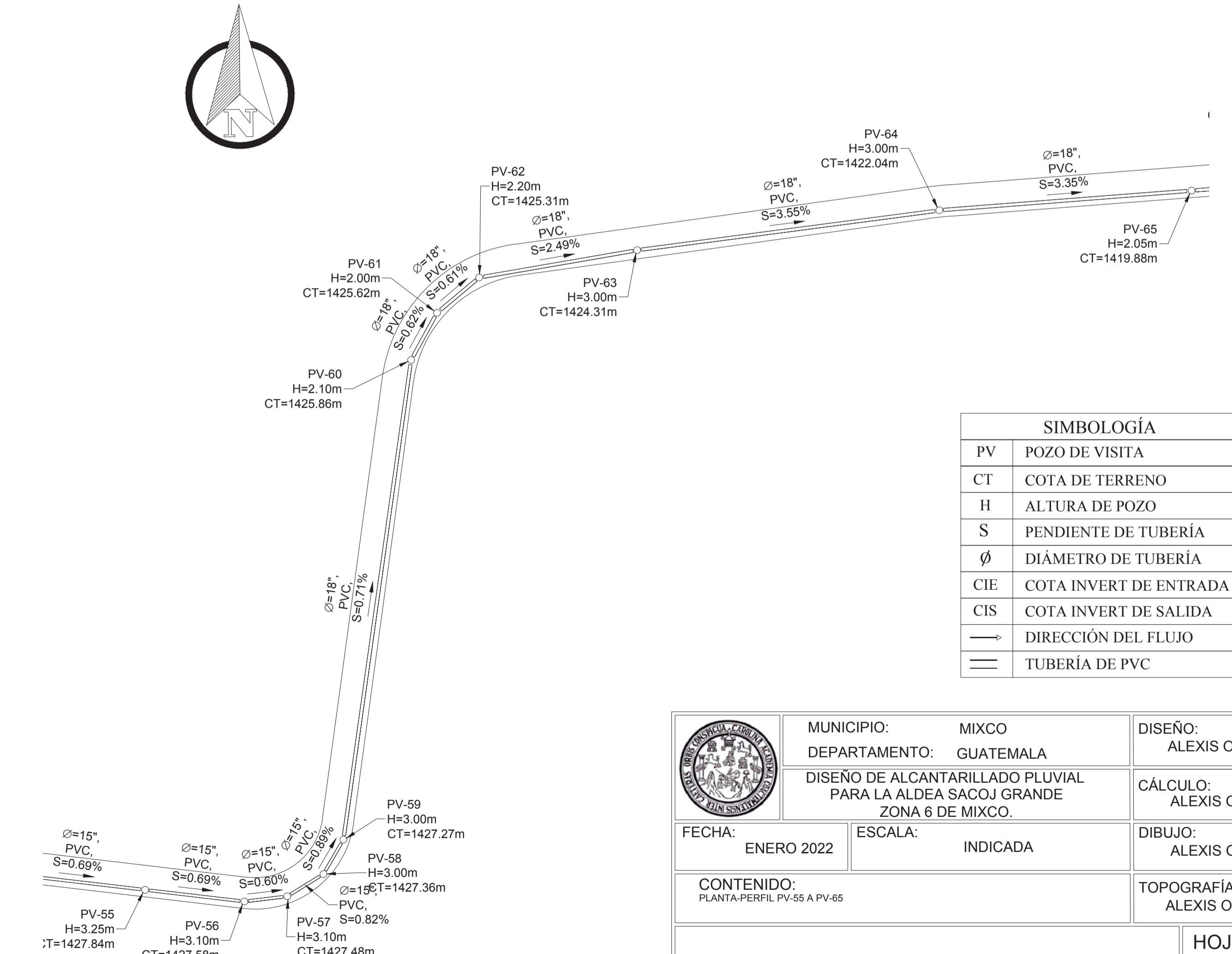
PERFIL PV - 60 A PV - 62
 ESCALA VERTICAL= 1/500.000
 ESCALA HORIZONTAL= 1/1000.000



PERFIL PV - 62 A PV - 63
 ESCALA VERTICAL= 1/500.000
 ESCALA HORIZONTAL= 1/1000.000

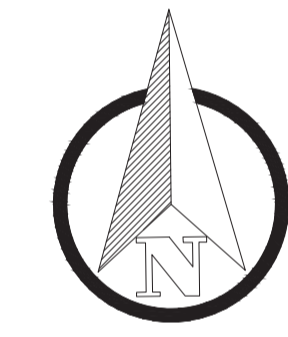


PERFIL PV - 63 A PV - 65
 ESCALA VERTICAL= 1/500.000
 ESCALA HORIZONTAL= 1/1000.000



PLANTA PV-55 A PV-65

ESCALA : 1/500



SIMBOLOGÍA	
PV	POZO DE VISITA
CT	COTA DE TERRENO
H	ALTURA DE POZO
S	PENDIENTE DE TUBERÍA
Ø	DIÁMETRO DE TUBERÍA
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
→	DIRECCIÓN DEL FLUJO
—	TUBERÍA DE PVC

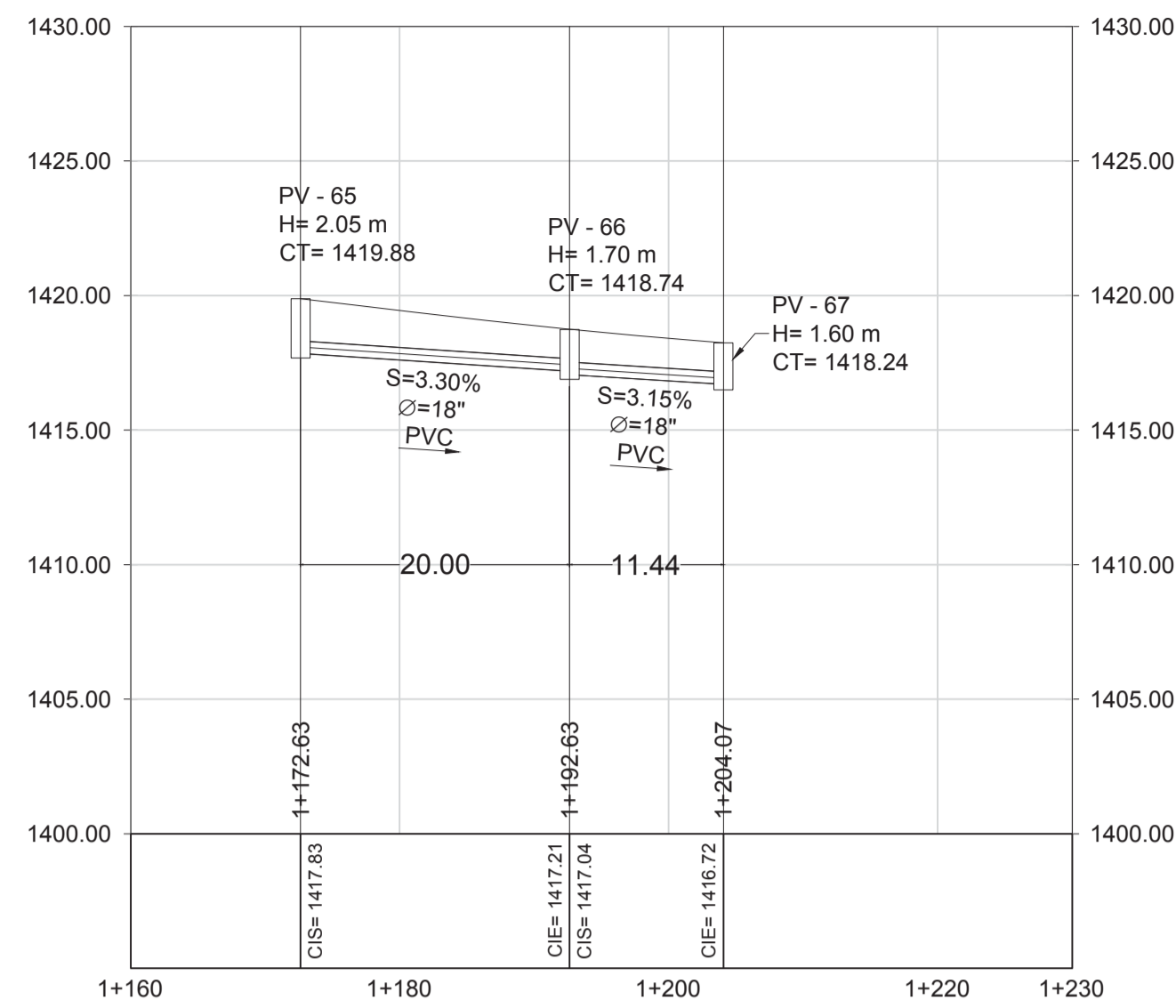
	MUNICIPIO: MIXCO	DISEÑO: ALEXIS OLIVA
	DEPARTAMENTO: GUATEMALA	CÁLCULO: ALEXIS OLIVA
FECHA: ENERO 2022	ESCALA: INDICADA	DIBUJO: ALEXIS OLIVA
CONTENIDO: PLANTA-PERFIL PV-55 A PV-65		TOPOGRAFÍA: ALEXIS OLIVA

HOJA No

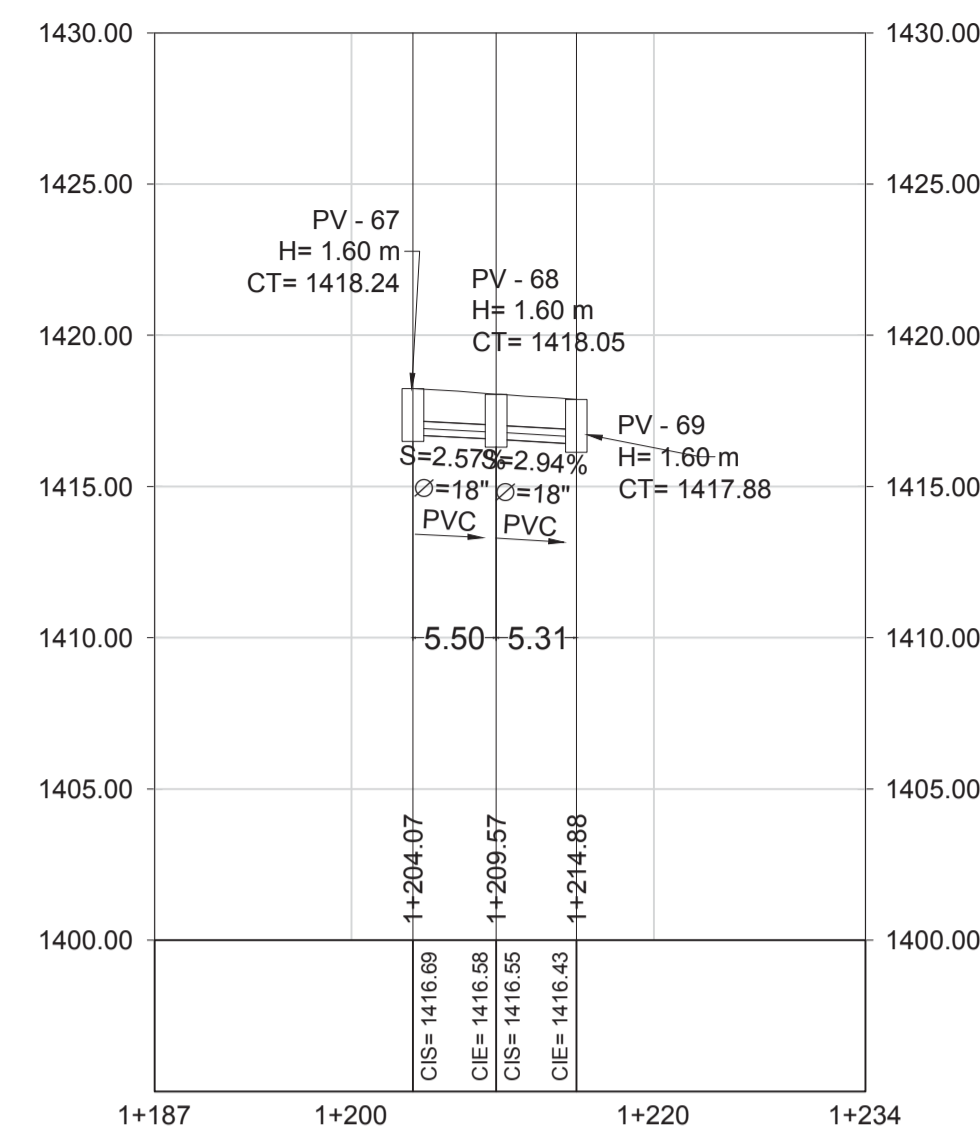
10

17

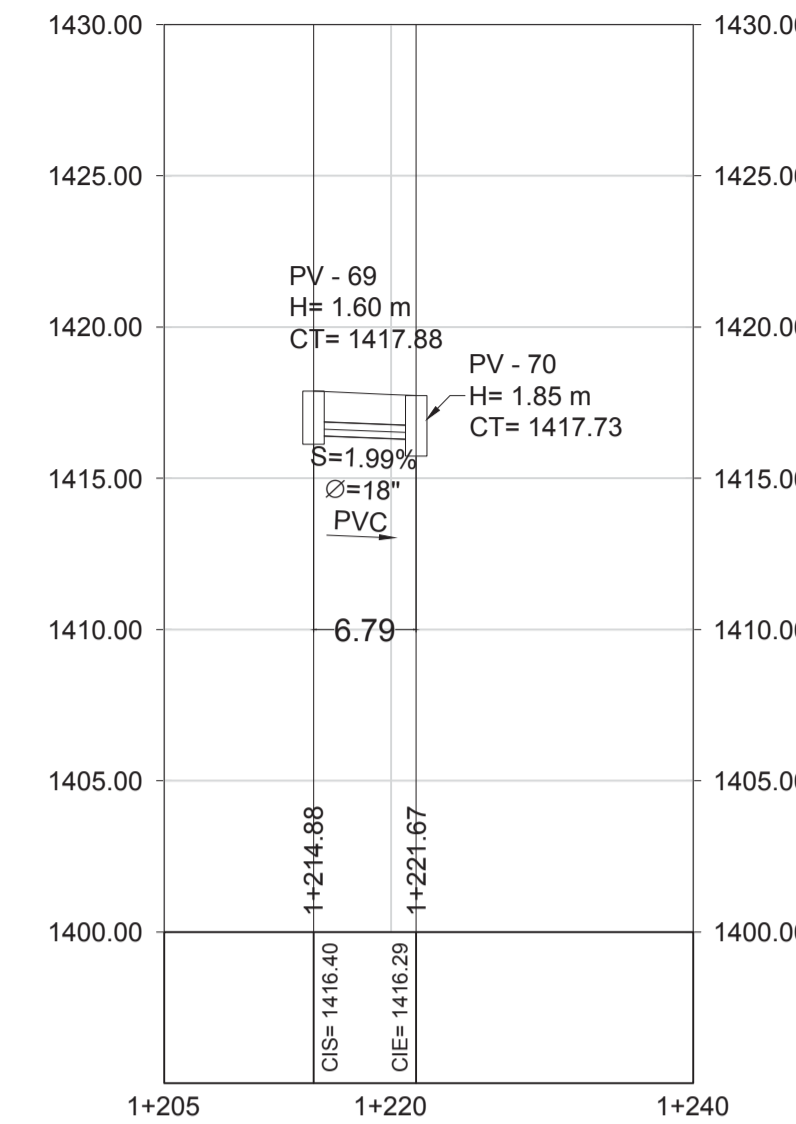
REVISOR INGENIERO ASESOR
 INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORIA DE SIERRA



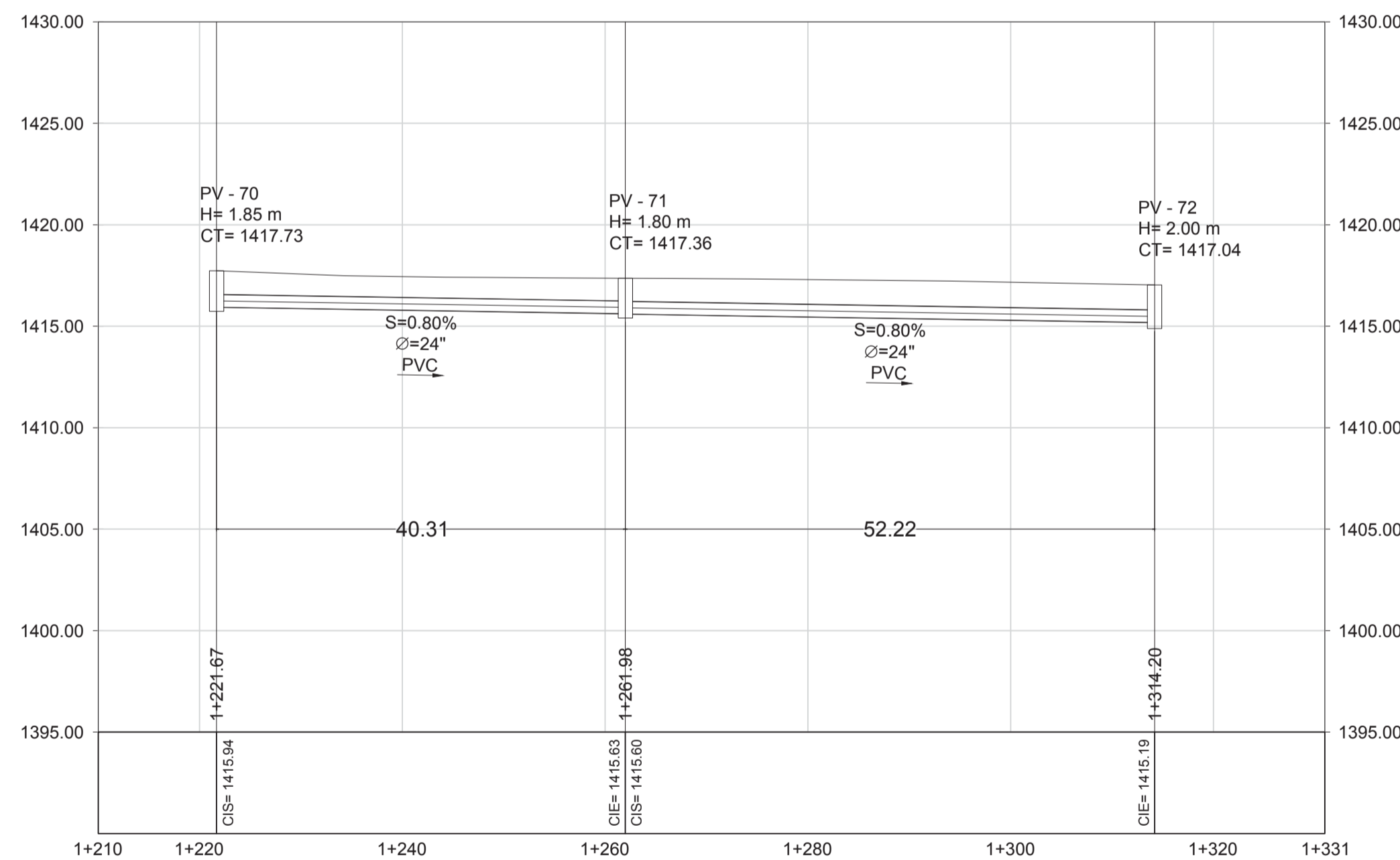
PERFIL PV - 65 A PV - 67
 ESCALA VERTICAL= 1/500.000
 ESCALA HORIZONTAL= 1/1000.000



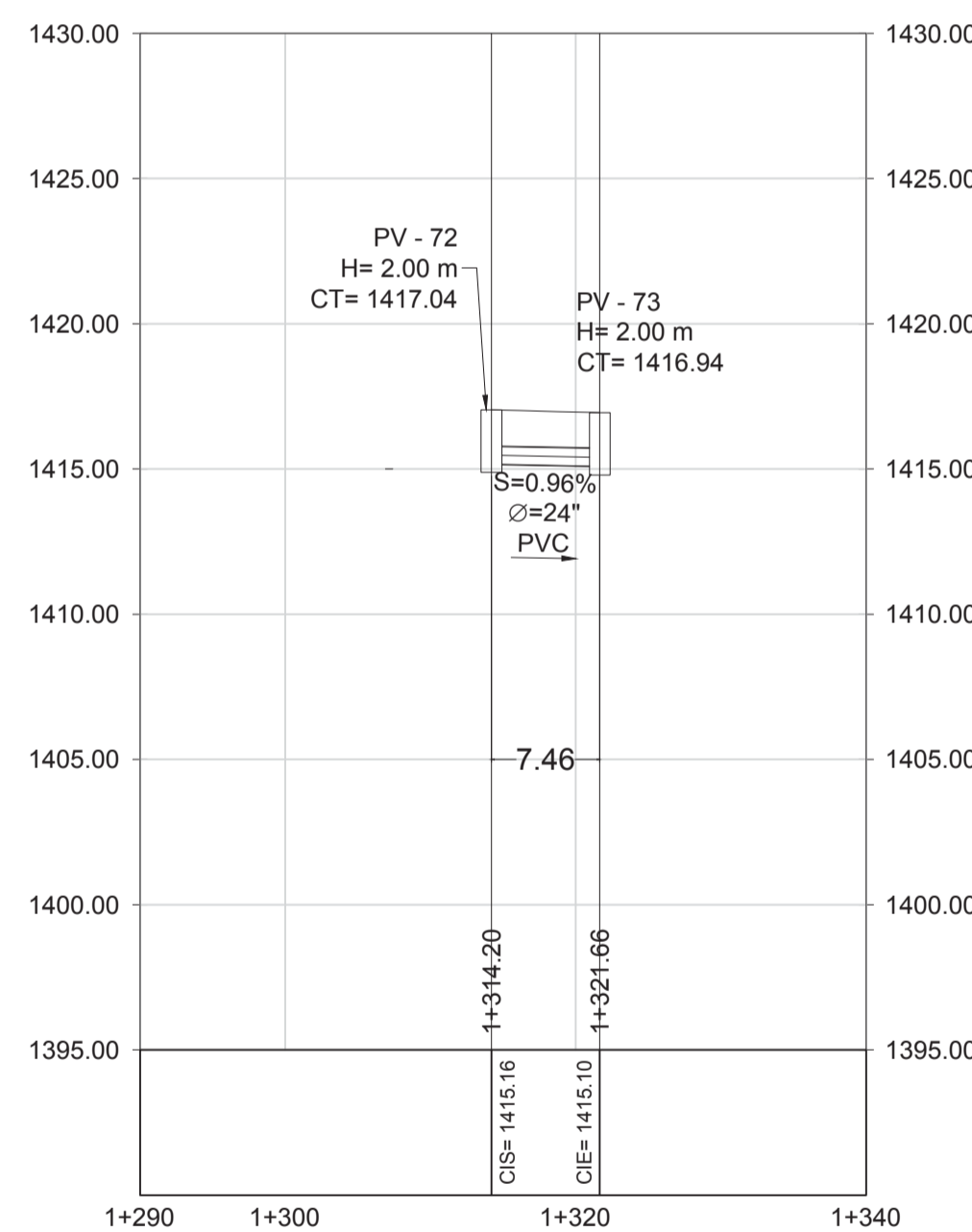
PERFIL PV - 67 A PV - 69
 ESCALA VERTICAL= 1/500.000
 ESCALA HORIZONTAL= 1/1000.000



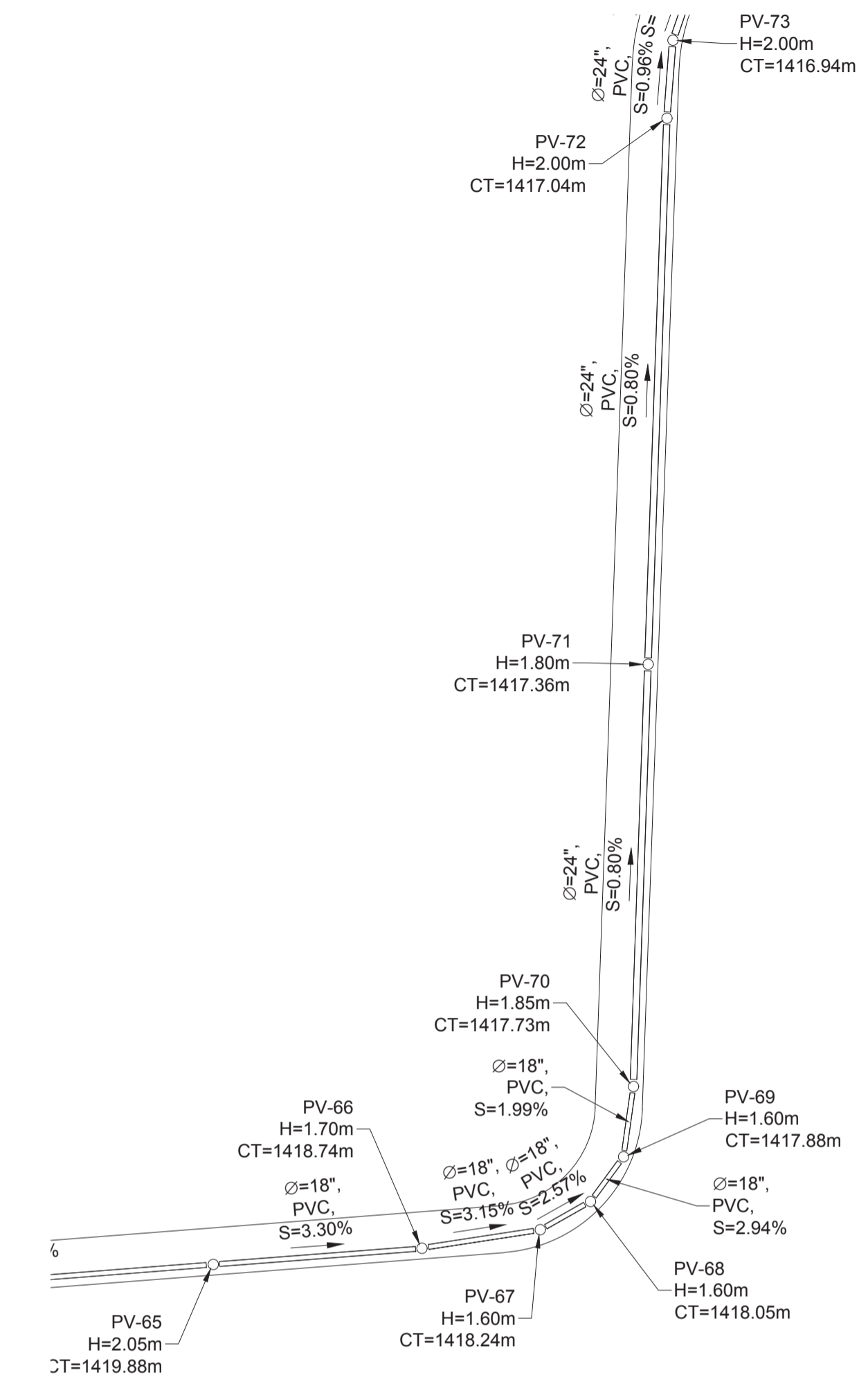
PERFIL PV - 69 A PV - 70
 ESCALA VERTICAL= 1/500.000
 ESCALA HORIZONTAL= 1/1000.000



PERFIL PV - 70 A PV - 72
 ESCALA VERTICAL= 1/500.000
 ESCALA HORIZONTAL= 1/1000.000



PERFIL PV - 72 A PV - 73
 ESCALA VERTICAL= 1/500.000
 ESCALA HORIZONTAL= 1/1000.000

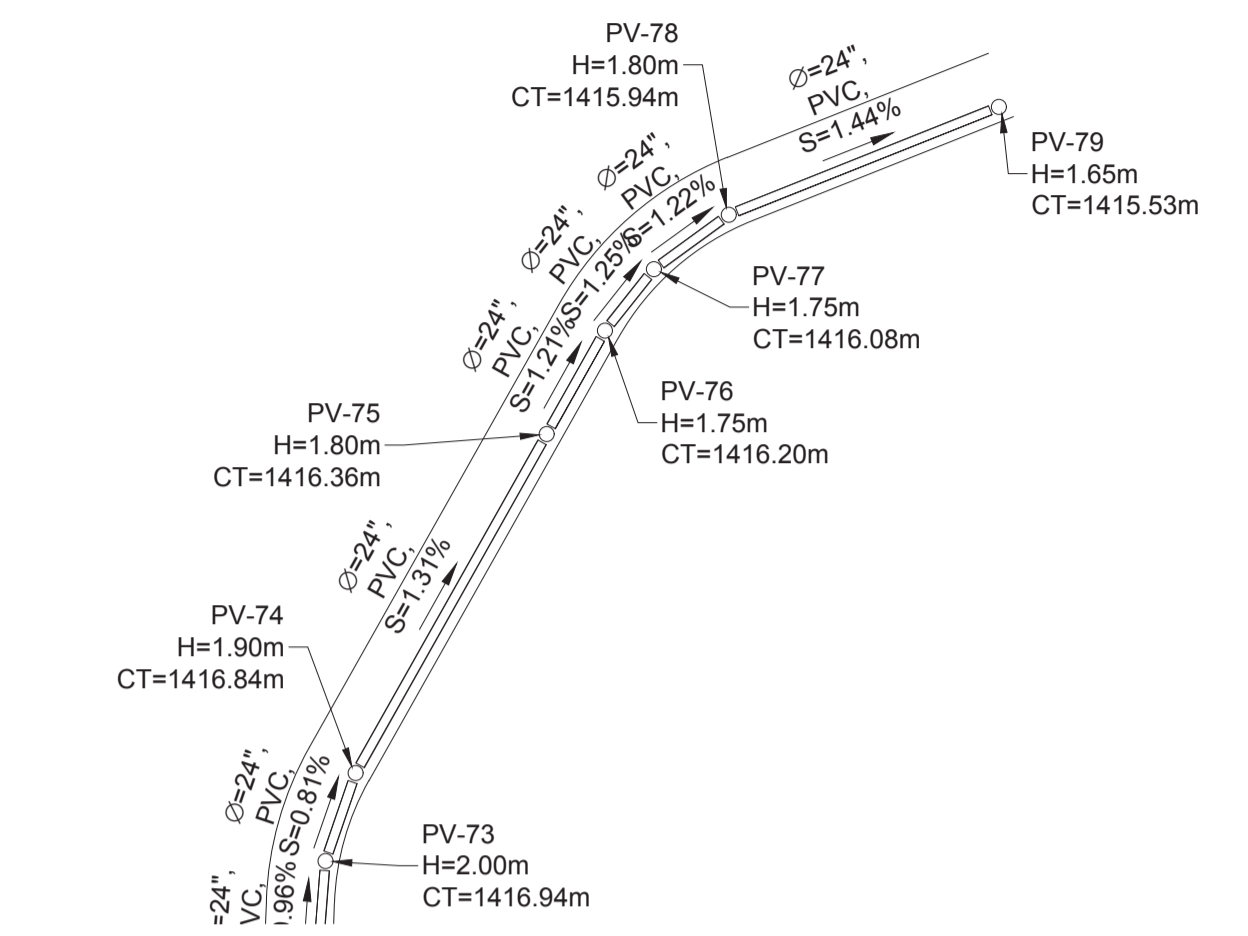
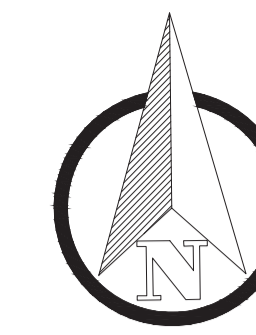


PLANTA PV-65 A PV-73

ESCALA : 1/500

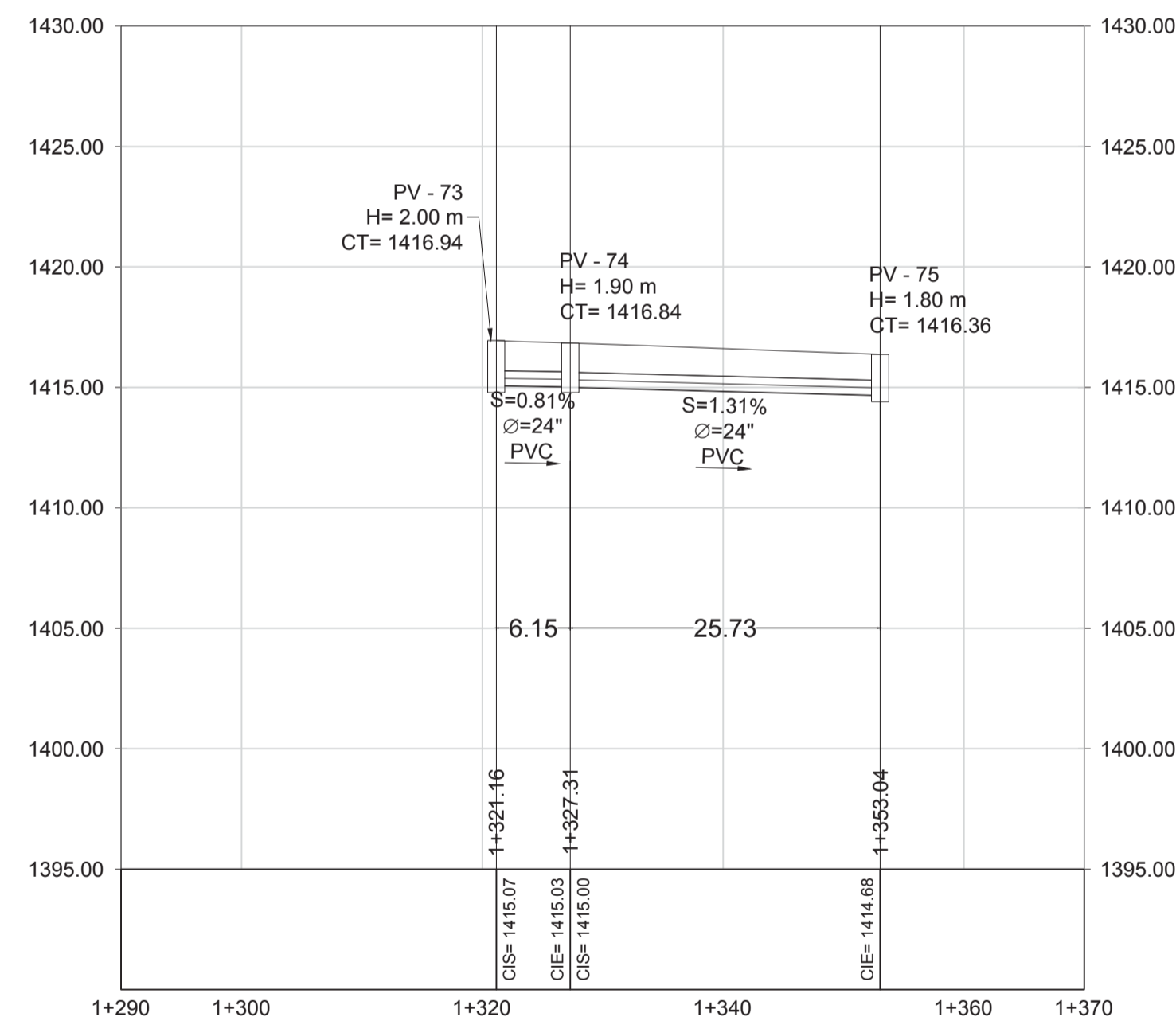
SIMBOLOGÍA	
PV	POZO DE VISITA
CT	COTA DE TERRENO
H	ALTURA DE POZO
S	PENDIENTE DE TUBERÍA
Ø	DIÁMETRO DE TUBERÍA
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
→	DIRECCIÓN DEL FLUJO
—	TUBERÍA DE PVC

	MUNICIPIO: MIXCO	DISEÑO: ALEXIS OLIVA
	DEPARTAMENTO: GUATEMALA	CÁLCULO: ALEXIS OLIVA
FECHA: ENERO 2022	ESCALA: INDICADA	DIBUJO: ALEXIS OLIVA
CONTENIDO: PLANTA-PERFIL PV-65 A PV-73	TOPOGRAFÍA: ALEXIS OLIVA	
		HOJA No 11
REVISO INGENIERO ASESOR INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORIA DE SIERRA		

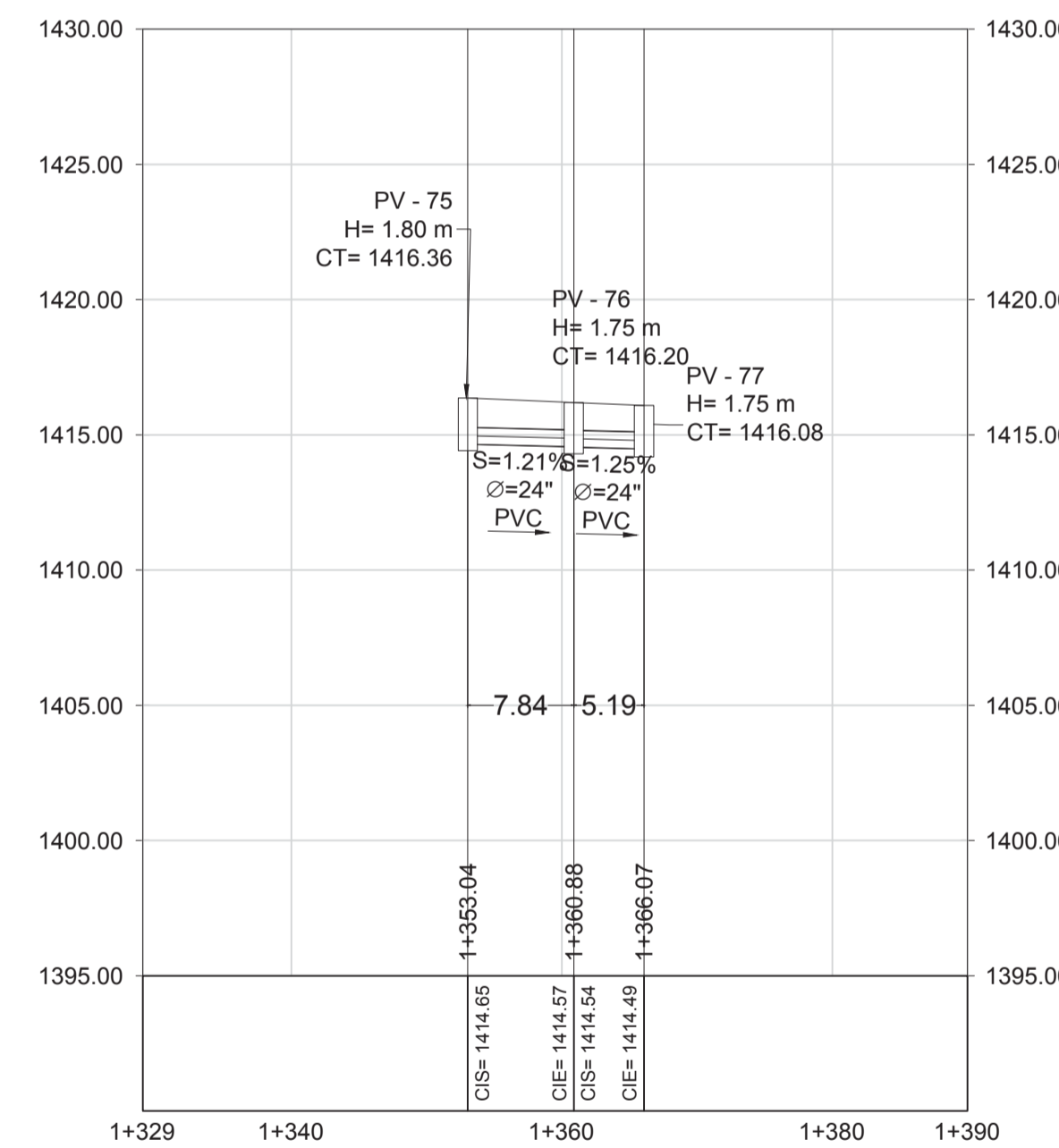


PLANTA PV-73 A PV-79

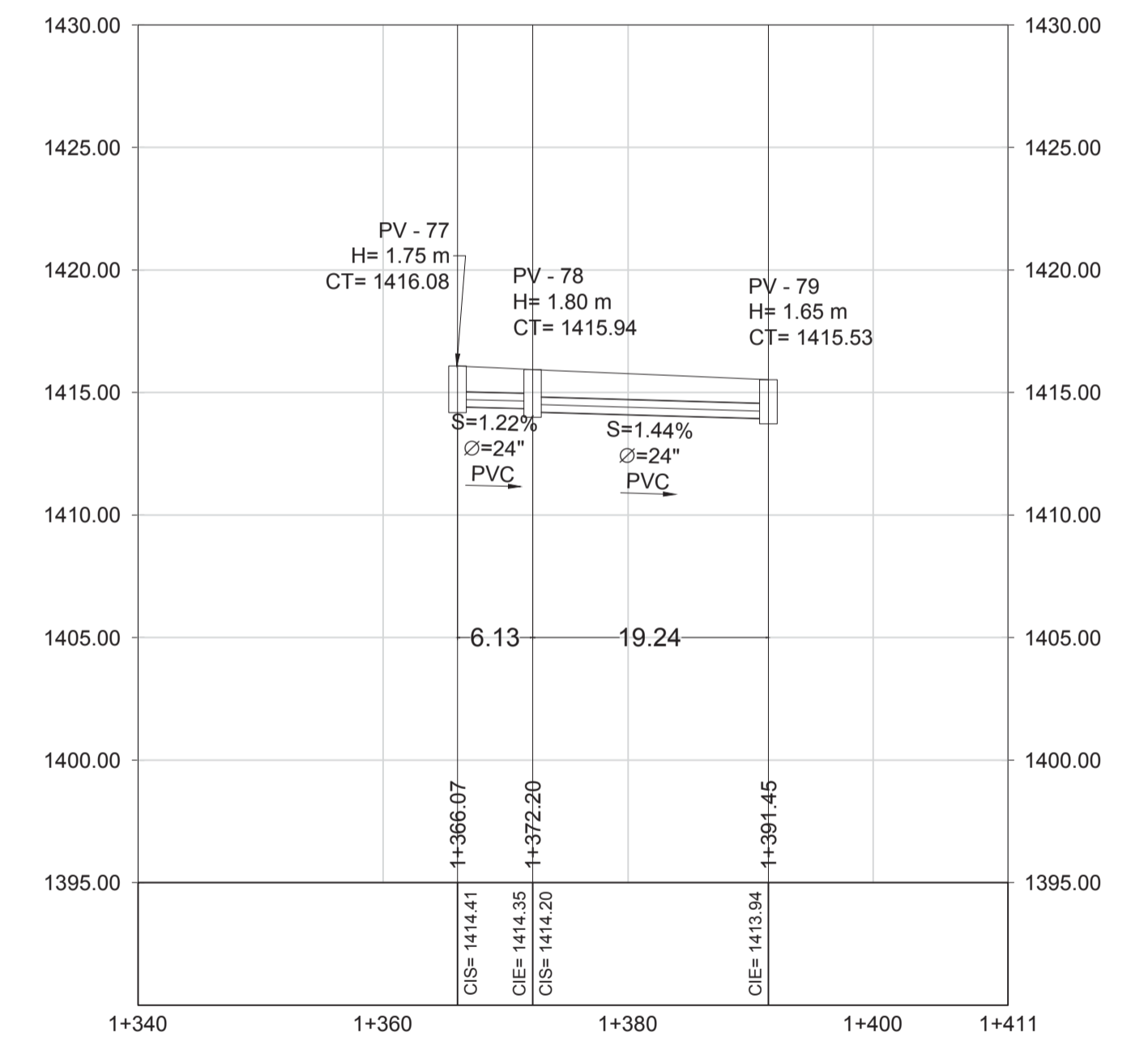
ESCALA : 500



PERFIL PV - 73 A PV - 75
ESCALA VERTICAL= 1/500.000
ESCALA HORIZONTAL= 1/1000.000



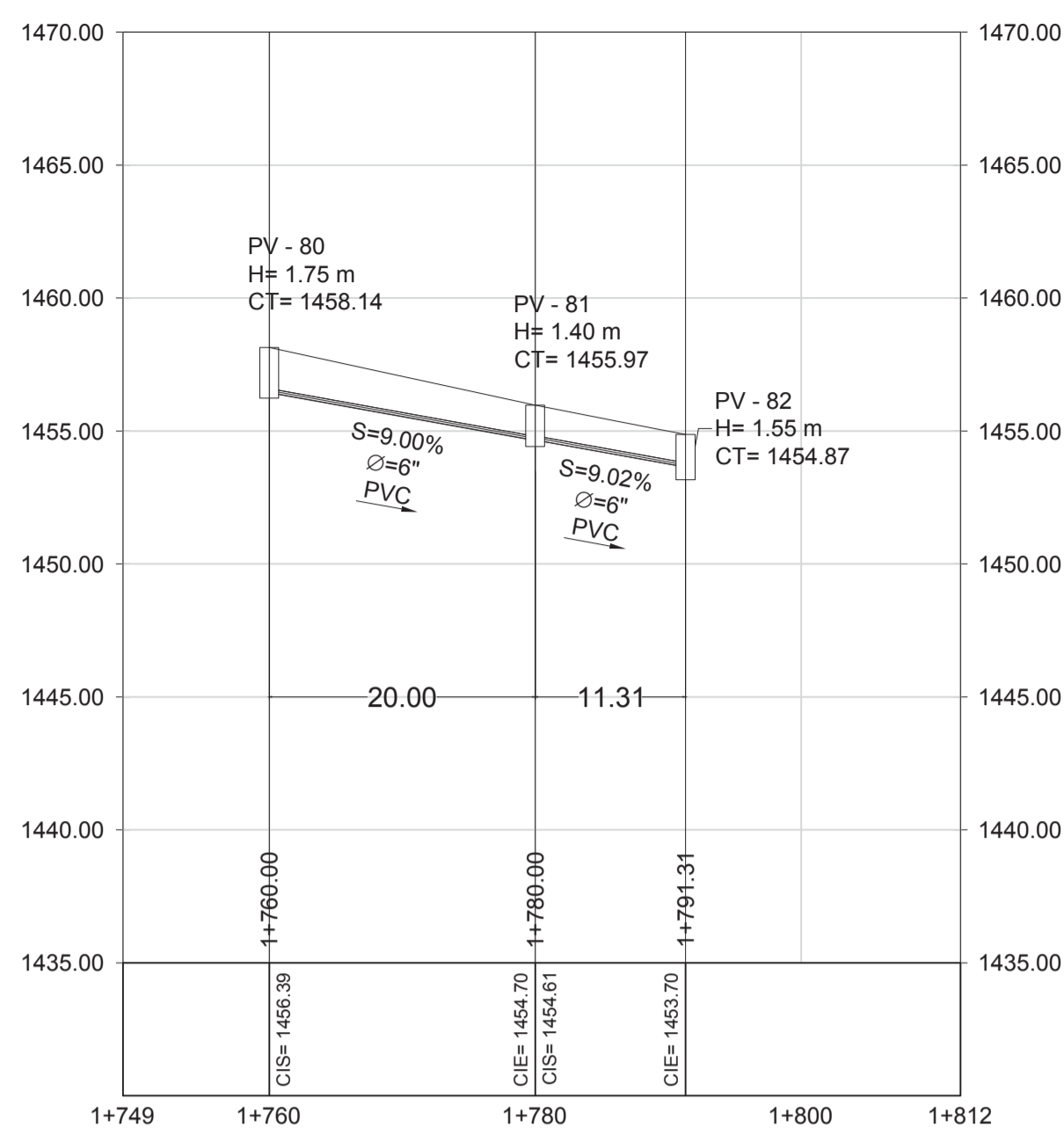
PERFIL PV - 75 A PV - 77
ESCALA VERTICAL= 1/500.000
ESCALA HORIZONTAL= 1/1000.000



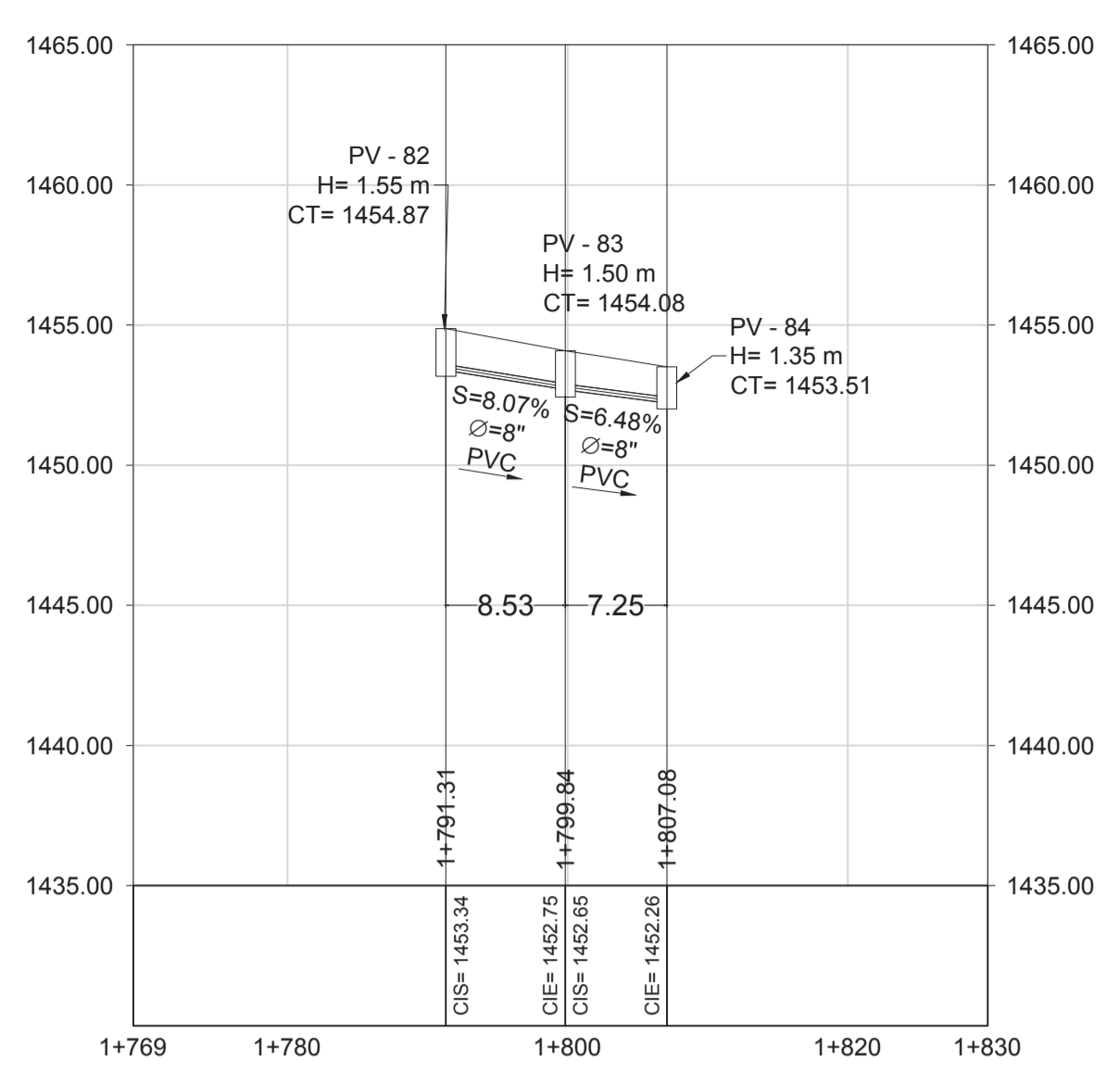
PERFIL PV - 77 A PV - 79
ESCALA VERTICAL= 1/500.000
ESCALA HORIZONTAL= 1/1000.000

SIMBOLOGÍA	
PV	POZO DE VISITA
CT	COTA DE TERRENO
H	ALTURA DE POZO
S	PENDIENTE DE TUBERÍA
Ø	DIÁMETRO DE TUBERÍA
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
→	DIRECCIÓN DEL FLUJO
—	TUBERÍA DE PVC

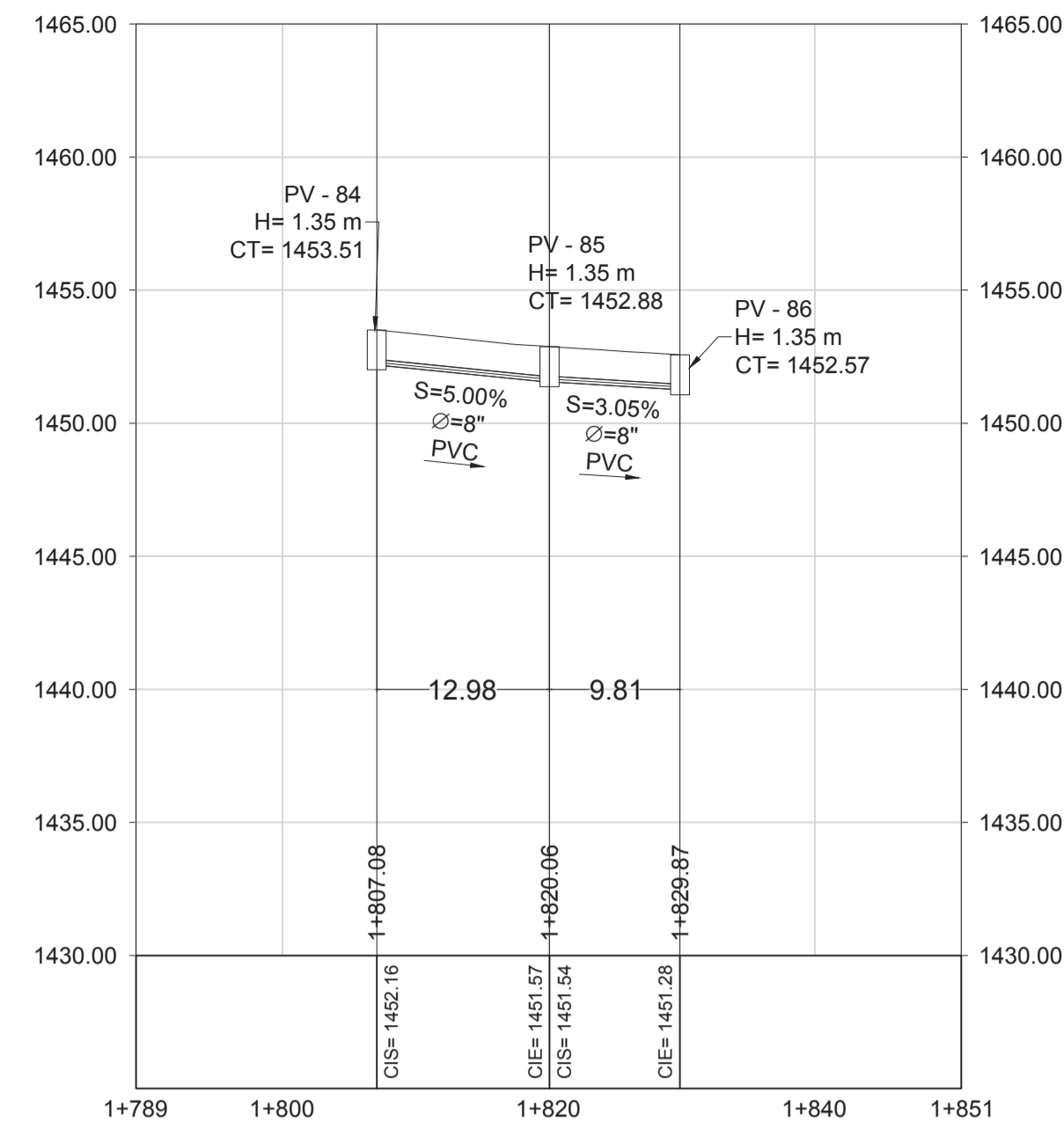
	MUNICIPIO: MIXCO	DISEÑO: ALEXIS OLIVA
	DEPARTAMENTO: GUATEMALA	CÁLCULO: ALEXIS OLIVA
FECHA: ENERO 2022	ESCALA: INDICADA	DIBUJO: ALEXIS OLIVA
CONTENIDO: PLANTA-PERFIL PV-73 A PV-79	TOPOGRAFÍA: ALEXIS OLIVA	
REVISO INGENIERO ASESOR INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORIA DE SIERRA		HOJA No 12 17



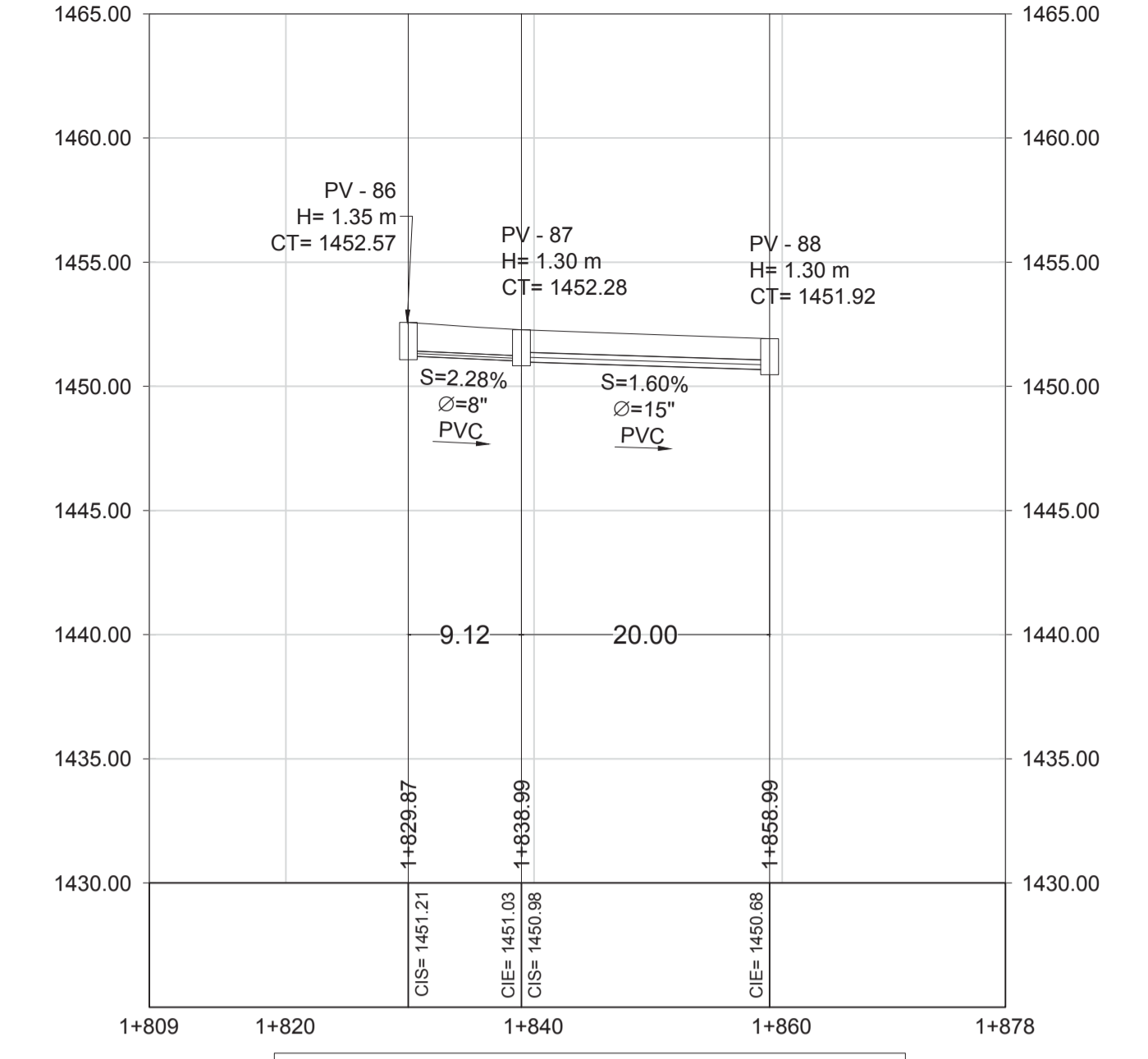
PERFIL PV - 80 A PV - 82
ESCALA VERTICAL= 1/500.000
ESCALA HORIZONTAL= 1/1000.000



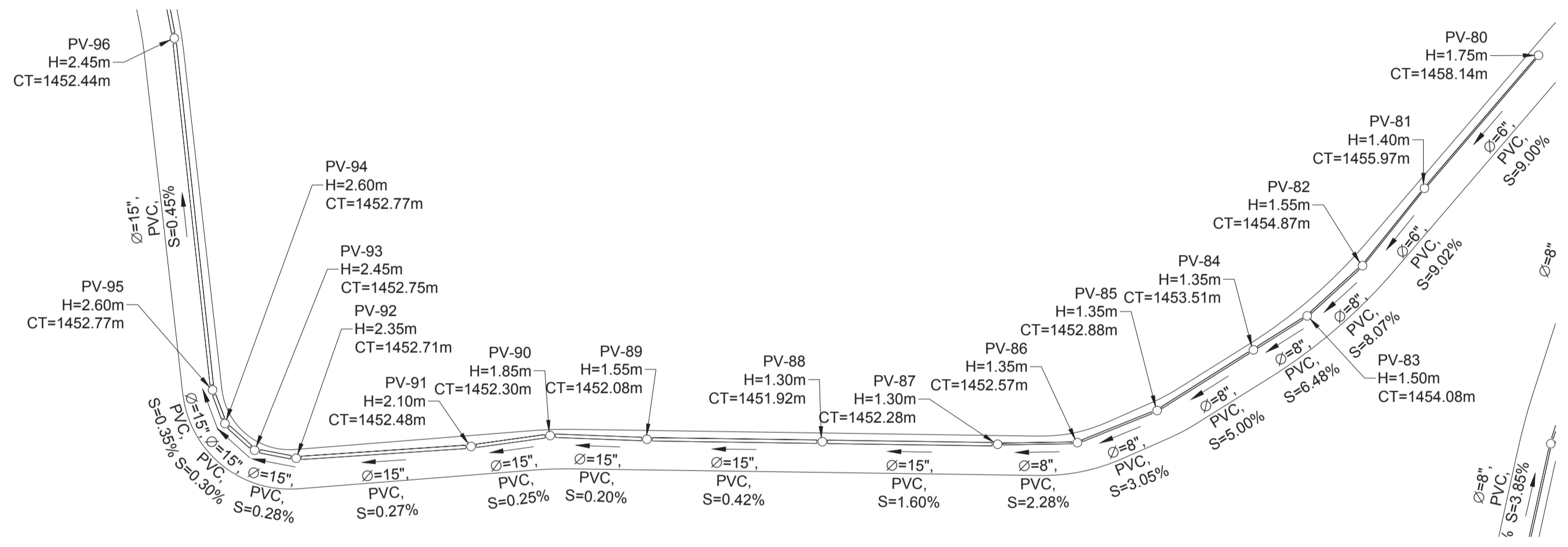
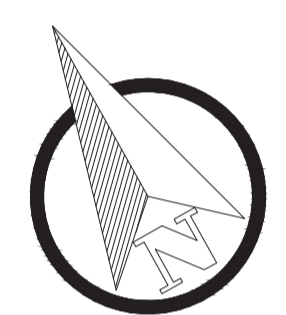
PERFIL PV - 82 A PV - 84
ESCALA VERTICAL= 1/500.000
ESCALA HORIZONTAL= 1/1000.000



PERFIL PV - 84 A PV - 86
ESCALA VERTICAL= 1/500.000
ESCALA HORIZONTAL= 1/1000.000

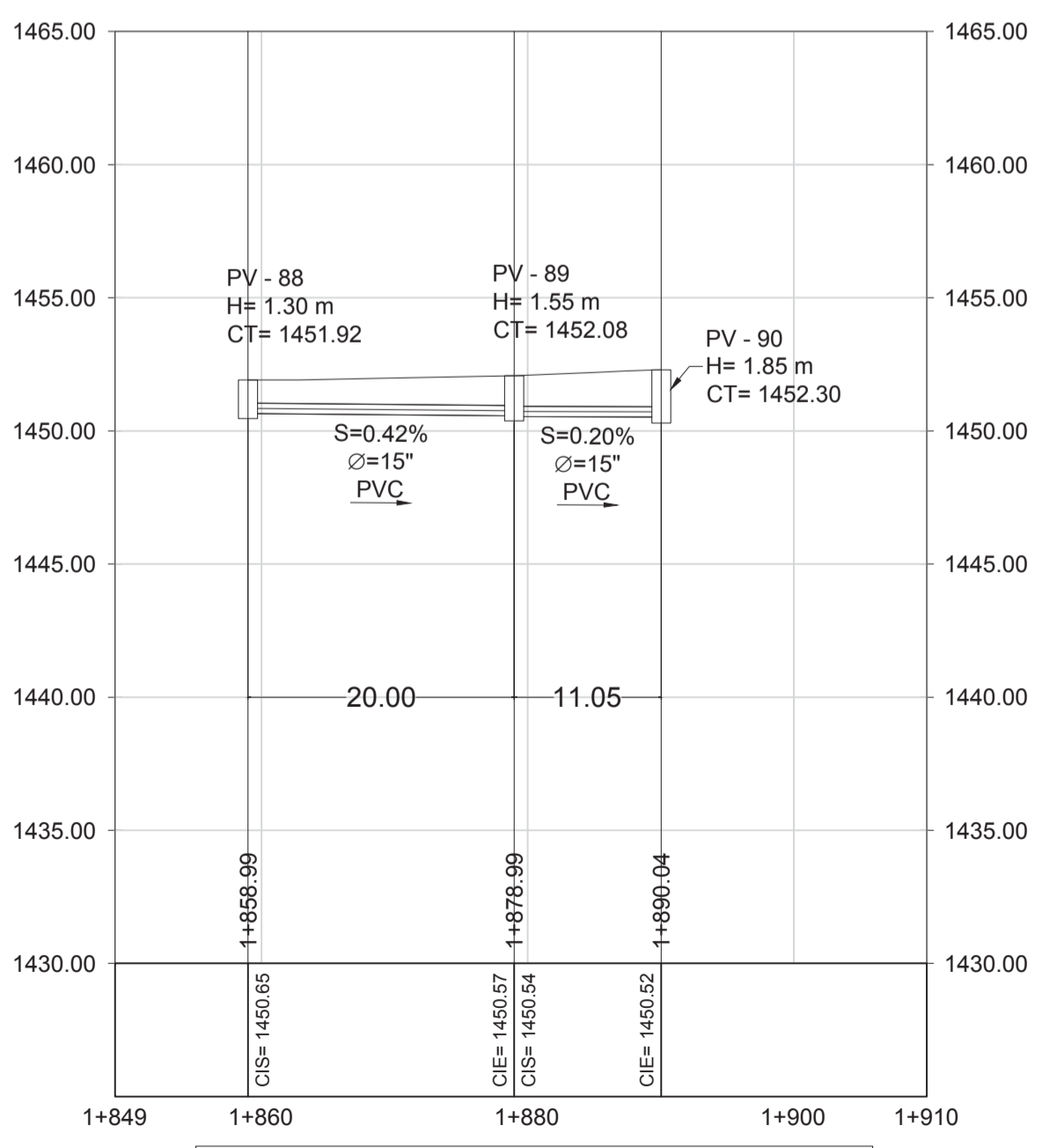


PERFIL PV - 86 A PV - 88
ESCALA VERTICAL= 1/500.000
ESCALA HORIZONTAL= 1/1000.000

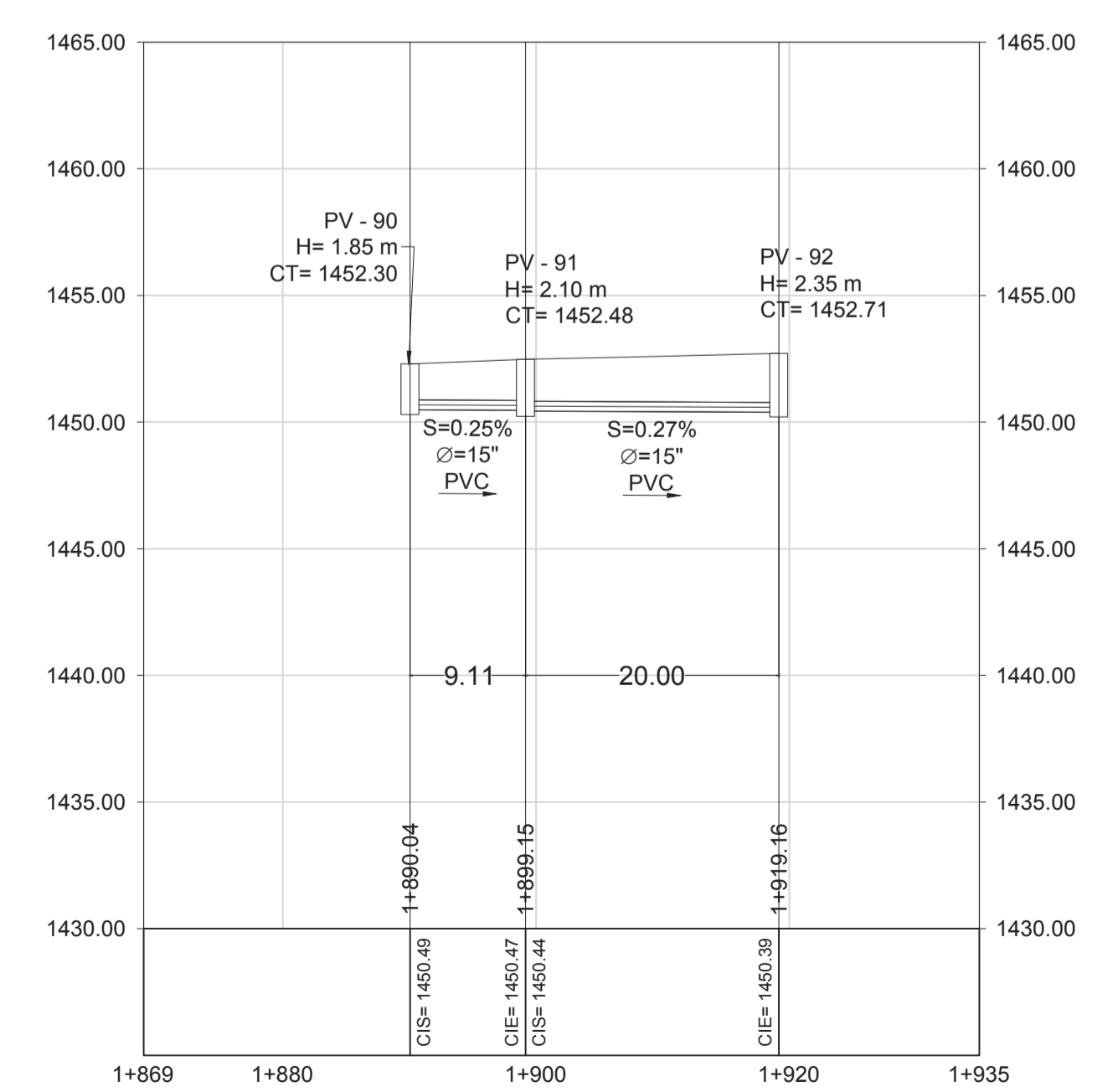


PLANTA PV-80 A PV-96

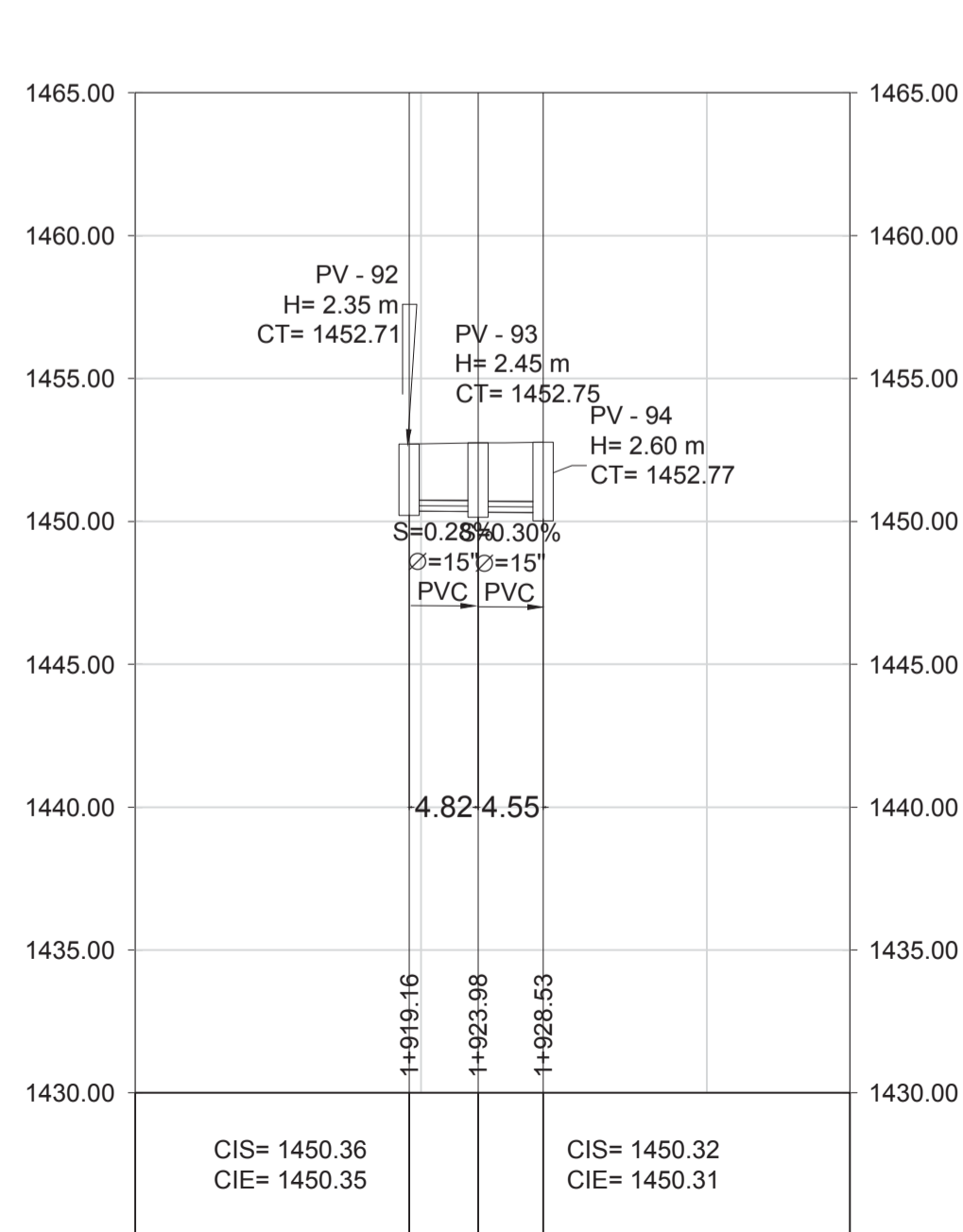
ESCALA : 1/500



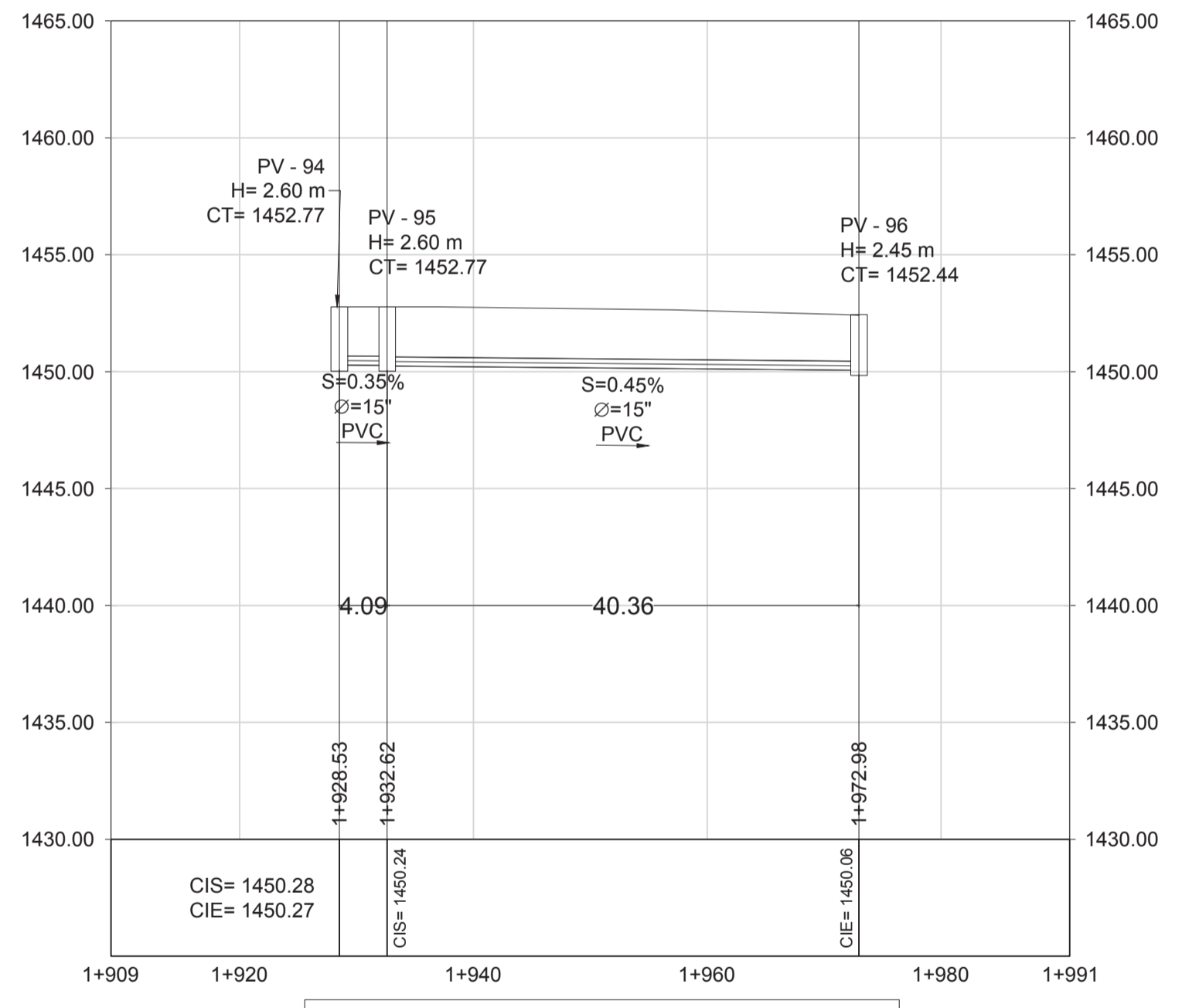
PERFIL PV - 88 A PV - 90
ESCALA VERTICAL= 1/500.000
ESCALA HORIZONTAL= 1/1000.000



PERFIL PV - 90 A PV - 92
ESCALA VERTICAL= 1/500.000
ESCALA HORIZONTAL= 1/1000.000



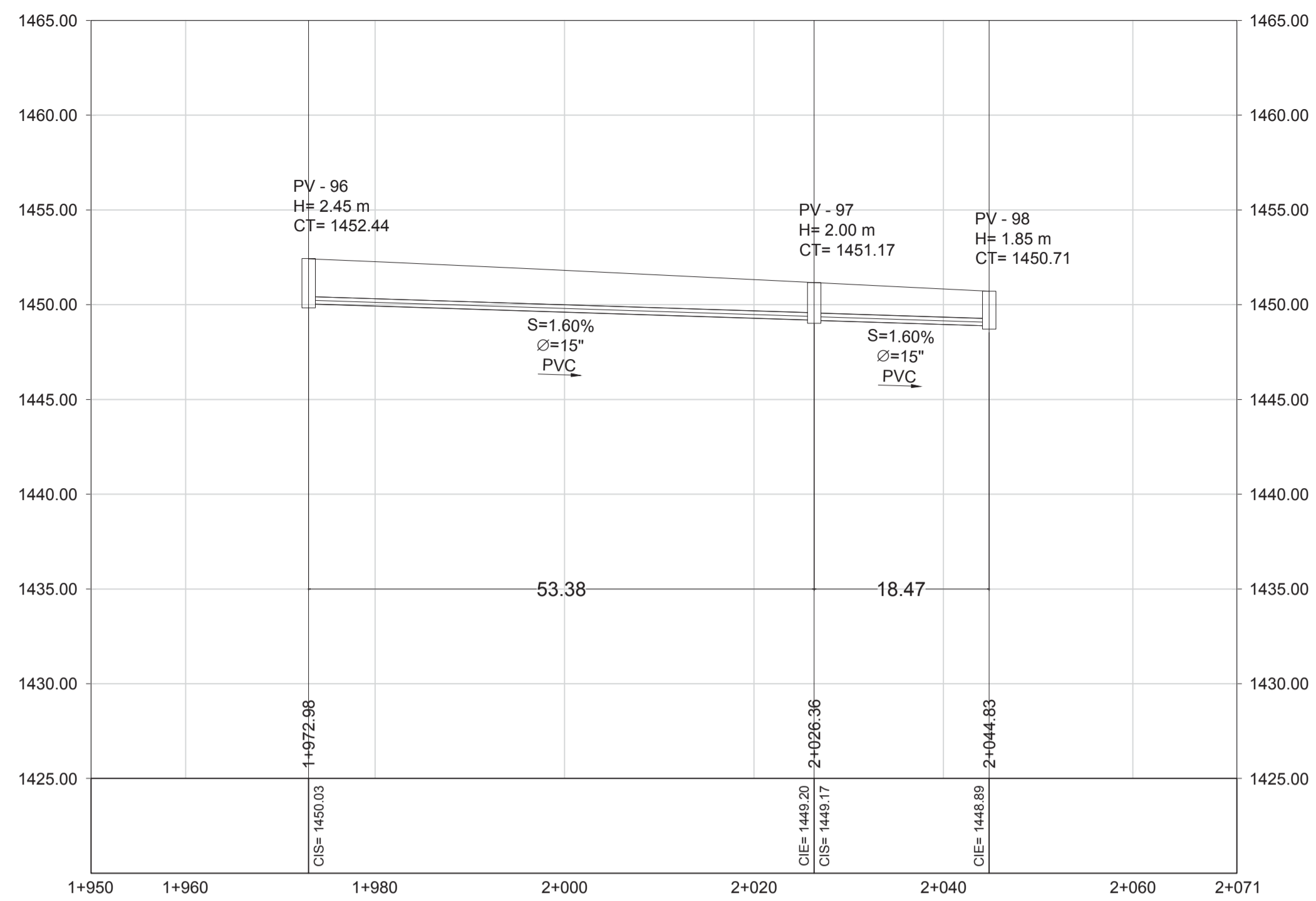
PERFIL PV - 92 A PV - 94
ESCALA VERTICAL= 1/500.000
ESCALA HORIZONTAL= 1/1000.000



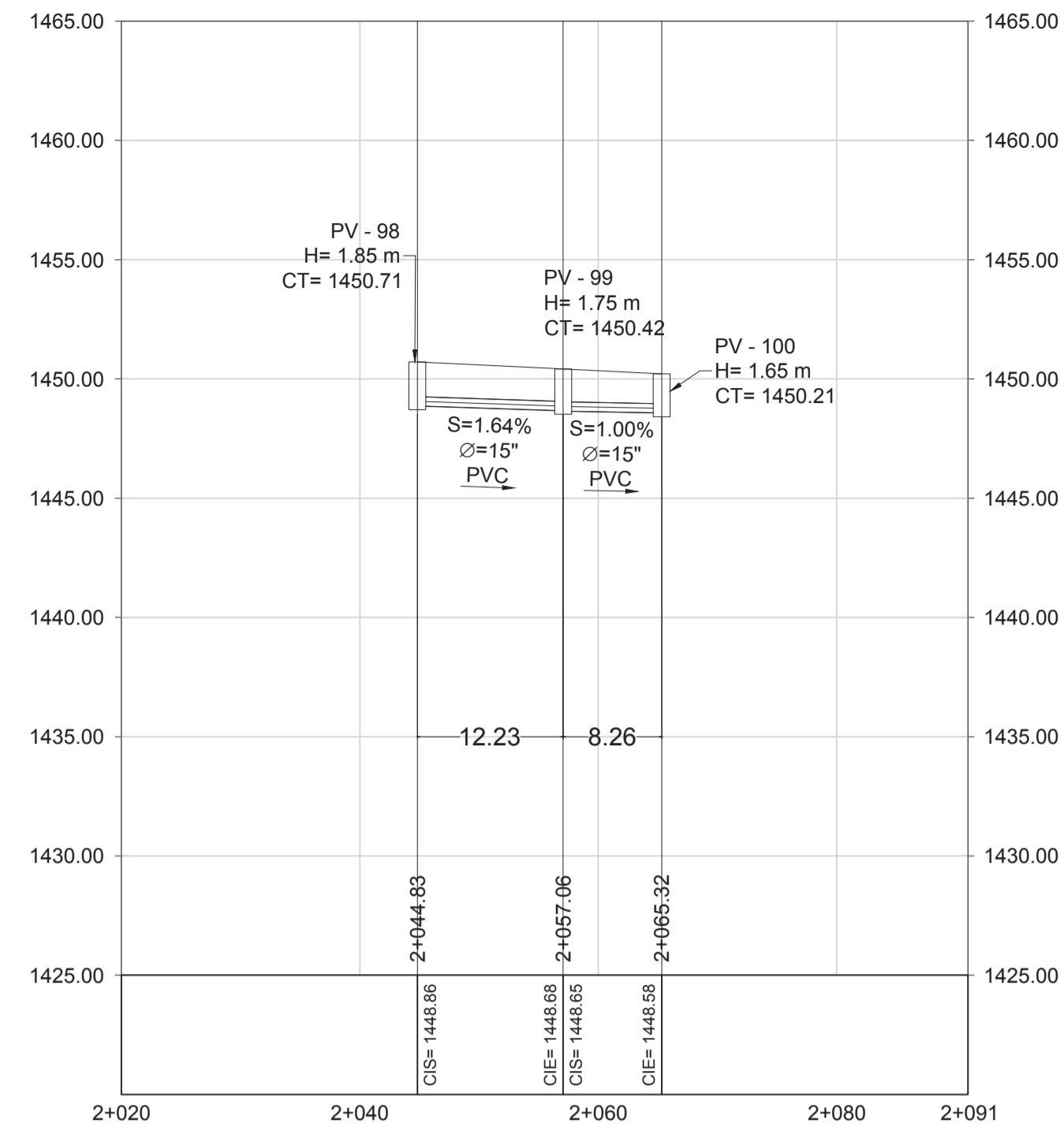
PERFIL PV - 94 A PV - 96
ESCALA VERTICAL= 1/500.000
ESCALA HORIZONTAL= 1/1000.000

SIMBOLOGÍA	
PV	POZO DE VISITA
CT	COTA DE TERRENO
H	ALTURA DE POZO
S	PENDIENTE DE TUBERÍA
Ø	DIÁMETRO DE TUBERÍA
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
→	DIRECCIÓN DEL FLUJO
—	TUBERÍA DE PVC

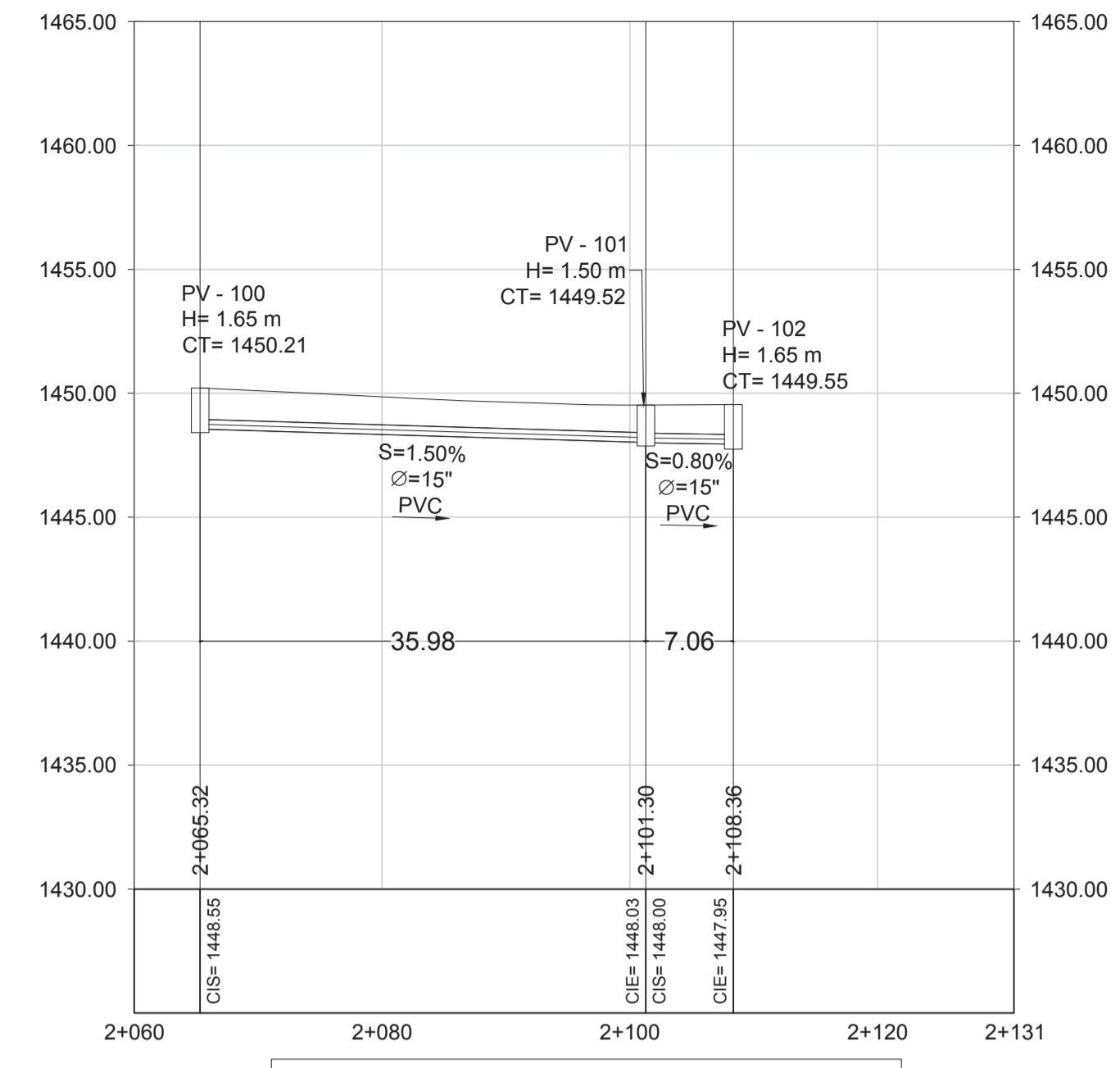
	MUNICIPIO: MIXCO	DISEÑO: ALEXIS OLIVA
	DEPARTAMENTO: GUATEMALA	CÁLCULO: ALEXIS OLIVA
DISEÑO DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA ALDEA SACO GRANDE ZONA 6 DE MIXCO.		
FECHA: ENERO 2022	ESCALA: INDICADA	DIBUJO: ALEXIS OLIVA
CONTENIDO: PLANTA-PERFIL PV-80 A PV-96		TOPOGRAFÍA: ALEXIS OLIVA



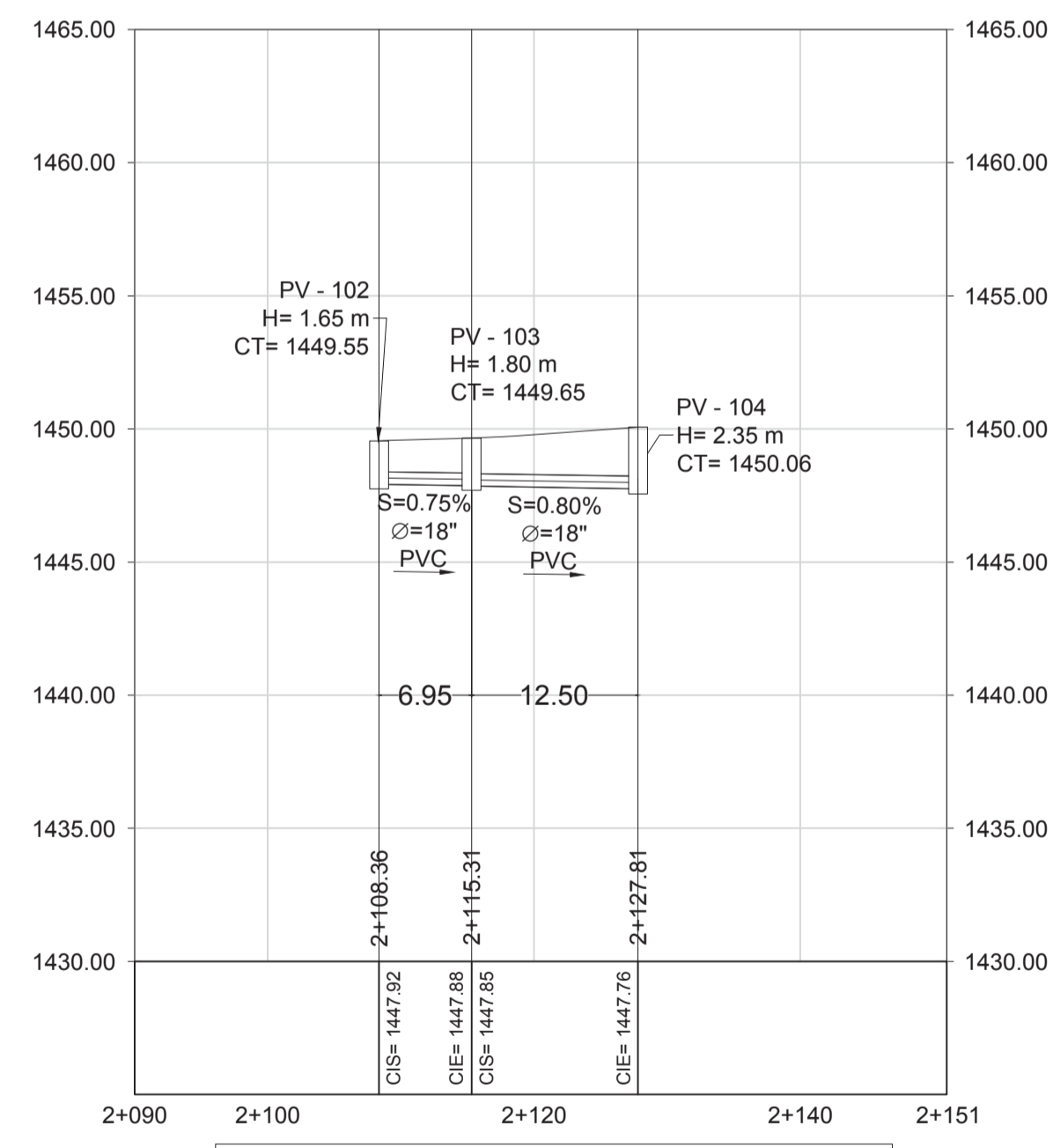
PERFIL PV - 96 A PV - 98
 ESCALA VERTICAL= 1/500.000
 ESCALA HORIZONTAL= 1/1000.000



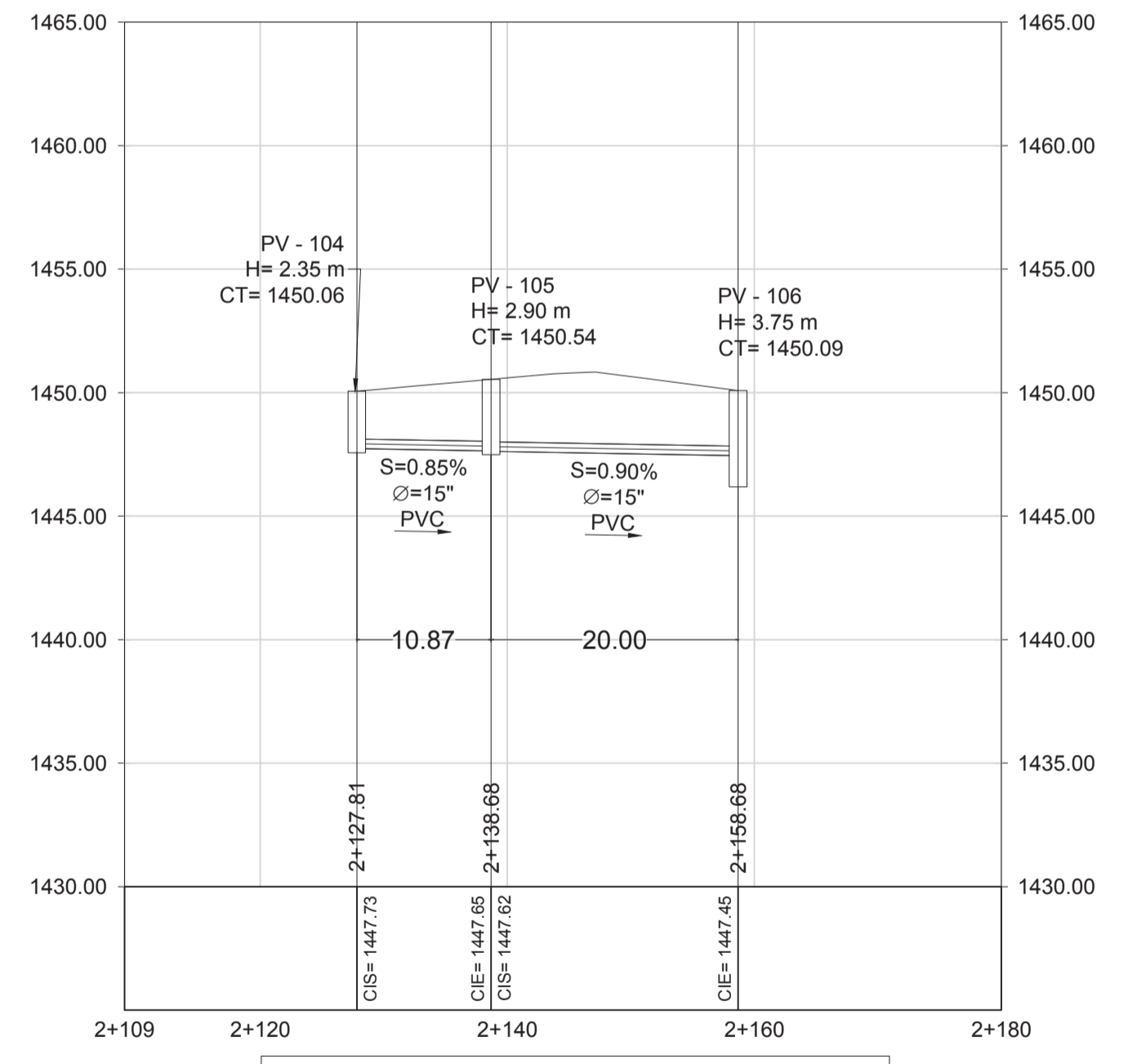
PERFIL PV - 98 A PV - 100
 ESCALA VERTICAL= 1/500.000
 ESCALA HORIZONTAL= 1/1000.000



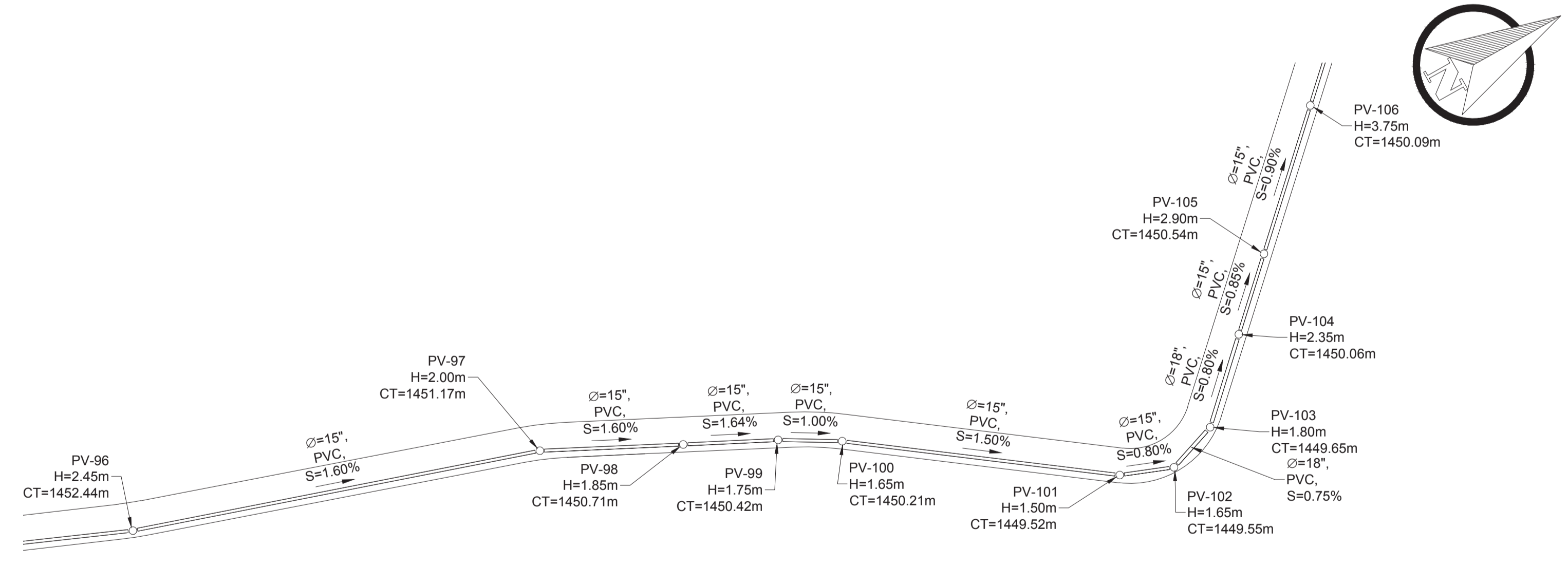
PERFIL PV - 100 A PV - 102
 ESCALA VERTICAL= 1/500.000
 ESCALA HORIZONTAL= 1/1000.000



PERFIL PV - 102 A PV - 104
 ESCALA VERTICAL= 1/500.000
 ESCALA HORIZONTAL= 1/1000.000



PERFIL PV - 104 A PV - 106
 ESCALA VERTICAL= 1/500.000
 ESCALA HORIZONTAL= 1/1000.000

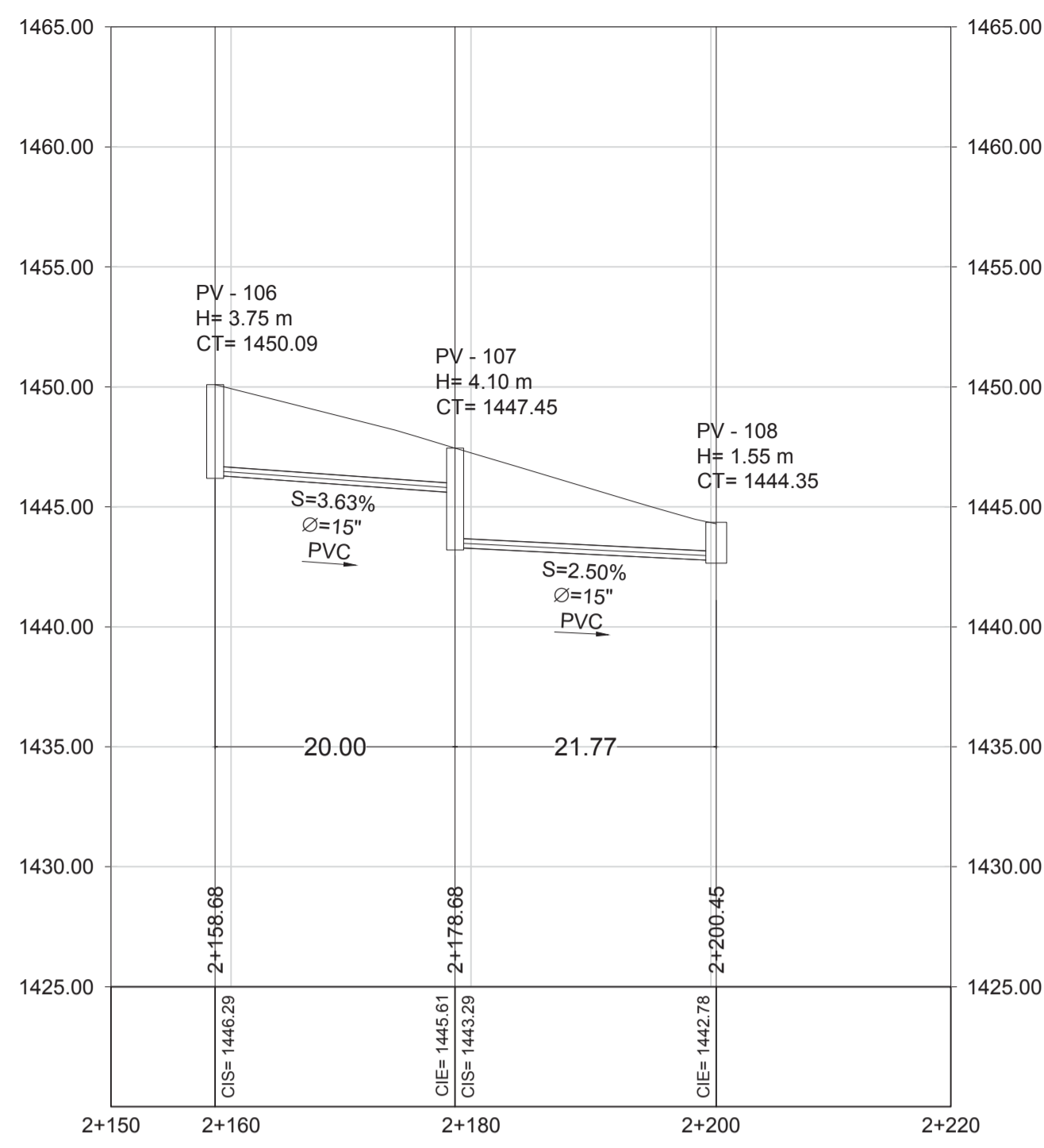


PLANTA PV-96 A PV-106

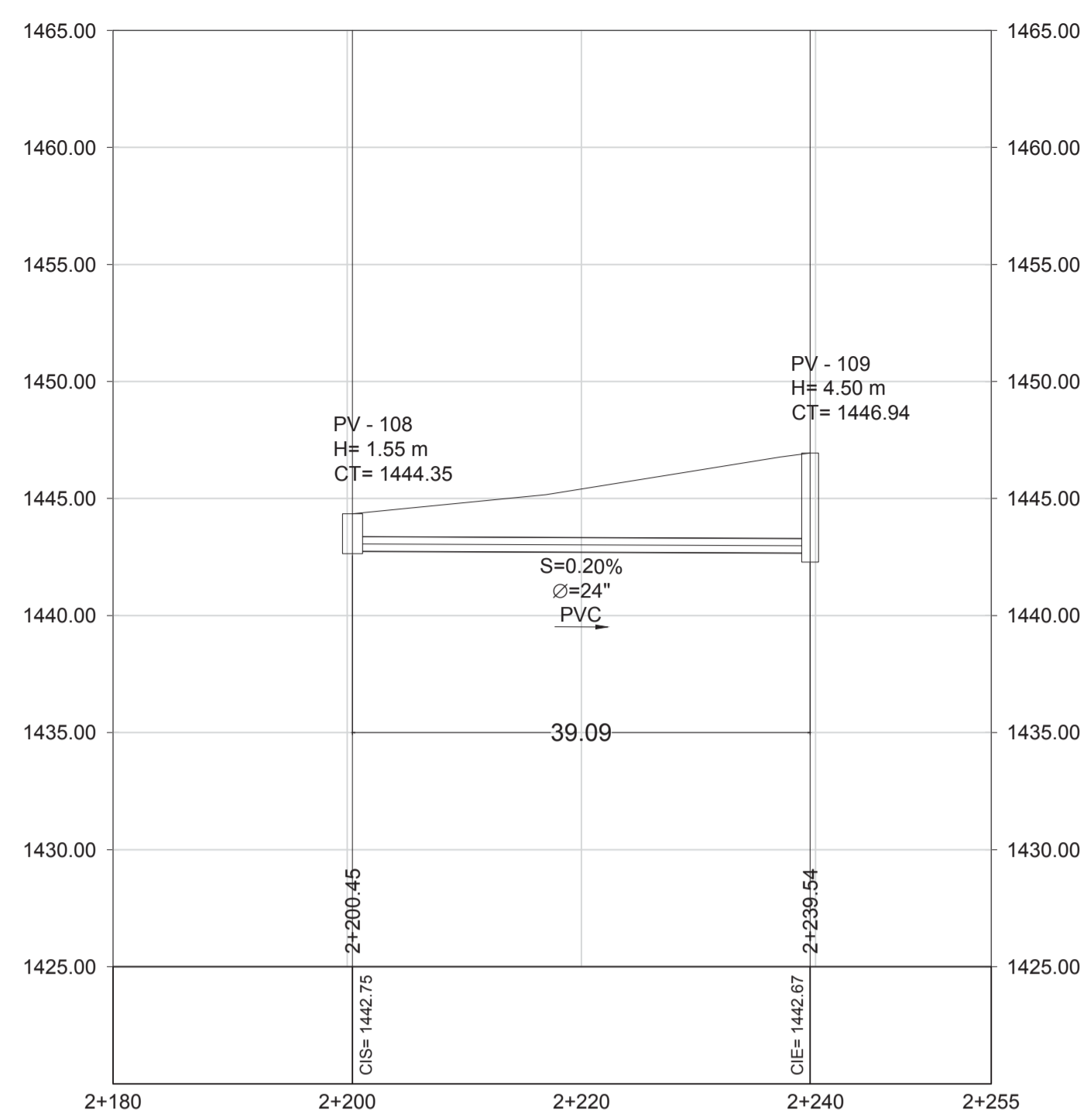
ESCALA : 1/500

SIMBOLOGÍA	
PV	POZO DE VISITA
CT	COTA DE TERRENO
H	ALTURA DE POZO
S	PENDIENTE DE TUBERÍA
Ø	DIÁMETRO DE TUBERÍA
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
→	DIRECCIÓN DEL FLUJO
—	TUBERÍA DE PVC

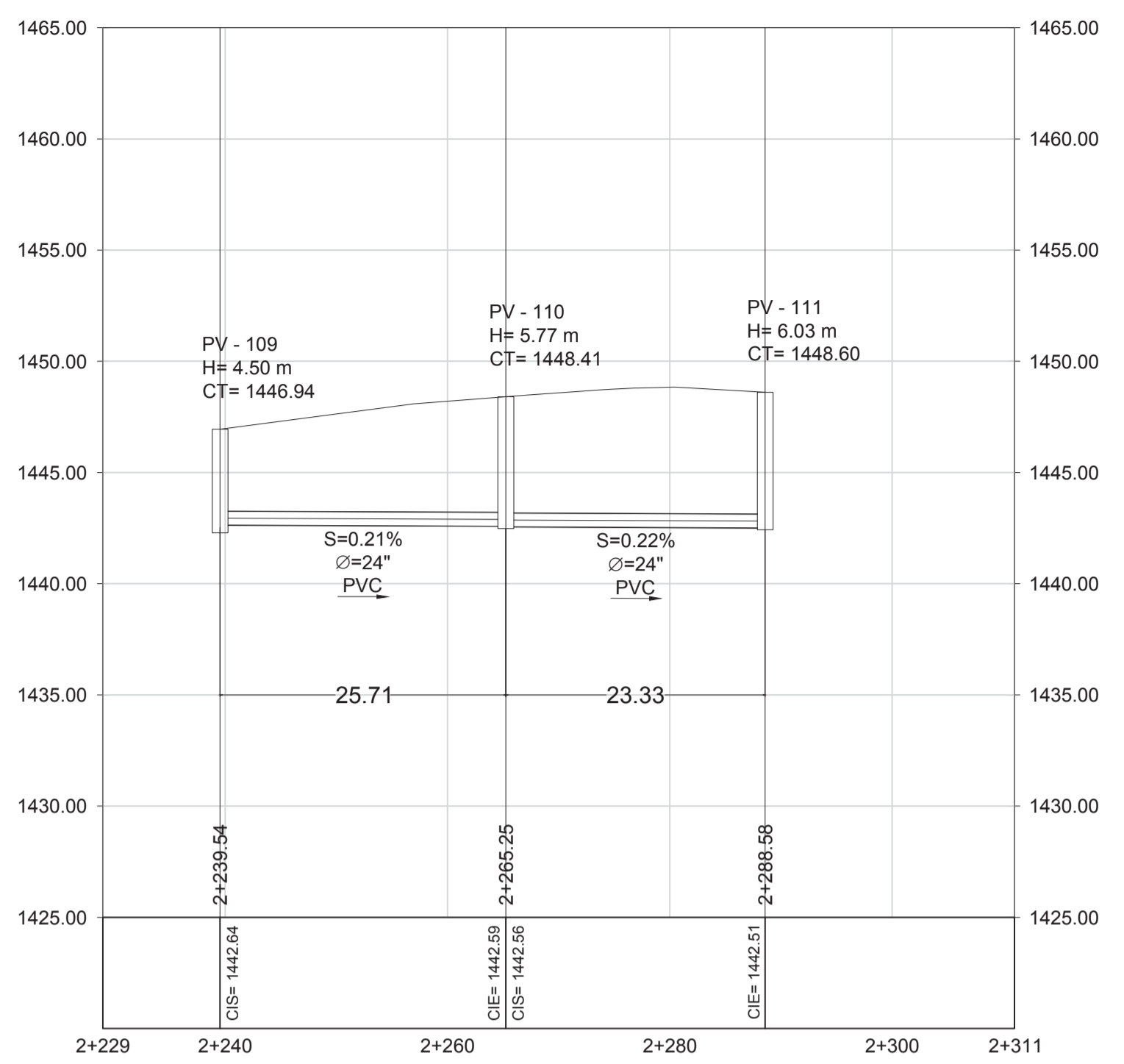
	MUNICIPIO: MIXCO	DISEÑO: ALEXIS OLIVA
	DEPARTAMENTO: GUATEMALA	CÁLCULO: ALEXIS OLIVA
DISEÑO DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA ALDEA SACOJ GRANDE ZONA 6 DE MIXCO.		
FECHA: ENERO 2022	ESCALA: INDICADA	DIBUJO: ALEXIS OLIVA
CONTENIDO: PLANTA-PERFIL PV-96 A PV-106		TOPOGRAFÍA: ALEXIS OLIVA
		HOJA No 14
REVISOR INGENIERO ASESOR INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORIA DE SIERRA		



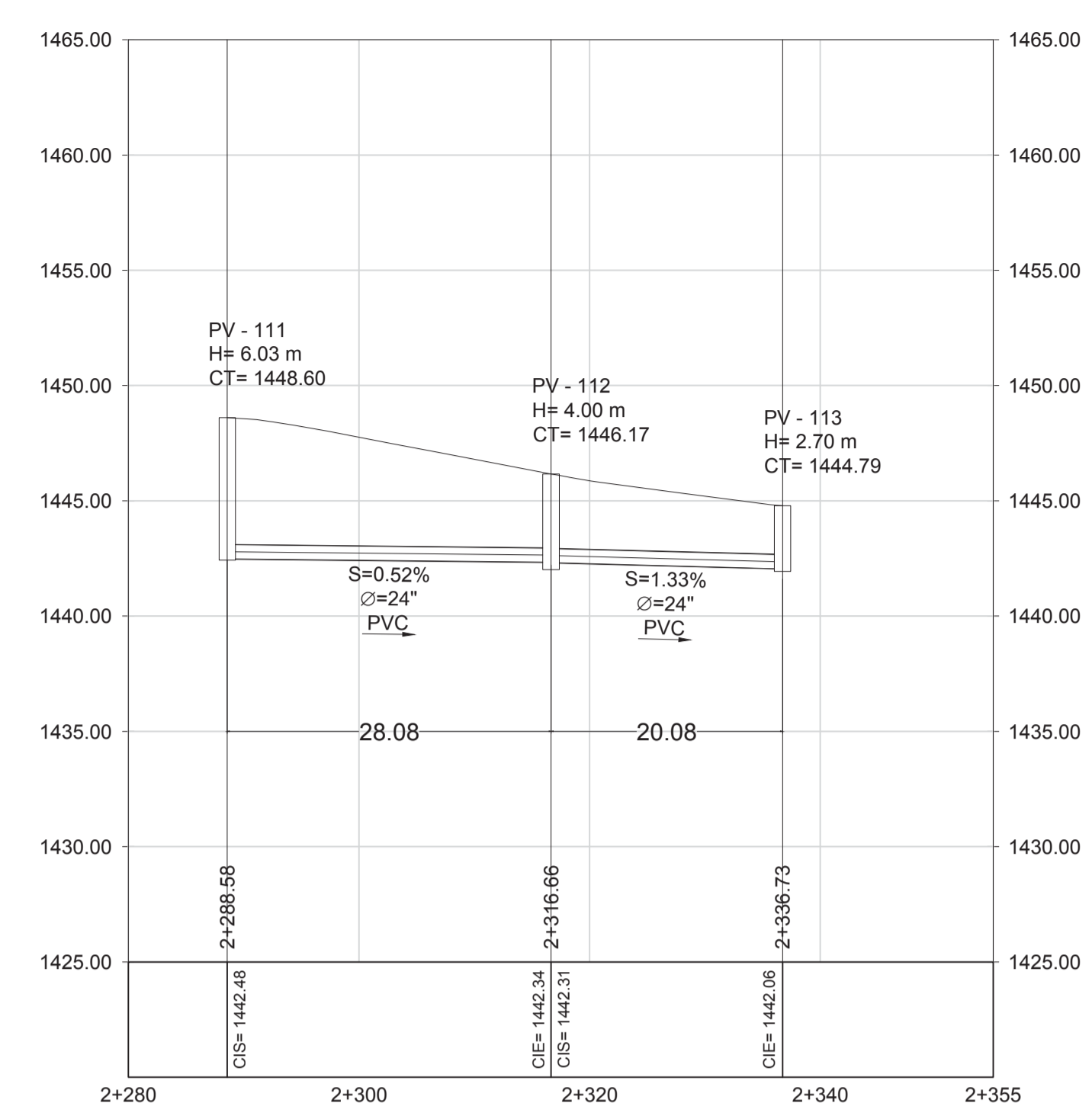
PERFIL PV - 106 A PV - 108
 ESCALA VERTICAL= 1/500.000
 ESCALA HORIZONTAL= 1/1000.000



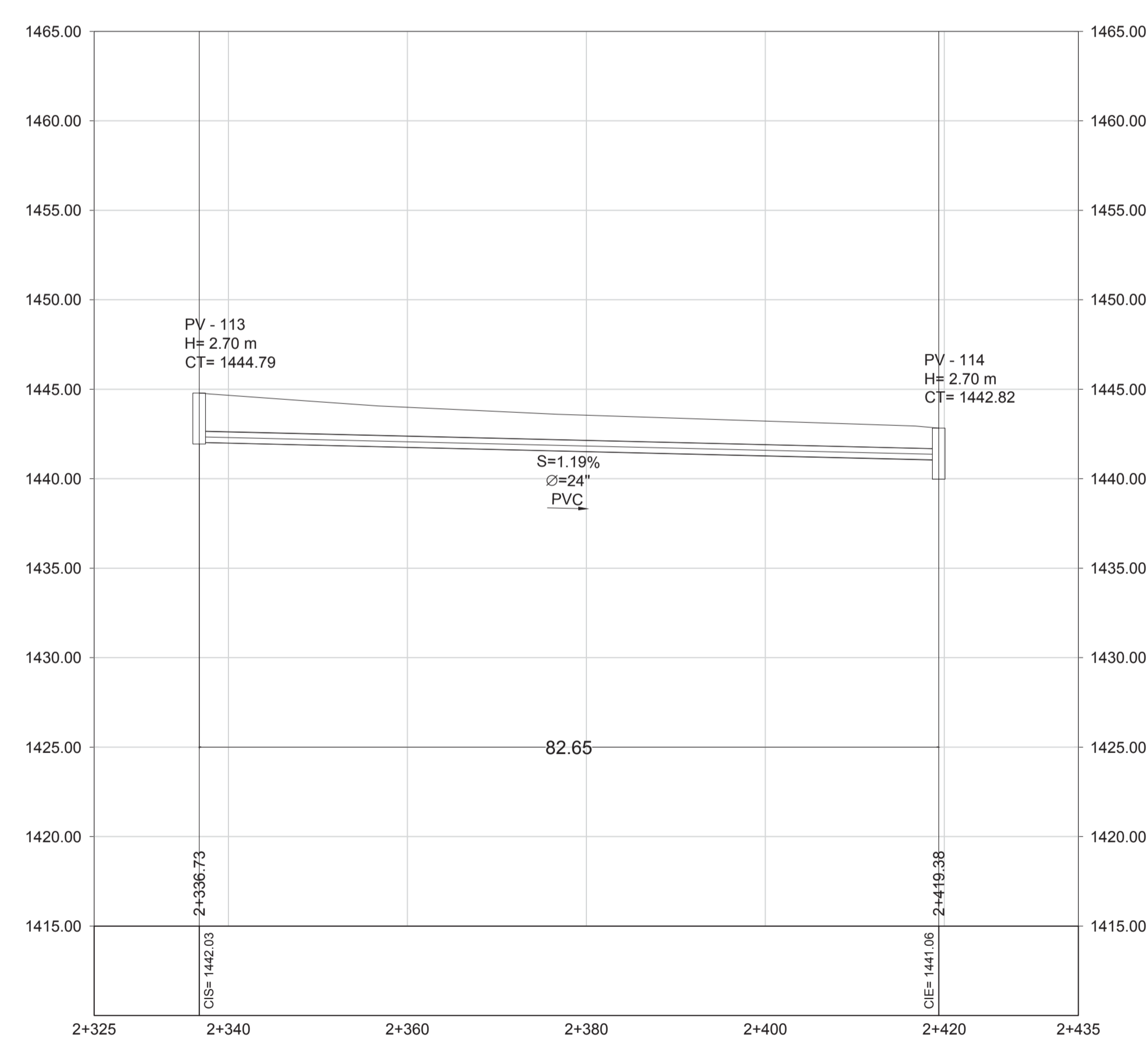
PERFIL PV - 108 A PV - 109
 ESCALA VERTICAL= 1/500.000
 ESCALA HORIZONTAL= 1/1000.000



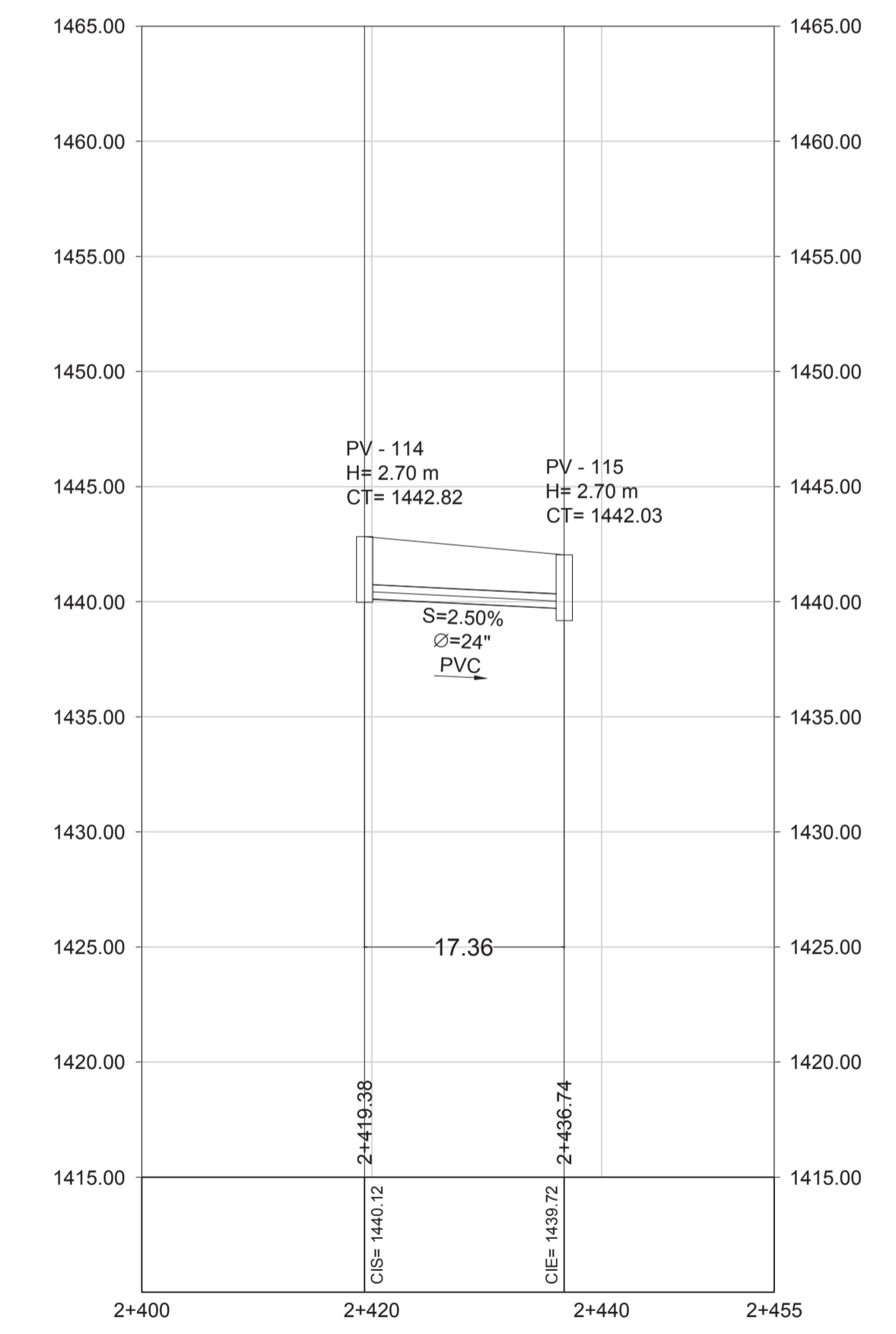
PERFIL PV - 109 A PV - 111
 ESCALA VERTICAL= 1/500.000
 ESCALA HORIZONTAL= 1/1000.000



PERFIL PV - 111 A PV - 113
 ESCALA VERTICAL= 1/500.000
 ESCALA HORIZONTAL= 1/1000.000

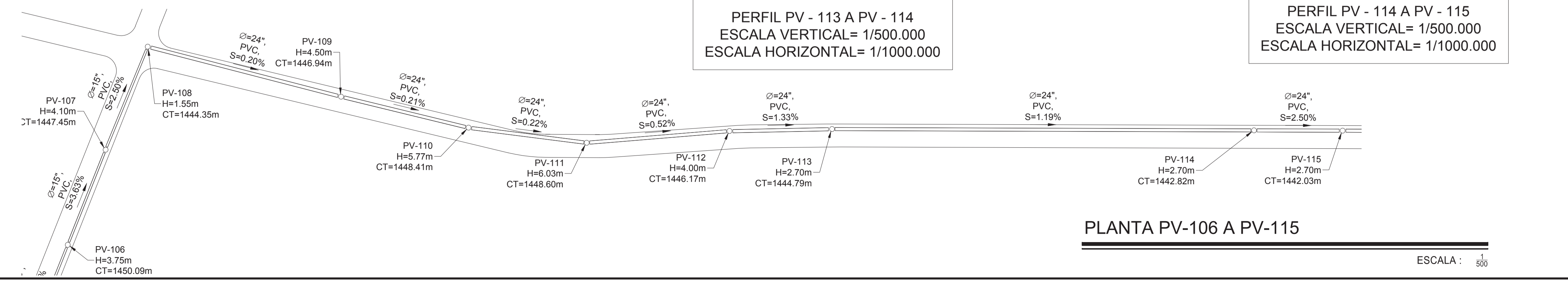
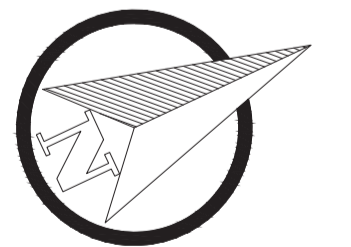


PERFIL PV - 113 A PV - 114
 ESCALA VERTICAL= 1/500.000
 ESCALA HORIZONTAL= 1/1000.000



PERFIL PV - 114 A PV - 115
 ESCALA VERTICAL= 1/500.000
 ESCALA HORIZONTAL= 1/1000.000

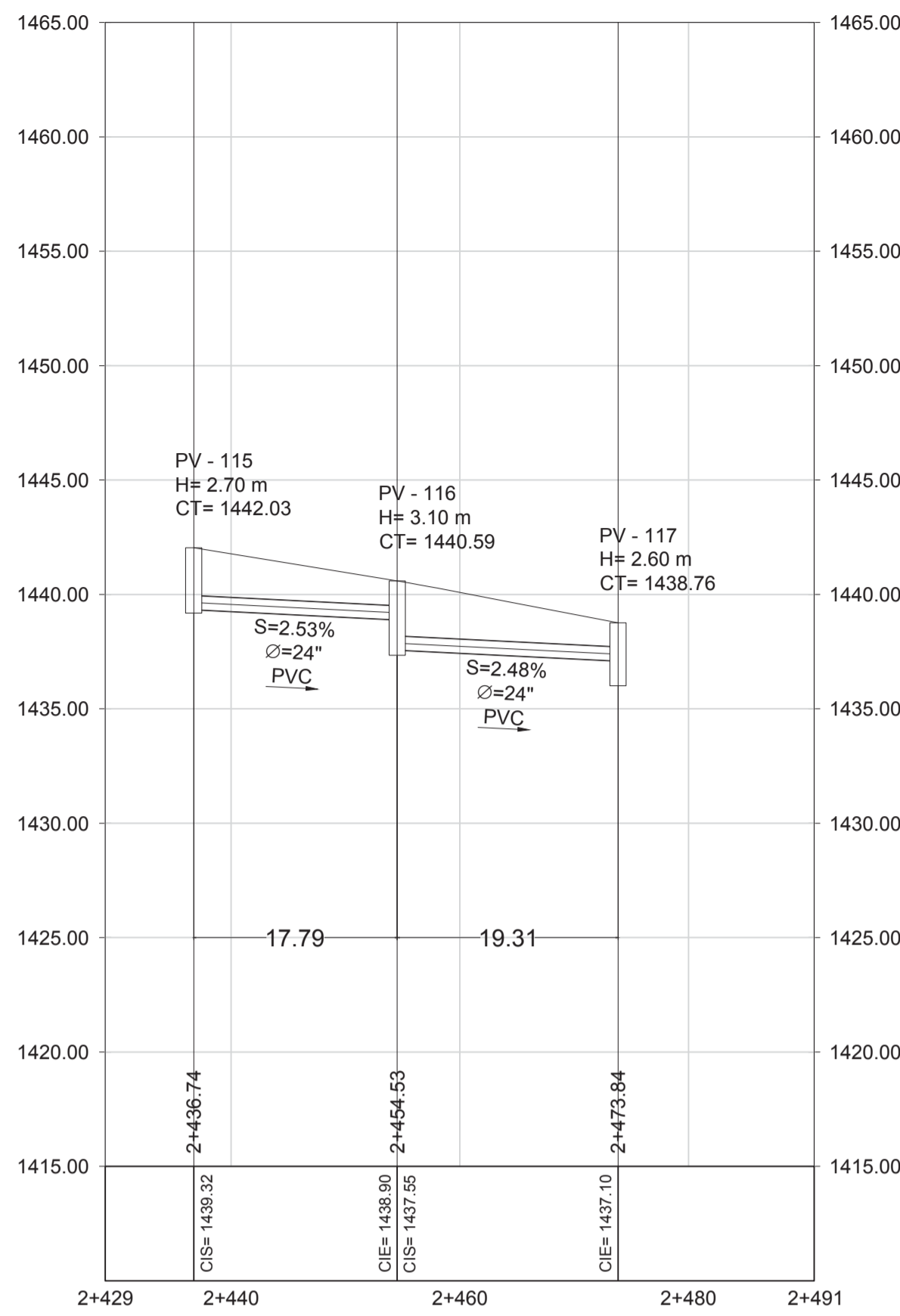
SIMBOLOGÍA	
PV	POZO DE VISITA
CT	COTA DE TERRENO
H	ALTURA DE POZO
S	PENDIENTE DE TUBERÍA
Ø	DIÁMETRO DE TUBERÍA
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
→	DIRECCIÓN DEL FLUJO
—	TUBERÍA DE PVC



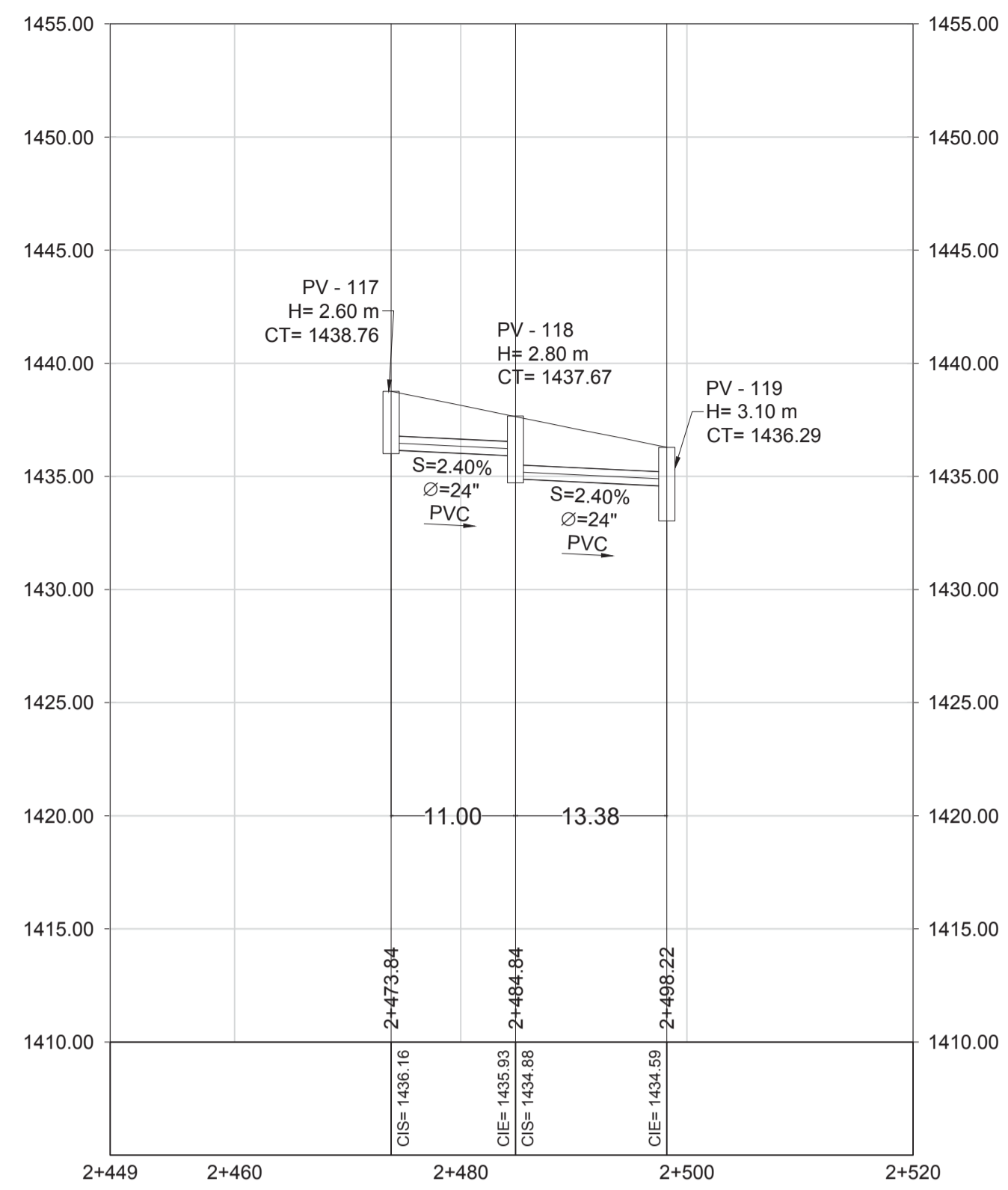
PLANTA PV-106 A PV-115

ESCALA : 1/500

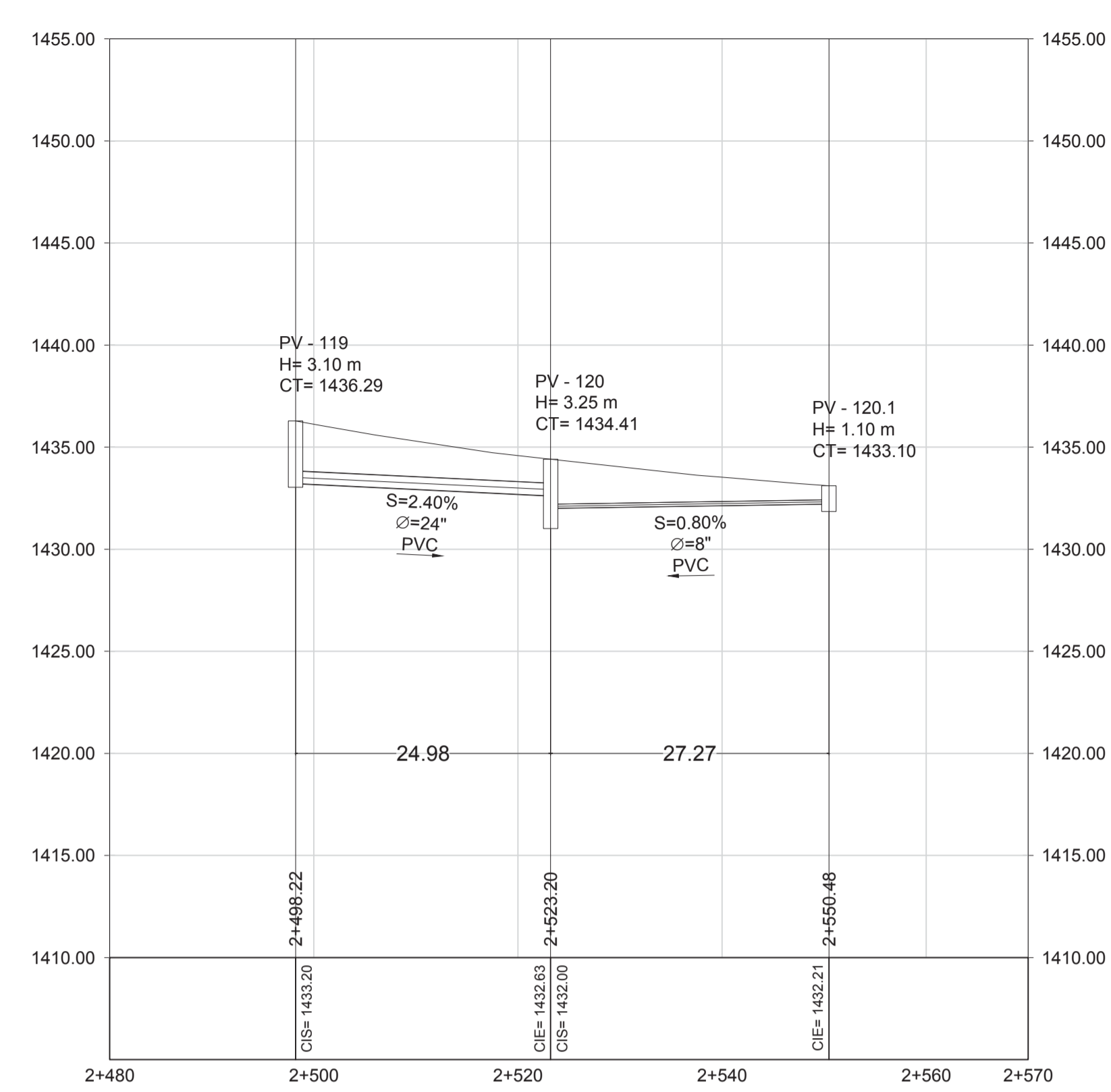
	MUNICIPIO: MIXCO	DISEÑO: ALEXIS OLIVA
	DEPARTAMENTO: GUATEMALA	CÁLCULO: ALEXIS OLIVA
DISEÑO DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA ALDEA SACOJ GRANDE ZONA 6 DE MIXCO.		
FECHA: ENERO 2022	ESCALA: INDICADA	DIBUJO: ALEXIS OLIVA
CONTENIDO: PLANTA-PERFIL PV-106 A PV-115		TOPOGRAFÍA: ALEXIS OLIVA
		HOJA No 15
REVISOR INGENIERO ASESOR INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORIA DE SIERRA		



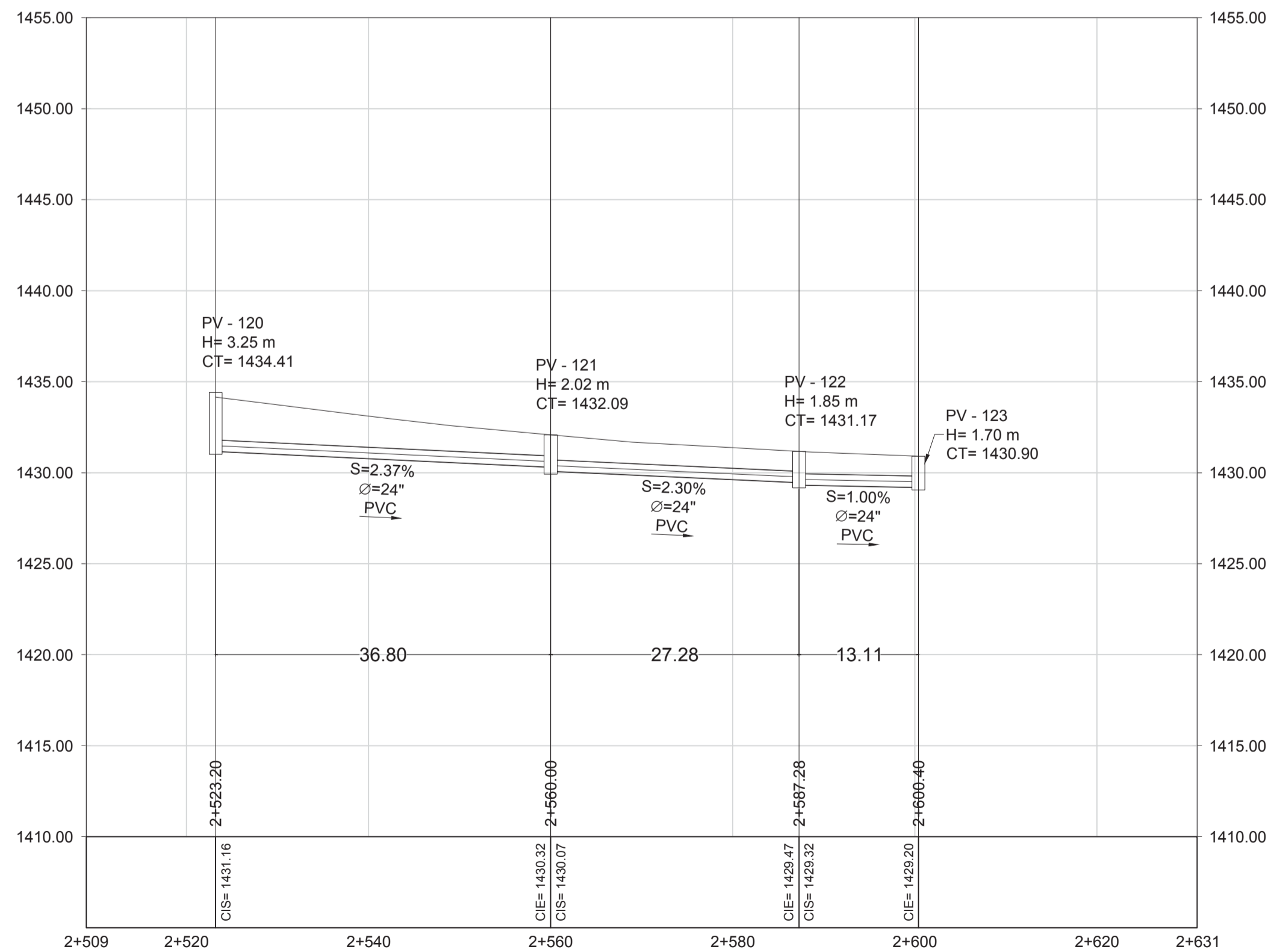
PERFIL PV - 115 A PV - 117
ESCALA VERTICAL= 1/500.000
ESCALA HORIZONTAL= 1/1000.000



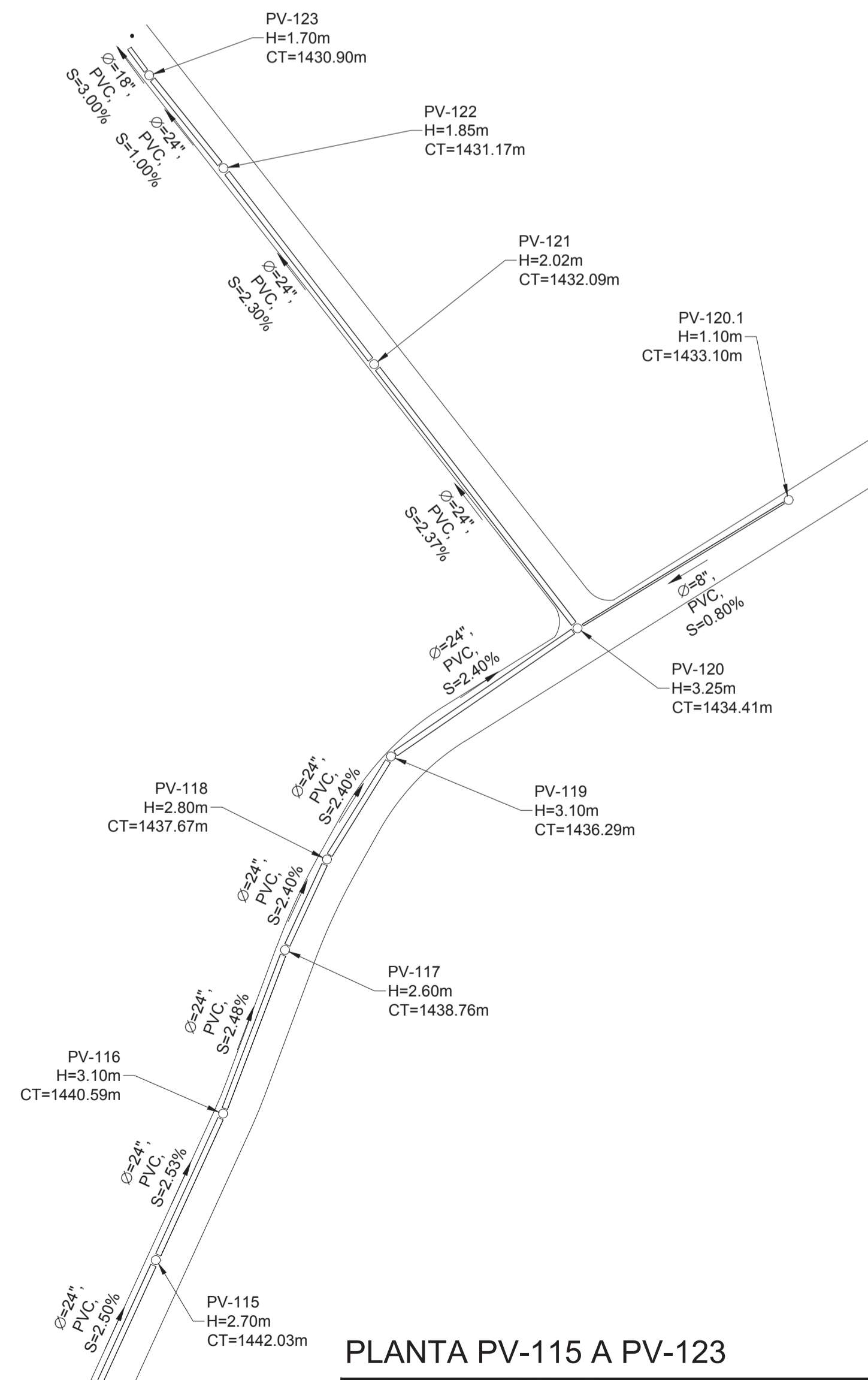
PERFIL PV - 117 A PV - 119
ESCALA VERTICAL= 1/500.000
ESCALA HORIZONTAL= 1/1000.000



PERFIL PV - 119 A PV - 120.1
ESCALA VERTICAL= 1/500.000
ESCALA HORIZONTAL= 1/1000.000



PERFIL PV - 120 A PV - 123
ESCALA VERTICAL= 1/500.000
ESCALA HORIZONTAL= 1/1000.000



PLANTA PV-115 A PV-123



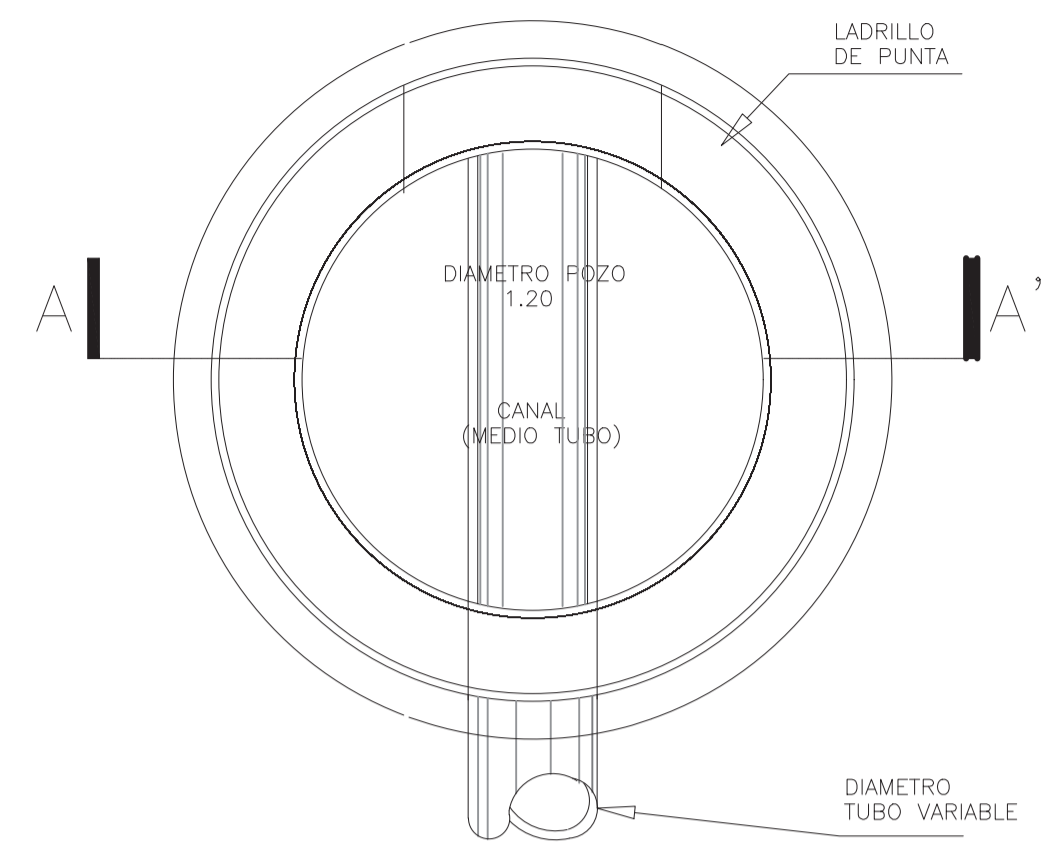
SIMBOLOGÍA	
PV	POZO DE VISITA
CT	COTA DE TERRENO
H	ALTURA DE POZO
S	PENDIENTE DE TUBERÍA
Ø	DIÁMETRO DE TUBERÍA
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
→	DIRECCIÓN DEL FLUJO
—	TUBERÍA DE PVC

	MUNICIPIO: MIXCO	DISEÑO: ALEXIS OLIVA
	DEPARTAMENTO: GUATEMALA	CÁLCULO: ALEXIS OLIVA
DISEÑO DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA ALDEA SACOJ GRANDE ZONA 6 DE MIXCO.		
FECHA: ENERO 2022	ESCALA: INDICADA	DIBUJO: ALEXIS OLIVA
CONTENIDO: PLANTA-PERFIL PV-115 A PV-123		TOPOGRAFÍA: ALEXIS OLIVA

ESCALA : 1/500

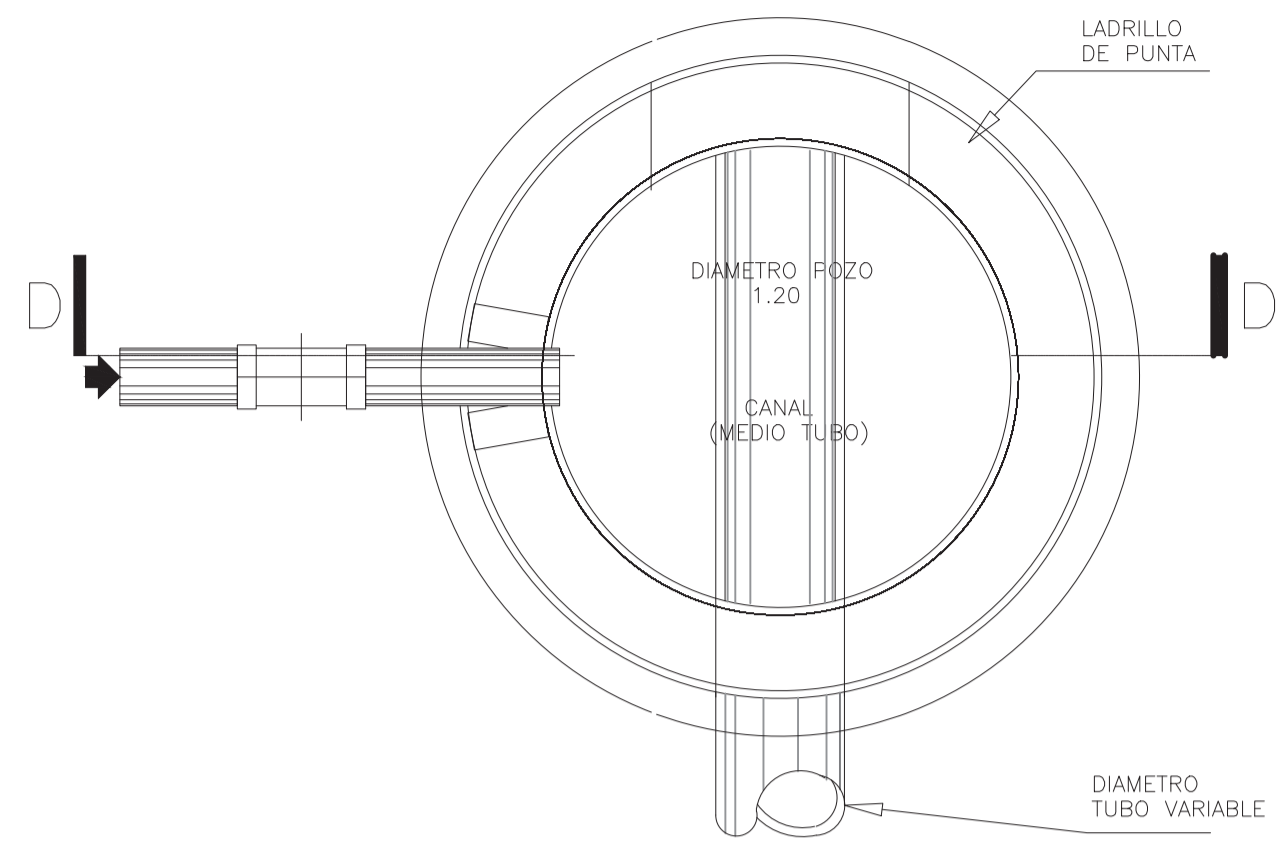
REVISOR INGENIERO ASESOR
INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORIA DE SIERRA

HOJA No
16
17



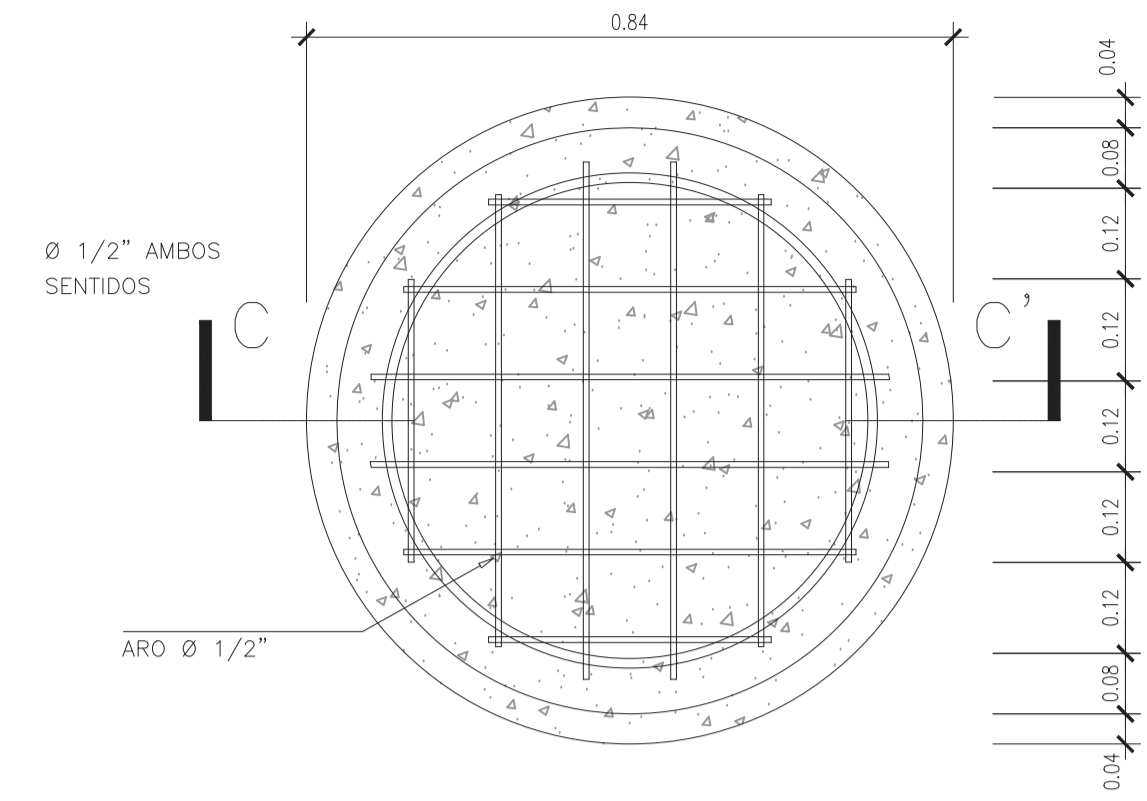
PLANTA POZO DE VISITA H>1.20m

ESCALA: 1/20



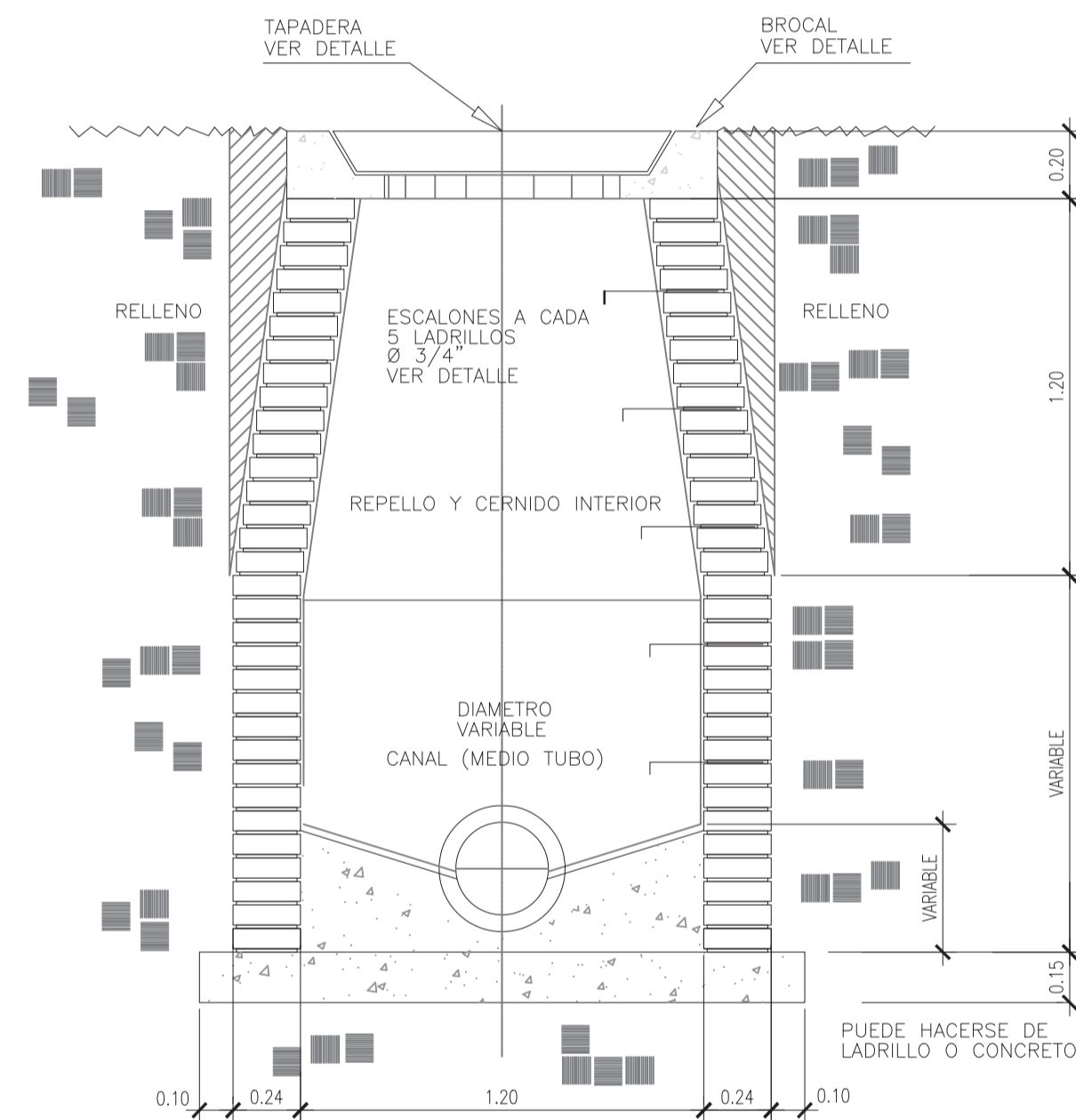
PLANTA POZO DE VISITA CON CAIDA

ESCALA: 1/20



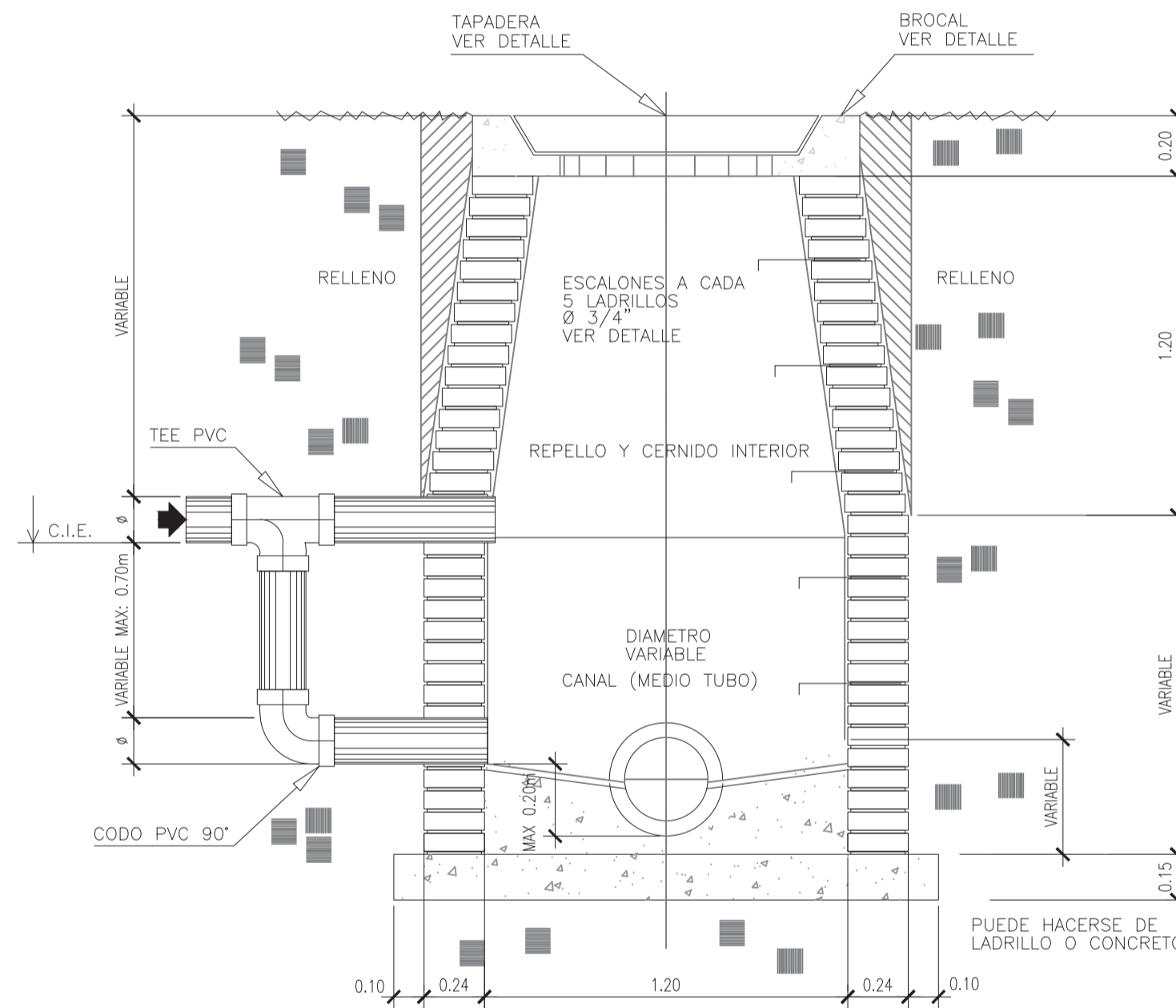
TAPADERA DE POZO Y SECCIÓN C-C'

ESCALA: 1/10



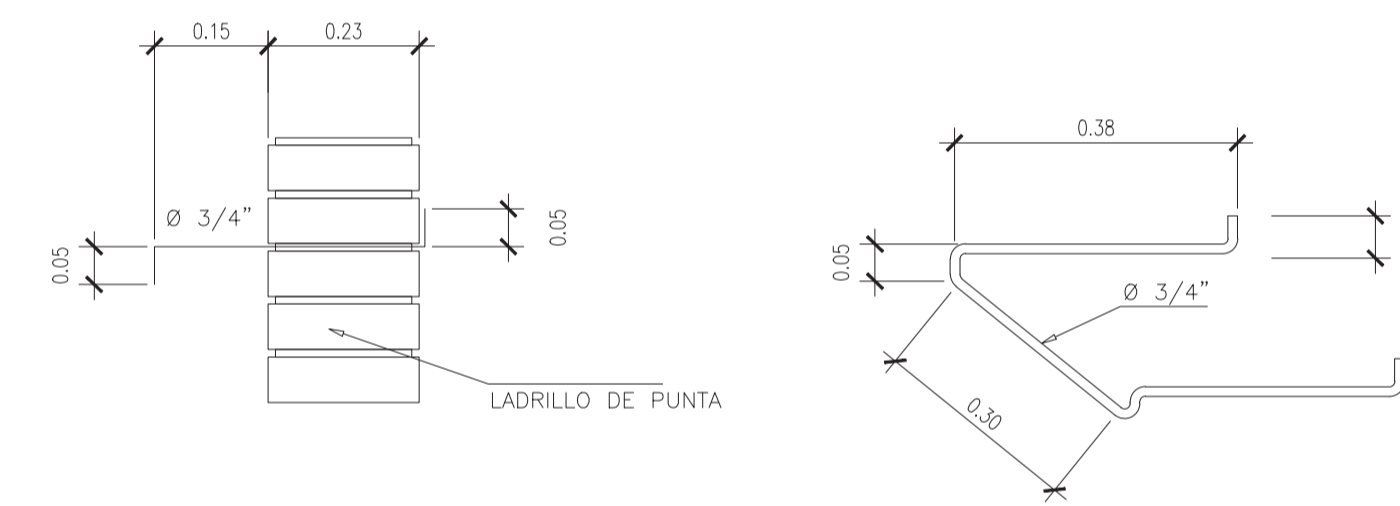
SECCIÓN A-A' H>1.20m

ESCALA: 1/20



SECCIÓN D-D' POZO CON CAIDA

ESCALA: 1/20

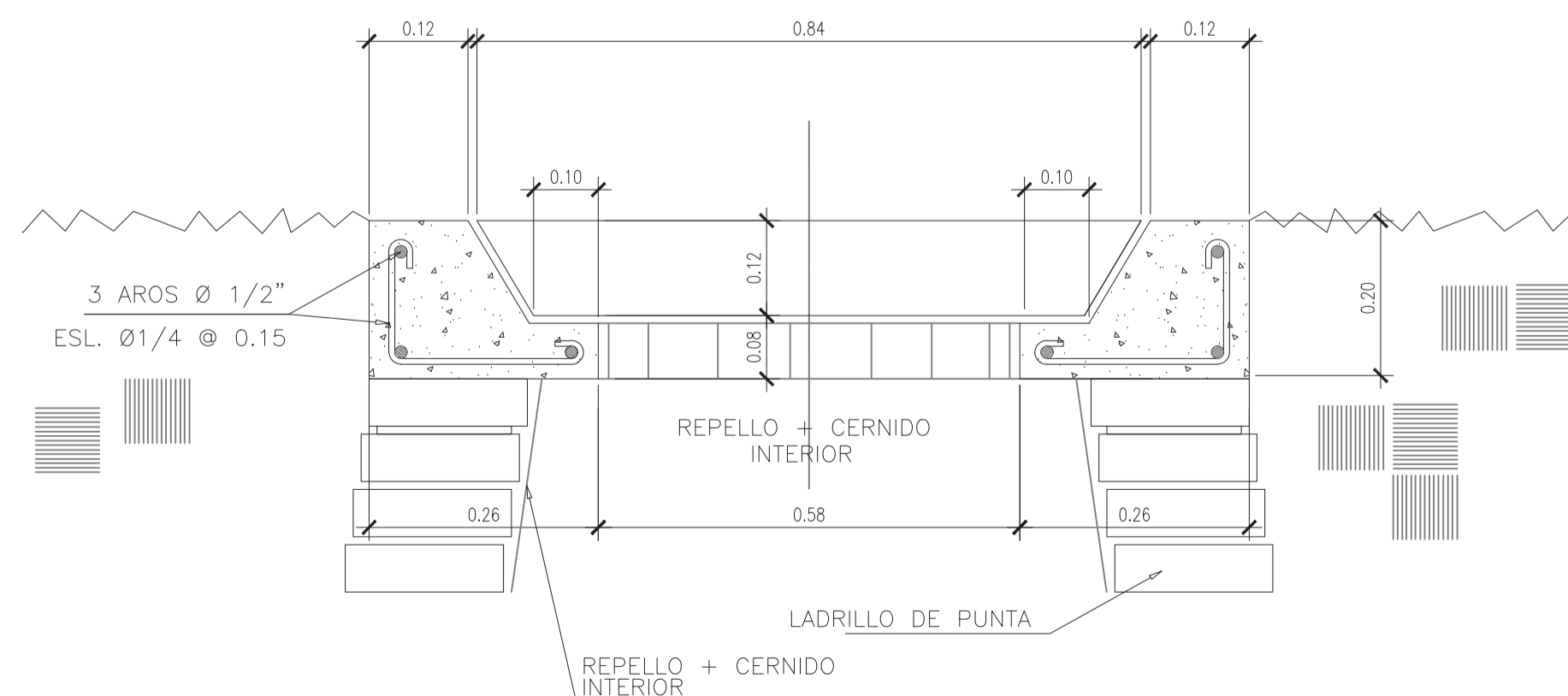


DETALLE DE ESCALÓN

ESCALA: 1/10

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

1. LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DE VISITA DEBERAN IDENTIFICARSE CON LA NOMENCLATURA DEL PLANO DE RED GENERAL.
2. EL CONCRETO DEBERÁ TENER UN Fc = 210 kg/cm2 CON PROPORCIÓN 1.2:3.5.
3. EL MORTERO DEBERÁ SER DE CEMENTO Y ARENA DE RIO CON PROPORCIÓN 1:3.
4. LOS BROCALES Y LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DEBERAN USARSE SEGÚN ESPECIFICACIONES A.C.I. ANTES DE SU INSTALACIÓN.
5. EL ACERO A UTILIZAR SERÁ Fy = 2810 kg/cm2.



DETALLE DE BROCAL DE POZO

ESCALA: 1/10

	MUNICIPIO: MIXCO	DISEÑO: ALEXIS OLIVA
	DEPARTAMENTO: GUATEMALA	CÁLCULO: ALEXIS OLIVA
DISEÑO DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA ALDEA SACOJ GRANDE ZONA 6 DE MIXCO.		DIBUJO: ALEXIS OLIVA
FECHA: ENERO 2022	ESCALA: INDICADA	TOPOGRAFÍA: ALEXIS OLIVA
CONTENIDO: DETALLES POZOS DE VISITA		HOJA No 17
REVISO INGENIERO ASESOR INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORÍA DE SIERRA		17

Apéndice 5. **Planos carretera pavimentada**

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

CAPA SUBRASANTE

SE DEFINE COMO LA CAPA DE CONTACTO ENTRE LA SUBBASE O BASE LA CUAL SE COMPONE DE SUELO NATURAL, LA SUBRASANTE DEBE ESTAR LIBRE DE IMPUREZA O CAPA VEGETAL, PUEDE SER MEJORADA POR MEDIO DE DISTINTOS MATERIALES ESTABILIZADORES, ÚTILES PARA AUMENTAR LAS CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS Y PODER SERVIR COMO CIMIENTO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO.

CAPA SUBBASE

ES LA ÚLTIMA CAPA DE CONTACTO CON EL PAVIMENTO DEPENDIENDO EL TIPO DE VEHÍCULOS QUE TRANSITEN POR EL LUGAR, ESTA CAPA DEBE DE ESTAR CONFORMADA POR MATERIAL GRANULAR, TALES COMO PIEDRA O GRAVA, COMBINADA CON ARENA Y SUELO, EN ESTADO NATURAL, DEBIDAMENTE CLASIFICADOS O CON UNA TRITURACIÓN ADECUADA. CON BASE A LA NORMA AASHTO T 193 SE RECOMIENDA UN MÍNIMO DE CBR DEL 40 %, SOBRE UNA MUESTRA SATURA SE RECOMIENDA UN 95 % DE COMPACTACIÓN Y UN 0,5 % DE EXPANSIÓN SEGÚN LA NORMA AASHTO T 180. EL ESPESOR DE LA BASE PROPUESTA DEBE SER IGUAL A 15 CM. CON BASE AL LIBRO AZUL DE CAMINOS, PAGINA 307.

VALOR SOPORTE

TAMBIÉN CONOCIDO COMO CBR QUE EN ESPAÑOL SIGNIFICA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA, ENSAYO UTILIZADO PARA EVALUAR LA CALIDAD DE UN MATERIAL SUELO, MIDE LA RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE DE UN SUELO Y PODER EVALUAR SI PUEDE SER UTILIZADO POR SU CALIDAD PARA UNA SUBRASANTE, UNA BUENA SUBBASE O BASE.

CON BASE A LOS DATOS OBTENIDOS DEL LABORATORIO, SE OBTUVO UN VALOR DE CBR DEL 44.23 % A UN 98.6 % DE COMPACTACIÓN

CARPETA DE RODADURA

ES LA ÚLTIMA CAPA QUE COMPONE LA ESTRUCTURA TOTAL UNA CARRETERA, SOBRE ELLA DEBE CIRCULAR TODO EL TRÁFICO,

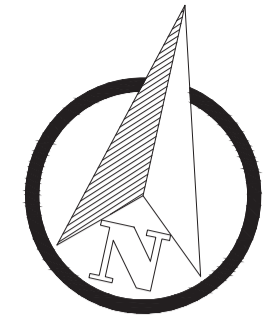
TANTO DE VEHÍCULOS COMO PEATONES, ESTA PUEDE SER COMPUESTA POR ASFALTO EN CALIENTE, ASFALTO EN FRÍO, ADOQUÍN DE CONCRETO O PAVIMENTO RÍGIDO, TIENE COMO FINALIDAD EVITAR EL DETERIORO DE LA BASE.

DEBIDO A LA BAJA CARGA VEHICULAR Y CON BASE AL RESULTADO OBTENIDO DE LA FORMULA FUNDAMENTAL DE AASHTO, EL ESPESOR DE LOSA ES IGUAL 6 PULGADAS EQUIVALENTE A 15 CM

SE MUESTRAN LOS DATOS INICIALES PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS PARA UN METRO CUBICO 1M³ DE CONCRETO FRESCO:
 PARA:
 F (C) = 4,000 PSI
 CONTENIDO DE AIRE: 4.8%
 LA RESISTENCIA MÁXIMA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PROPUESTO ES IGUAL A 4,000 PSI, LA CUAL ALCANZARÁ SU RESISTENCIA MÁXIMA A LOS 28 DÍAS COMO LO INDICA LA NORMA AASHTO T – 22.

PROPORCIÓN FINALES PARA UN SACO DE CEMENTO:
 CEMENTO = 42,5 KG
 AGREGADO FINO = 53.35 KG
 AGREGADO GRUESO = 103.77 KG
 AGUA = 21 LITROS

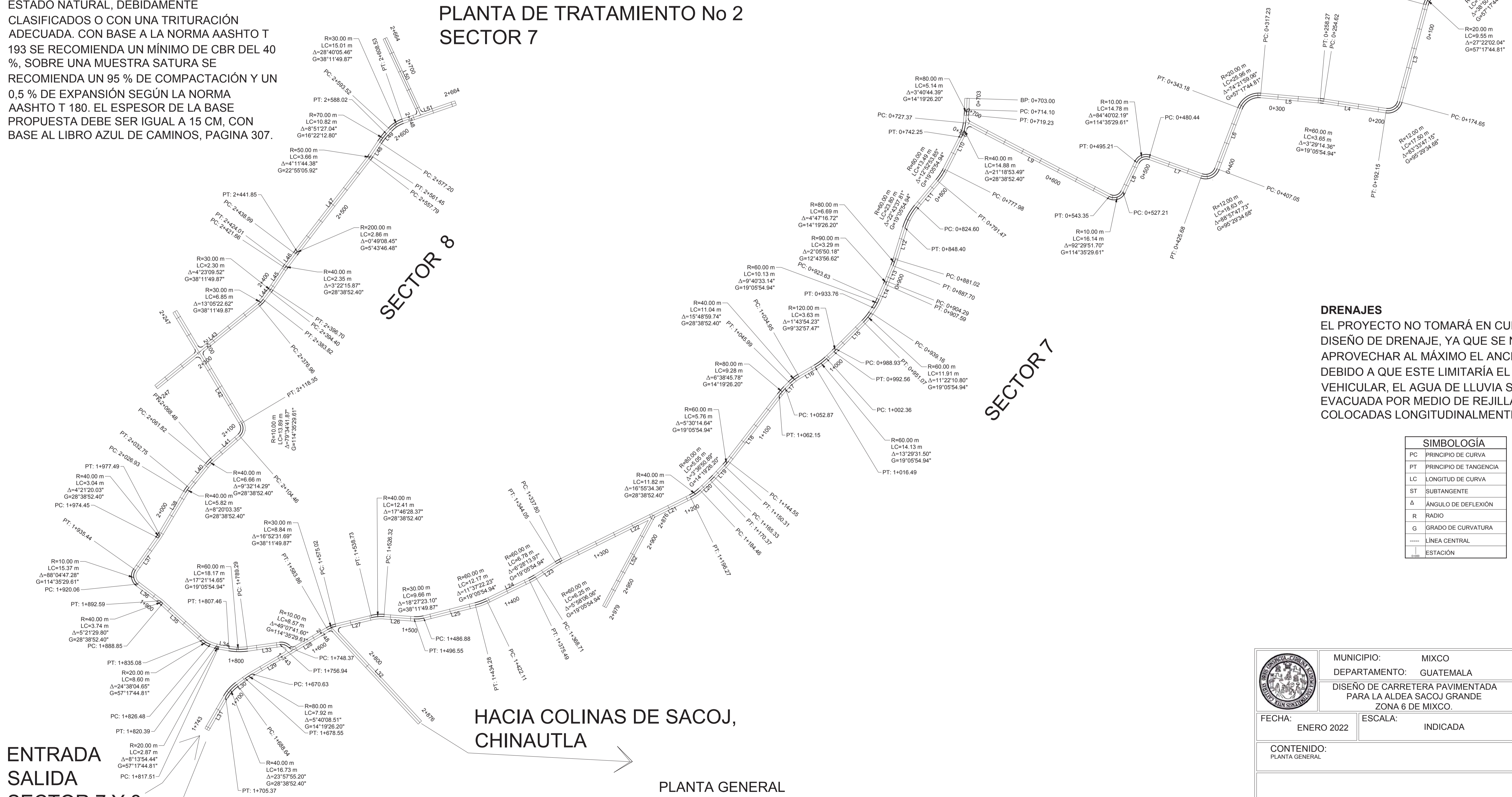
JUNTAS EN EL PAVIMENTO DE CONCRETO
 EL DISEÑO DEL PAVIMENTO SE EFECTUÓ POR MEDIO DE LA APLICACIÓN DE JUNTAS DE CONTRACCIÓN, LAS CUALES SE COLOCARON A UNA DISTANCIA DE 2 METROS DE LARGO (JUNTA LONGITUDINAL) Y 2.5 DE ANCHO (JUNTA TRANSVERSAL), EL ANCHO DE SEPARACIÓN DE LAS JUNTAS DEBE SER DE 5 A 8 MILÍMETROS Y RELLENADAS POR MEDIO DE UN MATERIAL NO ABSORBENTE, NEUTRO NO REACTIVO.



PLANTA DE TRATAMIENTO No 2 SECTOR 7

SECTOR 8

SECTOR 7



ENTRADA SALIDA SECTOR 7 Y 8

HACIA COLONIA EL MILAGRO

HACIA COLINAS DE SACOJ, CHINAUTLA

PLANTA GENERAL

ESCALA : 1 : 2000

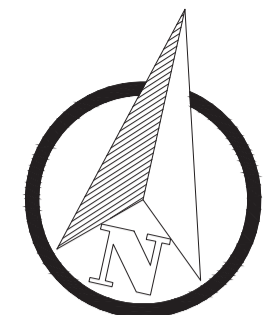
PLANTA DE TRATAMIENTO No 1 SECTOR 8

DRENAJES

EL PROYECTO NO TOMARÁ EN CUENTA EL DISEÑO DE DRENAJE, YA QUE SE NECESITA APROVECHAR AL MÁXIMO EL ANCHO DE LA VÍA, DEBIDO A QUE ESTE LIMITARÍA EL PASO VEHICULAR, EL AGUA DE LLUVIA SERÁ EVACUADA POR MEDIO DE REJILLAS COLOCADAS LONGITUDINALMENTE.

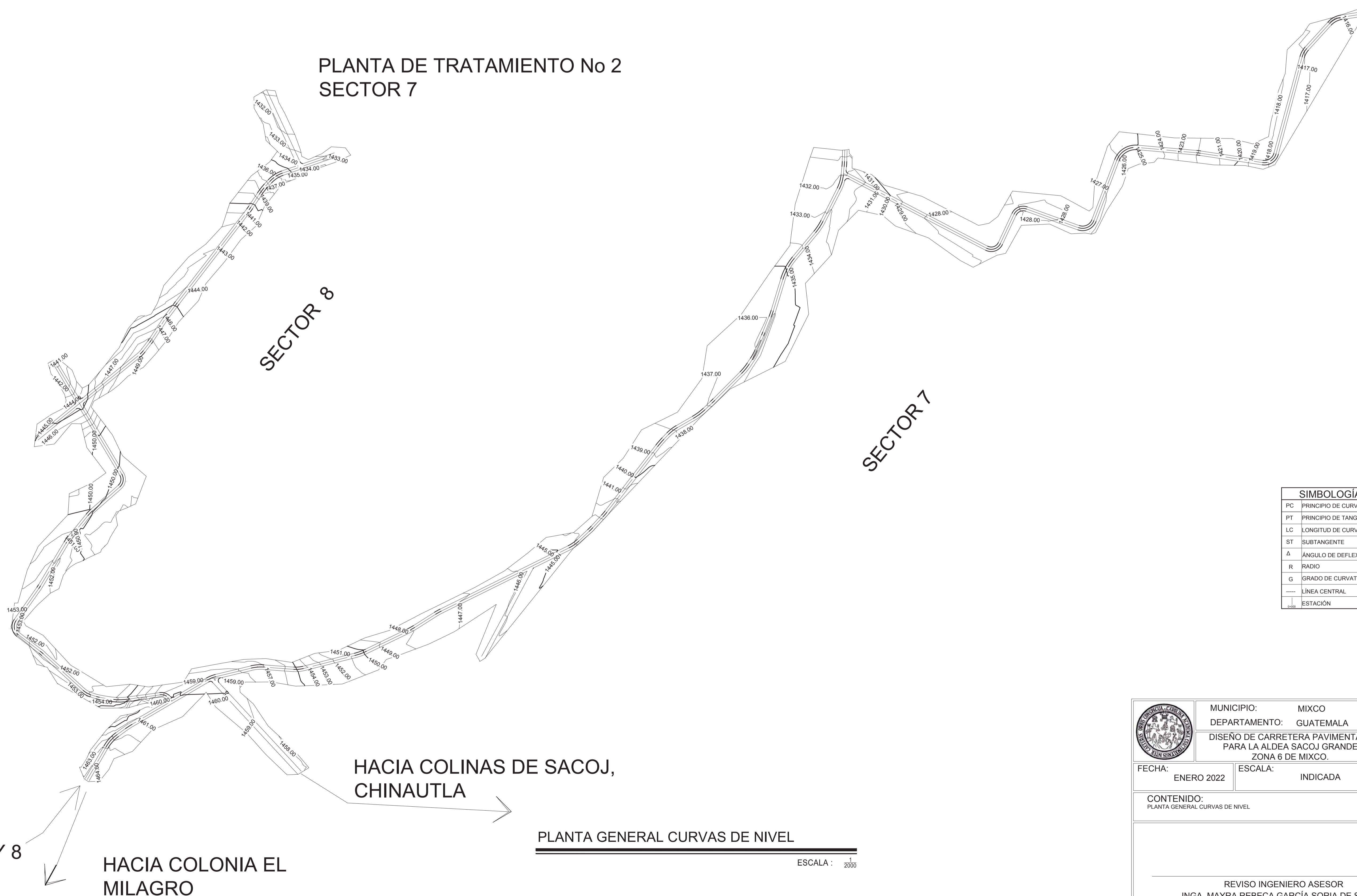
SIMBOLOGÍA	
PC	PRINCIPIO DE CURVA
PT	PRINCIPIO DE TANGENCIA
LC	LONGITUD DE CURVA
ST	SUBTANGENTE
Δ	ÁNGULO DE DEFLEXIÓN
R	RADIO
G	GRADO DE CURVATURA
---	LÍNEA CENTRAL
+	ESTACION

	MUNICIPIO: MIXCO	DISEÑO: ALEXIS OLIVA
	DEPARTAMENTO: GUATEMALA	CÁLCULO: ALEXIS OLIVA
DISEÑO DE CARRETERA PAVIMENTADA PARA LA ALDEA SACOJ GRANDE ZONA 6 DE MIXCO.		DIBUJO: ALEXIS OLIVA
FECHA: ENERO 2022	ESCALA: INDICADA	TOPOGRAFÍA: ALEXIS OLIVA
CONTENIDO: PLANTA GENERAL		HOJA No. 1
REVISO INGENIERO ASESOR INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORIA DE SIERRA		



PLANTA DE TRATAMIENTO No 1
SECTOR 8

PLANTA DE TRATAMIENTO No 2
SECTOR 7



SIMBOLOGÍA	
PC	PRINCIPIO DE CURVA
PT	PRINCIPIO DE TANGENCIA
LC	LONGITUD DE CURVA
ST	SUBTANGENTE
Δ	ÁNGULO DE DEFLEXIÓN
R	RADIO
G	GRADO DE CURVATURA
----	LÍNEA CENTRAL
+	ESTACION

ENTRADA
SALIDA
SECTOR 7 Y 8

HACIA COLONIA EL
MILAGRO

HACIA COLINAS DE SACOJ,
CHINAUTLA

PLANTA GENERAL CURVAS DE NIVEL

ESCALA : 2000

	MUNICIPIO: MIXCO	DISEÑO: ALEXIS OLIVA
	DEPARTAMENTO: GUATEMALA	CÁLCULO: ALEXIS OLIVA
DISEÑO DE CARRETERA PAVIMENTADA PARA LA ALDEA SACOJ GRANDE ZONA 6 DE MIXCO.		
FECHA: ENERO 2022	ESCALA: INDICADA	DIBUJO: ALEXIS OLIVA
CONTENIDO: PLANTA GENERAL CURVAS DE NIVEL		TOPOGRAFÍA: ALEXIS OLIVA
		HOJA No 2
REVISO INGENIERO ASESOR INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORIA DE SIERRA		
		14

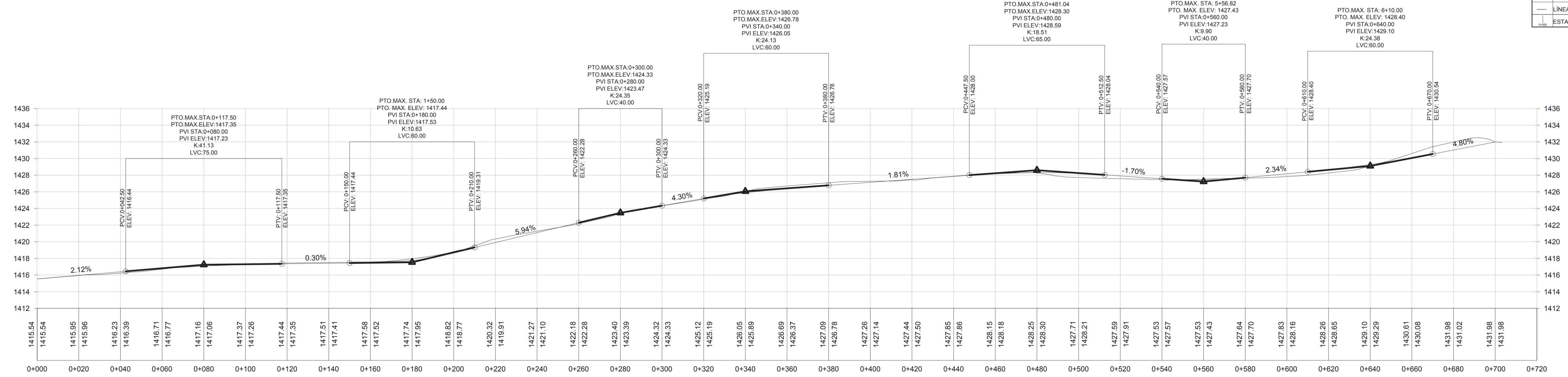


LONGITUD Y DIRECCIÓN DE TANGENTES		
TANGENTES	LONGITUD (m)	AZIMUT
L1	16.60	248° 14' 24.17"
L2	33.58	209° 23' 44.83"
L3	99.36	182° 01' 42.79"
L4	62.47	265° 35' 29.94"
L6	63.86	187° 44' 16.52"
L7	54.76	276° 42' 04.25"
L8	32.00	192° 02' 02.06"
L9	159.98	284° 31' 53.76"

PLANTA ESTACIÓN 0+000.00 A 0+700.00

ESCALA : 1/1000

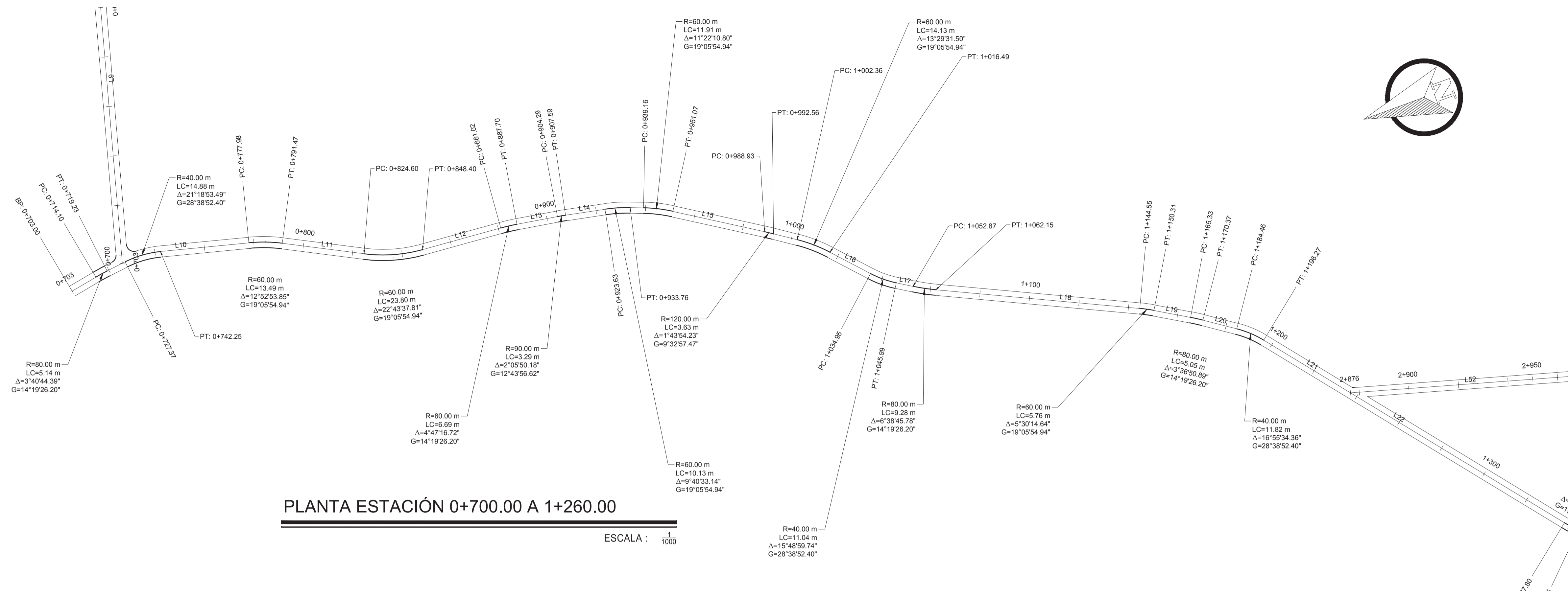
SIMBOLOGÍA	
PC	PRINCIPIO DE CURVA
PT	PRINCIPIO DE TANGENCIA
LC	LONGITUD DE CURVA
ST	SUBTANGENTE
Δ	ÁNGULO DE DEFLEXIÓN
R	RADIO
G	GRADO DE CURVATURA
---	LÍNEA CENTRAL
+	ESTACIÓN



PERFIL LONGITUDINAL ESTACIÓN 0+000.00 A 0+700.00

ESCALA : HORIZONTAL = 1/1000
VERTICAL = 1/250

	MUNICIPIO: MIXCO	DISEÑO: ALEXIS OLIVA
	DEPARTAMENTO: GUATEMALA	CÁLCULO: ALEXIS OLIVA
DISEÑO DE CARRETERA PAVIMENTADA PARA LA ALDEA SACOJ GRANDE ZONA 6 DE MIXCO.		
FECHA: ENERO 2022	ESCALA: INDICADA	DIBUJO: ALEXIS OLIVA
CONTENIDO: PLANTA-PERFIL ESTACIÓN 0+000.00 A 0+700.00		TOPOGRAFÍA: ALEXIS OLIVA
		HOJA No. 3
REVISOR INGENIERO ASESOR INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORIA DE SIERRA		

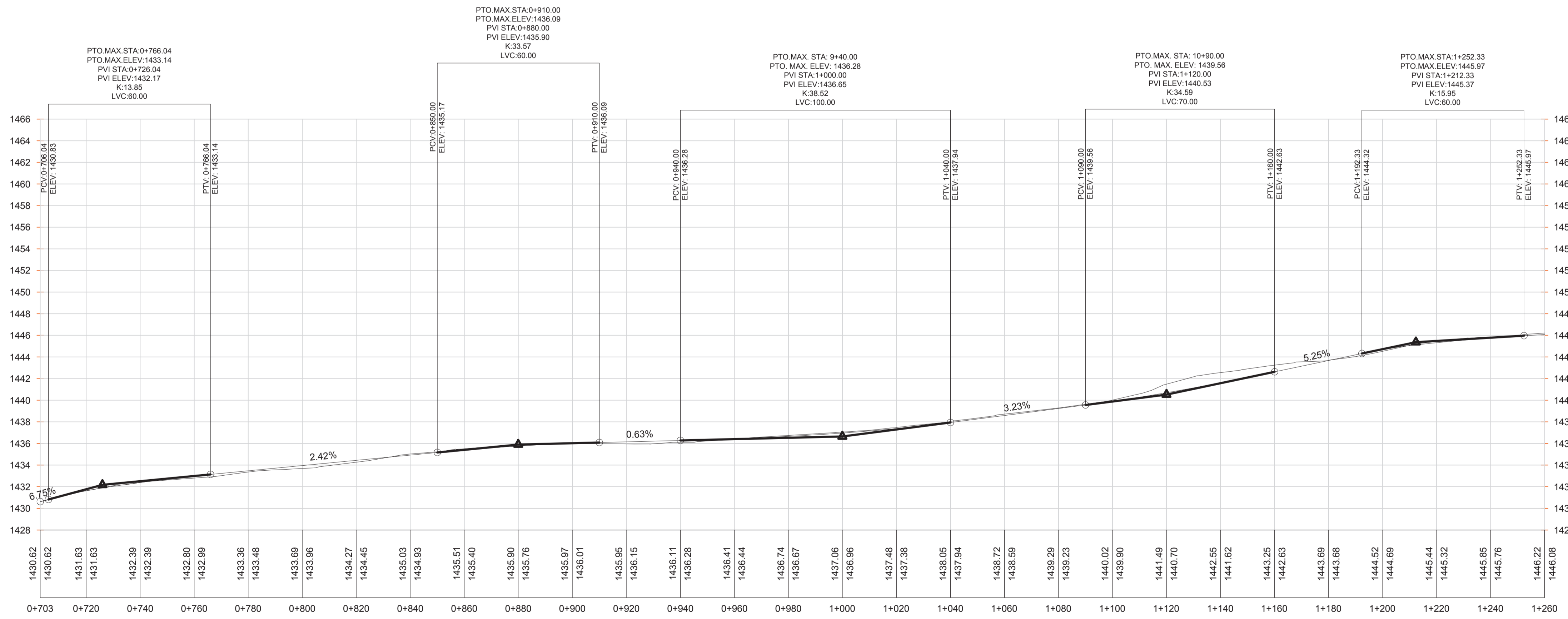


PLANTA ESTACIÓN 0+700.00 A 1+260.00

ESCALA : 1/1000

TANGENTES	LONGITUD	DIRECCIÓN
L10	35.73	193° 45' 42.29"
L11	33.13	206° 38' 36.13"
L12	32.62	183° 54' 58.32"
L14	16.04	190° 48' 05.23"
L15	37.86	211° 50' 49.16"
L16	18.46	227° 04' 14.90"
L17	6.88	211° 15' 15.16"
L19	15.01	210° 06' 44.02"
L20	14.08	213° 43' 34.92"
L21	141.53	230° 39' 09.27"
L22	141.53	230° 39' 09.27"

SIMBOLOGÍA	
PC	PRINCIPIO DE CURVA
PT	PRINCIPIO DE TANGENCIA
LC	LONGITUD DE CURVA
ST	SUBTANGENTE
Δ	ÁNGULO DE DEFLEXIÓN
R	RADIO
G	GRADO DE CURVATURA
---	LÍNEA CENTRAL
+	ESTACIÓN

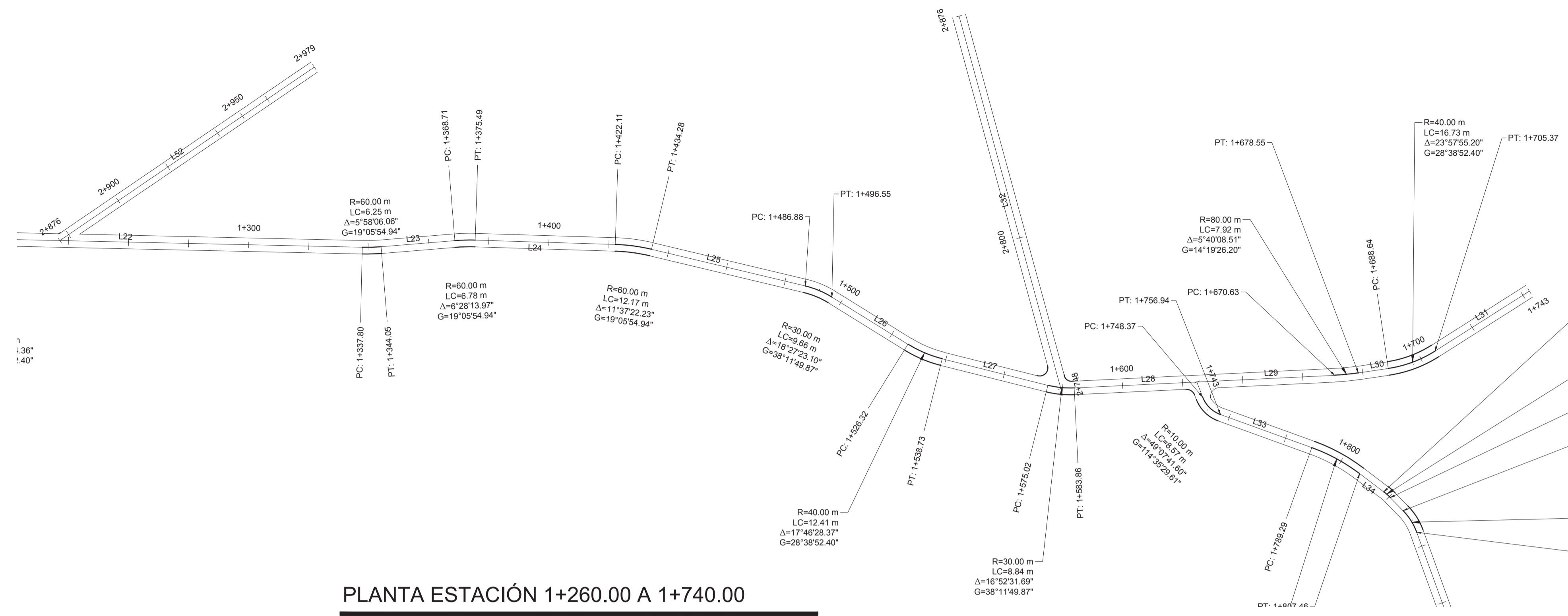
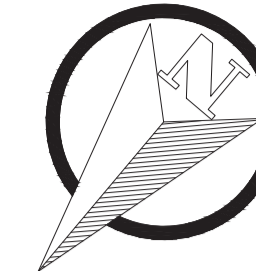


PERFIL LONGITUDINAL ESTACIÓN 0+700.00 A 1+260.00

ESCALA : HORIZONTAL = 1/1000
VERTICAL = 1/250

	MUNICIPIO: MIXCO	DISEÑO: ALEXIS OLIVA
	DEPARTAMENTO: GUATEMALA	CÁLCULO: ALEXIS OLIVA
FECHA: ENERO 2022	ESCALA: INDICADA	DIBUJO: ALEXIS OLIVA
CONTENIDO: PLANTA-PERFIL ESTACIÓN 0+700.00 A 1+260.00		TOPOGRAFÍA: ALEXIS OLIVA

HOJA No.
4
14

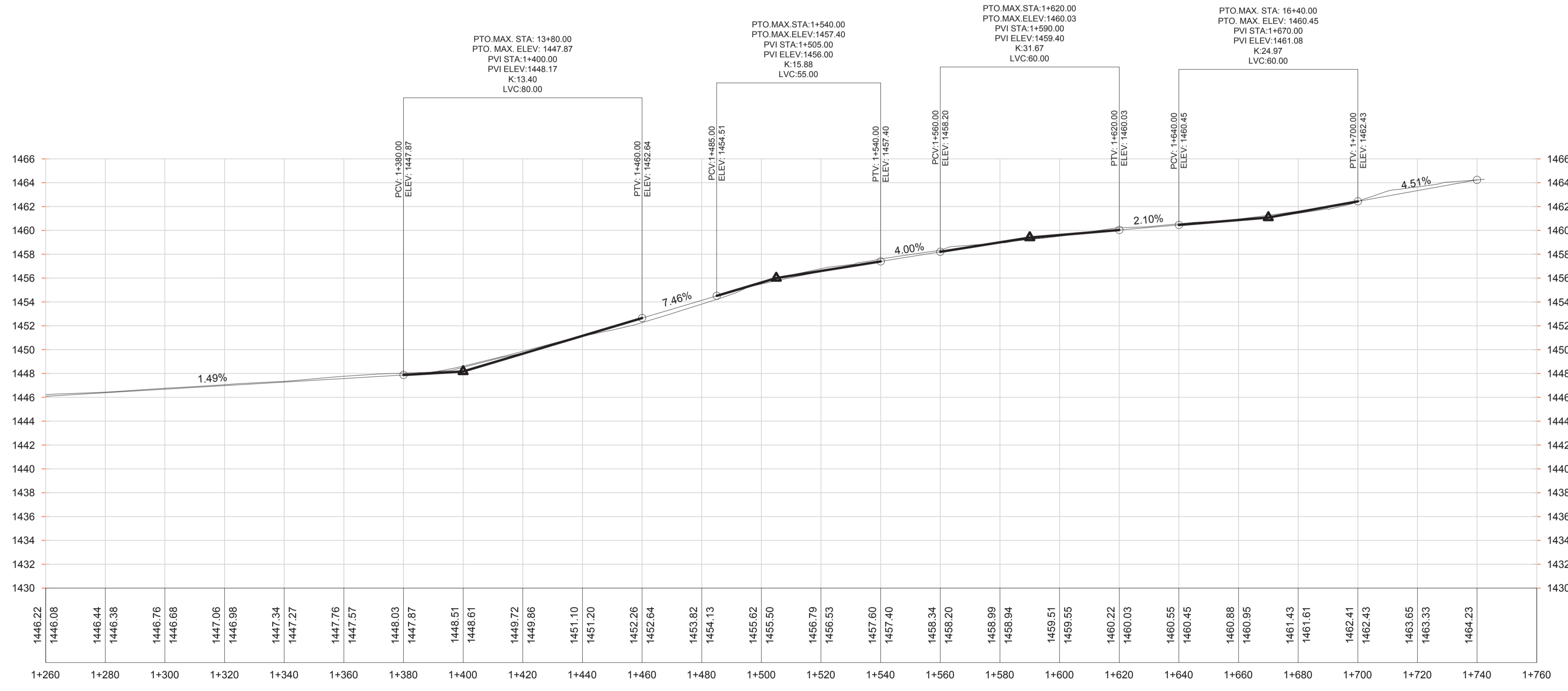


PLANTA ESTACIÓN 1+260.00 A 1+740.00

ESCALA : 1/1000

LONGITUD Y DIRECCIÓN DE TANGENTES		
TANGENTES	LONGITUD (m)	AZIMUT
L23	24.66	224° 41' 03.22"
L24	46.63	231° 09' 17.19"
L25	52.60	242° 46' 39.41"
L26	29.78	261° 14' 02.51"
L27	36.29	243° 27' 34.14"
L28	86.77	226° 35' 02.45"
L29	86.77	226° 35' 02.45"
L30	10.10	220° 54' 53.94"
L31	37.17	196° 56' 58.73"
L32	128.49	124° 05' 20.02"

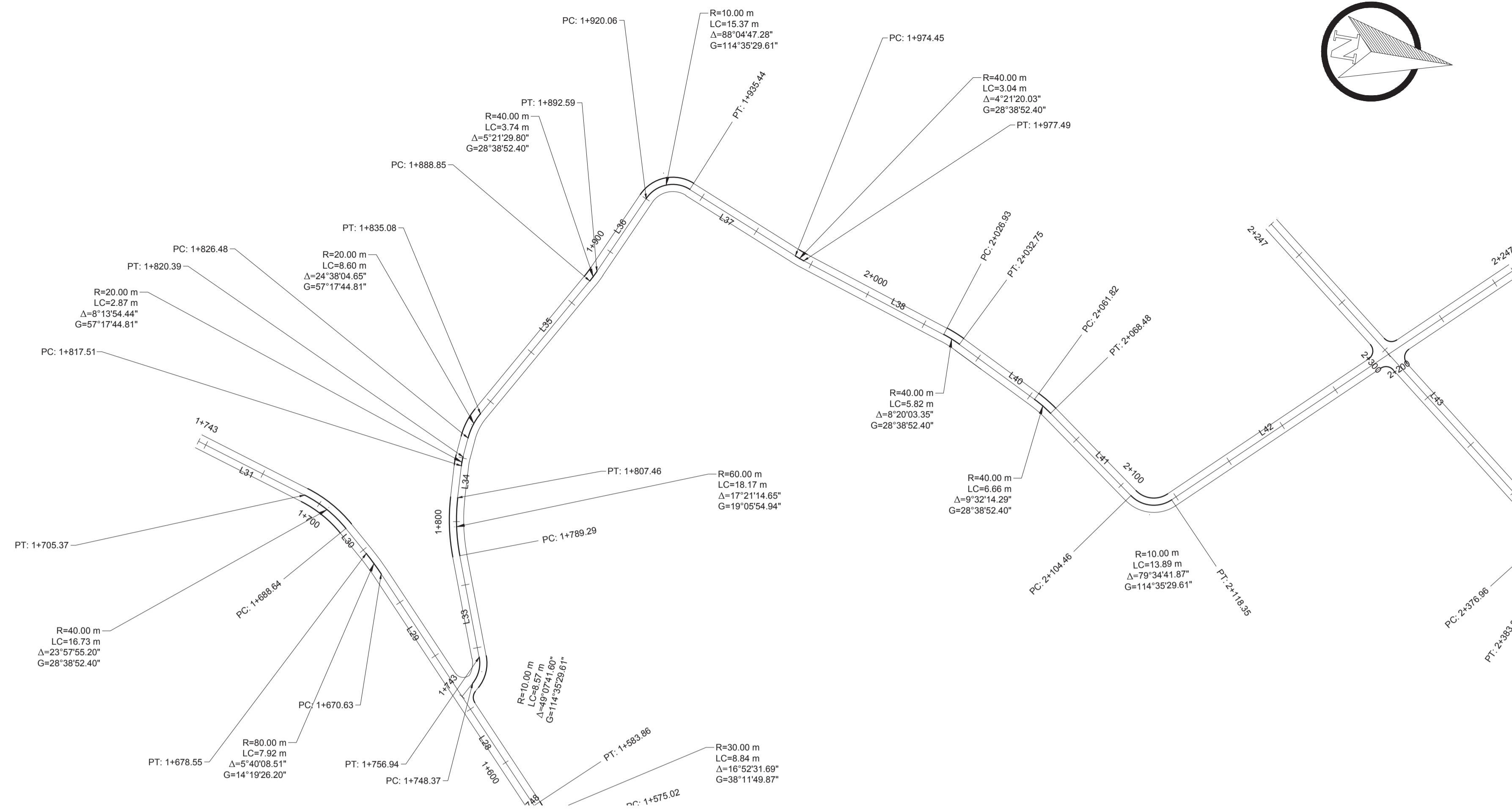
SIMBOLOGÍA	
PC	PRINCIPIO DE CURVA
PT	PRINCIPIO DE TANGENCIA
LC	LONGITUD DE CURVA
ST	SUBTANGENTE
Δ	ÁNGULO DE DEFLEXIÓN
R	RADIO
G	GRADO DE CURVATURA
---	LÍNEA CENTRAL
	ESTACIÓN



PERFIL LONGITUDINAL ESTACIÓN 1+260.00 A 1+740.00

ESCALA : HORIZONTAL= 1/1000
VERTICAL= 1/250

	MUNICIPIO: MIXCO	DISEÑO: ALEXIS OLIVA
	DEPARTAMENTO: GUATEMALA	CÁLCULO: ALEXIS OLIVA
DISEÑO DE CARRETERA PAVIMENTADA PARA LA ALDEA SACOJ GRANDE ZONA 6 DE MIXCO.		DIBUJO: ALEXIS OLIVA
FECHA: ENERO 2022	ESCALA: INDICADA	TOPOGRAFÍA: ALEXIS OLIVA
CONTENIDO: PLANTA-PERFIL ESTACIÓN 1+260.00 A 1+740.00		

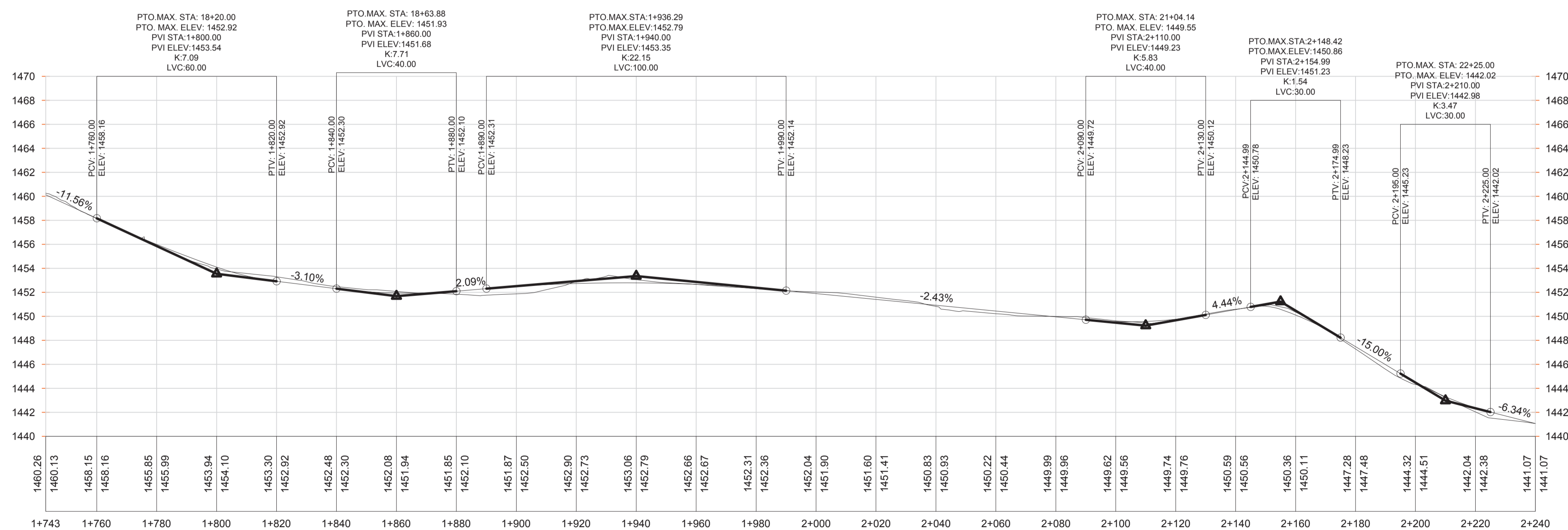


LONGITUD Y DIRECCIÓN DE TANGENTES		
TANGENTES	LONGITUD (m)	AZIMUT
L33	32.34	249° 14' 25.57"
L34	10.06	266° 35' 40.22"
L35	53.77	299° 27' 39.31"
L36	27.47	294° 06' 09.51"
L37	39.01	22° 10' 56.78"
L38	49.44	17° 49' 36.75"
L40	29.07	26° 09' 40.11"
L41	35.98	35° 41' 54.40"
L42	128.51	316° 07' 12.53"

SIMBOLOGÍA	
PC	PRINCIPIO DE CURVA
PT	PRINCIPIO DE TANGENCIA
LC	LONGITUD DE CURVA
ST	SUBTANGENTE
Δ	ÁNGULO DE DEFLEXIÓN
R	RADIO
G	GRADO DE CURVATURA
---	LÍNEA CENTRAL
+	ESTACIÓN

PLANTA ESTACIÓN 1+740.00 A 2+240.00

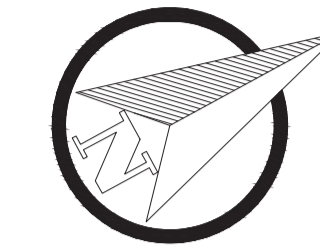
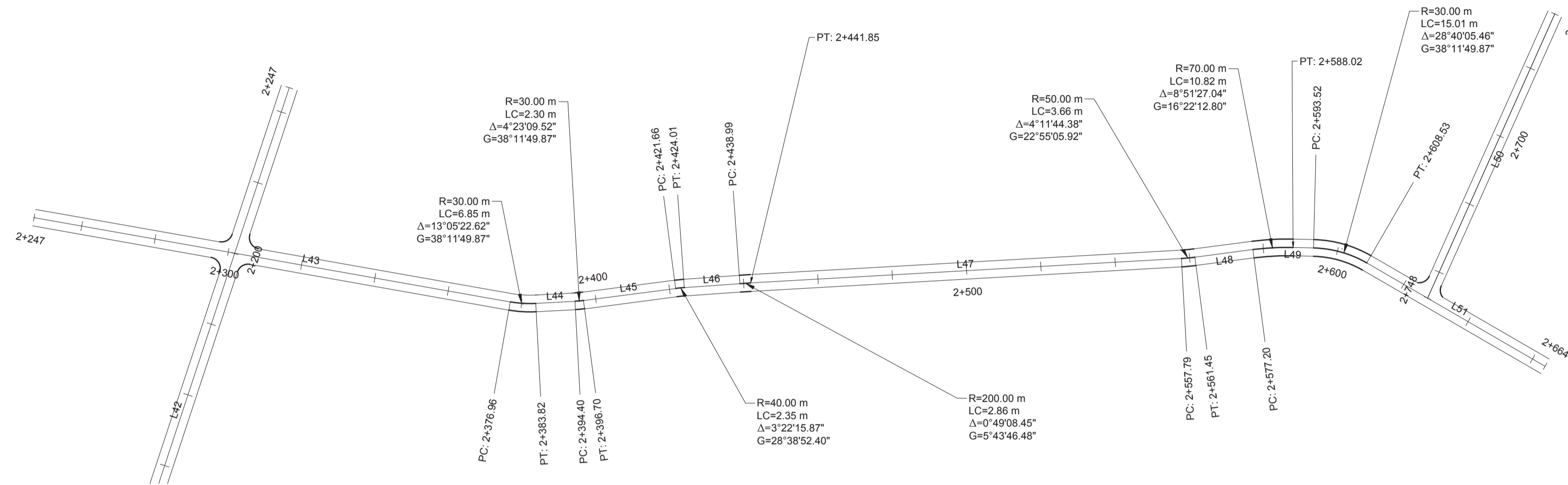
ESCALA : 1/1000



PERFIL LONGITUDINAL ESTACIÓN 1+740.00 A 2+240.00

ESCALA : HORIZONTAL= 1/1000
VERTICAL= 1/250

	MUNICIPIO: MIXCO	DISEÑO: ALEXIS OLIVA
	DEPARTAMENTO: GUATEMALA	CÁLCULO: ALEXIS OLIVA
DISEÑO DE CARRETERA PAVIMENTADA PARA LA ALDEA SACOJ GRANDE ZONA 6 DE MIXCO.		
FECHA: ENERO 2022	ESCALA: INDICADA	DIBUJO: ALEXIS OLIVA
CONTENIDO: PLANTA-PERFIL ESTACIÓN 1+740.00 A 2+240.00		TOPOGRAFÍA: ALEXIS OLIVA
		HOJA No. 6
REVISOR INGENIERO ASESOR INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORIA DE SIERRA		

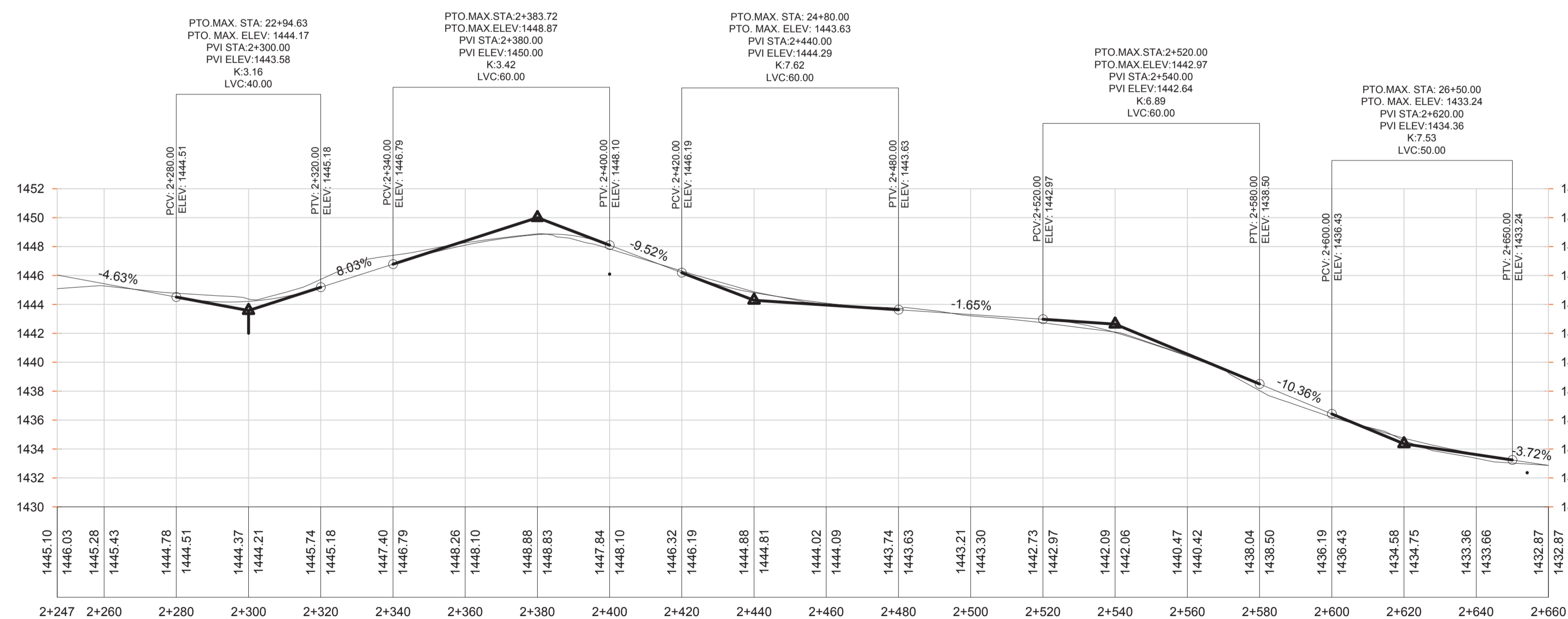


LONGITUD Y DIRECCIÓN DE TANGENTES		
TANGENTES	LONGITUD (m)	AZIMUT
L43	129.96	37° 53' 18.59"
L44	10.59	24° 47' 55.97"
L45	24.96	20° 24' 46.45"
L46	14.98	23° 47' 02.32"
L47	115.94	24° 36' 10.77"
L48	15.74	20° 24' 26.39"
L49	10.82	29° 14' 22.01"
L50	83.65	141° 59' 50.89"
L51	55.38	57° 55' 58.89"

PLANTA ESTACIÓN 2+247.00 A 2+660.00

ESCALA : 1/1000

SIMBOLOGÍA	
PC	PRINCIPIO DE CURVA
PT	PRINCIPIO DE TANGENCIA
LC	LONGITUD DE CURVA
ST	SUBTANGENTE
Δ	ÁNGULO DE DEFLEXIÓN
R	RADIO
G	GRADO DE CURVATURA
---	LÍNEA CENTRAL
+	ESTACIÓN



PERFIL LONGITUDINAL ESTACIÓN 2+247.00 A 2+660.00

ESCALA : HORIZONTAL= 1/1000
VERTICAL= 1/250

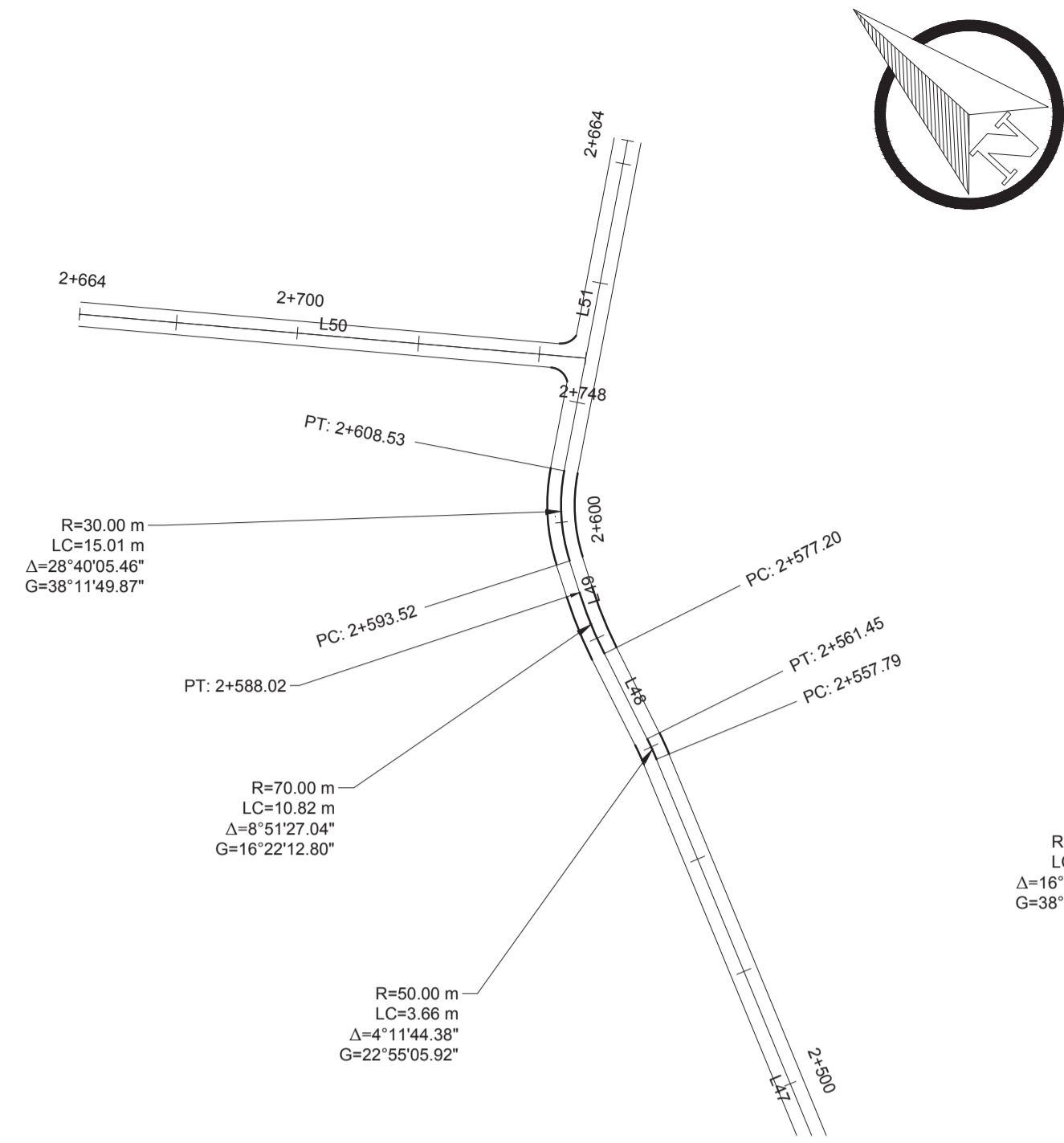
	MUNICIPIO: MIXCO	DISEÑO: ALEXIS OLIVA
	DEPARTAMENTO: GUATEMALA	CÁLCULO: ALEXIS OLIVA
DISEÑO DE CARRETERA PAVIMENTADA PARA LA ALDEA SACOJ GRANDE ZONA 6 DE MIXCO.		DIBUJO: ALEXIS OLIVA
FECHA: ENERO 2022	ESCALA: INDICADA	TOPOGRAFÍA: ALEXIS OLIVA
CONTENIDO: PLANTA-PERFIL ESTACIÓN 2+247.00 A 2+660.00		

HOJA No.

7

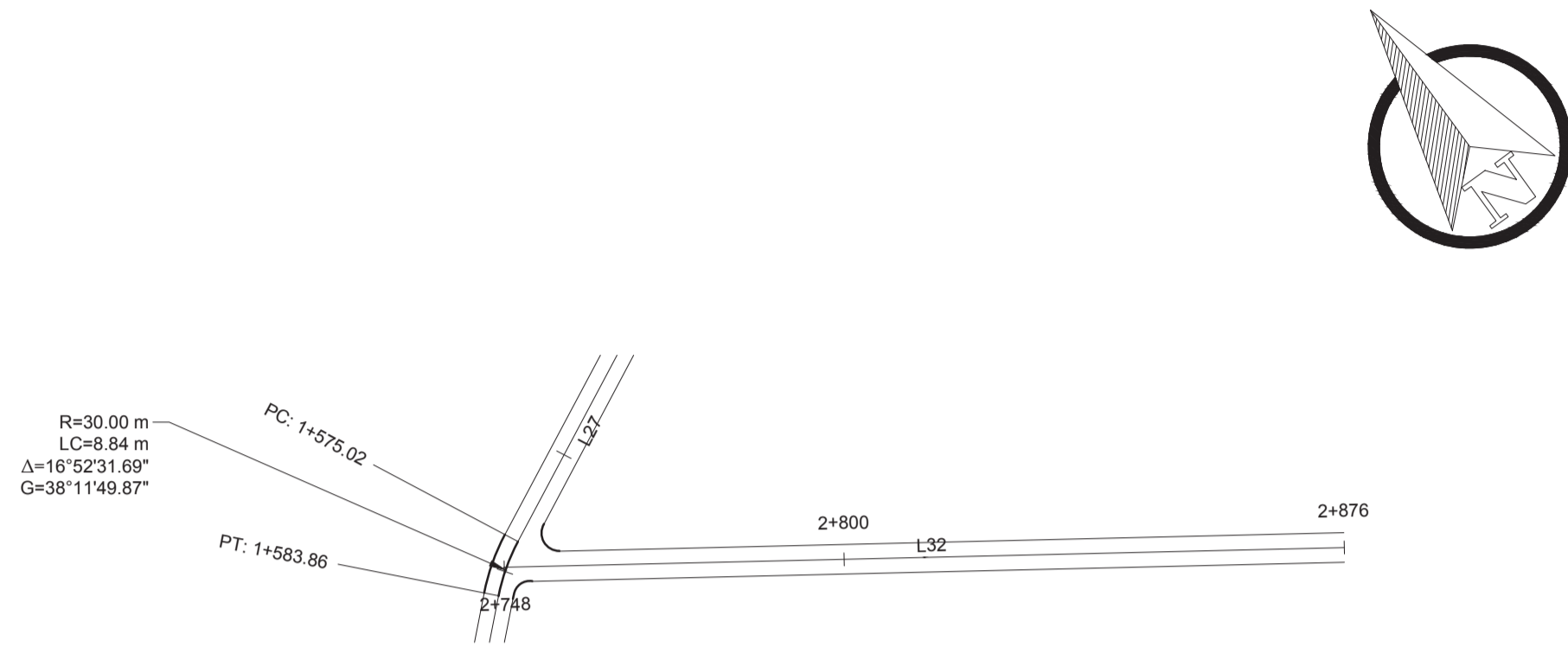
14

REVISOR INGENIERO ASESOR
INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORIA DE SIERRA



PLANTA ESTACIÓN 2+664.00 A 2+748.00

ESCALA: 1/1000



PLANTA ESTACIÓN 2+748.00 A 2+876.00

ESCALA: 1/1000

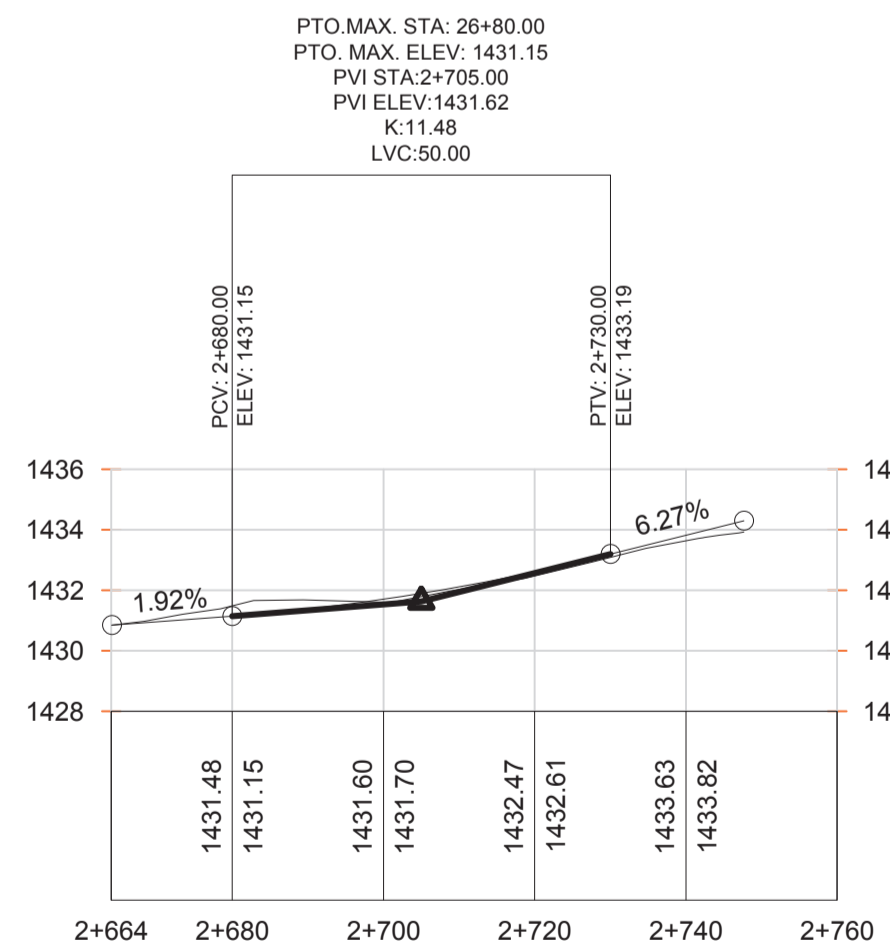
PLANTA ESTACIÓN 2+876.00 A 2+979.00

ESCALA: 1/1000

LONGITUD Y DIRECCIÓN DE TANGENTES		
TANGENTES	LONGITUD (m)	AZIMUT
L23	24.66	224° 41' 03.22"
L24	46.63	231° 09' 17.19"
L25	52.60	242° 46' 39.41"
L26	29.78	261° 14' 02.51"
L27	36.29	243° 27' 34.14"
L28	86.77	226° 35' 02.45"
L29	86.77	226° 35' 02.45"
L30	10.10	220° 54' 53.94"
L31	37.17	196° 56' 58.73"
L32	128.49	124° 05' 20.02"

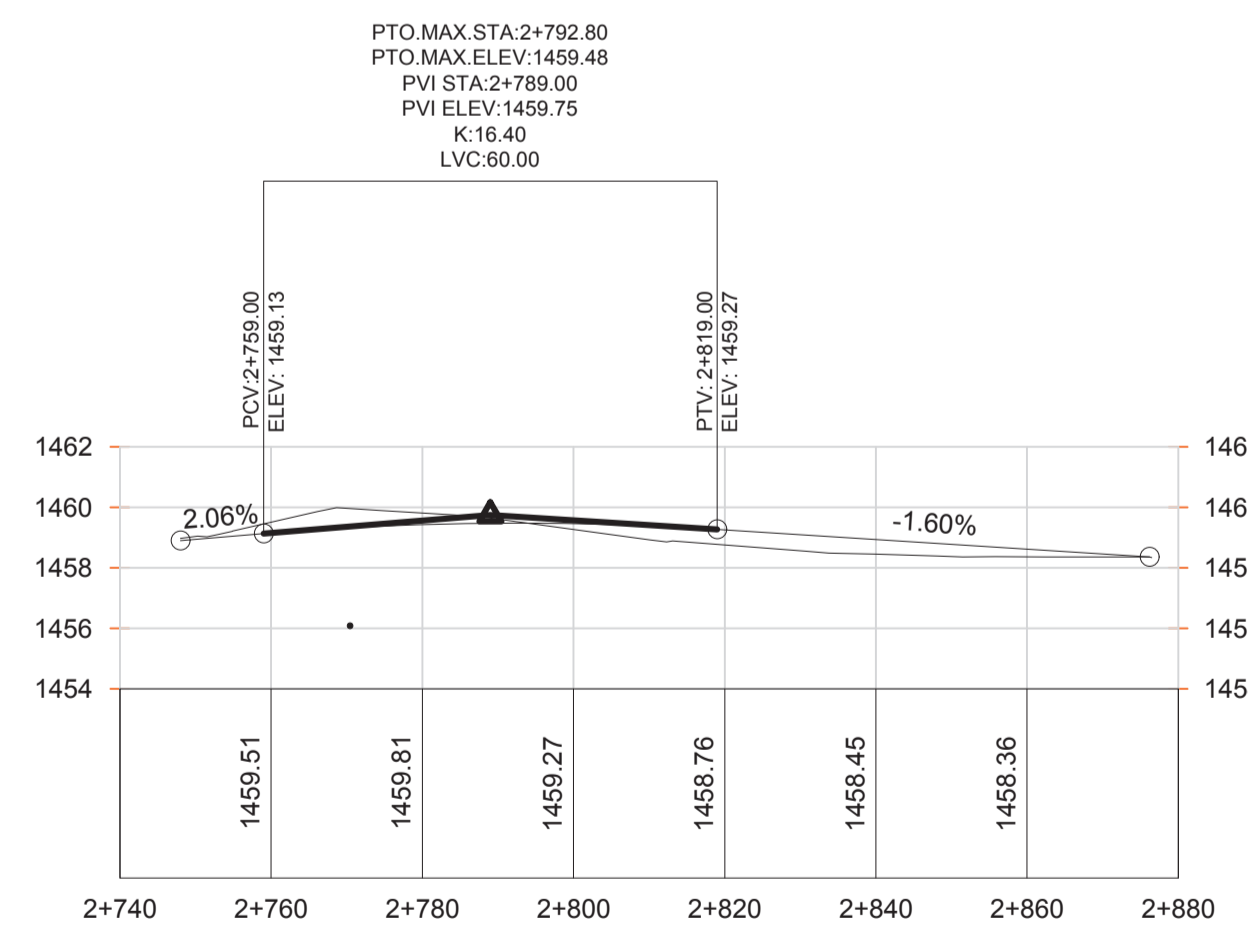
LONGITUD Y DIRECCIÓN DE TANGENTES		
TANGENTES	LONGITUD (m)	AZIMUT
L43	129.96	37° 53' 18.59"
L44	10.59	24° 47' 55.97"
L45	24.96	20° 24' 46.45"
L46	14.98	23° 47' 02.32"
L47	115.94	24° 36' 10.77"
L48	15.74	20° 24' 26.39"
L49	10.82	29° 14' 22.01"
L50	83.65	141° 59' 50.89"
L51	55.38	57° 55' 58.89"

LONGITUD Y DIRECCIÓN DE TANGENTES		
TANGENTES	LONGITUD (m)	AZIMUT
L52	102.44	195° 06' 06.45"



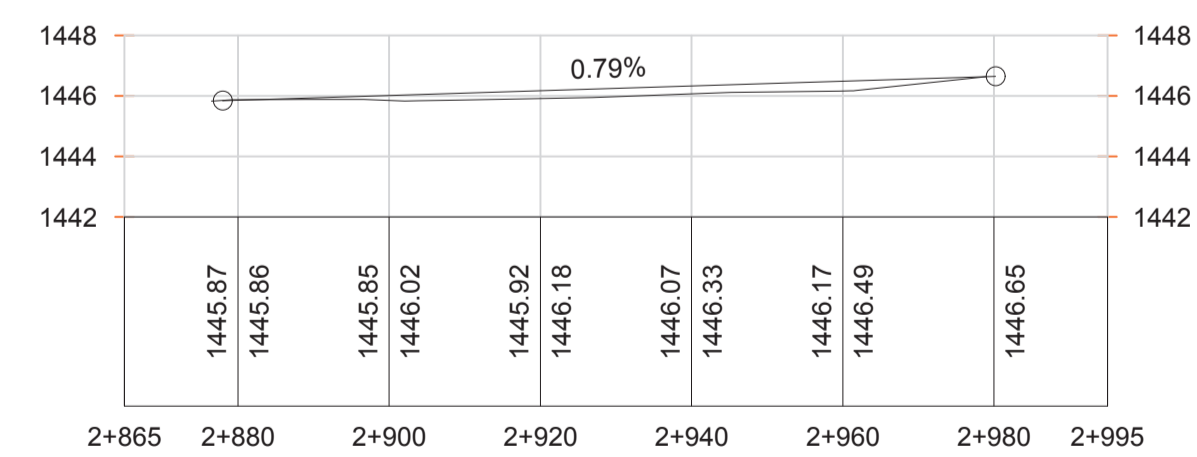
PERFIL LONGITUDINAL ESTACIÓN 2+664.00 A 2+748.00

ESCALA: HORIZONTAL= 1/1000
VERTICAL= 1/250



PERFIL LONGITUDINAL ESTACIÓN 2+748.00 A 2+876.00

ESCALA: HORIZONTAL= 1/1000
VERTICAL= 1/250



PERFIL LONGITUDINAL ESTACIÓN 2+876.00 A 2+979.00

ESCALA: HORIZONTAL= 1/1000
VERTICAL= 1/250

SIMBOLOGÍA	
PC	PRINCIPIO DE CURVA
PT	PRINCIPIO DE TANGENCIA
LC	LONGITUD DE CURVA
ST	SUBTANGENTE
Δ	ÁNGULO DE DEFLEXIÓN
R	RADIO
G	GRADO DE CURVATURA
----	LÍNEA CENTRAL
+	ESTACIÓN

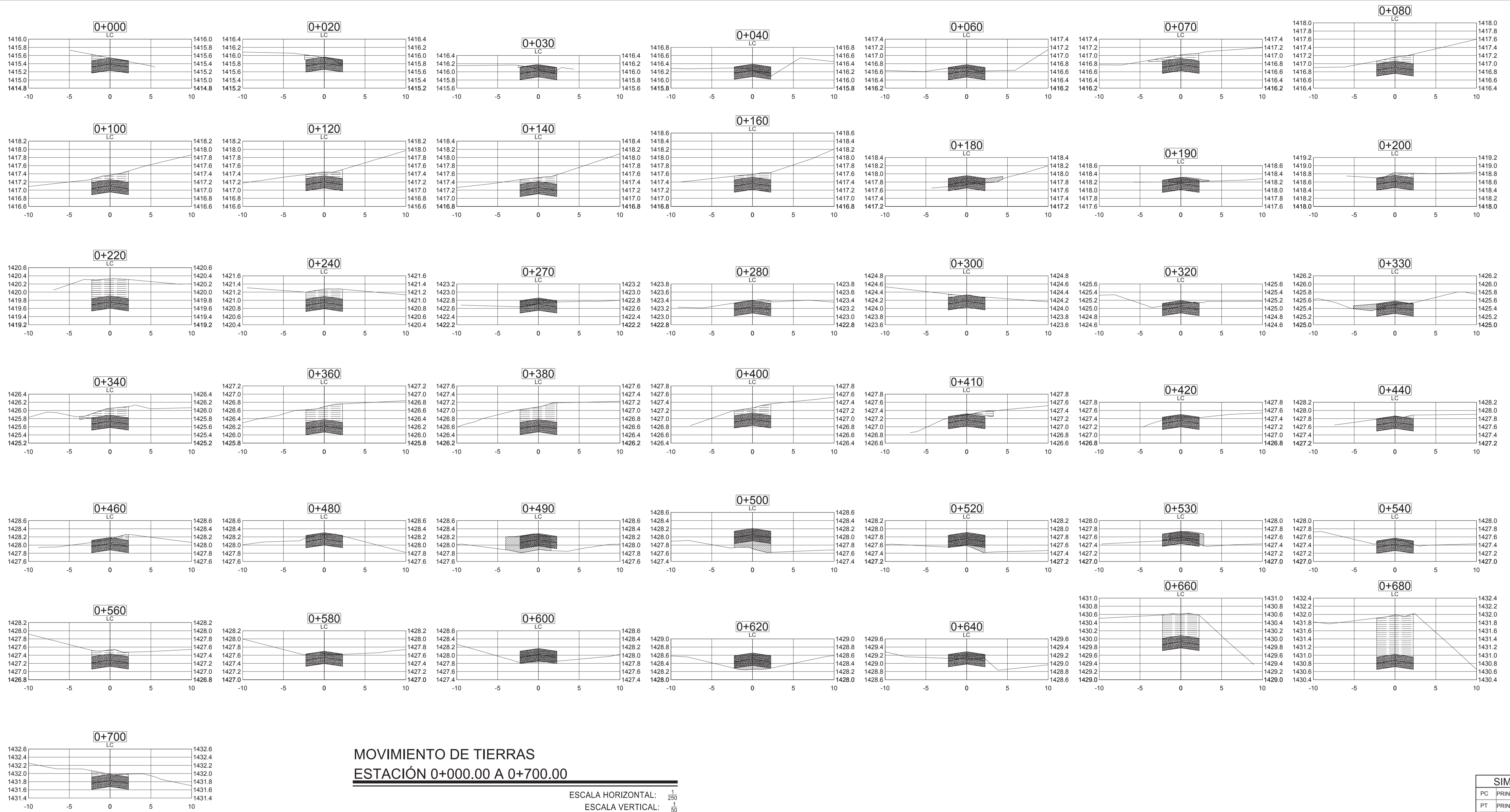
	MUNICIPIO: MIXCO	DISEÑO: ALEXIS OLIVA
	DEPARTAMENTO: GUATEMALA	CÁLCULO: ALEXIS OLIVA
DISEÑO DE CARRETERA PAVIMENTADA PARA LA ALDEA SACOJ GRANDE ZONA 6 DE MIXCO.		DIBUJO: ALEXIS OLIVA
FECHA: ENERO 2022	ESCALA: INDICADA	TOPOGRAFÍA: ALEXIS OLIVA
CONTENIDO: PLANTA-PERFIL ESTACIÓN 2+664.00 A 2+748.00, PLANTA-PERFIL ESTACIÓN 2+748.00 A 2+876.00 Y PLANTA-PERFIL ESTACIÓN 2+876.00 A 2+979.00		

HOJA No.

8

14

REVISO INGENIERO ASESOR
INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORIA DE SIERRA



**MOVIMIENTO DE TIERRAS
ESTACIÓN 0+000.00 A 0+700.00**

ESCALA HORIZONTAL: 1/250
ESCALA VERTICAL: 1/50

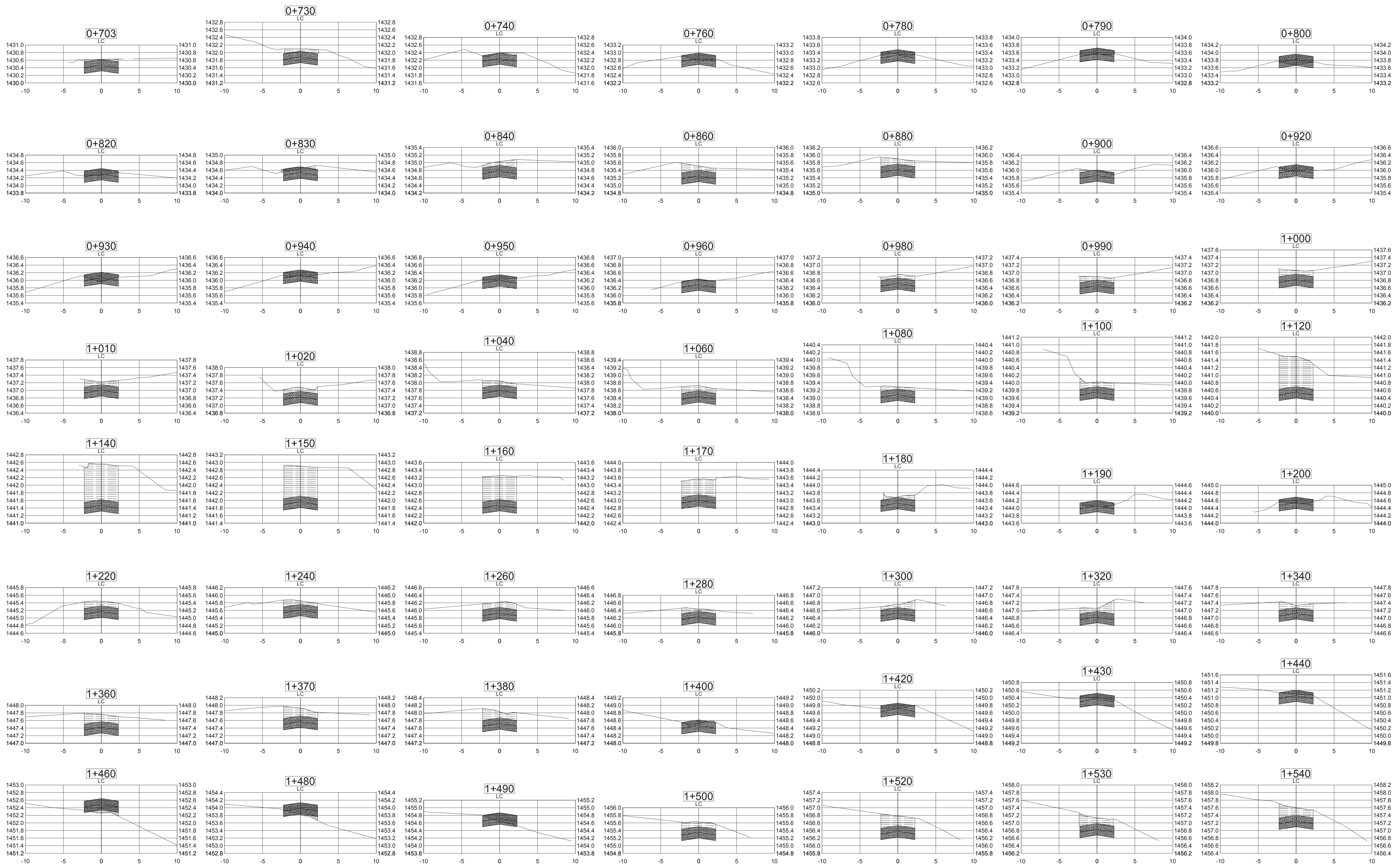
SIMBOLOGÍA	
PC	PRINCIPIO DE CURVA
PT	PRINCIPIO DE TANGENCIA
LC	LONGITUD DE CURVA
ST	SUBTANGENTE
Δ	ÁNGULO DE DEFLEXIÓN
R	RADIO
G	GRADO DE CURVATURA
---	LÍNEA CENTRAL
+	ESTACIÓN
▬	CORTE
■	RELLENO
■	BASE Y PAVIMENTO

TABLA DE VOLUMEN TOTAL							
ESTACIÓN	A.R (m³)	A.C (m³)	Vol. R. (m³)	Vol. C. (m³)	Vol. Re Acumulado m³	Vol. C. Acumulado m³	VOL TOTAL
0+000.00	0.02	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+020.00	0.12	0.15	1.41	3.19	1.41	3.19	1.79
0+030.00	0.35	0.02	2.46	0.76	3.87	3.96	0.09
0+040.00	0.61	0.00	4.87	0.10	8.74	4.05	-4.69
0+060.00	0.34	0.00	9.50	0.00	18.24	4.05	-14.19
0+070.00	0.00	0.57	1.70	2.83	19.94	6.89	-13.05
0+080.00	0.00	0.55	0.00	5.61	19.94	12.50	-7.44
0+100.00	0.00	0.66	0.00	12.06	19.94	24.56	4.62
0+120.00	0.00	0.53	0.00	11.87	19.94	36.43	16.49
0+140.00	0.00	0.58	0.00	11.06	19.94	47.49	27.55
0+160.00	0.00	0.47	0.00	10.51	19.94	58.00	38.06
0+180.00	1.07	0.00	10.59	4.71	30.52	62.70	32.18
0+190.00	0.43	0.00	7.14	0.00	37.66	62.70	25.04
0+200.00	0.01	0.24	2.17	1.18	39.83	63.88	24.06
0+220.00	0.00	1.99	0.13	22.30	39.95	86.18	46.23
0+240.00	0.00	0.88	0.00	28.65	39.95	114.84	74.88
0+270.00	0.42	0.00	6.36	13.14	46.31	127.98	81.67

TABLA DE VOLUMEN TOTAL							
ESTACIÓN	A.R (m³)	A.C (m³)	Vol. R. (m³)	Vol. C. (m³)	Vol. Re Acumulado m³	Vol. C. Acumulado m³	VOL TOTAL
0+280.00	0.00	0.14	2.12	0.68	48.43	128.65	80.22
0+300.00	0.01	0.08	0.05	2.17	48.48	130.82	82.34
0+320.00	0.18	0.01	1.88	0.94	50.36	131.76	81.40
0+330.00	0.66	0.01	3.83	0.11	54.20	131.88	77.68
0+340.00	0.00	0.93	2.95	4.67	57.15	136.54	79.40
0+360.00	0.00	1.58	0.00	25.09	57.15	161.63	104.48
0+380.00	0.00	1.60	0.00	31.77	57.15	193.40	136.25
0+400.00	0.00	0.76	0.00	23.54	57.15	216.94	159.80
0+410.00	0.01	0.20	0.07	4.68	57.22	221.63	164.41
0+420.00	0.19	0.00	1.05	0.79	58.27	222.42	164.15
0+440.00	0.05	0.06	2.41	0.56	60.68	222.98	162.30
0+460.00	0.10	0.15	1.52	2.08	62.20	225.06	162.86
0+480.00	0.14	0.00	2.45	1.52	64.65	226.58	161.93
0+490.00	2.10	0.00	9.93	0.01	74.58	226.59	152.01
0+500.00	2.13	0.00	20.57	0.00	95.15	226.59	131.44
0+520.00	1.54	0.00	36.70	0.00	131.85	226.59	94.74
0+530.00	0.92	0.00	12.15	0.00	144.00	226.59	82.60

TABLA DE VOLUMEN TOTAL							
ESTACIÓN	A.R (m³)	A.C (m³)	Vol. R. (m³)	Vol. C. (m³)	Vol. Re Acumulado m³	Vol. C. Acumulado m³	VOL TOTAL
0+540.00	0.20	0.00	5.15	0.00	149.15	226.59	77.45
0+560.00	0.00	0.50	1.97	5.01	151.12	231.61	80.49
0+580.00	0.13	0.00	1.33	5.01	152.45	236.61	84.16
0+600.00	1.35	0.00	14.79	0.00	167.25	236.61	69.37
0+620.00	1.63	0.00	29.76	0.00	197.01	236.61	39.60
0+640.00	0.63	0.00	22.58	0.00	219.59	236.61	17.02
0+660.00	0.00	2.52	6.28	25.23	225.87	261.85	35.97
0+680.00	0.00	4.37	0.00	68.97	225.87	330.81	104.94
0+700.00	0.00	0.24	0.01	46.17	225.88	376.99	151.11


	MUNICIPIO: MIXCO	DISEÑO: ALEXIS OLIVA
	DEPARTAMENTO: GUATEMALA	CÁLCULO: ALEXIS OLIVA
DISEÑO DE CARRETERA PAVIMENTADA PARA LA ALDEA SACOJ GRANDE ZONA 6 DE MIXCO.		
FECHA: ENERO 2022	ESCALA: INDICADA	DIBUJO: ALEXIS OLIVA
CONTENIDO: MOVIMIENTO DE TIERRAS ESTACIÓN 0+000.00 A 0+700.00		TOPOGRAFÍA: ALEXIS OLIVA
		HOJA No. 9
REVISOR INGENIERO ASESOR INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORIA DE SIERRA		

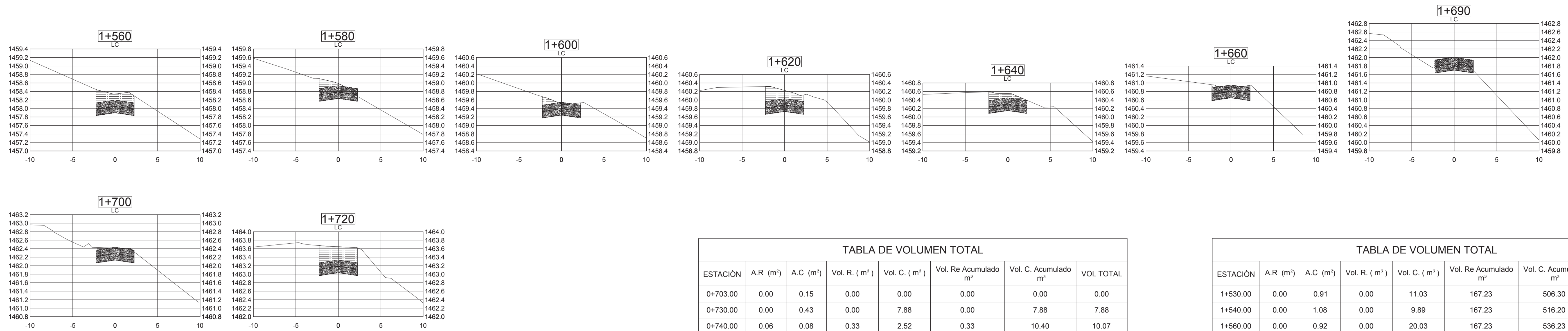


**MOVIMIENTO DE TIERRAS
ESTACIÓN 0+703.00 A 1+540.00**

ESCALA HORIZONTAL: $\frac{1}{250}$
ESCALA VERTICAL: $\frac{1}{50}$

SIMBOLOGÍA	
PC	PRINCIPIO DE CURVA
PT	PRINCIPIO DE TANGENCIA
LC	LONGITUD DE CURVA
ST	SUBTANGENTE
Δ	ÁNGULO DE DEFLEXIÓN
R	RADIO
G	GRADO DE CURVATURA
---	LÍNEA CENTRAL
	ESTACIÓN
█	CORTE
█	RELLENO
█	BASE Y PAVIMENTO

	MUNICIPIO: MIXCO	DISEÑO: ALEXIS OLIVA
	DEPARTAMENTO: GUATEMALA	CÁLCULO: ALEXIS OLIVA
DISEÑO DE CARRETERA PAVIMENTADA PARA LA ALDEA SACO GRANDE ZONA 6 DE MIXCO.		
FECHA: ENERO 2022	ESCALA: INDICADA	DIBUJO: ALEXIS OLIVA
CONTENIDO: MOVIMIENTO DE TIERRAS ESTACIÓN 0+703.00 A 1+540.00		TOPOGRAFÍA: ALEXIS OLIVA



**MOVIMIENTO DE TIERRAS
ESTACIÓN 1+560.00 A 1+720.00**

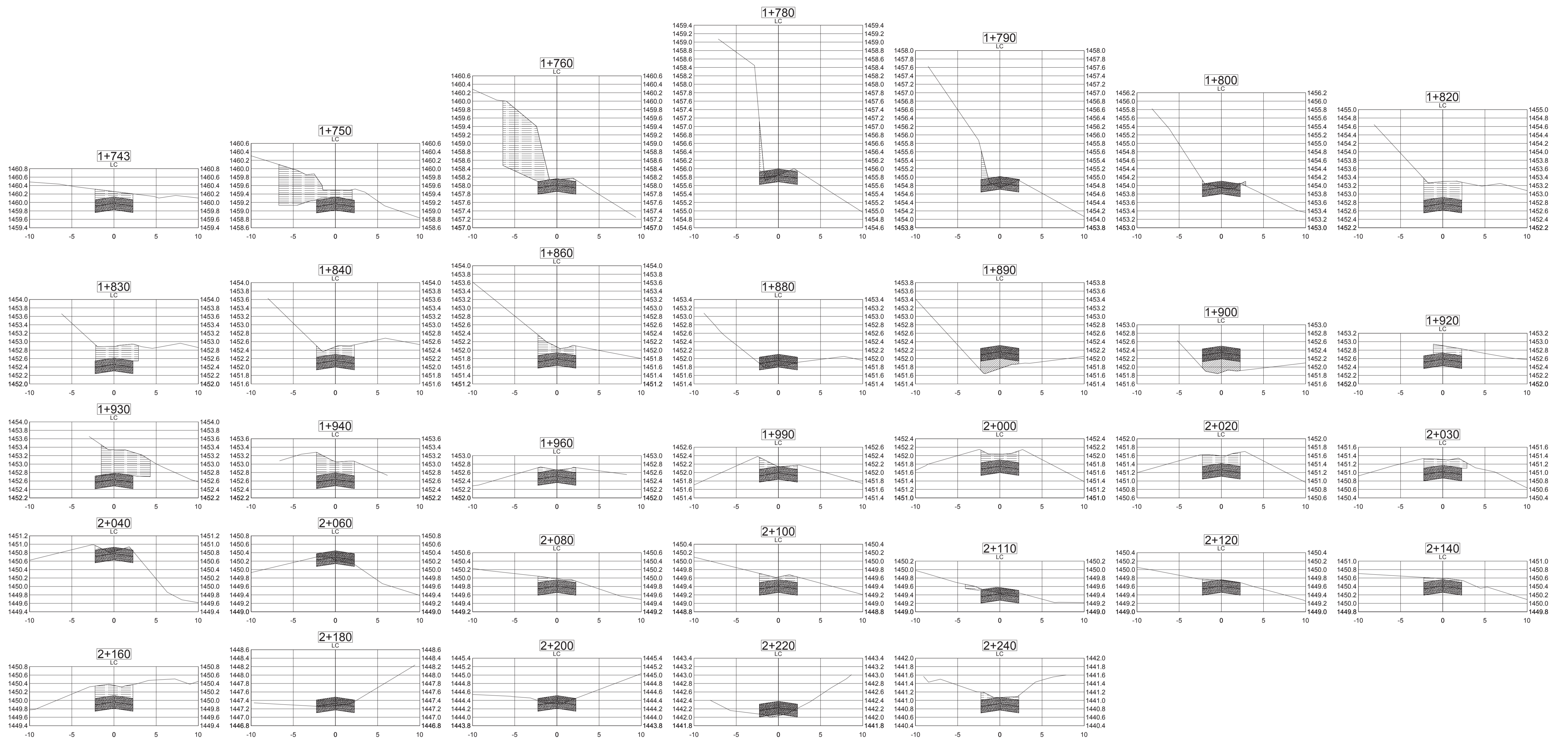
ESCALA HORIZONTAL: $\frac{1}{250}$
ESCALA VERTICAL: $\frac{1}{50}$

TABLA DE VOLUMEN TOTAL							
ESTACIÓN	A.R (m³)	A.C (m³)	Vol. R. (m³)	Vol. C. (m³)	Vol. Re Acumulado m³	Vol. C. Acumulado m³	VOL TOTAL
0+703.00	0.00	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+730.00	0.00	0.43	0.00	7.88	0.00	7.88	7.88
0+740.00	0.06	0.08	0.33	2.52	0.33	10.40	10.07
0+760.00	0.55	0.00	6.12	0.75	6.45	11.15	4.70
0+780.00	0.42	0.00	9.73	0.00	16.18	11.15	-5.03
0+790.00	0.61	0.00	5.19	0.00	21.37	11.15	-10.21
0+800.00	0.96	0.00	7.89	0.00	29.26	11.15	-18.11
0+820.00	0.57	0.00	15.36	0.00	44.62	11.15	-33.46
0+830.00	0.17	0.07	3.69	0.36	48.31	11.51	-36.80
0+840.00	0.00	0.57	0.84	3.21	49.15	14.73	-34.42
0+860.00	0.00	0.67	0.00	12.32	49.15	27.05	-22.10
0+880.00	0.00	0.75	0.00	14.19	49.15	41.24	-7.91
0+900.00	0.11	0.07	1.08	8.29	50.23	49.53	-0.71
0+920.00	0.52	0.00	6.32	0.75	56.55	50.27	-6.28
0+930.00	0.68	0.00	6.04	0.00	62.59	50.27	-12.31
0+940.00	0.58	0.00	6.33	0.00	68.92	50.27	-18.65
0+950.00	0.36	0.00	4.74	0.00	73.66	50.27	-23.39
0+960.00	0.05	0.01	2.09	0.06	75.76	50.33	-25.42
0+980.00	0.00	0.39	0.54	4.05	76.30	54.38	-21.91
0+990.00	0.00	0.51	0.00	4.54	76.30	58.92	-17.38
1+000.00	0.00	0.59	0.00	5.51	76.30	64.43	-11.87
1+010.00	0.00	0.57	0.00	5.81	76.30	70.24	-6.06
1+020.00	0.00	0.49	0.00	5.32	76.30	75.56	-0.74
1+040.00	0.00	0.55	0.00	10.34	76.30	85.90	9.60
1+060.00	0.00	0.64	0.00	11.77	76.30	97.67	21.37
1+080.00	0.00	0.41	0.00	10.45	76.30	108.12	31.82
1+100.00	0.00	0.69	0.00	10.99	76.30	119.11	42.81
1+120.00	0.00	3.56	0.00	42.52	76.30	161.63	85.33
1+140.00	0.00	4.29	0.00	78.54	76.30	240.17	163.88
1+150.00	0.00	3.65	0.00	39.71	76.30	279.88	203.58
1+160.00	0.00	2.92	0.00	32.84	76.30	312.72	236.42
1+170.00	0.00	1.93	0.00	24.24	76.30	336.96	260.66
1+180.00	0.00	0.29	0.00	11.11	76.30	348.07	271.77
1+190.00	0.49	0.00	2.43	1.44	78.73	349.51	270.78
1+200.00	0.53	0.00	5.05	0.00	83.78	349.51	265.73
1+220.00	0.00	0.64	5.26	6.38	89.04	355.89	266.85
1+240.00	0.00	0.53	0.00	11.73	89.04	367.62	278.58
1+260.00	0.00	0.70	0.00	12.35	89.04	379.97	290.93
1+280.00	0.00	0.42	0.00	11.23	89.04	391.20	302.16
1+300.00	0.00	0.56	0.00	9.80	89.04	401.00	311.96
1+320.00	0.00	0.75	0.00	13.10	89.04	414.10	325.06
1+340.00	0.00	0.60	0.00	13.49	89.04	427.59	338.55
1+360.00	0.00	0.98	0.00	15.72	89.04	443.31	354.27
1+370.00	0.00	1.00	0.00	9.91	89.04	453.21	364.17
1+380.00	0.00	0.92	0.00	9.64	89.04	462.85	373.81
1+400.00	0.26	0.02	2.58	9.40	91.62	472.25	380.63
1+420.00	0.40	0.00	6.60	0.22	98.21	472.47	374.26
1+430.00	0.46	0.00	4.29	0.01	102.50	472.49	369.98
1+440.00	0.30	0.00	3.76	0.00	106.26	472.49	366.22
1+460.00	1.53	0.00	18.30	0.00	124.56	472.49	347.92
1+480.00	1.28	0.00	28.07	0.00	152.63	472.49	319.85
1+490.00	0.83	0.00	10.49	0.00	163.12	472.49	309.36
1+500.00	0.00	0.65	4.11	3.26	167.23	475.75	308.52
1+520.00	0.00	1.30	0.00	19.52	167.23	495.27	328.04

TABLA DE VOLUMEN TOTAL							
ESTACIÓN	A.R (m³)	A.C (m³)	Vol. R. (m³)	Vol. C. (m³)	Vol. Re Acumulado m³	Vol. C. Acumulado m³	VOL TOTAL
1+530.00	0.00	0.91	0.00	11.03	167.23	506.30	339.07
1+540.00	0.00	1.08	0.00	9.89	167.23	516.20	348.97
1+560.00	0.00	0.92	0.00	20.03	167.23	536.23	369.00
1+580.00	0.16	0.35	1.59	12.72	168.82	548.95	380.13
1+600.00	0.04	0.23	2.04	5.78	170.86	554.73	383.87
1+620.00	0.00	1.02	0.45	12.43	171.31	567.16	395.85
1+640.00	0.00	0.49	0.00	15.02	171.31	582.17	410.86
1+660.00	0.09	0.07	0.87	5.52	172.18	587.70	415.52
1+690.00	0.89	0.00	14.67	0.99	186.85	588.68	401.84
1+700.00	0.02	0.07	4.54	0.34	191.39	589.02	397.63
1+720.00	0.00	1.56	0.21	16.26	191.60	605.29	413.68

SIMBOLOGIA	
PC	PRINCIPIO DE CURVA
PT	PRINCIPIO DE TANGENCIA
LC	LONGITUD DE CURVA
ST	SUBTANGENTE
Δ	ÁNGULO DE DEFLEXIÓN
R	RADIO
G	GRADO DE CURVATURA
----	LÍNEA CENTRAL
+	ESTACIÓN
▨	CORTE
▩	RELLENO
■	BASE Y PAVIMENTO

	MUNICIPIO: MIXCO	DISEÑO: ALEXIS OLIVA
	DEPARTAMENTO: GUATEMALA	CÁLCULO: ALEXIS OLIVA
DISEÑO DE CARRETERA PAVIMENTADA PARA LA ALDEA SACOJ GRANDE ZONA 6 DE MIXCO.		
FECHA: ENERO 2022	ESCALA: INDICADA	DIBUJO: ALEXIS OLIVA
CONTENIDO: MOVIMIENTO DE TIERRAS ESTACIÓN 1+560.00 A 1+720.00		TOPOGRAFÍA: ALEXIS OLIVA
		HOJA No. 11
REVISOR INGENIERO ASESOR INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORIA DE SIERRA		



**MOVIMIENTO DE TIERRAS
ESTACIÓN 1+743.00 A 2+240.00**

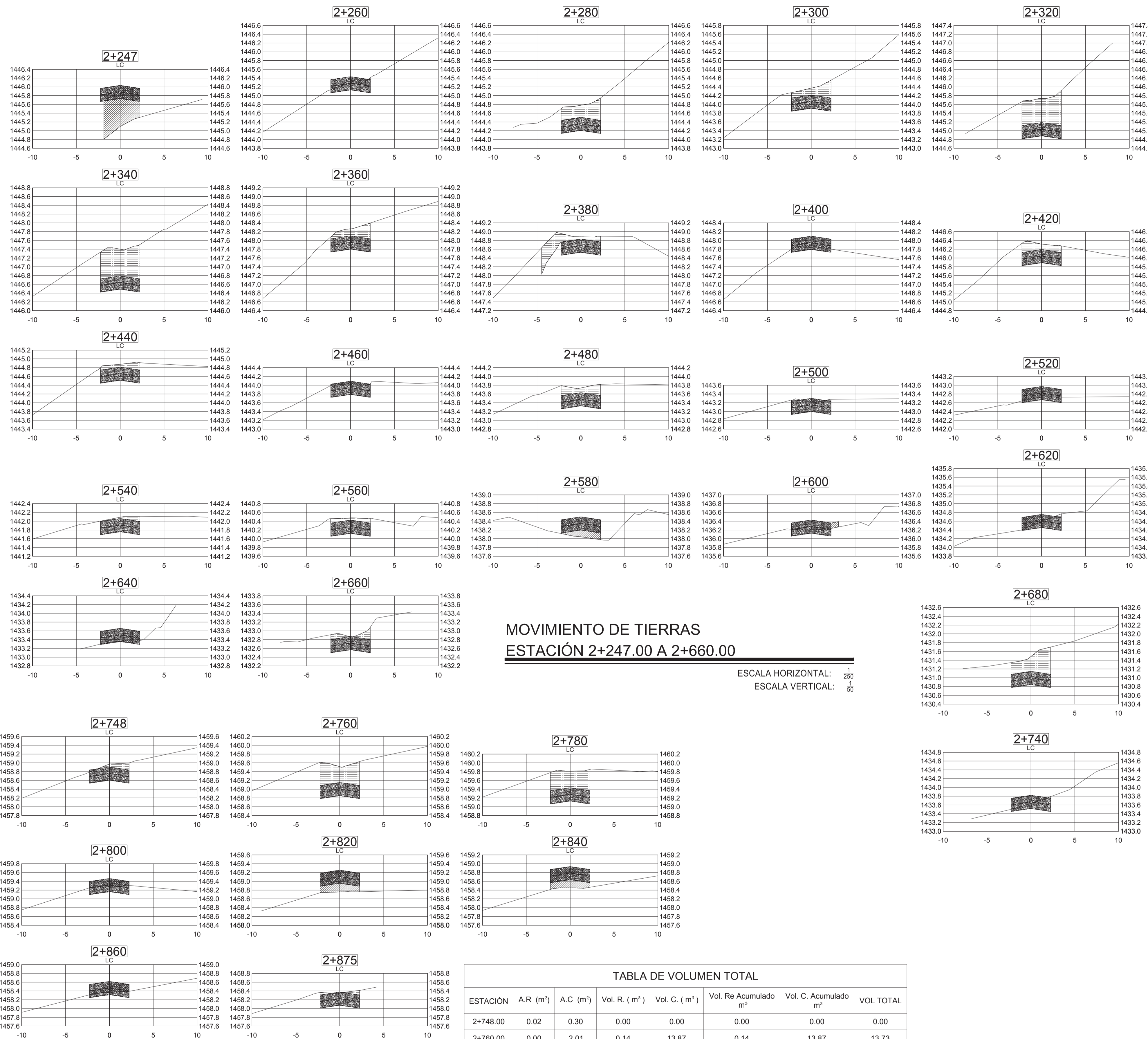
ESCALA HORIZONTAL: $\frac{1}{250}$
ESCALA VERTICAL: $\frac{1}{50}$

TABLA DE VOLUMEN TOTAL							
ESTACIÓN	A.R (m³)	A.C (m³)	Vol. R. (m³)	Vol. C. (m³)	Vol. Re Acumulado m³	Vol. C. Acumulado m³	VOL TOTAL
1+743.00	0.00	0.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+750.00	0.00	4.47	0.00	16.86	0.00	16.86	16.86
1+760.00	0.01	6.83	0.05	41.13	0.05	58.00	57.95
1+780.00	0.41	0.36	4.19	71.94	4.24	129.93	125.70
1+790.00	0.57	0.28	4.87	3.22	9.11	133.15	124.05
1+800.00	0.46	0.02	5.09	1.54	14.20	134.69	120.49
1+820.00	0.00	1.84	4.57	18.54	18.77	153.23	134.46
1+830.00	0.00	1.70	0.00	17.60	18.77	170.83	152.06
1+840.00	0.00	0.89	0.00	12.83	18.77	183.67	164.90
1+860.00	0.00	1.03	0.00	19.24	18.77	202.91	184.14
1+880.00	0.99	0.00	9.92	10.29	28.89	213.20	184.51
1+890.00	2.32	0.00	16.54	0.00	45.23	213.20	167.97
1+900.00	2.55	0.00	24.32	0.00	69.54	213.20	143.65
1+920.00	0.00	0.61	25.49	6.10	95.03	219.30	124.26
1+930.00	0.00	3.24	0.00	17.15	95.03	236.45	141.42
1+940.00	0.00	1.61	0.00	23.27	95.03	259.72	164.68
1+960.00	0.00	0.27	0.01	18.83	95.04	278.54	183.50
1+990.00	0.00	0.42	0.04	10.37	95.08	288.92	193.84
2+000.00	0.00	0.86	0.01	6.39	95.08	295.30	200.22
2+020.00	0.00	1.10	0.00	19.57	95.08	314.87	219.79

TABLA DE VOLUMEN TOTAL							
ESTACIÓN	A.R (m³)	A.C (m³)	Vol. R. (m³)	Vol. C. (m³)	Vol. Re Acumulado m³	Vol. C. Acumulado m³	VOL TOTAL
2+030.00	0.00	0.90	0.00	9.99	95.08	324.86	229.78
2+040.00	0.16	0.08	0.78	4.92	95.86	329.79	233.93
2+060.00	0.80	0.00	9.60	0.82	105.46	330.61	225.15
2+080.00	0.00	0.29	8.02	2.90	113.48	333.52	220.04
2+100.00	0.00	0.57	0.00	8.57	113.48	342.09	228.61
2+110.00	0.34	0.14	1.71	3.41	115.19	345.50	230.31
2+120.00	0.03	0.08	1.86	0.87	117.05	346.37	229.32
2+140.00	0.00	0.26	0.27	3.38	117.33	349.75	232.42
2+160.00	0.00	1.24	0.00	14.98	117.33	364.73	247.41
2+180.00	0.72	0.00	7.17	12.40	124.50	377.13	252.64
2+200.00	0.55	0.00	12.63	0.00	137.13	377.14	240.01
2+220.00	1.23	0.00	17.75	0.00	154.88	377.14	222.26
2+240.00	0.00	0.28	12.29	2.79	167.17	379.93	212.76

SIMBOLOGÍA	
PC	PRINCIPIO DE CURVA
PT	PRINCIPIO DE TANGENCIA
LC	LONGITUD DE CURVA
ST	SUBTANGENTE
Δ	ÁNGULO DE DEFLEXIÓN
R	RADIO
G	GRADO DE CURVATURA
---	LÍNEA CENTRAL
---	ESTACIÓN
█	CORTE
█	RELLENO
█	BASE Y PAVIMENTO

	MUNICIPIO: MIXCO	DISEÑO: ALEXIS OLIVA
	DEPARTAMENTO: GUATEMALA	CÁLCULO: ALEXIS OLIVA
DISEÑO DE CARRETERA PAVIMENTADA PARA LA ALDEA SACOJ GRANDE ZONA 6 DE MIXCO.		DIBUJO: ALEXIS OLIVA
FECHA: ENERO 2022	ESCALA: INDICADA	TOPOGRAFÍA: ALEXIS OLIVA
CONTENIDO: MOVIMIENTO DE TIERRAS ESTACIÓN 1+743.00 A 2+240.00		
		HOJA No. 12
REVISOR INGENIERO ASESOR INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORIA DE SIERRA		



**MOVIMIENTO DE TIERRAS
ESTACIÓN 2+247.00 A 2+660.00**

ESCALA HORIZONTAL: 1/250
ESCALA VERTICAL: 1/50

ESTACIÓN	A.R (m³)	A.C (m³)	Vol. R. (m³)	Vol. C. (m³)	Vol. Re Acumulado m³	Vol. C. Acumulado m³	VOL TOTAL
2+247.00	3.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2+260.00	0.64	0.01	28.43	0.03	28.43	0.03	-28.40
2+280.00	0.00	1.46	6.38	14.63	34.81	14.67	-20.14
2+300.00	0.00	0.92	0.00	23.73	34.81	38.40	3.59
2+320.00	0.00	2.66	0.00	35.78	34.81	74.18	39.37
2+340.00	0.00	3.00	0.00	56.59	34.81	130.77	95.96
2+360.00	0.00	0.89	0.00	38.85	34.81	169.62	134.81
2+380.00	0.00	1.36	0.00	22.33	34.81	191.95	157.14
2+400.00	1.01	0.00	10.07	13.25	44.88	205.20	160.31
2+420.00	0.00	0.75	10.07	7.51	54.95	212.71	157.76
2+440.00	0.00	0.45	0.00	12.04	54.95	224.75	169.79
2+460.00	0.21	0.00	2.06	4.53	57.01	229.28	172.27
2+480.00	0.00	0.77	2.06	7.67	59.07	236.95	177.88
2+500.00	0.14	0.04	1.44	8.10	60.51	245.05	184.54
2+520.00	1.03	0.00	11.74	0.43	72.24	245.48	173.23
2+540.00	0.00	0.21	10.30	2.14	82.54	247.62	165.07
2+560.00	0.00	0.35	0.00	5.65	82.54	253.27	170.72
2+580.00	1.90	0.00	18.99	3.50	101.53	256.77	155.23
2+600.00	0.93	0.00	28.24	0.00	129.77	256.77	126.99
2+620.00	0.64	0.03	15.73	0.29	145.51	257.05	111.54
2+640.00	1.25	0.00	18.85	0.30	164.36	257.35	92.99
2+660.00	0.00	0.40	12.49	4.00	176.86	261.35	84.50

**MOVIMIENTO DE TIERRAS
ESTACIÓN 2+680.00 A 2+747.65**

ESCALA HORIZONTAL: 1/250
ESCALA VERTICAL: 1/50

ESTACIÓN	A.R (m³)	A.C (m³)	Vol. R. (m³)	Vol. C. (m³)	Vol. Re Acumulado m³	Vol. C. Acumulado m³	VOL TOTAL
2+680.00	0.00	1.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2+700.00	0.37	0.12	3.71	18.92	3.71	18.92	15.22
2+720.00	0.49	0.01	8.63	1.25	12.33	20.17	7.84
2+740.00	0.68	0.01	11.76	0.16	24.09	20.33	-3.77
2+747.65	1.43	0.00	8.08	0.03	32.17	20.35	-11.82

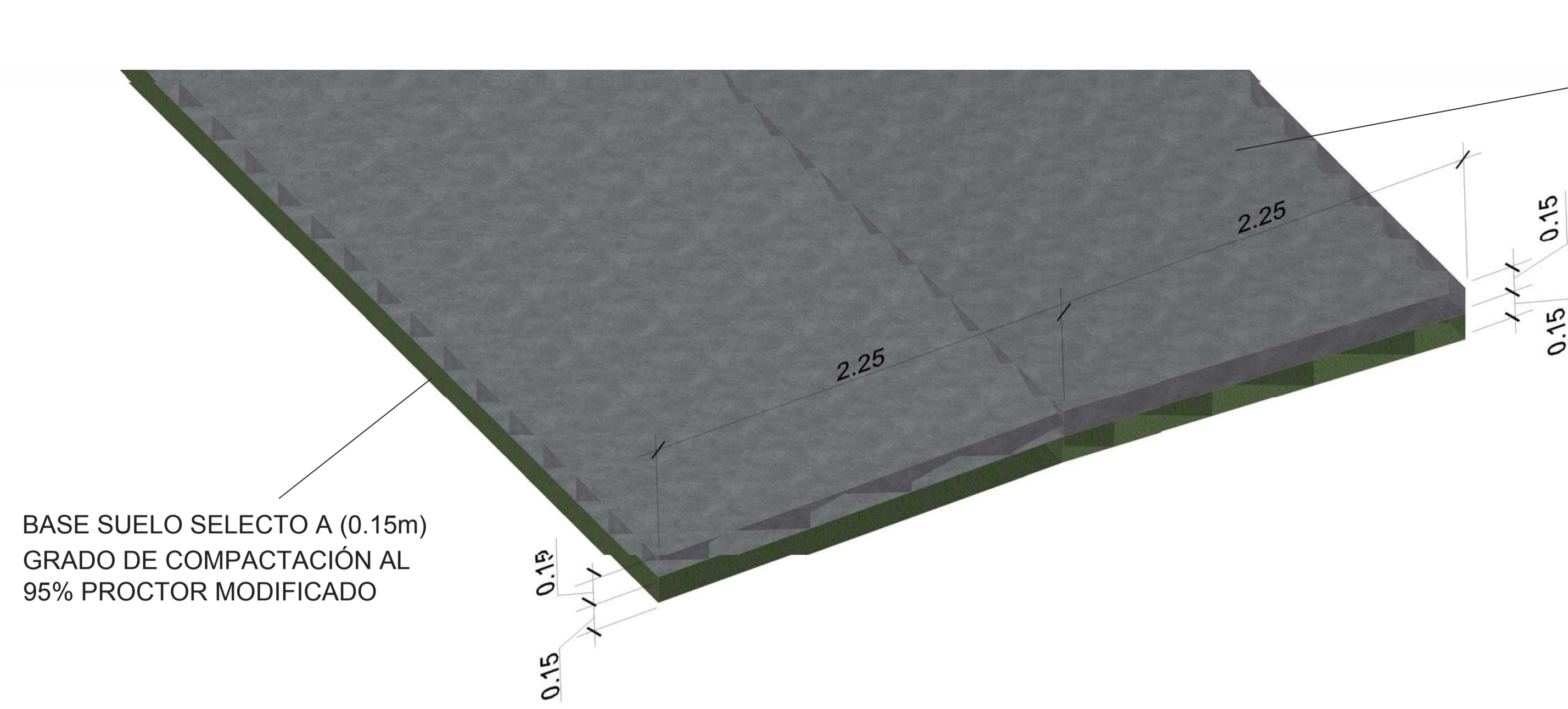
ESTACIÓN	A.R (m³)	A.C (m³)	Vol. R. (m³)	Vol. C. (m³)	Vol. Re Acumulado m³	Vol. C. Acumulado m³	VOL TOTAL
2+748.00	0.02	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2+760.00	0.00	2.01	0.14	13.87	0.14	13.87	13.73
2+780.00	0.00	1.89	0.00	39.05	0.14	52.92	52.78
2+800.00	0.68	0.00	6.79	18.93	6.92	71.85	64.93
2+820.00	2.09	0.00	27.73	0.00	34.66	71.85	37.19
2+840.00	2.05	0.00	41.46	0.00	76.11	71.85	-4.26
2+860.00	0.97	0.00	30.25	0.00	106.36	71.85	-34.51
2+875.00	0.02	0.14	7.43	1.05	113.79	72.90	-40.89

**MOVIMIENTO DE TIERRAS
ESTACIÓN 2+748.00 A 2+875.00**

ESCALA HORIZONTAL: 1/250
ESCALA VERTICAL: 1/50

PC	PRINCIPIO DE CURVA
PT	PRINCIPIO DE TANGENCIA
LC	LONGITUD DE CURVA
ST	SUBTANGENTE
A	ÁNGULO DE DEFLEXIÓN
R	RADIO
G	GRADO DE CURVATURA
---	LÍNEA CENTRAL
+	ESTACIÓN
▬	CORTE
■	RELLENO
■	BASE Y PAVIMENTO

	MUNICIPIO: MIXCO	DISEÑO: ALEXIS OLIVA
	DEPARTAMENTO: GUATEMALA	CÁLCULO: ALEXIS OLIVA
DISEÑO DE CARRETERA PAVIMENTADA PARA LA ALDEA SACOJ GRANDE ZONA 6 DE MIXCO.		DIBUJO: ALEXIS OLIVA
FECHA: ENERO 2022	ESCALA: INDICADA	TOPOGRAFÍA: ALEXIS OLIVA
CONTENIDO: MOVIMIENTO DE TIERRAS ESTACIÓN 2+247.00 A 2+660.00, ESTACIÓN 2+680.00 A 2+747.65 Y ESTACIÓN 2+748.00 A 2+875.00		
		HOJA No. 13
REVISOR INGENIERO ASESOR INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORIA DE SIERRA		

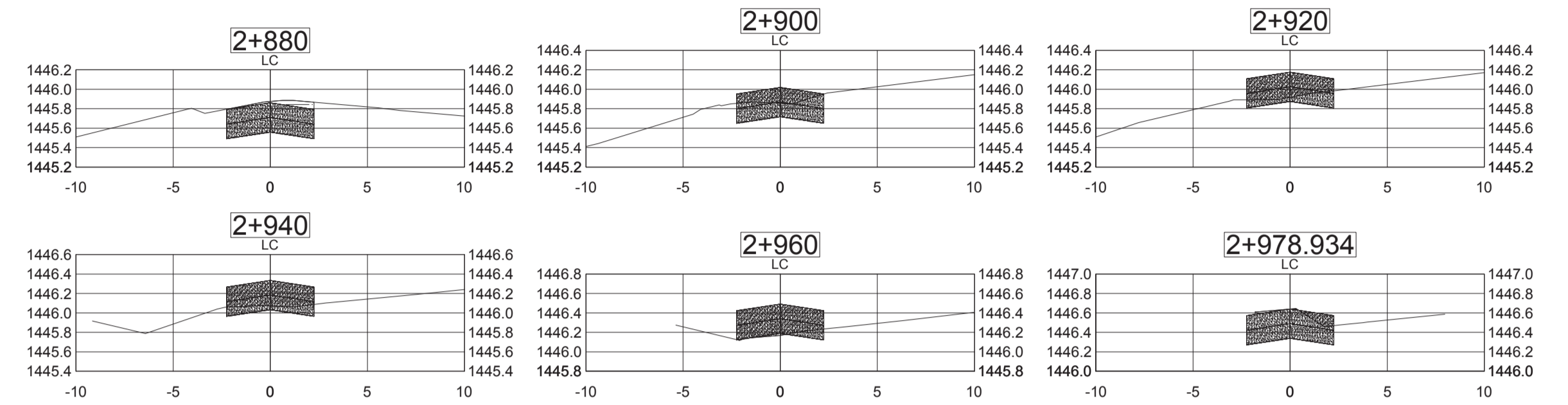


BASE SUELO SELECTO A (0.15m)
GRADO DE COMPACTACIÓN AL
95% PROCTOR MODIFICADO

CARPETA DE RODADURA A (0.15m)
CONCRETO 4000 PSI

DETALLE ISOMÉTRICO
SECCIÓN TRANSVERSAL

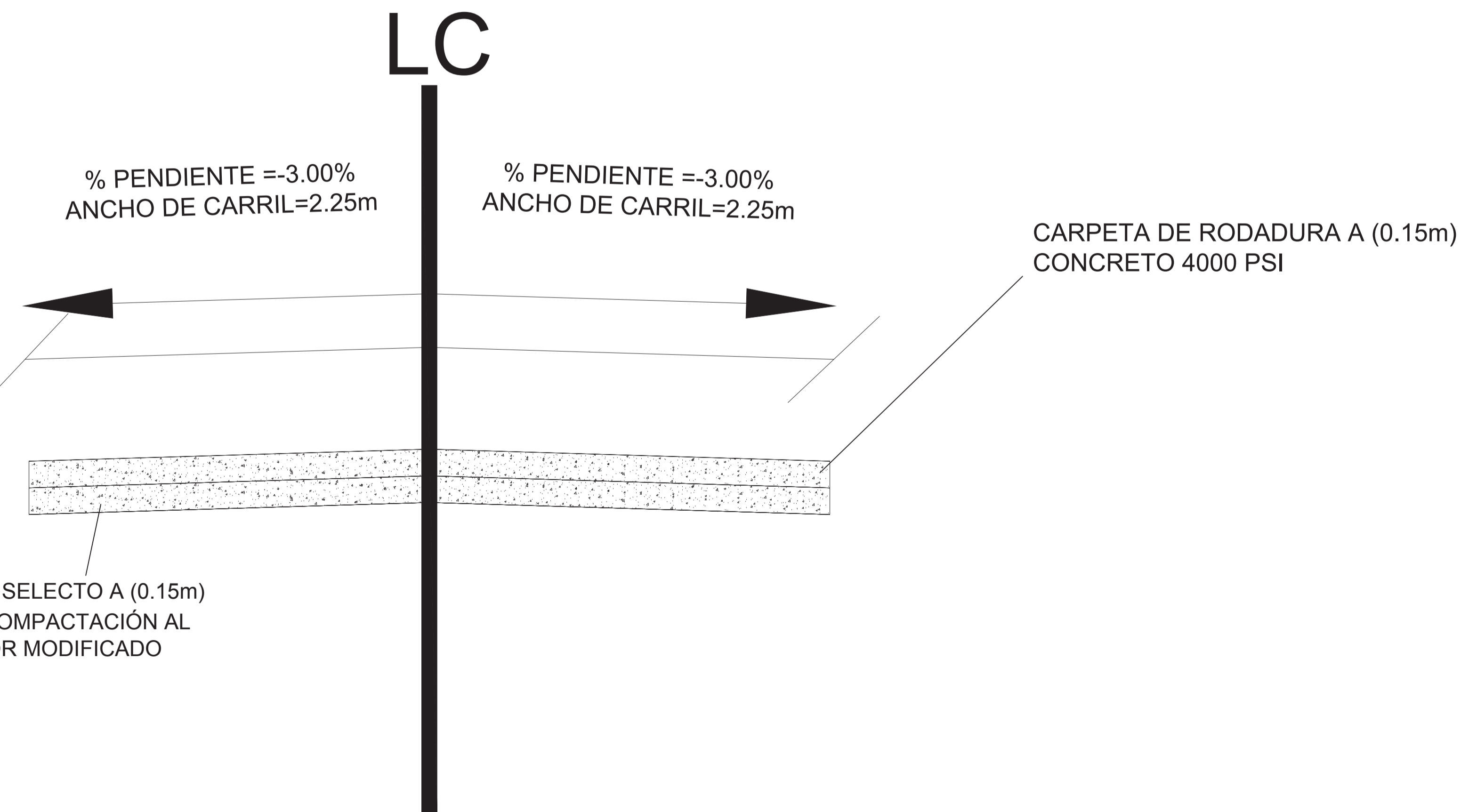
ESCALA: $\frac{1}{20}$



MOVIMIENTO DE TIERRAS
ESTACIÓN 2+880.00 A 2+978.93

ESCALA HORIZONTAL: $\frac{1}{250}$
ESCALA VERTICAL: $\frac{1}{50}$

TABLA DE VOLUMEN TOTAL							
ESTACIÓN	A.R (m³)	A.C (m³)	Vol. R. (m³)	Vol. C. (m³)	Vol. Re Acumulado m³	Vol. C. Acumulado m³	VOL TOTAL
2+880.00	0.00	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2+900.00	0.49	0.00	4.95	1.45	4.95	1.45	-3.49
2+920.00	0.98	0.00	14.71	0.00	19.65	1.45	-18.20
2+940.00	1.03	0.00	20.10	0.00	39.76	1.45	-38.30
2+960.00	1.26	0.00	22.93	0.00	62.68	1.45	-61.23
2+978.93	0.14	0.02	13.27	0.23	75.95	1.68	-74.27



% PENDIENTE = -3.00%
ANCHO DE CARRIL = 2.25m

% PENDIENTE = -3.00%
ANCHO DE CARRIL = 2.25m

CARPETA DE RODADURA A (0.15m)
CONCRETO 4000 PSI

BASE SUELO SELECTO A (0.15m)
GRADO DE COMPACTACIÓN AL
95% PROCTOR MODIFICADO

DETALLE
SECCIÓN TRANSVERSAL

ESCALA: $\frac{1}{20}$

SIMBOLOGÍA	
PC	PRINCIPIO DE CURVA
PT	PRINCIPIO DE TANGENCIA
LC	LONGITUD DE CURVA
ST	SUBTANGENTE
Δ	ÁNGULO DE DEFLEXIÓN
R	RADIO
G	GRADO DE CURVATURA
---	LÍNEA CENTRAL
+	ESTACIÓN
▨	CORTE
▩	RELLENO
■	BASE Y PAVIMENTO

	MUNICIPIO: MIXCO	DISEÑO: ALEXIS OLIVA
	DEPARTAMENTO: GUATEMALA	CÁLCULO: ALEXIS OLIVA
DISEÑO DE CARRETERA PAVIMENTADA PARA LA ALDEA SACOJ GRANDE ZONA 6 DE MIXCO.		
FECHA: ENERO 2022	ESCALA: INDICADA	DIBUJO: ALEXIS OLIVA
CONTENIDO: MOVIMIENTO DE TIERRAS ESTACIÓN 2+880.00 A 2+978.93 Y DETALLES SECCIÓN TRANSVERSAL		TOPOGRAFÍA: ALEXIS OLIVA
		HOJA No. 14
REVISOR INGENIERO ASESOR INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORIA DE SIERRA		

ANEXOS

Anexo 1. Tablas de relaciones hidráulicas

q/Q	v/V	d/D	q/Q	v/V	d/D	q/Q	v/V	d/D
0,000001	0,019224	0,001	0,195831	0,776135	0,3	0,670126	1,071821	0,599
0,000005	0,030507	0,002	0,197097	0,777553	0,301	0,67184	1,072422	0,6
0,000011	0,039963	0,003	0,198365	0,778967	0,302	0,673554	1,073021	0,601
0,000021	0,048396	0,004	0,199637	0,780377	0,303	0,675267	1,073617	0,602
0,000034	0,056141	0,005	0,200913	0,781784	0,304	0,676979	1,074211	0,603
0,00005	0,063377	0,006	0,202191	0,783188	0,305	0,678691	1,074803	0,604
0,00007	0,070215	0,007	0,203473	0,784588	0,306	0,680401	1,075392	0,605
0,000093	0,076728	0,008	0,204758	0,785985	0,307	0,682112	1,075978	0,606
0,00012	0,08297	0,009	0,206046	0,787379	0,308	0,683821	1,076562	0,607
0,000151	0,08898	0,01	0,207338	0,788769	0,309	0,68553	1,077144	0,608
0,000185	0,094787	0,011	0,208633	0,790156	0,31	0,687238	1,077723	0,609
0,000223	0,100417	0,012	0,20993	0,791539	0,311	0,688945	1,0783	0,61
0,000265	0,105887	0,013	0,211232	0,79292	0,312	0,690652	1,078874	0,611
0,000311	0,111215	0,014	0,212536	0,794297	0,313	0,692357	1,079445	0,612
0,000361	0,116413	0,015	0,213843	0,79567	0,314	0,694062	1,080014	0,613
0,000415	0,121493	0,016	0,215154	0,79704	0,315	0,695766	1,080581	0,614
0,000473	0,126464	0,017	0,216468	0,798407	0,316	0,697469	1,081145	0,615
0,000536	0,131335	0,018	0,217785	0,799771	0,317	0,699172	1,081706	0,616
0,000602	0,136112	0,019	0,219105	0,801131	0,318	0,700873	1,082265	0,617
0,000672	0,140803	0,02	0,220428	0,802488	0,319	0,702574	1,082822	0,618
0,000746	0,145412	0,021	0,221755	0,803842	0,32	0,714273	1,083376	0,619
0,000825	0,149945	0,022	0,223084	0,805193	0,321	0,705972	1,083927	0,62
0,000908	0,154406	0,023	0,224416	0,80654	0,322	0,707669	1,084476	0,621
0,000995	0,1588	0,024	0,225752	0,807884	0,323	0,709366	1,085023	0,622
0,001086	0,163129	0,025	0,227091	0,809225	0,324	0,711062	1,085567	0,623
0,001182	0,167398	0,026	0,228433	0,810563	0,325	0,712757	1,086108	0,624
0,001282	0,171609	0,027	0,229777	0,811897	0,326	0,71445	1,086647	0,625
0,001386	0,175765	0,028	0,231125	0,813228	0,327	0,716143	1,087184	0,626
0,001495	0,179868	0,029	0,232476	0,814556	0,328	0,717834	1,087718	0,627
0,001608	0,183921	0,03	0,23383	0,815881	0,329	0,719525	1,088249	0,628
0,001725	0,187926	0,031	0,235187	0,817203	0,33	0,721214	1,088778	0,629
0,001847	0,191885	0,032	0,236547	0,818521	0,331	0,722903	1,089305	0,63
0,001973	0,1958	0,033	0,23791	0,819836	0,332	0,72459	1,089829	0,631
0,002103	0,199672	0,034	0,239275	0,821148	0,333	0,726276	1,09035	0,632
0,002238	0,203503	0,035	0,240644	0,822457	0,334	0,727961	1,090869	0,633
0,002378	0,207295	0,036	0,242016	0,823763	0,335	0,729645	1,091385	0,634
0,002521	0,211049	0,037	0,243391	0,825065	0,336	0,731327	1,091899	0,635
0,00267	0,214766	0,038	0,244768	0,826365	0,337	0,733008	1,09241	0,636
0,002823	0,218448	0,039	0,246149	0,827661	0,338	0,734688	1,092919	0,637
0,00298	0,222095	0,04	0,247532	0,828954	0,339	0,736367	1,093425	0,638
0,003142	0,225709	0,041	0,248919	0,830244	0,34	0,738045	1,093929	0,639
0,003308	0,229291	0,042	0,250308	0,831531	0,341	0,739721	1,09443	0,64
0,003479	0,232842	0,043	0,2517	0,832815	0,342	0,741396	1,094928	0,641

Continuación del anexo 1.

q/Q	v/V	d/D	q/Q	v/V	d/D	q/Q	v/V	d/D
0,003654	0,236362	0,044	0,253095	0,834096	0,343	0,743069	1,095424	0,642
0,003834	0,239853	0,045	0,254493	0,835374	0,344	0,744742	1,095918	0,643
0,004019	0,243315	0,046	0,255894	0,836648	0,345	0,746413	1,096409	0,644
0,004208	0,246749	0,047	0,257297	0,83792	0,346	0,748082	1,096897	0,645
0,004401	0,250157	0,048	0,258704	0,839188	0,347	0,74975	1,097383	0,646
0,004699	0,253537	0,049	0,260113	0,840454	0,348	0,751417	1,097866	0,647
0,004802	0,256893	0,05	0,261525	0,841716	0,349	0,753082	1,098347	0,648
0,005009	0,260223	0,051	0,26294	0,842975	0,35	0,754746	1,098825	0,649
0,005221	0,263528	0,052	0,264357	0,844231	0,351	0,756408	1,099301	0,65
0,005438	0,26681	0,053	0,265778	0,845485	0,352	0,758069	1,099774	0,651
0,005659	0,270068	0,054	0,267201	0,846735	0,353	0,759729	1,100245	0,652
0,005885	0,273304	0,055	0,268627	0,847982	0,354	0,761387	1,100713	0,653
0,006115	0,276517	0,056	0,270055	0,849226	0,355	0,763043	1,101178	0,654
0,00635	0,279709	0,057	0,271487	0,850467	0,356	0,764698	1,101641	0,655
0,00659	0,282879	0,058	0,272921	0,851705	0,357	0,766351	1,102101	0,656
0,006834	0,286029	0,059	0,271357	0,85294	0,358	0,768002	1,102559	0,657
0,007083	0,289158	0,06	0,275797	0,854172	0,359	0,769652	1,103014	0,657
0,007337	0,292267	0,061	0,277239	0,855401	0,36	0,771301	1,103467	0,659
0,007595	0,295356	0,062	0,278684	0,856627	0,361	0,772947	1,103917	0,66
0,007558	0,298427	0,063	0,280131	0,85758	0,362	0,774592	1,104364	0,661
0,008126	0,301478	0,064	0,281581	0,85907	0,363	0,776236	1,104809	0,662
0,008398	0,304512	0,065	0,283034	0,860288	0,364	0,777877	1,105251	0,663
0,008675	0,307527	0,066	0,284489	0,861502	0,365	0,779517	1,105691	0,664
0,008956	0,310524	0,067	0,285947	0,862713	0,366	0,781155	1,106128	0,665
0,009243	0,313504	0,068	0,287407	0,863921	0,367	0,782791	1,106563	0,666
0,009533	0,316466	0,069	0,288871	0,865127	0,368	0,784426	1,106995	0,667
0,009829	0,319412	0,07	0,290336	0,866329	0,369	0,786059	1,107424	0,668
0,010129	0,322342	0,071	0,291805	0,867528	0,37	0,78769	1,107851	0,669
0,010434	0,325255	0,072	0,293275	0,868725	0,371	0,789319	1,108275	0,67
0,010744	0,328152	0,073	0,294749	0,869918	0,372	0,790946	1,108696	0,671
0,011058	0,331034	0,074	0,296225	0,871109	0,373	0,792571	1,109115	0,672
0,011377	0,3339	0,075	0,297703	0,872297	0,374	0,794195	1,109532	0,673
0,011701	0,336751	0,076	0,299184	0,873482	0,375	0,795818	1,109945	0,674
0,012029	0,339587	0,077	0,300667	0,874664	0,376	0,797436	1,110356	0,675
0,012362	0,342408	0,078	0,302153	0,875843	0,377	0,799054	1,110765	0,676
0,0127	0,345215	0,079	0,303642	0,877019	0,378	0,800669	1,111171	0,677
0,013043	0,348007	0,08	0,305132	0,878192	0,379	0,802283	1,111574	0,678
0,01339	0,350786	0,081	0,306626	0,879362	0,38	0,803895	1,111974	0,679
0,013742	0,353551	0,082	0,308121	0,88053	0,381	0,805504	1,112372	0,68
0,014098	0,356302	0,083	0,30962	0,881694	0,382	0,807112	1,112768	0,681
0,014459	0,359039	0,084	0,31112	0,882856	0,383	0,808717	1,11316	0,682
0,014825	0,361764	0,085	0,312623	0,884015	0,384	0,810321	1,11355	0,683
0,015196	0,364475	0,086	0,314128	0,885171	0,385	0,811922	1,113938	0,684
0,015571	0,367173	0,087	0,315636	0,886324	0,386	0,813521	1,114323	0,685
0,015951	0,369859	0,088	0,317146	0,887474	0,387	0,815118	1,114705	0,686
0,016336	0,372532	0,089	0,318659	0,888622	0,388	0,816713	1,115084	0,687
0,016726	0,375193	0,09	0,320174	0,889766	0,389	0,818305	1,115461	0,688
0,01712	0,377842	0,091	0,311691	0,890908	0,39	0,819896	1,115835	0,689
0,017518	0,380479	0,092	0,32321	0,892047	0,391	0,821484	1,116207	0,69
0,017922	0,383103	0,093	0,324732	0,893183	0,392	0,82307	1,116575	0,691
0,01833	0,385717	0,094	0,326256	0,894316	0,393	0,824653	1,116942	0,692

Continuación del anexo 1.

q/Q	v/V	d/D	q/Q	v/V	d/D	q/Q	v/V	d/D
0,018743	0,388318	0,095	0,327782	0,895447	0,394	0,826235	1,117305	0,693
0,019161	0,390908	0,096	0,329311	0,896574	0,395	0,827814	1,117666	0,694
0,019583	0,393487	0,097	0,330842	0,897699	0,396	0,82939	1,118024	0,695
0,02001	0,396055	0,098	0,332375	0,898821	0,397	0,830964	1,11838	0,696
0,020441	0,398611	0,099	0,33391	0,89994	0,398	0,832536	1,118732	0,697
0,020878	0,401157	0,1	0,335448	0,901057	0,399	0,834106	1,119082	0,698
0,021319	0,403692	0,101	0,336988	0,90217	0,4	0,835673	1,11943	0,699
0,021765	0,406216	0,102	0,33853	0,903281	0,401	0,837238	1,119774	0,7
0,022215	0,40873	0,103	0,340074	0,904389	0,402	0,8388	1,120116	0,701
0,02267	0,411234	0,104	0,34162	0,905495	0,403	0,84036	1,120456	0,702
0,02313	0,413727	0,105	0,343169	0,906597	0,404	0,841917	1,120792	0,703
0,023594	0,41621	0,106	0,34472	0,907697	0,405	0,843471	1,121126	0,704
0,024063	0,418683	0,107	0,346272	0,908794	0,406	0,845024	1,121457	0,705
0,024537	0,421146	0,108	0,347827	0,909888	0,407	0,846573	1,121786	0,706
0,025015	0,423599	0,109	0,349385	0,910879	0,408	0,84812	1,12211	0,707
0,025498	0,426042	0,11	0,350944	0,912068	0,409	0,849664	1,122434	0,708
0,025986	0,428476	0,111	0,352505	0,913154	0,41	0,851206	1,122755	0,709
0,026479	0,430901	0,112	0,354068	0,914237	0,411	0,852745	1,123072	0,71
0,026976	0,433316	0,113	0,355634	0,915317	0,412	0,854282	1,123387	0,711
0,027477	0,435721	0,114	0,357201	0,916395	0,413	0,855815	1,123699	0,712
0,027984	0,438117	0,115	0,358771	0,91747	0,414	0,857346	1,124008	0,713
0,028495	0,440505	0,116	0,360342	0,918542	0,415	0,858875	1,124315	0,714
0,02901	0,442883	0,117	0,361916	0,918611	0,416	0,8604	1,124618	0,715
0,029531	0,445252	0,118	0,363492	0,920578	0,417	0,861923	1,124919	0,716
0,030056	0,447612	0,119	0,365069	0,921742	0,418	0,863443	1,125218	0,717
0,030585	0,449964	0,12	0,366649	0,922803	0,419	0,86496	1,125513	0,718
0,031119	0,452307	0,121	0,36823	0,923862	0,42	0,866474	1,125806	0,719
0,031658	0,454641	0,122	0,369814	0,924918	0,421	0,867985	1,126096	0,72
0,032202	0,456967	0,123	0,371399	0,925971	0,422	0,869494	1,126383	0,721
0,03275	0,459284	0,124	0,372986	0,927021	0,423	0,870999	1,126667	0,722
0,03302	0,461593	0,125	0,374576	0,928069	0,424	0,872502	1,126948	0,723
0,03386	0,463893	0,126	0,376167	0,929114	0,425	0,874002	1,127227	0,724
0,034422	0,466185	0,127	0,3776	0,930156	0,426	0,875498	1,127503	0,725
0,034988	0,46847	0,128	0,379355	0,931196	0,427	0,876992	1,127776	0,726
0,035559	0,470746	0,129	0,380952	0,932233	0,428	0,878482	1,128046	0,727
0,036135	0,473014	0,13	0,382551	0,933267	0,429	0,87997	1,128314	0,728
0,036715	0,475274	0,131	0,384151	0,934299	0,43	0,881455	1,128579	0,729
0,0373	0,477526	0,132	0,385753	0,935327	0,431	0,882936	1,12884	0,73
0,03789	0,47977	0,133	0,387358	0,936354	0,432	0,884414	1,129099	0,731
0,038484	0,482007	0,134	0,388964	0,937377	0,433	0,885889	1,129355	0,732
0,039083	0,484236	0,135	0,390571	0,938398	0,434	0,887361	1,129609	0,733
0,039686	0,486457	0,136	0,392181	0,939416	0,435	0,88883	1,129859	0,734
0,040294	0,488671	0,137	0,393792	0,940432	0,436	0,890296	1,130107	0,735
0,040906	0,490877	0,138	0,395405	0,941445	0,437	0,891758	1,130351	0,736
0,041523	0,493076	0,139	0,39702	0,942455	0,438	0,893217	1,130593	0,737
0,042154	0,495268	0,14	0,398637	0,943462	0,439	0,894673	1,130832	0,738
0,042771	0,497452	0,141	0,400255	0,944467	0,44	0,896125	1,131068	0,739
0,043401	0,499629	0,142	0,401875	0,945469	0,441	0,897575	1,131301	0,74
0,044036	0,501799	0,143	0,403497	0,946469	0,442	0,89902	1,131532	0,741
0,044676	0,503961	0,144	0,40512	0,947466	0,443	0,900463	1,131759	0,742
0,04532	0,506117	0,145	0,406745	0,94846	0,444	0,901902	1,131983	0,743

Continuación del anexo 1.

q/Q	v/V	d/D	q/Q	v/V	d/D	q/Q	v/V	d/D
0,045969	0,508265	0,146	0,408372	0,949452	0,445	0,903337	1,132205	0,744
0,046622	0,510407	0,147	0,41	0,950441	0,446	0,90477	1,132424	0,745
0,04728	0,512541	0,148	0,41163	0,951427	0,447	0,906198	1,132639	0,746
0,047943	0,514669	0,149	0,413262	0,952411	0,448	0,907623	1,132852	0,747
0,048609	0,51679	0,15	0,414895	0,953392	0,449	0,909045	1,133062	0,748
0,049281	0,518904	0,151	0,41653	0,954371	0,45	0,910463	1,133269	0,749
0,049956	0,521011	0,152	0,418166	0,955346	0,451	0,911878	1,133473	0,75
0,050637	0,523112	0,153	0,419804	0,95632	0,452	0,913289	1,133674	0,751
0,051322	0,525206	0,154	0,421443	0,95729	0,453	0,914696	1,133872	0,752
0,052011	0,527293	0,155	0,423084	0,958258	0,454	0,9161	1,134067	0,753
0,052705	0,529374	0,156	0,424727	0,959224	0,455	0,9175	1,134259	0,754
0,053403	0,531449	0,157	0,426371	0,950187	0,456	0,918896	1,134448	0,755
0,054106	0,533517	0,158	0,428016	0,961147	0,457	0,920288	1,134634	0,756
0,054813	0,535578	0,159	0,429663	0,962104	0,458	0,921677	1,134817	0,757
0,055524	0,537633	0,16	0,431312	0,963059	0,459	0,923062	1,134998	0,758
0,05624	0,539682	0,161	0,432962	0,964012	0,46	0,924443	1,135175	0,759
0,056961	0,541725	0,162	0,434613	0,964962	0,461	0,925821	1,135349	0,76
0,057686	0,543761	0,163	0,436266	0,965909	0,462	0,927194	1,13552	0,761
0,058415	0,545792	0,164	0,43792	0,966853	0,463	0,928564	1,135688	0,762
0,059149	0,547816	0,165	0,439576	0,967795	0,464	0,92993	1,135853	0,763
0,059887	0,549834	0,166	0,441233	0,968735	0,465	0,931292	1,136015	0,764
0,06063	0,551845	0,167	0,442891	0,969672	0,466	0,93265	1,136174	0,765
0,061377	0,553851	0,168	0,444551	0,970606	0,467	0,934003	1,136329	0,766
0,062128	0,555851	0,169	0,446212	0,971538	0,468	0,935353	1,136482	0,767
0,062884	0,557845	0,17	0,447874	0,972467	0,469	0,936699	1,136632	0,768
0,063644	0,559833	0,171	0,449538	0,973393	0,47	0,938041	1,136778	0,769
0,064409	0,561815	0,172	0,451203	0,974317	0,471	0,939379	1,136922	0,77
0,065178	0,563791	0,173	0,452869	0,975238	0,472	0,940712	1,137062	0,771
0,065951	0,565762	0,174	0,454537	0,976157	0,473	0,942042	1,137199	0,772
0,066729	0,567726	0,175	0,456206	0,977074	0,474	0,943367	1,137334	0,773
0,067511	0,569685	0,176	0,457876	0,977987	0,475	0,944688	1,137465	0,774
0,068298	0,571638	0,177	0,459548	0,978898	0,476	0,946005	1,137592	0,775
0,069088	0,573586	0,178	0,46122	0,979807	0,477	0,947317	1,137717	0,776
0,069883	0,575528	0,179	0,462894	0,980713	0,478	0,948626	1,137839	0,777
0,070683	0,577464	0,18	0,464569	0,981616	0,479	0,94993	1,137957	0,778
0,071487	0,579395	0,181	0,466246	0,982517	0,48	0,951229	1,138072	0,779
0,072295	0,58132	0,182	0,467923	0,983415	0,481	0,952524	1,138184	0,78
0,073107	0,58324	0,183	0,469602	0,984311	0,482	0,953815	1,138293	0,781
0,073924	0,585154	0,184	0,471281	0,985204	0,483	0,955102	1,138399	0,782
0,074745	0,587063	0,185	0,472962	0,986095	0,484	0,956384	1,138501	0,783
0,07557	0,588966	0,186	0,474644	0,986983	0,485	0,957661	1,138601	0,784
0,0754	0,590864	0,187	0,476327	0,987869	0,486	0,958934	1,138697	0,785
0,077234	0,592756	0,188	0,478012	0,988752	0,487	0,960203	1,138789	0,786
0,078072	0,594644	0,189	0,479697	0,989632	0,488	0,961466	1,138879	0,787
0,078914	0,596526	0,19	0,481383	0,99051	0,489	0,962726	1,138965	0,788
0,079761	0,598402	0,191	0,483071	0,991385	0,49	0,96398	1,139048	0,789
0,080612	0,600274	0,192	0,484759	0,992258	0,491	0,96523	1,139128	0,79
0,081467	0,60214	0,193	0,486449	0,993129	0,492	0,966476	1,139204	0,791
0,082326	0,604001	0,194	0,488139	0,993996	0,493	0,967716	1,139277	0,792
0,08319	0,605857	0,195	0,489831	0,994862	0,494	0,968952	1,139347	0,793
0,084058	0,607708	0,196	0,491523	0,995724	0,495	0,970183	1,139413	0,794

Continuación del anexo 1.

q/Q	v/V	d/D	q/Q	v/V	d/D	q/Q	v/V	d/D
0,08493	0,609553	0,197	0,493217	0,996585	0,496	0,971409	1,139476	0,795
0,085806	0,611394	0,198	0,494911	0,997442	0,497	0,972631	1,139536	0,796
0,086687	0,61323	0,199	0,496607	0,998297	0,498	0,973847	1,139593	0,797
0,087571	0,61506	0,2	0,498303	0,99915	0,499	0,975059	1,139646	0,798
0,08846	0,616886	0,201	0,5	1	0,5	0,976265	1,139695	0,799
0,089353	0,618706	0,202	0,501698	1,000848	0,501	0,977467	1,139742	0,8
0,09025	0,620522	0,203	0,503397	1,001693	0,502	0,978664	1,139784	0,801
0,091152	0,622332	0,204	0,505097	1,002535	0,503	0,979855	1,139824	0,802
0,092057	0,624138	0,205	0,506798	1,003375	0,504	0,981042	1,13986	0,803
0,092967	0,625939	0,206	0,508499	1,004213	0,505	0,982223	1,139893	0,804
0,093881	0,627735	0,207	0,510202	1,005048	0,506	0,983399	1,139922	0,805
0,094799	0,629526	0,208	0,11905	1,00588	0,507	0,984571	1,139947	0,806
0,095721	0,631312	0,209	0,513609	1,00671	0,508	0,985737	1,13997	0,807
0,096647	0,633094	0,21	0,515314	1,007537	0,509	0,986897	1,139988	0,808
0,097577	0,634871	0,211	0,517019	1,008362	0,51	0,988053	1,140004	0,809
0,098512	0,636643	0,212	0,518726	1,009185	0,511	0,989203	1,140015	0,81
0,09945	0,63841	0,213	0,520433	1,010005	0,512	0,990348	1,140023	0,811
0,100393	0,640173	0,214	0,52214	1,010822	0,513	0,991487	1,140028	0,812
0,10134	0,641931	0,215	0,523849	1,011637	0,514	0,992621	1,140029	0,813
0,10229	0,643684	0,216	0,525558	1,012449	0,515	0,99375	1,140027	0,814
0,103245	0,645433	0,217	0,527268	1,013259	0,516	0,994873	1,140021	0,815
0,104204	0,647177	0,218	0,528979	1,014067	0,517	0,995991	1,140011	0,816
0,105167	0,648917	0,219	0,53069	1,014872	0,518	0,997103	1,139998	0,817
0,106134	0,650652	0,22	0,532402	1,015674	0,519	0,998209	1,139981	0,818
0,107105	0,652382	0,221	0,534114	1,016474	0,52	0,99931	1,13996	0,819
0,10808	0,654108	0,222	0,535828	1,017271	0,521	1,000405	1,139936	0,82
0,109059	0,65583	0,223	0,537441	1,018066	0,522	1,001495	1,139908	0,821
0,110042	0,657546	0,224	0,539256	1,018859	0,523	1,002579	1,139877	0,822
0,111029	0,659259	0,225	0,54097	1,019649	0,524	1,003657	1,139841	0,823
0,11202	0,660967	0,226	0,542686	1,020436	0,525	1,004729	1,139802	0,824
0,113015	0,66267	0,227	0,544402	1,021221	0,526	1,005795	1,13976	0,825
0,114014	0,66437	0,228	0,546118	1,022003	0,527	1,006856	1,139713	0,826
0,115017	0,666064	0,229	0,547836	1,022783	0,528	1,00791	1,139663	0,827
0,116024	0,667755	0,23	0,549553	1,023561	0,529	1,008959	1,139609	0,828
0,117035	0,669441	0,231	0,551271	1,024336	0,53	1,010002	1,139551	0,829
0,11805	0,671122	0,232	0,55299	1,025108	0,531	1,011038	1,139489	0,83
0,119069	0,6728	0,233	0,554709	1,025878	0,532	1,012069	1,139424	0,831
0,120091	0,674473	0,234	0,556428	1,026646	0,533	1,013093	1,139355	0,832
0,121118	0,676142	0,235	0,558148	1,027411	0,534	1,014112	1,139282	0,833
0,122149	0,677806	0,236	0,559868	1,028173	0,535	1,015124	1,139204	0,834
0,123183	0,679466	0,237	0,561589	1,028933	0,536	1,01613	1,139124	0,835
0,124221	0,681122	0,238	0,56331	1,029691	0,537	1,017129	1,139039	0,836
0,125263	0,682774	0,239	0,565031	1,030446	0,538	1,018122	1,13895	0,837
0,12631	0,684422	0,24	0,566753	1,031198	0,539	1,019109	1,138857	0,838
0,12736	0,686065	0,241	0,568475	1,031949	0,54	1,02009	1,13876	0,839
0,128413	0,687704	0,242	0,570197	1,032696	0,541	1,021064	1,138659	0,84
0,129471	0,689369	0,243	0,57192	1,033441	0,542	1,022031	1,138555	0,841
0,130533	0,69067	0,244	0,573643	1,34184	0,543	1,022992	1,138446	0,842
0,131598	0,692597	0,245	0,575366	1,034924	0,544	1,023947	1,138333	0,843
0,132667	0,69422	0,246	0,57709	1,035662	0,545	1,024895	1,138216	0,844
0,13374	0,695839	0,247	0,578814	1,036397	0,546	1,025836	1,138095	0,845

Continuación del anexo 1.


q/Q	v/V	d/D	q/Q	v/V	d/D	q/Q	v/V	d/D
0,134817	0,697453	0,248	0,580538	1,03713	0,547	1,02677	1,13797	0,846
0,135897	0,699064	0,249	0,582262	1,03786	0,548	1,027698	1,13784	0,847
0,136982	0,70067	0,25	0,583986	1,038588	0,549	1,028619	1,137707	0,848
0,13807	0,702273	0,251	0,585711	1,039313	0,55	1,029533	1,137569	0,849
0,139163	0,703871	0,252	0,587436	1,040036	0,551	1,03044	1,137427	0,85
0,140258	0,705466	0,253	0,589161	1,040756	0,552	1,031341	1,137281	0,851
0,141357	0,707056	0,254	0,590886	1,041474	0,553	1,32234	1,13713	0,852
0,14246	0,708642	0,255	0,592611	1,04219	0,554	1,03312	1,136976	0,853
0,143567	0,710225	0,256	0,594336	1,042903	0,555	1,033999	1,136817	0,854
0,144678	0,711804	0,257	0,596062	1,043613	0,556	1,034871	1,136653	0,855
0,145792	0,713378	0,258	0,597787	1,044321	0,557	1,035736	1,136486	0,856
0,14691	0,714949	0,259	0,599513	1,045027	0,558	1,036594	1,136313	0,857
0,148032	0,716516	0,26	0,601239	1,04573	0,559	1,037444	1,136137	0,858
0,149158	0,718079	0,261	0,602964	1,04643	0,56	1,038287	1,135956	0,859
0,150287	0,719638	0,262	0,60469	1,047128	0,561	1,039122	1,13577	0,86
0,15142	0,721193	0,263	0,606416	1,047824	0,562	1,039951	1,13558	0,861
0,152556	0,722745	0,264	0,608141	1,048517	0,563	1,040771	1,135386	0,862
0,153696	0,724292	0,265	0,609867	1,049208	0,564	1,041584	1,135187	0,863
0,15484	0,725836	0,266	0,611593	1,049896	0,565	1,04239	1,134983	0,864
0,155988	0,727376	0,267	0,613318	1,050582	0,566	1,043187	1,134775	0,865
0,157139	0,728912	0,268	0,615044	1,051265	0,567	1,043978	1,134562	0,866
0,158293	0,730444	0,269	0,616769	1,051946	0,568	1,04476	1,134345	0,867
0,159452	0,731973	0,27	0,618494	1,052624	0,569	1,045534	1,134123	0,868
0,160613	0,733498	0,271	0,620219	1,0533	0,57	1,046301	1,133896	0,869
0,161779	0,735019	0,272	0,621944	1,053973	0,571	1,04706	1,133664	0,87
0,162948	0,736536	0,273	0,623669	1,054644	0,572	1,04781	1,133427	0,871
0,164121	0,73805	0,274	0,625394	1,055312	0,573	1,048553	1,133186	0,872
0,165297	0,73956	0,275	0,627119	1,055978	0,574	1,049287	1,13294	0,873
0,166477	0,741066	0,276	0,628843	1,056642	0,575	1,050013	1,132689	0,874
0,16766	0,742568	0,277	0,630567	1,057302	0,576	1,050731	1,132433	0,875
0,168847	0,744067	0,278	0,632291	1,057961	0,577	1,051441	1,132172	0,876
0,170037	0,745563	0,279	0,634015	1,058617	0,578	1,052142	1,131906	0,877
0,171231	0,747054	0,28	0,635738	1,059271	0,579	1,052835	1,131635	0,878
0,172428	0,748542	0,281	0,637461	1,059922	0,58	1,05352	1,131359	0,879
0,173629	0,750026	0,282	0,639184	1,06057	0,581	1,054195	1,131077	0,88
0,174833	0,751507	0,283	0,640906	1,061216	0,582	1,054863	1,130791	0,881
0,176041	0,752984	0,284	0,642629	1,06186	0,583	1,055521	1,130499	0,882
0,177253	0,754458	0,285	0,64435	1,062501	0,584	1,056171	1,130203	0,883
0,178467	0,755927	0,286	0,646072	1,06314	0,585	1,056811	1,129901	0,884
0,179686	0,757394	0,287	0,647793	1,063776	0,586	1,057443	1,129593	0,885
0,180907	0,758856	0,288	0,649514	1,06441	0,587	1,058066	1,12928	0,886
0,182132	0,760316	0,289	0,651234	1,065041	0,588	1,05868	1,128962	0,887
0,183361	0,761771	0,29	0,652954	1,06567	0,589	1,059284	1,128638	0,888
0,184593	0,763223	0,291	0,654673	1,066296	0,59	1,05988	1,128309	0,889
0,185828	0,764672	0,292	0,656392	1,06692	0,591	1,060466	1,127975	0,89
0,187066	0,766117	0,293	0,658111	1,067541	0,592	1,061043	1,127634	0,891
0,188309	0,767559	0,294	0,659829	1,06816	0,593	1,06161	1,127288	0,892
0,189554	0,768997	0,295	0,661546	1,068776	0,594	1,062168	1,126937	0,893
0,190803	0,770431	0,296	0,663263	1,06939	0,595	1,062716	1,126579	0,894

Continuación del anexo 1.


q/Q	v/V	d/D	q/Q	v/V	d/D	q/Q	v/V	d/D
0,192055	0,771863	0,297	0,66498	1,070001	0,596	1,063254	1,126216	0,895
0,19331	0,77329	0,298	0,666696	1,07051	0,597	1,063783	1,125847	0,896
0,194569	0,774715	0,299	0,668411	1,071217	0,598	1,064301	1,125472	0,897
						1,06481	1,125091	0,898
						1,065309	1,124704	0,899
						1,065797	1,124311	0,900

Fuente: VILLON, Máximo. *Hidráulica de canales*. p. 256-260.

Anexo 2. Resultados límites de Atterberg



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

INFORME No. 529 S.S.A. O.T.: 39,254 No. 15804

Interesado: LUIS ALEXIS OLIVA BLANCO

Proyecto: EPS "DISEÑO DE CARRETERA PAVIMENTADA PARA LA ALDEA SACOJ GRANDE, ZONA 6 DE MIXCO, GUATEMALA"

Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

Norma: AASHTO T-89 Y T-90

Ubicación: ALDEA SACOJ GRANDE, ZONA 6 DE MIXCO

FECHA: martes, 27 de noviembre de 2018

RESULTADOS:

POZO	MUESTRA	LL. (%)	LP. (%)	CLASIFICACION *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	N.P.	N.P.	ML	ARENA LIMOSA COLOR MARRON

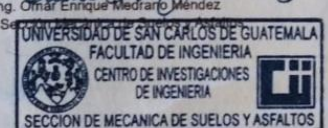
(*) CLASIFICACION SEGÚN CARTA DE PLASTICIDAD

Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado.

Atentamente,

Vo.Bo.


Omar Enrique Medrano Méndez
Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
SECCION DE MECANICA DE SUELOS Y ASFALTOS

①

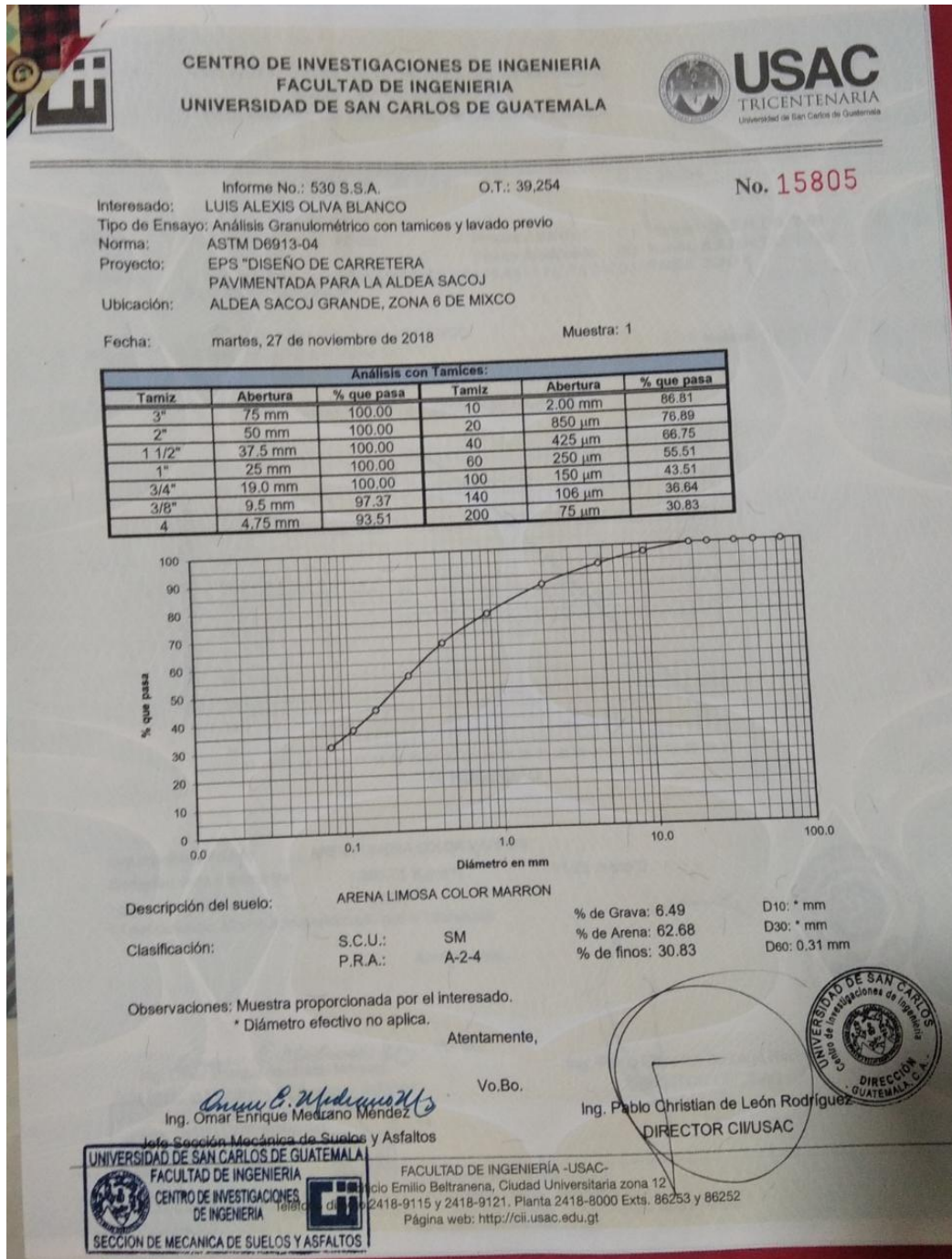
Ing. Pablo Cristian de León Rodríguez
DIRECTOR CII/USAC



FACULTAD DE INGENIERIA -USAC-
Edificio Emilio Beltránena, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo 2418-9115 y 2418-9121. Planta 2418-8000 Exts. 86253 y 86252
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>


Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería, USAC.

Anexo 3. Resultados granulometría con tamices y lavado previo




Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería, USAC.

Anexo 4. Resultados Proctor modificado



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

INFORME No. 531 S.S.A. O.T.: 39,254


No. 15806

Interesado: LUIS ALEXIS OLIVA BLANCO
 Asunto: ENSAYO DE COMPACTACIÓN. Proctor Estándar: () Norma: A.A.S.H.T.O. T-99
Proctor Modificado: (X) Norma: A.A.S.H.T.O. T-180

Proyecto: EPS "DISEÑO DE CARRETERA PAVIMENTADA PARA LA ALDEA SACOJ GRANDE, ZONA 6 DE MIXCO, GUATEMALA"

Ubicación: ALDEA SACOJ GRANDE, ZONA 6 DE MIXCO
 Fecha: martes, 27 de noviembre de 2018 Muestra: 1


GRAFICA DE DENSIDAD SECA-HUMEDAD




Descripción del suelo: ARENA LIMOSA COLOR MARRON
 Densidad seca máxima γ_d : 1,365.71 Kg/m³ 85.25 lb/ft³
 Humedad óptima Hop.: 20.25 %
 Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado


Atentamente,

Omar Enrique Medrano Méndez
 Vo. Bo.
 Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
 Jefe Sección Mecánica de Suelos y Asfaltos




Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
 DIRECTOR CII/USAC





**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA**

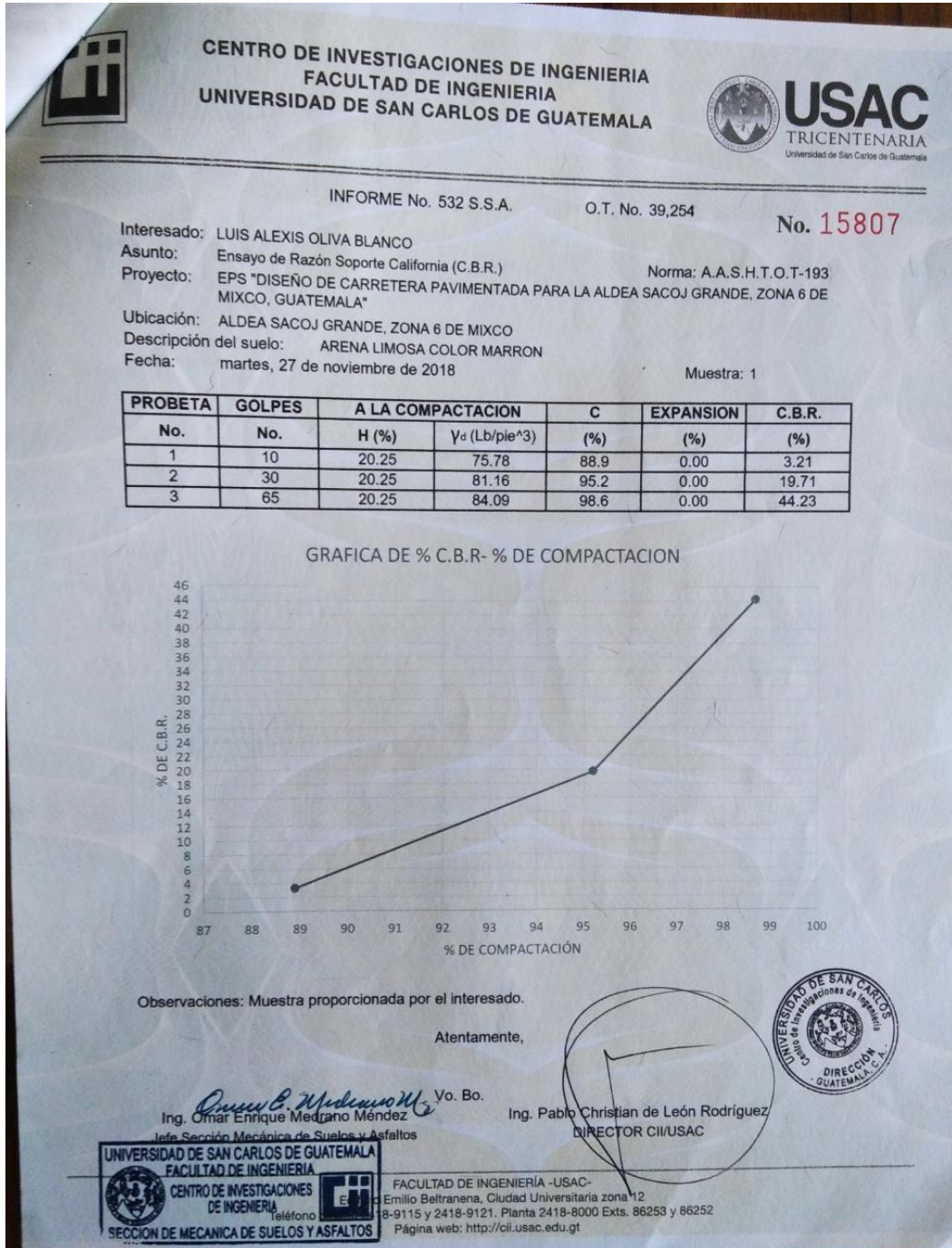


SECCION DE MECANICA DE SUELOS Y ASFALTOS

FACULTAD DE INGENIERIA -USAC-
 Emilio Beltrarena, Ciudad Universitaria zona 12
 Teléfono directo 2418-9115 y 2418-9121. Planta 2418-8000 Exts. 86253 y 86252
 Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería, USAC.

Anexo 5. Resultados CBR



Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería, USAC.

Anexo 6. Estudio de impacto ambiental



FORMATO DVGA-GA-002

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

EVALUACION AMBIENTAL INICIAL

ACTIVIDADES DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL

(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>1.1. Nombre del proyecto, obra, industria o actividad (Que tenga relación con el proyecto a realizar): CONSTRUCCIÓN DE CARRETERA PAVIMENTADA PARA LA ALDEA SACOJ GRANDE, ZONA 6 DE MIXCO, GUATEMALA</p>	
<p>1.1.2 Descripción del proyecto, obra o actividad para lo que se solicita aprobación de este instrumento. CONSTRUCCIÓN DE CARRETERA PAVIMENTADA</p>	
<p>1.2. Información legal:</p> <p>A) Persona Individual: LUIS ALEXIS OLIVA A.1. Representante Legal: LUIS ALEXIS OLIVA</p>	
<p>B) De la empresa: Razón social: MUNICIPALIDAD DE MIXCO Nombre Comercial: MUNICIPALIDAD DE MIXCO No. De Escritura Constitutiva: _____ Fecha de constitución: _____ Patente de Sociedad Registro No. NO APLICA Folio No. NO APLICA Libro No. NO APLICA Patente de Comercio Registro No. NO APLICA Folio No. NO APLICA Libro No. NO APLICA No. De Finca NO APLICA Folio No. NO APLICA Libro No. NO APLICA de _____ dónde se ubica el proyecto, obra, industria o actividad. Número de Identificación Tributaria (NIT): NO APLICA</p>	

7 Avenida 03-67, zona 13 - Ciudad Guatemala - PBX: (502) 2423-0500



www.marn.gob.gt

Continuación del anexo 6.

FORMATO DVGA-GA-002



DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

INSTRUCCIONES		PARA USO INTERNO DEL MARN
I.3 Teléfono		Correo electrónico:
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)		
ALDEA SACOJ GRANDE, ZONA 6 DE MIXCO, GUATEMALA		
Especificar Coordenadas UTM o Geográficas		
Coordenadas UTM (Universal Transverse de Mercator Datum WGS84		Coordenadas Geográficas Datum WGS84
X: 760673.9969317605, ZONA 15 NORTE		N 14° 41' 19.3518"
Y: 1625293.1591230568, ZONA 15 NORTE		O 90° 34' 45.8142"
I.5 Dirección para recibir notificaciones (dirección fiscal) (identificando calles, avenidas, número de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; OBLIGATORIAMENTE indicar el municipio y departamento)		
4ª CALLE 4-98, ZONA1 DE MIXCO, GUATEMALA		
I.6 Si para consignar la información en este formato, fue apoyado por una profesional, por favor anote el nombre y profesión del mismo		
II. INFORMACION GENERAL		
Se debe proporcionar una descripción de las actividades que serán efectuadas en el proyecto, obra, industria o actividad según etapas siguientes:		
II.1 Etapa de Construcción	Operación	Abandono
<ul style="list-style-type: none"> Apertura de carretera. Conformación de la subbase. Conformación de la base. Colocación de la carpeta de rodadura. Construcción de drenajes. 	<ul style="list-style-type: none"> Actividades o procesos Maquinaria y camiones de volteo. Tránsito de vehículos. 	<ul style="list-style-type: none"> Desalojo de maquinaria. Limpeza del área de trabajo.
II.3 Área		
a) Área total de terreno en metros cuadrados: 82944.382		
b) Área de ocupación del proyecto en metros cuadrados: 59058.991		
Área total de construcción en metros cuadrados: 59058.991		

7 Avenida 03-67, zona 13 - Ciudad Guatemala - PBX: (502) 2423-0500

@marngt

/marngtambiente

www.marn.gob.gt

Continuación del anexo 6.

FORMATO DVGA-GA-002



DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

INSTRUCCIONES PARA USO INTERNO DEL MARN

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	3000 lts/día	Municipalidad	Conformación de base, subbase y fundición		Cisterna
	Pozo						
	Agua especial						
	Superficial						
Combustible	Otro						
	Gasolina	SI	3 gal/día	Municipalidad	Equipo		Cisterna
	Diesel	SI	35 gal/día	Municipalidad	Transporte de Maquinaria y Camiones		Cisterna
	Bunker						
	Glp						
	Otro						
Lubricantes	Solubles						
	No solubles						
Refrigerantes							
Otros	Antisol	SI	5 gal/día	Municipalidad	Fraguado del concreto		Cisterna

NOTA: si se cuenta con licencia extendida por la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas, para comercialización o almacenaje de combustible. Adjuntar copia

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?

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?

7 Avenida 03-67, zona 13 - Ciudad Guatemala - PBX: (502) 2423-0500

@marngt

/marngtambiente

www.marn.gob.gt

Continuación del anexo 6.



FORMATO DVGA-GA-002

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
RUIDO Y VIBRACIONES	
<p>III.3 Las operaciones de la empresa producen sonidos fuertes (ruido), o vibraciones?</p> <p style="text-align: center;">SI</p> <p>III.4 En donde se genera el sonido y/o las vibraciones (maquinaria, equipo, instrumentos musicales, vehículos, etc.)</p> <p style="text-align: center;">Dentro del tramo carretero.</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?</p> <p style="text-align: center;">Se estarán dando charlas a los vecinos de prevención y a los trabajadores se les brindará equipo de protección.</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:</p> <p style="text-align: center;">No se generarán gases.</p> <p>III.7 Explicar que se está haciendo o se hará para evitar que los olores se dispersen en el ambiente?</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)</p> <p>b) <u>Especiales</u> (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias)</p> <p>c) <u>Mezcla</u> de las anteriores</p> <p>d) Otro;</p> <p>Cualquiera que fuera el caso, explicar la información, indicando el caudal (cantidad) de aguas residuales generado</p> <p>_____</p> <p style="text-align: center;">Se generan aguas ordinarias, que provienen de los servicios sanitarios de los trabajadores, provocando un caudal de 0.10 lts/seg.</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>IV.2 Indicar el número de servicios sanitarios _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	

7 Avenida 03-67, zona 13 - Ciudad Guatemala - PBX: (502) 2423-0500

@marngt
/marngtambiente

www.marn.gob.gt

Continuación del anexo 6.

FORMATO DVGA-GA-002



DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	
<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> <p>a) sistema de tratamiento: Desfogar en pozos de absorción. b) Capacidad: Pozos de absorción de 10,000 litros. c) Operación y mantenimiento d) Caudal a tratar: 0.10 lts/seg. e) Etc.</p>	
DESCARGA FINAL DE AGUAS RESIDUALES	
<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> <p style="text-align: center;">Pozo de absorción.</p>	
AGUA DE LLUVIA (AGUAS PLUVIALES)	
<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 style="text-align: center;">Se descargarán sobre los zanjones.</p>	
V. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD SOBRE EL SUELO (Sistema edáfico y lítico)	
DESECHOS SÓLIDOS	
VOLUMEN DE DESECHOS	
<p>V.1 Especifique el volumen de desechos o desperdicios genera la actividad desarrollada:</p> <p><input type="checkbox"/> a) Similar al de una residencia 11 libras/día</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> b) Generación entre 11 a 222 libras/día</p> <p><input type="checkbox"/> c) Generación entre 222 libras y 1000 libras/día</p> <p><input type="checkbox"/> d) Generación mayor a 1000 libras por día</p>	
<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 style="text-align: center;">Desecho común.</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 style="text-align: center;">No se generan desechos peligrosos.</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 style="text-align: center;">Ninguno.</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 style="text-align: center;">No aplica.</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 style="text-align: center;">No.</p>	




7 Avenida 03-67, zona 13 - Ciudad Guatemala - PBX: (502) 2423-0500

@marngt

/marngtambiente

www.marn.gob.gt

Continuación del anexo 6.

	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 2px;">FORMATO</td> <td style="width: 50%; padding: 2px;">DVGA-GA-002</td> </tr> </table>	FORMATO	DVGA-GA-002
FORMATO	DVGA-GA-002		
 <p style="font-size: small; margin-top: 5px;">GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES</p>	<p>DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-</p>		
<p>V.7 Indicar el sitio de disposición final de los desechos generados (comunes y peligrosos)</p>			
<p>INSTRUCCIONES</p>			
<p>PARA USO INTERNO DEL MARN</p>			
<p>VI. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGÍA</p>			
<p>CONSUMO</p> <p>VI.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (kW/hr o kW/mes) _____</p> <p>VI. 2 Forma de suministro de energía</p> <p style="margin-left: 20px;">a) Sistema público _____</p> <p style="margin-left: 20px;">b) Sistema privado _____</p> <p style="margin-left: 20px;">c) generación propia _____ Generadores de gasolina.</p> <p>VI.3 Dentro de los sistemas eléctricos de la empresa se utilizan transformadores, condensadores, capacitores o inyectores eléctricos? SI _____ NO <input checked="" type="checkbox"/> x _____</p> <p>VI.4 Qué medidas propone para disminuir el consumo de energía o promover el ahorro de energía? Eficiencia máxima.</p>			
<p>VII. POSIBILIDAD DE AFECTAR LA BIODIVERSIDAD (ANIMALES, PLANTAS, BOSQUES, ETC.)</p>			
<p>VII.1 En el sitio donde se ubica la empresa o actividad, existen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bosques _____ - Animales _____ - Otros _____ <p>Especificar información _____</p> <p>_____</p> <p>VII.2 La operación de la empresa requiere efectuar corte de árboles?</p> <p>VII.3 Las actividades de la empresa, pueden afectar la biodiversidad del área? SI () NO (x) Por qué? Solo se trabajará sobre el tramo carretero, quedando libre el resto del área.</p>			
<p>VIII. TRANSPORTE</p>			
<p>VIII.1 En cuanto a aspectos relacionados con el transporte y parqueo de los vehículos de la empresa, proporcionar los datos siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Número de vehículos <u>10</u>. b) Tipo de vehículo <u>Camiones y pick up.</u> c) sitio para estacionamiento y área que ocupa <u>Entrada a la carretera.</u> d) Horario de circulación vehicular <u>6:30 a 18:30.</u> e) Vías alternas <u>No.</u> 			
<p>IX. EFECTOS SOCIALES, CULTURALES Y PAISAJÍSTICOS</p>			
<p>ASPECTOS CULTURALES</p>			
<p>7 Avenida 03-67, zona 13 - Ciudad Guatemala - PBX: (502) 2423-0500</p>			
<p> @marngt</p> <p> /marngtambiente</p>	<p>www.marn.gob.gt</p>		

Continuación del anexo 6.

FORMATO DVGA-GA-002






DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

IX.1 En el área donde funciona la actividad, existe alguna (s) etnia (s) predominante, cuál? No existe alguna etnia predominante.

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? No aplica.</p>	
<p>PAISAJE</p> <p>IX.6 Cree usted que la actividad afecta de alguna manera el paisaje? Explicar por qué?</p> <p>No afecta, porque el área donde se colocará el pavimento ya es un área urbanizada.</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 checked="" type="checkbox"/> la actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio</p> <p>b) <input type="checkbox"/> la actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores</p> <p>c) <input type="checkbox"/> la actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores</p> <p>Del inciso marcado explique las razones de su respuesta, identificar que o cuales serían las actividades riesgosas:</p>	
<p>X.3 riesgos ocupacionales:</p> <p><input type="checkbox"/> Existe alguna actividad que representa riesgo para la salud de los trabajadores</p> <p><input checked="" 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:</p> <p>Puede provocar enfermedades respiratorias por el polvo ocasionado al movimiento de tierra.</p>	

7 Avenida 03-67, zona 13 - Ciudad Guatemala - PBX: (502) 2423-0500

Continuación del anexo 6.

 <p>GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES</p>	FORMATO DVGA-GA-002
DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-	
Equipo de protección personal X.4 Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores? SI (x) NO () X.5 Detallar que clase de equipo de protección se proporciona: Mascarillas, chalecos, cascos, guantes y tapones para los oídos. X.6 ¿Qué medidas ha realizado ó que medidas propone para evitar las molestias o daños a la salud de la población y/o trabajadores? Informar por medio de charlas a los pobladores sobre la prevención y brindar equipo de seguridad a los trabajadores.	
7 Avenida 03-67, zona 13 - Ciudad Guatemala - PBX: (502) 2423-0500	
 @marngt  /marngtambiente	www.marn.gob.gt

Fuente: MARN. *Formulario de impacto ambiental. s/p.*