



Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Civil

**PLANIFICACIÓN Y DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CAMINO QUE
DE LA COLONIA LOS CEDROS CONDUCE A LA COMUNIDAD
EL CAPULÍN Y DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO
SANITARIO, PARA LAS COLONIAS LOS CEDROS, NUEVA
LINDA Y LAS VIOLETAS, MUNICIPIO DE SIQUINALÁ,
ESCUINTLA.**

Pablo Waldemar Muralles Muralles

Asesorado por el Ing. Ángel Roberto Sic García

Guatemala, septiembre de 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PLANIFICACIÓN Y DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CAMINO QUE
DE LA COLONIA LOS CEDROS CONDUCE A LA COMUNIDAD
EL CAPULÍN Y DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO
SANITARIO, PARA LAS COLONIAS LOS CEDROS, NUEVA
LINDA Y LAS VIOLETAS, MUNICIPIO DE SIQUINALÁ,
ESCUINTLA.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA

FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

PABLO WALDEMAR MURALLES MURALLES

ASESORADO POR EL ING. ÁNGEL ROBERTO SIC GARCÍA

AL CONFERÍRSELE AL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE LA JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria.
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Isuur Estrada Ruiz
VOCAL V	
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Alejandro Castañón López
EXAMINADOR	Ing. Ángel Roberto Sic García
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**PLANIFICACIÓN Y DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CAMINO QUE
DE LA COLONIA LOS CEDROS CONDUCE A LA COMUNIDAD
EL CAPULÍN Y DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO
SANITARIO, PARA LAS COLONIAS LOS CEDROS, NUEVA
LINDA Y LAS VIOLETAS, MUNICIPIO DE SIQUINALÁ,
ESCUINTLA,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, el 27 de octubre de 2006.

PABLO WALDEMAR MURALLES MURALLES

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 23 de abril 2008
Ref. EPS. D. 279.04.08

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña:

Por este medio atentamente le informo que como Asesor – Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Civil, **PABLO WALDEMAR MURALLE MURALLE**, procedí a revisar el **Informe Final**, cuyo título es **“PLANIFICACIÓN Y DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CAMINO QUE DE LA COLONIA LOS CEDROS CONDUCE A LA COMUNIDAD EL CAPULÍN Y DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LAS COLONIAS LOS CEDROS, NUEVA LINDA Y LAS VIOLETAS, MUNICIPIO DE SIQUINALÁ, ESCUINTLA”**.


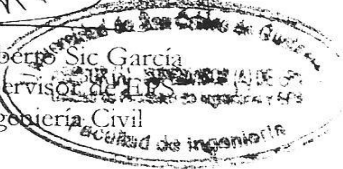
Cabe mencionar que las soluciones planteadas en este trabajo, constituyen un valioso aporte de nuestra Universidad a uno de los muchos problemas que padece el área rural del país, beneficiando así a los pobladores de este municipio.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”


Ing. Ángel Roberto Sic García
Asesor – Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.)
Área de Ingeniería Civil


CCdeP/nader



Guatemala, 23 de abril 2008
Ref. EPS. D.279.04.08

Ing. Fernando Amilcar Boiton Velásquez
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Boiton Velásquez.

Por este medio atentamente le envío el **"PLANIFICACIÓN Y DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CAMINO QUE DE LA COLONIA LOS CEDROS CONDUCE A LA COMUNIDAD EL CAPULÍN Y DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LAS COLONIAS LOS CEDROS, NUEVA LINDA Y LAS VIOLETAS, MUNICIPIO DE SIQUINALÁ, ESCUINTLA "** que fue desarrollado por el estudiante universitario **PABLO WALDEMAR MURALLES MURALLES**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Ángel Roberto Sic García.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Norma Heana Sarmiento Zecena
Directora Unidad de EPS


NISZ/nader



Guatemala,
27 de mayo de 2008

FACULTAD DE INGENIERIA

Ingeniero
Fernando Amilcar Boiton Velásquez
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente


Estimado Ing. Boiton.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **PLANIFICACIÓN Y DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CAMINO QUE DE LA COLONIA LOS CEDROS CONDUCE A LA COMUNIDAD EL CAPULÍN Y DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LAS COLONIAS LOS CEDROS, NUEVA LINDA Y LAS VIOLETAS, MUNICIPIO DE SAIQUINALÁ, ESCUINTLA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Pablo Waldemar Muralles Muralles, quien contó con la asesoría del Ing. Ángel Roberto Sic García.

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

Atentamente.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


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



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/bbdeb.



Guatemala,
19 de agosto de 2008

FACULTAD DE INGENIERIA

Ingeniero
Sydney Alexander Samuels Milson
Director Escuela Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos

Estimado Ingeniero Samuels.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **PLANIFICACIÓN Y DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CAMINO QUE DE LA COLONIA LOS CEDROS CONDUCE A LA COMUNIDAD EL CAPULÍN Y DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LAS COLONIAS LOS CEDROS, NUEVA LINDA Y LAS VIOLETAS, MUNICIPIO DE SIQUINALÁ, ESCUINTLA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Pablo Waldemar Muralles Muralles, quien contó con la asesoría del Ing. Ángel Roberto Sic García.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Armando Fuentes Roca
Revisor por el Área de Topografía y Transporte



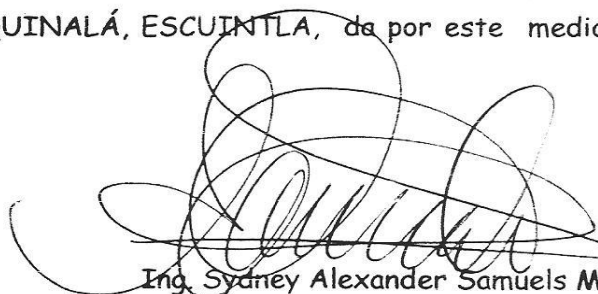
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
TRANSPORTES
USAC

/bbdeb.



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Ángel Roberto Sic Garcia y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Pablo Waldemar Muralles Muralles, titulado PLANIFICACIÓN Y DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CAMINO DE LA COLONIA LOS CEDROS QUE CONDUCE A LA COMUNIDAD EL CAPULÍN Y DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PARA LAS COLONIAS LOS CEDROS, NUEVA LINDA Y LAS VIOLETAS, MUNICIPIO DE SIQUINALÁ, ESCUINTLA, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Sydney Alexander Samuels Milson



Guatemala, septiembre 2008.

/bbdeb.

AGRADECIMIENTOS A:

DIOS: Por proporcionarme día con día el regalo de vida y permitir alcanzar mi sueño.

A MARÍA SANTÍSIMA: Por interceder ante Dios mis oraciones y protegerme en el recorrido estudiantil.

AL ING. ANGEL SIC: Por su valiosa asesoría incondicional brindada.

**A LA O.M.P. DE
SUIQUINALÁ,
ESCUINTLA:** Por brindarme la oportunidad de realizar mi Ejercicio Profesional Supervisado.

MIS AMIGOS: Por compartir los mejores momentos de mi carrera y su amistad.

**LA FACULTAD DE
INGENIERÍA:** Por los conocimientos adquiridos

**LA UNIVERSIDAD
DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA:** Por ser sede de enseñanza.

ACTO QUE DEDICO A:

MIS PADRES

Rosaura Muralles y Doroteo Muralles Castro, gracias a sus esfuerzos y el apoyo que día con día me brindaron, he alcanzado un triunfo más en mi vida

MIS HERMANOS

Abel, Miriam, Amalia, Eber y Melida, por su apoyo y cariño incondicional, que mi triunfo sea fortaleza y ejemplo para emprender con éxito las labores que se presentan.

MIS ABUELOS

Con cariño especial.

MIS TÍOS

Por sus consejos y cariño.

MIS SOBRINOS

A todos, mi cariño por estar en mi corazón

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XV
OBJETIVOS	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Aspectos monográficos del municipio de Siquinalá,	
Escuintla	1
1.1.1. Generalidades y aspectos históricos	1
1.1.2. Aspectos físicos	2
1.1.2.1. Extensión territorial	2
1.1.2.2. Ubicación geográfica	2
1.1.2.3. Colindancias	3
1.1.2.4. Vías de acceso y comunicación	3
1.1.2.5. Características topográficas	3
1.1.2.6. Características climáticas	4
1.1.3. Actividad económica	4
1.1.4. Servicios públicos existentes	5
1.1.5. Educación	5
1.1.6. Salud	6
1.1.7. Organización Social	6
1.1.8. Problemas y necesidades identificadas	7
1.1.8.1. Vías de comunicación	7

1.1.8.2.	Evacuación de aguas residuales	7
2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	9
2.1.	Diseño geométrico del camino de acceso de la colonia Los Cedros que conduce a la comunidad El Capulín	9
2.1.1.	Preliminar de campo	9
2.1.1.1.	Levantamiento topográfico de la preliminar	9
2.1.1.2.	Planimetría	9
2.1.1.3.	Altimetría	10
2.1.1.4.	Secciones transversales	11
2.1.2.	Dibujo de preliminar	11
2.1.2.1.	Planimétrico	11
2.1.2.2.	Altimétrico	12
2.1.2.3.	Curvas de nivel	13
2.1.3.	Normas para el estudio y proyección de carreteras	14
2.1.3.1.	Normas generales para el alineamiento horizontal	14
2.1.3.2.	Normas generales para el alineamiento vertical	16
2.1.3.3.	Normas AASHTO	17
2.1.3.4.	Normas ASTM	17
2.1.4.	Diseño geométrico de carreteras	18
2.1.4.1.	Alineamiento horizontal y vertical	18
2.1.4.2.	Diseño de curvas horizontales	18
2.1.4.3.	Diseño de curvas verticales	26
2.1.4.4.	Diseño de localización	31
2.1.4.5.	Diseño de la subrasante	31
2.1.5.	Movimiento de tierras	34
2.1.5.1.	Cálculo de áreas de secciones transversales	34
2.1.5.2.	Cálculo de volúmenes de movimiento de tierras	36
2.1.6.	Diseño hidráulico	38

2.1.6.1.	Drenajes	38
2.1.6.2.	Estudio hidrológico, método racional para la determinación de caudales de diseño	38
2.1.6.3.	Diseño de cunetas	42
2.1.6.4.	Drenaje transversal	44
2.1.6.5.	Bombeo de superficie	47
2.1.6.6.	Contra cuentas	47
2.1.7.	Estudio de suelos	48
2.1.7.1.	Ensayos para la clasificación del suelo	48
2.1.7.1.1.	Análisis granulométrico	49
2.1.7.1.2.	Límites de consistencia	49
2.1.7.1.3.	Límite líquido	49
2.1.7.1.4.	Límite plástico	50
2.1.7.1.5.	Índice plástico	50
2.1.7.2.	Ensayos para el control de la construcción	50
2.1.7.2.1.	Determinación del contenido de humedad	51
2.1.7.2.2.	Densidad máxima y humedad óptima (ensayo de proctor)	51
2.1.7.2.3.	Ensayo de equivalente de arena	51
2.1.7.3.	Ensayos para la determinación de la resistencia del suelo	52
2.1.7.3.1.	Ensayo del valor soporte del suelo (CBR)	52
2.1.8.	Análisis de resultados	52
2.1.9.	Presupuesto	53
2.1.9.1.	Cuantificación por renglones	53
2.1.9.2.	Integración de costos unitarios	54
2.1.9.3.	Costo total del proyecto	56
2.1.10.	Cronograma de ejecución	57

2.2. Planificación y diseño de la red de alcantarillado sanitario, para las colonias Los Cedros, Nueva Linda y Las Violetas municipio de Siquinalá, Escuintla	58
2.2.1. Consideraciones generales sobre la planificación de un sistema de drenaje	58
2.2.1.1. Datos estadísticos	58
2.2.1.2. Levantamiento topográfico	58
2.2.1.2.1. Planimetría	59
2.2.1.2.2. Altimetría	59
2.2.2. Normas de diseño	59
2.2.2.1. Período de diseño	59
2.2.2.2. Diseño de secciones y pendientes	60
2.2.2.3. Pendientes	60
2.2.2.4. Comportamiento hidráulico de la sección parcialmente llena	61
2.2.2.5. Principios hidráulicos en el cálculo de drenajes	62
2.2.2.6. Velocidades máximas y mínimas	63
2.2.2.7. Tubería	63
2.2.2.7.1. Materiales para tubería	63
2.2.2.7.2. Diámetros	65
2.2.2.7.3. Profundidad y ancho de zanja	65
2.2.2.7.4. Instalación de tubería	68
2.2.2.8. Pozos de visita	69
2.2.2.8.1. Procedimientos constructivos pozos de visita	70
2.2.2.8.2. Caídas en pozos de visita	72
2.2.2.9. Conexiones domiciliarias	72
2.2.2.9.1. Tubería secundaria	74
2.2.2.9.2. Procedimientos constructivos conexiones domiciliarias	74

2.2.2.10. Desfogue y disposición final	77
2.2.3. Diseño del sistema de drenaje sanitario	77
2.2.3.1. Estudios de población	77
2.2.3.2. Trazo del sistema	79
2.2.3.3. Cálculo e integración de caudales	79
2.2.3.3.1. Factor de caudal medio	81
2.2.3.3.2. Fórmulas usadas para el cálculo	82
2.2.3.3.3. Diagramas, tablas y sus aplicaciones	85
2.2.3.4. Cota Invert	85
2.2.3.5. Volumen de excavación	89
2.2.4. Presupuesto	90
2.2.4.1. Cuantificación por renglones	91
2.2.4.2. Integración de costos unitarios	92
2.2.4.3. Costo total del proyecto	93
2.2.5. Plan de operación y mantenimiento	93
CONCLUSIONES	95
RECOMENDACIONES	97
BIBLIOGRAFÍA	99
APÉNDICE	101

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Curvas de nivel.
2. Elementos de curva horizontal
3. Curva horizontal
4. Cálculo de delta (∇)
5. Corrimiento de línea
6. Curva vertical cóncava, convexa
7. Curva vertical
8. Cálculo de volúmenes de movimiento de tierras
9. Distancias de paso
10. Cuneta
11. Sección típica de carretera
12. Sección transversal de alcantarilla
13. Planta caja recolectora
14. Muros cabezal
15. Sección tubería de 48" con aletones
16. Comportamiento hidráulico
17. Sección parcialmente llena
18. Detalle de zanja angosta
19. Detalles típicos de pozos de visita
20. Detalle de domiciliar
21. Conexión domiciliar
22. Domiciliar con salida a 45°
23. Domiciliar con salida 90°
24. Sección transversal de un canal y ducto.
25. Detalle de cálculo cota Invert para caso 1
26. Detalle de cálculo cota Invert para caso 2

27. Detalle de cálculo cota Invert para caso 3
28. Detalle de cálculo cota Invert para caso 4
29. Detalle de cálculo cota Invert para caso 5
30. Cálculo de volumen de excavación

TABLAS

- I. Ejemplo de libreta de planimetría
- II. Ejemplo de libreta de nivelación
- III. Cálculo topográfico
- IV. Cálculo de libreta de nivelación
- V. Valores de K para curvas cóncavas y convexas
- VI. Estándares de diseño de carretera
- VII. Relación para corte y relleno
- VIII. Cálculo de áreas de secciones transversales
- IX. Cuantificación por renglones
- X. Integración de costos unitarios
- XI. Costo total del proyecto
- XII. Cronograma de ejecución física y financiera
- XIII. Profundidades mínimas para la tubería, según tráfico vehicular.
- XIV. Ancho mínimo de zanja
- XV. Cuantificación de renglones de trabajo
- XVI. Integración de costos unitarios
- XVII. Costo total del proyecto

LISTA DE SÍMBOLOS

A₁	Área uno
A₂	Área dos
H_i	Altura del instrumento
C_m	Cuerda máxima
DH	Distancia horizontal
E	External
d/D	Relación de diámetros entre sección parcial y sección llena
G	Grado de curvatura
INFOM	Instituto de Fomento Municipal
INE	Instituto Nacional de Estadística
K	Constante que depende de las velocidades del diseño
L/Hab/día	Litros por habitante por día
L/Km/día	Litros por kilómetro por día
L_c	Longitud de curva
L_{cv}	Longitud de curva vertical
M³/seg.	Metros cúbicos por segundo
mm/hora	Milímetros por hora
Ha	Hectáreas
M²	Metros cuadrados
l/seg	Litros por segundo
O_m	Ordenada media

R	Radio
Pt	Principio de tangencia
Pc	Principio de curva
Δ	Delta
St	Subtangente
Pi	Punto de intersección
Tg	Tangente

GLOSARIO

Densidad de vivienda	Es el número de viviendas por unidad de superficie.
Descarga	Lugar donde se vierten las aguas negras provenientes de un colector, pueden estar crudas o tratadas.
Dotación	Estimación del promedio de cantidad de agua que consume cada habitante. Se expresa en litros por habitante por día (L/Hab/día)
Drenajes	Sirven para controlar las condiciones de flujo de agua en terracerías y mejoran las condiciones de estabilidad de cortes, terraplenes y pavimentos.
Excavaciones	Zanjas realizadas en un terreno, construidas cuidadosamente, ajustándose a la línea y pendiente señaladas. Las caras laterales serán verticales.
Factor de Hardmon	Factor de seguridad de flujo para las horas pico.
Factor de seguridad	Factor que indica qué tan lisa es una superficie.
Hidrología	Parte de las ciencias naturales, que trata de las aguas.
Coeficiente de escorrentía	Se estima con base a las características hidrogeológicas de las cuencas.

Infraestructura	Base material sobre la que se asienta algo.
Rasante	Es el nivel de la superficie de rodamiento de una carretera o camino.
Relación hidráulica	Relación que existe entre cada uno de los parámetros de diseño a la sección llena y parcialmente llena, la cual debe cumplir con ciertas condiciones para que las tuberías no trabajen a sección llena. Sirve para garantizar que la tubería no trabajará a presión.
Relleno	Es el material especial o de terracería uniformemente colocado y compactado en las partes lateral y superior de las cajas, así como, atrás de los aletones.
Sección típica	Es toda la extensión de la carretera, tiene una sección que permanece uniforme la mayoría de las veces.
Terracería	Es el conjunto de operaciones de cortes, préstamos, rellenos, terraplenes y desperdicios de material, que se realiza hasta alcanzar una rasante determinada, de conformidad con los niveles indicados en los planos.

Terraplén	Son los depósitos de material que se realizan sobre el terreno natural para alcanzar el nivel de subrasante.
Tirante	Altura de las aguas negras dentro de la alcantarilla.
Azimut	Ángulo horizontal referido a un norte magnético arbitrario, su rango va desde cero a 360 grados sexagesimales.
Ángulo	Es la menor o mayor abertura que forman dos líneas o dos planos que se cortan. Las líneas que forman el ángulo se llaman lados y el punto de encuentro, vértice. Su mayor o menor abertura se mide en grados.
Balasto	Es el material selecto que se coloca sobre la subrasante de una carretera, el cual se compone de un material bien graduado, es decir, que consta de material fino y grueso con el objeto de protegerla y de que sirva de superficie de rodadura.
Base	Están constituidas por una capa de material seleccionado, de granulometría y espesor determinado, que se construye sobre la sub-base.
Cabezales	Muro central de entrada y salida de las tuberías, diseñado y construido para sostener y proteger los taludes y encauzar las aguas.

Contracunetas	Son cunetas construidas generalmente en los taludes de corte, cuya finalidad es evitar que las aguas superficiales lleguen hasta la carretera.
Coordenadas	Son distancias que sirven para determinar la posición de un punto y los ejes o planos a que se refieren aquellas líneas.
Corte	Es la excavación que se realiza en el terreno de conformidad al trazo de la carretera o camino. Se realiza a media ladera o en trinchera.
Cota de terreno	Altura de un punto del terreno referido a un nivel determinado.
Cunetas	Zanja lateral paralela al eje de la carretera o del camino, construida entre los extremos de los hombros y al pie de los taludes.
Densidad de vivienda	Es el número de viviendas por unidad de superficie.
Descarga	Lugar donde se vierten las aguas negras provenientes de un colector, pueden estar crudas o tratadas.

RESUMEN

La mayoría de las comunidades a nivel nacional carecen de servicios básicos, característica usual en nuestro medio. Tal es el caso de las colonias Los Cedros, Nueva Linda y Violetas, del municipio de Siquinalá, Escuintla; lugares donde se recopilaron los datos para el desarrollo de este trabajo de graduación.

Como parte inicial, se realizó un estudio para priorizar los proyectos de las comunidades en mención, contando con el apoyo de la municipalidad y los comités para proporcionar los datos e información necesaria para identificar los proyectos de mayor necesidad, seleccionándose los siguientes: Diseño geométrico del camino de la colonia Los cedros que conduce a la comunidad El Capulín y diseño de la red de alcantarillado sanitario para las colonias Los Cedros, Nueva Linda y Las Violetas.

En los capítulos uno y dos los encontrará en forma detallada cada uno de los aspectos técnicos y específicos que se utilizaron para la elaboración de los proyectos mencionados; también se presentan los presupuestos para la ejecución de cada uno de ellos, y en los anexos se presentan los cálculos hidráulicos y resultados gráficos, así como los planos correspondientes.

OBJETIVOS

Generales:

1. Planificar y diseñar el camino que de la colonia Los Cedros conduce a la comunidad El Capulín, municipio de Siquinalá, Escuintla.
2. Diseñar de la red de alcantarillado sanitario para las colonias Los Cedros, Nueva Linda y Las violetas, municipio de Siquinalá, Escuintla.

Específicos:

1. Proveer a los vecinos de la comunidad El Capulín un diseño geométrico formal de carretera, que les brinde un tránsito seguro.
2. Mejorar las condiciones de salud de los habitantes de las colonias Los Cedros, Nueva Linda y Las Violetas, a través de un diseño de alcantarillado sanitario.

INTRODUCCIÓN

Debido a que el número de habitantes aumenta cada año en el municipio de Siquinalá, esto conlleva a que el área poblada aumente y se extienda en su perímetro, generando la necesidad de implementar nuevos proyectos de infraestructura para cubrir las necesidades básicas de los pobladores.

Se determinó que es necesario hacer la planificación y el diseño de un alcantarillado sanitario para las colonias Los Cedros, Nueva Linda y Las Violetas, se observó que las aguas residuales corren a flor de tierra, siendo ésto un foco de contaminación para el ambiente y puede ser causante de enfermedades en la población.

Además, la importancia que tienen las vías de comunicación en el desarrollo de los pueblos y comunidades, se consideró la planificación y diseño geométrico del camino que de la colonia Los Cedros conduce a la comunidad El Capulín. Esta vía de acceso es utilizada por algunos pobladores de las comunidades del municipio, pues conduce a las aldeas El Capulín, Santa Rosa, Nispero, Belice y Lucerna, no cuentan con un camino adecuado para el tránsito vehicular.

Por lo anterior descrito y tomando en cuenta los aspectos económicos, sociales y culturales del municipio, el proyecto a desarrollar es el siguiente:

“Planificación y diseño geométrico del camino de la colonia Los Cedros que conduce a la comunidad El Capulín y diseño de la red de alcantarillado sanitario para las colonias Los Cedros, Nueva Linda y Las Violetas del municipio de Siquinalá, Escuintla.”

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Aspectos monográficos del municipio de Siquinalá, Escuintla

1.1.1. Generalidades y aspectos históricos

El municipio de Siquinalá tiene la categoría de la Municipal de Pueblo, por acuerdo del Ejecutivo se erigió el pueblo el 6 de marzo de 1867. Siquinalá significa CABEZA DE AGUA lengua cakchiquel: formada de las voces Tziquin=Cabeza y Aljá=AGUA. Traducción: Tsiqinaljá: CABEZA DE AGUA.

Aunque existen otras versiones, ésta resulta ser la verdadera, pues se identifica con la naturaleza del lugar; ya que la antigua población de Tziqinaljá de origen cakchiquel, se asentaba en EL PEÑÓN (gran CABEZA de piedra que brotaba AGUA) de lo cual hay evidencias, pues existen algunas ruinas de antiguas construcciones en aquel lugar. El traslado al sitio que hoy ocupa este pueblo, se debió principalmente a los destrozos causados por fenómenos naturales. El nombre original Tziqinaljá se derivó en el actual Siquinalá con el cual se le conoce.

Desde fin del siglo XVI sobrevino una época fatal para el pueblo, durante la cual las extorsiones de los estancieros, las epidemias causadas por la excesiva elaboración de añil, la corrupción y costumbres llevadas por la multitud de aventureros que iban en busca de fortuna, la embriaguez casi general de los indígenas y muchos otros motivos fueron diezmando la población, haciendo decaer la agricultura y reduciendo aquellas fértiles comarcas a bosques incultos, que en su seno encerraban algunas señales de su antigua prosperidad.

El pueblo de Santa Catalina de Siquinalá está situado en tierra de costa caliente y húmeda tempestuosa, está el pueblo cerca de un promontorio o peñón, que se descubre a mucha distancia, su temperatura no es tan caliente como los otros de la costa, tiene unos grados menos de calor, por irse avvicinado a la sierra, aunque no está distante del mar.

1.1.2. Aspectos físicos

1.1.2.1. Extensión territorial

Siquinalá, municipio del departamento de Escuintla, cuenta con una extensión territorial de 168 kilómetros cuadrados y se encuentra a una altura de 336.58 metros sobre el nivel del mar, por lo que generalmente su clima es cálido. La densidad poblacional según las proyecciones realizadas por la Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia que presenta el municipio es de 64 personas por kilómetro cuadrado, en el año 2002 incrementando para el año 2003 a 65 personas.

Dentro del municipio se localizan las principales comunidades descritas a continuación: Nispero, Capulín, Belice, Lucerna, Los Cedros, Tierra Verde, Peña Flor, Las Palmas, Campamento y San Francisco.

1.1.2.2. Ubicación geográfica

El municipio de Siquinalá se encuentra situado en la parte norte del departamento de Escuintla, en la Región V o Región Central. Se encuentra a una altura de 336.58 metros sobre el nivel del mar, por lo que generalmente su clima es cálido. Se localiza en la latitud 15° 18' 21" y en la longitud 90° 00' 58".

1.1.2.3. Colindancias

Sus límites territoriales son: al norte con Santa Lucía Cotzumalguapa y Escuintla, al este con Escuintla, al Sur con la Democracia y al oeste con Santa Lucía Cotzumalguapa (todos del departamento de Escuintla).

1.1.2.4. Vías de acceso y comunicación

Se llega al municipio por la carretera Internacional del pacífico CA-2 del parque de la cabecera departamental y municipio de Escuintla en dirección, oeste a 23 kilómetros de la cabecera de Siquinalá, de donde son 8 Km. Para la cabecera de Santa Lucía Cotzumalguapa.

1.1.2.5. Características topográficas

Accidentes orográficos: Montaña: El Níspero Cerros: El Campanario, El Peñón, El Sobretudo.

Accidentes hidrográficos: Ríos: Acomé, Cuaches, Las Pilas, Achiguate, Cucunhá, Mazate, Agua Zarca, El Capulín, Melina, Agüero, El Tigre, Pantaleón, Cangrejo, El Jutillo, Platanares, Ceniza, La Parida, Tanilyá (aguas abajo cambia a Obispo), Colojate, La Toma, Zarco, Colojatillo, Las Marías Zarza.

Riachuelos: Cancún, La Azotea.

Zanjones: El Cantil, Lempa

Quebradas: Ancha, El Convento, La Arenera, Los Encuentros del Níspero, El Jute, La Ceiba, Pueblo Nuevo, Zarca de la Pulpa, El Volador, La Lagunilla, Toma de San Víctor.

Catarata: Capulín.

1.1.2.6. Características climáticas

El clima es cálido en la mayoría del territorio, registrándose temperaturas que oscilan entre los 21° y 34° centígrados promedio. De acuerdo con la clasificación de zonas de vida de Guatemala, el municipio se encuentra dentro de ellas, las cuales se describen a continuación:

Bosque Húmedo Subtropical Templado (BHS-t): Tiene una extensión de 197.02 kilómetros cuadrados, representa el 0.16% de la cobertura total, la precipitación varía entre 1,100 a 1349mm anuales, la biotemperatura va de 20 a 26 grados centígrados.

Bosque húmedo subtropical: cálido (bh-sc): Que tiene un patrón de lluvias que va desde 1,200 a 2,000 mm anuales, las biotemperaturas son de alrededor de 30°C. Promedio.

El municipio se caracteriza de tener temperaturas inferiores a las de los municipios aledaños, ésto debido al abundante bosque existente y a las montañas que la rodean.

1.1.3. Actividad económica

El municipio se caracteriza por sus valiosas fincas dedicadas a la crianza de ganado, la elaboración de aceites esenciales, así como de panela y azúcar que se obtiene de las plantaciones de caña dentro de la jurisdicción, especialmente del ingenio Pantaleón.

Principales cultivos: Los principales cultivos que se producen en ésta zona son los que se menciona a continuación no siendo el orden de

importancia: caña de azúcar, café, maíz, palo de hule, cítricos, plantas ornamentales, banano, frijol, frutas varias, hoja de sal, cacao, xate, plátano, pacaya, aguacate y coco.

Sistema de riego de acuerdo a la información del MAGA sobre la infraestructura de apoyo en sistemas de riego, únicamente en el sector privado. Específicamente el Ingenio Pantaleón con una cobertura de 14,000 ha. para el cultivo de caña de azúcar; el abastecimiento del agua es tomando de fuentes superficiales, ya sea por aspersión o por gravedad, si bien es cierto que existe un sistema de riego, no beneficia en nada a la población dedicada a la agricultura, ya que no está enfocado a otros productos y grupos de agricultores, únicamente a este propietario y a su plantación.

1.1.4. Servicios públicos existentes

Los servicios públicos municipales en el área urbana se puede mencionar los siguientes: agua potable, sistema de alcantarillado sanitario, mercado tipo cantonal, cementerio cantonal, edificio municipal, salón municipal, disposición de desechos sólidos y servicios de telefonía.

1.1.5. Educación

En el municipio se cuenta con un total de trece edificios educativos para el nivel pre primario, ubicados en diferentes aldeas con una población escolar de 598 alumnos, para el nivel primario se cuenta con un total de veinte tres edificios educativos, con una población escolar de 3,082 estudiantes, un establecimiento para el nivel básico con una población escolar de 700 estudiantes, no se cuenta con la educación de nivel diversificado.

En las escuelas públicas de nivel pre primario y primario se cuenta con un total de 64 maestros, los cuales imparten clases en horario regular. Agregando dos academias de mecanografía y una de computación, además una biblioteca municipal y una parroquial.

1.1.6. Salud

Según registros de la localidad, las enfermedades más frecuentes que padece la población en su orden de importancia son: infecciones respiratorias, síndrome diarreico, bronquitis y micosis.

Las formas de tratamiento de estas enfermedades por lo regular se efectúan con medicina química, recurriendo a la mayoría de casos al centro de salud o clínicas privadas.

Las prácticas preventivas en la población son mínimas, frente a tal situación instituciones como el centro de salud, entre otras, efectúan esfuerzos de información y concientización sobre la necesidad de implementar medidas necesarias para reducir la incidencia de enfermedades recurrentes.

1.1.7. Organización social

La población Siquinalá cuenta con un total de 16,660 habitantes integrada de la siguiente manera: 5% raza indígena y 95% no indígena. Constituida por cincuenta punto cincuenta y uno por ciento (50.51%) hombres y cuarenta y nueve punto cuarenta y nueve por ciento (49.49%) mujeres, dicha población está casi equilibrada existiendo una pequeña diferencia de 111 hombres más sobre el universo de mujeres.

1.1.8. Problemas y necesidades identificadas

De acuerdo al diagnóstico practicado en el municipio de Siquinalá, departamento de Escuintla, se determinaron las necesidades de los siguientes servicios:

1.1.8.1. Vías de comunicación

Actualmente, el camino de acceso que de la colonia los Cedros conduce a la comunidad El Capulín se encuentra en condiciones inadecuadas debido que durante la temporada de invierno sufre considerables daños, haciendo que dicho tramo se torne intransitable provocando así incomunicación, daños a vehículos y pérdidas económicas para los pobladores del lugar.

1.1.8.2. Evacuación de aguas residuales

Las colonias los Cedros, Nueva Linda y Las Violetas del municipio de Siquinalá, no cuentan con un sistema de alcantarillado sanitario, lo cual ocasiona que los habitantes del lugar evacúen las aguas residuales en lugares inadecuados, generando focos de transmisión de enfermedades gastrointestinales, por ello se consideró de vital importancia la planificación y el diseño de la red de alcantarillado sanitario para dichas colonias.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño geométrico del camino de acceso que de la colonia Los Cedros, conduce a la comunidad El Capulín

2.1.1. Preliminar de campo

2.1.1.1. Levantamiento topográfico de la preliminar

Por medio de la visita de campo al camino existente, se identificaron los lugares con mayor pendiente y geometría que no se ajustaba a la velocidad de diseño, se determinaron los lugares donde podrían hacerse los cambios de línea necesarios para darle una mayor longitud de desarrollo a las pendientes y mayor grado de curvatura a la geometría de la carretera para que el diseño geométrico cumpliera con las condiciones necesarias.

2.1.1.2. Planimetría

Consiste en tomar en campo los ángulos y distancias horizontales que definen la ruta preliminar, haciendo uso de un teodolito y de una cinta métrica.

El levantamiento consiste en una poligonal abierta, formada por ángulos orientados a un mismo norte y distancias con estaciones intermedias cada 20 metros. Para el presente trabajo se realizó el levantamiento planimétrico usando el teodolito marca Sokia modelo DT-6, y se usó el método de conservación de azimut, con orientación de estación a estación por vuelta de campana.

Se midieron distancias no mayores de 20 metros, con la cinta colocada horizontalmente, bajando la medida exacta a los trompos mediante plomadas de centro. A fin de no perder las medidas entre estaciones, se marcaron con clavos.

Tabla I Ejemplo de libreta de planimetría

EST.	P.O.	AZIMUT	Distancia
0	1	294°41'20"	12.40
1	2	308°35'40"	54.00
2	3	272°07'00"	40.30
3	4	263°22'00"	90.00
4	5	257°18'40"	57.92
5	6	265°49'00"	91.12

2.1.1.3. Altimetría

Consiste en pasar una nivelación en todos los puntos señalados por el levantamiento planimétrico, al fijar bancos de marca cada 500 metros, los que deben ser ubicados en puntos permanentes o en monumentos de concreto, en los cuales se debe anotar la estación, la elevación y las distancias acumuladas, como cota de salida se fijará una arbitraria entera, la cual se recomienda sea un valor que al hacer el cálculo no permita obtener cotas negativas.

Tabla II Ejemplo de libreta de nivelación

Est.	P.O.	Vat	Vad	Observaciones
1	1.1	1.69		
	1.2		1.10	
	2	5.35		
2	2.1		2.28	

2.1.1.4. Secciones transversales

Por medio de las secciones transversales se podrá determinar las elevaciones transversales de la faja de terreno, que se recomienda sea como mínimo de 40 metros, es decir, 20 metros a cada lado a partir de la línea central definida en el levantamiento planimétrico. Éstas deberán ser medidas en forma perpendicular al eje, midiendo la distancia horizontal a que se está nivelando cada punto.

También deberán medirse secciones transversales en los fondos de los zanjones y en los lugares donde deba ir tubería de drenaje transversal.

Cuando la sección transversal tope con obstáculos imposibles de superar, como peñascos, casas, etc., no es necesario prolongar, sino que se anotará en la columna de observaciones el tipo de obstáculo y su altura o profundidad aproximadas.

2.1.2. Dibujo de preliminar

2.1.2.1. Planimétrico

El cálculo topográfico se efectúa en gabinete y consiste en conocer las coordenadas parciales y totales de cada vértice que compone la poligonal abierta, con la finalidad de contar con información suficiente para efectuar con facilidad la localización de ruta, los corrimientos de línea y otros factores.

Tabla III Cálculo topográfico

EST.	P.O.	Hi.	AZIMUT			HILOS			ANG. VERTICAL			DIST. INCL.	DIST. HOR.	X	Y	COTA
			G	M	S	SUP	MED	INF	G	M	S					
	E-1	1.50												0.000	0.000	2680.00
E-1	1.1		11	14	25	1.125	1.00	0.875	87	24	31		24.95	4.86	24.47	2681.63
	1.2		219	40	30	1.075	1.00	0.925	87	43	6		14.98	-9.56	-11.53	2681.10

Los resultados de las anteriores coordenadas se presentan en planos del apéndice.

2.1.2.2. Altimétrico

Con los datos obtenidos en el campo se procede a calcular las cotas de cada punto marcado como máximo a 20 metros sobre la línea central del levantamiento planimétrico.

Los datos que se obtuvieron en el campo son: caminamiento, vista atrás, vista intermedia y punto de vuelta; todo esto a partir de una cota conocida. Tiene que calcularse la altura del instrumento para cada punto de vuelta y la cota usando las siguientes fórmulas:

$$\text{Elevación} = \text{HI} - V_{ad}$$

$$\text{HI} = \text{Elevación Anterior} + V_{at}$$

donde:

HI = Altura de instrumento

V_{ad} = Vista adelante

V_{at} = Vista atrás

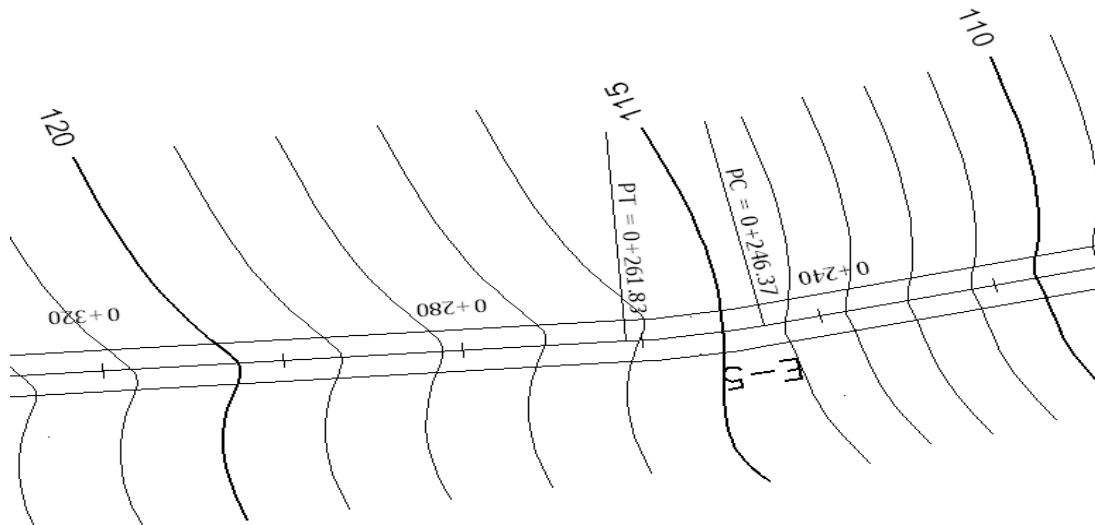
Tabla IV Cálculo de libreta de nivelación

Est.	P.O	V _{at}	AI	V _{ad}	PV	Cota
1	1.1	2681.63	1.63			2680.00
	1.2			0.53		2681.10
2	2.1			4.07		2676.93
	2.2			7.14		2674.49

2.1.2.3. Curvas de nivel

Es la representación gráfica de los niveles de la carretera, que pueden localizarse por interpolación, de acuerdo con las distancias obtenidas en el levantamiento planimétrico y los niveles del levantamiento altimétrico y secciones transversales. Por medio de las curvas a nivel del levantamiento se determinaron las pendientes del terreno.

Figura 1. Curvas de nivel.



2.1.3. Normas para el estudio y proyección de carreteras

Al realizar el trabajo de campo, se inicia el estudio para fijar el eje de la carretera o diseño de la línea de localización. Un trazo óptimo es aquel que se adapta económicamente a la topografía del terreno, dependiendo del criterio adoptado que a su vez depende del volumen del tránsito y la velocidad de diseño a utilizar.

Una vez fijadas las especificaciones que regirán el proyecto geométrico, se busca una combinación de alineamientos que se adapte a las condiciones del terreno y que cumplan con los requisitos establecidos. Existen factores que suelen forzar una línea influyendo en la determinación de los alineamientos horizontal y vertical de una carretera, por lo que es necesario tomar una serie de normas generales que han surgido a través de la práctica y del sentido común.

Debido a la dependencia entre sí de los alineamientos, que deben de guardar una relación que permita la construcción con el menor movimiento de tierras posible y con el mejor balance entre los volúmenes de excavación y relleno a producirse, obligan en determinadas circunstancias al no cumplimiento de estas normas, solamente cuando sean justificables por razones económicas, sin olvidar la importancia de éstas recomendaciones para lograr el diseño de carreteras seguras y de tránsito cómodo.

2.1.3.1. Normas generales para el alineamiento horizontal

Tangente mínima: se define como tangente mínima la distancia entre dos curvas, la cual debe cumplir con la siguiente especificación.

$$Tg_{\min} = (Ls1 + Ls2) (0.5)$$

La seguridad del tránsito que debe ofrecer el proyecto es la condición que debe tener preferencia.

La topografía condiciona muy especialmente los radios de curvatura y velocidad del proyecto.

La distancia de visibilidad debe ser tomada en cuenta en todos los casos, porque con frecuencia, la visibilidad requiere radios mayores que la velocidad en si.

El alineamiento debe ser tan direccional como sea posible, sin dejar de ser consistente con la topografía. Una línea que se adapta al terreno natural es preferible a otra con tangentes largas, pero con repetidos cortes de terraplenes.

Para una velocidad de proyecto dada, debe evitarse dentro de lo razonable, el uso de curvaturas máximas permisibles. El proyectista debe tender, por lo general, a usar curvas suaves, y dejar las de curvatura máxima para condiciones muy críticas.

Debe procurarse un alineamiento uniforme que no tenga quiebres bruscos en su desarrollo, por lo que tienen que evitarse curvas forzadas después de tangentes largas o pasar repentinamente de tramos de curvas suaves a otro de curvas forzadas.

En terraplenes altos y largos son aceptables alineamientos rectos o de muy suave curvatura, pues es muy difícil para un conductor percibir alguna curva forzada y ajustar su velocidad a las condiciones prevalecientes.

2.1.3.2. Normas generales para el alineamiento vertical

En perfil longitudinal de una carretera, la sub-rasante es la línea de referencia que define el alineamiento vertical. La posición de la sub-rasante depende, principalmente de la topografía de la zona atravesada, pero existen otros factores que deben considerarse también:

La condición topográfica del terreno influye en diversas formas al definir la sub-rasante. Así, en terrenos planos, la altura de la sub-rasante sobre el terreno es regulada, generalmente, por el drenaje. En terrenos en lomerío se adaptan sub-rasantes onduladas, las cuales convienen, tanto en razón de operación de los vehículos como por la economía del costo de las carreteras. En terrenos montañosos la sub-rasante es controlada estrechamente por las restricciones y condiciones de la topografía.

Una sub-rasante suave con cambios graduales es consistente con el tipo de camino y el carácter del terreno; a ésta clase de proyecto debe dársele preferencia, en lugar de uno con numerosos quiebres y pendientes en longitudes cortas. Los valores de diseño son: la pendiente máxima y la longitud crítica, pero la manera en que éstos se aplican y adaptan al terreno para formar una línea continua, determina la adaptabilidad y la apariencia del producto terminado.

Deben evitarse vados formados por curvas verticales muy cortas, pues el perfil resultante se presta a que las condiciones de seguridad y estética sean muy pobres.

Dos curvas verticales sucesivas y en las mismas direcciones separadas por una tangente vertical corta, deben ser evitadas, particularmente en

columpios donde la vista completa de ambas curvas verticales no es agradable. Este efecto es muy notable en caminos divididos con aberturas espaciadas en la faja separadora central.

2.1.3.3. Normas AASHTO

Estas normas se refieren a las especificaciones de los materiales, métodos de comprobación, y especificaciones para la prueba de equipos; tienden a ser flexibles, de acuerdo con las necesidades y características de los materiales locales, mas no así para los materiales fabricados, tales como cemento, acero, asfaltos, etc.

Muchas de éstas especificaciones están de acuerdo con aquéllos de la Sociedad Americana de Ensayos y Materiales

2.1.3.4. Normas ASTM

Creada en 1898, ASTM Internacional es una de las mayores organizaciones en el mundo, que desarrollan normas voluntarias por consenso. ASTM es una organización sin ánimo de lucro, que brinda un foro para el desarrollo y publicación de normas voluntarias por consenso, aplicables a los materiales, productos, sistemas y servicios.

Los miembros de esta organización desarrollan documentos técnicos que son la base para la fabricación, gestión y adquisición, y para la elaboración de códigos y regulaciones.

2.1.4. Diseño geométrico de carreteras

2.1.4.1. Alineamiento horizontal y vertical

El alineamiento horizontal deberá permitir la operación ininterrumpida de los vehículos, tratando de conservar la misma velocidad en la mayor longitud de carretera que sea posible.

Los rangos de velocidad dependen directamente de la topografía del terreno y de las necesidades del entorno, teniéndose entonces diferencias de velocidades en tramos contiguos, se admite una diferencia máxima de 20 Km./h entre las velocidades de tramos contiguos. En caso de superar esa diferencia debería intercalarse entre ambos, uno o varios tramos que cumplan esa limitación, y proporcionen un adecuado escalonamiento de velocidades.

En general, el relieve del terreno es el elemento de control del radio de las curvas horizontales y el de la velocidad. Esta última, a su vez, controla la distancia de visibilidad.

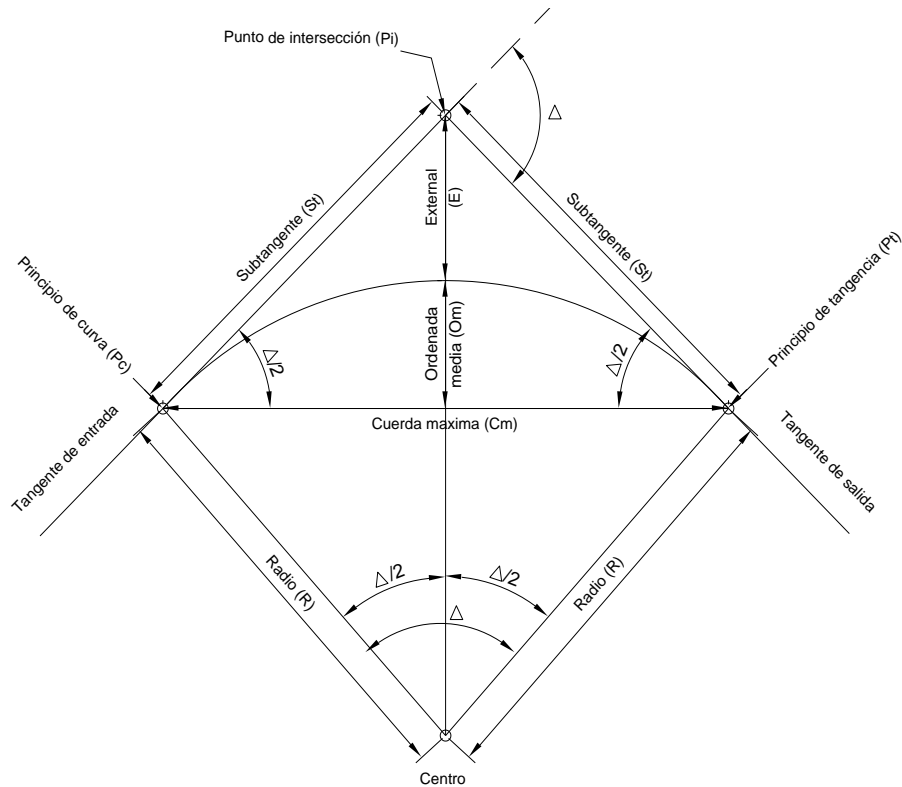
El trazado en planta de un tramo se compondrá de la adecuada combinación de los siguientes elementos: recta, curva circular y curva de transición.

2.1.4.2. Diseño de curvas horizontales

Se le llama curva circular horizontal, al arco de circunferencia del alineamiento horizontal que une dos tangentes, luego de calcular los puntos de intersección, las distancias y los azimut, se procede al cálculo de las partes de curva que servirán para el trazo de la carretera.

Una vez escogida la curva, se calculan sus elementos, entre los que se encuentran la subtangente (St), el largo de curva (Lc), el radio (R), el principio de curva (PC), el delta (Δ), la cuerda máxima (CM), la ordenada media (Om), el external (E), el centro de la curva, el punto de intersección (PI), como se muestra en la figura siguiente:

Figura 2. Elementos de curva horizontal



Cuerda máxima (Cm)

Es la distancia en línea recta desde el principio de curva (Pc) al Principio de tangencia (Pt) ver figura 2

$$\text{Sen} \frac{\Delta}{2} = \frac{Cm/2}{R} \Rightarrow \frac{Cm}{2} = R * \text{Sen} \frac{\Delta}{2} \Rightarrow Cm = 2 * R * \text{Sen} \frac{\Delta}{2}$$

Ejemplo: $\Delta = 87^\circ 37'42'' = 87.6283$, $G=24$, $r=47.00$

$$Cm = 2 * R * \text{Sen} \frac{\Delta}{2} = 2 * 47.00 * \text{sen} \frac{87.6283}{2} = 32.5391$$

Longitud de curva (Lc)

Es la longitud del arco comprendida entre el principio de curva (PC) y el principio de tangencia (PT).

$$\frac{LC}{2\pi R} = \frac{\Delta}{360} \Rightarrow LC = \frac{2\pi R \Delta}{360}$$

$$LC = \frac{2\pi * \frac{1145.9156}{G} * \Delta}{360} = \frac{2\pi * 1145.9156 * \Delta}{360 * G} = \frac{20 * \Delta}{G}$$

Ejemplo:

datos:

$\Delta = 87^\circ 37'42'' = 87.6283$, $G = 24$ para calcular la longitud de curva (LC).

$$LC = \frac{20 * \Delta}{G} = \frac{20 * 87.6283}{24} = 73.0235$$

Tangentes (Tg)

Las tangentes del alineamiento horizontal tienen longitud y dirección. La longitud es la distancia existente entre el fin de la curva horizontal anterior y el principio de la curva siguiente. La dirección es el rumbo.

La longitud mínima de una tangente horizontal es el promedio de las dos longitudes de transición de las dos curvas entre la tangente, que se requiere para combinar en forma conveniente la curvatura, la pendiente transversal y el ancho de la corona. En teoría, la longitud máxima puede ser indefinida, por ejemplo, en zonas muy llanas; sin embargo, en estas regiones se limita a 15 kilómetros por razones de seguridad, ya que las longitudes mayores causan somnolencia y dañan los ojos de los operadores.

Para el cálculo de los estacionamientos de la línea de localización, se utilizan los datos de subtangente y longitud de curva, para obtener el PC, se restan la subtangente del punto de intersección, luego para obtener el principio de tangencia se suma la longitud de curva y así sucesivamente, Ejemplo:

datos:

$$G2 = 100^\circ$$

$$\Delta 2 = 96^\circ 38' 5''$$

$$LC = 19.33$$

$$St2 = 12.87$$

$$St1 = 13.15$$

Solución:

$$PI1 = 12 + 496.47$$

$$PI2 = 12 + 536.43$$

$$Tg = (EstPI2 - EstPI1) - (St1 + St2)$$

$$Tg = (12536.43 - 12496.47) - (13.15 + 12.87)$$

$$Tg = 13.94$$

$$Pc1 = PI1 + Tg$$

$$Pc1 = 12 + 496.47 + 13.94$$

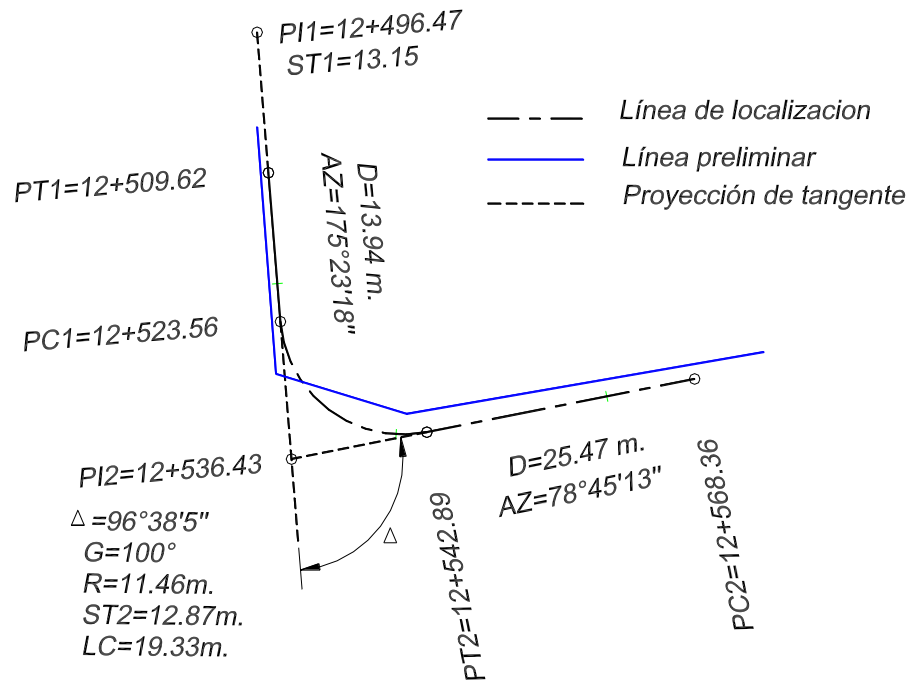
$$Pc1 = 12 + 523.56$$

$$Pt2 = Pc1 + Lc2$$

$$Pt2 = 12 + 523.56 + 19.33$$

$$Pt2 = 12 + 542.89$$

Figura 3. Curva horizontal



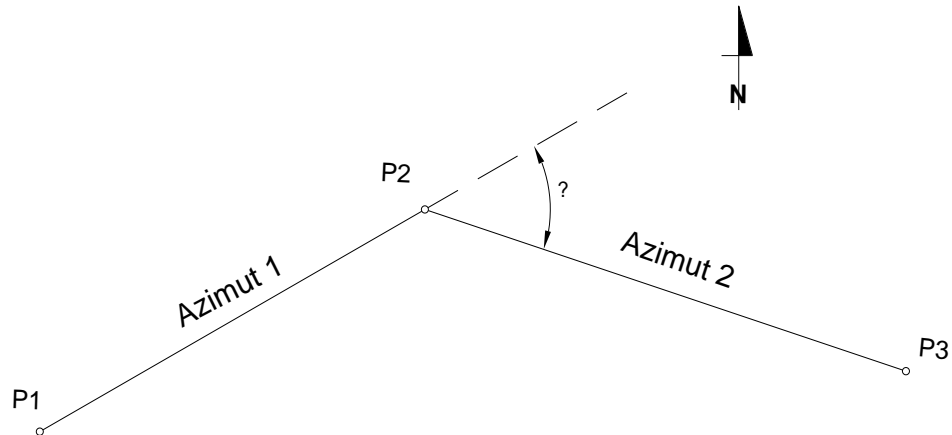
Cálculo de delta (Δ).

Entre dos azimuts existe un delta o diferencia angular, la forma de calcular es restando el azimut 2 del azimut 1. El Δ sirve para escoger el tipo de curva que se utilizará, mientras más grande es el Δ se utiliza un grado de curvatura mayor.

Figura 4. Cálculo de delta (Δ)

$$\text{Azimut1} = 70^\circ$$

$$\text{Azimut2} = 110^\circ$$



Ejemplo:

$$\Delta = \text{azimut2} - \text{azimut1}$$
$$\Delta = 110^\circ - 70^\circ$$
$$\Delta = 40^\circ$$

Para un $\Delta = 40$ grados como en el ejemplo se utiliza una curva grado 24, según la Dirección General de Caminos.

External (E)

Es la distancia desde el PI al punto medio de la curva ver figura 2.

$$\text{Cos} \frac{\Delta}{2} = \frac{R}{R+E}$$

$$R * \text{Cos} \frac{\Delta}{2} + E * \text{Cos} \frac{\Delta}{2} = R$$

$$E * \text{Cos} \frac{\Delta}{2} = R - R * \text{Cos} \frac{\Delta}{2}$$

$$E = \frac{R - R * \text{Cos} \frac{\Delta}{2}}{\text{Cos} \frac{\Delta}{2}} \Rightarrow E = \frac{R(1 - \text{Cos} \frac{\Delta}{2})}{\text{Cos} \frac{\Delta}{2}} = R \left(\text{Sec} \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$$

Ejemplo: se tiene que $\Delta = 87^\circ 37'42'' = 87.6283$, $G=24$, $R=47.00$

$$E = R * \text{Sec} \frac{\Delta}{2} = 47.00 * \text{Sec} \frac{87.6283}{2} = 18.1340$$

Ordenada media (Om)

Es la distancia dentro del punto medio de la curva y el punto medio de la cuerda máxima, ver figura 2.

$$\text{Cos} \frac{\Delta}{2} = \frac{R - Om}{R}$$

$$R * \text{Cos} \frac{\Delta}{2} = R - Om$$

$$Om = R - R * \text{Cos} \frac{\Delta}{2}$$

$$Om = R(1 - \text{Cos} \frac{\Delta}{2})$$

Ejemplo: se tiene que $\Delta = 87^\circ 37'42'' = 87.6283$, $G=24$, $r=47.00$

$$Om = R(1 - \text{Cos} \frac{\Delta}{2}) = 47.00 * (1 - \text{Cos} \frac{87.6283}{2}) = 13.0853$$

Subtangente (St)

Es la distancia entre el principio de curva (PC) y el punto de intersección (PI), ya que la curva es simétrica, la distancia entre el punto de intersección (PI) y el principio de tangencia (PT) es igual. Ver figura 2.

$$\text{Tg} \frac{\Delta}{2} = \frac{St}{R} \Rightarrow St = R * \text{Tg} \frac{\Delta}{2}$$

Ejemplo: se tiene que $\Delta = 87^\circ 37'42'' = 87.6283$, $G=24$, $r=47.00$

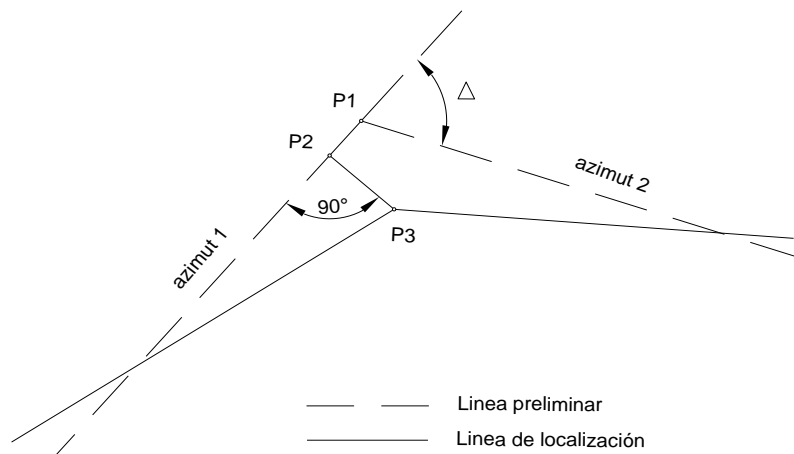
$$St = R * Tg \frac{\Delta}{2} = 47.00 * tg \frac{87.6283}{2} = 45.093$$

Corrimiento de la línea

La línea de localización se diseña de acuerdo a la topografía del terreno, en la cual se ubican puntos fijos como puentes, casas, poblaciones, ríos, rellenos, roca, etc.

Cuando el levantamiento se hace para rehabilitar una carretera, la línea de localización coincide con la línea preliminar, en algunos tramos, en tanto que en donde se hacen modificaciones no coinciden, ésta permite establecer puntos de control entre la línea preliminar y de localización como se muestra en la figura siguiente:

Figura 5. Corrimiento de línea



datos

Distancia entre P3 y P2 = 0.62 m.

Distancia entre P1 y P2 = 0.55 m.

Coordenadas PI preliminar P1 = -3,223.18, -7,221.23

Azimut 1 = 54.1328

Cálculo

$$\text{Azimut invertido} = 54.1328 + 180 = 234.1328$$

$$\Delta X = \text{seno}(234.1328) * 0.55 = -0.4457$$

$$\Delta Y = \text{coseno}(234.1328) * 0.55 = -0.3222$$

$$\text{Coordenadas totales punto P2} = -3,223.18 + (-0.4457), -7,221.23 + (-0.3222)$$

$$P2 = -3,223.6257, -7,221.5522$$

$$\text{Nuevo azimut} = 234.1328 - 90 = 144.1328$$

$$\Delta X = \text{seno}(144.1328) * 0.62 = 0.3633$$

$$\Delta Y = \text{coseno}(144.1328) * 0.62 = -0.5024$$

$$\text{Coordenadas totales punto P3} = -3,223.6257 + (-0.3633), -7,221.5522 + (-0.5024)$$

$$P3 = -3,223.9890, -7,222.0546$$

El procedimiento es aplicable en todos los puntos de la línea de localización, donde usando relación de triángulos, ley de senos y cósenos, se calculan coordenadas totales.

Las distancias P1-P2 y P2-P3 se denominan puntos de control, son importantes, ya que amarran las líneas de preliminar y localización las que pueden verificarse en campo.

2.1.4.3. Diseño de curvas verticales

Su finalidad es proporcionar suavidad al cambio de pendiente, estas curvas pueden ser circulares o parabólicas aunque la más usada en nuestro país, por la Dirección General de Caminos, ya que es la parabólica simple, debido a la facilidad de cálculo y a su gran adaptación a las condiciones de terreno.

Pendiente positiva y negativa: se entiende por pendiente positiva aquella en la cual a medida que se avanza sobre la carretera, se incrementa la altura respecto del punto anterior, es decir se va hacia arriba en determinado tramo. Se entiende por pendiente negativa aquella en la cual a medida que se avanza sobre la carretera, decrece la altura respecto del punto anterior, es decir se va hacia abajo en determinado tramo.

Pendiente máxima: es la mayor pendiente que se permite en el proyecto y queda determinada por el volumen, la composición del tránsito y la topografía del terreno. Se emplea cuando convenga desde el punto de vista económico, para salvar ciertos obstáculos, siempre que no sobrepase la longitud crítica.

Pendiente mínima: se fija para permitir el drenaje. En los terraplenes puede ser nula (0%), debido a que en ese caso actúa el drenaje transversal; en los cortes se recomienda el 2% mínimo para garantizar el buen funcionamiento de las cunetas, en algunas ocasiones la longitud de los cortes y la precipitación pluvial podría llevar a aumentarla.

Longitudes de curvas verticales: en el momento de diseñar las curvas verticales deben tenerse presentes las longitudes de éstas para evitar traslapes entre curvas, dejando también la mejor visibilidad posible a los conductores.

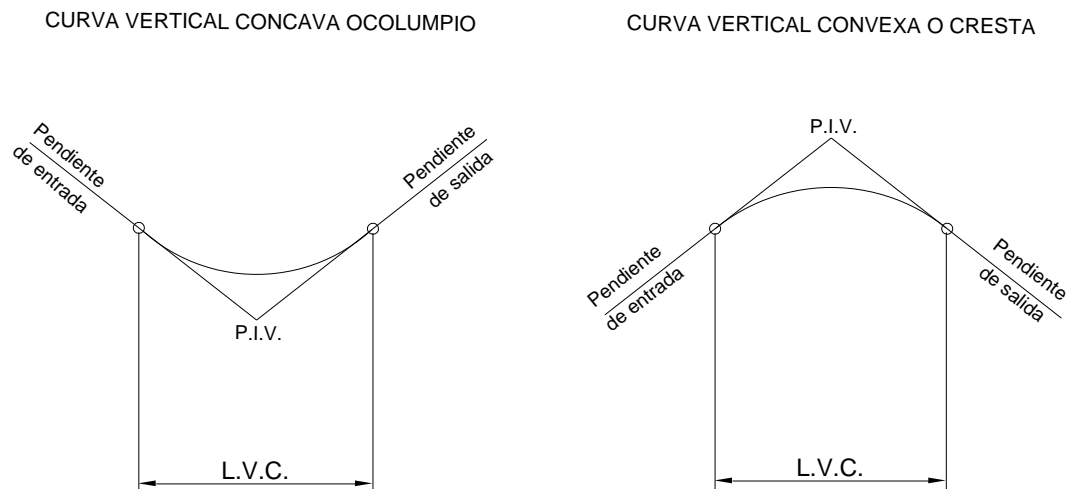
En diseños de carreteras para áreas rurales, se ha normalizado entre los diseñadores usar como longitud mínima de curva vertical la que sea igual a la velocidad de diseño.

Lo anterior reduce considerablemente los costos del proyecto, ya que las curvas amplias conllevan grandes movimientos de tierra.

Curva cóncava: existen curvas en descenso con ambas pendientes negativas denominadas cóncavas, también conocidas como curvas en columpio.

Curva convexa: también existen curvas en ascenso con ambas pendientes positivas denominadas convexas, conocidas como curvas en cresta.

Figura 6 Curva vertical cóncava, convexa



Valores K para visibilidad de parada: La longitud mínima de las curvas verticales, se calcula con la expresión siguiente:

$$L = K * A$$

siendo:

L = Longitud mínima de la curva vertical en metros.

A = Diferencia algebraica de las pendientes de las tangentes verticales, en %.

K = Parámetro de la curva.

Se han tabulado valores constantes “K” para determinar la longitud mínima de las curvas verticales a usarse según la velocidad de diseño y si la curva es cóncava o convexa.

Tabla V Valores de k para curvas cóncavas y convexas

Velocidad de diseño En K.P.H.	Valores de K, según tipo de curva	
	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

Cálculo de sub-rasante: las curvas verticales pueden ser cóncavas o convexas, según su forma; la corrección máxima en la curva vertical es la ordenada media y puede calcularse con la fórmula siguiente:

$$Om = \frac{P2 - P1}{800} * L.C.V.$$

OM = Ordenada media.

P1 = Pendiente de entrada

P2 = Pendiente de salida.

L.C.V.= Longitud de curva vertical.

La corrección para cualquier punto en una curva vertical se obtiene de la fórmula siguiente:

$$Y = \frac{Om}{\left[\frac{L.C.V.}{2}\right]^2} m * D^2$$

$$Y = K * D^2$$

$$K = \frac{Om}{\left[\frac{L.C.V.}{2}\right]^2}$$

donde Y = corrección en cualquier punto de la curva

D = distancia del punto intermedio de la curva a la estación deseada.

Ejemplo: encontrar las cotas de la rasante corregida, de la siguiente curva vertical.

K= 2 según tabla

Diferencia algebraica $A = 11.81 - (-3.15) = 14.96$

$$L = K * A$$

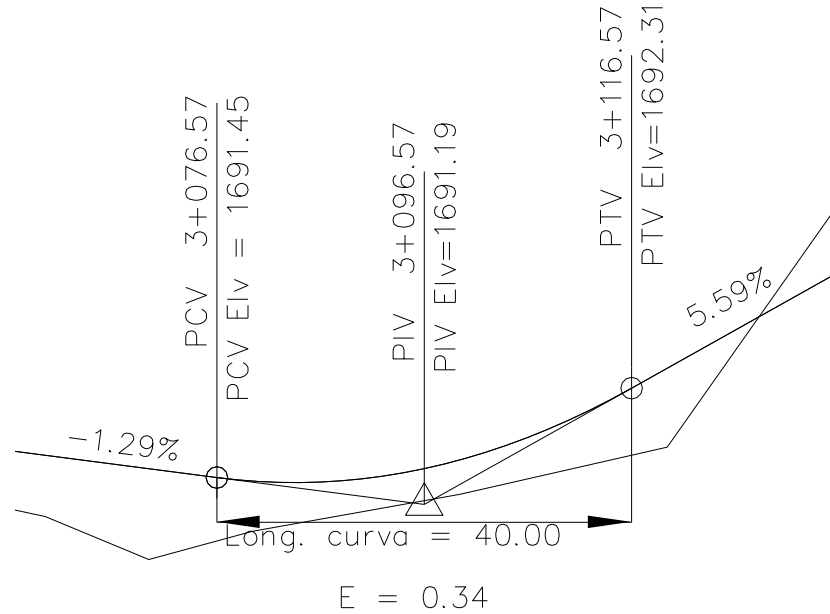
$$L = 2 * 14.96 = 29.92$$

Como la longitud mínima es 24.94 se usará L.C.V.=26.00

$$\text{Ordenada media } Om = \frac{A}{800} * L.C.V = \frac{14.96}{800} * 26.00 = 0.4862$$

$$K = \frac{Om}{\left[\frac{L.C.V.}{2}\right]^2} = \frac{0.4862}{\left[\frac{26.00}{2}\right]^2} = 0.0029$$

Figura 7. Curva vertical



2.1.4.4. Diseño de localización

Para realizar éstos cálculos se debe colocar en la planta las coordenadas totales de los puntos de intersección de la preliminar, además se deben colocar los rumbos y distancias de la línea preliminar; en la mayoría de los diseños horizontales existirán casos en donde la línea de localización coincida con la línea de preliminar. Cuando sea necesario se recurrirá a efectuar medidas gráficas para relacionar la línea de localización diseñada con la línea preliminar colocada en el campo.

2.1.4.5. Diseño de la subrasante

La subrasante es la línea trazada en perfil que define las cotas de corte o relleno que conformarán las pendientes del terreno, a lo largo de su trayectoria,

la subrasante queda debajo de la sub-base, base y capa de rodadura, en proyectos de asfalto y debajo del balasto en proyectos de terracería.

En un terreno montañoso, el criterio técnico para definir la subrasante es no exceder la pendiente máxima oscilante entre el 14% y el 16%, ni la curvatura mínima permitida para el uso que se le dará a la carretera; lo que también se relaciona con la sección a utilizar y el tipo de terreno.

La sub-rasante define el volumen del movimiento de tierras, el que a su vez se convierte en el renglón más caro en la ejecución, por lo que la subrasante es el elemento que determina el costo de la obra; por esta razón, un buen criterio para diseñarla, es obtener la sub-rasante más económica. Es necesario apuntar que el relleno es mucho más costoso que el corte, por lo que hay que tomar en cuenta tal situación para definir lo óptimo.

En la mayoría de los casos el criterio técnico y el económico se encuentran en contradicción, pero en el caso presente, que se trata de un camino rural, ambos deben contribuir a la obtención de una ruta de acceso transitable en toda época del año, que será el objetivo que dominará sobre los anteriores.

Para calcular la sub-rasante, es necesario disponer de los siguientes datos:

- La sección típica que se utilizará.
- El alineamiento horizontal del tramo.
- El perfil longitudinal del mismo.
- Las secciones transversales.
- Las especificaciones o criterios que regirán el diseño.

- La clase de material del terreno.
- Los puntos obligados de paso.
- De preferencia, el diseñador debe haber visitado el tramo que va a diseñar; además se deben considerar los tramos que pueden quedar alanceados en mayores a 500 metros.

Tabla VI. Estándares de diseño de carretera

T.P.D.A de	Carretera	Velocidad de diseño (km.)	Radio mínimo (m.)	Pendiente máxima (%)	Ancho de calzada
	Tipo "A"				2 x 7.20
3000.00	Llanas	100.00	375.00	3.00	
A	Onduladas	80.00	225.00	4.00	
5000.00	Montañosas	60.00	110.00	5.00	
	Tipo "B"				7.20
1500.00	Llanas	80.00	225.00	6.00	
A	Onduladas	60.00	110.00	7.00	
3000.00	Montañosas	40.00	47.00	8.00	
	Tipo "C"				6.50
900.00	Llanas	80.00	225.00	6.00	
A	Onduladas	60.00	110.00	7.00	
1500.00	Montañosas	40.00	47.00	8.00	
	Tipo "D"				6.00
500.00	Llanas	80.00	225.00	6.00	
A	Onduladas	60.00	110.00	7.00	
900.00	Montañosas	40.00	47.00	8.00	
	Tipo "E"				5.50
100.00	Llanas	50.00	75.00	8.00	
A	Onduladas	40.00	47.00	9.00	
500.00	Montañosas	30.00	30.00	10.00	
	Tipo "F"				5.50
10.00	Llanas	40.00	47.00	10.00	
A	Onduladas	30.00	30.00	12.00	
100.00	Montañosas	20.00	18.00	14.00	

2.1.5. Movimiento de tierras

2.1.5.1. Cálculo de áreas de secciones transversales

La topografía del terreno en el sentido perpendicular a la línea central de la carretera, determina el volumen de movimiento de tierras necesario en la construcción de un proyecto carretero.

Al tomar en cuenta la sección topográfica transversal, se localiza el punto central de la carretera, el cual puede quedar ubicado sobre el terreno natural; se marca con esta área de relleno y debajo del terreno natural, el área de corte, a partir de la cual se habrá de trazar la sección típica.

Se estimará el ancho de rodadura, con su pendiente de bombeo de 2% o el peralte que sea apropiado, si corresponde a un caminamiento en curva horizontal; el ancho del hombro de la carretera, con su pendiente, taludes de corte y relleno, según se presente el caso, determinando su pendiente en razón con el tipo de material del terreno y la altura que precisen. Es de hacer notar que cuando sea necesario, se marcará un espacio de remoción de capa vegetal en que se cortará, en una profundidad aproximada de 30 cm. Éste se considera en un renglón diferente al corte para material de préstamo, no así cuando se considere corte de material de desperdicio.

El perfil exacto de la cuneta, por lo general, se calcula aparte para considerarlo como excavación de canales, se mide o calcula el área enmarcada entre el trazo del perfil del terreno y el perfil que se desea obtener, clasificando así separadamente el corte y el relleno necesario.

Los taludes recomendados para el trazo de la sección típica, bien sea en corte o en relleno, se muestran a continuación:

Tabla VII. Relación para corte y relleno

Corte		Relleno	
Altura	H:V	Altura	H:V
0 - 3	2:1	0 - 3	2:1
3 - 7	1:2	>3	3:2
>7	1:3		

Para medir el área en forma gráfica, se puede realizar un planímetro polar, si no se dispone de un planímetro, puede calcularse el área, asignando coordenadas totales como se considere conveniente y aplicar el método de determinantes para encontrar el área.

$$Area = \left| \sum \left[\frac{\sum (X_t * Y_{t+1}) - \sum (Y_t * X_{t+1})}{2} \right] \right|$$

Tabla VIII. Cálculo de áreas de secciones transversales

X	Y
X0	Y0
X1	Y1
X2	Y2
X3	Y3
X4	Y4
X5	Y5
X6	Y6
X7	Y7
X0	Y0

$$a = \sum (X_t * Y_{t+1})$$

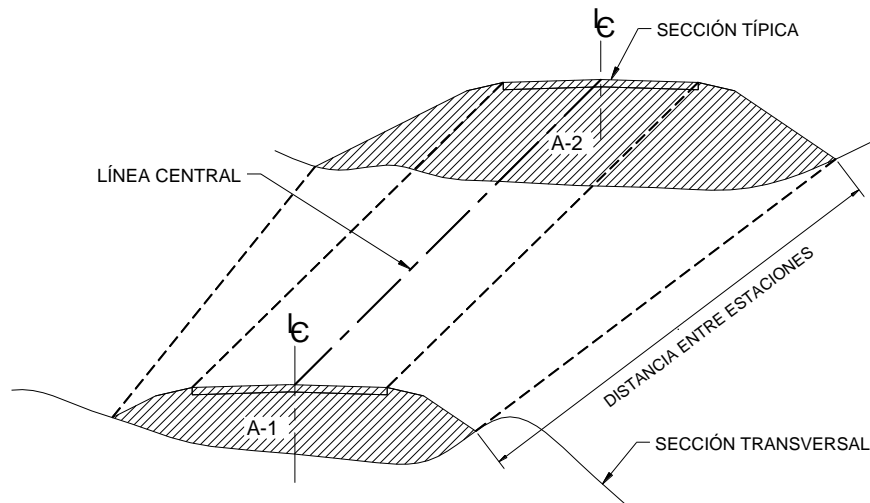
$$b = \sum (Y_t * X_{t+1})$$

$$AREA = \left| \frac{(a-b)}{2} \right|$$

2.1.5.2. Cálculo de volúmenes de movimiento de tierras

Cada una de las áreas calculadas anteriormente, constituye un lado de un prisma de terreno que debe rellenarse o cortarse; suponiendo que el terreno se comporta en una manera uniforme entre las dos estaciones, se hace un promedio de sus áreas y se multiplica por la distancia horizontal entre ellas; se obtienen así los volúmenes de corte y relleno en ese tramo.

Figura 8. Cálculo de volúmenes de movimiento de tierras



$$Vol = \left[\frac{(Area1 + Area2) * Distancia}{2} \right]$$

donde:

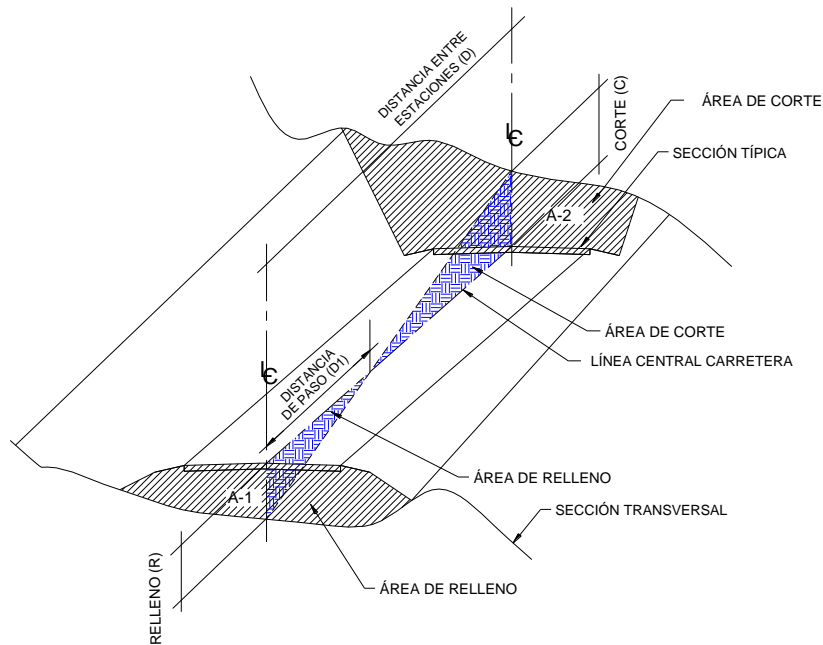
V = Volumen

A₁ = Área 1

A₂ = Área 2

Cuando en la sección transversal existan áreas de corte y de relleno deberán calcularse las distancias de paso, que son los puntos donde el área de la sección entre estaciones cambia de corte a relleno o viceversa.

Figura 9. Distancias de paso



Para determinar la distancia de paso se efectúa una relación de triángulos con la distancia entre estaciones, los cortes y los rellenos.

$$\frac{C + R}{D} = \frac{R}{D_1} \Rightarrow D_1 = \frac{R * D}{C + R}$$

Ejemplo: calcular la distancia de paso teniendo las secciones de relleno y corte siguientes:

Área de relleno = 11.25 m²

Área de corte = 8.45 m²

Distancia entre estaciones = 20m

$$D1 = \frac{R * D}{C + R} = \frac{11.25 * 20}{11.25 + 8.45} = 11.4213m$$

2.1.6. Diseño hidráulico

2.1.6.1. Drenajes

Estos son colocados en la carretera para evitar el deterioro, debido a que al filtrarse agua en el pavimento dañará el material existente en la sub-rasante provocándole daños. Las acumulaciones de agua son perjudiciales, la forma de que no afecten a la carretera es evacuándola o conduciéndola por medio de drenajes.

La vida útil de la carretera depende mucho de los drenajes, éstos evitan derrumbes o deslizamientos, para que funcionen eficientemente, deben de tener mantenimiento constante. En carreteras existen los drenajes transversales (tuberías, puentes, badenes, etc.) y longitudinales (cunetas y contra cunetas)

2.1.6.2. Estudio hidrológico, método racional para la determinación de caudales de diseño

El estudio hidrológico sirve para determinar el tipo de estructura necesaria, para drenar un punto determinado de la carretera. Por medio del estudio hidrológico se determinan, las obras de arte de una carretera como: puentes, alcantarillas, bóvedas, cunetas contra cunetas, etc.

Para el efecto se deberá realizar una inspección de campo, para ubicar con exactitud los puntos donde será necesario colocar los drenajes. En la inspección de campo se deberá anotar todos los pasos de agua existentes con sus coordenadas y anotar los datos siguientes:

- Creciente máxima (visual).
- Condiciones del lecho (ancho, angosto, rocoso, arenoso, piedra suelta, tamaño).
- Vegetación de la cuenca (clase de cultivos, monte bajo o alto, bosque) esviaje con respecto de la carretera.
- Parámetros cuantificables como longitud, perímetro, área y dibujar forma del lecho.
- Socavación si lleva rocas grandes y árboles.

El método asume que el caudal máximo para un punto dado, se alcanza cuando el área tributaria está contribuyendo con su escorrentía superficial durante un período de precipitación máxima. Para lograr esto, la tormenta máxima (de diseño) debe prolongarse durante un período igual o mayor que el que necesita la gota de agua más lejana para llegar hasta el punto considerado (tiempo de concentración).

Las fórmulas a utilizar son las siguientes:

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

Q = Caudal de diseño en m³ / seg.

A = área drenada de la cuenca en hectáreas.

I = Intensidad de lluvia en mm/hora.

C = Coeficiente de escorrentía (consultar tabla).

La intensidad de lluvia la proporciona el INSIVUMEH, según la región en estudio.

La intensidad de lluvia está dada por la fórmula siguiente:

$$I = \frac{a}{t + b}$$

I = Intensidad de lluvia en mm/Hora.

a y b = Varían en cada región, datos proporcionados por INSIVUMEH.

t = Tiempo de concentración en minutos.

$$t = \left[\frac{0.886 * L^3}{H} \right]^{0.385} * 60$$

t = Tiempo de concentración en minutos.

L = Longitud del cauce principal en Km.

H = Diferencia de elevación entre los puntos extremos del cauce principal en metros.

Fórmulas auxiliares (Manning):

$$V = \frac{1}{N} * R^{2/3} * S^{1/2}$$

donde:

V = Velocidad;

R = Radio hidráulico

S= Pendiente

$$Q = V * A \Rightarrow Q = \frac{1}{N} * R^{2/3} * S^{1/2} * A$$

Q= Caudal; A= área de tubería circular (m²).

$$A = \frac{\pi * D^2}{4}$$

Para tubería circular

D= Diámetro;

N=coeficiente de rugosidad.

Para tubería circular utilizamos la siguiente expresión:

$$R = \frac{D}{4}$$

Coeficiente de rugosidad para tuberías de concreto:

N = 0.013 $\varnothing > 24"$, N = 0.015 $\varnothing < 24"$

Coeficiente de rugosidad para tuberías de P.V.C.

N = 0.009

La pendiente del terreno en el punto de estudio se determina por medio de las curvas a nivel y la distancia horizontal entre las curvas:

$$P = \frac{\text{diferencia de curvas de nivel}}{\text{distancia entre curvas}}$$

Ejemplo en kilómetro 6+620 calcular tubería:

A = área a drenar 112.7 hectáreas.

L = Longitud del cauce = 0.95 Kms.

H = Diferencia de elevaciones = 120 metros

P = Pendiente = 0.12

C= Coeficiente de escorrentía = 0.4

Tiempo de concentración en minutos (t).

$$t = \left[\frac{0.886 * L^3}{H} \right]^{0.385} * 60 = \left[\frac{0.886 * 0.95^3}{100} \right]^{0.385} * 60 = 9.1661 \text{ min.}$$

Los valores de a y b los proporcionó el INSIVUMEH, para cálculo de intensidad de lluvia en mm / hora.

$$I = \frac{a}{t+b} = \frac{8537}{t+48.56} = \frac{8537}{(9.1661)+48.56} = 147.8880 \text{ mm/hora}$$

se calcula el caudal que pasa por el punto de estudio.

$$Q = \frac{CIA}{360} = \frac{(0.4)(147.8880)(112.7)}{360} = 18.5189 \text{ m}^3 / \text{seg.}$$

El diámetro de la tubería necesario para desfogar el caudal es el siguiente.

$$Q = \frac{1}{n} * R^{2/3} * S^{1/2} * A = \frac{1}{n} * \frac{D^{2/3}}{4^{2/3}} * S^{1/2} * \frac{\pi D^2}{4}$$

$$D = \left[\frac{Q * 4^{5/3} * n}{S^{1/2} * \pi} \right]^{3/8} = \left[\frac{18.5189 * 4^{5/3} * 0.013}{(0.1)^{1/2} * \pi} \right]^{3/8} = 1.3978 \text{ m.}$$

$$A = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi (1.3978)^2}{4} = 1.5345 \text{ m}^2$$

El área necesaria para drenar la cuenca es de 1.53 m², utilizaremos dos tuberías de 48 pulgadas que tienen una área de desfogue de 1.17 m² cada una.

2.1.6.3. Diseño de cunetas

Son canales abiertos que se calculan por la fórmula de Manning, se colocan paralelamente a uno o ambos lados del camino, sirven para evacuar el

agua que cae en la sección de corte en una carretera, en pendientes fuertes se deben proteger del escurrimiento y acción destructiva del agua por medio de disipadores de energía.

De acuerdo a la topografía se diseñaran los aliviaderos de las cunetas, ya que según la forma del terreno, se colocarán tuberías transversales, aliviaderos con disipadores de energía, fosas de laminación etc.

Las cunetas pueden tener diferentes formas y dimensiones, a continuación se presenta un ejemplo de sección típica de cuneta:

Figura 10. Cuneta

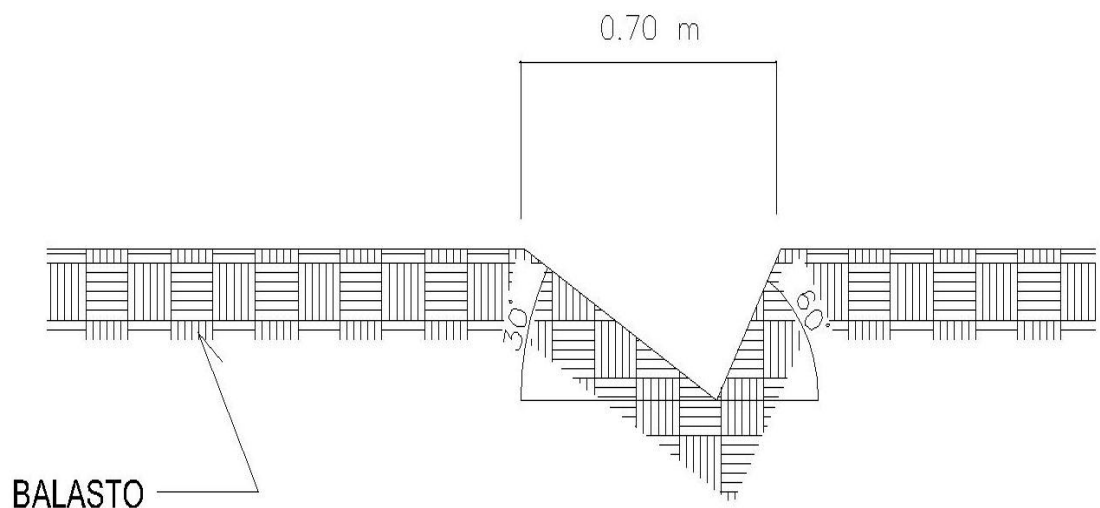
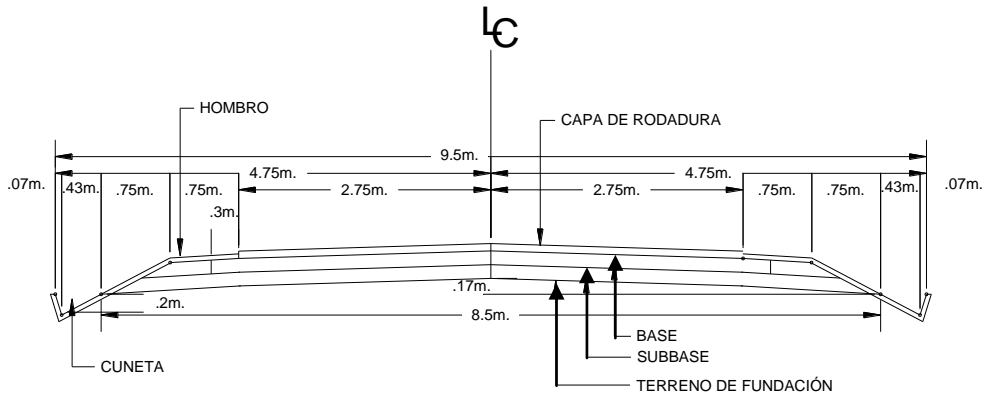


Figura 11. Sección típica de carretera

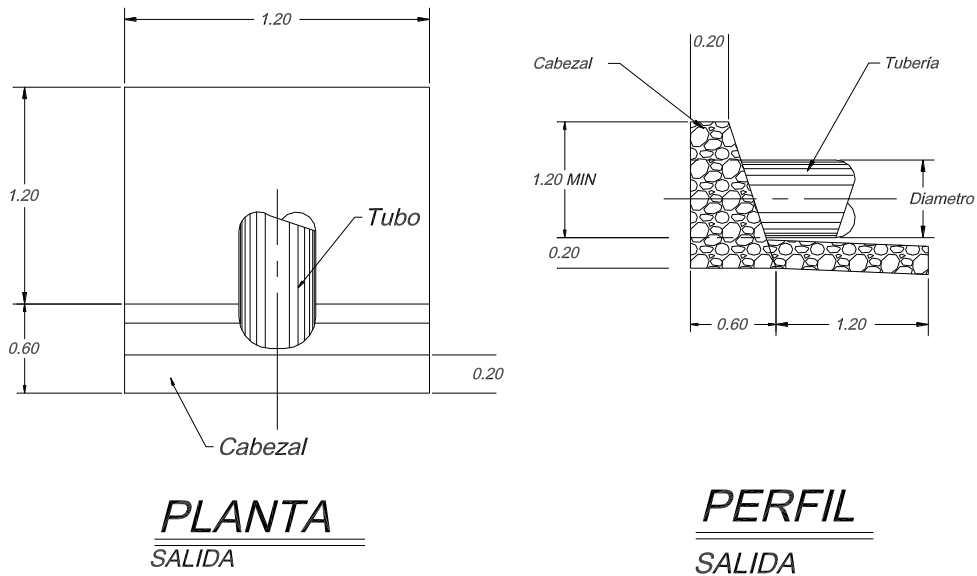


2.1.6.4. Drenajes transversales

Son las tuberías que se colocan para aliviar el agua que viene en las cunetas o de arroyos que se encuentran a lo largo de la carretera, son necesarias pues en un tramo en corte, sirven para conducir el agua al otro lado de la carretera. La dimensión de la tubería a colocar se hace por el método de Manning. El drenaje transversal tiene las siguientes partes: caja recolectora de caudal, recibe el agua proveniente de la ladera de la carretera para trasladarla a la tubería, muro cabezal de salida, protege la tubería y el relleno de la carretera para que no se erosione, adicional a estas partes, si la pendiente del terreno en corte, es muy fuerte se colocan dissipadores de energía al final de la tubería, servirán para que el agua que desfoga, no erosione el suelo y provoque hundimientos.

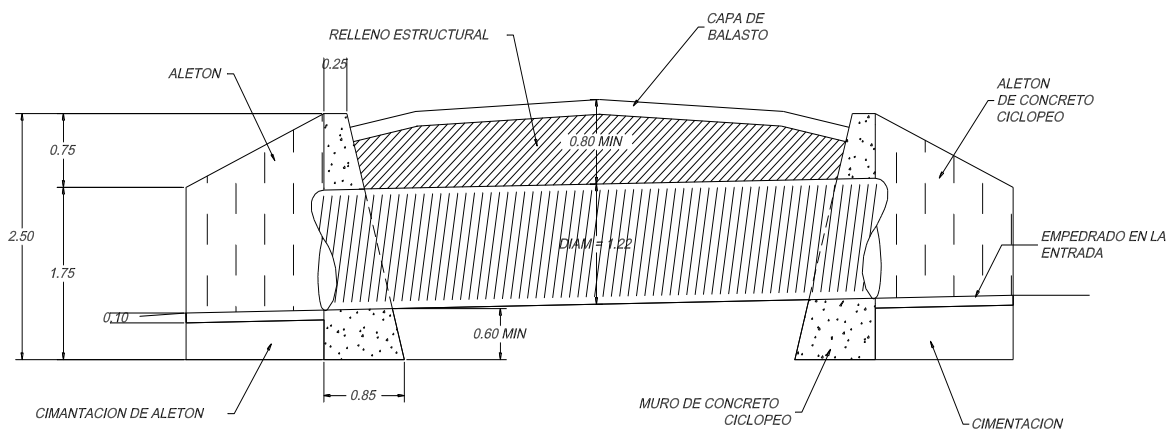
A continuación se presenta un ejemplo de tubería transversal con caja recolectora de caudal y su ubicación en la sección transversal de la carretera, esta sección típica se colocó a lo largo de la carretera.

Figura 14. Muros cabezal



Quando se trata de un arroyo o paso de agua, entonces se coloca un muro cabezal en la entrada, éste servirá para proteger el relleno y encausar el agua proveniente del arroyo o quebrada. A continuación se presenta un ejemplo de éste caso.

Figura 15. Sección tubería de 48" con aletones



2.1.6.5. Bombeo de superficie

Se le llama bombeo o pendiente transversal a la forma que se le da a la sección del camino para evitar que el agua de lluvia se estanque y, por lo tanto, ocasione trastornos al tránsito e infiltraciones en las terrecerías que provocan saturaciones en las mismas, reblandecimientos del terreno y, finalmente, destrucción. Sirve también para evitar que el agua fluya longitudinalmente sobre la superficie y la erosione. El bombeo depende no solamente de la precipitación pluvial sino de la clase de superficie de la carretera, ya que una superficie dura requiere menos pendiente que una superficie rugosa. Al proyectar el bombeo de una carretera debe tomarse en cuenta también la comodidad para los usuarios de la carretera, puesto que una carretera con bombeo exagerado provoca que los conductores de vehículos prefieran el centro.

Para el diseño del proyecto realizado el bombeo es de 2% que este es el recomendado para caminos vecinales.

2.1.6.6. Contra cuentas

Son canales destinados a evitar que el agua llegue a los taludes y cause deslizamientos o derrumbes en los cortes de la carretera. La contra cuneta deberá colocarse en la parte mas alta del talud, a una distancia no menor de 2 metros de la orilla, tomando en cuenta el tipo de suelo existente en el área para evitar derrumbes. Este tipo de drenaje longitudinal nos sirve para mantener lejos el agua del camino o bien que el agua escurrida no llegue a el, este tipo de cuneta no fue necesaria en éste proyecto.

2.1.7. Estudio de suelos

Los estudios de suelos varían de acuerdo con su objeto o importancia; antes de realizarse una nueva obra es adecuado realizar dichos estudios ésto para determinar la mejor localización y definir los suelos más apropiados para un camino. También pueden realizarse en caminos existentes en los que se experimenten algunas dificultades por destrucción de la capa superficial o levantamientos desiguales de la misma.

Es necesario saber el tipo de suelo con que se cuenta en el área de trabajo. Así en la gran mayoría de los casos, por condiciones de trazo geométrico, topografía y calidad de los suelos naturales de apoyo, es necesario determinar si el suelo es adecuado para utilizarse como capa de rodadura o es necesario ubicar un banco adecuado de material selecto (balasto) para ser aplicado como capa de rodadura. Los ensayos de suelos deben ejecutarse de acuerdo con la división siguiente:

1. Para la clasificación del tipo de suelo
2. Para el control de la construcción
3. Para determinar la resistencia del suelo

2.1.7.1. Ensayos para la clasificación del suelo

Los ensayos de suelos son de mucha importancia para poder identificar qué tipo de suelo existe en el área de trabajo, de modo que puedan ser descritos y clasificados adecuadamente. Dentro de estos ensayos, los principales son el análisis granulométrico y los límites de consistencia.

2.1.7.1.1. Análisis granulométrico

La granulometría es la propiedad que tienen los suelos naturales de mostrar diferentes tamaños en su composición. Este ensayo consiste en clasificar las partículas de suelo por tamaños, representándolos luego en forma gráfica. Todo el análisis granulométrico deberá ser hecho por vía húmeda según lo descrito en AASHTO T 27.

2.1.7.1.2. Límites de consistencia

Sirve para determinar, las propiedades plásticas de suelos arcillosos o limosos. Los límites de consistencia de los suelos, están representados por su contenido de humedad, y se conocen como:

2.1.7.1.3. Límite líquido

Es el estado del suelo cuando se comporta como una pasta fluida. El límite líquido fija la división entre el estado casi líquido y el estado plástico. El límite líquido en ocasiones puede utilizarse para estimar asentamientos en problemas de consolidación, ambos límites juntos son algunas veces útiles para predecir la máxima densidad en estudios de compactación.

El límite líquido es una medida de la resistencia al corte del suelo a un determinado contenido de humedad. Las investigaciones muestran que el límite líquido aumenta a medida que el tamaño de los granos o partículas presentes en el suelo disminuyen. El procedimiento analítico para la determinación de este límite se basa en la norma AASHTO T 89.

2.1.7.1.4. Limite plástico

Es el estado límite de suelo ya un poco endurecido, pero sin llegar a ser semisólido. El límite plástico es el contenido de humedad por debajo del cual el suelo se comporta como un material plástico. A éste nivel de contenido de humedad el suelo está en el vértice de cambiar su comportamiento al dar un fluido viscoso. El proceso analítico para este ensayo se encuentra en la norma AASHTO T 90.

2.1.7.1.5. Índice plástico

El índice plástico es el más importante y el más usado, y es simplemente la diferencia numérica entre el límite plástico y el límite líquido. Indica el margen de humedades, dentro del cual se encuentra en estado plástico tal como lo define los ensayos. Si el límite plástico es mayor que el límite líquido, el índice de plasticidad se considera no plástico.

Tanto el límite líquido como el límite plástico, dependen de la calidad y del tipo de arcilla; sin embargo, el índice de plasticidad, depende generalmente, de la cantidad de arcilla en el suelo.

2.1.7.2. Ensayos para el control de la construcción

La compactación de suelos en general es el método más barato de estabilización disponible. La estabilización de suelos consiste en el mejoramiento de las propiedades físicas del suelo para obtener una óptima estructura, resistencia al corte y relación de vacíos deseable. Para determinar las características de resistencia y de esfuerzo-deformación de los materiales

de apoyo, será necesario investigarlos por cualquiera de las siguientes características:

- a. Por penetración
- b. Por resistencia al esfuerzo cortante
- c. Por aplicación de cargas

2.1.7.2.1. Determinación del contenido de humedad

El contenido de humedad es la relación entre el peso del agua contenida en la muestra y el peso de la muestra después de ser secada al horno, expresada en tanto por ciento. En otras palabras no es nada más que el porcentaje o cantidad de agua presente en el suelo. Es necesario determinar el contenido de humedad para realizar los siguientes ensayos: el ensayo de compactación Proctor, el ensayo de valor soporte, los límites de consistencia, y las densidades de campo.

2.1.7.2.2. Densidad máxima y humedad óptima (ensayo de proctor)

Para carreteras en Guatemala se utiliza generalmente el Proctor Modificado, según AASHTO T-180, éste sirve para calcular la humedad óptima de compactación, que es cuando alcanzará su máxima compactación.

2.1.7.2.3. Ensayo de equivalente de arena

Esta prueba es para evaluar de manera cualitativa la cantidad y actividad de los finos presentes en los suelos por utilizar.

Este ensayo se lleva a cabo principalmente, cuando se trata de materiales que se utilizarán como base, sub-base, o ya sea como materiales de bancos de préstamo. El procedimiento analítico se rige por la norma AASHTO T 176.

2.1.7.3. Ensayos para la determinación de la resistencia del suelo

2.1.7.3.1. Ensayo del valor soporte del suelo (CBR)

Este ensayo conocido como Californian Bearing Ratio (CBR, por sus siglas en inglés), es un índice de su resistencia al esfuerzo cortante, en condiciones determinadas de compactación y humedad, se expresa en porcentaje de la carga, requerida, para producir la misma penetración en una muestra estándar de piedra triturada. El procedimiento analítico se rige por la norma AASHTO T 193.

2.1.8. Análisis de resultados

De los ensayos realizados, se obtuvo que el suelo estudiado tiene las siguientes características:

Descripción del suelo: arena fina, color gris.

Clasificación: S.C.U.: SW P.R.A.: A-3

Límite líquido: -----% (Debido a que es un suelo no plástico).

Índice Plástico: -----% (Debido a que es un suelo no plástico).

Densidad seca máxima .d: 107.0 lb./pie³

Humedad óptima = 16.0%

CBR al 95% de compactación es de 38% aproximadamente.

Como puede apreciarse, este material cumple con los requisitos de subrasante, dado que su límite líquido no es mayor del 50%, el 95% de compactación se alcanzará con la humedad óptima según el ensayo de Proctor modificado y el CBR es mayor que el 5%. Ver hojas adjuntas del laboratorio de suelos.

2.1.9. Presupuesto

La confección del presupuesto de una obra antes de su ejecución, es sin duda, uno de los trabajos más importantes del ingeniero de él se deduce en primer lugar conclusiones acerca de su rentabilidad, de la posibilidad y conveniencia de ejecución, al mismo tiempo que en la inmensa mayoría de los casos sirve de base para el contrato con el constructor encargado de la ejecución de la obra.

El presupuesto contempla los renglones de trabajo, según la secuencia lógica de ejecución, cuantificando los materiales con precios que se manejan en la cabecera municipal, en lo concerniente a la mano de obra se aplicaron los salarios que la municipalidad asigna, en cuanto a costos indirectos se aplicó un 42% que contempla administración, dirección técnica y utilidades. El costo total del proyecto se obtuvo sumando todos los costos totales por renglón.

2.1.9.1. Cuantificación por renglones

Esta es la fase del presupuesto en que se le da dimensión, volumen, sirve para detectar actividades indirectas del proceso constructivo no incluidas en los planos. Por ejemplo, actividades preliminares como bodegas, oficina y letrinas y actividades finales como limpieza, mantenimiento y desmontaje. La cuantificación es uno de los pilares fundamentales para la elaboración de un presupuesto acertado.

Tabla IX Cuantificación por renglones

REGLÓN	DESCRIPCIÓN		UNIDAD
100	TRABAJOS PRELIMINARES		
100.1	REPLANTEO TOPOGRÁFICO	1.00	GLOBAL
205	CONFORMACIÓN		
205.1	ESCARIFICACIÓN, HOMOGENIZACIÓN HUMEDECIMIENTO , COMPACTACIÓN Y AFINAMIENTO DE LA SUPERFICIE DE RODADURA	24,000.00	M ²
205.2	CONFORMACIÓN, RECONSTRUCCIÓN Y LIMPIEZA DE CUNETAS	4,000.00	ML
206	REPOSICIÓN DE CAPA DE BALASTO		
206.1	CAPA DE BALASTO	3,600.00	M ³

2.1.9.2. Integración de costos unitarios

Es el elemento más funcional más pequeño que compone un proyecto, y está a su vez formado por elementos unitarios como mano de obra, maquinaria y otros costos unitarios.

Se denomina funcional más pequeño, porque depende de la magnitud del presupuesto. Por ejemplo, los costos del total de una casa pueden ser a su vez ser el costo unitario de una urbanización donde se construirán 500 casas del mismo tipo. El costo de esta casa a su vez estará formado por otra serie de costos unitarios que se denominan costos unitarios hijos o cédulas hijas.

Las cédulas deben de estar integradas por todos los materiales y mano de obra necesarios para su ejecución.

Tabla X Integración de costos unitarios

CUADRO PARA CALCULO DE INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS				
PROYECTO: CAMINO QUE DE LA COLONIA LOS CEDROS CONDUCE A LA COMUNIDAD EL CAPULÍN				
REGLÓN: ESCARIFICACIÓN, HOMOGENIZACIÓN HUMEDECIMIENTO, COMPACTACIÓN Y AFINAMIENTO DE LA SUPERFICIE DE RODADURA				
CANTIDAD	24.000,00	UNIDAD	M ²	AGOSTO 2,008
DEPRECIACIÓN DE MAQUINARIA				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
MOTONIVELADORA JOHN DEERE JD770D	180	HORAS	Q407,00	Q73.260,00
VIBROCOMPACTADOR	135	HORAS	Q155,40	Q20.979,00
CAMIÓN CISTERNA	180	HORAS	Q34,53	Q6.216,00
TOTAL DE DEPRECIACIÓN				Q100.455,00
MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA				
TOTAL DE MANTENIMIENTO				
MANO DE OBRA				
OPERADOR DE MOTO NIVELADORA	243	HORAS	Q31,25	Q7.593,75
OPERADOR DE VIBROCOMPACTADORA	182,3	HORAS	Q14,38	Q2.620,56
CHOFER DE CAMIÓN CISTERNA	243	HORAS	Q10,38	Q2.521,13
AYUDANTE DE MAQUINARIA	1.215,00	HORAS	Q7,09	Q8.614,35
PRESTACIONES	98	%	Q21.349,79	Q20.922,79
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q42.272,58
MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNIT.	TOTAL
DIESEL	1.350,00	GALÓN	Q38,00	Q51.300,00
TOTAL DE MATERIALES				Q51.300,00
OTROS				
HERRAMIENTAS	5	%	Q21.349,79	Q1.067,49
TOTAL DE OTROS				Q1.067,49
	COSTO TOTAL DIRECTO			Q195.095,07
	COSTO UNITARIO DIRECTO			Q8,13
	INDIRECTOS			Q3,66
	IVA (12 %)			Q1,41
	PRECIO UNITARIO CON IVA			Q13,20

2.1.9.3. Costo total del proyecto

Para la integración de los costos totales del proyecto, se procede después a elaborar el trabajo de diseño y planos respectivos e integrar los renglones unitarios que conforman el proyecto.

Tabla XI Costo total del pyoyecto

REGLÓN	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
100	TRABAJOS PRELIMINARES				
100.1	REPLANTEO TOPOGRÁFICO	1.00	GLOBAL	Q7.308.00	Q7,308.00
205	CONFORMACIÓN				
205.1	ESCARIFICACIÓN, HOMOGENIZACIÓN HUMEDECIMIENTO,COMPACTACIÓN Y AFINAMIENTO DE LA SUPERFICIE DE RODADURA	24,000.00	M2	Q13.20	Q316,800.00
205.2	CONFORMACIÓN, RECONSTRUCCIÓN Y LIMPIEZA DE CUNETAS	4,000.00	ML	Q11.57	Q46,260.89
206	REPOSICIÓN DE CAPA DE BALASTO				
206.1	CAPA DE BALASTO	3,600.00	M ³	Q78.05	Q280,980.00
TOTAL					Q651,348.89

2.1.10. Cronograma de ejecución

Tabla XII Cronograma de ejecución física y financiera

TIEMPO	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				
ACTIVIDAD	S1	2S	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	
TRABAJOS PRELIMINARES					Q7,308.00																
REPLANTEO TOPOGRÁFICO																					
CONFORMACION					Q363,060.89																
ESCARIFICACIÓN, HOMOGENIZACIÓN HUMEDECIMIENTO, COMPACTACIÓN Y AFINAMIENTO DE LA SUPERFICIE DE RODADURA																					
CONFORMACIÓN, RECONSTRUCCIÓN Y LIMPIEZA DE CUNETAS																					
REPOSICIÓN DE CAPA DE BALASTO									Q280,980,00												
CAPA DE BALASTO																					
TOTAL	Q651,348.89																				

2.2. Planificación y diseño de la red de alcantarillado sanitario, para las colonias Los Cedros, Nueva Linda y Las Violetas, municipio de Siquinalá, Escuintla

2.2.1. Consideraciones generales sobre la planificación de un sistema de drenaje

2.2.1.1. Datos estadísticos

Para el diseño del sistema de alcantarillado es necesario conocer el número de personas a beneficiar, ésto se consigue con un censo practicado en la elaboración del anteproyecto, así como la tasa de crecimiento poblacional para el municipio de Siquinalá, ésto proporcionado por el Instituto Nacional de Estadística, INE, y de ésta manera obtener datos demográficos al inicio y al final del período de diseño.

La tasa de crecimiento poblacional media anual para el municipio de Siquinalá, según el Instituto Nacional de Estadística es de 2. 639%.

2.2.1.2. Levantamiento topográfico

Al efectuar el levantamiento topográfico del área a drenar, no sólo hay que tomar en cuenta el área edificada en la actualidad, sino también las que puedan existir en un futuro y se adicione al sistema. El levantamiento se realizó lo suficientemente completo, aparece la localización exacta de las calles, casas, edificios, escuelas y carreteras; en general todo lo que guarde relación o afecte el desarrollo del proyecto. También se incluye la posible localización de las plantas de tratamiento.

2.2.1.2.1. Planimetría

El método empleado en los levantamientos topográficos es el de conservación del azimut.

2.2.1.2.2. Altimetría

En cuanto a la altimetría se refirió a una cota inicial establecida arbitrariamente. La nivelación se realizó sobre el eje de la calle y a distancias de 20 metros o menos cuando los accidentes del terreno lo obligaron, en todos los cruces de las calles. Se le dio especial importancia a la obtención de cotas de piso de terrenos o construcciones, para que no quedaran por debajo de la cota de la rasante de la calle del frente.

2.2.2. Normas de diseño

2.2.2.1. Período de diseño

Al momento de elaborar cualquier proyecto de alcantarillado, hay que tomar la decisión acerca del tiempo que la construcción servirá a la comunidad, antes de que debe abandonarse o ampliarse por resultar ya inadecuada. Es necesario, por lo tanto, estimar la población futura, así como las áreas probables de anexión a la comunidad que requieran de alcantarillado y su tipo probable de desarrollo.

Este período se denomina período de diseño o período de vida, que en el caso de alcantarillados suele ser de 20 a 40 años, a partir de la fecha de construcción. El período de tiempo se adoptará tomando como parámetros: los

recursos económicos con que cuenta la municipalidad de Siquinalá, la vida útil de los materiales, normas del Instituto de Fomento Municipal (INFOM).

2.2.2.2. Diseño de secciones y pendientes

El cálculo de velocidad, diámetro y pendiente se hará aplicando la fórmula de Manning transformada a sistema métrico para secciones circulares así.

$$V = \frac{0.03429D^{2/3}S^{1/2}}{n}$$

donde:

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

D= Diámetro de la sección circular (pulg.)

S= Pendiente de la gradiente hidráulica (m/m)

n= Coeficiente de rugosidad de Manning

2.2.2.3. Pendientes

Se recomienda que la pendiente utilizada en el diseño sea la misma del terreno, para evitar sobre costo por excavación excesiva, siempre y cuando cumpla con las relaciones hidráulicas y las velocidades permisibles.

Generalmente dentro de las viviendas se sugiere utilizar una pendiente mínima del 2%, lo que asegura un arrastre de las excretas. En las áreas donde la pendiente del terreno es muy poca, se recomienda, en la medida de lo posible, acumular la mayor cantidad de caudales, para que generen una mayor velocidad.

2.2.2.4. Comportamiento hidráulico de la sección parcialmente llena

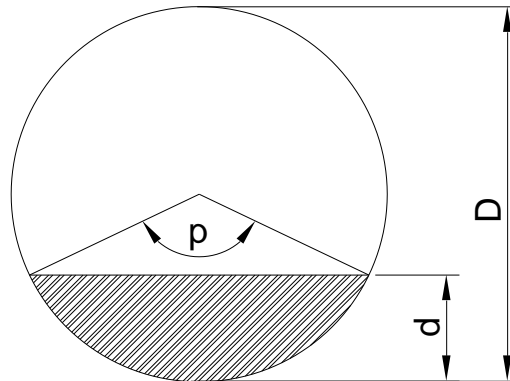
Toda alcantarilla circular puede trabajar a sección llena y a sección parcialmente llena, siendo lo último lo más común, ya que el gasto nunca es constante y esto incide directamente con una variación de la altura del flujo, que a su vez hace variación el área transversal del líquido y la velocidad de éste.

Figura 16. Comportamiento hidráulico

$$A = \frac{D^2}{4 \left(\frac{\pi\theta}{360} * \sin\left(\frac{\theta}{2}\right) \right)}$$

$$P = \frac{\pi D \theta}{360}$$

$$Rh = \frac{D}{4 \left(1 - 360 \sin\left(\frac{\theta}{2\pi\theta}\right) \right)}$$



Como se puede ver, en tuberías que trabajan a sección parcialmente llena, los cálculos del radio hidráulico, área del flujo, velocidad y gasto son laboriosos. Para facilitar este cálculo, se utilizará el gráfico de relaciones hidráulicas, el cual para cualquier relación de gasto (q) a gasto total de la alcantarilla (Q), las curvas de ésta gráfica dan las relaciones de velocidad, área y altura del flujo a diámetro de alcantarilla.

Primeramente hay que determinar la velocidad y el gasto de la tubería a sección llena, por medio de las fórmulas ya conocidas; se puede usar el monograma y las tablas que han sido elaboradas con la fórmula de MANNING.

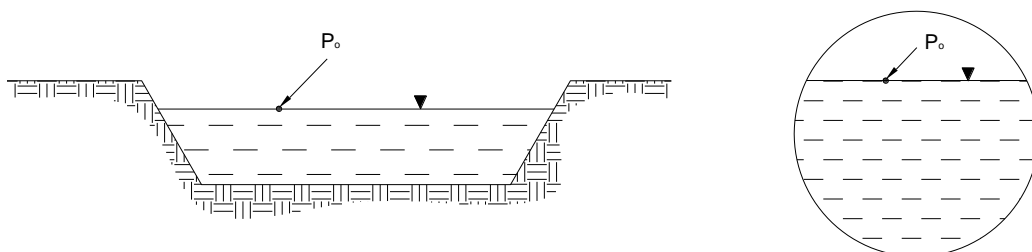
En la gráfica de relaciones hidráulicas, se puede notar que la velocidad máxima ocurre cuando la profundidad del flujo es aproximadamente 0.8 D, por lo que generalmente los tubos en alcantarillados son diseñados para que el flujo máximo alcance una altura de 0.75 a 0.80 D.

2.2.2.5. Principios hidráulicos en el cálculo de drenajes

La mayor parte de los alcantarillados se proyectan como canales abiertos, en los cuales el agua circula por acción de la gravedad y sin ninguna presión, pues la superficie libre del líquido está en contacto con la atmósfera (P_a = presión atmosférica).

Existen excepciones, como los sifones invertidos y las tuberías de impulsión de las estaciones elevadas, que trabajan siempre a presión. Puede suceder que el canal esté cerrado, como el caso de los conductos que sirven de alcantarillados para que circule el agua de desecho, y que eventualmente se produzca alguna presión debida a la formación de gases o en el caso que en las alcantarillas de aguas de lluvia sea superada la capacidad para que fueran diseñadas.

Figura 17. Sección parcialmente llena



(Abiertos y cerrados)

2.2.2.6. Velocidades máximas y mínimas

La velocidad del flujo está determinada por la pendiente del terreno, el diámetro de la tubería y el tipo de tubería que se utiliza. La velocidad del flujo se determina por la fórmula de Manning y las relaciones hidráulicas v/V , donde v es la velocidad del flujo y V es la velocidad a sección llena, v por norma debe ser mayor de 0.60 m/s, para que no exista sedimentación, y menor o igual que 3.00 m/s, para que no exista erosión o desgaste. No siempre es posible obtener esa velocidad, debido a que existen ramales que sirven a sólo unas cuantas casas y producen flujos bastante bajos, en tales casos, se proporcionará una pendiente que dé la velocidad mínima de 0.60 m/s a la descarga máxima estimada, y una velocidad no menos de 0.40 m/s durante escurrimientos bajos.

Según normas de INFOM, la velocidad máxima con el caudal de diseño será de 3.0 m/s y la velocidad mínima será de 0.6 m/s.

2.2.2.7. Tubería

2.2.2.7.1. Materiales para tubería

Los alcantarillados requieren materiales y estructuras regularmente fuertes, para contrarrestar continuamente presiones externas, aunque no requieren una gran resistencia contra la presión interna, excepto en casos específicos. Las tuberías más utilizadas son:

- Tubos de concreto
- Tubos de cloruro de polivinilo (P.V.C)

Tubos de concreto: La utilización de tubos corrientes de concreto, prefabricados, para alcantarillas de pequeñas dimensiones, son los más comúnmente usados en nuestro medio. Para diámetros mayores de 0.60 m (24 pulgadas), el concreto debe armarse. Posee la ventaja de ser adquirido a un costo inferior, comparado con los otros tipos de tubería, pero tiene la desventaja de permitir la infiltración del agua subterránea por sus paredes y por sus múltiples juntas. Los tubos de concreto se pueden conseguir en el mercado en diámetros de 6", 8" con una longitud total de 0.98 m, y una longitud útil de 0.9 m. En cambio, los tubos de 12", 15", 18", 21" y 24" tienen una longitud total de 1.29 m y una longitud de 1.22 m.

Tubos de cloruro de polivinilo (P.V.C.): El tubo de cloruro de polivinilo, abreviado P.V.C., puede ser adquirido comercialmente en diámetros desde 0.10 m (4 pulgadas) hasta dos tipos de uniones usadas para las juntas: empaques de hule y adhesivos, según normas ASTM D-3034. Las características específicas de P.V.C. son las siguientes:

- Se recomienda colocarlos en lechos de arena, por la flexibilidad de esta clase de tubería.
- Alta impermeabilidad en las juntas, que previene la infiltración del agua subterránea.
- Alta resistencia contra alcalinos y ácidos lo que hace su uso adecuado cuando se drenan desagües de tipo industrial.

De fácil manipuleo y trabajo, debido a su peso ligero. Por otro lado, debe de hacerse una cuidadosa consideración en el uso de tubería de P.V.C. en lugares con una alta concentración de solventes orgánicos, y donde se espera que fluya agua orgánicos, y donde se espera que fluya agua de alta temperatura por períodos prolongados.

2.2.2.7.2. Diámetros

Se buscará utilizar el menor diámetro posible, que permita al sistema cumplir las especificaciones. Si se utilizaran diámetro mayores a los necesarios se estaría encareciendo el costo del sistema, tanto por materiales como por mano de obra. Si se utiliza un diámetro menor al necesario no tendrá la capacidad de evacuación requerida.

Según las normas del Instituto Nacional de Fomento Municipal (INFOM), se debe utilizar para sistemas de drenaje sanitario un diámetro mínimo de 8" cuando se utiliza tubería de cemento y de 6" cuando la tubería sea de PVC; para las conexiones domiciliarias el diámetro mínimo con tubería de cemento es de 6" y de 4" para PVC; usando en éste último caso un reductor de 4"x 3" como protección de obstrucciones, en la candela domiciliar se utiliza un diámetro mínimo de 12", en los conductos a presión de los sistemas de bombeo se utilizará el diámetro que sea adecuado para tener velocidades dentro de los límites aceptables, aunque se usen diámetros menores que los indicados arriba.

2.2.2.7.3. Profundidad y ancho de zanja

El fondo de la zanja deberá ser de tal forma que provea un apoyo firme y uniforme a lo largo de toda la tubería. Se deben preparar aberturas al final de cada tramo para permitir un acople correcto.

Cuando la sub-base de la zanja se encuentre en condiciones inestables que impidieran proporcionar a la tubería un apoyo firme y constante, deberá realizarse una sobre excavación y rellenar ésta con un material adecuado, como arena u otro.

Cuando el fondo de zanja se presenta en condiciones muy severas, como napa freática alta, suelo inestable o muy rocoso, deberán usarse materiales especiales en capas de grava, arena o material selecto, la capa sobre la que se apoye la tubería será como mínimo de 0.10 metros de espesor y debidamente compactada.

Piedras grandes o puntiagudas, así como otro material extraño debe eliminarse en un área de 10 cm alrededor de la tubería, a fin de evitarle daños a la misma.

La carga máxima de tierra que soporta la tubería P.V.C. depende del prisma de tierra directamente encima de ella. Si la carga de diseño sobre la tubería se calcula en base a este criterio, el ancho de la zanja está influenciado por una excavación práctica y económica.

La profundidad de la tubería estará definida por el diseño hidráulico del sistema tomando como una profundidad mínima 1.20 metros desde la cota del terreno hasta la cota invert de la tubería. También hay que considerar, en el momento de determinar la profundidad, la protección contra las cargas de tráfico, para evitar rupturas.

La tubería tendrá un recubrimiento mínimo sobre corona de 0.90 m para el colector principal y de 0.80 m para conexiones domiciliarias.

En la siguiente tabla aparecen profundidades mínimas referidas a la cota inferior de la tubería.

Tabla XIII Profundidades mínimas para la tubería, según tráfico vehicular.

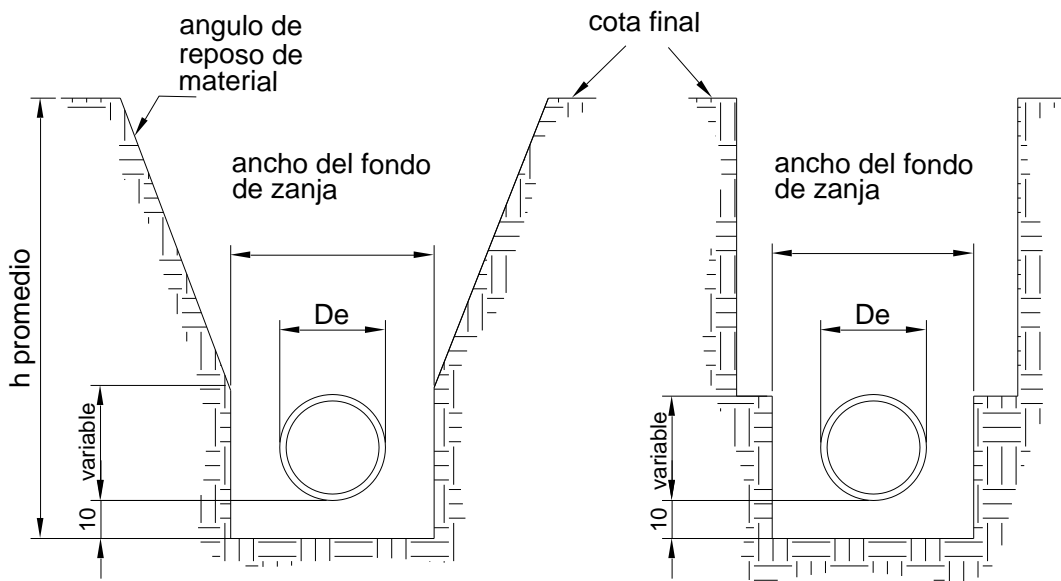
Diámetro de tubería en (plg)	Profundidad para para tráfico normal (m)	Profundidad para trafico pesado (m)
8	1.22	1.42
10	1.28	1.48
12	1.33	1.53
15	1.41	1.61
18	1.50	1.70

El ancho de zanja mínimo está determinado por el espacio mínimo que necesita un operario para instalar la tubería, éste es de 45 cm para tubería de Ø4" y Ø6" y no más de 15 a 23 cm de espacio libre a cada lado de la tubería de Ø8" o mayor. Para obtener un ancho constante se excavará con retroexcavadora, usando un cucharón pequeño especial para la excavación de zanjas.

Tabla XIV Ancho mínimo de zanja

DIÁMETRO NOMINAL (plg)	6"	8"	10"	12"	15"	18"
Hasta 1.30 m	0.60	0.60	---	---	---	---
De 2.36 A 1.85 m	0.60	0.60	0.70	0.75	0.90	1.10
De 1.86 A 2.35 m	0.65	0.65	0.70	0.75	0.90	1.10
De 2.36 A 2.85 m	0.65	0.65	0.70	0.75	0.90	1.10
De 2.86 A 3.35 m	0.70	0.70	0.70	0.75	0.90	1.10
De 3.36 A 3.85 m	0.70	0.70	0.70	0.75	0.90	1.10
De 3.86 A 4.35 m	0.75	0.75	0.75	0.75	0.90	1.10
De 4.36 A 4.85 m	0.75	0.75	0.75	0.75	0.90	1.10
De 4.86 A 5.35 m	0.75	0.75	0.75	0.75	0.90	1.10
De 5.36 A 5.85 m	0.80	0.80	0.80	0.80	0.90	1.10
De 5.86 A 6.35 m	0.80	0.80	0.80	0.80	0.90	1.10

Figura 18. Detalle de zanja angosta



2.2.2.7.4. Instalación de tubería

Para instalar la tubería debe utilizarse implementos, herramientas y equipo adecuado para evitar daños a la misma. Bajo ninguna circunstancia debe lanzarse la tubería y los accesorios a la zanja.

Las campanas deben colocarse en dirección aguas arriba; la instalación debe principiarse de la parte baja hacia la parte alta.

Cuando se interrumpa la instalación de la tubería, deben colocarse tapones en las aberturas para evitar la entrada de agua, tierra o cualquier material ajeno a la tubería.

Para rellenar las zanjas con la tubería ya colocada se aconseja compactar los primeros 30 cm en forma manual, poniendo especial atención a los costados de la tubería, se puede utilizar compactadoras mecánicas en la parte superior de la zanja.

La primera capa deberá ser de material fino, arena o material selecto, el resto del relleno se hará con el mismo material que se excavó, salvo que el material original no sea aceptable, de lo contrario todo el material de relleno será de material selecto.

La tubería de norma ASTM D 3034 emplea el sistema “Ribber”, en el cual el empaque está incorporado a la campana de la tubería. Se recomienda no remover por ningún motivo el empaque, ya que éste le da la hermeticidad.

En caso de que sea necesario instalar una sección corta de tubería, ésta puede ser cortada con una sierra, debiéndose luego hacer el bisel a 15°, con una profundidad igual a la mitad del espesor de pared del tubo. Puede biselarse el tubo con una lima adecuada.

2.2.2.8. Pozos de visita

Los pozos de visita son empleados como medios de inspección y limpieza. Un pozo de visita debe:

- Proporcionar un control de flujo hidráulico en cambios de dirección, gravedad y consolidación de flujos convergentes.
- Proporcionar acceso a la tubería para mantenimiento e inspección.
- Proporcionar ingreso de oxígeno al sistema.

Según las normas para construcción de alcantarillados, se recomienda colocar pozos de visita en los siguientes casos:

- En toda intercepción de colectores.
- Al comienzo de todo colector.
- En todo cambio de sección o diámetro.
- En todo cambio de dirección, si el colector no es visitable interiormente, y en todo colector visitable que forme un ángulo menor de 120°.
- En tramos rectos, a distancias no mayores de 100 a 120 metros.
- En las curvas de colectores visitables, a no más de 30 metros.

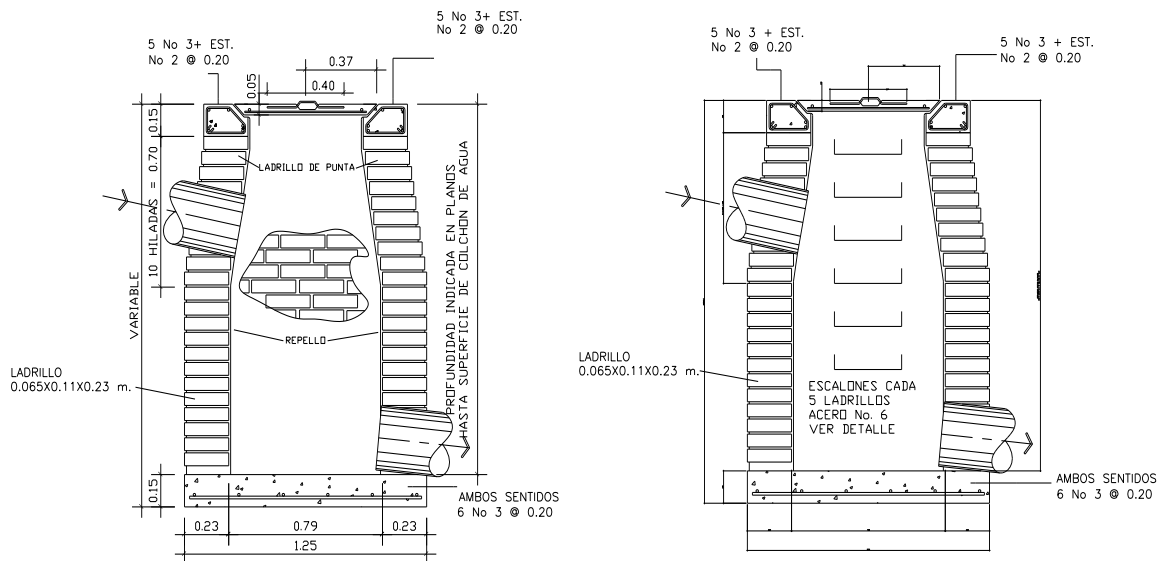
2.2.2.8.1. Procedimientos constructivos de pozos de visita

La forma constructiva de los pozos de visita, se ha normalizado considerablemente y se han establecido diseños que se adoptan de un modo general. Los pozos tienen en su parte superior un marco y una tapa de hierro fundido o concreto con una abertura neta de 0.50 a 0.60 m, el marco descansa sobre las paredes que se ensanchan hasta alcanzar un diámetro de 1.20 m a una distancia de 0.90 a 1.50 m de la boca de pozo, continuando con este diámetro hasta llegar a las alcantarillas. Su profundidad es variable y sus paredes suelen ser construidas de ladrillo de barro cocido, cuando son pequeños y de hormigón, cuando son muy grandes y profundos. El fondo de los pozos de visita se hace regularmente de hormigón, dándole a la cara superior una ligera pendiente hacia el canal abierto o los canales que forman la continuación de los tubos de la alcantarilla. Los canales se recubren, a veces son tubos partidos o seccionados por su diámetro. Los cambios de dirección se hacen en los canales. Hay que hacer notar que el pozo de visita tiene un fondo plano sólo en los casos que todos los tramos arranquen de él y que cuando el pozo sea usado a la vez para tuberías que pasan a través y otras de arranque,

la diferencia de cotas Invert entre el tubo de arranque y el que pasa tiene que ser como mínimo el diámetro de la mayor.

En los pozos de derivación o en tuberías secundarias enlazadas con una alcantarilla más profunda, se puede economizar la excavación manteniendo la tubería superior con una pendiente razonable y estableciendo una caída vertical en el pozo de visita. Los pozos así contruidos se denominan de caída y su forma de construcción se puede ver en el detalle. Otras formas de disipar la energía en los pozos de caída es disponer de planos horizontales escalonados. En los pozos de visita profundos, se disponen escalones para que se pueda bajar a su inspección y limpieza, suelen ser de varillas de hierro, empotradas en las juntas de los ladrillos.

Figura 19. Detalles típicos de pozos de visita



SECCIÓN A-A"

SECCIÓN B-B"

2.2.2.8.2. Caídas en pozos de visita

Las caídas en los pozos de visita son necesarias para cuando la diferencia entre cotas invert de entrada y salida es de 0.60 m o más, y cuando la pendiente de los tramos es grande y por lo tanto el flujo adquiere mucha velocidad.

Las caídas de los pozos son diseñadas de manera que se cree un “colchón” de agua en el fondo, para evitar el golpe de agua directamente sobre el piso. Entonces el nivel del piso será 5 cm por debajo de la cota Invert de salida, y esto dependerá del tipo de pozo de visita que se diseñe.

2.2.2.9. Conexiones domiciliarias

La conexión se realiza por medio de una caja de inspección, construida de mampostería o con tubos de concreto colocados verticalmente, denominado “candela”, en la cual se une la tubería proveniente del drenaje de la edificación a servir con la tubería del colector principal. El lado menor será de 45cms. y si fuese circular, tendrá un diámetro no menor de 12” y una altura mínima de 1m, en ambos casos debe ser impermeabilizada por dentro y tener una tapadera para realizar inspecciones. La tubería entre la candela y el colector debe tener un diámetro menor a 4” y debe colocarse con una pendiente mínima de 2%, para que las aguas fluyan por la tubería secundaria y pueda llevarla al alcantarillado central.

Es conveniente que el empotramiento con el colector principal se haga en la parte superior, para impedir que las aguas negras retornen por la conexión doméstica cuando el colector esté funcionando a toda su capacidad.

Figura 20. Detalle de domiciliar

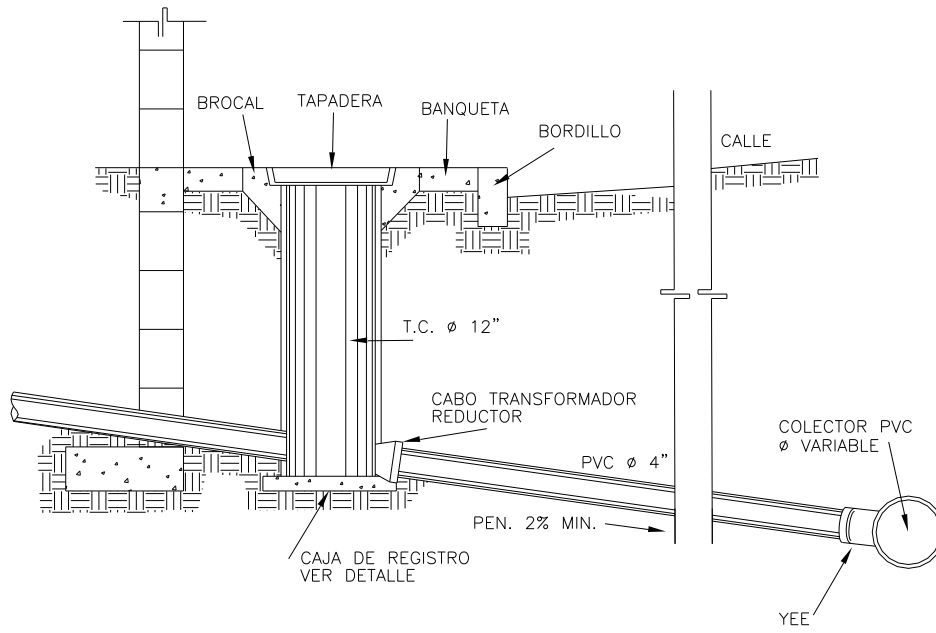
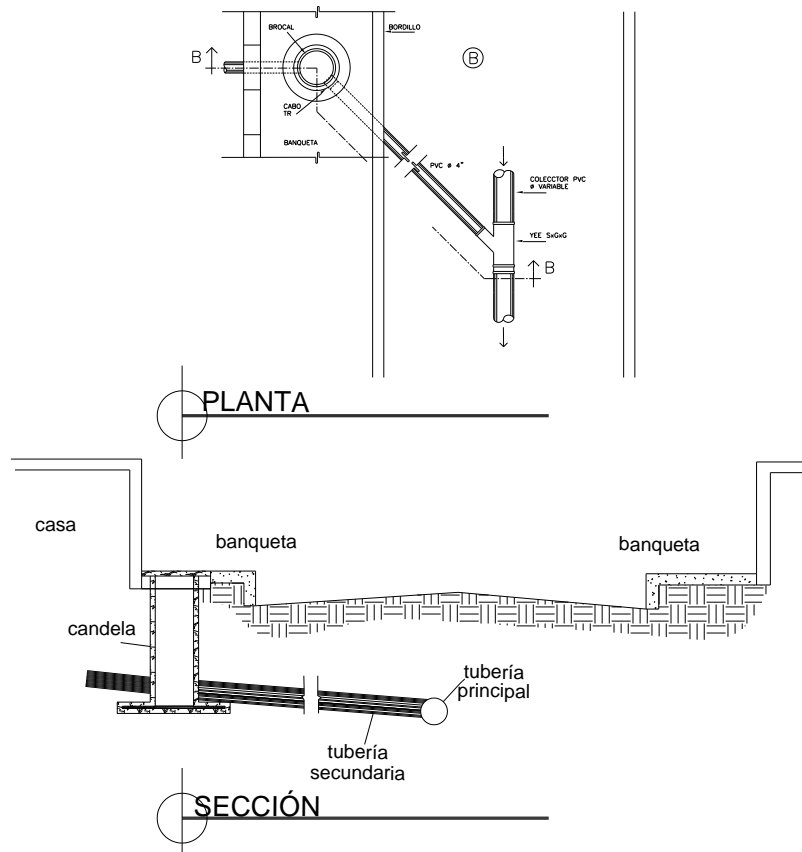


Figura 21. Conexión domiciliar



2.2.2.9.1. Tubería secundaria

La conexión de la candela domiciliar con la tubería central se hará por medio de la tubería secundaria, la cual tendrá un diámetro mínimo de 4" con tubería PVC y 6" con tubería de concreto, y deberá de tener una pendiente mínima del 2 %. Al realizar el diseño de alcantarillado deben considerarse las alturas en las cuales se encuentran las casas con relación a la alcantarilla central, y con ésto no profundizar demasiado la conexión domiciliar, aunque en algunos casos ésta resulta imposible por la topografía del terreno, debiendo considerar otras formas de realizar dicha conexión.

La utilización de sistemas que permitan un mejor funcionamiento del alcantarillado se empleará en situaciones en las cuales el diseñador lo considere conveniente, derivado de las características del sistema que se diseñe y las condiciones físicas donde se construirá.

Algunos de éstos sistemas son: tubería de ventilación, tanques de lavado, sifones invertidos, disipadores de energía, pozos de luz, etc.

2.2.2.9.2. Procedimientos constructivos conexiones domiciliarias

Existen dos métodos para la instalación de las conexiones domiciliarias:

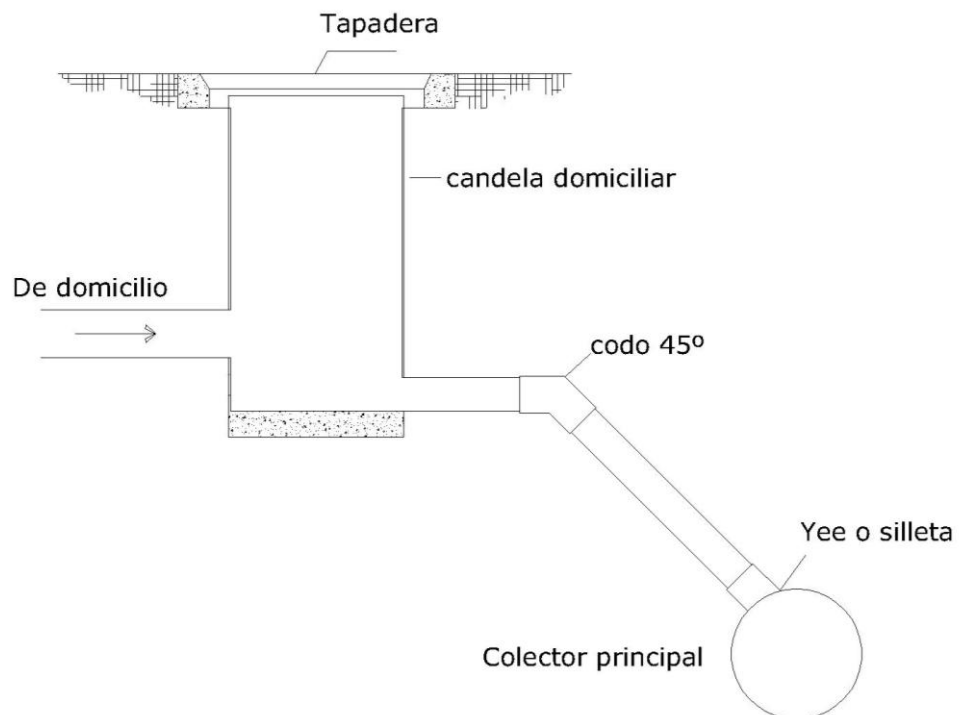
- Instalación a base de accesorios (codos, tees, yees, etc.)
- Instalación a base de silletas, éste método tiene ventaja sobre el anterior de poder utilizarse en sistemas de alcantarillado en funcionamiento, sin interrumpir el servicio, la instalación no demora más de 15 minutos.

Independientemente del método seleccionado para la instalación de domiciliarios, deberá tomarse en consideración la profundidad del colector principal, para instalar de acuerdo a las siguientes recomendaciones el accesorio o silleta más adecuado.

Profundidades de 0 a 2 metros.

Se utilizará según el método escogido, una yee sanitaria o una silleta Y, complementada con un codo a 45°.

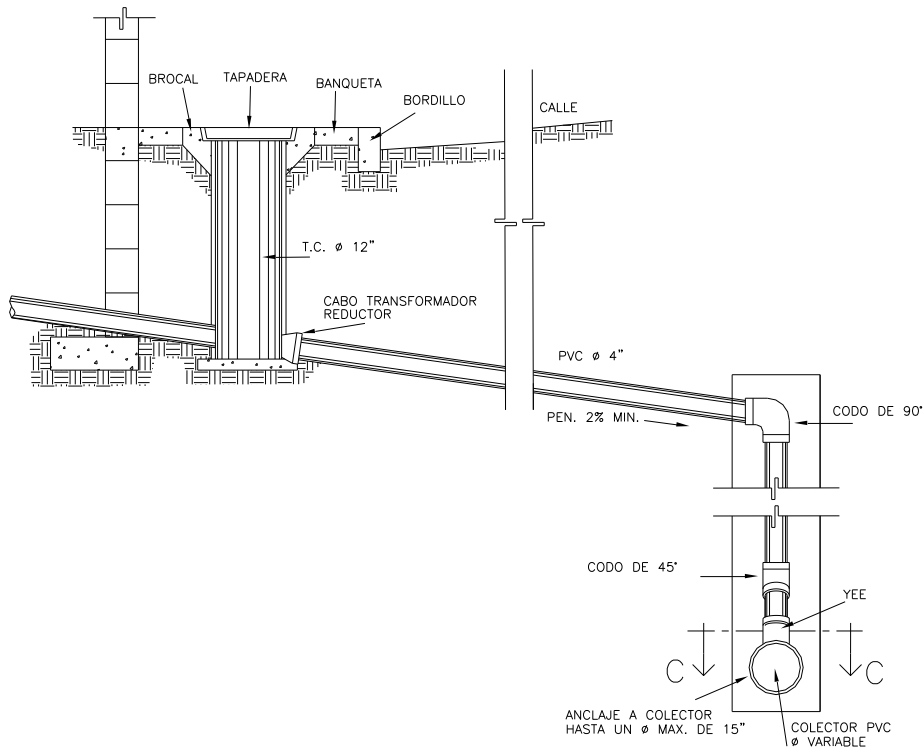
Figura 22. Domiciliar con salida a 45°



Profundidades de dos o más metros

Se utilizará según el método escogido, una tee sanitaria o una silleta complementada con un codo a 90°.

Figura 23. Domiciliar con salida 90°



Para la tubería de alcantarillado sanitario norma ASTM 3034, se han desarrollado una nueva línea de accesorios, desde $\varnothing=4''$ a $\varnothing=15''$ para facilitar y agilizar los sistemas de instalación, tales como codos, tees sanitarias, yees, sifones, etc. Lo que permite un gran ahorro en esfuerzo y tiempo de instalación.

Accesorios: los cuales pueden ser de campana cementada o campana sanitaria (con empaque de hule).

2.2.2.10. Desfogue y disposición final

Para la localización de los puntos de desfogue se eligen las partes más bajas del sistema, tratando de encauzarlo hacia un cuerpo de agua en movimiento.

Para el sistema de drenaje sanitario, se optó por utilizar el sistema de tratamiento de aguas servidas, con la finalidad de eliminar las bacterias que existen en el flujo de agua que pasa por el sistema y devolverla al ambiente a través de un cuerpo receptor en este para este caso será un río.

2.2.3. Diseño del sistema de drenaje sanitario

2.2.3.1. Estudios de población

Un sistema de drenaje sanitario debe diseñarse para trabajar hidráulicamente bien, desde que se pone en funcionamiento hasta el final del período de diseño. Por lo tanto, se hace necesario conocer la población a servir, al inicio y al final de su período de vida. Para lo cual se necesita primero conocer la población del lugar, según los censos realizados con anterioridad y luego calcular la población para la fecha requerida.

Para el cálculo de la población, existen varios métodos, pero el más utilizado por los diseñadores es el método geométrico por tasa de crecimiento poblacional de la localidad proporcionada por el Instituto Nacional de Estadística para éste caso se utilizo 2.639%, además éste método proporciona un dato más aproximado.

Método geométrico

Para el presente caso se optó por utilizar el método de incremento geométrico en el cálculo de la población futura por dos razones. En primer lugar, dado que no se tienen datos de censos anteriores, y se tiene que efectuar un censo actual al momento de efectuar la investigación de campo; y en segundo lugar, teóricamente se ha comprobado que las poblaciones en vías de desarrollo crecen en forma geométrica o exponencial, por lo tanto éste método responde más a la realidad.

La fórmula utilizada es:

$$Pf = Pa * \left(+ r \right)^n$$

donde:

Pf = Población futura.

Pa = Población actual.

r = Tasa de crecimiento poblacional en %.

n = Período de diseño en años.

Tomando un período de diseño de 20 años, se calculará la población existente para el año 2,027

Datos:

Pa = 2,130 habitantes

r = 2.639%

n = 20 años

$$Pf = 2,130 * \left(+ 0.02639 \right)^{20}$$

Pf = 3,586 habitantes

2.2.3.2. Trazo del sistema

El trazo de la red se basó en orientar la tubería a favor de la pendiente natural del terreno. Evitando en lo posible una mayor profundidad del drenaje. Cuando existen dos o más tramos con pendiente positiva para conducir un caudal considerablemente grande, se tomó el tramo de menor pendiente dejando los tramos de mayor pendiente como iniciales; excepto cuando la profundidad de llegada es muy grande.

2.2.3.3. Cálculo e integración de caudales

El diseño del sistema de drenaje sanitario requiere el cálculo del caudal máximo total, el cual está integrado de los caudales siguientes:

Caudal domiciliar: Es el agua que ha sido utilizada para limpieza o producción de alimentos, es desecha y conducida a la red de alcantarillado, el agua de desecho doméstico está relacionada con la dotación y suministro de agua potable.

Como se indicó anteriormente, una parte de ésta no será llevada al alcantarillado como la de los jardines y lavado de vehículos, de tal manera que el valor del caudal domiciliar está afectado por un factor que varía entre 0.70 a 0.80, el cual queda integrado de la siguiente manera:

$$Q_{dom} = \frac{Dot.*\#hab*FR}{86,400}$$

donde:

Q_{dom} = Caudal domiciliar (lts/seg)

Dot = Dotación en (lts/hab/día)

#hab = Número de habitantes en cada tramo

FR = Factor de retorno

El factor de retorno, como ya se mencionó, es el porcentaje de agua, que después de ser usada, vuelve al drenaje, varía entre 0.70 a 0.80, en éste caso se considera un 80% de factor de retorno.

Caudal de infiltración: Es el caudal que se infiltra en el alcantarillado, el cual depende de la profundidad del nivel freático del agua, de la profundidad de la tubería y de la permeabilidad del terreno, del tipo de juntas y de la calidad de mano de obra utilizada y de la supervisión técnica.

Puede calcularse de dos formas: en litros diarios por hectárea o litros diarios por kilómetros de tubería, se incluye la longitud de la tubería de las conexiones domiciliarias asumiendo un valor de 6.00 metros por cada casa, la dotación de filtración varía entre 12000 y 18000 lts/Km/día. Cuando se utiliza tubería PVC el caudal de infiltración es nulo.

$$Q_{inf} = \frac{18,000 (L + Pa * 6)}{1,000 * 86,400}$$

donde:

Q_{inf} = Caudal de infiltración (lts/seg)

18000 = Factor de infiltración

L = Longitud del tramo en (m)

Pa = Población actual

Caudal de conexiones ilícitas: Este caudal es producido por las viviendas que conectan las tuberías del sistema del agua pluvial al alcantarillado sanitario.

Para efecto de diseño se puede estimar un porcentaje de las viviendas que pueden hacer conexiones ilícitas, este puede variar entre 0.5 a 2.5%.

$$Q_{ilic} = \frac{2.5 * Q_{dom}}{100}$$

donde:

Q_{ilic} = Caudal de conexiones ilícitas en (lts/seg)

Q_{dom} = Caudal domiciliar en (lts/seg)

2.2.3.3.1. Factor de caudal medio

Este factor se determina por medio de la sumatoria de los caudales que contribuyen al sistema, dividido por el tiempo total en un día, y se expresa en lts/habitante/segundo; estos caudales son:

- Caudal domiciliar.
- Caudal comercial.
- Caudal industrial.
- Caudal de infiltración.
- Caudal de conexiones ilícitas.

Al realizar el cálculo de cada uno de los caudales anteriormente descritos se procede a obtener el valor del caudal medio que esta dado por la siguiente expresión:

$$Q_{med} = Q_{dom} + Q_{inf} + Q_{ilic}$$

En el caso de las colonias Los Cedros, Nueva Linda y Las Violetas no se tomó en cuenta el caudal industrial ni el comercial ya que el sistema no se

conectará industria ni comercio alguno, el valor del factor de caudal medio se calculó de la siguiente manera:

$$F_{qm} = \frac{Q_{med}}{\#hab}$$

donde:

Q_{med} = Caudal medio en (lts/seg)

F_{qm} = Factor de caudal medio

$\#hab$ = Numero de habitantes a servir para cada tramo

Para facilitar la obtención del factor de caudal medio las instituciones que se dedican al diseño de sistemas de alcantarillado sanitario, han establecido valores de este factor con base a la experiencia.

$F_{qm} = 0.0046$ según el INFOM

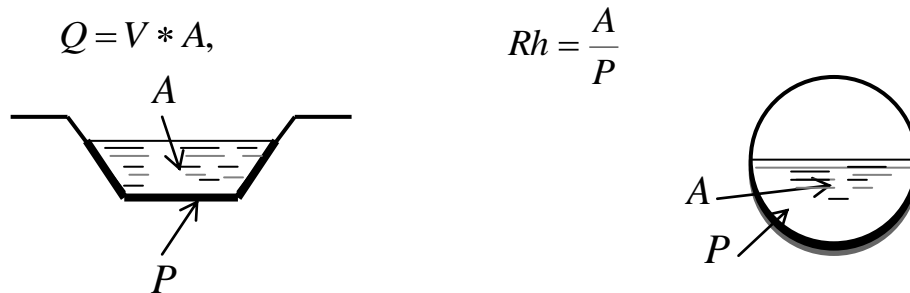
$F_{qm} = 0.0030$ según la Municipalidad de Guatemala

$F_{qm} = 0.002 \geq f_{qm} \leq 0.0050$ según Dirección General de Obras Públicas (D.G.O.P).

2.2.3.3.2. Fórmulas usadas para el cálculo

Para efectos de cálculo se considera el régimen permanente uniforme, esto es, flujo permanente en el cual la velocidad media permanece constante, en cualquier sección, por efecto de la gravedad y con una velocidad tal que la carga disponible, compense el rozamiento, en la figura 24 se ilustra el radio hidráulico de la sección mojada en las secciones transversales. Las ecuaciones fundamentales son:

Figura 24. Sección transversal de un canal y ducto.



donde:

Q : Caudal, en m³/s.

Rh: El radio hidráulico de la sección mojada de la tubería, en m.

A : Área de la sección transversal del flujo, en m².

P : Perímetro mojado, en m.

V : Velocidad promedio, en m/s.

Fórmula de Chezy

$$V = c * \sqrt{Rh * s}$$

$$Q = A * c * \sqrt{Rh * s}$$

El valor constante c está dado a su vez por otras fórmulas debidas a diferentes investigadores, por ejemplo, la más usada, la fórmula de Kutter en la cual c depende de algunas constantes, del radio hidráulico, de la pendiente y del coeficiente de rugosidad

$$c = \frac{23 + \left(\frac{0.00155}{s}\right) + \left(\frac{1}{n}\right)}{1 + \left[23 + \left(\frac{0.00155}{s}\right) * \sqrt{\frac{n}{Rh}}\right]}$$

donde:

s: pendiente, en m/m

n: coeficiente de rugosidad

Fórmula de Manning: El análisis y la investigación del flujo hidráulico, han establecido que las condiciones de flujo y las pendientes hidráulicas en sistemas sanitarios por gravedad, pueden ser diseñadas conservadoramente utilizando la ecuación de Manning.

El intento de las aguas negras de buscar su nivel induce a un movimiento conocido como flujo por gravedad.

Manning da valores a la constante c más aceptable mediante la fórmula:

$$c = \frac{1}{n} * Rh^{1/6}$$

Al sustituirla en la de Chezy, se obtiene la fórmula de Manning, la cual es una de las fórmulas más usadas en el cálculo de alcantarillados.

$$V = \frac{1}{n} * Rh^{2/3} * s^{1/2}$$

$$Q = \frac{1}{n} * Rh^{2/3} * s^{1/2} * A$$

donde:

V: velocidad del flujo, en m/s.

n: coeficiente de rugosidad de Manning, adimensional. Representa las características internas de la tubería y sirve para calcular las pérdidas por fricción de la tubería, para tuberías de PVC se considera 0.009.

S: Pendiente del tubo, en porcentaje.

Rh: Radio hidráulico, en m.

A: Área de la sección transversal del flujo, o área mojada, en m².

2.2.3.3.3. Diagramas, tablas y sus aplicaciones

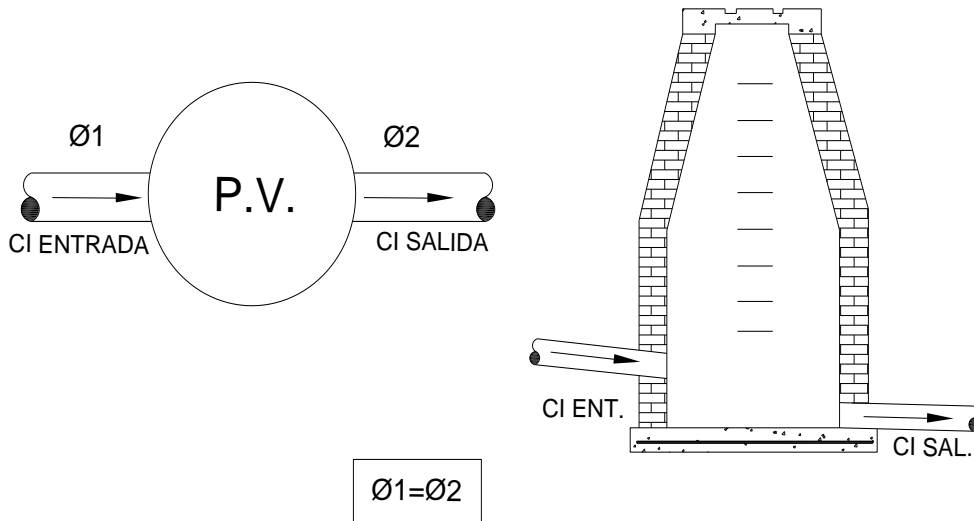
Los proyectos y cálculo de alcantarillados exigen muchas determinaciones de velocidades, caudales, diámetros de tubería y pendientes, por lo que es de interés llegar rápidamente a soluciones convenientes, con cuyo objeto se ha diseñado un monograma basado en la fórmula de Manning, el cual simplifica el proceso de cálculo; para simplificar el uso se plasmaron los resultados en una tabla para cada uno de los valores que se desea buscar.

2.2.3.4. Cota Invert

Es la distancia vertical que existe entre la cota en la rasante del terreno y la cota inferior de la tubería, se debe verificar siempre que se asegure el recubrimiento mínimo necesario en la tubería. Para calcular la cota invert se toma como base la pendiente del terreno y la distancia entre pozos. Es de importancia tomar en cuenta las siguientes reglas:

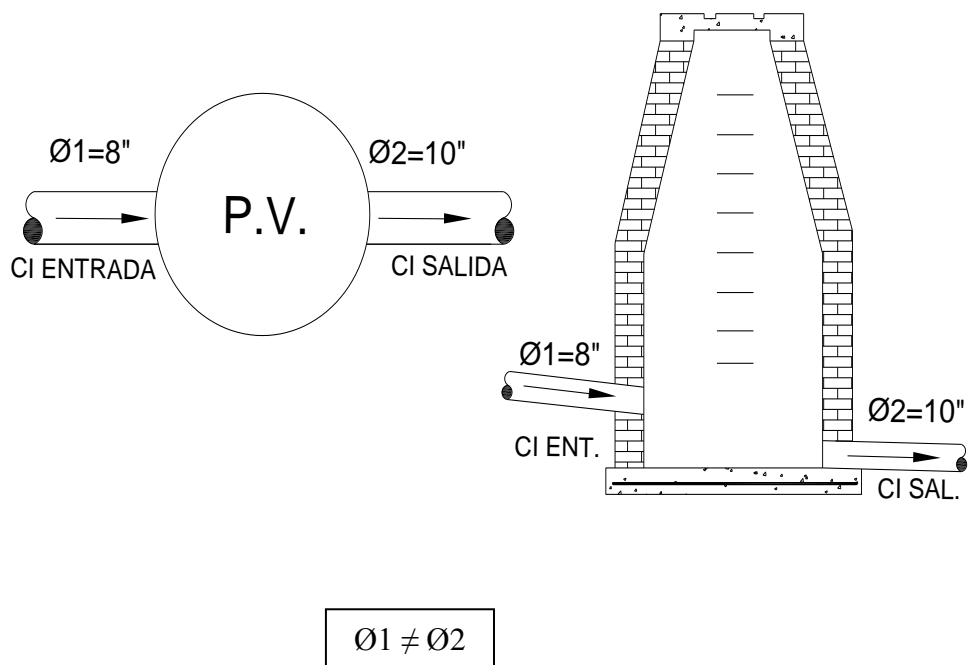
Caso 1: Cuando llega una tubería y sale otra de igual diámetro. La cota Invert de salida debe ser por lo menos 0.03 m por debajo de la de cota invert de entrada.

Figura 25. Detalle de cálculo cota Invert, para caso 1



Caso 2: Cuando aun pozo de visita entra una tubería y sale otra de distinto diámetro. La cota Invert de salida será la diferencia de diámetros

Figura 26. Detalle de cálculo cota Invert, para caso 2



Ejemplo.

C.I. entrada = 75 m

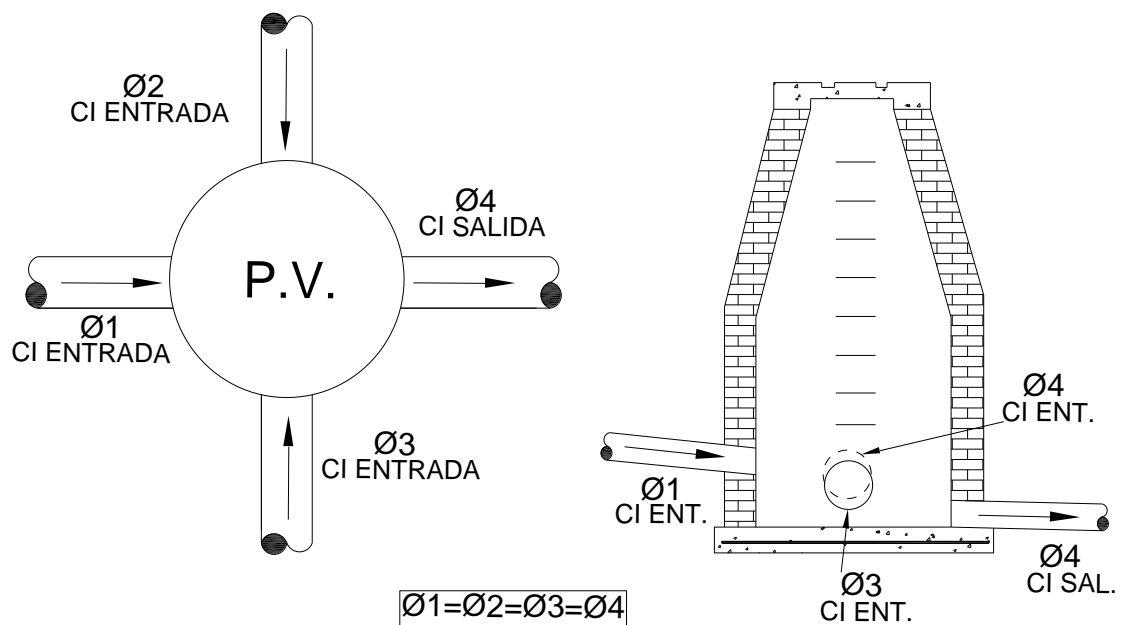
$\varnothing 1 = 10''$

$\varnothing 2 = 8''$

C.I. salida = $75 - (10-8) = 74.95\text{m}$

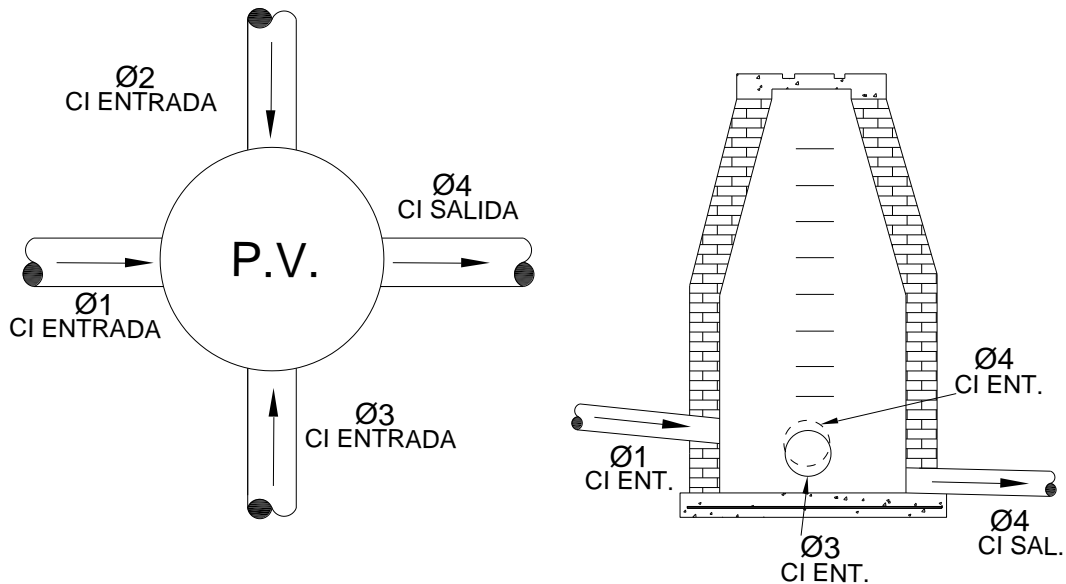
Caso 3: Cuando a un pozo de visita entra más de una tubería y sale otra o todas de igual diámetro. La cota invert de salida debe estar por lo menos 0.03 m por debajo de la cota invert de entrada.

Figura 27. Detalle de cálculo cota Invert, para caso 3



Caso 4: Cuando a un pozo de visita llegan dos o más tuberías y sale una y son de distinto diámetro.

Figura 28. Detalle de cálculo cota Invert, para caso 4



La cota Invert de salida se calcula:

3 cms por debajo de las tuberías de igual diámetro

La diferencia de diámetros, la cota más baja. Ejemplo

C.I. entrada = 92.35 m Ø1 = 8"

C.I. entrada = 95.45 m Ø2 = 10"

C.I. entrada = 92.40 m Ø3 = 12"

C.I. salida = Ø4 = 12"

Ø1 y Ø4

C.I. salida = $92.35 - (12 - 8) \cdot 0.0254 = 92.25$ m

Ø2 y Ø4

C.I. salida = $95.45 - (12 - 10) \cdot 0.0254 = 95.40$ m

Ø3 y Ø4

C.I. salida = $92.4 - (0.03) = 92.37$ m

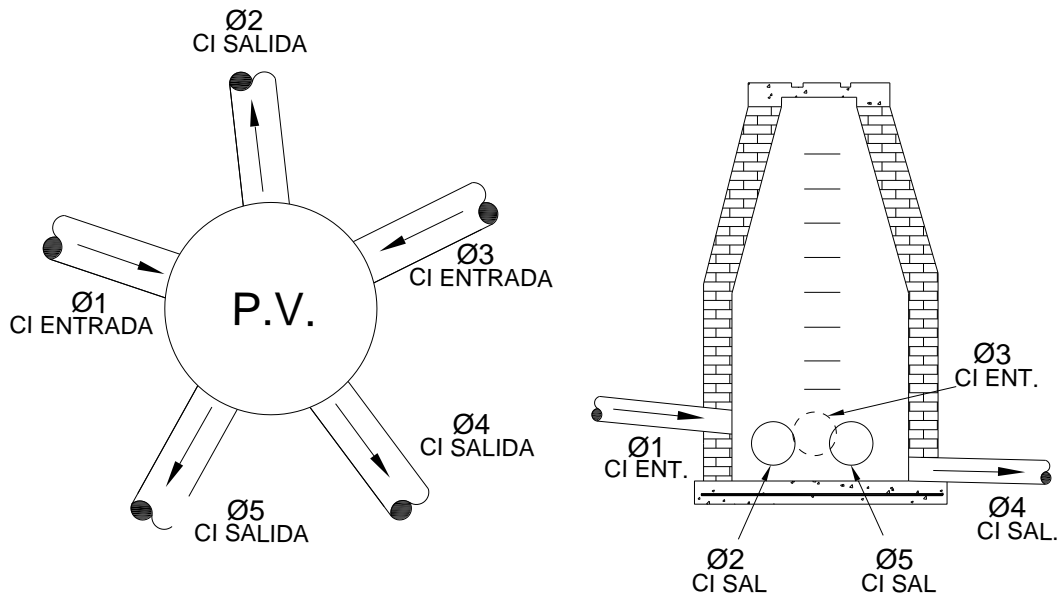
Caso 5: Cuando a un pozo de visita llegan más de una tubería y salen más de una tubería.

Solo una de las tuberías que sale es de seguimiento o de continuidad y todas las demás serán ramales iniciales. La cota invert de las tuberías de los ramales iniciales deben ser como mínimo

$H = \text{altura por tráfico} + \text{espesor de tubo} + \text{diámetro de tubo}.$

La cota Invert de salida de la tubería de seguimiento se calcula de acuerdo a los incisos anteriores.

Figura 29. Detalle de cálculo cota Invert, para caso 5



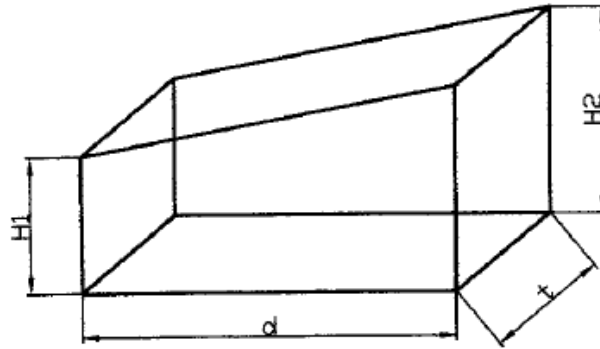
2.2.3.5. Volumen de excavación

Es el volumen de tierra que habrá que remover para la colocación adecuada de la tubería y se calcula en base al volumen del prisma generado

por la profundidad de dos pozos de visita, la distancia entre ellos y el ancho de la zanja, según la altura y el diámetro de la tubería. Este cálculo se puede obtener mediante la relación siguiente:

Figura 30. Cálculo de volumen de excavación

$$V = \left(\frac{H1 + H2}{2} \right) * d * t$$



V = Volumen de excavación (m³)

H1 = Profundidad del primer pozo de visita en (m)

H2 = Profundidad del segundo pozo de visita en (m)

d = Distancia entre dos pozos de visita considerados (m)

t = Ancho de zanja en (m)

2.2.4. Presupuesto

Es sin duda, uno de los trabajos más importantes, de él se deduce en primer lugar, conclusiones acerca de su rentabilidad, de la posibilidad y conveniencia de ejecución, al mismo tiempo que en la inmensa mayoría de los casos sirve de base para el contrato con el constructor encargado de la ejecución de la obra.

El presupuesto contempla los renglones de trabajo, según la secuencia lógica de ejecución, cuantificando los materiales con precios que se manejan en la cabecera municipal, en lo concerniente a la mano de obra se aplicaron los salarios que la municipalidad asigna, en cuanto a costos indirectos se aplicó un 35% que contempla administración, dirección técnica y utilidades. El costo total del proyecto se obtuvo sumando todos los costos totales por renglón.

2.2.4.1. Cuantificación por renglones

Esta es la fase del presupuesto en que se le da dimensión, volumen y se definen sus alcances. Sirve para detectar actividades indirectas del proceso constructivo no incluidas en los planos. Por ejemplo actividades preliminares como bodegas, oficina y letrinas y actividades finales como limpieza, mantenimiento y desmontaje. La cuantificación es uno de los pilares fundamentales para la elaboración de un presupuesto acertado.

Tabla XV Cuantificación de renglones de trabajo

RENGLON	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
100	TRABAJOS PRELIMINARES		
101	BODEGA	1	UNIDAD
102	TRAZO Y REPLATEO TOPOGRÁFICO	2.96	KM
200	COLECTORES		
201	INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC 6"	1937	ML
202	INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC 8"	963	ML
300	INSTALACIONES		
301	POZOS DE VISITA	39	UNIDAD
302	CAJAS DE VISITA	17	UNIDAD
303	INSTALACIONES DOMICILIARES	204	UNIDAD
	TOTAL		

2.2.4.2. Integración de costos unitarios

Es el elemento más funcional más pequeño que compone un proyecto, y está a su vez formado por elementos unitarios como materiales, mano de obra, maquinaria y otros costos unitarios.

Tabla XVI Integración de costos unitarios

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIO

RENGLÓN: 101	UNIDAD DE COSTO EXPRESADO EN:		PROYECTO: Alcantarillado sanitario	
CONCEPTO: Bodega			UBICACIÓN: Colonias Los Cedros Nueva Linda y Las Violetas, Siquinalá, Escuintla	
CLAVE:	1	Global	FECHA:	04-Mayo. -2,007

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
-------------	----------	--------	----------------	---------------

MATERIALES				
Regla de pino rustica 2"x1"x10'	20.00	pie-tabla	Q. 5.00	Q. 100.00
Tabla de pino rustica 12"x1"x10'	480.00	pie-tabla	Q. 5.00	Q. 2,400.00
Parales de pino 3"x4"10'	300.00	pie-tabla	Q. 5.00	Q. 1,500.00
Clavo de 2"	15.00	libras	Q. 4.50	Q. 67.50
Clavo de 1 1/2"	6.00	libras	Q. 4.50	Q. 27.00
Lamina Galvanizada de 12' Cal. 28	10.00	unidad	Q. 100.00	Q. 1,000.00
Clavo para lamina de 2"	4.00	libras	Q. 5.50	Q. 22.00
Nylon doble grueso para forro	75.00	yardas	Q. 6.00	Q. 450.00
Letrina	2.00	unidad	Q. 750.00	Q. 1,500.00
TOTAL MATERIALES				Q. 7,066.50

MANO DE OBRA				
Limpieza general	25.00	m ²	Q. 4.00	Q. 100.00
Trazo y estaqueado (incluye estacas)	20.00	ml	Q. 8.00	Q. 160.00
				Q. -
Mano de Obra				Q. 260.00
Ayudante				Q. 39.00
Prestaciones				Q. 197.34
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 496.34

COSTO DIRECTO	Q. 7,562.84
PRECIO UNITARIO	Q. 9,453.55

2.2.4.3. Costo total del proyecto

Para la integración de los costos totales del proyecto, se procede después a elaborar el trabajo de diseño y planos respectivos e integrar los renglones unitarios que conforman el proyecto.

Tabla XVII Costo total del proyecto

RENLÓN	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO U	TOTAL
100	TRABAJOS PRELIMINARES				
101	BODEGA	1	UNIDAD	Q12.171,33	Q12.171,33
102	TRAZO Y REPLANTEO TOPOGRÁFICO	2,96	KM	Q2.000,00	Q5.920,00
200	COLECTORES				
201	INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC 6"	1937	ML	Q313,84	Q607.908,08
202	INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC 8"	963	ML	Q389,30	Q374.895,90
300	INSTALACIONES				
301	POZOS DE VISITA	39	UNIDAD	Q6.532,34	Q254.761,26
302	CAJAS DE VISITA	17	UNIDAD	Q4.701,55	Q79.926,35
303	DOMICILIARES	204	UNIDAD	Q1.520,33	Q310.147,32
	TOTAL				Q1.645.730,24

2.2.5. Plan de operación y mantenimiento

Es la aplicación de técnicas o mecanismos que permiten conservar el alcantarillado en buenas condiciones físicas y de funcionamiento, con el propósito de alcanzar la duración esperada de acuerdo a la vida útil para la que fue diseñada.

La responsabilidad de mantenimiento esta a cargo del comité de cada colonia. Este comité tendrá una unidad operativa, conformada de preferencia por personas que hayan participado en la construcción del alcantarillado.

Dentro de los chequeos que deberá de realizarse a la línea central, para verificar su correcto funcionamiento, están:

Inspección de pozos de visita y/o registros, se procede a levantar las tapaderas de los registros y observar si en éstos fluyen libremente las aguas servidas, si se detecta que uno de los registros se encuentra inundado y el inmediato aguas abajo está seco, existe un taponamiento total en el tramo comprendido entre los dos registros.

Es importante verificar el estado de las candelas, constatando que se encuentren en buenas condiciones de servicio. La tapadera de la candela debe encontrarse en buenas condiciones y en su respectivo lugar, ya que su deterioro o ausencia, puede producir la introducción de materiales que puedan obstruir el sistema.

La razón de la inspección del número de candelas existentes, es la de constatar que no existan conexiones ilícitas o no autorizadas para que se conecten al sistema personas que no hubieran participado en la ejecución de la obra, y no se encuentren registrados en los controles que realice el comité para la asignación de las candelas, posteriormente a la entrega de la obra por parte de la entidad ejecutora.

CONCLUSIONES

1. Los proyectos desarrollados dentro del Ejercicio Profesional Supervisado, proveen a los habitantes soluciones a los problemas de las aguas servidas para las colonias Los Cedros, Nueva Linda y Las Violetas, así como un tránsito seguro de la colonia Los Cedros hacia la comunidad El Capulín, del municipio de Siquinalá, Escuintla.
2. Con la construcción del camino que de la colonia Los Cedros conduce a la comunidad El Capulín, se agilizó el desplazamiento de las personas y mercancías, por medio de vehículos automotores, facilitando el acceso al desarrollo de la región en cualquier época del año.
3. Con la ejecución del proyecto de alcantarillado sanitario, para las colonias Los Cedros Nueva Linda y Las Violetas, del municipio de Siquinalá, departamento de Escuintla, se brindará una solución técnica a los pobladores de la zona de influencia, que actualmente atraviesan problemas de saneamiento derivados de la orientación de sus aguas servidas, provocando con ello, daños ambientales representados por la contaminación. Evitando de esta manera enfermedades de origen hídrico, se eliminarán los focos de contaminación, los malos olores producidos por las aguas negras que corren a flor de tierra y sobretodo, se mejorará el ornato de las comunidades.

RECOMENDACIONES

1. Es necesario que el comité, coordine un plan al principio y al final de cada invierno, con la municipalidad, para obtener los recursos y organizar los trabajos a realizar, con el fin de cumplir con el mantenimiento periódico de la carretera, para darle una mayor duración.
2. El comité deberá velar para que el mantenimiento del camino se realice, por lo menos cada 6 meses, antes y después de cada invierno, ya que será el encargado de coordinar junto con la municipalidad (u otra organización que los apoye) para organizar, divulgar, dirigir y ejecutar dicho mantenimiento.
3. Es conveniente que los desechos provenientes de cocinas o de lugares donde se han usado grasas, sean pasados previamente por una caja trampa de grasa para que sean descargados.
4. No usar desinfectantes de alto poder de limpieza en los servicios sanitarios, para evitar la alteración del proceso biológico.
5. Los vecinos de las colonias Los Cedros, Nueva Linda y Las Violetas deben inspeccionar por lo menos una vez al año, todos los sistemas que integran el alcantarillado sanitario.

BIBLIOGRAFÍA

1. Crespo Villalaz, Carlos. Mecánica de Suelos y Cimentaciones 4ª Ed. México: Editorial Limusa, 1999
2. Dirección General de Caminos. Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras y Puentes. Guatemala: Litografía Guatemalteca, septiembre 2001.
3. INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL (INFOM). Normas generales para diseño de alcantarillados, 2001.
4. Tubovinil S.A. Norma ASTM 3034 tubería P.V.C. para alcantarillado sanitario. Folleto de información técnica sobre tubería P.V.C. Guatemala.
5. Unidad Ejecutora de Conservación Vial –COVIAL-. Especificaciones Especiales, Edición 2004. Guatemala, S.E., 2004

APÉNDICE

- I. Precios unitarios carretera
- II. Cálculo hidráulico
- III. Precios unitarios alcantarillado sanitario
- IV. Planos

APÉNDICE I

PRECIOS UNITARIOS CARRETERA

CUADRO PARA CÁLCULO DE INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS				
PROYECTO: CAMINO QUE DE LA COLONIA LOS CEDROS CONDUCE A LA COMUNIDAD EL CAPULÍN				
REGLÓN: TOPOGRAFÍA				
	CANTIDAD	1,00	UNIDAD	GLOBAL
				AGOSTO 2,008
DEPRECIACIÓN DE MAQUINARIA				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
TOTAL DE DEPRECIACIÓN				
MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA				
TOTAL DE MANTENIMIENTO				
MANO DE OBRA				
PRESTACIONES	98,00	%		
TOTAL DE MANO DE OBRA				
MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNIT.	TOTAL
TOTAL DE MATERIALES				
OTROS				
HERRAMIENTAS	5,00	%		
TOPOGRAFÍA	1,00	GLOBAL	4.500,00	4.500,00
TOTAL DE OTROS				

COSTO TOTAL DIRECTO	4.500,00
COSTO UNITARIO DIRECTO	4.500,00
INDIRECTOS	2.025,00
IVA (12 %)	783,00
PRECIO UNITARIO CON IVA	7.308,00

CUADRO PARA CÁLCULO DE INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS				
PROYECTO: CAMINO QUE DE LA COLONIA LOS CEDROS CONDUCE A LA COMUNIDAD EL CAPULÍN				
RENLÓN: ESCARIFICACIÓN, HOMOGENIZACIÓN HUMEDECIMIENTO , COMPACTACIÓN Y AFINAMIENTO DE LA SUPERFICIE DE RODADURA				
	CANTIDAD	24.000,00	UNIDAD	M ² AGOSTO 2,008
DEPRECIACIÓN DE MAQUINARIA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
MOTONIVELADORA JOHN DEERE JD770D	180,00	HORAS	407,00	73.260,00
VIBROCOMPACTADOR INGERSOLL RAND SD100D C	135,00	HORAS	155,40	20.979,00
CAMIÓN CISTERNA	180,00	HORAS	34,53	6.216,00
TOTAL DE DEPRECIACION				100.455,00
MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA				
TOTAL DE MANTENIMIENTO				
MANO DE OBRA				
OPERADOR DE MOTO NIVELADORA	243,00	HORAS	31,25	7.593,75
OPERADOR DE VIBROCOMPACTADORA	182,30	HORAS	14,38	2.620,56
CHOFER DE CAMIÓN CISTERNA	243,00	HORAS	10,38	2.521,13
AYUDANTE DE MAQUINARIA	1.215,00	HORAS	7,09	8.614,35
PRESTACIONES	98,00	%	21.349,79	20.922,79
TOTAL DE MANO DE OBRA				42.272,58
MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNIT.	TOTAL
DIESEL	1.350,00	GALÓN	38,00	51.300,00
TOTAL DE MATERIALES				51.300,00
OTROS				
HERRAMIENTAS	5,00	%	21.349,79	1.067,49
TOTAL DE OTROS				1.067,49

COSTO TOTAL DIRECTO	195.095,07
COSTO UNITARIO DIRECTO	8,13
INDIRECTOS	3,66
IVA (12 %)	1,41
PRECIO UNITARIO CON IVA	13,20

CUADRO PARA CÁLCULO DE INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS				
PROYECTO: CAMINO QUE DE LA COLONIA LOS CEDROS CONDUCE A LA COMUNIDAD EL CAPULÍN				
RENGLÓN: CONFORMACIÓN, RECONSTRUCCIÓN Y LIMPIEZA DE CUNETAS				
	CANTIDAD	4,00 UNIDAD	KM	AGOSTO 2,008
DEPRECIACIÓN DE MAQUINARIA				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
MOTONIVELADORA JOHN DEERE JD770D	166,70	HORAS	407,00	67.846,90
TOTAL DE DEPRECIACIÓN				67.846,90
MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA				
TOTAL DE MANTENIMIENTO				
MANO DE OBRA				
OPERADOR DE MOTO NIVELADORA	225,00	HORAS	31,25	7.031,25
AYUDANTE DE MAQUINARIA	450,00	HORAS	7,09	3.190,50
PRESTACIONES	98,00	%	10.221,75	10.017,32
TOTAL DE MANO DE OBRA				20.239,07
MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNIT.	TOTAL
DIESEL	667,00	GALÓN	38,00	25.346,00
TOTAL DE MATERIALES				25.346,00
OTROS				
HERRAMIENTAS	5,00	%	10.221,75	511,09
TOTAL DE OTROS				511,09

COSTO TOTAL DIRECTO	113.943,06
COSTO UNITARIO DIRECTO	28.485,77
INDIRECTOS	12.818,60
IVA (12 %)	4.956,52
PRECIO UNITARIO CON IVA	46.260,89

CUADRO PARA CÁLCULO DE INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS				
PROYECTO: CAMINO QUE DE LA COLONIA LOS CEDROS CONDUCE A LA COMUNIDAD EL CAPULÍN				
REGLÓN: CAPA BALASTO				
	CANTIDAD	3.600,00	UNIDAD	M ³ AGOSTO 2,008
DEPRECIACIÓN DE MAQUINARIA				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
MOTONIVELADORA JOHN DEERE JD770D	72,00	HORAS	407,00	29.304,00
VIBROCOMPACTADOR INGERSOLL RAND SD100D C	72,00	HORAS	155,40	11.188,80
CAMIÓN CISTERNA	72,00	HORAS	34,53	2.486,40
EXCAVADORA KOMATSU PC200-8	45,00	HORAS	296,00	13.320,00
TOTAL DE DEPRECIACIÓN				56.299,20
MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA				
TOTAL DE MANTENIMIENTO				
MANO DE OBRA				
OPERADOR DE MOTO NIVELADORA	97,20	HORAS	31,25	3.037,50
OPERADOR DE VIBROCOMPACTADORA	97,00	HORAS	14,38	1.394,38
CHOFER DE CAMIÓN CISTERNA	97,00	HORAS	10,38	1.006,38
OPERADOR DE EXCAVADORA	61,00	HORAS	25,00	1.525,00
AYUDANTE DE MAQUINARIA	486,00	HORAS	7,09	3.445,74
PRESTACIONES	98,00	%	10.409,00	10.200,82
TOTAL DE MANO DE OBRA				20.609,82
MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNIT.	TOTAL
DIESEL		GALÓN	38,00	
TOTAL DE MATERIALES				
OTROS				
HERRAMIENTAS	5,00	%	10.409,00	520,45
ACARREO DE 6 KMS	27.000,00	M3/KM	3,04	82.080,00
REGALÍAS DE MATERIAL BALASTO	4.500,00	M3	3,00	13.500,00
TOTAL DE OTROS				96.100,45

COSTO TOTAL DIRECTO	173.009,47
COSTO UNITARIO DIRECTO	48,06
INDIRECTOS	21,63
IVA (12 %)	8,36
PRECIO UNITARIO CON IVA	78,05

APÉNDICE II

CÁLCULO HIDRÁULICO

NOMBRE DEL PROYECTO: RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LAS COLONIAS LOS CEDROS, NUEVA LINDA Y VIOLETAS,
UBICACIÓN: SIQUINALÁ ESCUINTLA
FECHA: 17 DE MAYO DE 2,007
ELABORADO POR: PABLO WALDEMAR MURALLES

1. DATOS DE DISEÑO:

DESCRIPCIÓN	
Período de diseño	20 años
Habitantes por casa	6 habitantes
Factor de retorno	0.8
Tasa de crecimiento poblacional	2.639%
Dotación	150 lts/hab/día
Factor de conexiones ilícitas	0.025

2. INTEGRACIÓN DE CAUDALES

RAMAL PRINCIPAL

DE PV	A PV	CASAS		HAB. SERVIR		Q _{don}		Q _{ilic}		Q _{med}		Fqm CHEQUIADO		F. HARM		Q _{dis} (lts/seg.)	
		LOCAL	ACUM.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.
1	2	0	10	60	101	0.083	0.140	0.002	0.004	0.085	0.144	0.002	0.002	4.298	4.242	0.516	0.857
2	3	0	21	126	212	0.175	0.295	0.004	0.007	0.179	0.302	0.002	0.002	4.215	4.139	1.062	1.756
3	4	3	29	192	323	0.267	0.449	0.007	0.011	0.273	0.460	0.002	0.002	4.154	4.064	1.595	2.628
4	5	3	32	210	354	0.292	0.491	0.007	0.012	0.299	0.503	0.002	0.002	4.140	4.047	1.739	2.862
5	6	0	35	210	354	0.292	0.491	0.007	0.012	0.299	0.503	0.002	0.002	4.140	4.047	1.739	2.862
6	7	0	35	210	354	0.292	0.491	0.007	0.012	0.299	0.503	0.002	0.002	4.140	4.047	1.739	2.862
7	8	0	35	210	354	0.292	0.491	0.007	0.012	0.299	0.503	0.002	0.002	4.140	4.047	1.739	2.862
8	9	0	35	210	354	0.292	0.491	0.007	0.012	0.299	0.503	0.002	0.002	4.140	4.047	1.739	2.862
9	10	3	75	468	788	0.650	1.094	0.016	0.027	0.666	1.122	0.002	0.002	3.989	3.864	3.734	6.090
10	11	0	126	756	1273	1.050	1.768	0.026	0.044	1.076	1.812	0.002	0.002	3.875	3.730	5.859	9.495
11	12	0	126	756	1273	1.050	1.768	0.026	0.044	1.076	1.812	0.002	0.002	3.875	3.730	5.859	9.495
12	13	0	126	756	1273	1.050	1.768	0.026	0.044	1.076	1.812	0.002	0.002	3.875	3.730	5.859	9.495
13	14	0	126	756	1273	1.050	1.768	0.026	0.044	1.076	1.812	0.002	0.002	3.875	3.730	5.859	9.495
14	15	0	126	756	1273	1.050	1.768	0.026	0.044	1.076	1.812	0.002	0.002	3.875	3.730	5.859	9.495
15	16	3	126	774	1303	1.075	1.810	0.027	0.045	1.102	1.855	0.002	0.002	3.869	3.723	5.989	9.703
16	17	4	166	1020	1717	1.417	2.385	0.035	0.060	1.452	2.445	0.002	0.002	3.794	3.636	7.741	12.489
17	18	4	182	1116	1879	1.550	2.610	0.039	0.065	1.589	2.675	0.002	0.002	3.769	3.607	8.412	13.554
18	19	22	186	1248	2101	1.733	2.918	0.043	0.073	1.777	2.991	0.002	0.002	3.736	3.569	9.325	14.998

RAMAL 1

DE PV	A PV	CASAS		HAB. SERVIR		Q _{don}		Q _{ilic}		Q _{med}		Fqm CHEQUIADO		F. HARM		Q _{dis} (lts/seg.)	
		LOCAL	ACUM.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.
1.1	1	4	0	24	40	0.033	0.056	0.001	0.001	0.034	0.058	0.002	0.002	4.369	4.333	0.210	0.350
1.2	1	6	0	36	61	0.050	0.084	0.001	0.002	0.051	0.086	0.002	0.002	4.341	4.297	0.313	0.521

RAMAL 2																	
DE PV	A PV	CASAS		HAB. SERVIR		Q _{don}		Q _{ilic}		Q _{med}		Fqm CHEQUIADO		F. HARM		Q _{dis} (lts/seg.)	
		LOCAL	ACUM.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.
2.1	2	5	0	30	51	0.042	0.070	0.001	0.002	0.043	0.072	0.002	0.002	4.355	4.314	0.261	0.436
2.2	2	6	0	36	61	0.050	0.084	0.001	0.002	0.051	0.086	0.002	0.002	4.341	4.297	0.313	0.521

RAMAL 3																	
DE PV	A PV	CASAS		HAB. SERVIR		Q _{don}		Q _{ilic}		Q _{med}		Fqm CHEQUIADO		F. HARM		Q _{dis} (lts/seg.)	
		LOCAL	ACUM.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.
3.1	3	4	0	24	40	0.033	0.056	0.001	0.001	0.034	0.058	0.002	0.002	4.369	4.333	0.210	0.350
3.2	3	4	0	24	40	0.033	0.056	0.001	0.001	0.034	0.058	0.002	0.002	4.369	4.333	0.210	0.350

RAMAL 4																	
DE PV	A PV	CASAS		HAB. SERVIR		Q _{don}		Q _{ilic}		Q _{med}		Fqm CHEQUIADO		F. HARM		Q _{dis} (lts/seg.)	
		LOCAL	ACUM.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.
9.4	9.3	21	0	126	212	0.175	0.295	0.004	0.007	0.179	0.302	0.002	0.002	4.215	4.139	1.062	1.756
9.3	9.2	16	21	222	374	0.308	0.519	0.008	0.013	0.316	0.532	0.002	0.002	4.131	4.036	1.834	3.017
9.2	9.1	0	37	222	374	0.308	0.519	0.008	0.013	0.316	0.532	0.002	0.002	4.131	4.036	1.834	3.017
9.1	9	3	37	240	404	0.333	0.561	0.008	0.014	0.342	0.575	0.002	0.002	4.118	4.020	1.977	3.249

RAMAL 5																	
DE PV	A PV	CASAS		HAB. SERVIR		Q _{don}		Q _{ilic}		Q _{med}		Fqm CHEQUIADO		F. HARM		Q _{dis} (lts/seg.)	
		LOCAL	ACUM.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.
10.4	10.3	4	0	24	40	0.033	0.056	0.001	0.001	0.034	0.058	0.002	0.002	4.369	4.333	0.210	0.350
10.3	10.2	20	4	144	242	0.200	0.337	0.005	0.008	0.205	0.345	0.002	0.002	4.197	4.116	1.209	1.996
10.2	10.1	20	24	264	444	0.367	0.617	0.009	0.015	0.376	0.633	0.002	0.002	4.102	4.000	2.166	3.556
10.1	10	4	44	288	485	0.400	0.673	0.010	0.017	0.410	0.690	0.002	0.002	4.086	3.981	2.354	3.861

SUB -RAMAL 6.1																	
DE PV	A PV	CASAS		HAB. SERVIR		Q _{don}		Q _{iiic}		Q _{med}		Fqm CHEQUIADO		F. HARM		Q _{dis} (Its/seg.)	
		LOCAL	ACUM.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.
16.2A	16.2	10	0	60	101	0.083	0.140	0.002	0.004	0.085	0.144	0.002	0.002	4.298	4.242	0.516	0.857

SUB-RAMAL 6.2																	
DE PV	A PV	CASAS		HAB. SERVIR		Q _{don}		Q _{iiic}		Q _{med}		Fqm CHEQUIADO		F. HARM		Q _{dis} (Its/seg.)	
		LOCAL	ACUM.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.
16.1A	16.1	5	0	30	51	0.042	0.070	0.001	0.002	0.043	0.072	0.002	0.002	4.355	4.314	0.261	0.436

RAMAL 6																	
DE PV	A PV	CASAS		HAB. SERVIR		Q _{don}		Q _{iiic}		Q _{med}		Fqm CHEQUIADO		F. HARM		Q _{dis} (Its/seg.)	
		LOCAL	ACUM.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.
16.3	16.2	4	0	24	40	0.033	0.056	0.001	0.001	0.034	0.058	0.002	0.002	4.369	4.333	0.210	0.350
16.2	16.1	8	14	132	222	0.183	0.309	0.005	0.008	0.188	0.316	0.002	0.002	4.209	4.131	1.111	1.836
16.1	16	10	27	222	374	0.308	0.519	0.008	0.013	0.316	0.532	0.002	0.002	4.131	4.036	1.834	3.017

RAMAL 7																	
DE PV	A PV	CASAS		HAB. SERVIR		Q _{don}		Q _{iiic}		Q _{med}		Fqm CHEQUIADO		F. HARM		Q _{dis} (Its/seg.)	
		LOCAL	ACUM.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.
17.3	17.2	2	0	12	20	0.017	0.028	0.000	0.001	0.017	0.029	0.002	0.002	4.407	4.380	0.106	0.177
17.2	17.1	4	2	36	61	0.050	0.084	0.001	0.002	0.051	0.086	0.002	0.002	4.341	4.297	0.313	0.521
17.1	17	6	6	72	121	0.100	0.168	0.003	0.004	0.103	0.173	0.002	0.002	4.280	4.220	0.616	1.023

SUB-RAMAL 8.1																	
DE PV	A PV	CASAS		HAB. SERVIR		Q _{don}		Q _{iiic}		Q _{med}		Fqm CHEQUIADO		F. HARM		Q _{dis} (lts/seg.)	
		LOCAL	ACUM.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.
A	B	20	0	120	202	0.167	0.281	0.004	0.007	0.171	0.288	0.002	0.002	4.221	4.146	1.013	1.675
B	C	8	20	168	283	0.233	0.393	0.006	0.010	0.239	0.403	0.002	0.002	4.175	4.089	1.403	2.313
C	D	16	28	264	444	0.367	0.617	0.009	0.015	0.376	0.633	0.002	0.002	4.102	4.000	2.166	3.556
D	E	11	44	330	556	0.458	0.772	0.011	0.019	0.470	0.791	0.002	0.002	4.060	3.950	2.680	4.389

SUB-RAMAL 8.2																	
DE PV	A PV	CASAS		HAB. SERVIR		Q _{don}		Q _{iiic}		Q _{med}		Fqm CHEQUIADO		F. HARM		Q _{dis} (lts/seg.)	
		LOCAL	ACUM.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.
F.1	F	8	0	48	81	0.067	0.112	0.002	0.003	0.068	0.115	0.002	0.002	4.318	4.268	0.415	0.690

SUB-RAMAL 8.3																	
DE PV	A PV	CASAS		HAB. SERVIR		Q _{don}		Q _{iiic}		Q _{med}		Fqm CHEQUIADO		F. HARM		Q _{dis} (lts/seg.)	
		LOCAL	ACUM.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.
G.3	G.2	4	0	24	40	0.033	0.056	0.001	0.001	0.034	0.058	0.002	0.002	4.369	4.333	0.210	0.350
G.2	G.1	4	4	48	81	0.067	0.112	0.002	0.003	0.068	0.115	0.002	0.002	4.318	4.268	0.415	0.690
G.1	G	17	8	150	253	0.208	0.351	0.005	0.009	0.214	0.360	0.002	0.002	4.191	4.109	1.257	2.076

SUB-RAMAL 8.4																	
DE PV	A PV	CASAS		HAB. SERVIR		Q _{don}		Q _{iiic}		Q _{med}		Fqm CHEQUIADO		F. HARM		Q _{dis} (lts/seg.)	
		LOCAL	ACUM.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.
H.1	H	18	0	108	182	0.150	0.253	0.004	0.006	0.154	0.259	0.002	0.002	4.234	4.163	0.915	1.514

SUB-RAMAL 8.5																	
DE PV	A PV	CASAS		HAB. SERVIR		Q _{don}		Q _{iiic}		Q _{med}		Fqm CHEQUIADO		F. HARM		Q _{dis} (lts/seg.)	
		LOCAL	ACUM.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.
I.1	I	19	0	114	192	0.158	0.267	0.004	0.007	0.162	0.273	0.002	0.002	4.228	4.155	0.964	1.595

RAMAL 8																	
DE PV	A PV	CASAS		HAB. SERVIR		Q _{don}		Q _{ilic}		Q _{med}		Fqm CHEQUIADO		F. HARM		Q _{dis} (lts/seg.)	
		LOCAL	ACUM.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.
E.1	E	3	0	18	30	0.025	0.042	0.001	0.001	0.026	0.043	0.002	0.002	4.386	4.354	0.158	0.264
E.1	F	6	58	384	647	0.533	0.898	0.013	0.022	0.547	0.920	0.002	0.002	4.031	3.914	3.095	5.061
F	G	4	72	456	768	0.633	1.066	0.016	0.027	0.649	1.093	0.002	0.002	3.994	3.871	3.643	5.944
G	H	6	93	594	1000	0.825	1.389	0.021	0.035	0.846	1.424	0.002	0.002	3.935	3.800	4.674	7.601
H	I	6	117	738	1243	1.025	1.726	0.026	0.043	1.051	1.769	0.002	0.002	3.881	3.737	5.729	9.287
I	J	5	142	882	1485	1.225	2.062	0.031	0.052	1.256	2.114	0.002	0.002	3.834	3.683	6.764	10.937

3. DISEÑO HIDRAULICO

RAMAL PRINCIPAL																			
DE PV	A PV	COTAS TERRENO		DH (mts)	Q _{dis} (lts/seg.)		Ø (Pig)	S (%) TUBO	SECC. LLENA		q/Q		v (ms./s)		COTA INVERT		PROF. POZO		EXCAV. M ³
		INICIAL	FINAL		ACT.	FUT.			V (m/seg.)	Q (l/s)	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	
1	2	100.00	99.06	35.14	0.516	0.857	8	2.9	2.34	75.75	0.0068	0.0113	0.661	0.773	97.97	96.95	2.03	2.11	45.22
2	3	99.06	97.65	39.93	1.062	1.756	8	2.2	2.03	65.97	0.0161	0.0266	0.752	0.877	96.92	96.04	2.14	1.61	41.28
3	4	97.65	96.59	35.46	1.595	2.628	8	1.6	1.73	56.26	0.0284	0.0467	0.760	0.886	96.01	95.44	1.64	1.15	20.34
4	5	96.59	96.91	69.89	1.739	2.862	8	1	1.37	44.48	0.0391	0.0643	0.664	0.768	95.41	94.71	1.18	2.20	55.09
5	6	96.91	96.17	23.31	1.739	2.862	8	1	1.37	44.48	0.0391	0.0643	0.664	0.768	94.68	94.45	2.23	1.72	27.20
6	7	96.17	93.74	70.32	1.739	2.862	8	2.6	2.21	71.72	0.0242	0.0399	0.926	1.076	94.42	92.59	1.75	1.15	43.03
7	8	93.74	91.94	71.96	1.739	2.862	8	2.5	2.17	70.33	0.0247	0.0407	0.913	1.060	92.56	90.76	1.18	1.18	30.39
8	9	91.94	91.40	52.02	1.739	2.862	8	1	1.37	44.48	0.0391	0.0643	0.664	0.768	90.73	90.21	1.21	1.19	22.70
9	10	91.40	90.94	51.82	3.734	6.090	8	1	1.37	44.48	0.0839	0.1369	0.831	0.959	90.18	89.67	1.22	1.27	24.50
10	11	90.94	89.90	93.04	5.859	9.495	8	1	1.37	44.48	0.1317	0.2135	0.950	1.089	89.64	88.71	1.30	1.20	44.24
11	12	89.90	88.90	41.36	5.859	9.495	8	2.3	2.08	67.46	0.0869	0.1408	1.276	1.467	88.68	87.72	1.23	1.18	18.18
12	13	88.90	86.79	50.85	5.859	9.495	8	4.1	2.78	90.07	0.0651	0.1054	1.560	1.802	87.69	85.61	1.21	1.18	22.10
13	14	86.79	85.66	43.25	5.859	9.495	8	2.5	2.17	70.33	0.0833	0.1350	1.314	1.513	85.58	84.50	1.21	1.16	18.57
14	15	85.66	84.96	45.34	5.859	9.495	8	1.5	1.68	54.48	0.1076	0.1743	1.096	1.260	84.47	83.79	1.19	1.17	19.33
15	16	84.96	83.91	27.58	5.989	9.703	8	3.7	2.64	85.56	0.0700	0.1134	1.518	1.748	83.76	82.74	1.20	1.17	11.86
16	17	83.91	82.43	35.52	7.741	12.489	8	5.8	3.30	107.12	0.0723	0.1166	1.914	2.206	82.71	80.65	1.20	1.78	23.24
17	18	82.43	81.07	27.9	8.412	13.554	8	2.6	2.21	71.72	0.1173	0.1890	1.481	1.698	80.62	79.89	1.81	1.18	18.18
18	19	81.07	78.50	87.26	9.325	14.998	8	2.9	2.34	75.75	0.1231	0.1980	1.583	1.816	79.86	77.33	1.21	1.17	37.60
19		78.50	78.50	15	15.184	24.209	8	1	1.37	44.48	0.3414	0.5443	1.240	1.400	77.30	77.15	1.20	1.35	7.40
VOLUMEN DE EXCAVACION DEL TRAMO																			530.46

RAMAL 1																			
DE PV	A PV	COTAS TERRENO		DH (mts)	Q _{dis} (lts/seg.)		Ø (Plg)	S (%) TUBO	SECC. LLENA		q/Q		v (ms./s)		COTA INVERT		PROF. POZO		EXCAV. M ³
		INICIAL	FINAL		ACT.	FUT.			V (m/seg.)	Q (l/s)	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	
1.1	1	100.63	100.00	21.1	0.210	0.350	6	3.00	1.96	35.77	0.006	0.01	0.53	0.62	99.47	98.84	1.16	1.16	8.54
1.2	1	99.50	100.00	34.2	0.313	0.521	6	1.00	1.13	20.65	0.02	0.03	0.41	0.48	98.34	98.00	1.16	2.00	23.83
VOLUMEN DE EXCAVACION DEL TRAMO																			32.37

RAMAL 2																			
DE PV	A PV	COTAS TERRENO		DH (mts)	Q _{dis} (lts/seg.)		Ø (Plg)	S (%) TUBO	SECC. LLENA		q/Q		v (ms./s)		COTA INVERT		PROF. POZO		EXCAV. M ³
		INICIAL	FINAL		ACT.	FUT.			V (m/seg.)	Q (l/s)	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	
2.1	2	99.40	99.06	20.08	0.261	0.436	6	1.6	1.43	26.12	0.01	0.02	0.46	0.53	98.24	97.92	1.16	1.14	7.98
2.2	2	98.50	99.06	38.73	0.313	0.521	6	1	1.13	20.65	0.02	0.03	0.41	0.48	97.34	96.95	1.16	2.11	28.40
VOLUMEN DE EXCAVACION DEL TRAMO																			36.38

RAMAL 3																			
DE PV	A PV	COTAS TERRENO		DH (mts)	Q _{dis} (lts/seg.)		Ø (Plg)	S (%) TUBO	SECC. LLENA		q/Q		v (ms./s)		COTA INVERT		PROF. POZO		EXCAV. M ³
		INICIAL	FINAL		ACT.	FUT.			V (m/seg.)	Q (l/s)	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	
3.1	3	97.85	97.65	20.74	0.210	0.350	6	1.5	1.39	25.30	0.01	0.01	0.42	0.49	96.69	96.38	1.16	1.27	9.17
3.2	3	97.73	97.65	33.84	0.210	0.350	6	1.5	1.39	25.30	0.01	0.01	0.42	0.49	96.57	96.06	1.16	1.59	18.70
VOLUMEN DE EXCAVACION DEL TRAMO																			27.87

RAMAL 4																			
DE PV	A PV	COTAS TERRENO		DH (mts)	Q _{dis} (lts/seg.)		Ø (Plg)	S (%) TUBO	SECC. LLENA		q/Q		v (ms./s)		COTA INVERT		PROF. POZO		EXCAV. M ³
		INICIAL	FINAL		ACT.	FUT.			V (m/seg.)	Q (l/s)	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	
9.4	9.3	100.32	97.43	111.55	1.062	1.756	6	2.6	1.83	33.30	0.03	0.05	0.83	0.97	99.16	96.26	1.16	1.17	45.43
9.3	9.2	97.43	94.06	93.26	1.834	3.017	6	3.6	2.15	39.19	0.05	0.08	1.10	1.27	96.23	92.87	1.20	1.19	39.88
9.2	9.1	94.06	93.96	5.86	1.834	3.017	6	2	1.60	29.21	0.06	0.10	0.89	1.03	92.84	92.73	1.22	1.23	2.64
9.1	9	93.96	91.40	55.43	1.977	3.249	6	4.4	2.37	43.32	0.05	0.07	1.20	1.39	92.70	90.26	1.26	1.14	24.06
VOLUMEN DE EXCAVACION DEL TRAMO																			112.02

RAMAL 5																				
DE PV	A PV	COTAS TERRENO		DH (mts)	Q _{dis} (lts/seg.)		Ø (Plg)	S (%) TUBO	SECC. LLENA		q/Q		v (ms./s)		COTA INVERT		PROF. POZO		EXCAV. M ³	
		INICIAL	FINAL		ACT.	FUT.			V (m/seg.)	Q (l/s)	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA		
10.4	10.3	100.32	100.16	41.31	0.210	0.350	6	1.4	1.34	24.44	0.01	0.01	0.41	0.48	99.16	98.58	1.16	1.58	22.69	
10.3	10.2	100.16	96.04	122	1.209	1.996	6	3	1.96	35.77	0.03	0.06	0.91	1.05	98.55	94.89	1.61	1.15	67.60	
10.2	10.1	96.04	92.47	99.65	2.166	3.556	6	3.6	2.15	39.19	0.06	0.09	1.15	1.33	94.86	91.27	1.18	1.20	42.12	
10.1	10	92.47	90.94	45.87	2.354	3.861	6	3.2	2.03	36.95	0.06	0.10	1.13	1.31	91.24	89.78	1.23	1.16	19.63	
VOLUMEN DE EXCAVACION DEL TRAMO																			152.04	

SUB-RAMAL 6.1																				
DE PV	A PV	COTAS TERRENO		DH (mts)	Q _{dis} (lts/seg.)		Ø (Plg)	S (%) TUBO	SECC. LLENA		q/Q		v (ms./s)		COTA INVERT		PROF. POZO		EXCAV. M ³	
		INICIAL	FINAL		ACT.	FUT.			V (m/seg.)	Q (l/s)	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA		
16.2A	16.2	86.91	85.91	57.86	0.516	0.857	6	2	1.60	29.21	0.02	0.03	0.61	0.71	85.91	84.75	1.00	1.16	20.09	
VOLUMEN DE EXCAVACION DEL TRAMO																			20.09	

SUB-RAMAL 6.2																				
DE PV	A PV	COTAS TERRENO		DH (mts)	Q _{dis} (lts/seg.)		Ø (Plg)	S (%) TUBO	SECC. LLENA		q/Q		v (ms./s)		COTA INVERT		PROF. POZO		EXCAV. M ³	
		INICIAL	FINAL		ACT.	FUT.			V (m/seg.)	Q (l/s)	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA		
16.1A	16.1	85.82	84.48	34.06	0.261	0.436	6	4	2.26	41.31	0.01	0.01	0.63	0.74	84.82	83.46	1.00	1.02	10.45	
VOLUMEN DE EXCAVACION DEL TRAMO																			10.45	

RAMAL 6																				
DE PV	A PV	COTAS TERRENO		DH (mts)	Q _{dis} (lts/seg.)		Ø (Plg)	S (%) TUBO	SECC. LLENA		q/Q		v (ms./s)		COTA INVERT		PROF. POZO		EXCAV. M ³	
		INICIAL	FINAL		ACT.	FUT.			V (m/seg.)	Q (l/s)	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA		
16.3	16.2	85.84	85.91	20.22	0.210	0.350	6	1.4	1.34	24.44	0.01	0.01	0.41	0.48	84.84	84.56	1.00	1.35	8.21	
16.2	16.1	85.91	84.48	36.24	1.111	1.836	6	3	1.96	35.77	0.03	0.05	0.88	1.03	84.53	83.44	1.38	1.04	15.64	
16.1	16	84.48	83.91	52.37	1.834	3.017	6	1.2	1.24	22.62	0.08	0.13	0.74	0.86	83.41	82.78	1.07	1.13	18.98	
VOLUMEN DE EXCAVACION DEL TRAMO																			42.83	

RAMAL 7																			
DE PV	A PV	COTAS TERRENO		DH (mts)	Q _{dis} (lts/seg.)		Ø (Plg)	S (%) TUBO	SECC. LLENA		q/Q		v (ms./s)		COTA INVERT		PROF. POZO		EXCAV. M ³
		INICIAL	FINAL		ACT.	FUT.			V (m/seg.)	Q (l/s)	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	
17.3	17.2	84.71	83.98	28.32	0.106	0.177	6	3.1	1.99	36.36	0.00	0.00	0.44	0.51	83.71	82.83	1.00	1.15	9.75
17.2	17.1	83.98	83.55	34.06	0.313	0.521	6	3	1.96	35.77	0.01	0.01	0.60	0.70	82.80	81.78	1.18	1.77	21.30
17.1	17	83.55	82.43	62.02	0.616	1.023	6	1.7	1.48	26.93	0.02	0.04	0.61	0.71	81.75	80.70	1.80	1.73	58.07
VOLUMEN DE EXCAVACION DEL TRAMO																			89.12

SUB-RAMAL 8.1																			
DE PV	A PV	COTAS TERRENO		DH (mts)	Q _{dis} (lts/seg.)		Ø (Plg)	S (%) TUBO	SECC. LLENA		q/Q		v (ms./s)		COTA INVERT		PROF. POZO		EXCAV. M ³
		INICIAL	FINAL		ACT.	FUT.			V (m/seg.)	Q (l/s)	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	SALID A	ENTRAD A	SALIDA	ENTRADA	
A	B	88.78	85.78	94.5	1.013	1.675	6	3.2	2.03	36.95	0.03	0.05	0.88	1.03	87.62	84.60	1.16	1.18	38.94
B	C	85.78	84.71	33.35	1.403	2.313	6	3.1	1.99	36.36	0.04	0.06	0.96	1.11	84.57	83.53	1.21	1.18	14.31
C	D	84.71	82.50	80.35	2.166	3.556	6	2.7	1.86	33.94	0.06	0.10	1.04	1.20	83.50	81.33	1.21	1.17	33.99
D	E	82.50	80.77	59.75	2.680	4.389	6	2.8	1.89	34.56	0.08	0.13	1.12	1.30	81.30	79.63	1.20	1.14	24.47
VOLUMEN DE EXCAVACION DEL TRAMO																			111.70

SUB-RAMAL 8.2																			
DE PV	A PV	COTAS TERRENO		DH (mts)	Q _{dis} (lts/seg.)		Ø (Plg)	S (%) TUBO	SECC. LLENA		q/Q		v (ms./s)		COTA INVERT		PROF. POZO		EXCAV. M ³
		INICIAL	FINAL		ACT.	FUT.			V (m/seg.)	Q (l/s)	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	
F.1	F	82.25	80.25	59.51	0.415	0.690	6	3.4	2.09	38.08	0.01	0.02	0.69	0.80	81.09	79.07	1.16	1.18	24.51
VOLUMEN DE EXCAVACION DEL TRAMO																			24.51

SUB-RAMAL 8.3																			
DE PV	A PV	COTAS TERRENO		DH (mts)	Q _{dis} (lts/seg.)		Ø (Plg)	S (%) TUBO	SECC. LLENA		q/Q		v (ms./s)		COTA INVERT		PROF. POZO		EXCAV. M ³
		INICIAL	FINAL		ACT.	FUT.			V (m/seg.)	Q (l/s)	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	
G.3	G.2	83.98	81.34	35.78	0.210	0.350	6	7.4	3.08	56.18	0.00	0.01	0.73	0.85	82.82	80.17	1.16	1.17	14.54
G.2	G.1	81.34	82.14	20.87	0.415	0.690	6	2.5	1.79	32.66	0.01	0.02	0.61	0.72	80.14	79.62	1.20	2.52	18.89
G.1	G	82.14	79.80	64.41	1.257	2.076	6	1.5	1.39	25.30	0.05	0.08	0.72	0.83	79.59	78.62	2.55	1.18	57.92
VOLUMEN DE EXCAVACION DEL TRAMO																			91.35

SUB-RAMAL 8.4																			
DE PV	A PV	COTAS TERRENO		DH (mts)	Q _{dis} (lts/seg.)		Ø (Plg)	S (%) TUBO	SECC. LLENA		q/Q		v (ms./s)		COTA INVERT		PROF. POZO		EXCAV. M ³
		INICIAL	FINAL		ACT.	FUT.			V (m/seg.)	Q (l/s)	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	
H.1	H	82.08	79.45	69.17	0.915	1.514	6	3.8	2.21	40.26	0.02	0.04	0.91	1.05	80.92	78.29	1.16	1.16	27.89
VOLUMEN DE EXCAVACION DEL TRAMO																			27.89

SUB-RAMAL 8.5																			
DE PV	A PV	COTAS TERRENO		DH (mts)	Q _{dis} (lts/seg.)		Ø (Plg)	S (%) TUBO	SECC. LLENA		q/Q		v (ms./s)		COTA INVERT		PROF. POZO		EXCAV. M ³
		INICIAL	FINAL		ACT.	FUT.			V (m/seg.)	Q (l/s)	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	
I.1	I	82.18	79.21	80.85	0.964	1.595	6	3.7	2.18	39.73	0.02	0.04	0.91	1.06	81.02	78.03	1.16	1.18	33.24
VOLUMEN DE EXCAVACION DEL TRAMO																			33.24

RAMAL 8																			
DE PV	A PV	COTAS TERRENO		DH (mts)	Q _{dis} (lts/seg.)		Ø (Plg)	S (%) TUBO	SECC. LLENA		q/Q		v (ms./s)		COTA INVERT		PROF. POZO		EXCAV. M ³
		INICIAL	FINAL		ACT.	FUT.			V (m/seg.)	Q (l/s)	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	
E.1	E	81.25	80.77	11.53	0.158	0.264	6	4.3	2.35	42.83	0.00	0.01	0.55	0.65	80.09	79.59	1.16	1.18	4.72
E.1	F	80.77	80.25	34.13	3.095	5.061	6	1.5	1.39	25.30	0.12	0.20	0.94	1.08	79.56	79.05	1.21	1.20	14.79
F	G	80.25	79.80	33.47	3.643	5.944	6	1.4	1.34	24.44	0.15	0.24	0.96	1.10	79.02	78.55	1.23	1.25	15.36
G	H	79.80	79.45	37.19	4.674	7.601	6	1	1.13	20.65	0.23	0.37	0.91	1.04	78.52	78.15	1.28	1.30	18.49
H	I	79.45	79.21	37.1	5.729	9.287	6	1	1.13	20.65	0.28	0.45	0.97	1.10	78.12	77.75	1.33	1.46	21.57
I	J	79.21	78.50	34.05	6.764	10.937	6	1.1	1.19	21.66	0.31	0.50	1.05	1.19	77.72	77.35	1.49	1.15	17.55
VOLUMEN DE EXCAVACION DEL TRAMO																			92.48

TOTAL DE VOLUMEN DE EXCAVACION = 1434.77 M³

APÉNDICE III

PRECIOS UNITARIOS ALCANTARILLADO SANITARIO

APÉNDICE IV

PLANOS



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA,
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

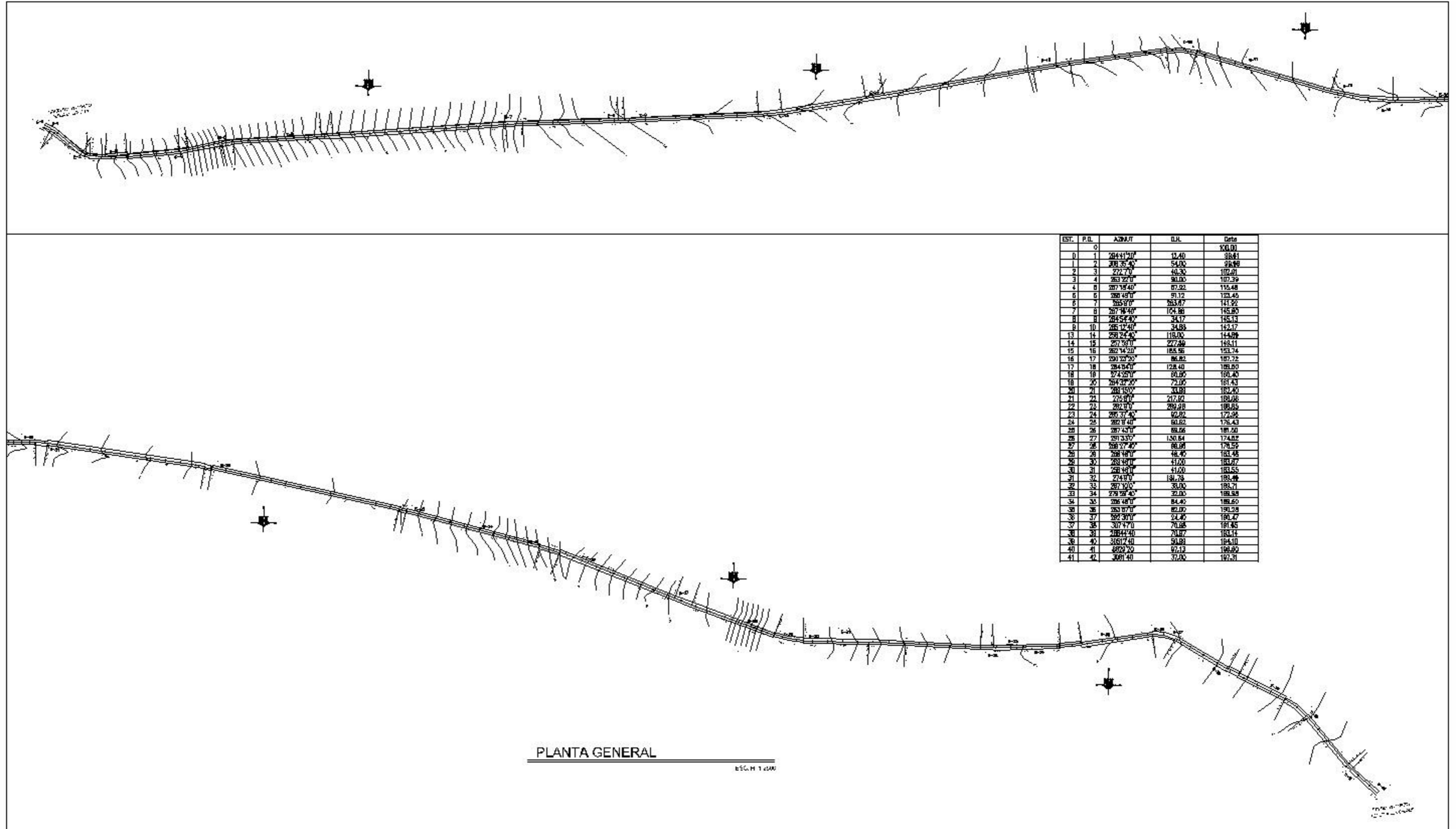
PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CAMINO QUE DE LA COLONIA LOS CEDROS
CONDUCE A LA COMUNIDAD EL CAJUL Y

DISEÑO: PABLO MURILLES CONTENIDO: PLANTA PERFIL

CÁLCULO: PABLO MURILLES

ESCALA: PABLO MURILLES ESCALA: INDICADA

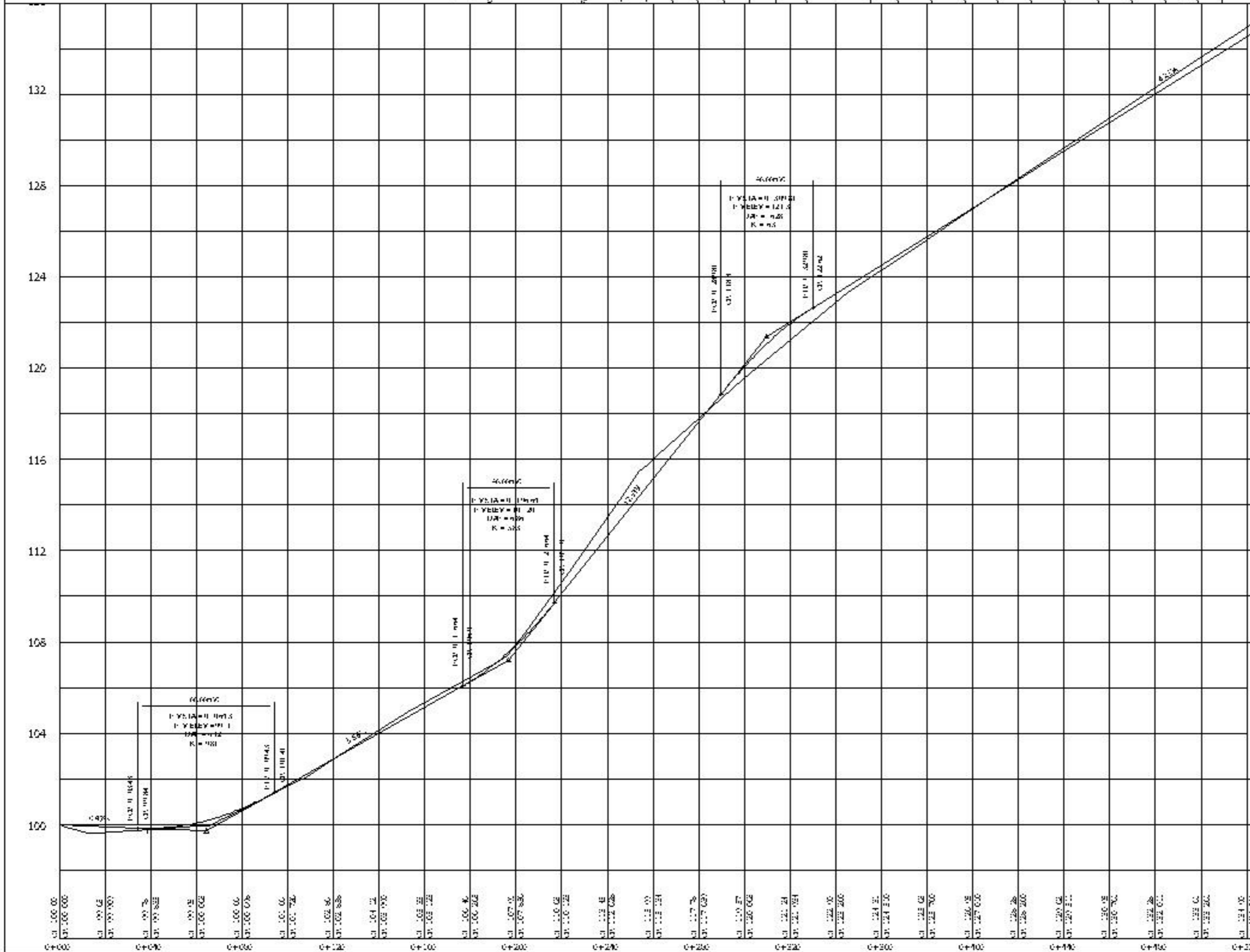
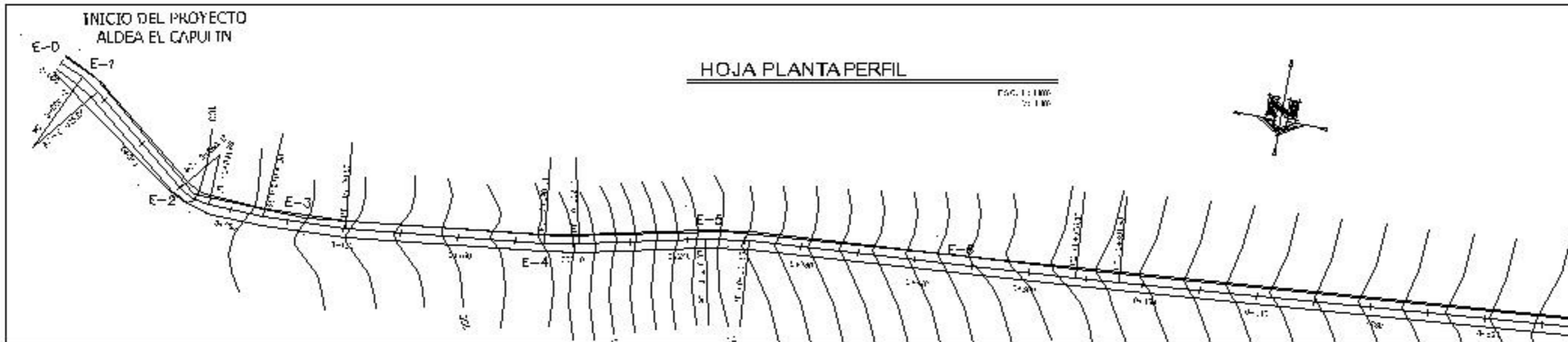
Y.O.B.: _____ H.C.J.A.: _____



EST.	P.I.	ADMIT.	D.I.	DATA
0	0			00.00
0	1	284°41'40"	14.40	38.41
1	2	288°35'40"	54.00	92.41
2	3	274°17'00"	44.30	136.71
3	4	263°22'00"	80.00	216.71
4	5	287°18'40"	87.02	303.73
5	6	288°48'00"	91.12	394.85
6	7	285°0'00"	263.87	658.72
7	8	287°48'40"	154.86	813.58
8	9	284°54'40"	34.17	847.75
9	10	286°12'40"	34.83	882.58
10	11	289°24'40"	118.00	1000.58
11	12	287°18'00"	277.80	1278.38
12	13	282°14'20"	184.56	1462.94
13	14	290°22'20"	86.82	1549.76
14	15	284°34'00"	128.40	1678.16
15	16	274°25'00"	80.80	1758.96
16	17	284°39'20"	72.00	1830.96
17	18	281°13'00"	34.80	1865.76
18	19	275°0'00"	217.80	2083.56
19	20	282°0'00"	289.88	2373.44
20	21	285°37'40"	62.82	2436.26
21	22	282°0'40"	60.62	2496.88
22	23	287°43'00"	88.66	2585.54
23	24	281°33'00"	150.84	2736.38
24	25	288°12'40"	88.80	2825.18
25	26	288°48'00"	48.40	2873.58
26	27	283°48'00"	43.00	2916.58
27	28	288°48'00"	43.00	2959.58
28	29	274°0'00"	181.78	3141.36
29	30	287°10'00"	30.00	3171.36
30	31	279°28'40"	32.00	3203.36
31	32	286°48'00"	84.40	3287.76
32	33	283°0'00"	82.00	3369.76
33	34	281°36'00"	54.40	3424.16
34	35	287°47'00"	70.88	3495.04
35	36	288°44'40"	70.87	3565.91
36	37	285°12'40"	50.88	3616.79
37	38	282°20'00"	47.12	3663.91
38	39	288°14'00"	32.00	3705.91

PLANTA GENERAL

ESCALA: 1:2000



		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA, EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CAMINO QUE DE LA COLONIA LOS CEDROS CONDUCE A LA COMUNIDAD EL CAPULIN			
DISEÑO	PABLO MURILLES	CONTENIDO: PLANTA PERFIL	
CÁLULO	PABLO MURILLES		
DIBUJO	PABLO MURILLES	ESCALA:	INDICADA
YOBO:			HOJA: 2 / 3

NOMENCLATURA	
P	PUNTO DE INICIO DE CURVA
P'	PUNTO DE FIN DE CURVA
L	LONGITUD DE LA CURVA
C'	CANTONAMIENTO
R	RADIO DE CURVA EN M
U	DEFL. DE
PC	PUNTO DE CURVA ANTERIOR A
PT	PUNTO DE CURVA POSTERIOR A
OC	ORDENADA
PC'	PUNTO DE CURVA ANTERIOR A
PT'	PUNTO DE CURVA POSTERIOR A
PP	PUNTO DE INICIO DE CURVA
CP	COORDENADA DEL PUNTO DE INICIO DE CURVA
CA	COORDENADA DEL PUNTO DE FIN DE CURVA
CP'	COORDENADA DEL PUNTO DE FIN DE CURVA



PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CAMINO QUE DE LA COLONIA LOS CEDROS
CONDUCE A LA COMUNIDAD EL CAPUL Y

DISEÑO: PABLO MURILLES

CONTENIDO:
PLANTA PERFIL

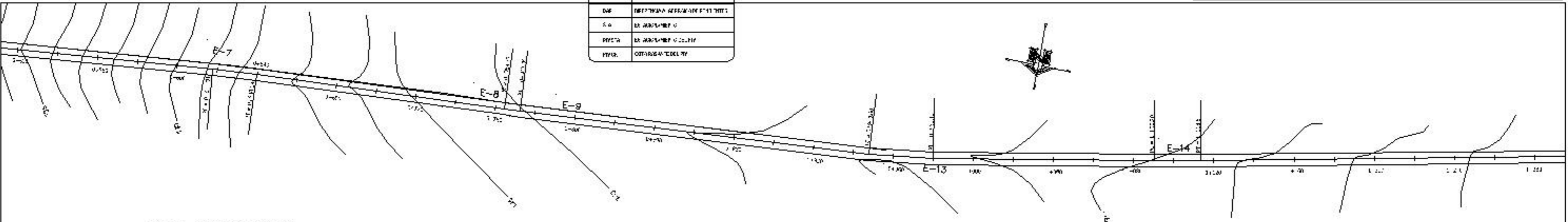
CALCULO: PABLO MURILLES

DISEÑO: PABLO MURILLES

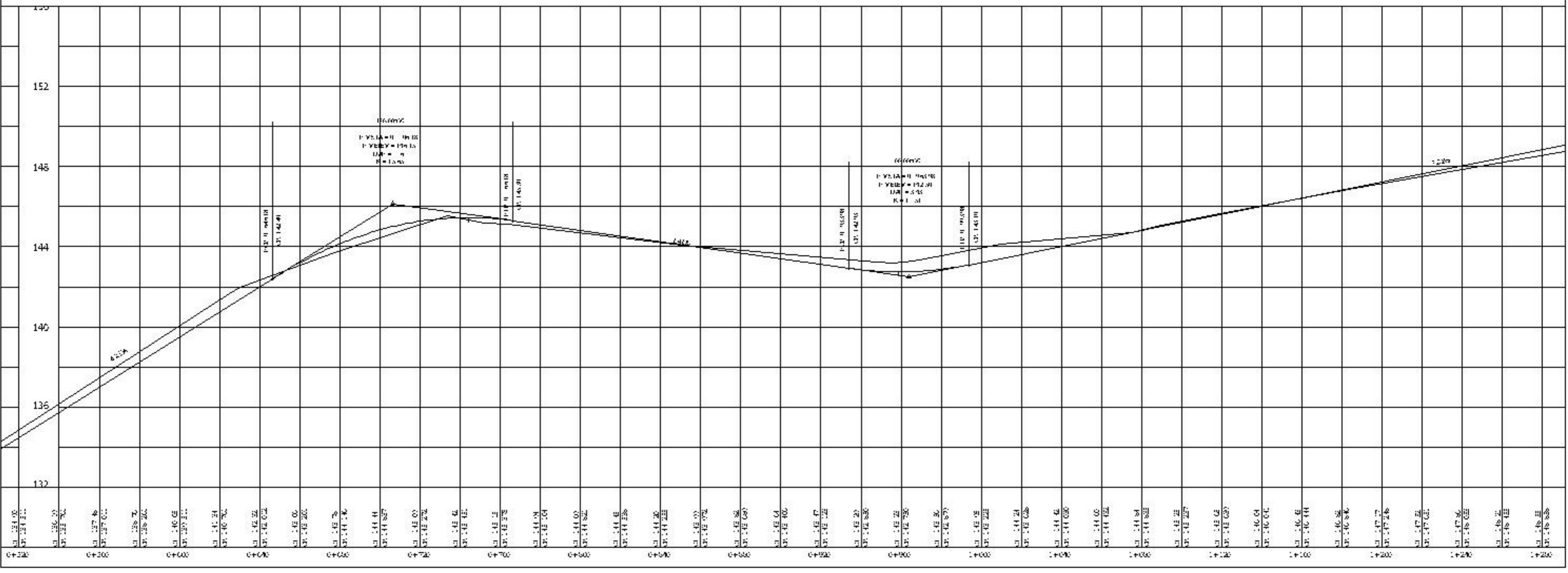
ESCALA: INDICADA

HOJA: 3 / 3

NOMENCLATURA	
PC	PRINCIPAL DEL ANTEPROYECTO
PI	PRINCIPAL DEL PROYECTO
L	LONGITUD DEL ANTEPROYECTO
P	PROYECTO
R	RADIO DE CURVATURA
D	DESARROLLO
PCV	PRINCIPAL DEL VERTICAMENTO
CV	CURVA VERTICAL
CA	CANTONAMIENTO
PCV	PRINCIPAL DEL VERTICAMENTO
CV	CURVA VERTICAL
CA	CANTONAMIENTO
PCV	PRINCIPAL DEL VERTICAMENTO
CV	CURVA VERTICAL
CA	CANTONAMIENTO
PCV	PRINCIPAL DEL VERTICAMENTO
CV	CURVA VERTICAL
CA	CANTONAMIENTO



HOJA PLANTA PERFIL
Escala: 1:100





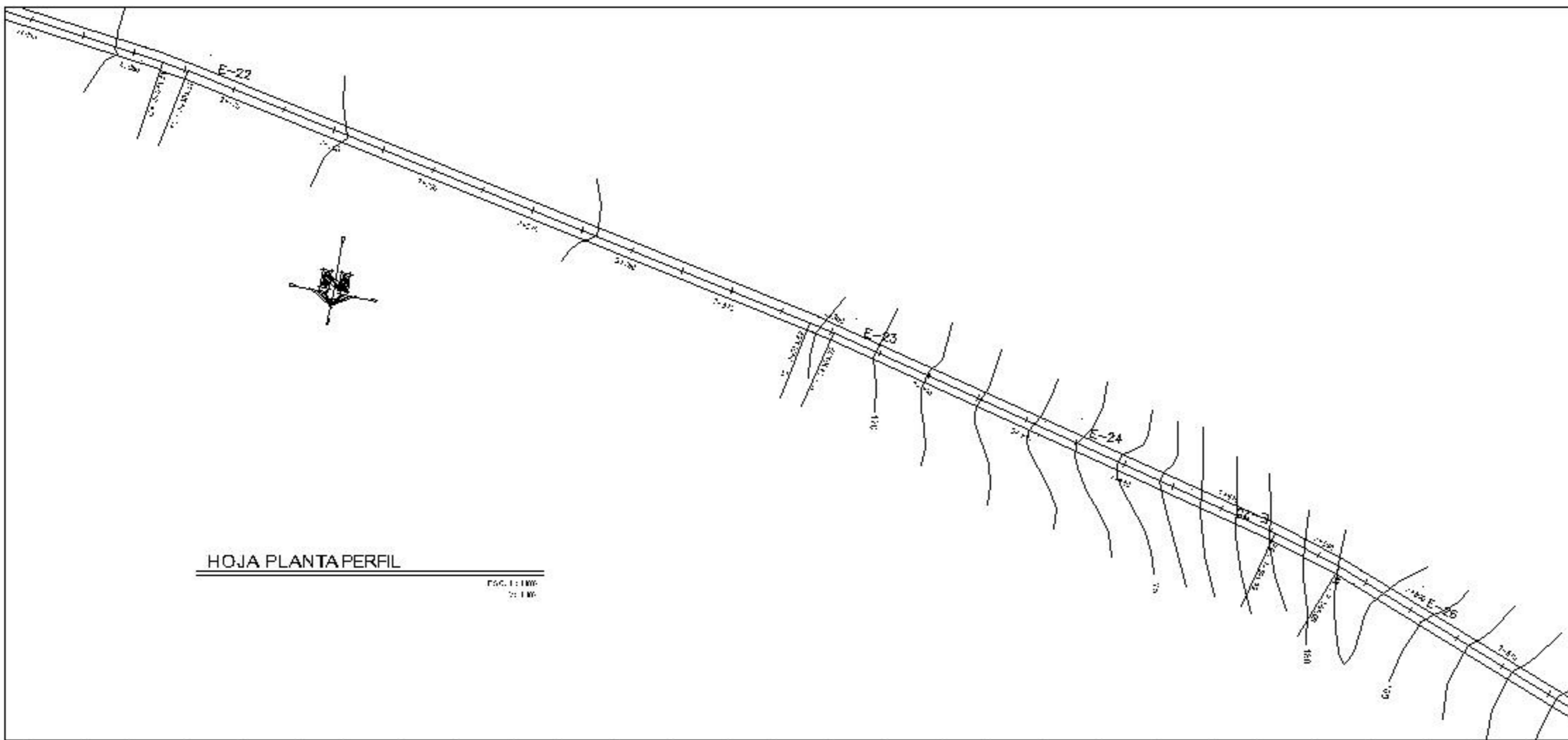
PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CAMINO QUE DE LA COLONIA LOS CEDROS
CONDUCE A LA COMUNIDAD EL CAPUL Y

DISEÑO: PABLO MURILLES CONTENIDO: PLANTA PERFIL

CÁLCULO: PABLO MURILLES

DISEÑO: PABLO MURILLES ESCALA: INDICADA

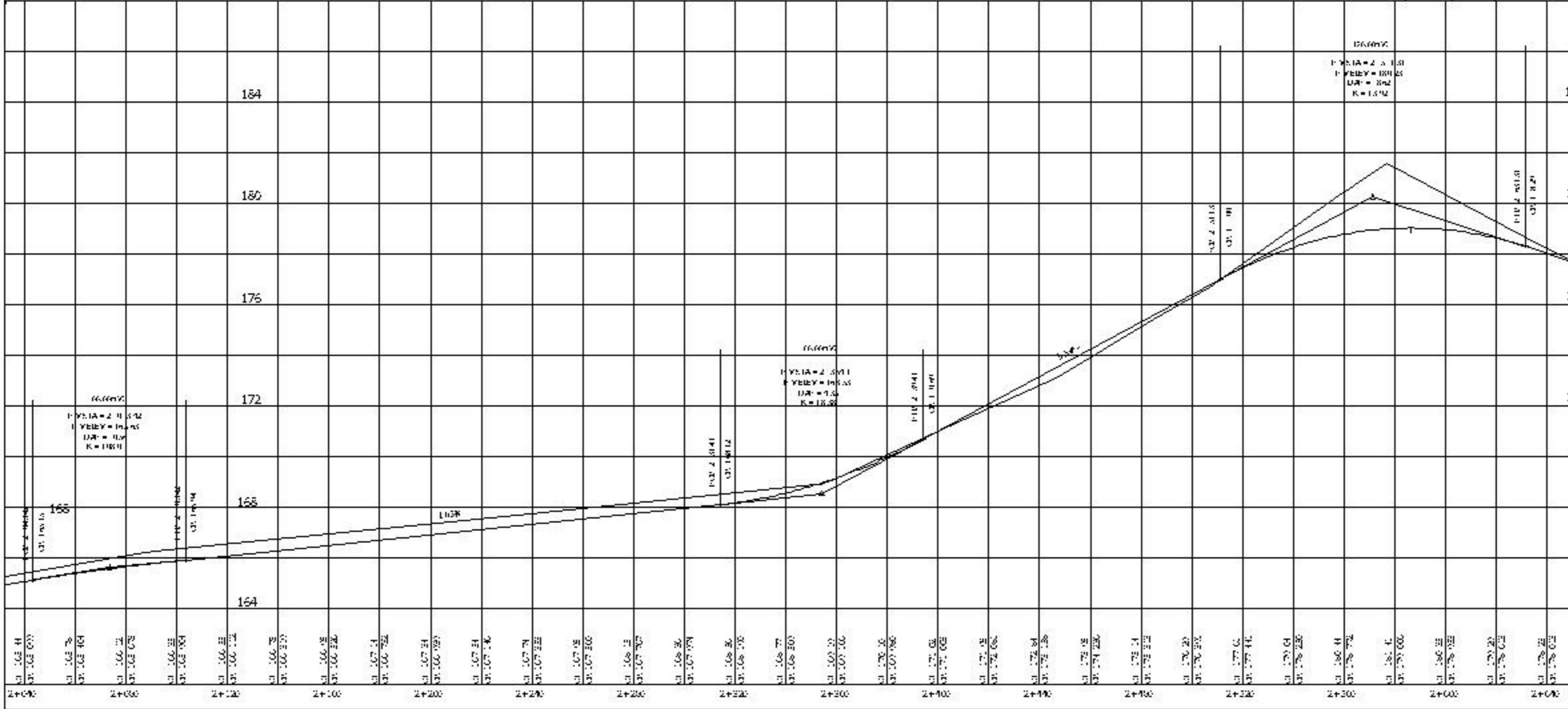
FECHA: _____ HOJA: 5/10

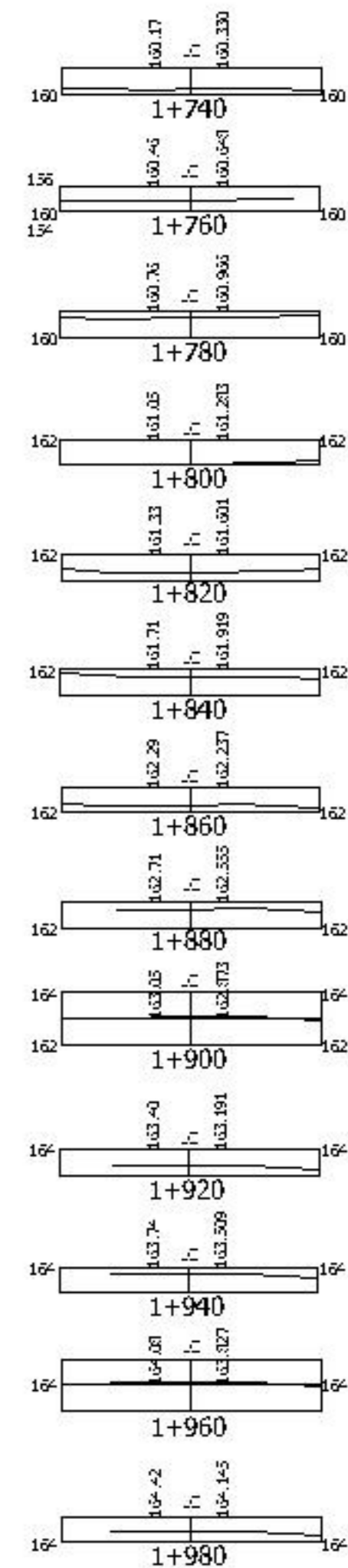
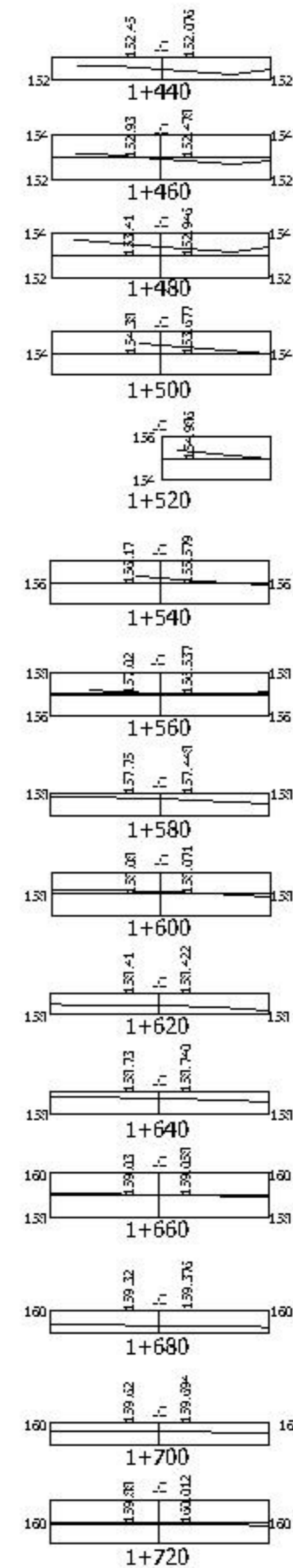
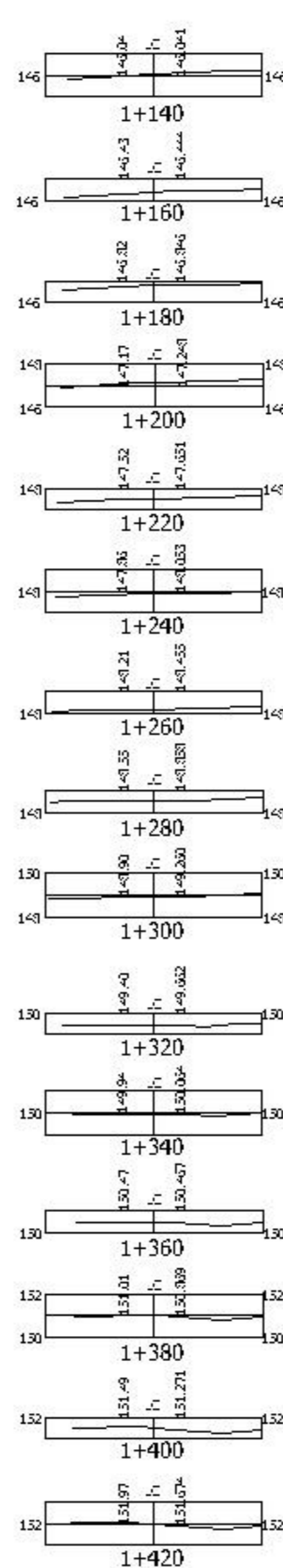
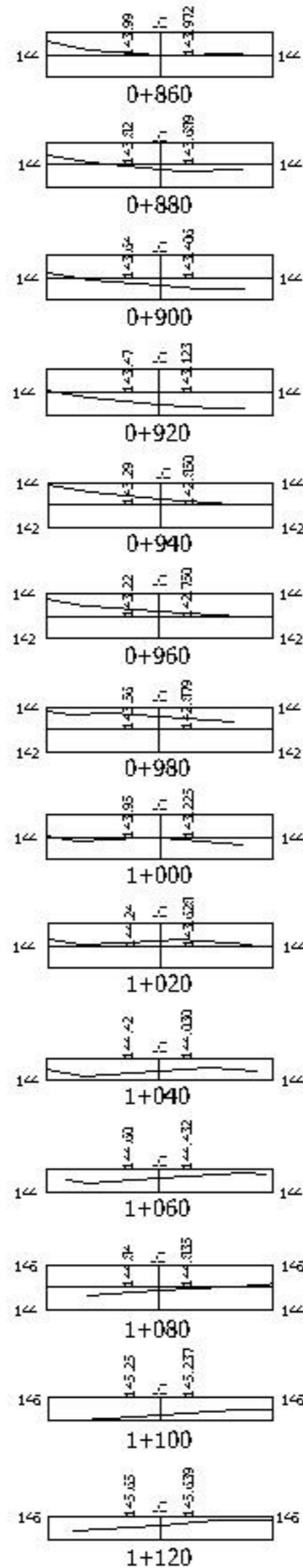
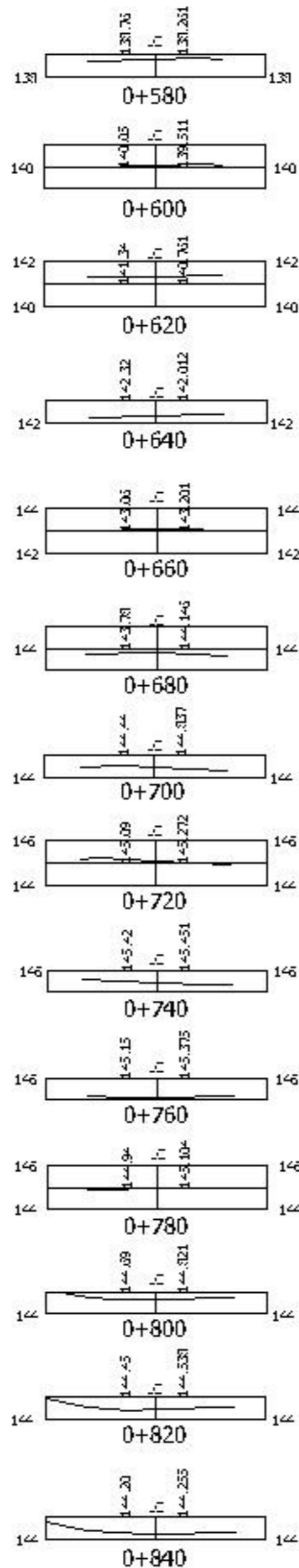
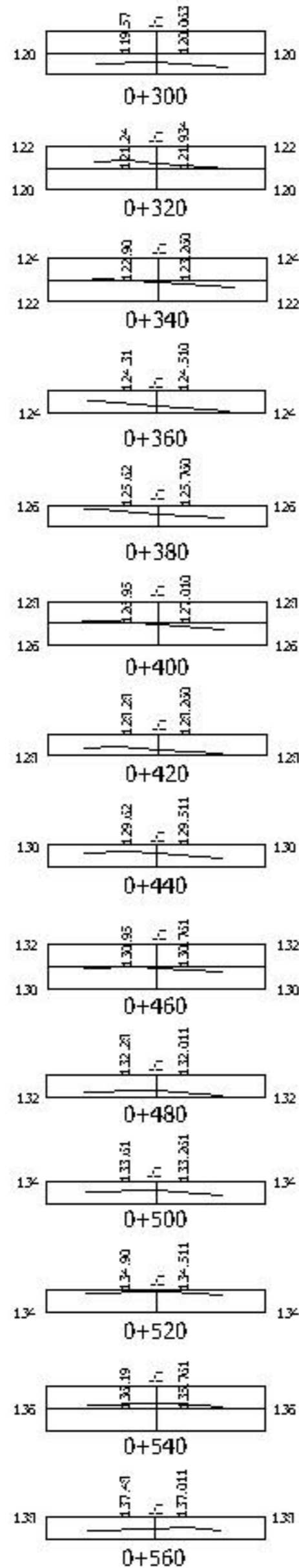
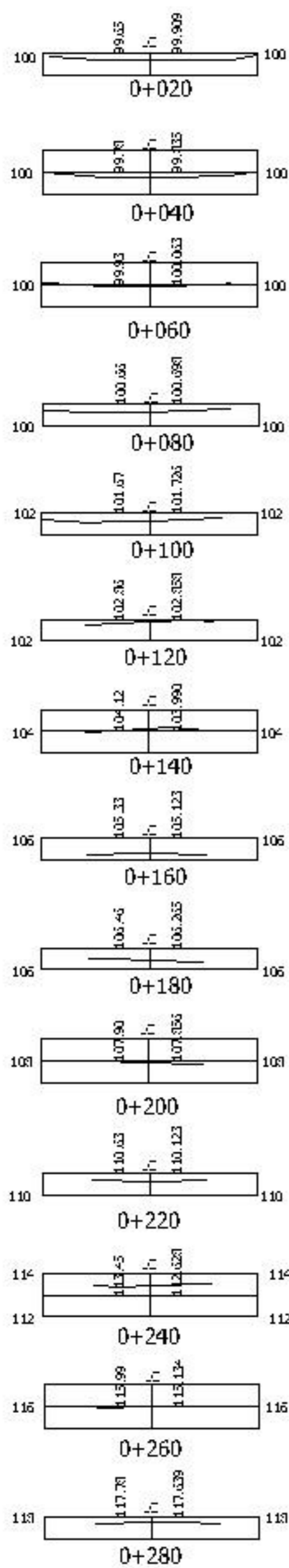



HOJA PLANTA PERFIL

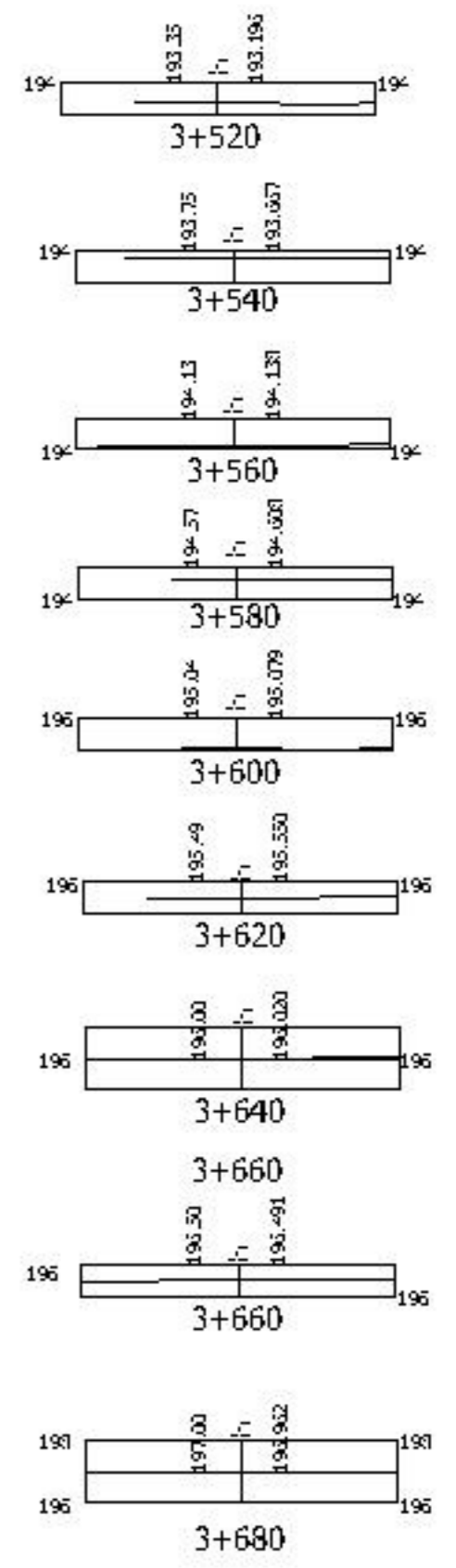
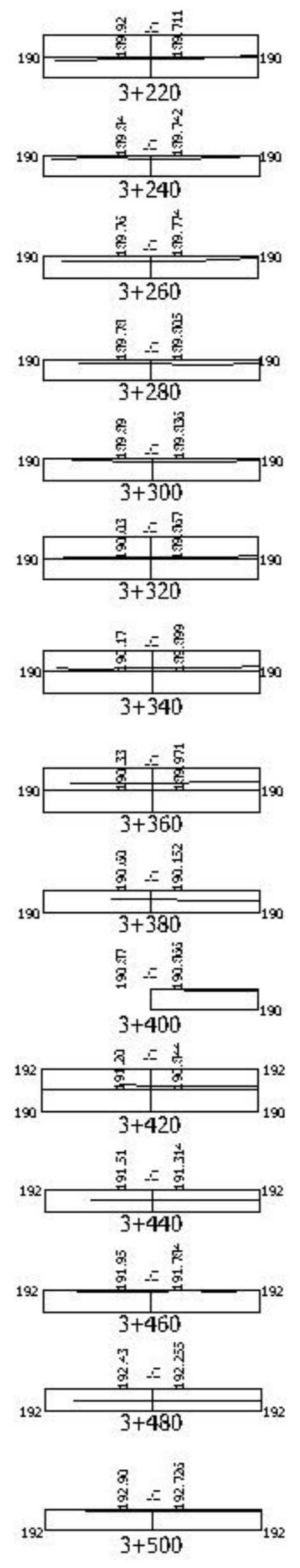
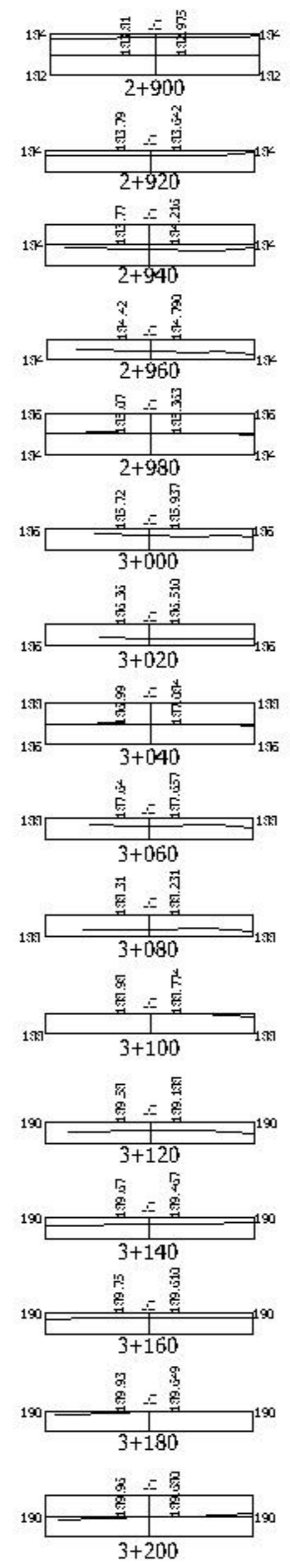
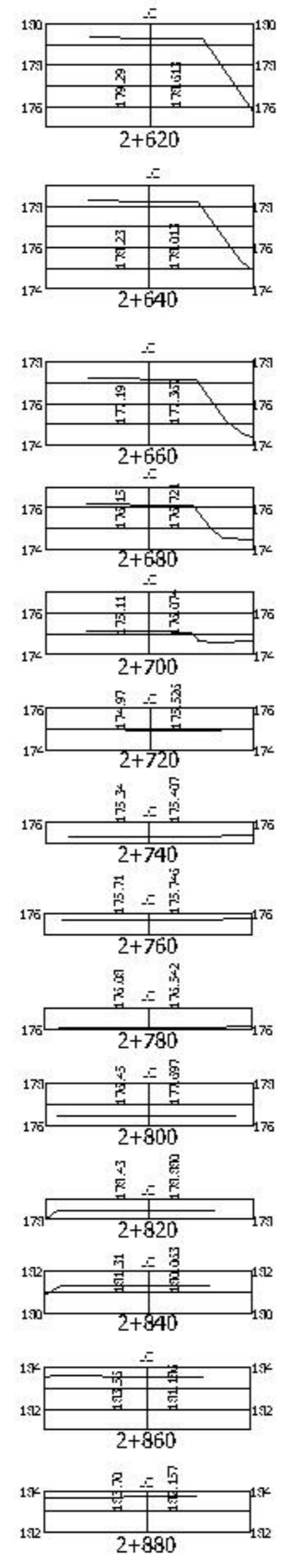
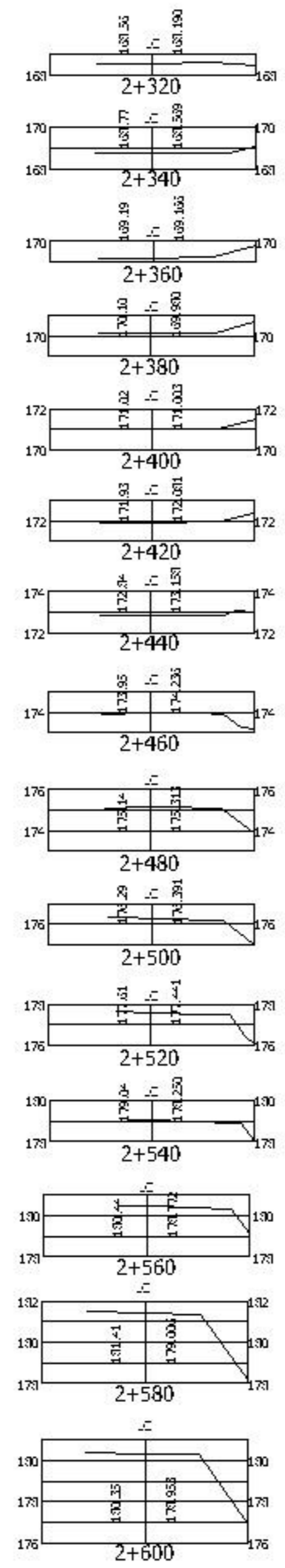
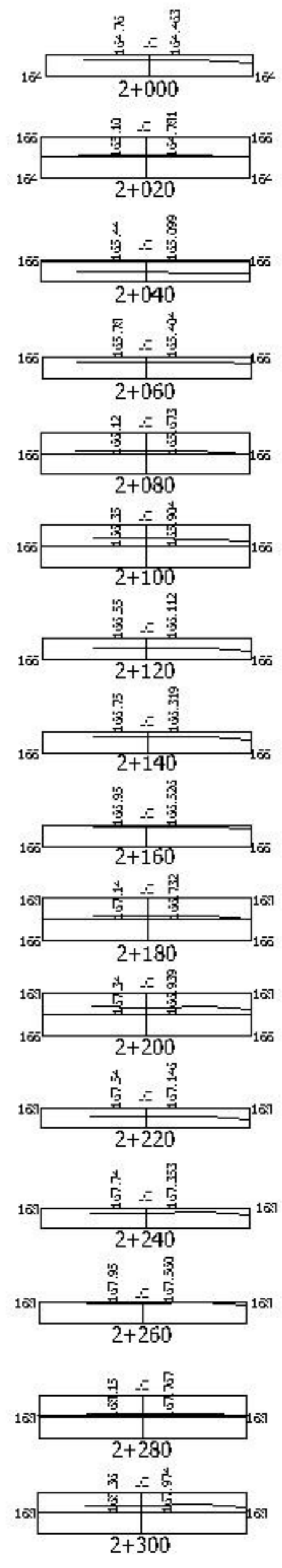
ESCALA: 1:1000
1:1000

NOMENCLATURA	
10	SEÑALAMIENTO VERTICAL
11	SEÑALAMIENTO
12	SEÑALAMIENTO DE ALEROS
13	SEÑALAMIENTO
14	SEÑALAMIENTO
15	SEÑALAMIENTO
16	SEÑALAMIENTO
17	SEÑALAMIENTO
18	SEÑALAMIENTO
19	SEÑALAMIENTO
20	SEÑALAMIENTO
21	SEÑALAMIENTO
22	SEÑALAMIENTO
23	SEÑALAMIENTO
24	SEÑALAMIENTO
25	SEÑALAMIENTO
26	SEÑALAMIENTO
27	SEÑALAMIENTO
28	SEÑALAMIENTO
29	SEÑALAMIENTO
30	SEÑALAMIENTO




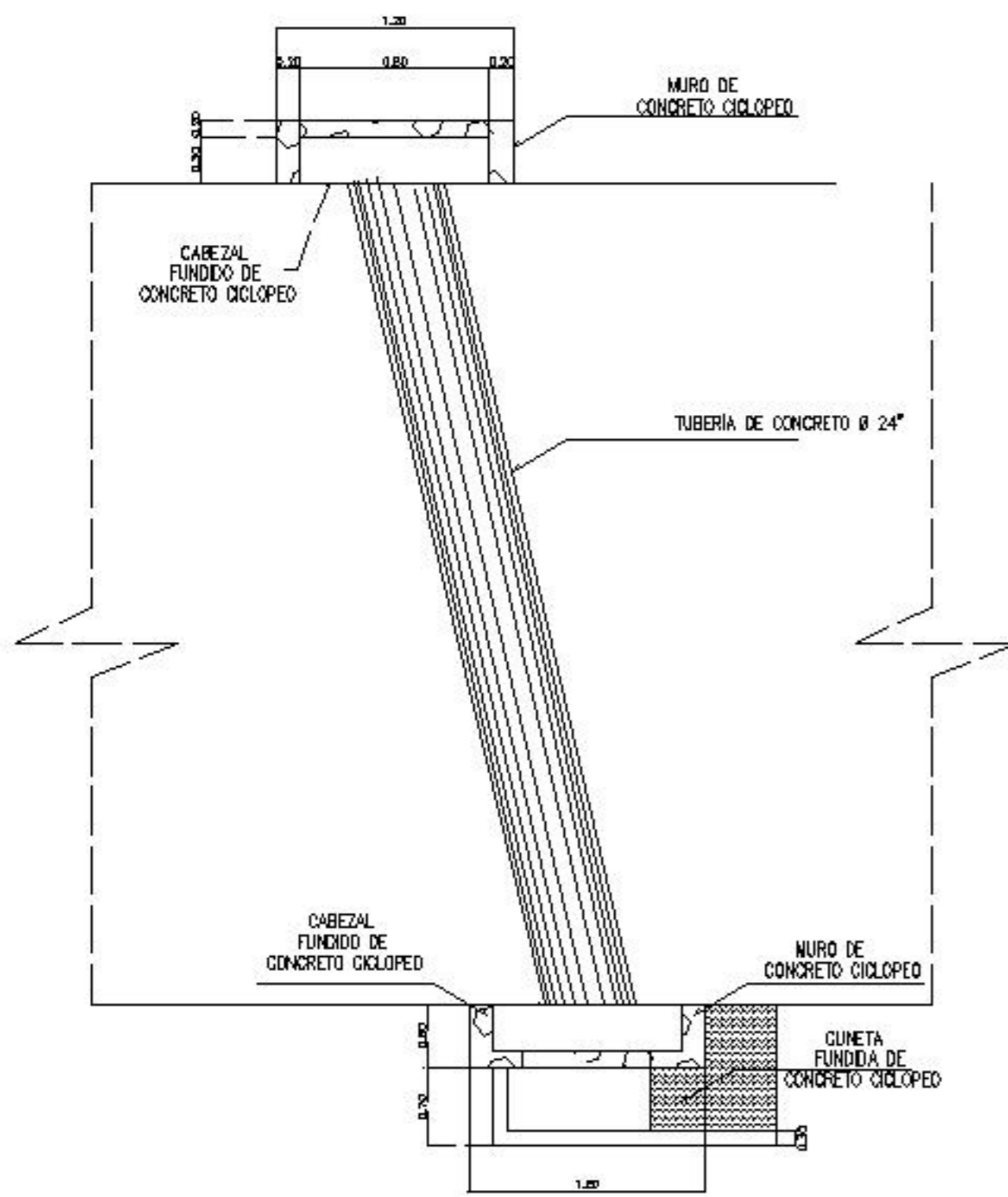


 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERIOR		TITULO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE DRENAJE PARA UN TERRENO EN UN ZONAJE URBANO	
		AUTOR:	COORDINADOR:
ASISTENTE:	ASISTENTE:	ASISTENTE:	ASISTENTE:
TUTOR:	TUTOR:	TUTOR:	TUTOR:
FECHA:	FECHA:	FECHA:	FECHA:
TITULO:	TITULO:	TITULO:	TITULO:

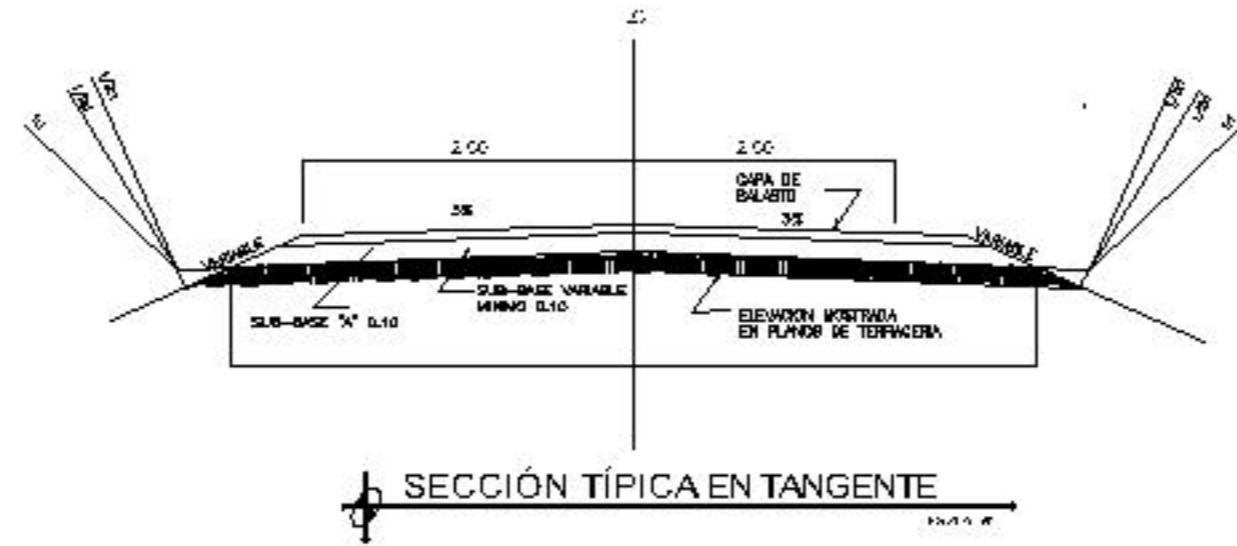


	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
	FACULTAD DE INGENIERIA		
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERIOR		CURSOS DE INGENIERIA	
TITULO DE INGENIERO EN INGENIERIA DE CARRETERAS			
GRUPO	PALEO P. PALMIS	GRUPO	INGENIERIA
GRUPO	PALEO P. PALMIS	GRUPO	INGENIERIA
GRUPO	PALEO P. PALMIS	GRUPO	INGENIERIA
Fecha		Firma	

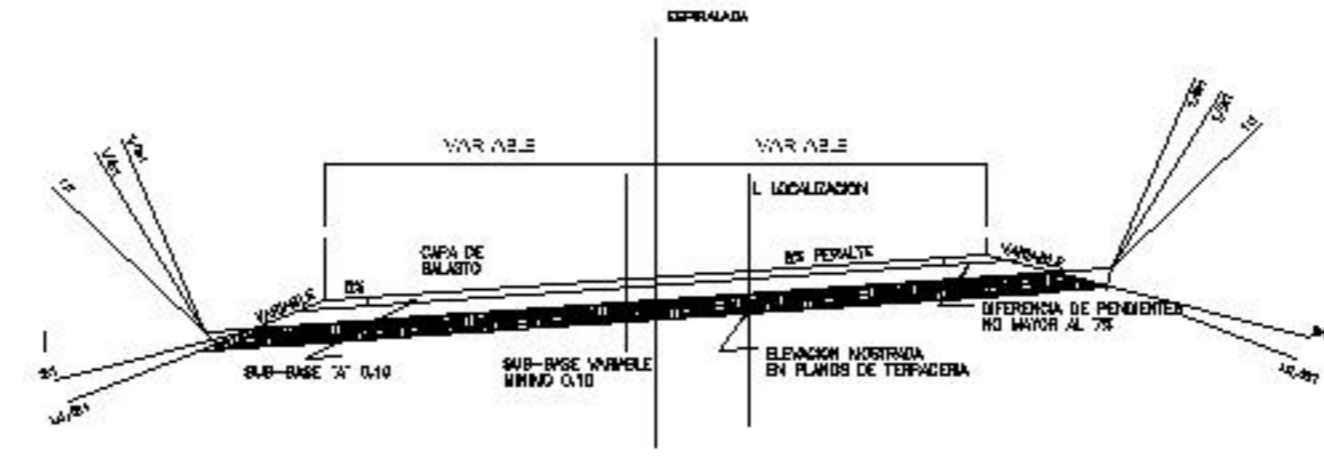
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO DE PROFESIONALES TERCERDO	
PROYECTO: DISEÑO DEL CANAL DE AGUAS PLUVIALES PARA LOS CEMENTOS DEBEN A LA COMUNIDAD URBANA	CONTENIDO:
AREA: PARACURIALES	DETALLES
CALIDAD: PARACURIALES	ESCALA: 1:100
FECHA: PARACURIALES	DISEÑO: IC
TITULO:	IC / IC



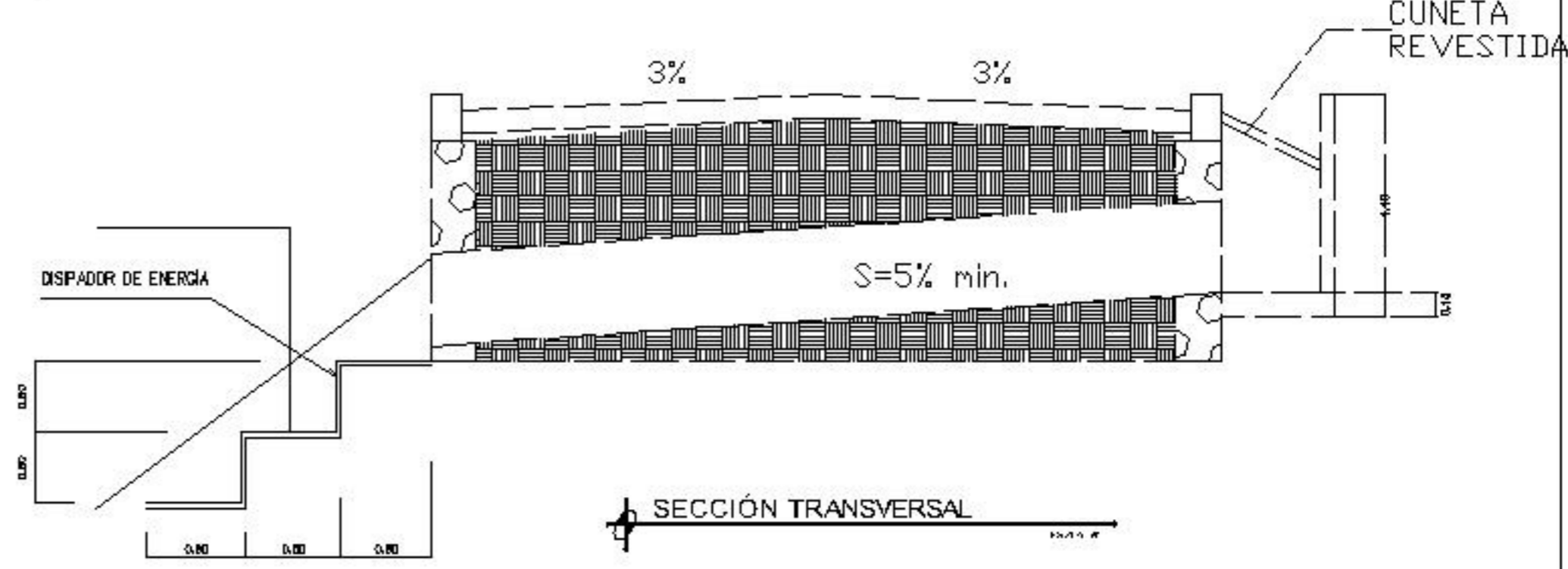
PLANTA DE TRANSVERSAL



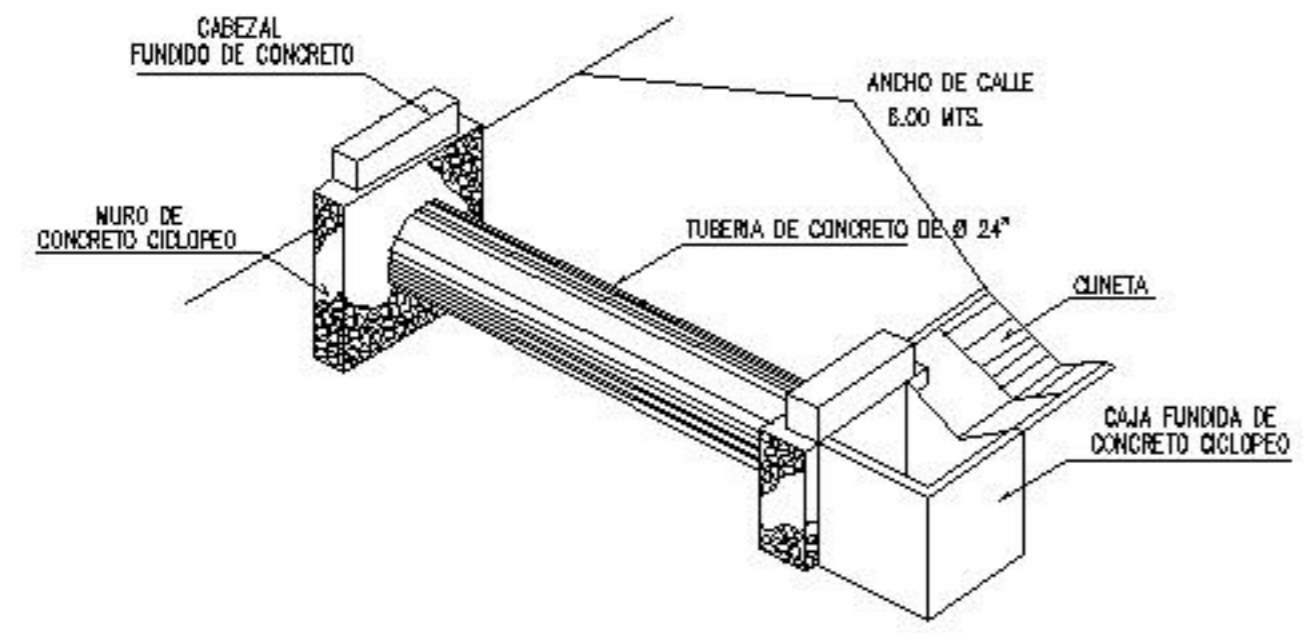
SECCIÓN TÍPICA EN TANGENTE



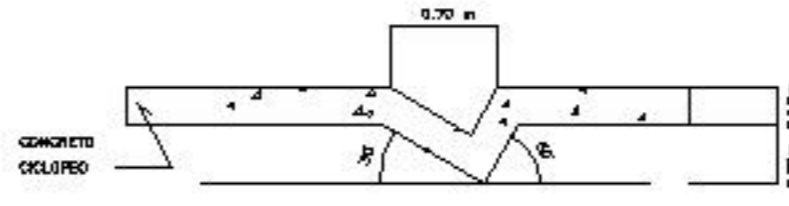
SECCIÓN TÍPICA EN CURVA



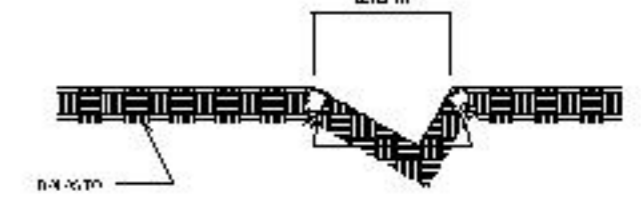
SECCIÓN TRANSVERSAL



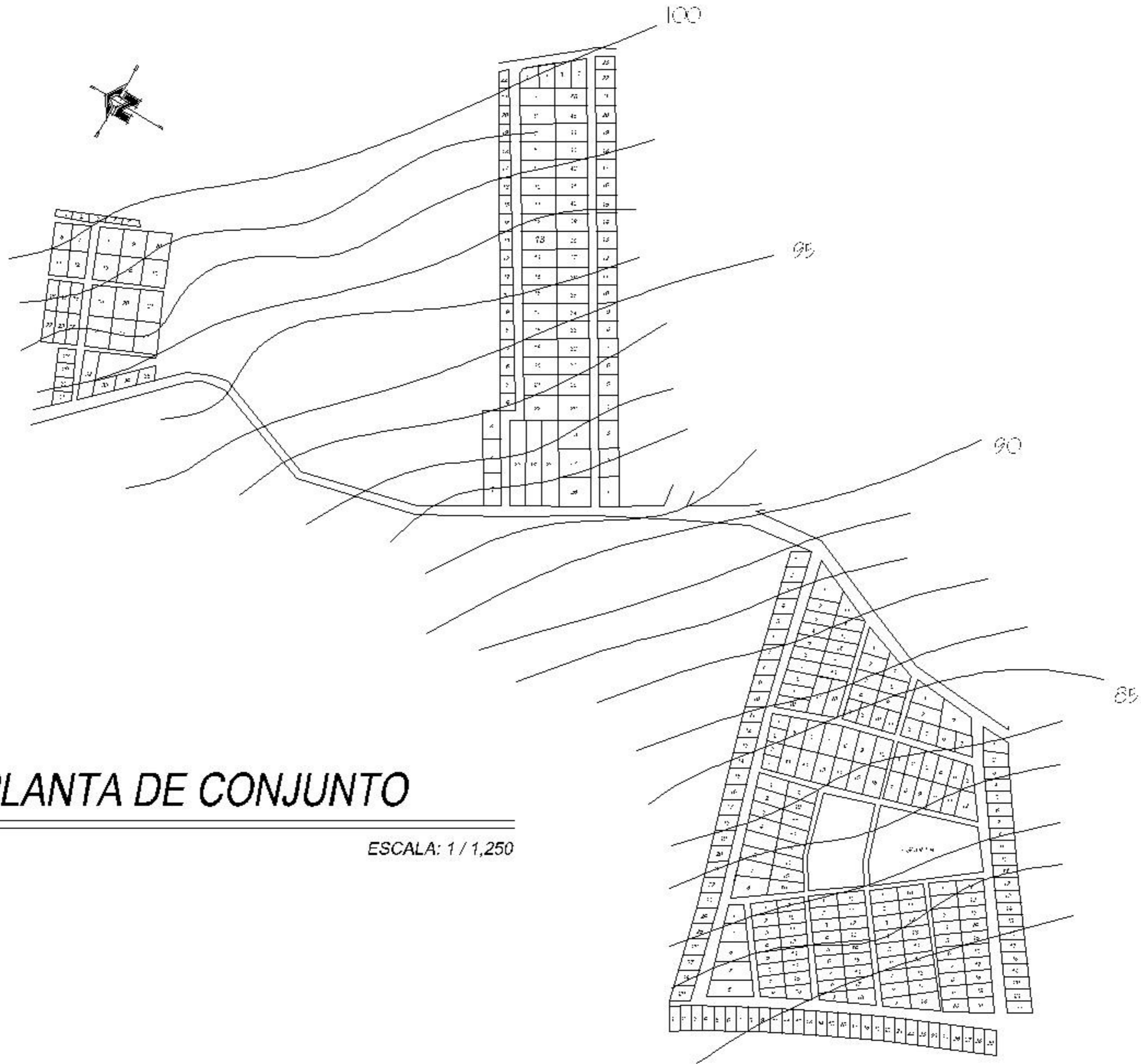
ISOMÉTRICO DE TRANSVERSAL



DETALLE DE CUNETA REVESTIDA




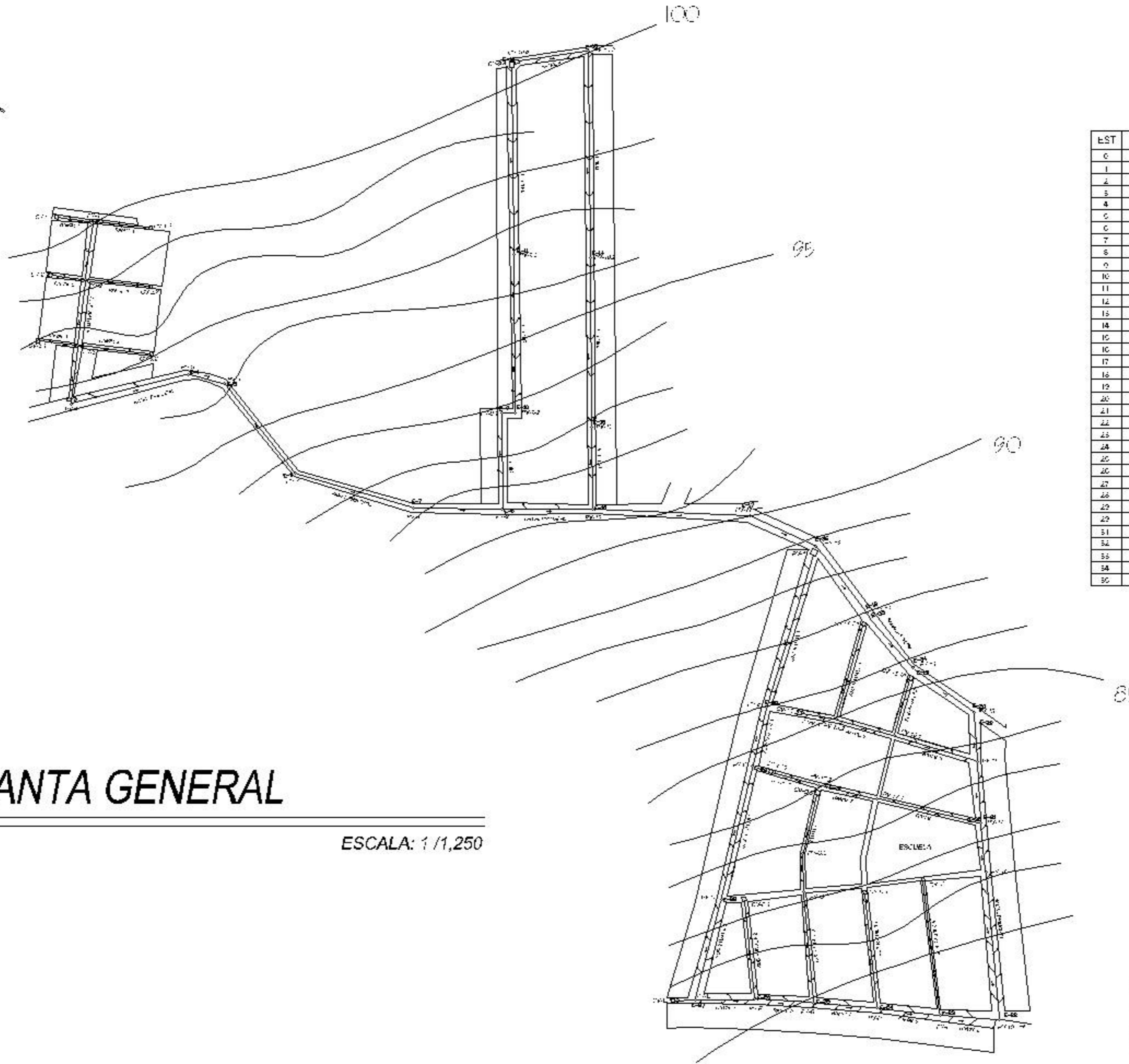
DETALLE DE CUNETA NATURAL



PLANTA DE CONJUNTO

ESCALA: 1 / 1,250

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		PROYECTO: DISEÑO DE UN COMPLEJO HABITACIONAL PARA UNAS ESCUELAS LOS DEPOSE, MUNICIPIO DE VIGIL, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA	
		DISEÑADO POR: PABLO MORALES	CONTENIDO: PLANTA DE CONJUNTO
DISEÑADO POR: PABLO MORALES	TITULO: PABLO MORALES	FECHA: 15/05/2024	HOJA: 1/1

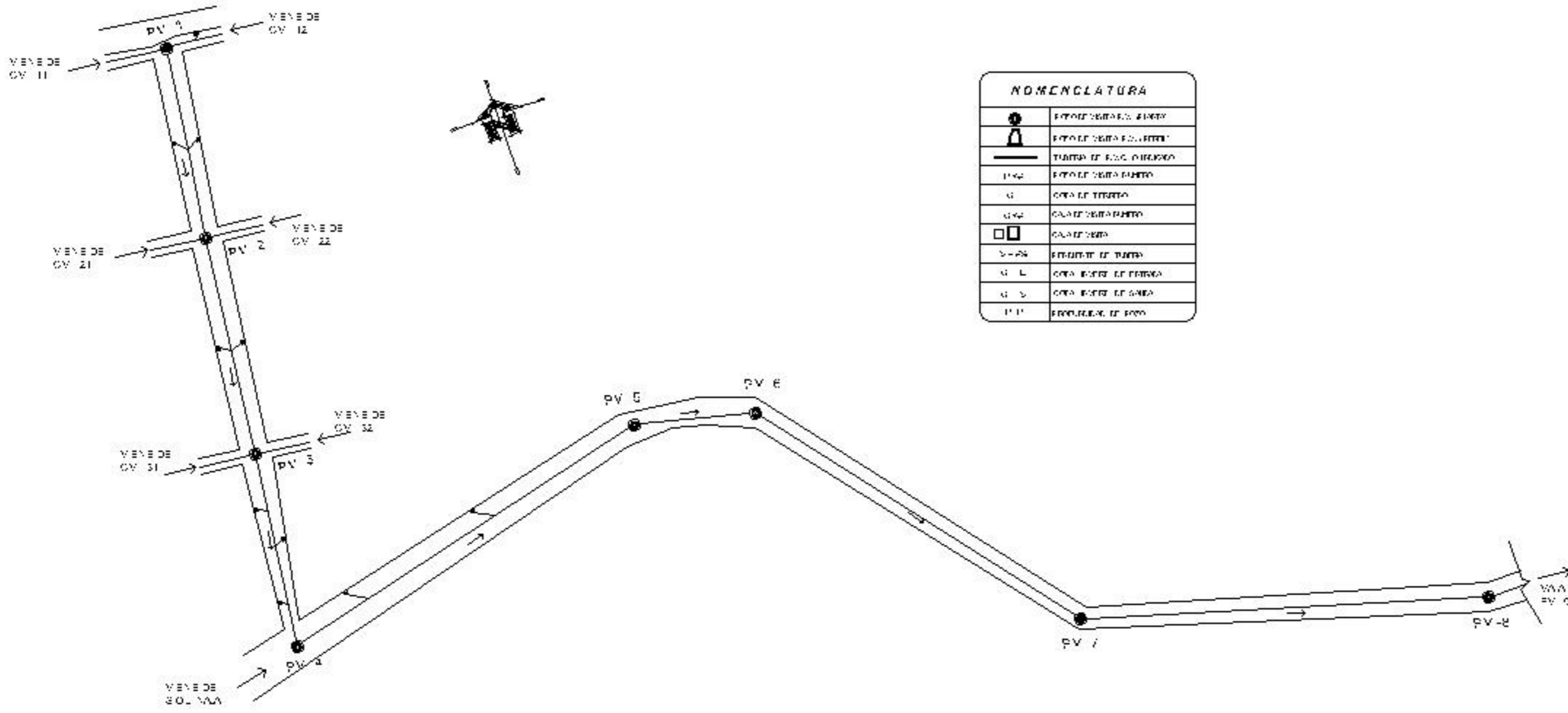


EST	IC	AZIMUT	DH	COTA
0	1	120°40'07"	34.30	99.00
1	2	121°28'17"	32.30	97.00
2	3	121°29'37"	32.30	96.04
3	4	12°19'32"	70.00	96.22
4	5	53°33'22"	24.30	96.17
5	6	80°42'07"	72.30	95.74
6	7	57°21'03"	73.30	91.34
7	8	32°29'42"	68.30	91.33
8	9	232°32'02"	60.30	93.30
9	10	68°40'37"	13.00	94.10
10	11	238°14'12"	61.30	97.43
11	12	232°32'02"	114.30	100.32
12	13	14°01'02"	47.30	100.34
13	14	118°32'37"	120.32	99.22
14	15	114°41'22"	101.34	92.44
15	16	110°22'27"	61.30	91.09
16	17	20°00'07"	82.22	90.63
17	18	52°02'47"	80.31	80.72
18	19	01°40'07"	71.34	84.34
19	20	47°41'27"	30.30	84.00
20	21	08°41'27"	62.34	82.09
21	22	09°40'37"	104.37	78.71
22	23	27°43'07"	56.33	72.41
23	24	27°30'08"	57.23	72.33
24	25	270°21'07"	30.70	72.30
25	26	27°32'02"	30.00	80.22
26	27	272°29'47"	37.22	80.77
27	28	14°03'22"	60.30	82.42
28	29	15°10'48"	80.33	84.00
29	30	14°00'48"	30.70	80.73
29	31	103°21'22"	42.33	83.72
31	32	101°12'07"	61.40	82.43
32	33	01°07'37"	68.07	84.24
33	34	311°42'07"	68.33	80.00
34	35	322°01'08"	43.33	80.32
35	36	321°42'07"	42.34	86.33

PLANTA GENERAL

ESCALA: 1/1,250

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: [Illegible]	
DISEÑO: [Illegible]	CONTENIDO: PLANTA GENERAL
CÁLCULO: [Illegible]	ESCALA: 1/1,250
FECHA: [Illegible]	HOJA: 2/13

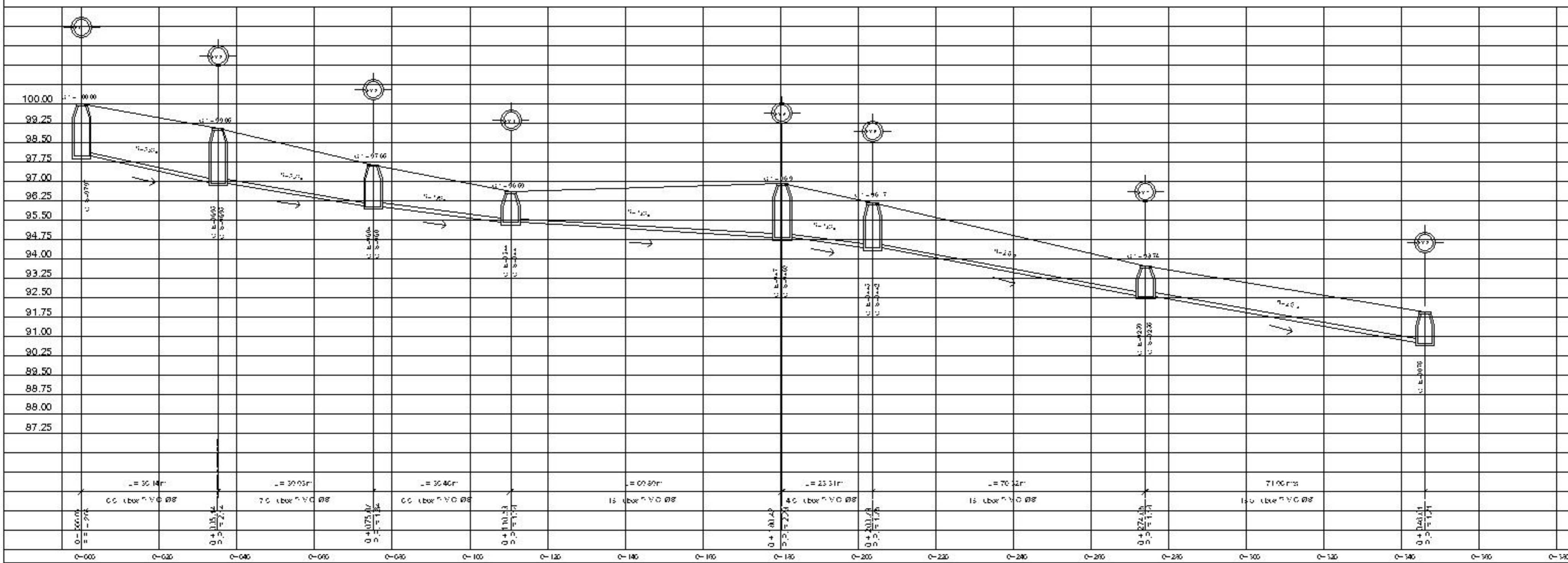


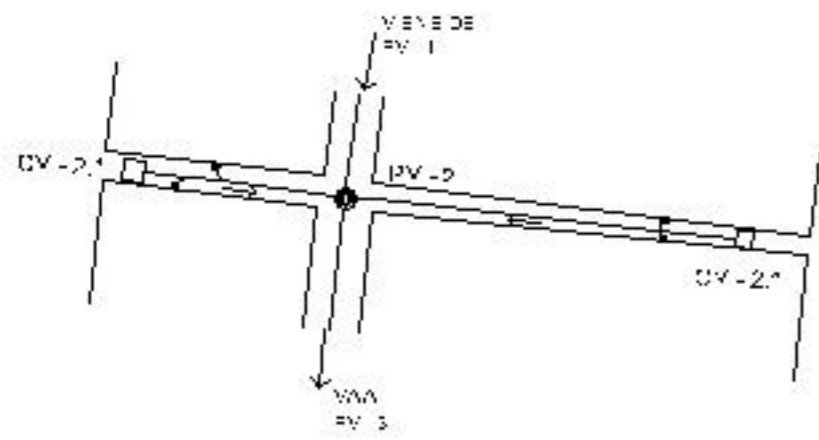
NOMENCLATURA

	SECCION DE TUBERIA VERTICAL
	SECCION DE TUBERIA HORIZONTAL
	VENEDOS
	CAJON DE TUBERIA
	VALVULA
	SECCION DE TUBERIA
	SECCION DE TUBERIA
	SECCION DE TUBERIA
	SECCION DE TUBERIA

COLECTOR PRINCIPAL

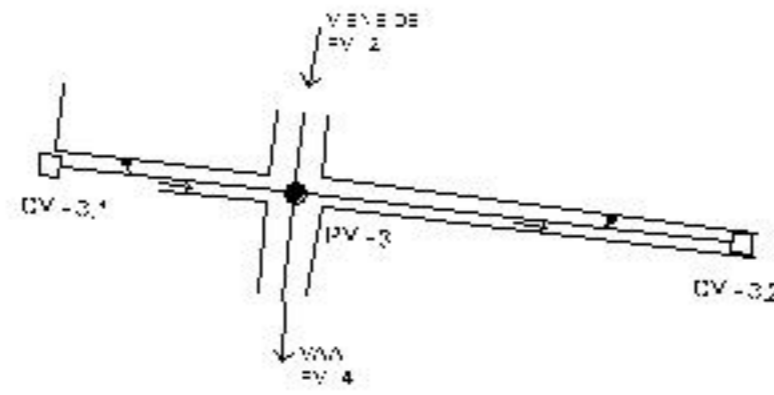
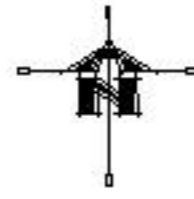
ESCALA VERTICAL 1/50
 ESCALA HORIZONTAL 1/500





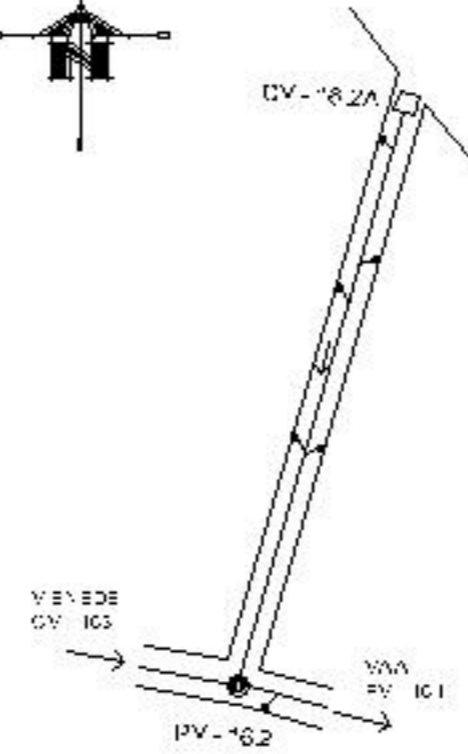
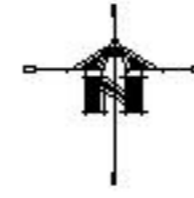
RAMAL 2

ESCALA VERT. CAL. 100
ESCALA - OR. ZONTA. 1000



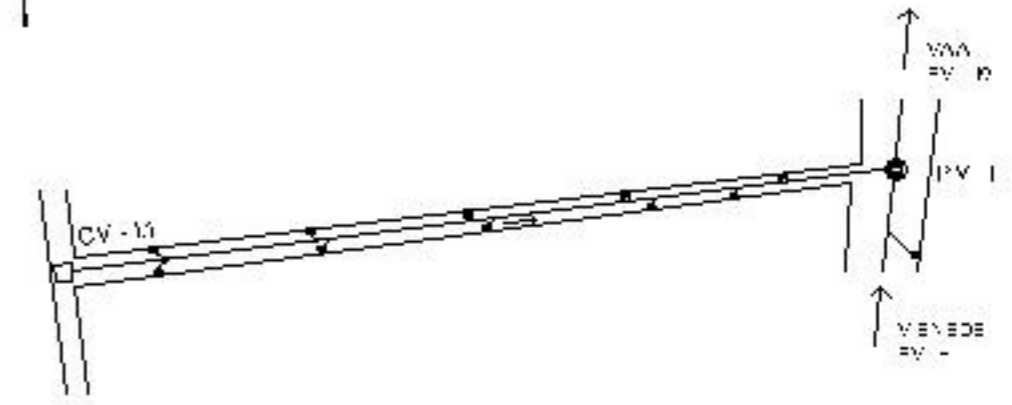
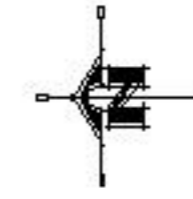
RAMAL 3

ESCALA VERT. CAL. 100
ESCALA - OR. ZONTA. 1000



SUB-RAMAL 6.1

ESCALA VERT. CAL. 100
ESCALA - OR. ZONTA. 1000



SUB-RAMAL 8.5

ESCALA VERT. CAL. 100
ESCALA - OR. ZONTA. 1000

NOMENCLATURA	
	ESCALA VERTICAL
	ESCALA HORIZONTAL
	TUBERIA DE ACERO
	VALVULA
	COYUNTO
	CONEXION
	FLANJE
	SOPORTE
	ANCORAJE
	ARTICULO
	ISOLACION

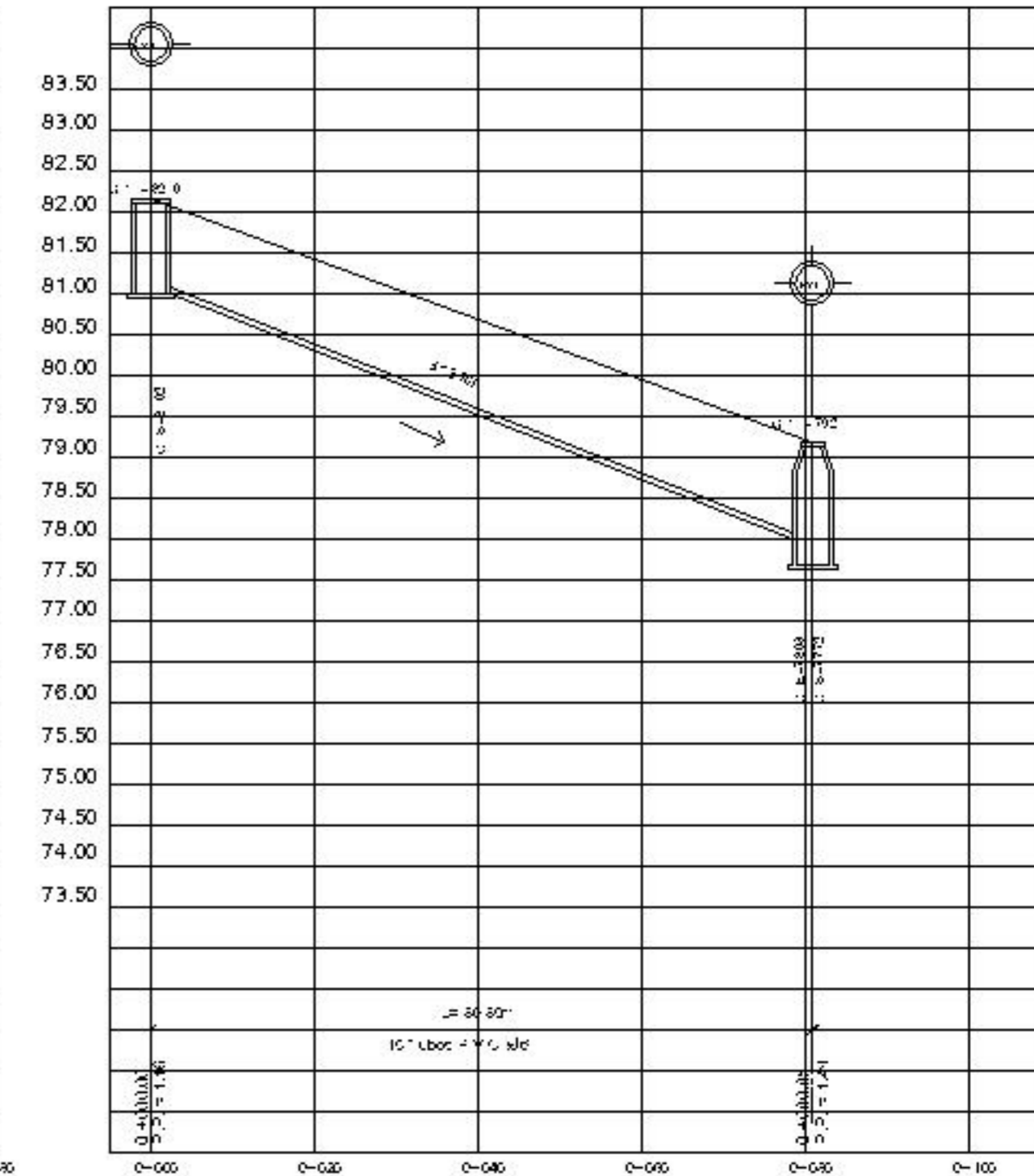
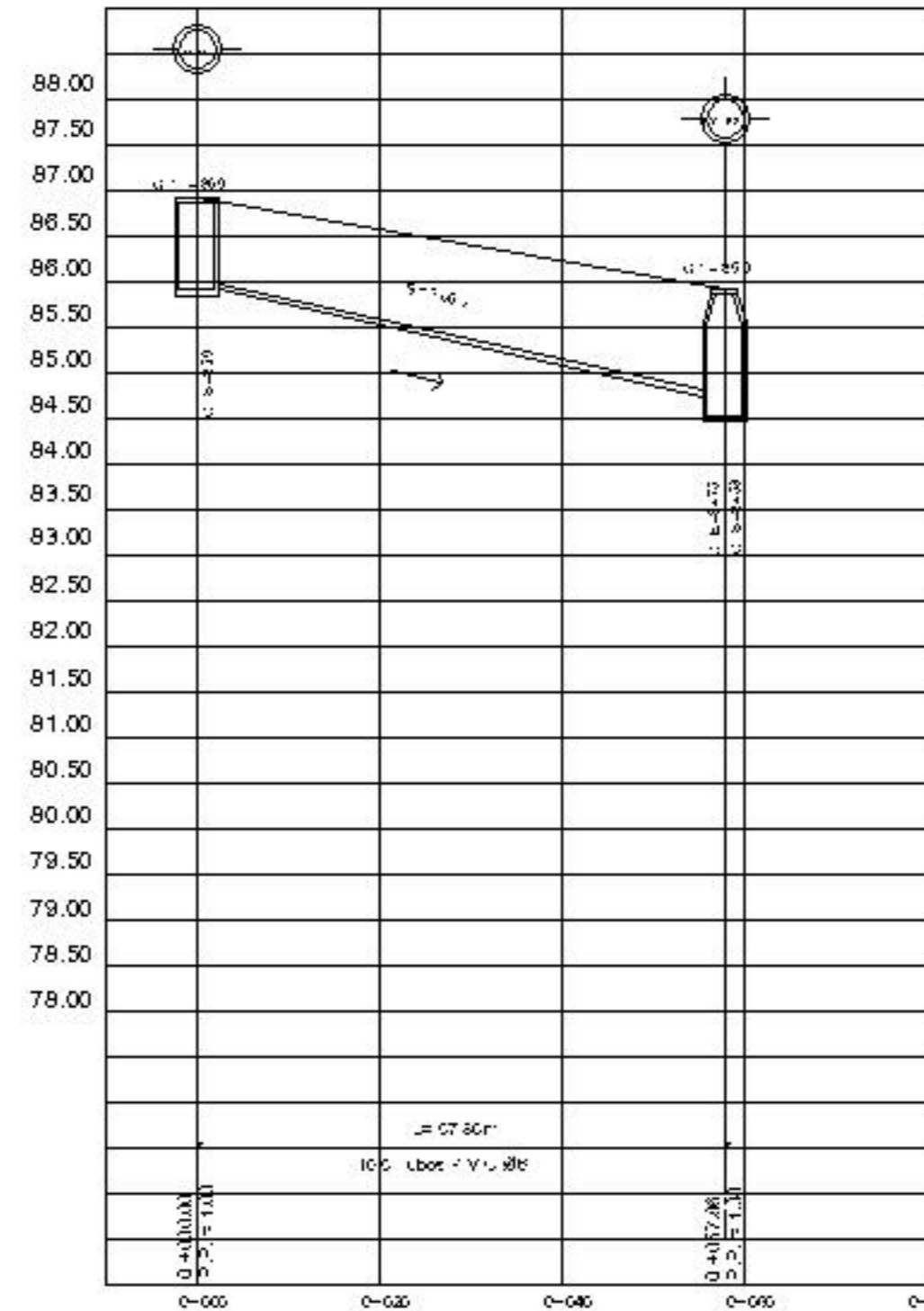
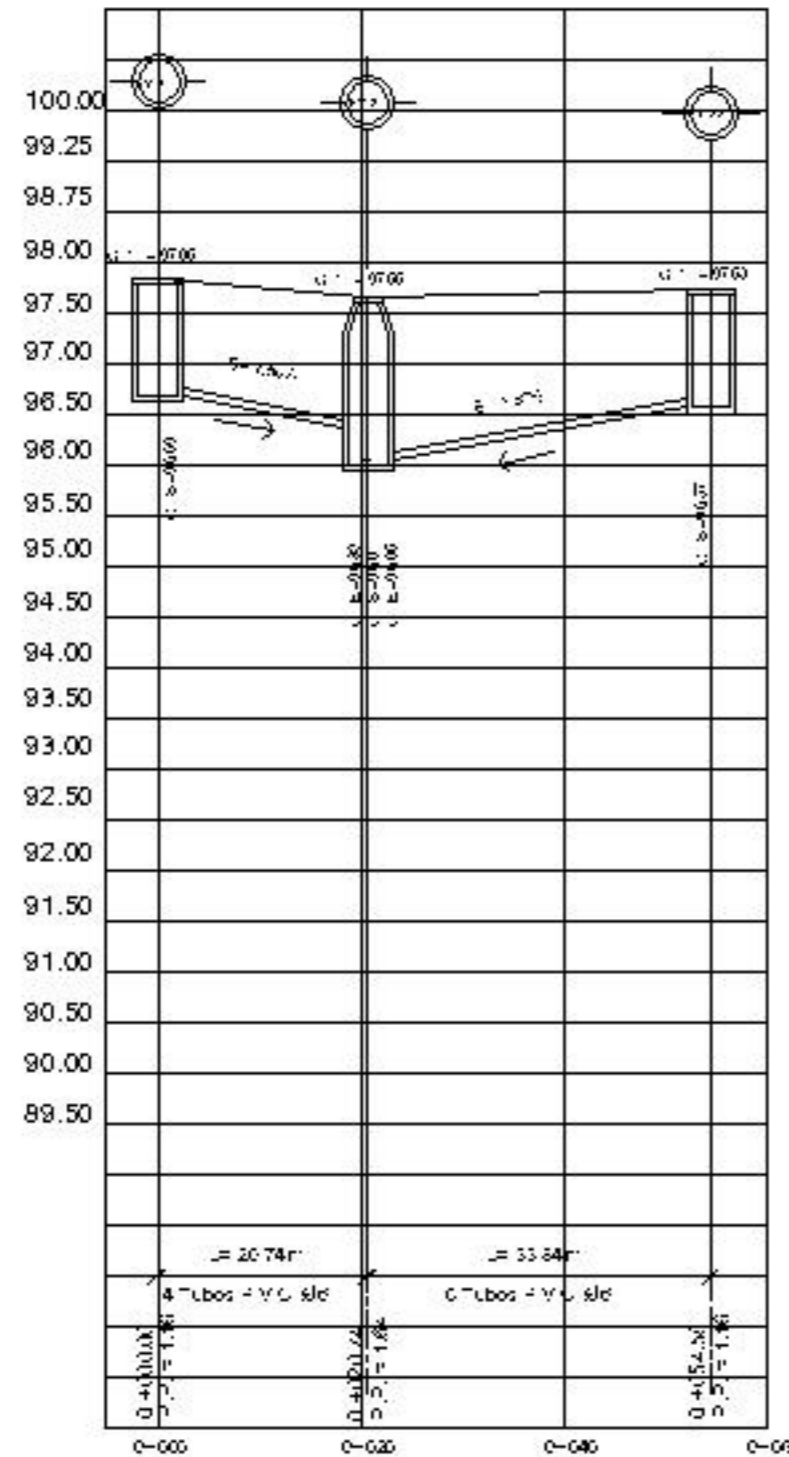
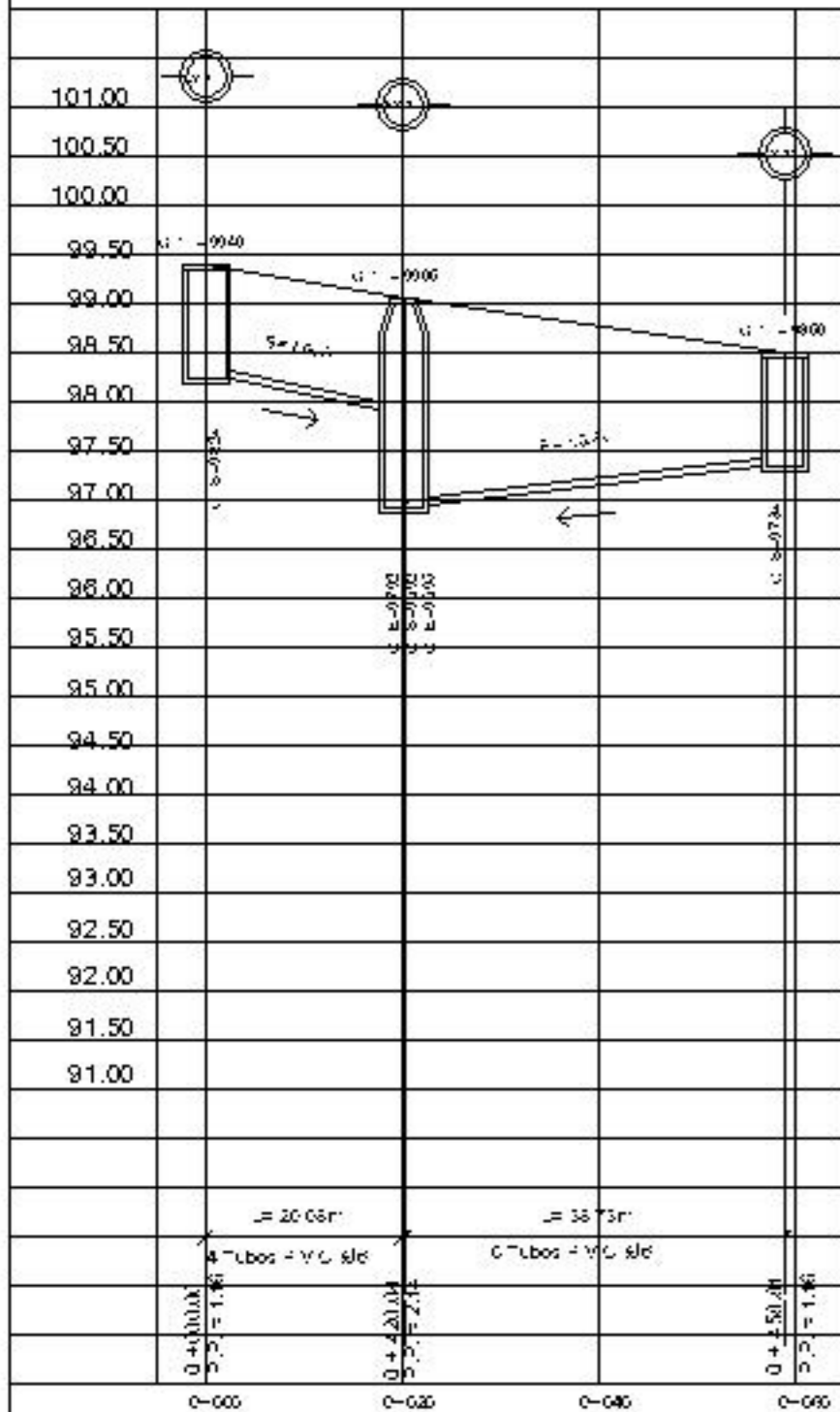
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL SUPERIOR

PROYECTO: PLANO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA LAS UNIDADES
EDUCATIVAS DEL SALTO DE AGUA Y SU ZONA AFINADA

FECHA	PARCELES/VALORES	CONTENIDO:
01/05/2018	01/05/2018	PLANO DE ABASTECIMIENTO
02/05/2018	02/05/2018	PLANO DE ABASTECIMIENTO
03/05/2018	03/05/2018	PLANO DE ABASTECIMIENTO

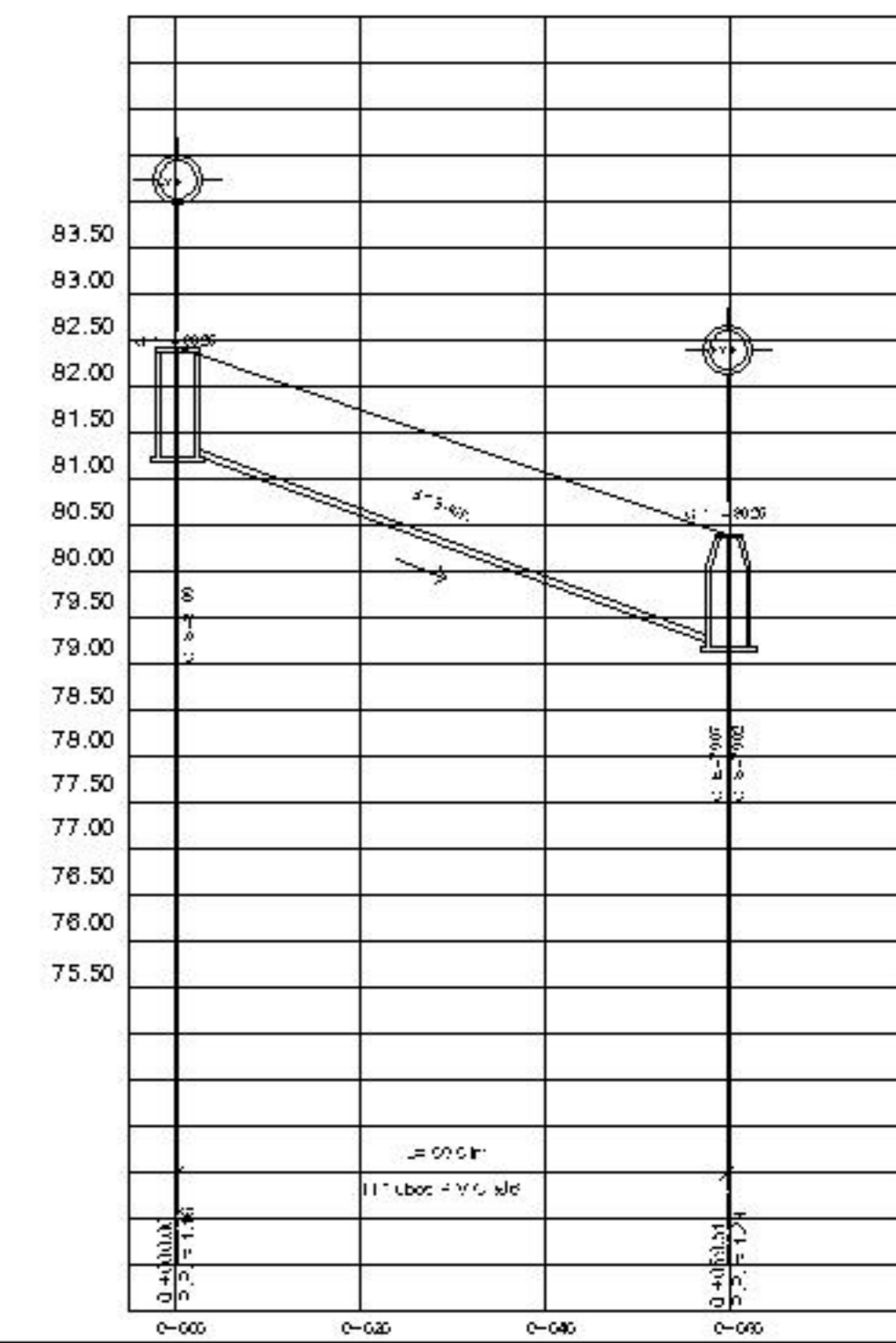
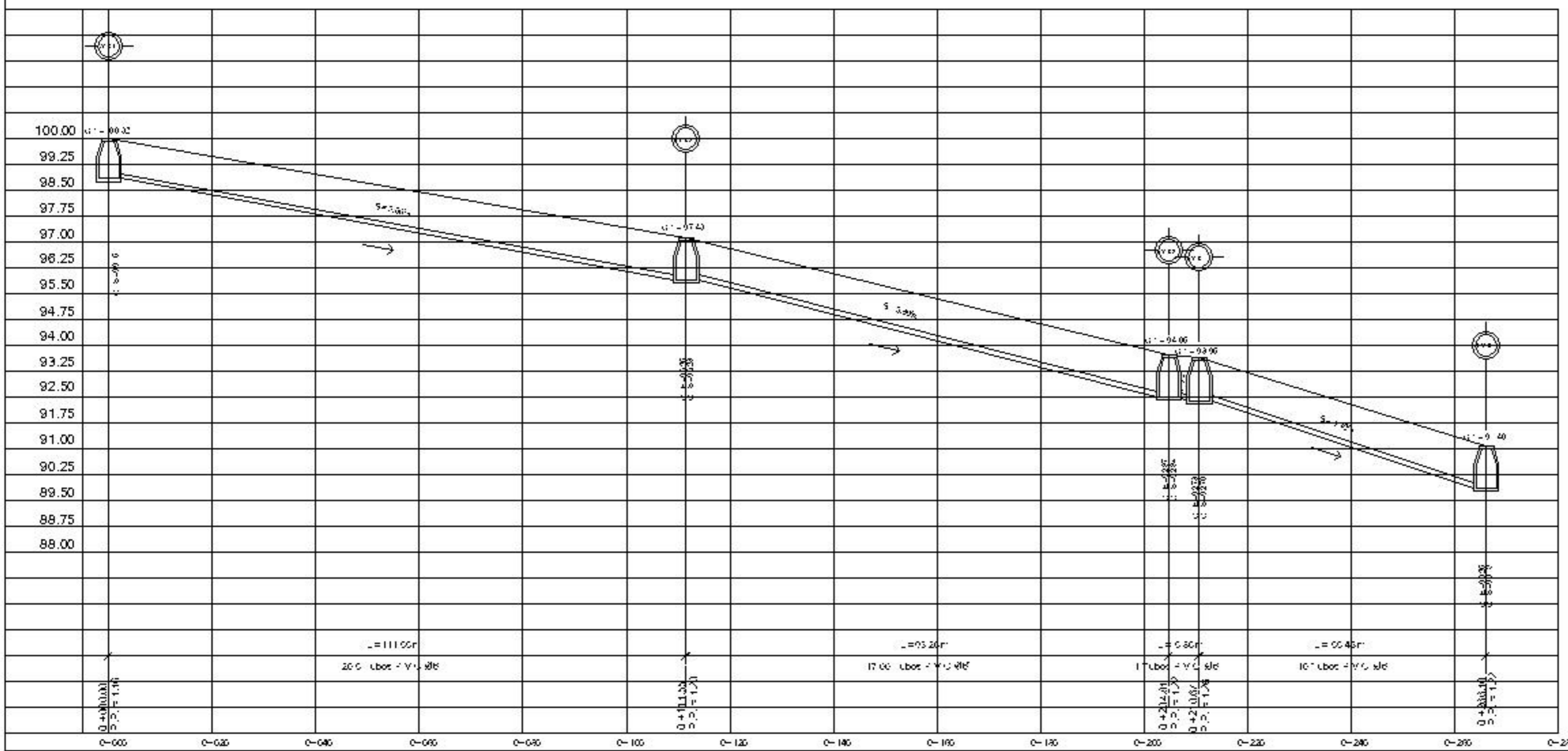
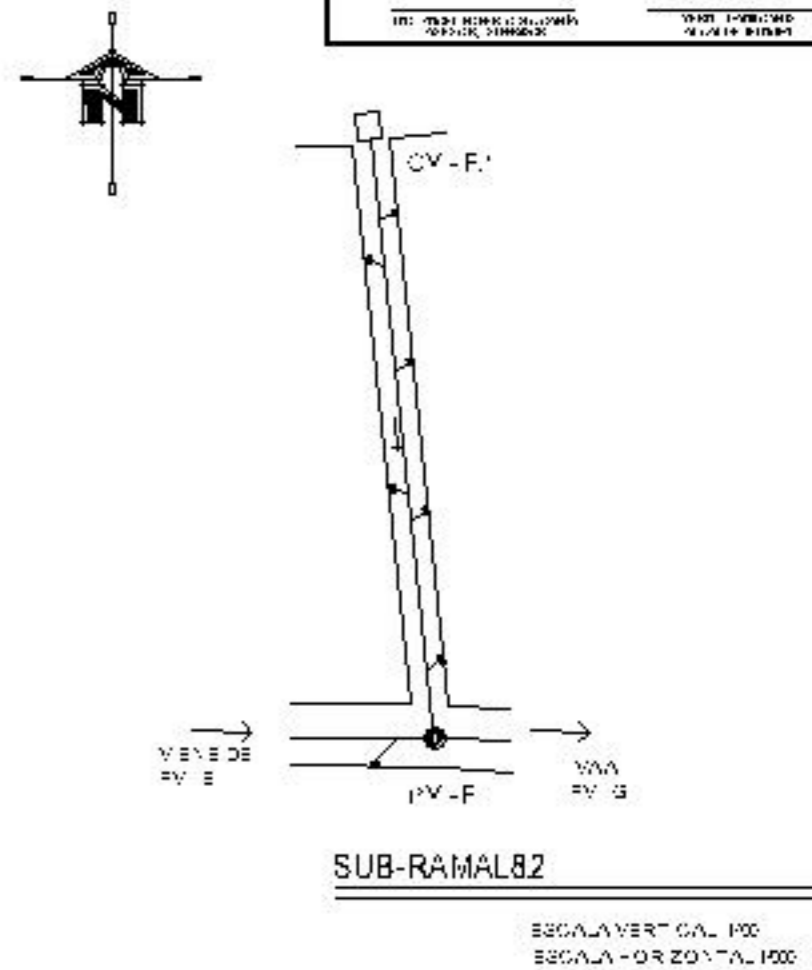
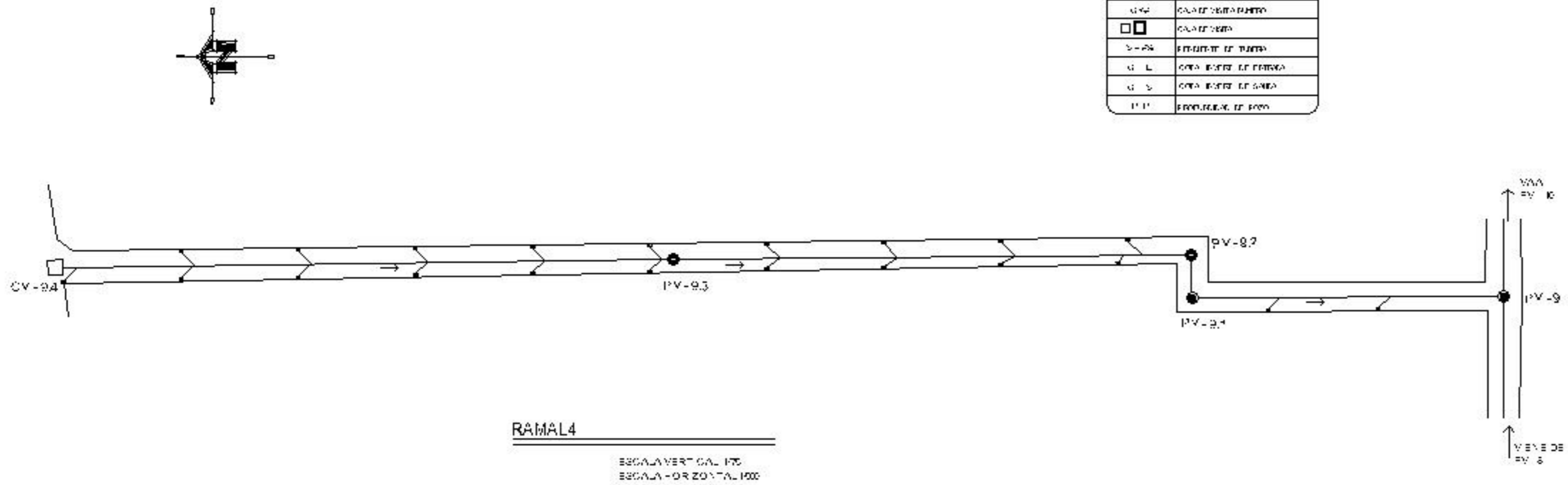
Autores: [Nombres]
Revisado: [Nombre]

6/3



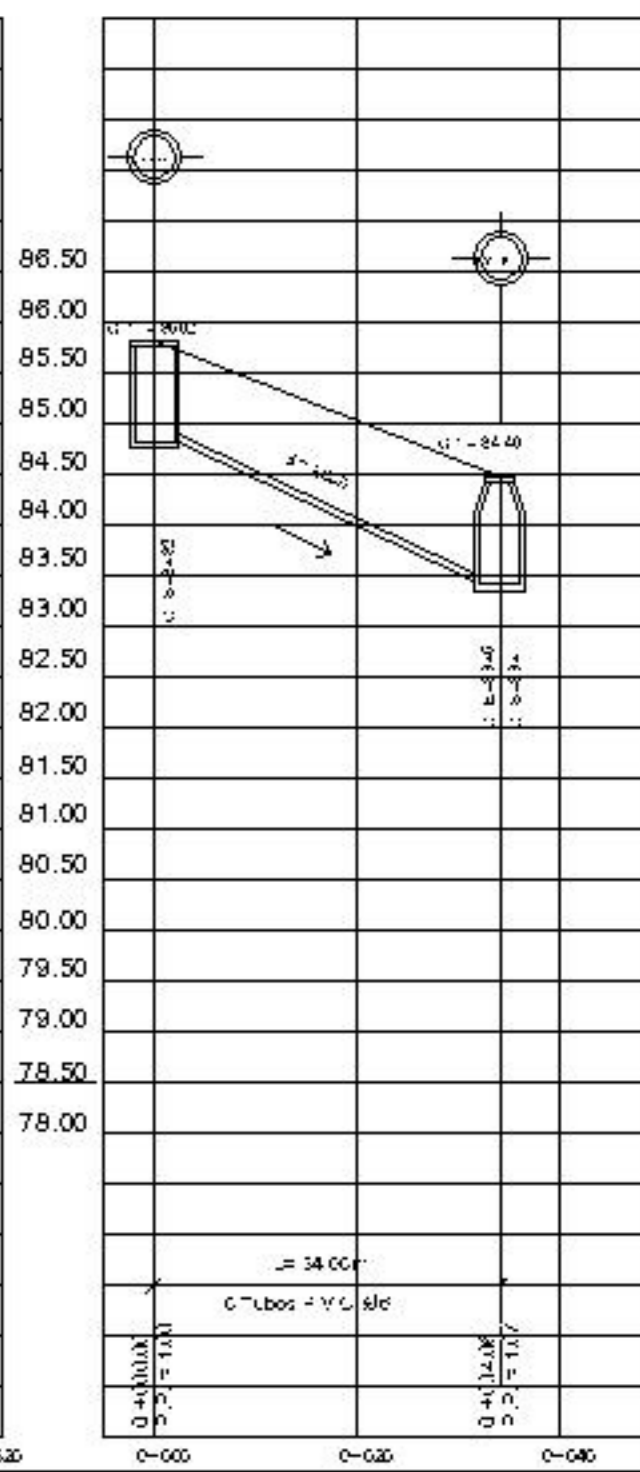
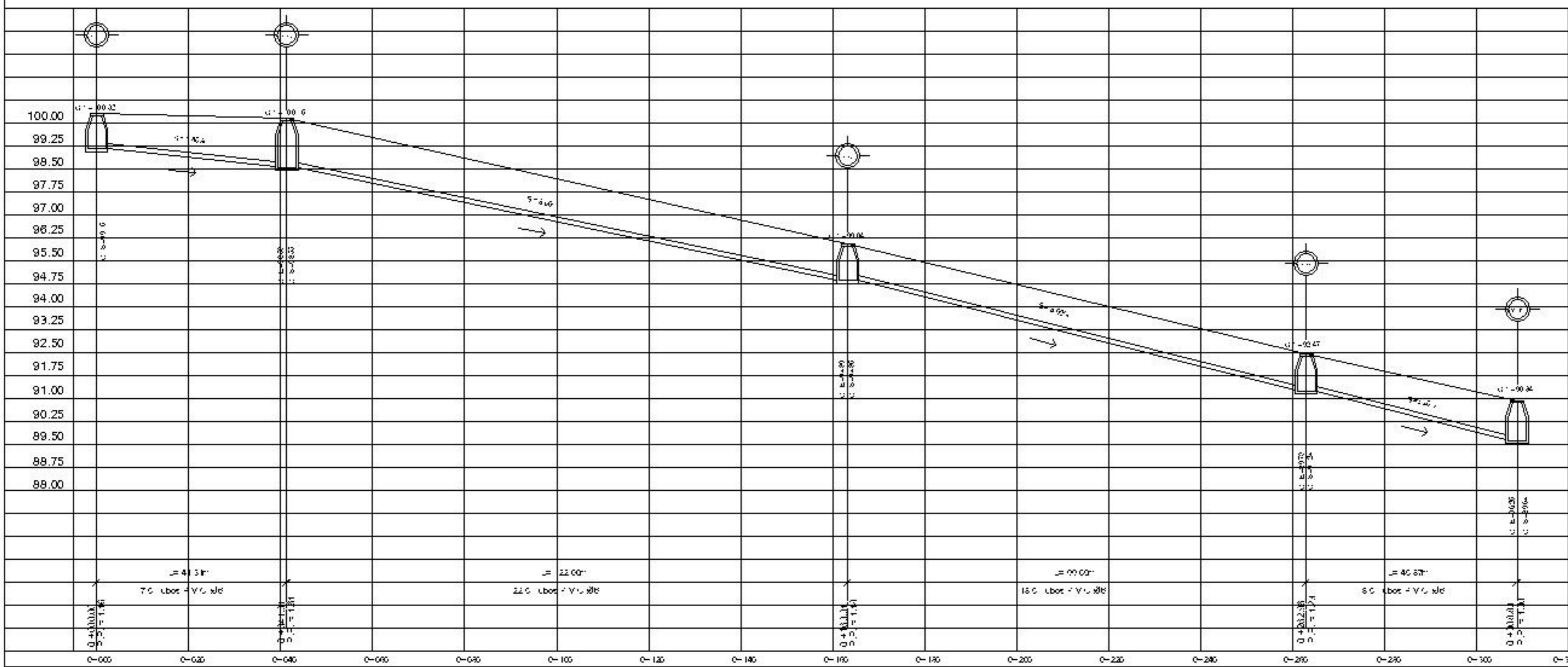
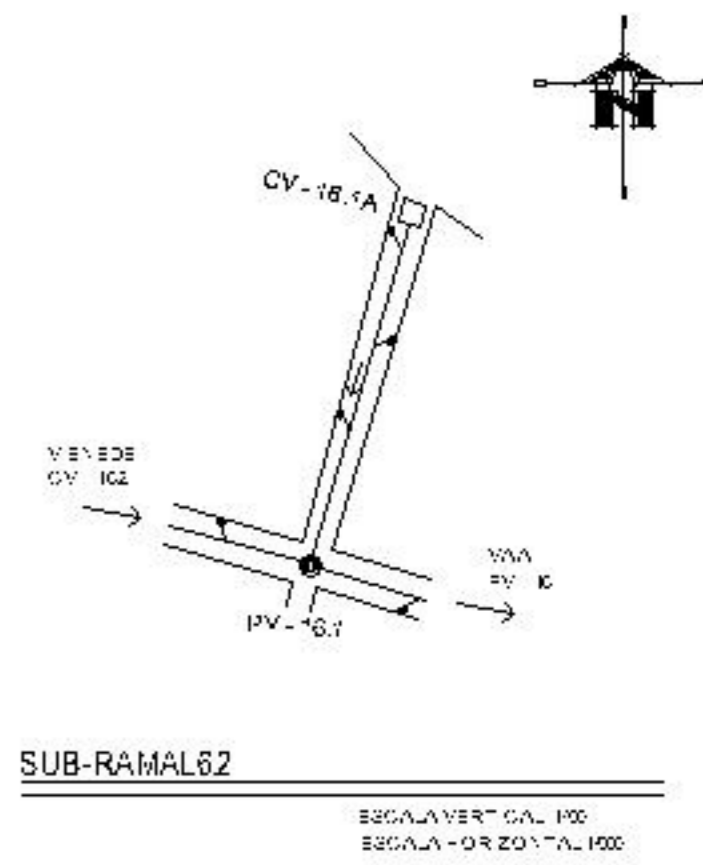
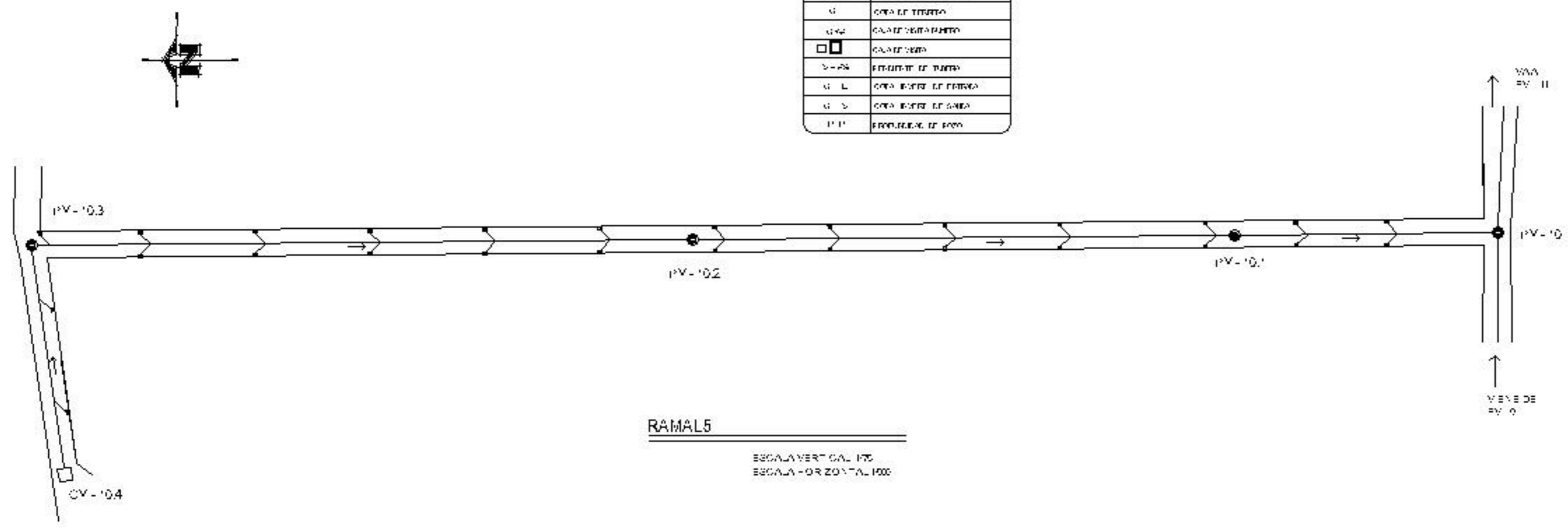
NOMENCLATURA

	ESPESOR DEL ALAMBRE
	ESPESOR DEL CABLE
	TUBO DE PVC INSULADO
	ESPESOR DEL TUBO
	ESPESOR DEL TUBO
	ESPESOR DEL TUBO
	ESPESOR DEL TUBO
	ESPESOR DEL TUBO
	ESPESOR DEL TUBO
	ESPESOR DEL TUBO
	ESPESOR DEL TUBO



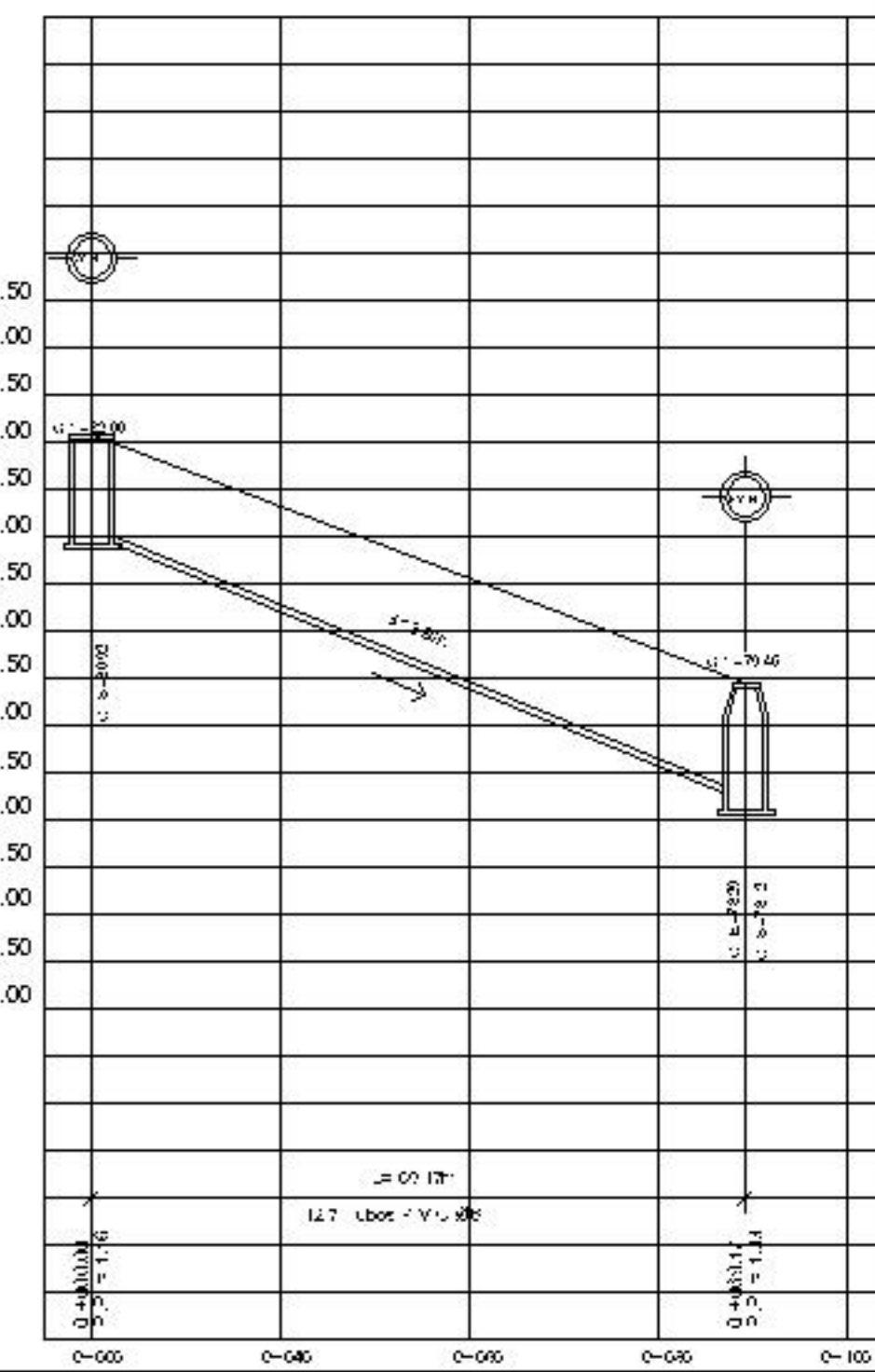
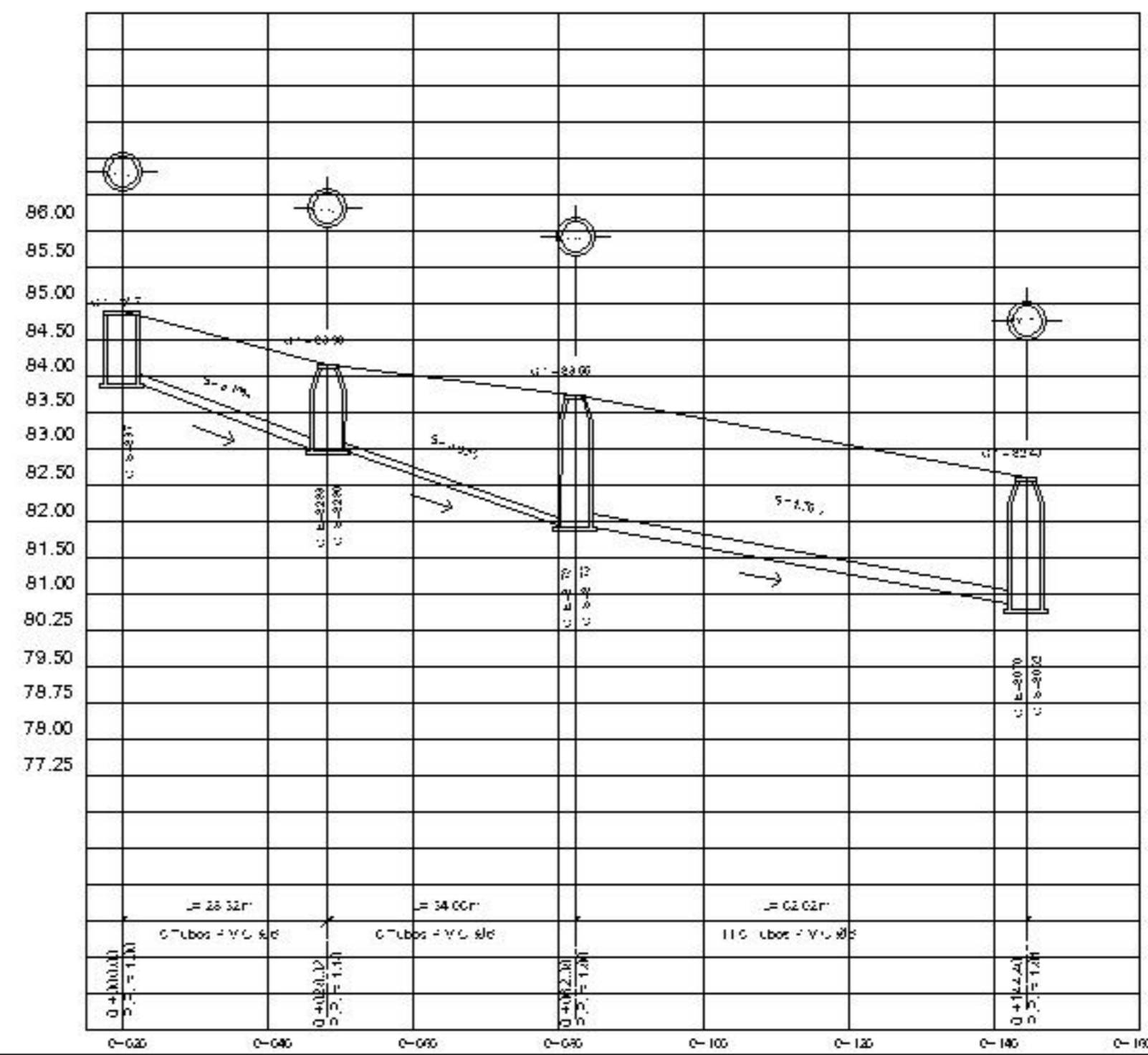
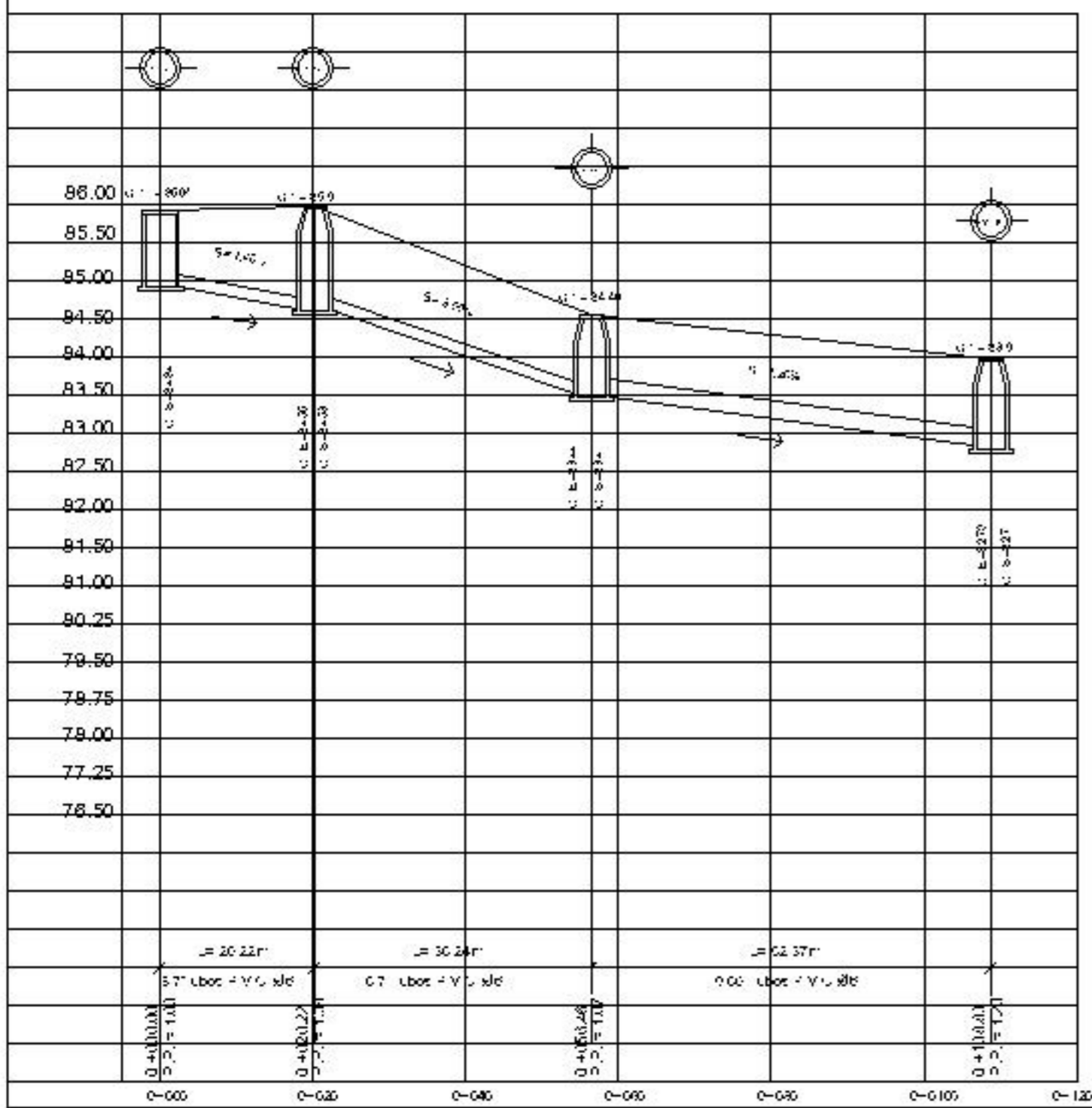
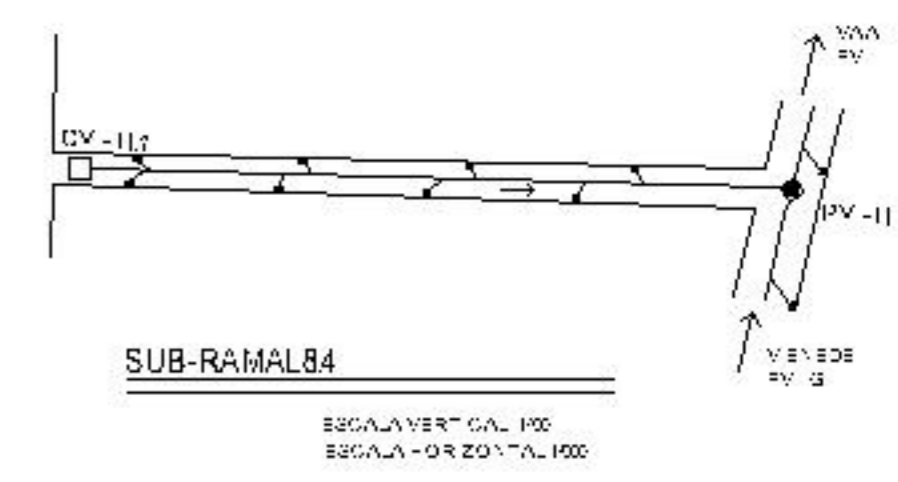
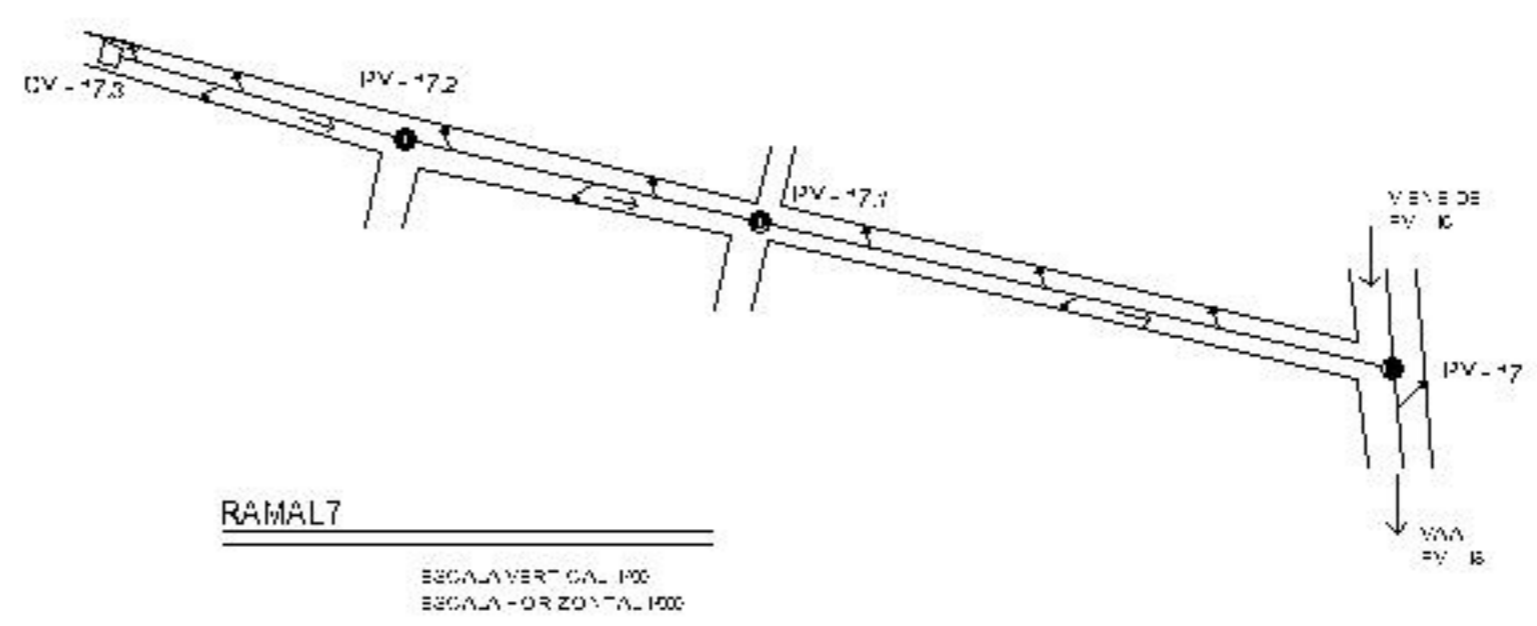
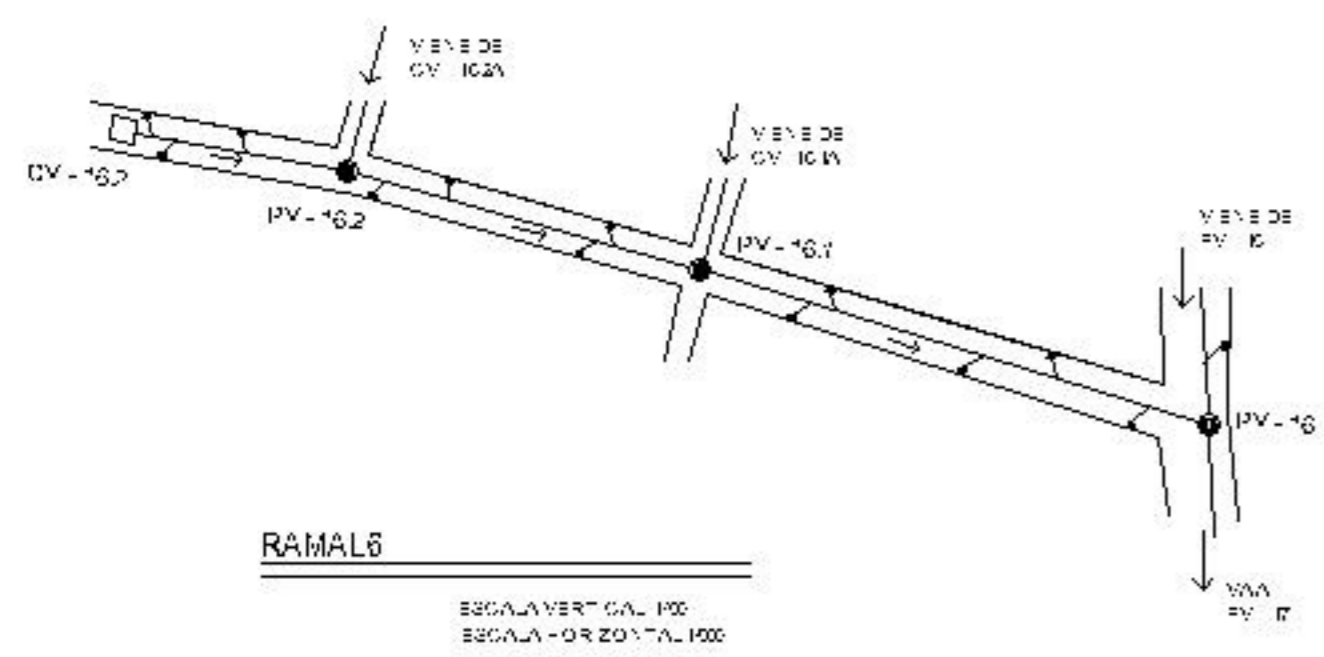
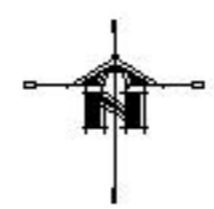
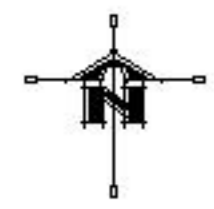
NOMENCLATURA

	ESTACION DE ALTIMETRIA
	ESTACION DE LINEA DIRECTA
	ESTACION DE LINEA INVERTIDA
	ESTACION DE TANGENTE
	ESTACION DE CURVA
	ESTACION DE PUNTO
	ESTACION DE TANGENTE
	ESTACION DE TANGENTE
	ESTACION DE TANGENTE
	ESTACION DE TANGENTE
	ESTACION DE TANGENTE
	ESTACION DE TANGENTE



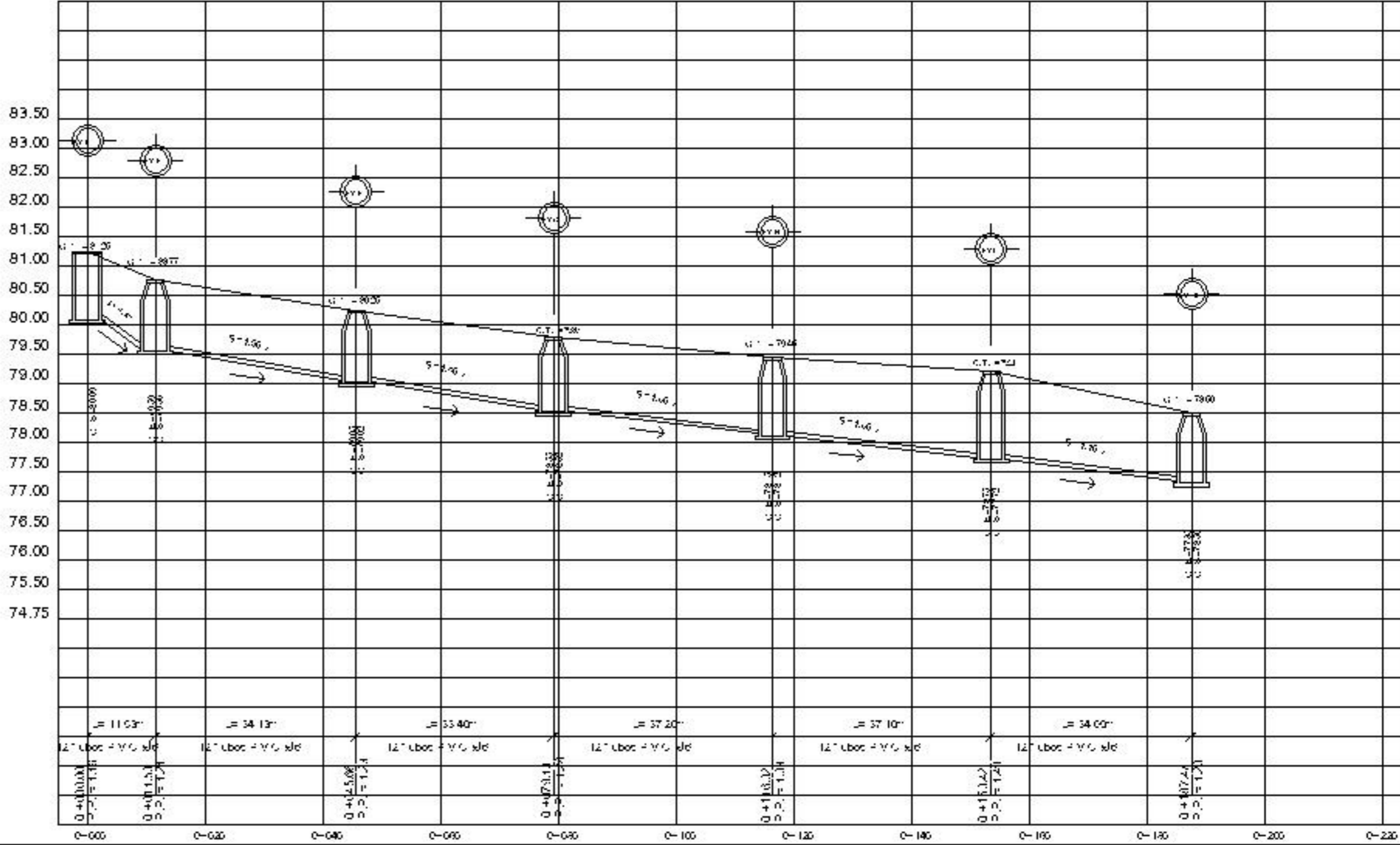
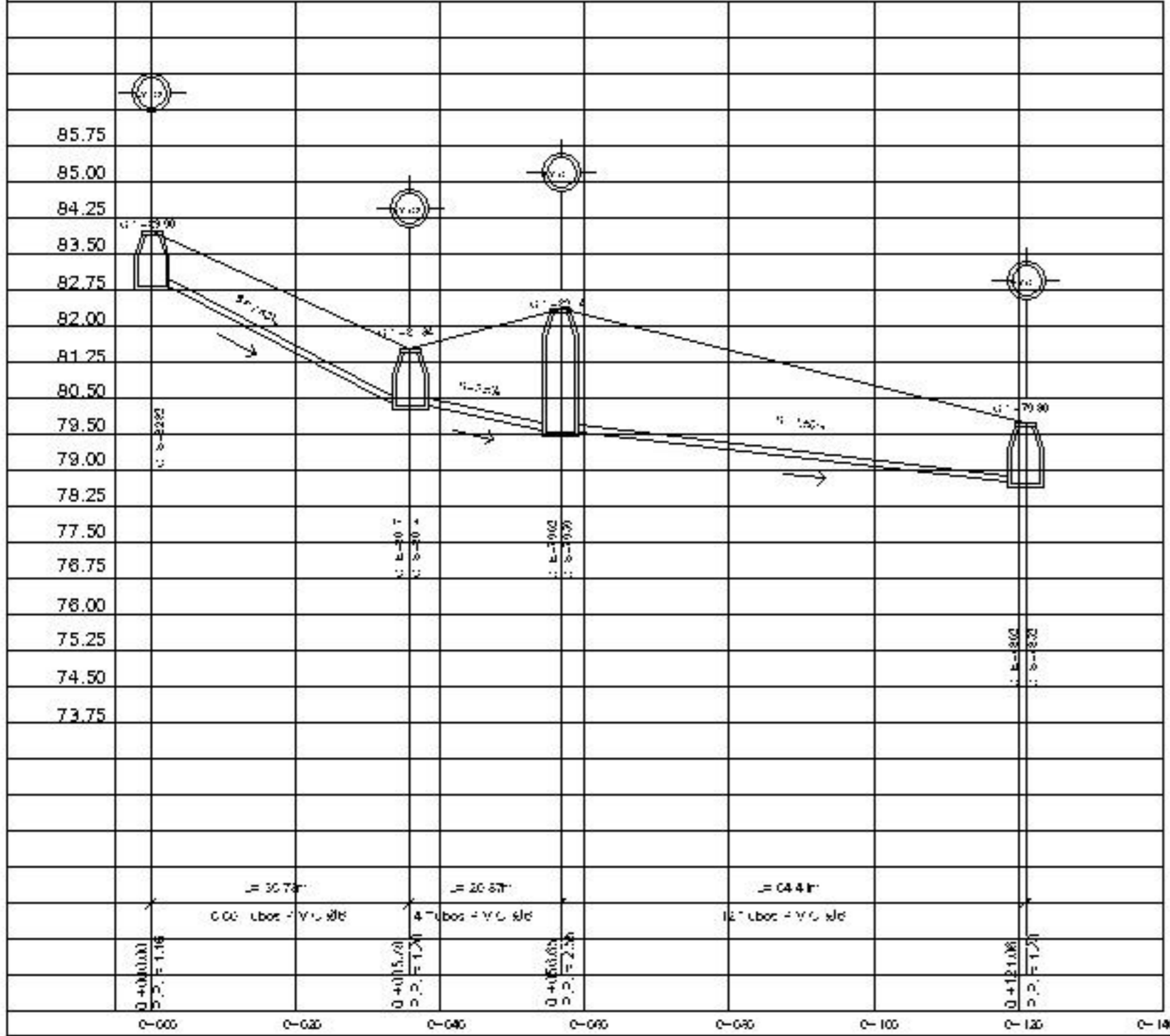
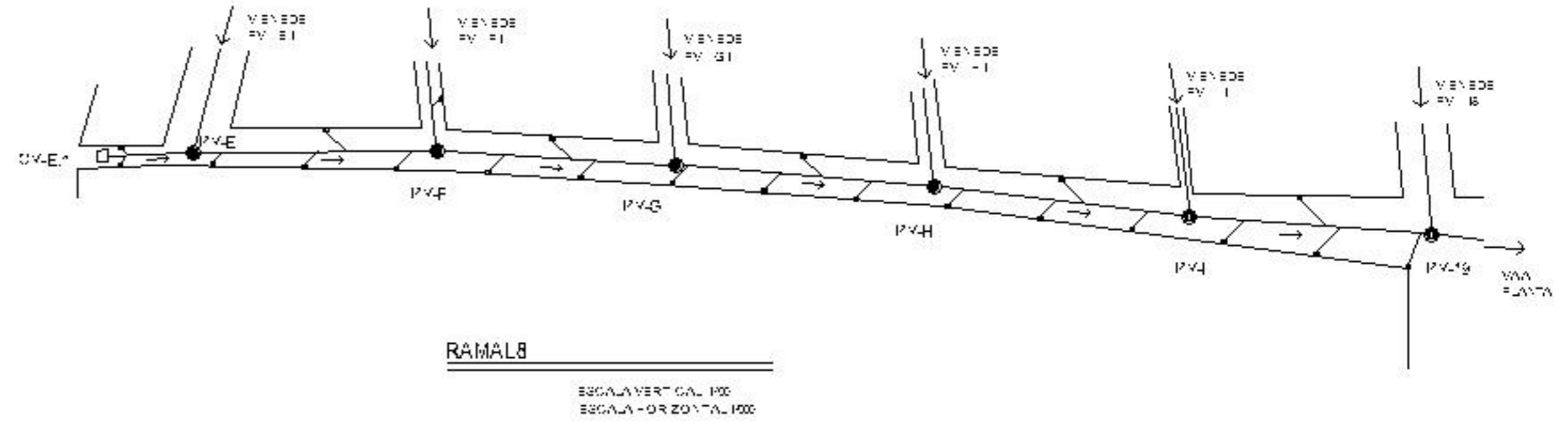
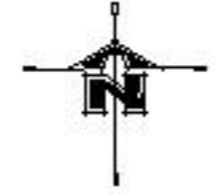
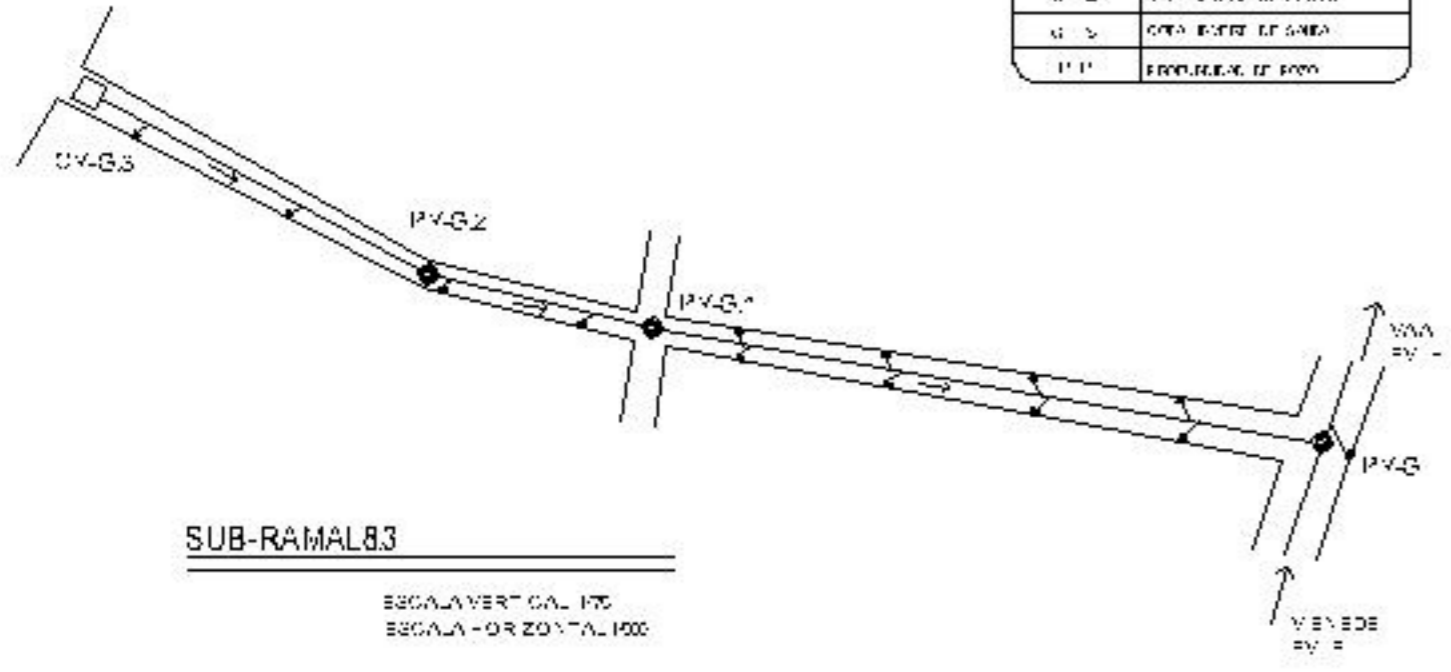
NOMENCLATURA

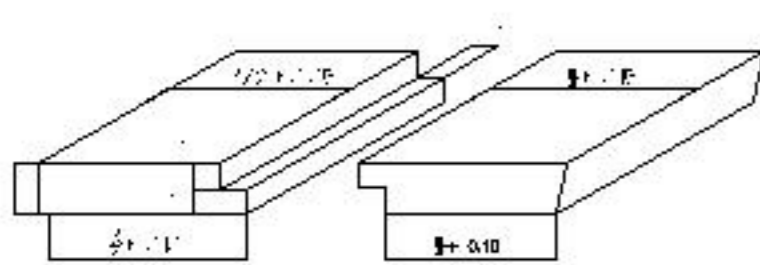
●	ESTACION DE PUNTO
○	ESTACION DE PUNTO
—	TIPO DE TUBERIA
1+00	ESTACION DE PUNTO
U	QUEDE TIERRA
U+0	CANTO DE PAVIMENTO
□	CANTO DE PAVIMENTO
S=2%	PERCENTAJE DE PAVIMENTO
U L	QUEDE INTERIORE DE TUBERIA
U S	QUEDE EXTERIORE DE TUBERIA
U P	ESTACION DE PUNTO



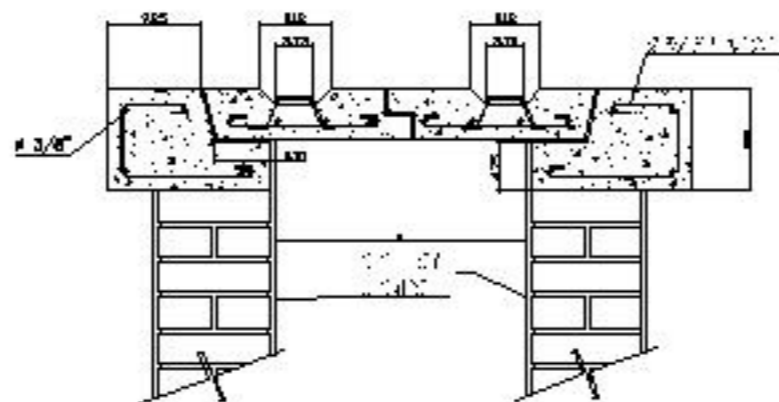
NOMENCLATURA

	TIPO DE TUBERIA
	VALVULA
	BOVEDIN
	CAJON DE MANEJO
	BOVEDIN
	CAJON DE MANEJO
	BOVEDIN
	CAJON DE MANEJO
	BOVEDIN
	CAJON DE MANEJO
	BOVEDIN
	CAJON DE MANEJO

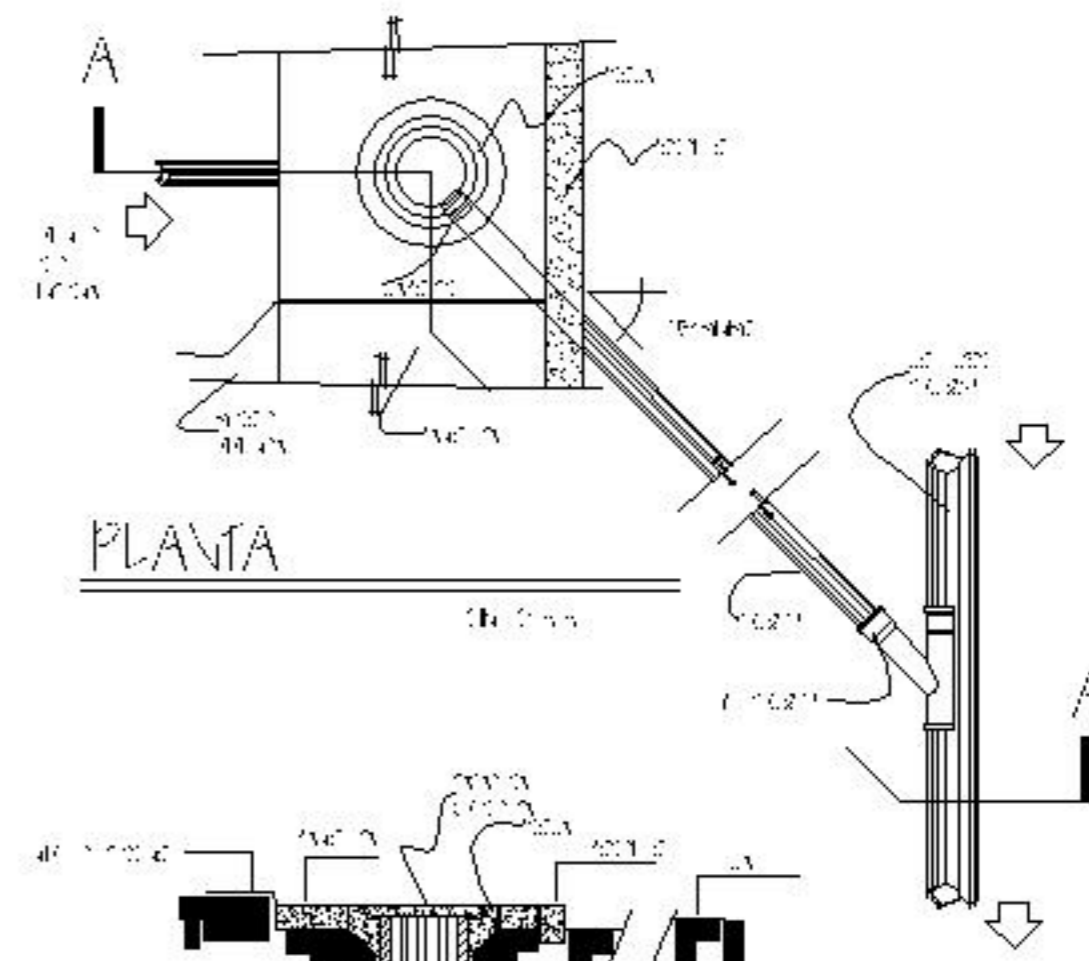




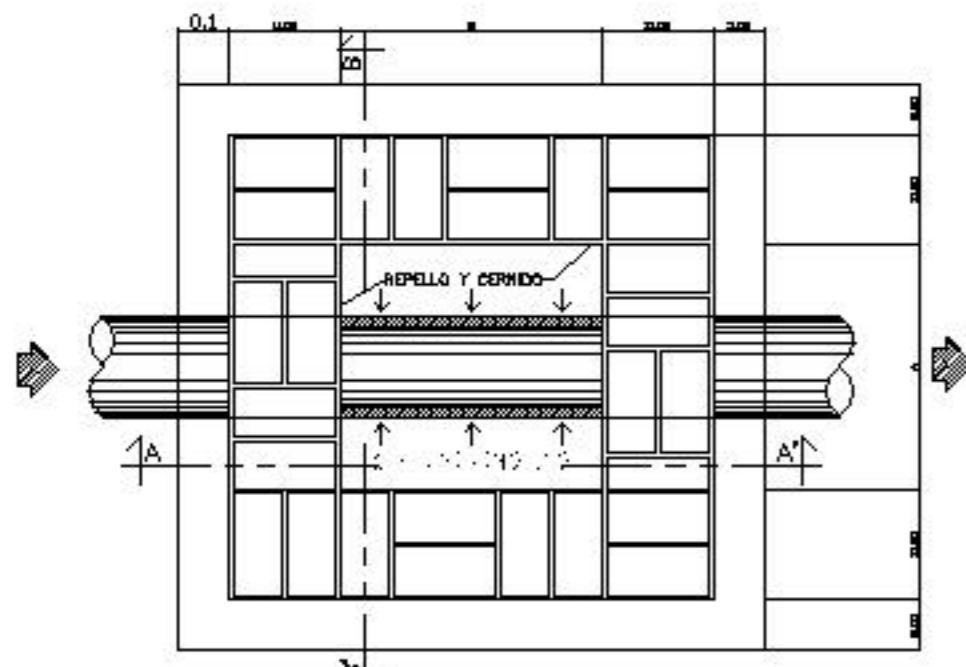
SECCION LONGITUDINAL (tapadera Caja V)
ESC: 1:10



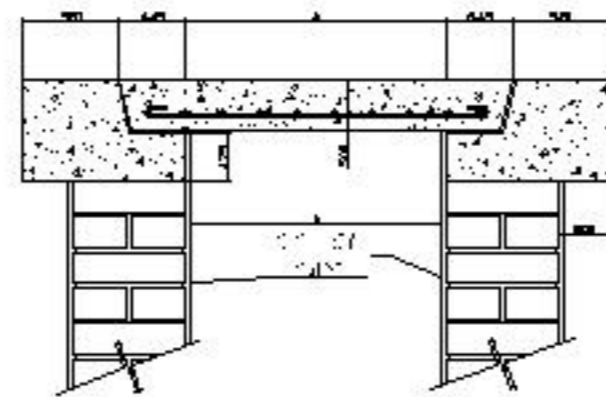
SECCION TRANSVERSAL
ESC: 1:10



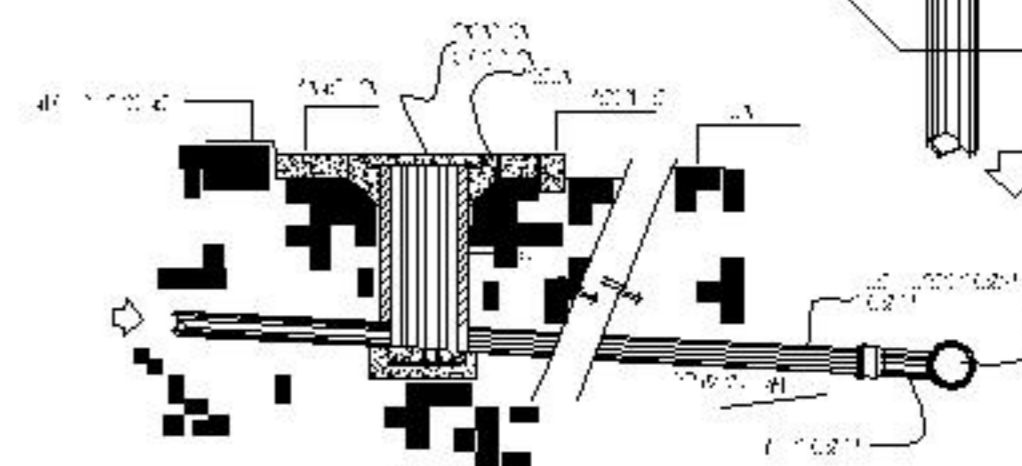
PLANTA



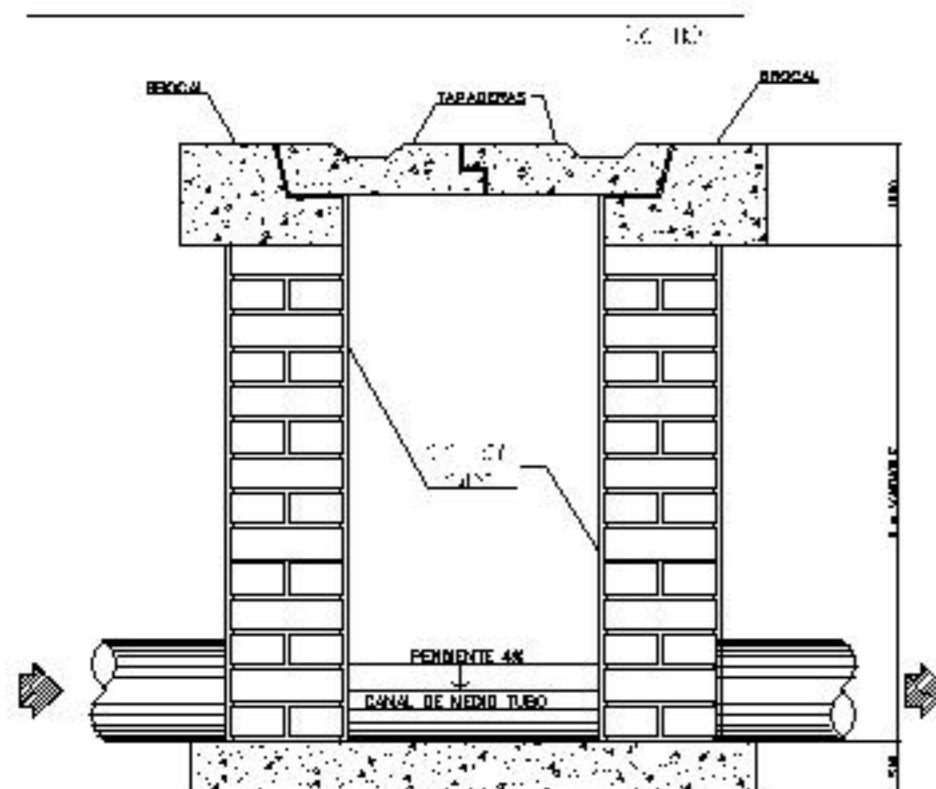
PLANTA C/J DE V 57



SECCION LONGITUDINAL
ESC: 1:10

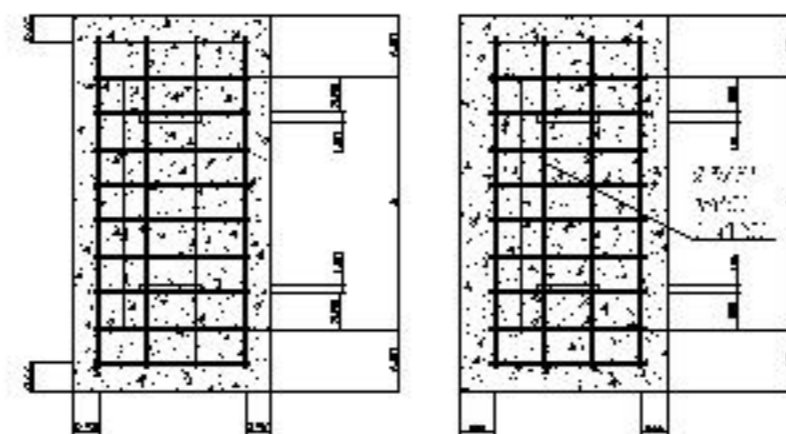


SECCION A-A'



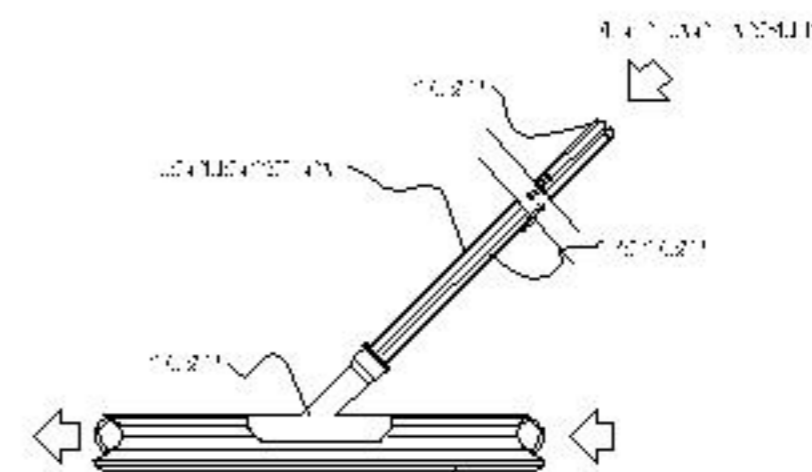
SECCION 1-1'

ESC: 1:10



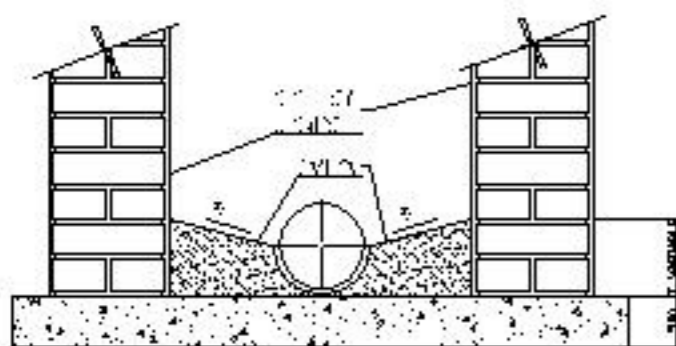
DETALLE DE ARMADO DE TP/DPT/S

ESC: 1:10



PSOLVENTE CON DOMINIO DE TR/LN/DISTRIBUCION

EN POSA A



SECCION B-B'

ESC: 1:10

ARMADO DE CONCRETO			
TIPO	ESPECIFICACION	DIAMETRO	CANTIDAD
A	20	10	10
B	20	10	10
C	20	10	10

ARMADO BASE ES RESESE REPARACIONES DE A
MAYOR ALTADE Y ARMADO DE B

2. CONCRETO ES RESESE REPARACIONES DE B

3. ARMADO DE CAS DE CONCRETO REPARACIONES DE B

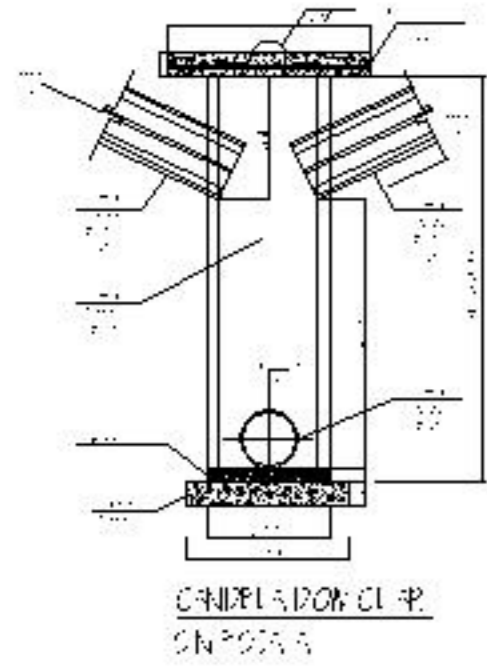
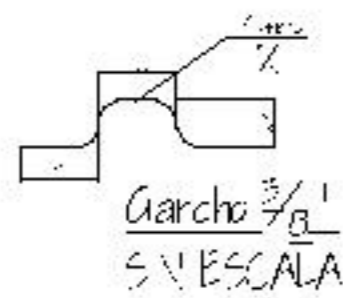
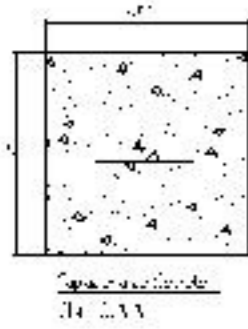
4. ES RESESE REPARACIONES DE B RESESE REPARACIONES DE B
SIN RESESE REPARACIONES DE B

5. ARMADO DE CAS DE CONCRETO REPARACIONES DE B

6. ARMADO DE CAS DE CONCRETO REPARACIONES DE B
RESESE REPARACIONES DE B

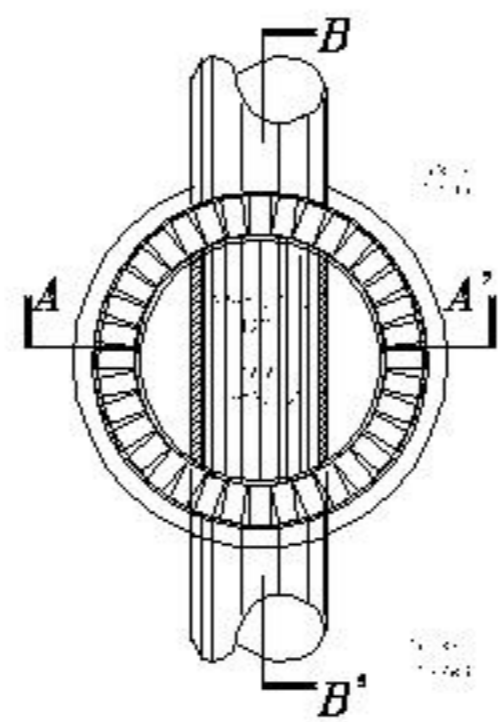
7. ARMADO DE CAS DE CONCRETO REPARACIONES DE B

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: RESESE REPARACIONES DE B RESESE REPARACIONES DE B LOS DESESE REPARACIONES DE B RESESE REPARACIONES DE B	
DISEÑO: PABLO MORALES	CONTENIDO: DETALLES
CONSULTA: PABLO MORALES	TITULO: IFO CADA
FECHA: 12/13	PAGINA: 12/13

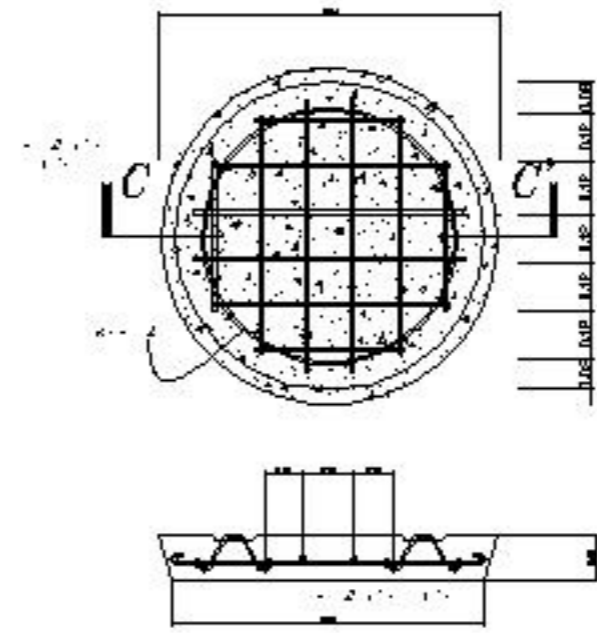


Especificaciones:

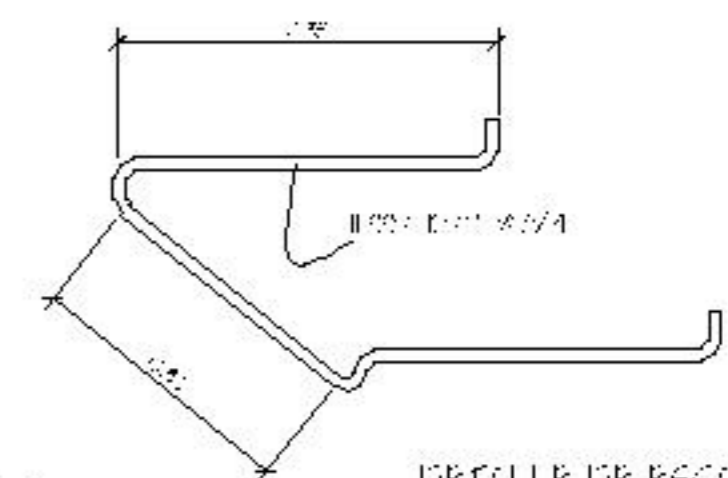
- * Base de concreto de 20 cm en 2 armaduras de C40/C40/C40/C40.
- * Capas de concreto de 20 cm en 2 con rebarrado $\frac{1}{4}$.
- * El ancho sera de 1 metro $\frac{1}{4}$.



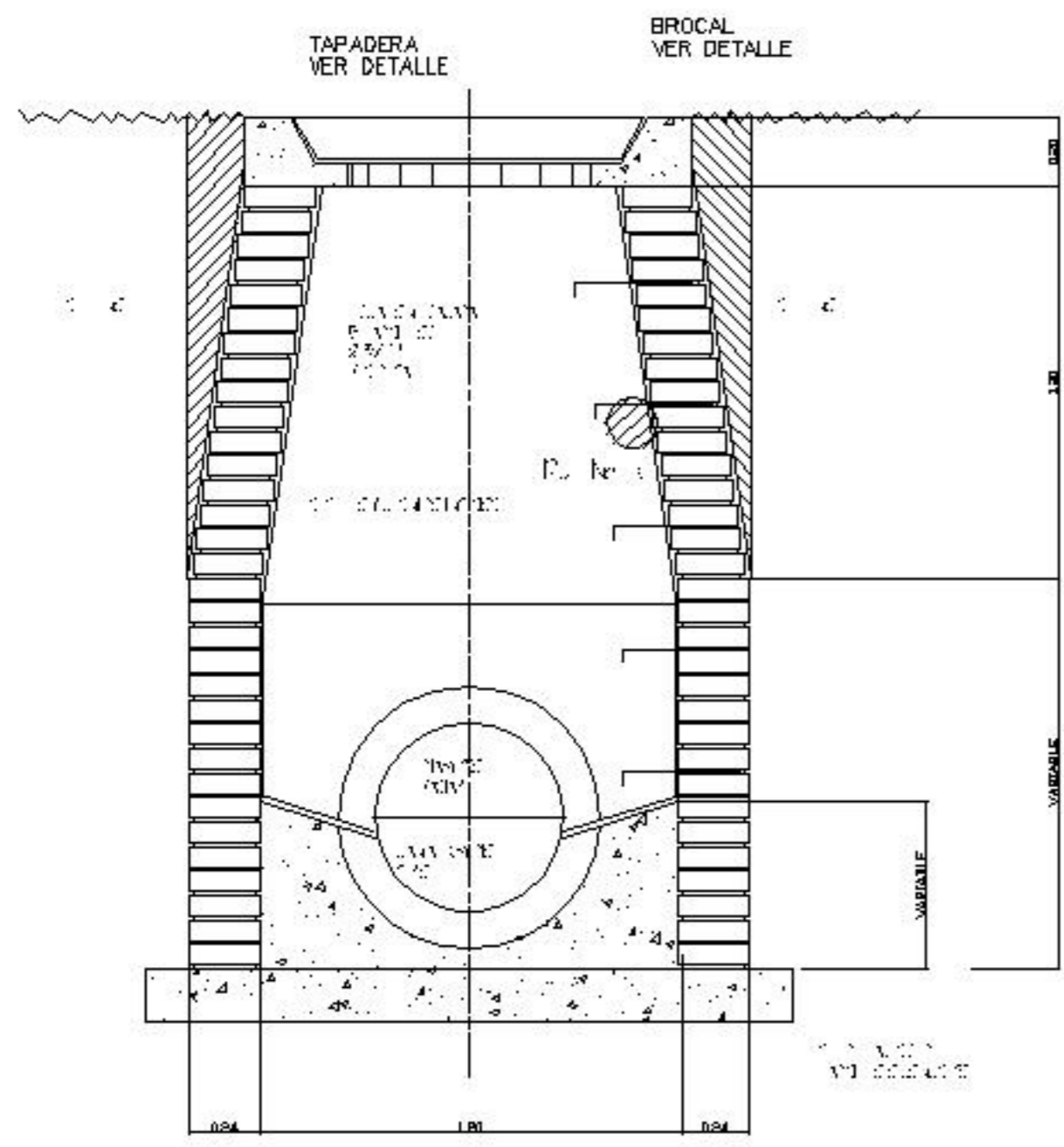
PLANTA POZO DE 1.50 M DE DIAM.
30.000



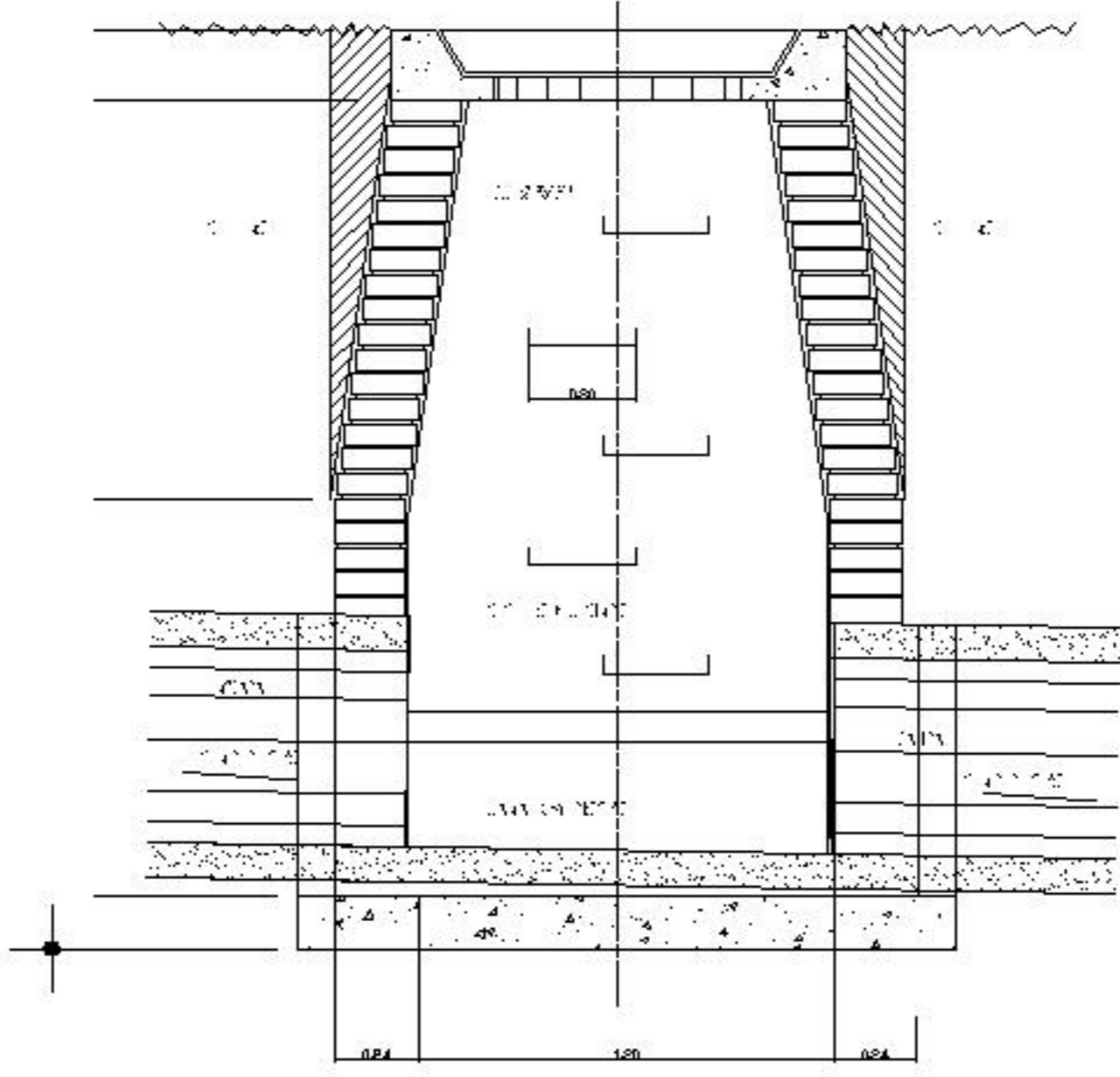
TAPADERA POZO PLANTA SECCION C-C
30.000



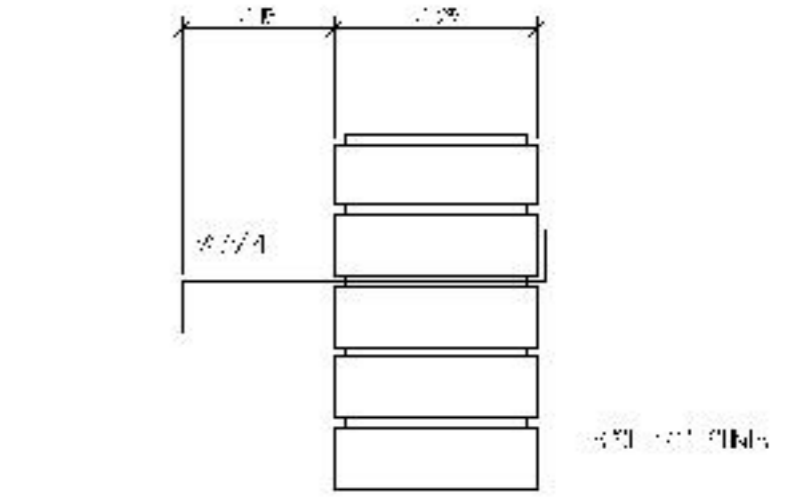
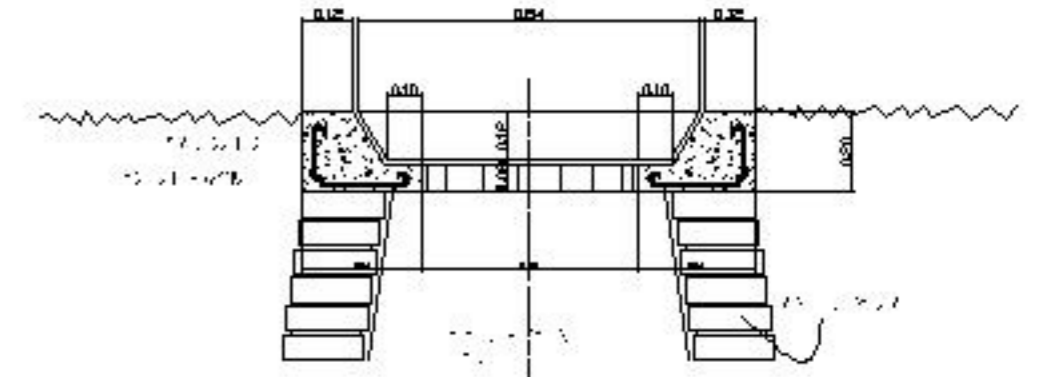
DETALLE DE POSICION PISO
S.V. ESCALA



SECCION A-A
30.000



SECCION B-B
30.000



Detalle No. 1 (Brocal Piso)
30.000

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: OBRAS DE RECONSTRUCCION Y REPARACION DE LAS OBRAS DE LA RED DE AGUAS SANITARIAS EN LA ZONA URBANA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA	
DISEÑADO: PABLO MORALES	CONTENIDO: DETALLES
CONSULTADO: PABLO MORALES	TITULO: I.F.O. CADA
FECHA: 	PAGINA: 13 / 13