



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL**

**TEMA:**

---

**“DISEÑO GEOMÉTRICO, DEL PAVIMENTO Y DE LAS OBRAS DE ARTE  
DE LA VÍA PIEDADCITA-ESTERO HONDO CONTEMPLADO DESDE LA  
ABSCISA KM 3+400 HASTA LA ABSCISA KM 6+800 PERTENECIENTE AL  
CANTÓN PANGUA PROVINCIA DE COTOPAXI”**

---

**AUTOR:** Luis Santiago Torres López

**TUTOR:** Ing. Fricson Lutgardo Moreira Cedeño M.g.

**AMBATO – ECUADOR**

**Abril - 2021**

## CERTIFICACIÓN

En mi calidad de tutor del Proyecto Técnico, previo a la obtención del título de Ingeniero Civil, con el tema: : **“DISEÑO GEOMÉTRICO, DEL PAVIMENTO Y DE LAS OBRAS DE ARTE DE LA VÍA PIEDADCITA-ESTERO HONDO CONTEMPLADO DESDE LA ABSCISA KM 3+400 HASTA LA ABSCISA KM 6+800 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA PROVINCIA DE COTOPAXI”**: elaborado por el señor Luis Santiago Torres López portador de la cedula de ciudadanía C.I. 1804629408, estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

- Que el presente proyecto técnico es original de su autor.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Está concluido en su totalidad.

Ambato, Marzo 2021

---

**Ing. Fricson Lutgardo Moreira Cedeño M.g.**

**TUTOR**

## AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Yo, **Luis Santiago Torres López con C.I. 1804629408** declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el desarrollo del presente proyecto técnico en el tema: **“DISEÑO GEOMÉTRICO, DEL PAVIMENTO Y DE LAS OBRAS DE ARTE DE LA VÍA PIEDADCITA-ESTERO HONDO CONTEMPLADO DESDE LA ABSCISA KM 3+400 HASTA LA ABSCISA KM 6+800 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA PROVINCIA DE COTOPAXI”**, así como también los gráficos, criterios, tablas, ideas, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, Marzo 2021



---

**Luis Santiago Torres López.**  
**C.I. 1804629408**  
**AUTOR**

## **DERECHOS DE AUTOR**

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Proyecto Técnico o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi Proyecto Técnico, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, Marzo 2021



---

**Luis Santiago Torres López.**  
**C.I. 1804629408**  
**AUTOR**

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR**

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico, realizado por el estudiante Luis Santiago Torres López de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: **“DISEÑO GEOMÉTRICO, DEL PAVIMENTO Y DE LAS OBRAS DE ARTE DE LA VÍA PIEDADCITA-ESTERO HONDO CONTEMPLADO DESDE LA ABSCISA KM 3+400 HASTA LA ABSCISA KM 6+800 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA PROVINCIA DE COTOPAXI”**.

Ambato, Marzo 2021

Para constancia firman:

---

**Ing. Milton Rodrigo Aldás Sánchez PhD.**

**Miembro Calificador**

---

**Ing. Byron Genaro Cañizares Proaño Mg.**

**Miembro Calificador**

## DEDICATORIA

*A mis padres:*

*“Muchas gracias por formarme como una persona de bien, este triunfo se lo merecen ustedes, este el fruto de su esfuerzo y del sacrificio que ustedes hicieron para hacer de su hijo un profesional, que el padre celestial les pague por ser siempre tan buenos conmigo, por corregirme, por comprenderme, por amarme tanto, cuidarme, ayudarme, por sus desvelos, sus oraciones, por siempre apoyarme, motivarme, por ser los mejores padres, por toda la confianza que en mi tienen, pero sobre todo gracias por soportarme, porque ni con todo el dinero del mundo podré pagar todo lo que de ustedes he recibido y aprendido, simplemente son las personas más hermosas de mi mundo, a pesar de las adversidades de la vida siempre han sido mis ángeles de la guarda, gracias a ustedes estoy donde estoy y soy lo que soy. Este triunfo no es mío si no de ustedes queridos Papá y Mamá. Su labor está cumplida.*

*Vid gen Maribel López López*

***Luis Aníbal Torres Ulloa (+)***

***Tú padre mío que ya no estas con nosotros, sé que me cuidas, porque todavía puedo sentir tu presencia, gracias por haberme dejado esta herencia, que sé que te está haciendo orgulloso, nos volveremos a ver algún momento, Te Amo papá.***

*A mis hermanos:*

*“Gracias por creer en mí, por apoyarme en todos los planes que he tenido en la vida, somos el orgullo de nuestros padres, ya todos pronto seremos unos profesionales”*

*Kevin David Torres López*

*Ing. Mayra Daniela Torres López*

*A mi Tutor de tesis:*

*“Gracias por aclarar mis dudas, por guiarme, por ilustrarme, por su paciencia, gracias a usted he aprendido mucho y he conocido a un excelente profesional y persona en quien puedo confiar”*

*A mi esposa:*

*“Eres, fuiste y serás mi más grande motivación, que nuestro padre celestial te pague por todas tus oraciones, paciencia, risas llantos por no dejarme sólo en este proceso, fuiste parte de mis logros y sé que pronto será un crecimiento de los dos, este sólo es el comienzo de una bonita historia”*

*Dra. Gabriela Abigail Ortega Villacreses*

## AGRADECIMIENTO

*Gracias mi Elohim por toda infinita misericordia, paciencia y amor que siempre me has tenido porque nunca me has abandonado en cada paso de mi vida, porque tu así lo quisiste y se está haciendo tu voluntad.*

*A mi madre y a mi Padre (+) siempre me dijeron que llegaría lejos y aquí estoy, cumpliendo nuestro sueño.*

*A Docentes, las personas que con paciencia y su don de enseñar supieron formar profesionales con ética y valores además de los conocimientos para salir a la batalla.*

*A mi tutor, Ing. Mg. Fricson Moreira, quién a pesar de la dificultad de esta pandemia supo guiarme y brindarme sus conocimientos para poder avanzar en el proyecto*

**GRACIAS.**

***“Encomienda al Señor tu camino; confía en él, y él actuará”.*** Salmos 37:5

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

### A. PÁGINAS PRELIMINARES

CERTIFICACIÓN .....	ii
AUTORÍA.....	iii
DERECHOS DE AUTOR .....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR.....	vi
DEDICATORIA .....	vii
AGRADECIMIENTOS .....	vii
INDICE DE CONTENIDOS .....	viii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xv
RESUMEN .....	xvii
ABSTRACT.....	xviii

### B. CONTENIDO

<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>1</b>
<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>1</b>
1.TEMA .....	1
1.1 Antecedentes del Proyecto Técnico .....	1
1.1.1 Antecedentes .....	1
1.1.2 Justificación .....	3
1.1.3 Fundamentación Teórica.....	5
1.1.3.1 Sistema de Coordenadas .....	5
1.1.3.2 Proyección Universal Transversa de Mercator (UTM).....	8
1.1.3.3 Levantamiento Topográfico .....	11
1.1.3.3.1 Geodesia y topografía .....	12
1.1.3.4 Generalidades de los DRONE.....	13
1.1.3.5 Estación Total .....	15
1.1.3.6 Curvas de Nivel.....	17
1.1.3.7 Las Carreteras .....	19
1.1.3.7.1 Carreteras de la red vial Estatal.....	20
1.1.3.7.2 Clasificación de las Carreteras por su tipo de terreno .....	22
1.1.3.7.3 Clasificación de las Carreteras de acuerdo al Tráfico .....	24
1.1.3.8 Tráfico.....	24
1.1.3.8.1 Volumen de Tráfico .....	255
1.1.3.8.2 Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) .....	255



1.1.3.8.3 Tipos de Conteo Vehicular.....	28
1.1.3.8.4 Cálculo del Factor de la Hora Máxima de Demanda FMHD.....	29
1.1.3.9 Pavimento.....	300
1.1.3.9.1 Tipos de pavimento.....	31
1.1.3.9.1.1 Pavimento Flexible o Asfáltico.....	311
1.1.3.9.1.2 Compuestos de una carpeta Asfáltica.....	322
1.1.3.9.1.3 Descripción carpeta Asfáltica.....	333
1.1.3.9.1.4 Pavimentos Rígidos.....	344
1.1.3.9.1.5 Deflexión:.....	355
1.1.3.9.1.6 Base.....	355
1.1.3.9.1.7 Sub-base.....	377
1.1.3.9.1.7.1 Capa de transición.....	377
1.1.3.9.1.7.2 Disminución de la deformación.....	377
1.1.3.9.1.7.3 Resistencia.....	38
1.1.3.9.1.7.4 Subrasante.....	38
1.1.3.9.1.7.5 Capa de rodadura.....	38
1.1.3.10 Drenaje de la vía.....	39
1.1.3.10.1 Función de las Estructuras de Drenaje.....	40
1.1.3.10.2 Cunetas laterales.....	40
1.1.3.11 Diseño Geométrico.....	45
1.1.3.11.1 Elementos del Diseño Geométrico.....	45
1.1.3.11.2 Vehículo de diseño.....	48
1.1.3.11.3 Velocidad de Diseño.....	49
1.1.3.11.4 Velocidad de circulación.....	51
1.1.3.11.5 Diseño Horizontal.....	52
1.1.3.11.5.1 Tangentes.....	53
1.1.3.11.5.2 Curvas Circulares.....	533
1.1.3.11.5.3 Curvas de Transición.....	555
1.1.3.11.5.4 Curvas de inflexión o curvas reversa.....	577
1.1.3.11.5.5 Curvas Espirales.....	58
1.1.3.11.5.6 Curvas circulares compuestas.....	59
1.1.3.11.5.7 Peralte.....	60
1.1.3.11.5.7.1 Magnitud de peralte.....	63
1.1.3.11.5.7.2 Desarrollo del Peralte.....	63
1.1.3.11.5.7.3 Longitud de Transición.....	64

1.1.3.11.5.8 Sobreechanco en las Curvas .....	65
1.1.3.11.5.9 Radio Mínimo de Curvatura Horizontal.....	66
1.1.3.11.5.10 Distancia de Visibilidad .....	67
1.1.3.11.6 Diseño Vertical .....	72
1.1.3.11.6.1. Gradiente .....	72
1.1.3.11.6.1.1 Gradientes Máximas.....	72
1.1.3.11.6.1.2 Gradientes Mínimas .....	73
1.1.3.11.6.2 Tangentes verticales.....	733
1.1.3.11.6.3 Curvas verticales .....	733
1.1.3.11.6.3.1 Curvas verticales cóncavas .....	755
1.1.3.11.6.3.2 Curvas verticales convexas .....	766
1.1.3.11.6.4 Sección transversal.....	79
<b>1.2 OBJETIVOS.....</b>	<b>877</b>
1.2.1 Objetivo General .....	877
1.2.2 Objetivos Específicos.....	877
<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>88</b>
<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>88</b>
2.1 Materiales y equipos .....	88
2.1.1 Materiales.....	88
2.1.2 Equipos .....	89
2.2 Métodos.....	91
2.2.1 Ubicación del Proyecto .....	922
2.2.1.1 Ubicación macro del proyecto .....	923
2.2.1.2 Ubicación Meso del Proyecto .....	933
2.2.1.3 Ubicación Micro el Proyecto .....	933
2.2.2 Plan de Recolección de datos .....	99
2.2.3 Plan de Procesamiento de datos .....	1000
2.2.4 Análisis de la información .....	1000
<b>CAPITULO III.....</b>	<b>1011</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>1011</b>
3.1 Análisis y Discusión de los Resultados.....	1011
3.1.1 Levantamiento Topográfico realizado con Drone.....	1011
3.1.2 Conteo Vehicular .....	1011
3.2.3 Estudio de Suelos .....	10909
3.2.3.1 Determinación del CBR .....	1111

3.2.4 Diseño Geométrico Vial.....	1122
3.2.4.1 Diseño Horizontal .....	1155
3.2.4.2 Diseño Vertical .....	1177
3.2.4.3 Diseño Transversal.....	11818
3.3 Clasificación actual de la vía .....	11919
3.3.1 Ancho de la calzada .....	11919
3.3.2 Ejes equivalentes acumulados 8.2 Ton (W t18).....	12020
3.4 Coeficientes Estructurales a1, a2, a3.....	1244
3.4.1 Datos para el Diseño .....	1266
3.4.2 Diseño de la Estructura del Pavimento .....	1366
3.5 Cálculo y diseño de estructuras menores, Obras de arte complementarias.....	1411
3.5.1 Diseño de Cunetas.....	1412
3.6 Ingeniería de Tránsito .....	14949
3.6.1 Señalización Horizontal .....	14949
3.7 Volúmenes de Obra.....	14952
CAPÍTULO IV.....	1555
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	1555
4.1 Conclusiones.....	1555
4.2 Recomendaciones.....	1566
BIBLIOGRAFIA: .....	1577
ANEXOS .....	1622

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Anchos de faja recomendados.....	14
<b>Tabla 2.</b> Tipos de Terreno .....	22
<b>Tabla 3.</b> Clasificación de las carreteras en función del tráfico proyectado .....	24
<b>Tabla 4.</b> Tasa de crecimiento vehicular.....	28
<b>Tabla 5.</b> Regionalización de los productos asfálticos. ....	32
<b>Tabla 6.</b> Aplicación de los productos asfálticos .....	33
<b>Tabla 7.</b> Tipo y espesor de una carpeta asfáltica.....	34
<b>Tabla 8.</b> Especificaciones generales para las bases.....	36
<b>Tabla 9.</b> Granulometría de las clases para bases .....	36
<b>Tabla 10.</b> Granulometría de las clases para carpeta asfáltica .....	37
<b>Tabla 11.</b> Especificaciones generales para la Sub-bases.....	38
<b>Tabla 12.</b> Granulometría de las clases para la Sub-bases.....	38
<b>Tabla 13.</b> Estabilidad Marshall mezcla asfáltica.....	39
<b>Tabla 14.</b> Coeficiente de rugosidad de Manning para canales abiertos.....	41
<b>Tabla 15.</b> Caudales y velocidades permisibles.....	42
<b>Tabla 16.</b> Valores de escorrentía para distintos factores .....	43
<b>Tabla 17.</b> Tiempos de drenaje para capas granulares.....	44
<b>Tabla 18.</b> Coeficientes de drenaje para pavimentos flexibles (mx) .....	44
<b>Tabla 19.</b> Modelo del vehículo de diseño semejante a la AASHTO.....	49
<b>Tabla 20.</b> Relación con la Velocidad de Circulación y la Velocidad de Diseño.....	52
<b>Tabla 21.</b> Necesidad de las curvas de transición.....	56
<b>Tabla 22.</b> Longitud deseable de una curva de transición .....	57
<b>Tabla 23.</b> Valor del peralte.....	62
<b>Tabla 24.</b> Fricción transversal máxima en curvas .....	63
<b>Tabla 25.</b> Valore mínimos recomendados para radio de curvatura.....	67
<b>Tabla 26.</b> Valores de distancia de visibilidad de parada para un vehículo.....	69
<b>Tabla 27.</b> Valores de distancia de visibilidad de rebasamiento para un vehículo .....	71
<b>Tabla 28.</b> Valores de las gradientes longitudinales máxima .....	72
<b>Tabla 29.</b> Valores de coeficientes de K para curvas verticales cóncavas mínimas .....	76
<b>Tabla 30.</b> Valores de coeficientes de K para curvas verticales convexas mínimas.....	78

<b>Tabla 31.</b> Valores mínimos de diseño del coeficiente K para la determinación de la longitud de curvas verticales convexas mínimas. ....	78
<b>Tabla 32.</b> Valores de Bombeo.....	81
<b>Tabla 33.</b> Anchos de calzada.....	81
<b>Tabla 34.</b> Superficie de las bermas .....	83
<b>Tabla 35.</b> Anchos de espaldones .....	84
<b>Tabla 36.</b> Bombeo de la calzada .....	84
<b>Tabla 37.</b> Anchos de espaldones .....	85
<b>Tabla 38.</b> Ubicación geográfica del proyecto .....	95
<b>Tabla 39.</b> Rangos de pendientes.....	96
<b>Tabla 40.</b> Descripción de la Información Climática. ....	97
<b>Tabla 41.</b> Descripción de la Información Climática .....	97
<b>Tabla 42.</b> Producción agrícola.....	98
<b>Tabla 43.</b> Volumen de vehículos del día de mayor concentración.....	102
<b>Tabla 44.</b> Volumen Vehicular por día.....	103
<b>Tabla 45.</b> Volumen Vehicular en la hora pico .....	103
<b>Tabla 46. Estudio de tráfico Vía Apagua-La Maná</b> .....	106
<b>Tabla 47.</b> Tasa de crecimiento del tráfico .....	107
<b>Tabla 48.</b> Trafico futuro .....	107
<b>Tabla 49.</b> Clasificación funcional de las vías por el TPDA .....	107
<b>Tabla 50.</b> Tráfico Futuro. ....	108
<b>Tabla 51.</b> Ubicación de muestras .....	109
<b>Tabla 52.</b> Resultados de ensayo de granulometría.....	109
<b>Tabla 53.</b> Contenido de Humedad.....	110
<b>Tabla 54.</b> Compactación del proctor .....	110
<b>Tabla 55.</b> Resultados CBR puntual .....	110
<b>Tabla 56.</b> Resultados límites Atterbeg. ....	110
<b>Tabla 57.</b> Límites para selección de CBR de diseño.....	111
<b>Tabla 58.</b> Valores de CBR obtenidos de cada muestra. ....	111
<b>Tabla 59.</b> Velocidad de diseño según la clasificación de la vía. ....	113
<b>Tabla 60.</b> Relación con la Velocidad de Circulación y la Velocidad de Diseño.....	113
<b>Tabla 61.</b> Valores mínimos recomendados para radio de curvatura. ....	114
<b>Tabla 62.</b> Valores de diseño para ancho de calzada.....	119

<b>Tabla 63.</b> Ejes Equivalentes .....	120
<b>Tabla 64.</b> Factor de daño por vehículo.....	120
<b>Tabla 65.</b> Factor de distribución por carril.....	121
<b>Tabla 66.</b> Factor de distribución por Dirección. ....	121
<b>Tabla 67.</b> Valores W18 de Diseño .....	122
<b>Tabla 68.</b> Valores de espesores mínimos según el número de ejes equivalentes en pulgadas .....	123
<b>Tabla 69.</b> Valores de espesores mínimos según el número de ejes equivalentes en pulgadas. .....	123
<b>Tabla 70.</b> Valores recomendados de confiabilidad “R” .....	127
<b>Tabla 71.</b> Valores recomendados de desviación estándar Normal “Zr”.....	128
<b>Tabla 72.</b> Valores de desviación estándar “So” .....	129
<b>Tabla 73.</b> Índice de servicio inicial .....	130
<b>Tabla 74.</b> Índice de servicio final.....	130
<b>Tabla 75.</b> Valores para a1. ....	132
<b>Tabla 76.</b> Módulo de carpeta asfáltica Mr .....	132
<b>Tabla 77.</b> Valores para a2 .....	133
<b>Tabla 78.</b> Coeficiente estructural a2.....	133
<b>Tabla 79.</b> Valores para a3 .....	134
<b>Tabla 80.</b> Coeficiente estructural a3.....	135
<b>Tabla 81.</b> Calidad de drenaje.....	135
<b>Tabla 82.</b> Valores de m2 y m3 .....	135
<b>Tabla 83.</b> Valores obtenidos para diseñar el pavimento.....	141
<b>Tabla 84.</b> Diseño de la estructura del pavimento .....	135
<b>Tabla 85.</b> Resumen del valor de diseño .....	135
<b>Tabla 86.</b> Valores de coeficiente de rugosidad de acuerdo al tipo de superficie .....	142
<b>Tabla 87.</b> Caudales y Velocidades admisibles para las diferentes pendientes. ....	144
<b>Tabla 88.</b> Coeficiente de escorrentía según el tipo de suelo. ....	145
<b>Tabla 89.</b> Tabla de precipitaciones.....	147
<b>Tabla 90.</b> Niveles mínimos de retroreflexión sobre el pavimento .....	152
<b>Tabla 91.</b> Presupuesto referencial .....	153
<b>Tabla 93.</b> Cronograma valorado de trabajo.....	154

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Datum .....	6
Figura 2. El sistema de coordenadas geográficas.....	7
Figura 3. Coordenadas Geodésicas y Geocéntricas. ....	8
Figura 4. Sistema de coordenadas UTM .....	9
Figura 5. Cuadrícula husos y zonas .....	10
Figura 6. Elementos de la topografía transversal de las vías .....	12
Figura 7. Drone de cuatro hélices .....	13
Figura 8. Fotogrametría Digital. ....	15
Figura 9. Estación Total topcon .....	16
Figura 10. Curva de nivel-equidistancia. ....	17
Figura 11. Curva de nivel o isohipsa.....	18
Figura 12. Curvas maestras y secundarias. ....	19
Figura 13. Corredor Arterial – Troncal de la Costa E25.....	21
Figura 14. Vía Colectora Quito-la independencia E28 .....	21
Figura 15. Camino vecinal-estero hondo. ....	22
Figura 16. Tipos de terreno en carreteras.....	24
Figura 17. Pavimento flexible. ....	31
Figura 18. Pavimento Rígido .....	35
Figura 19. Elementos de una sección transversal de una carretera .....	47
Figura 20. Elementos geométricos de una carretera-vista en perfil .....	47
Figura 21. Elementos geométricos de una carretera-vista en sección.....	48
Figura 22. Curvas Circulares simples .....	54
Figura 23. Elementos de una curva de transición. ....	56
Figura 24. Curva reversa.....	57
Figura 25. Elementos de diseño de la curva circular compuesta. ....	59
Figura 26. Acción de la fuerza centrífuga en curvas.....	61
Figura 27. Métodos para desarrollar el peralte.....	64
Figura 28. Transición del peralte .....	65
Figura 29. Transición del peralte .....	65
Figura 30. Desarrollo del sobreancho .....	66
Figura 31. Visibilidad de adelantamiento. ....	70
Figura 32. Visibilidad de cruce .....	71

Figura 33. Tangente vertical intermedia mínima .....	73
Figura 34. Elementos de una curva vertical .....	74
Figura 35. Elementos para determinar la longitud mínima de una curva vertical cóncava según el criterio de seguridad.....	75
Figura 36. Elementos para determinar la longitud mínima de una curva vertical convexa según el criterio de seguridad .....	77
Figura 37. Sección típica de una vía .....	80
Figura 38. Berma o espaldón .....	83
Figura 39. Bombeo de la calzada .....	85
Figura 40. Dimensiones típicas de una cuneta .....	86
Figura 41. Ubicación Macro del proyecto.....	92
Figura 42. Ubicación Meso del proyecto .....	93
Figura 43. Ubicación Micro del proyecto .....	94
Figura 44. Determinación de CBR de diseño.....	112
Figura 45. Ábaco para estimación del valor del coeficiente estructural a1. ....	124
Figura 46. Ábaco para estimación del valor del coeficiente estructural a2. ....	125
Figura 47. Ábaco para estimación del valor del coeficiente estructural a3. ....	126
Figura 48. Determinación del coeficiente estructural a1 .....	131
Figura 49. Coeficiente estructural a3 .....	134
Figura 50. Programa ecuación AASHTO 1993 .....	137
Figura 51. Grosor de la estructura del pavimento .....	138
Figura 52. Sección transversal cuneta de $H^\circ f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$ .....	146
Figura 53. Precipitación media 1990-2020 de la Estación Meteorológica San Juan-La Maná.....	146
Figura 54. Línea continua .....	150
Figura 55. Doble línea continua, (línea de barrera) .....	150
Figura 56. Línea segmentada de separación opuesta. ....	151
Figura 57. Ángulos de iluminación y Observación.....	152



## **RESUMEN**

El presente proyecto técnico tiene como objetivo principal el diseño de un tramo de vía de 3+400 km del camino vecinal existente de la vía Piedadcita-Estero Hondo, que pertenece a la provincia de Cotopaxi; contribuyendo en el desarrollo de aquellos sectores y mejorando la calidad de vida de sus pobladores.

Se desarrolló una observación directa del sitio de estudio con la finalidad de resolver las condiciones actuales de la vía, entonces se procede a realizar el estudio topográfico con el que realizamos el diseño geométrico horizontal, vertical y transversal de la vía con sus respectivas secciones de calzada, volúmenes de movimientos de tierra, cunetas, y los puntos importantes por donde pasará la vía ajustándose al nuevo diseño.

Asimismo, el estudio de tráfico (T.P.D.A) se lo realizó con un tráfico estimado, el cual se pudo determinar el número de vehículos que por esta vía transitaban y el tráfico proyectado a futuro con la nueva vía mediante el método AASHTO.

Por último, se determinó el volumen de corte y relleno, con el cual se realizará un análisis de precios unitarios y un cronograma de trabajo valorado. Una vez concluido el presente estudio será entregado al GAD Parroquial de Pangua como un aporte de la Universidad Técnica de Ambato hacia la comunidad para que se pueda realizar la construcción de la infraestructura vial, o lo use de la manera que las autoridades lo crean conveniente.

## **ABSTRACT**

The main objective of this technical project is the design of a 3 + 400 km section of track of the existing local road of the Piedadcita-Estero Hondo road, which belongs to the province of Cotopaxi; contributing to the development of those sectors and improving the quality of life of its inhabitants.

A direct observation of the study site was developed in order to solve the current conditions of the road, then the topographic study is carried out with which we carry out the horizontal, vertical and transversal geometric design of the road with its respective road sections, volumes of earthworks, ditches, and the important points where the road will pass, adjusting to the new design.

Likewise, the traffic study (T.P.D.A) was carried out with an estimated traffic, which could determine the number of vehicles traveling on this road and the traffic projected in the future with the new road using the AASHTO method.

Finally, the cut and fill volume was determined, with which a unit price analysis and a valued work schedule will be carried out. Once the present study is completed, it will be delivered to the Parish GAD of Pangua as a contribution from the Technical University of Ambato to the community so that the construction of the road infrastructure can be carried out, or use it in the way that the authorities deem it convenient.

# **CAPÍTULO I**

## **MARCO TEÓRICO**

### **1. TEMA**

“DISEÑO GEOMÉTRICO, DEL PAVIMENTO Y DE LAS OBRAS DE ARTE DE LA VÍA PIEDADCITA-ESTERO HONDO CONTEMPLADO DESDE LA ABSCISA KM 3+400 HASTA LA ABSCISA KM 6+800 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA PROVINCIA DE COTOPAXI”.

#### **1.1 Antecedentes del Proyecto Técnico**

##### **1.1.1 Antecedentes**

La red vial del país es un soporte primordial para el impulso de la productividad establecida en los orígenes de igualdad, equivalencia, eminencia, sostenibilidad ambiental y competitividad, que hace viable la consecución del plan nacional de desarrollo y los principios del Buen Vivir.

La infraestructura vial en el Ecuador, ha seguido una tradición de padecimiento continuo, como paralizaciones y debilidad de puentes y caminos, creadas ya sea por el riesgo sísmico o por los agentes climáticos a los que décadas los gobiernos ha tenido que cotejar con medios inmediateistas y exagerados para el fondo nacional, sin poseer soporte tecnológico que garantice una seguridad apropiada para el crecimiento.

Las afectaciones de la red vial, ha retrasado el cambio del adelanto económico y productivo del Ecuador, empujándolo hacia la pobreza y restringiendo el acceso a bienes, productos y servicios importantes protegidos por la Constitución.

Una carretera es una palabra que se usa naturalmente en nuestro idioma para nombrar a una vía que sea pública que esté pavimentada, cuyo objetivo principal es que circulen por ella los vehículos.

Una característica muy importante entre la diferencia de una carretera con un camino es que la misma es de un ancho mucho más grande por la cual el tránsito de vehículos es mucho mayor, dispone de señalización en la cuales muestran velocidades máximas y mínimas, información, advertencias, circunscripciones de carriles en función de la velocidad que está permitida. [1]

La intención de desarrollar la calidad de las vías de tercer orden del país, para la iniciativa y desarrollo socio económico de las zonas rurales y de localidades que se encuentra demasiado alejadas de las grandes ciudades es muy necesaria. Para que este modelo de proyectos tenga éxito es indispensable desarrollar adecuados diseños geométricos viales y de pavimentos, así como también tecnologías apropiadas que se adapten plenamente al relieve del terreno y cumplan con los estándares de calidad, seguridad y comodidad para el usuario. [2]

La mayoría de las calles y carreteras del mundo están delineadas alcanzando los rumbos ya existentes y es común contemplar que las velocidades de proyecto sin destacadas por la de los carros que por allí circulan. Sus particularidades de pendiente, curvatura, sección transversal y capacidad de carga, afectan, conforme, a una circulación de autos lentos, pequeños y livianos, como lo eran los primeros carros a motor. [3]

Las características de los vehículos de diferentes tamaños que circulan por la vía son puntos importantes para poder realizar un buen diseño geométrico. Por eso es necesario clasificar todos los tipos de automóviles, buses y camiones en diferentes grupos y seleccionar el tipo y tamaño específico para su diseño. Los vehículos tienen peso, superficies y características de operación, empleados para crear un modelo, son denominados vehículos de diseño. [4]

Los elementos externos están relacionados con diferentes aspectos como son, las propiedades geológicas y geotécnicas, además de la topografía del mismo, el volumen del tránsito actual y futuro, los elementos ambientales, los adelantos urbanísticos existentes y planificados, las medidas socioeconómicas del área y la estructura de las propiedades.

Los elementos internos analizan las velocidades para el diseño y las herramientas de operación de la geometría, básicamente acorde con la seguridad requerida, la estética y conformidad de la solución. [5]

El alineamiento horizontal es la marcha de la base del camino encima de un plano horizontal. Los componentes que constituyen esta marcha son las tangentes y la curvas, sean redondos o de transición. La creación del alineamiento horizontal obedece a la topografía y características hidrológicas de la superficie, las propiedades de drenaje y las inherentes tecnológicas de la subrasante. [6]

La topografía afecta al alineamiento horizontal, pero es más evidente el efecto sobre el alineamiento vertical. Para caracterizar estas variaciones, los ingenieros dividen la topografía del terreno en tres clasificaciones de acuerdo con el terreno que son: terreno plano, terreno ondulado y terreno montañoso, en el caso de nuestro proyecto técnico el terreno es montañoso. [7]

### **1.1.2 Justificación**

De acuerdo a las condiciones en la cual se encuentra la vía Piedadcita-Estero Hondo, se considera apropiado realizar un estudio de prefactibilidad y diseño para el mejoramiento de esta vía para mejorar la movilización en el sector y mejorar la comunicación entre estas dos comunidades.

Así mismo, se espera que, con la infraestructura adecuada de la vía, mejore la calidad de vida de los habitantes de estos sectores, así como la dinámica económica de los sectores aledaños que se beneficiarían del mejoramiento de la vía. Al construir una obra vial la cual este bien planificada se plasma en la reducción de tiempo de viaje,

reducción de costos, reducción de contaminación ambiental. Al ser obras estratégicas para el desarrollo, se debe tener en cuenta que cada país debe contar con una red vial, la cual pueda conectar todas las zonas en donde exista población o un posible asentamiento. Estas deben estar en perfectas condiciones para que los usuarios no tengan ningún inconveniente al transitarlas. [8]

Por esa razón la construcción de una carretera es un avance esencial en la economía del país. Al ser transitada una vía la infraestructura de esta deberá tener un mantenimiento constante, sin embargo, al dejar los puntos económicos de lado se deberá centrar en el ámbito social. [9]

La vía ya sea una existente o una que está en estudios previos de construcción o una reapertura vial, beneficiara al sector por la cual pase; debido a esto la economía del sector aumentará, se podrá mejorar la infraestructura, el comercio, disminuir el tiempo de traslado y en cierto punto comunicar a pueblos aislados con zonas pobladas en las cuales exista mayores servicios para brindar a la población por ejemplo comunicación, educación, salud, etc. [10]

En nuestro País la mayor parte de vías son construidas con pavimento asfáltico, el que es elaborado con asfalto que se obtiene de las refinerías nacionales. Cuando se realiza la construcción de carreteras se debe tener en cuenta los beneficiarios directos de la apertura de la misma, por lo cual conociendo el dato se clasificará a la clase que esta sea y se iniciará con la realización del diseño de la misma teniendo en cuenta la topografía del lugar en la que se la pondrá en ejecución. [11]

Al habilitar una vía la cual será un enlace de comunicación para la provincia de Cotopaxi habrá un impacto directo, ya que esta obra se realizará con el bien de comunicar a los pueblos de la provincia por este tramo vial el cual están familiarizados. Dando un alto beneficio a los pobladores del sector, con lo que podrán reducir el tiempo de transporte para moverse dentro de su misma provincia con una integración paisajística de la zona. [12]

Los problemas por el mal estado de la vía actual radican fundamentalmente en la falta de accesibilidad de la población localizada en la zona de influencia, dificultando la comercialización de producción agrícola y ganadera. La importancia de proporcionar una vía accesible es incrementar la producción agrícola y ganadera; facilitará además la comunicación en lapsos cortos de tiempo entre el cantón Pujilí y Pangua. [13]

El presente proyecto técnico es factible, ya que con un correcto sistema de comunicación permitirá acortar distancias y crear nuevas alternativas para sus habitantes que podrían emprender la agricultura, piscicultura, ganadería y generar el turismo.

### **1.1.3 Fundamentación Teórica**

#### **1.1.3.1 Sistema de Coordenadas**

El sistema de posicionamiento global GPS es un sistema de satélites usado en la navegación que permite determinar la posición las 24 horas del día en cualquier lugar del globo y en cualquier condición climatológica.

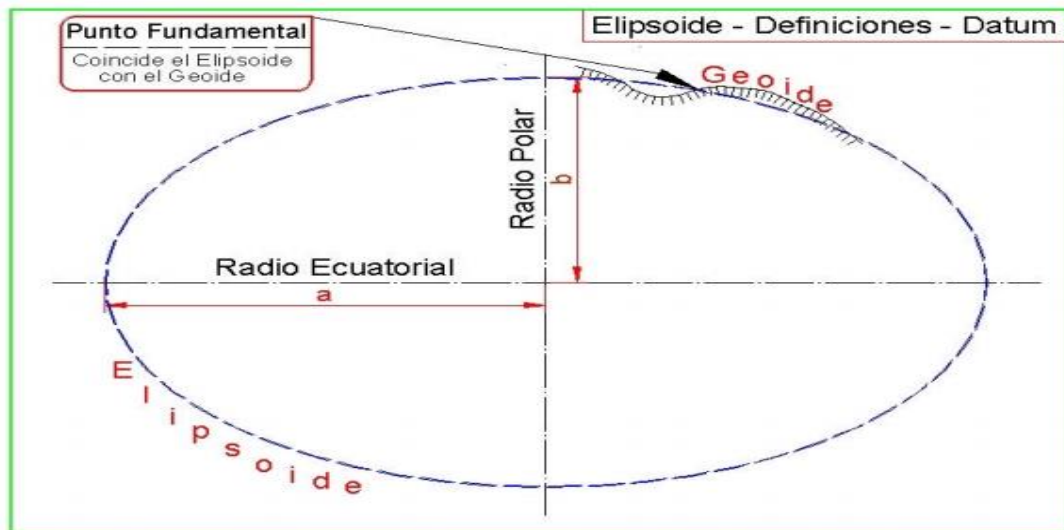
Consiste en un conjunto de 24 satélites que circundan la tierra y envían señales de radio a su superficie.

EL DATUM: Se define datum como el punto tangente al elipsoide y al geoide, donde ambos son coincidentes.

Cada datum está compuesto por:

- a) Un elipsoide, definido por ab aplastamiento.
- b) Un punto llamado “Fundamental” en el que el elipsoide y la tierra son tangentes. Este punto se le define por sus coordenadas geográficas longitud y latitud, además del acimut de una dirección con origen en el punto de “Fundamental”

**Figura 1. Datum**



**Fuente:** Área de ingeniería Cartográfica, Geodesia y fotogrametría, Ignacio Alonso Fernández, 2013

En el punto fundamental coincide el elipsoide con la superficie real de la tierra, así como en este punto las coordenadas astronómicas (las del elipsoide) y la geodésica (la tierra).

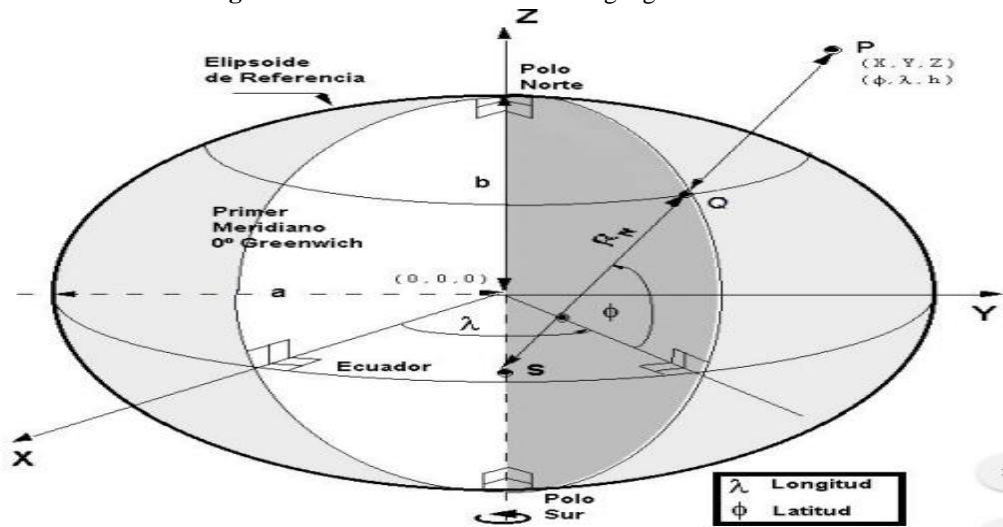
Estas dos desviaciones definidas vienen dadas al no coincidir la vertical perpendicular al geoide, trazada por el punto fundamental, con la vertical perpendicular al elipsoide. Quedando el sistema definido al estar definidos estos ángulos en el datum. [14]

Los más conocidos son:

- El Sistema de Referencia Terrestre Internacional ITRF (International Terrestrial Reference Frame).
- El Sistema Geodésico Mundial 1984 WGS-84 (World Geodesic System 1984).  
\*
- SIRGAS (Sistema de Referencia Geocéntrico para América del Sur). \*
- Sistema de referencia sudamericanos. Datum Provisorio Sudamericano 1956 – PSAD-56



**Figura 2.** El sistema de coordenadas geográficas.



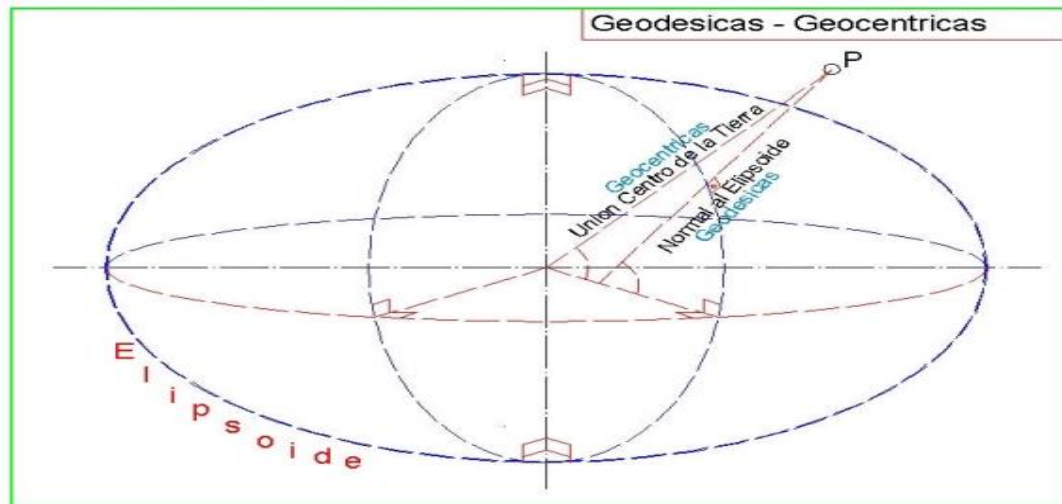
**Fuente:** Área de ingeniería Cartográfica, Geodesia y fotogrametría, Ignacio Alonso Fernández, 2013

El origen de medición de las coordenadas geográficas puede coincidir, o no con el centro de gravedad de la tierra, creándose dos coordenadas geográficas distintas:

- Coordenadas Geodésicas; aquellas que están referidas al elipsoide.
- Coordenadas Geocéntricas; aquellas que están definidas con respecto al centro de gravedad de la tierra, (x,y,z)

Las geodésicas calcula la latitud trazando la normal al elipsoide de referencia y las Geocéntricas uniendo el punto objeto con el centro de la tierra:

**Figura 3.** Coordenadas Geodésicas y Geocéntricas.



**Fuente:** Área de ingeniería Cartográfica, Geodesia y fotogrametría, Ignacio Alonso Fernández, 2013

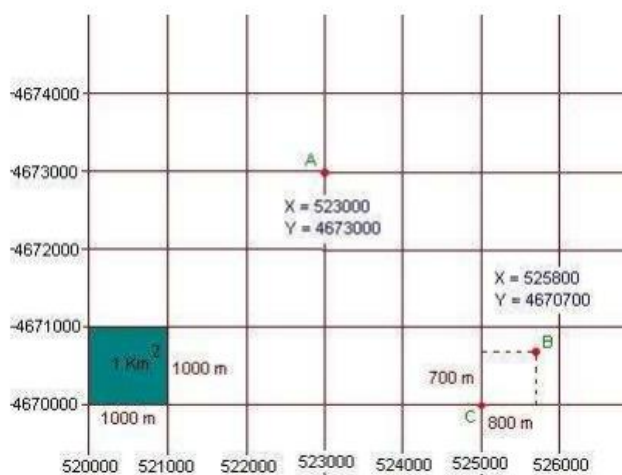
### 1.1.3.2 Proyección Universal Transversa de Mercator (UTM)

Las proyecciones se utilizan para representar un objeto sobre el plano.

La proyección UTM en concreto posee las siguientes características:

- Es una proyección cilíndrica: Se obtiene proyectando el globo terráqueo sobre una superficie cilíndrica.
- Es una proyección transversa: El cilindro es tangente a la superficie terrestre según un meridiano. El eje del cilindro coincide, pues, con el eje ecuatorial.
- Es una proyección conforme: Mantiene el valor de los ángulos. Si se mide un ángulo sobre la proyección coincide con la medida sobre el elipsoide terrestre.

**Figura 4.** Sistema de coordenadas UTM



**Fuente:** Curso de Cartografía y Orientación, Javier Urrutia, 2005

En la figura se representa un segmento de cuadrícula UTM. Cada cuadrado representa una extensión de 1 Km. x 1 Km. La coordenada X representa una distancia sobre la horizontal y va tomando los valores en metros: 520.000, 521.000, 522.000, etc., a intervalos de 1.000 m = 1 Km. La coordenada Y representa una distancia sobre la vertical y va tomando los valores en metros 4.670.000, 4.671.000, 4.672.000, etc., a intervalos de 1.000 m = 1 Km.

La posición del punto A se expresa mediante las coordenadas X e Y de su intersección sobre la cuadrícula:  $X = 523.000$ ,  $Y = 4.673.000$ . Este es el caso más sencillo, pero no es el más frecuente. Lo más común es encontrarnos un punto como el B, que no se sitúa en ningún vértice de la cuadrícula. En tal caso nos fijaremos primeramente en el punto C de coordenadas  $X=525.000$  e  $Y = 4.670.000$ , en un vértice de la cuadrícula. Ahora debemos medir la distancia horizontal y vertical del punto B al punto C. Si para la distancia horizontal se obtienen 800 m, la coordenada X será  $525.000+800=525.800$ . Si para la distancia vertical se obtienen 700 m, la coordenada Y será  $4.670.000+700=4.670.700$ .

La coordenada X aumenta hacia el Este (hacia la derecha) y la coordenada Y lo hace hacia el Norte (hacia arriba). Además de las coordenadas X e Y existe un tercer valor llamado coordenada Z. La coordenada Z para un punto expresa su cota o altitud con respecto al nivel de la mar expresada en metros. [15]

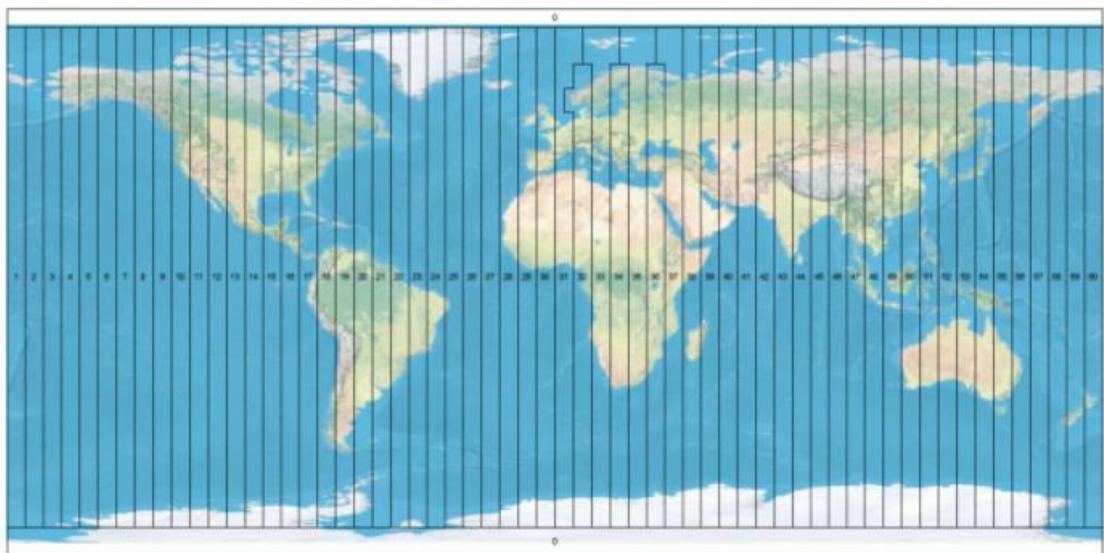
Si el punto A se halla a 872 m sobre el nivel del mar, entonces  $Z=872$ . Por tanto, de acuerdo con el sistema de coordenadas U.T.M. cada punto del terreno viene definido por un trío de números, que son las coordenadas X, Y y Z.

### **Husos y zonas**

Para resolver el problema de la deformación de la proyección UTM a medida que nos alejamos del meridiano de tangencia lo que se ha hecho es subdividir la superficie terrestre en 60 husos iguales de 6 grados de longitud. Con ello resultan 60 proyecciones iguales, pero cada una con su respectivo meridiano central. Cada huso debe imaginarse como un gajo de una naranja.

Los husos se numeran del 1 al 60 comenzando desde el antimeridiano de Greenwich ( $180^\circ$ ) hacia el Este. De este modo el huso comprendido entre  $180^\circ$  W y  $174^\circ$  W es el primero. [15]

**Figura 5.** Cuadrícula husos y zonas



**Fuente:** Área de ingeniería Cartográfica, Geodesia y fotogrametría, Ignacio Alonso Fernández, 2013

### 1.1.3.3 Levantamiento Topográfico

La realización de los estudios para el diseño geométrico de un camino es de suma importancia la topografía del terreno, siendo éste un factor determinante en la elección de los valores de los diferentes parámetros que intervienen en su diseño.

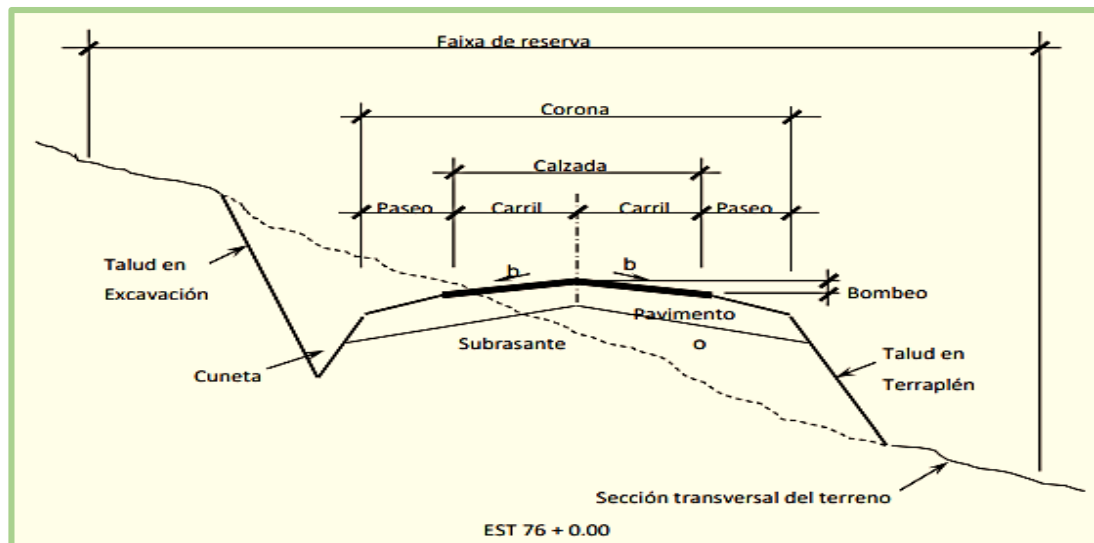
Es el estudio técnico y descriptivo del terreno, en el cual se evalúa la superficie terrestre, considerando las características físicas, geográficas y geológicas del suelo.

- Estudios topográficos urbanos.
- Estudios Topográficos rurales.
- Estudios topográficos catastrales.
- Estudios topográficos de construcción.
- Estudios topográficos hidrográficos.
- Estudios topográficos forestales.

Actualmente la topografía, ha estado en decreciente demanda en mejoramientos de obras, creación de pistas, y construcciones de alto volumen, el estudio topográfico se ha beneficiado de nuevas herramientas tecnológicas como estaciones topográficas modernas y computadoras que simplifican los cálculos lo que facilita el estudio del suelo con rapidez precisión y confiabilidad. [16]

Para prever que una carretera este protegida contra las inclemencias del agua, y sea más factible que se acomode al suelo, hay que recurrir primero a la localización y en esta localización ubicar las obras de drenaje para definir estas localizaciones el estudio topográfico debe prever la ruta, considerando factores demográficos y naturales, por lo que se considera idónea una construcción de carretera la que menos costos de construcción genere y menor costos de tránsito vehicular genere y durante una década no necesite, mayores cambios en su estructura. [17]

**Figura 6.** Elementos de la topografía transversal de las vías



**Fuente:** Análisis de las características geométricas, Roberto Carlos Paguay & Romel Javier Alarcón, 2014.

### 1.1.3.3.1 Geodesia y topografía

En todos los trabajos topográficos, se aplicará el Sistema Legal de Unidades de Medida del Ecuador, que a su vez ha tomado las unidades del Sistema Internacional de unidades o Sistema Métrico Modernizado.

- a. Procedimientos geodésicos para referenciar los trabajos topográficos se adopta la incorporación como práctica habitual de trabajo, el Sistema de posicionamiento Global (GPS), que opera referido a sistemas geodésicos, en particular el conocido como WGS-84 (World Geodetic System de 1984).

El Sistema de Referencia WGS-84 es un sistema geocéntrico global (mundial) con origen en el centro de masa de la Tierra, cuya figura analítica es el Elipsoide Internacional GRS-80. Al determinar las coordenadas de un punto sobre la superficie de la Tierra mediante GPS, se obtienen las coordenadas cartesianas X, Y, Z y sus equivalentes geodésicos: latitud ( $\phi$ ), longitud ( $\lambda$ ) y altura elipsoidal ( $h$ ).

- b. Sistemas geodésicos: Se denomina Sistema Geodésico Oficial, al conjunto conformado por la Red Geodésica Horizontal Oficial y la Red Geodésica Vertical Oficial, que están a cargo del Instituto Geográfico Nacional. Está

materializado por puntos localizados dentro del ámbito del territorio nacional, mediante monumentos o marcas, que interconectados permiten la obtención conjunta o por separado de su posición geodésica (coordenadas), altura o del campo de gravedad, enlazados a los sistemas de referencia establecidos. [4]

#### 1.1.3.4 Generalidades de los DRONE

Un dron se puede definir como un vehículo aéreo no tripulado por sus siglas VANT o por sus siglas en ingles UAV (Unname Aerial Vehicle). Existen varios tipos y formas de VANT's que pueden desarrollar diversos tipos de tareas. Estos vehículos son muy utilizados por la gran estabilidad que tienen gracias a sus 4 hélices rotatorias el cual da nombre a estos. Como la mayoría de los avances tecnológicos surgió como una herramienta bélica, la cual se remonta un siglo atrás. El desarrollo de los VANT da inicio con el término de la segunda guerra mundial y desde entonces se han ido modificando y perfeccionando. Hoy en día existe un gran interés en el desarrollo de aplicaciones civiles. [18]

**Figura 7.** Drone de cuatro hélices



**Fuente:** Dron polinizador de cultivos. Christian, Villareal y otros, 2015

La autonomía de estos aparatos tecnológicos puede variar según la cantidad de combustible del que dispongan, pero en los modelos más pequeños las baterías pueden llegar a durar entre los 30 y 60min. Además, van equipados con GPS y giroscopios de

tal manera que muchos modelos, si detectan algún problema o pierden la señal con el operador, pueden regresar automáticamente a su base. El piloto maneja la nave a través de rutas y coordenadas que definen el trayecto, aunque en los modelos más sencillos se puede llegar a realizar esta labor a través de un joystick de radiocontrol.

Los levantamientos topográficos convencionales demandan mayores costos de recursos y tiempo en comparación con la topografía aérea realizada con DRONE, constituyéndose así en una alternativa considerable al momento de realizar trabajos que cubran grandes extensiones de terreno o de topografía accidentada que dificulte el acceso de personal, con un ahorro significativo de recursos. [19]

**Tabla 1.** Anchos de faja recomendados.

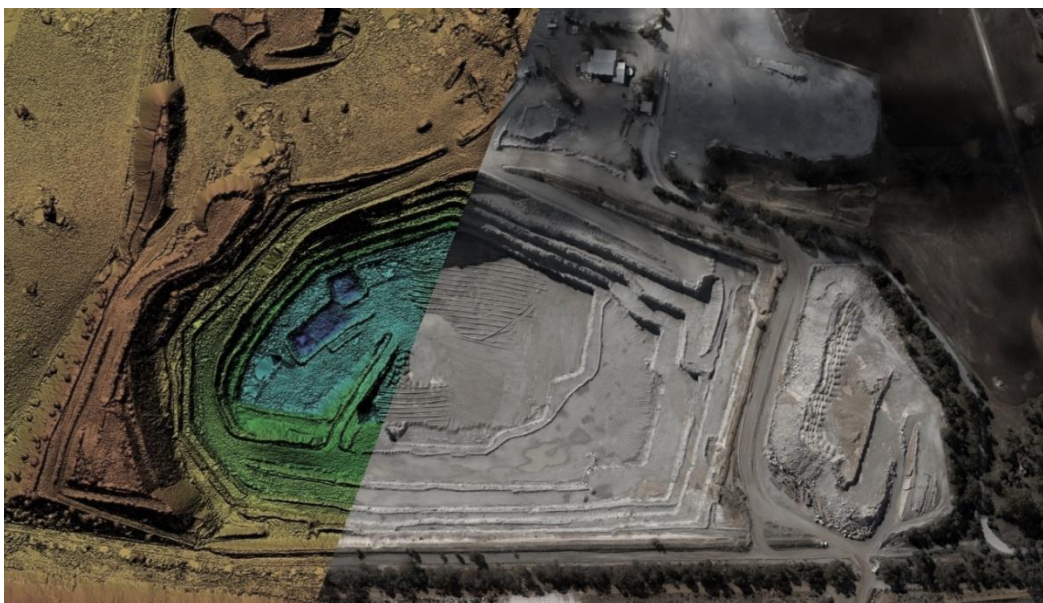
clasificación	Anchos mínimos (m)
Autopista primera clase	40
Autopista Segunda clase	30
Carretera Primera clase	25
Carretera Segunda clase	20
Carretera Tercera clase	16

**Fuente:** Emilio, Manual de Carreteras: Diseño Geométrico.

Después de ejecutar el vuelo se llevan los datos al proceso de las imágenes obtenidas con software apropiado como Pix4D, Potoncón, Photomodeler, entre otros; que permite obtener resultados cartográficos tales como: Restituciones para Cartografía digital o impresa, Modelo Digital de Elevaciones (MDE), Ortofotos y Modelos foto realísticos. [20]



**Figura 8.** Fotogrametría Digital.



**Fuente:** Aplicaciones Topográficas de los drones, Marisa, Ferreira & Víctor, Aira, 2017

#### **1.1.3.5 Estación Total**

La explicación precisa de lo que es una estación total sería la de que es un teodolito electro-óptico, que es capaz de permitirnos medir ángulos, distancias y niveles de una forma fácil y sencilla. Una de las grandes ventajas que nos ofrece es que podremos usar un solo dispositivo para conseguir varias medidas, algo que no era posible hace un tiempo no muy lejano. Además, algunos de los tipos de estaciones totales, que veremos justo a continuación, nos dan unas enormes facilidades a la hora de desarrollar algunos trabajos.

La estación total convencional es conocida también como estación electrónica. Destaca por ofrecer al usuario una pantalla electrónica, que deberemos de complementar con prismas reflectantes para poder usarla, ya que, a pesar de ser electrónica, no quiere decir que lo haga todo de forma automática.

Uno de sus puntos principales puntos débiles, y por lo que ha comenzado a caer en desuso por muchos profesionales, es que no resiste las inclemencias meteorológicas, tan presentes en muchos trabajos topográficos. Esto hace que su uso, con condiciones climatológicas adversas, sea prácticamente imposible, haciendo que en muchos casos

los trabajos hayan de ser pospuestos, alargando un trabajo que con otro tipo de estaciones se podría hacer en menos tiempo a pesar de las condiciones climatológicas.

**Figura 9.** Estación Total topcon



*Estación Total Topcon*



**Fuente:** Cátedra: Topografía II. La Estación Total, Guillermo, Bustos, 2017

**Estaciones totales con GPS.** - El GPS o Global Positioning System ha cambiado la vida de casi todos los profesionales y por supuesto también de todos los que hacen uso de las estaciones totales.

Como todo, este tipo de estaciones, tienen puntos negativos. Uno de ellos, y casi podríamos decir que el principal, es que no en todos los sitios funciona de forma correcta, debido a la falta de cobertura. Por ejemplo, en interiores, en bosques con muchos árboles o incluso bajo tierra, su funcionamiento es deficiente debido a la falta de cobertura.

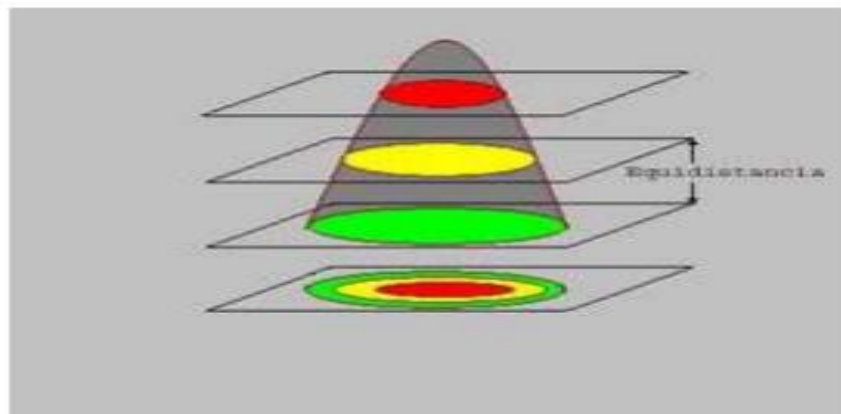
**Estaciones totales con Robóticas.** - permiten medir a gran distancia y con una enorme precisión, a la vez que captan imágenes que después podremos utilizar para incorporar a los trabajos realizados. A esto hay que sumarle que son dispositivos que tienen un peso mínimo, lo que nos ayudará en gran medida, sobre todo si estamos trabajando en campo abierto o con distancias importantes. Por último, debes de saber que las estaciones totales robóticas son en la mayoría de los casos resistentes al agua, lo que sin duda es una característica muy importante dependiendo del lugar donde estemos trabajando. [21]

### 1.1.3.6 Curvas de Nivel

Es el método más empleado para la representación gráfica de las formas del relieve de la superficie, ya que permite determinar, en forma sencilla y rápida, la cota o elevación del cualquier punto del terreno, trazar perfiles, calcular pendientes, resaltar las formas y accidentes de la superficie, etc.

El sistema de representación de curvas de nivel consiste en cortar la superficie del terreno mediante un conjunto de planos paralelos entre sí, separados una cierta distancia unos de otros. Cada plano corta al terreno formando una figura (plana) que recibe el nombre de Curva de nivel o isohipsa. La proyección de todas estas curvas de nivel sobre un plano común (el mapa) da lugar a la representación buscada. En la figura se ve la construcción para representar mediante curvas de nivel una montaña. La montaña es cortada mediante planos paralelos separados una cierta distancia que se llama equidistancia entre curvas de nivel.

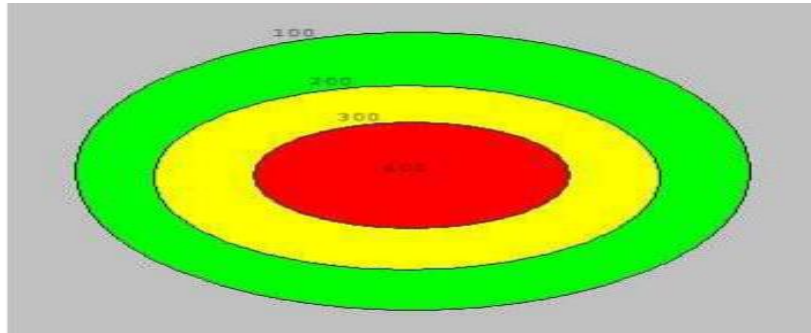
**Figura 10.** Curva de nivel-equidistancia.



**Fuente:** Topografía 1. Métodos de nivelación Geométrica, César, Faba, 2020

Las intersecciones de los planos con la superficie de la montaña determinan un conjunto de secciones que son proyectadas sobre el plano inferior, que representa al mapa.

**Figura 11.** Curva de nivel o isohipsa.



**Fuente:** Topografía 1. Métodos de nivelación Geométrica, César, Faba, 2020

El resultado final que observaremos sobre el mapa es algo como esto:

Las curvas de nivel, según se ha visto, son las secciones obtenidas al cortar el terreno mediante una serie de planos imaginarios paralelos separados a una distancia determinada unos de otros. Las curvas de nivel verifican las siguientes leyes:

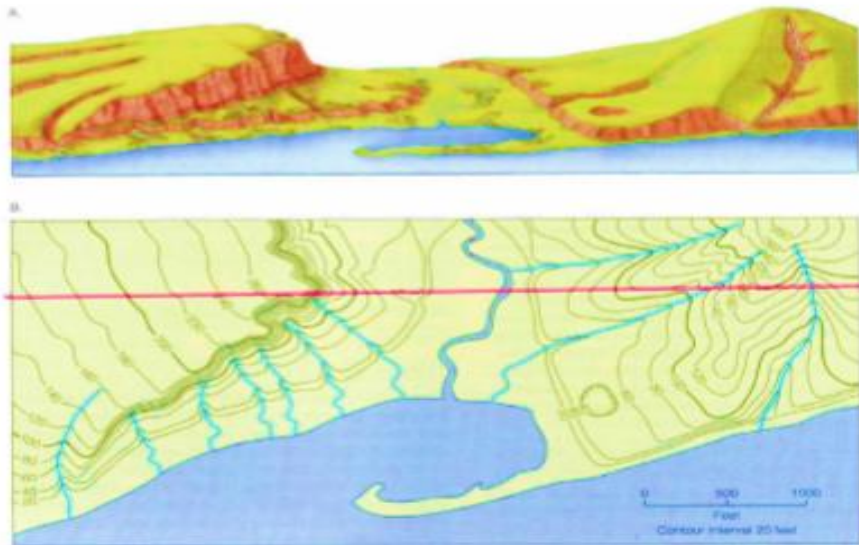
- Las curvas de nivel nunca se cortan ni se cruzan.
- Las curvas de nivel se acumulan en las laderas más abruptas y están más espaciadas en las laderas más suaves.
- La línea de máxima pendiente entre dos curvas de nivel es aquella que las une mediante la distancia más corta.

Las curvas de nivel se pueden clasificar en curvas maestras o principales y secundarias.

- **Curvas de Nivel Principales:** Se representan con líneas de un mayor espesor a las otras curvas, se dibujan en tono oscuro y su numeración se realiza en incrementos múltiplos de 5 o 10.

- **Curvas de Nivel Secundarias:** Se representan con líneas más finas, su numeración no es visible, se encuentran entre dos curvas maestras consecutivas, es decir, existen cuatro curvas de nivel en tono más claro. [22]

**Figura 12.** Curvas maestras y secundarias.



**Fuente:** Topografía 1. Métodos de nivelación Geométrica, César, Faba, 2020

### 1.1.3.7 Las Carreteras

Una carretera se considera una vía transitable para vehículos automotrices de dominio público, construida principalmente para la circulación de los mismos. Ésta, contiene aspectos generales como su clasificación, su estructura y sus especificaciones geométricas. Sus orígenes datan de Mesopotamia hace 5,000 años debido a la invención de la rueda que ocasionó la necesidad de construir superficies de rodamiento que permitieran la circulación del tránsito en esa época. Los primeros caminos construidos científicamente aparecieron en los comienzos del imperio Romano, con la famosa Vía Appia, la cual conectaba a Roma con Hidruntum.

Una carretera es una vía de dominio y uso público que es explícitamente construida para la circulación de vehículos automóviles, las carreteras se han constituido como el medio de conexión y movilización universal entre las personas, es el pilar del desarrollo y el cumplimiento de los servicios de los que hacen uso las personas.

Para el adecuado diseño de una carretera se debe tomar en cuenta ciertos factores como el tipo de tráfico que se movilizara y el volumen de vehículos que la carretera puede absorber es decir la cantidad de tráfico determina el diseño geométrico de la carretera,

para lo cual para el diseño de una carretera se debe evaluar el tráfico actual en volúmenes y tipos de vehículos; para pronosticar el tráfico de vehículos. [23]

#### **1.1.3.7.1 Carreteras de la red vial Estatal**

Se conoce así, al grupo de caminos públicos que están sometidos a un marco institucional y normados, constituidos por redes primarias y secundarias, terciarias vecinales, denominadas provinciales. [24]

Las carreteras deberán diseñarse con las características geométricas que corresponden a su clase y construirse por fases según el incremento del tráfico determinado, según la necesidad operacional de la carretera o de los intereses de la nación en sus diferentes niveles.

Clasificación de las Carreteras según su Función Jerárquica:

- **Carreteras arteriales o de primer orden**

Son aquellas vías troncales, transversales y de accesos a las capitales de los Departamentos, que cumplen la función básica de integración de las principales zonas de producción y de consumo del país y de éste con los demás países. Este tipo de carreteras puede ser de calzadas divididas según las exigencias del proyecto, y deben ser siempre pavimentadas. [5]

En el Ecuador existen un total de 12 vías primarias y tienen su dirección norte a sur y cubren un 66% de la longitud total de la Red Vial del Estatal; estas vías reciben un nombre propio, además se codifican con la letra E seguido de uno o dos dígitos, y en ocasiones una letra al final que indican rutas alternas (A, B, C, etc.). [6]

**Figura 13.** Corredor Arterial – Troncal de la Costa E25



**Fuente:** Carreteras del Ecuador, Transversal Central, 2010

- **Vías colectoras o de segundo orden**

Son aquellas vías que unen cabeceras municipales entre sí y/o que provienen de una cabecera municipal, tienen como función principal recoger el tráfico de la zona urbano rural y conectarse con una carretera Primaria.

En el Ecuador existen un total de 43 vías secundarias y cubren el 33% de la longitud total de la Red Vial Estatal. [25]

**Figura 14.** Vía Colectora Quito-la independencia E28



**Fuente:** Carreteras del Ecuador, Transversal Central, 2010

- **Caminos Vecinales**

Los caminos vecinales son carreteras de clase IV y V, en estos están incluidos todos los caminos rurales que no fueron incluidos en los antes mencionados, por lo general son vías lastradas o empedradas y en raras ocasiones son asfaltadas. [5]

**Figura 15.** Camino vecinal-estero hondo.



**Fuente:** Luis Santiago Torres López.

### 1.1.3.7.2 Clasificación de las Carreteras por su tipo de terreno

Según el MTOP, el tipo de terreno en el que se construye la carretera también es relevante, a continuación, se expone a los siguientes:

Determinada por la topografía predominante en el tramo en estudio. Éstos se clasifican con base en las pendientes de sus laderas naturales en el entorno y transversalmente a la vía.

**Tabla 2.** Tipos de Terreno

<b>Tipo de relieve</b>	<b>Máxima inclinación media</b>
<b>Llano</b>	Pendientes menores a 3%
<b>Montañoso</b>	Pendientes entre 3 y 6 %
<b>Ondulado</b>	Pendientes entre 7 y 12 %
<b>Escarpado</b>	Pendientes mayor a 12%

**Fuente:** MTOP,2013.

- **Llano (Ll)**

Cuando por la vía no existen pendientes significativas, se lo identifica como un terreno de topografía llana, y el mismo requiere el mínimo movimiento de tierras, por lo que las pendientes transversales son menores al 5% y las longitudinales varían del 0 al 5%. Exigen mínimo movimiento de tierras durante la construcción, por lo que no presentan dificultad ni en el trazado ni en la explanación. Las pendientes longitudinales de las vías son normalmente menores al 3%.



- **Ondulados (O)**

Se los cataloga así, cuando un terreno posee una topografía ondulada, y cuando este tiene una pendiente longitudinal que guarda relación con la pendiente transversal, sin excederse de la misma y requiere un movimiento de tierras normal, pues las pendientes transversales son del 6 al 12% y las longitudinales están entre el 3 al 6%.

Es la combinación de alineamientos horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a reducir sus velocidades significativamente por debajo de la de los vehículos livianos, sin ocasionar que aquellos operen a velocidades sostenidas en pendiente por intervalos de tiempo prolongado.

- **Montañoso (M)**

Los terrenos montañosos los encontramos en carreteras con pendientes transversales entre 13% al 40%

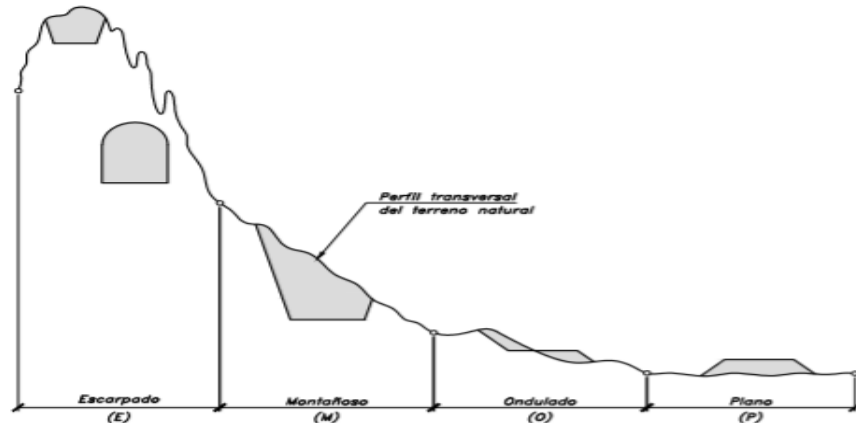
Generalmente requieren grandes movimientos de tierra durante la construcción, razón por la cual presentan dificultades en el trazado y en la explanación. Sus pendientes longitudinales predominantes se encuentran entre el 7% y el 12%. [4]

- **Carreteras en terreno escarpado**

Viene a ser la combinación de alineamientos horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a operar a menores velocidades sostenidas en pendiente que aquellas a las que operan en terreno montañoso, para distancias significativas o a intervalos muy frecuentes.

Exigen el máximo movimiento de tierras durante la construcción, con muchas dificultades para el trazado y explanación, pues los alineamientos están prácticamente definidos por divisorias de aguas. Generalmente sus pendientes longitudinales son superiores al 12%. [5]

**Figura 16.** Tipos de terreno en carreteras



**Fuente:** Diseño geométrico de carreteras, Grisales, -cárdenas 2013

### 1.1.3.7.3 Clasificación de las Carreteras de acuerdo al Tráfico

La clasificación de la carretera se hace en función del tráfico proyectado, el MTOP recomienda la clasificación en función del pronóstico de tráfico proyectado a un tiempo de 15 o 20 años. [25]

**Tabla 3.** Clasificación de las carreteras en función del tráfico proyectado

<b>Clase de Carretera</b>	<b>Tráfico proyectado TPDA</b>
R-I O R -II	Más de 8000
I	De 3000 a 8000
II	De 1000 a 3000
III	De 300 a 1000
IV	De 100 a 300
V	Menos de 100

**Fuente:** Norma para estudios y diseños viales, MTOP, 2013

### 1.1.3.8 Tráfico

Esta temática es de interés social en la actualidad ya que el tráfico vehicular es un mal que aqueja a miles de ciudadanos en varios países del mundo de entre ellos el Ecuador, los organismos gubernamentales y los ciudadanos desconocen con exactitud el costo que genera a la sociedad el tráfico causada sobre todo por el transporte público urbano.

Es el factor que señala el servicio para el cual se va a diseñar una vía e intervenir directamente las características geométricas de diseño como son el ancho, las pendientes, los alineamientos, etc. Las características del tráfico que deben estudiarse son: los volúmenes, el sentido de la vía, la composición y la velocidad. [26]

Al ingreso de la vía desde el sector los tanques de agua (Recinto Estero Hondo) y en los linderos del cantón la Maná, hasta llegar al límite de la vía de la parroquia Valencia, tiene una longitud de 6.800 Km, el ancho de la calzada es de 8m. la cual la presente calzada se encuentra actualmente en malas condiciones. Aproximadamente el 85% de la vía existente se encuentra lastrada y el 15% restante se encuentra con suelo natural del sitio.

Al haber discontinuidades en el terreno, aparecerán taludes de corte o taludes de relleno, todo esto dependerá netamente de la topografía del lugar. Todo el diseño implicara satisfacer las necesidades de movilidad, seguridad, comodidad y armonía entre población y medio ambiente. [27]

#### **1.1.3.8.1 Volumen de Tráfico**

Se define como el número total de vehículos que pasan por una determinada sección de carretera en un intervalo de tiempo dado. Los volúmenes se pueden expresar con relación a períodos anuales, diarios, horarios o sub-horarios y es un valor real directamente medido en la vía.

Es el número de vehículos atraviesan r un punto o sección transversal dentro de un carril o de una calzada, durante un periodo determinado. Para determinar el volumen de vehículos en un tramo de la vía durante un periodo se establecen métodos de conteo, Automáticos, manuales y fotográfico. [28]

#### **1.1.3.8.2 Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)**

Es el número real de vehículos que pasan por una sección durante un intervalo. En consecuencia, un volumen de 100 vehículos observado durante un período de 15 minutos (15-min) implica una intensidad de tráfico de  $100/0,25$  h, es decir 400 v/h.

Los volúmenes de tráfico siempre deben ser considerados como dinámicos por lo que solamente son precisos para el periodo de duración de los aforos. Sin embargo, debido a que sus variaciones son generalmente rítmicas y repetitivas, es importante tener un conocimiento de sus características, para así programar aforos.

De acuerdo a las normas del MTOP, el tráfico promedio diario anual es abreviado como TPDA, corresponde al número total de vehículos que pasan durante un periodo dado (en días completos) por una sección de camino durante un año dividido por 365. El porcentaje de vehículos en cada sentido de la vía determina composiciones y volúmenes diferentes de tráfico diferentes en un mismo periodo el cálculo del TPDA se lo realiza para cada sentido de circulación.

Para el análisis del tráfico que se está desarrollando el estudio del TPDA nos permitirá determinar las características de volúmenes de la vía. Por lo que para determinar un volumen de tráfico se toman varias hipótesis basados en datos estadísticos y pronósticos que tiene una metodología establecida, para el cálculo del TPDA se utilizara la siguiente formula.

$$TDPA = TF + TG + TA + TD$$

*Donde:*

**TF:** Trafico Futuro

**TG:** Tráfico Generado

**TA:** Tráfico Atraído

**TD:** Trafico Desarrollado.

Para el ejecutar el cálculo hay que tomar en cuenta las siguientes observaciones:

- Las vías deben ser de un solo sentido de trayecto, será contabilizado el tráfico en ese sentido.
- En las vías que tengan dos sentidos de circulación, se tomará el volumen de tráfico en ambos sentidos. Regularmente en este tipo de vías, al final del día el conteo suele ser similar en los dos sentidos.
- Para las autopistas, generalmente se calcula para cada sentido de circulación, porque aquí interviene lo que se conoce como Flujo Direccional que es el porcentaje de vehículos en cada sentido de la vía, esto determina en un mismo periodo diferentes volúmenes de tráfico.

- **Tráfico futuro TF:** Es el tráfico que se tendrá al final del periodo del diseño y se obtiene aplicando la siguiente fórmula:

$$T_f = T_A * (1 + i)^n \quad \text{Ec.1}$$

Tf = Tráfico futuro.

TA = Tráfico actual.

i = tasa de crecimiento vehicular.

n = período de proyección expresado en años.

- **El tránsito generado TG.**

Se compone de viajes vehiculares que no se realizarían si no se construye la nueva carretera. Se toma un valor entre (5%-25% del Tránsito Actual).

$$TG = TPDA * 20\%$$

- **Tráfico atraído TA.**

Es el que se adquiere de otros medios de comunicación. La cuantía de esta atracción depende de la ubicación de la nueva carretera con relación al destino de los viajes, ya que puede ofrecer desplazamientos más cortos y confortables, o más económicos que los otros medio o modos de transporte, según las recomendaciones de las normas del MTOP, el tráfico atraído el 10% del tráfico actual.

$$TA = TPDA * 10\%.$$

- **El tránsito desarrollado TD.**

Es el incremento del Volumen del tránsito debido a las mejoras en el terreno adyacente a la carretera. Se diferencia del Tránsito Generado en que el TD continúa actuando por muchos años más después de que la carretera ha sido puesta en servicio. Se considera como un 5% más del tránsito actual y se calcula con la siguiente fórmula.

$$TD = TPDA * 5\%$$

- **Tráfico existente TE.**

Es aquel que se usa en la carretera antes del mejoramiento y que se obtiene a través de los estudios de tráfico.

- **Crecimiento normal del tránsito CNT.**

Es el incremento del volumen de tránsito debido al aumento normal en el uso de los vehículos. [24]

**Tabla 4.** Tasa de crecimiento vehicular

Tasa de crecimiento vehicular			
Periodo	Automóviles	Buses	Camiones
2010-2015	4.47%	2.22%	2.18%
2015-2020	3.97%	1.97%	1.94%
2020-2025	3.57%	1.78%	1.74%
2025-2030	3.25%	1.62%	1.58%

**Fuente:** Norma para estudios y diseños viales, MTOP, 2013

### 1.1.3.8.3 Tipos de Conteo Vehicular

Es el punto de partida para el conocimiento del comportamiento de una carretera, avenida, calle, etc. A través del cual a través del cual nos informamos de la capacidad de la vía pública, así como también otros factores importantes.

### **a) Conteo Manual**

Es indispensable para obtener información real sobre la composición del tráfico y los giros en las intersecciones. Cabe recalcar que mantener una información permanente con conteos manuales es muy difícil y costoso. Para realizar un conteo manual un observador anota el paso de cada vehículo llenando un formulario impreso especial o actuando sobre unos contadores manuales montados sobre bandejas especiales, cada vez que un vehículo realiza el movimiento elemental que se está aforando. [29]

### **b) Conteo Automático**

Los conteos eran de tipo neumático, y en ellos un vehículo al pisar un tubo de goma extendido sobre la calzada transmite un impulso a la membrana que cierra un circuito eléctrico. Con idéntico sistema de funcionamiento existen dos tipos de aparatos: unos totalizadores, que simplemente van acumulando todos los impulsos que reciben, y otros registradores, dotados de un aparato de relojería que imprime sobre una cinta el número de vehículos que pasa cada cierto tiempo, en general una hora.

El conteo automático permite conocer el volumen total del tráfico, además siempre debe ir acompañado de conteo manual para establecer la composición del tráfico.

Existen equipos contadores automáticos portátiles y permanentes, que se utilizan para conteos de volúmenes de más de 10 horas para evitar costos de personal. La mayoría de los instrumentos registradores sólo proporciona el número de vehículos o ejes, sin distinguir el tipo de vehículo, su movimiento dirección al o el número de peatones. Están compuestos por una unidad captadora y una unidad acumuladora. [30]

#### **1.1.3.8.4 Cálculo del Factor de la Hora Máxima de Demanda FMHD**

Representativo de los períodos de máxima demanda que se puedan presentar durante un día en particular. Es la relación entre el volumen horario de máxima demanda VHMD, y el volumen máximo  $Q_{15\text{máx}}$  que se presenta dentro de dicha hora varía entre 0 y 1.

En donde:

$$FMHD = \frac{VHMD}{4 * (Q_{15 \text{ máx}})} \quad \text{Ec. 2}$$

VHMD = Volumen de tráfico durante la hora.

Q15max = Volumen máximo registrado durante 15 minutos.

- **Tránsito de hora pico (Trigésima hora de diseño).**

El tránsito de la hora pico, recoge a una hora intermedia que admitirá cierto grado de tolerancia a la ocurrencia de demandas horarias extremas, que podrían quedar insatisfechas o con menores niveles de comodidad para la conducción.

La hora máxima puede llegar a representar desde el 25 hasta el 38% del TPDA. La curva desciende bruscamente hasta su punto de inflexión, que ocurre normalmente en la denominada trigésima hora de diseño o 30va hora, lo cual significa que, al diseñar para ese volumen horario, cabe esperar que existan 29 horas en el año en que el volumen será excedido.

Para determinar el volumen de tránsito de la hora pico se acostumbra graficar la curva de datos de volúmenes de tránsito horario registrados durante todo un año en una estación permanente de registro del movimiento vehicular por carretera, mostrando en el eje de las ordenadas aquellos volúmenes registrados de mayor a menor, como porcentajes del TPDA, en tanto que en el eje de las abscisas se anota el número de horas por año en que el tránsito es mayor o igual al indicado.

El volumen de tránsito de la hora pico o 30va HD para áreas urbanas, se sitúa entre 8 y 12% del TPDA y para rurales entre el 12 al 18% del TPDA. [31]

### **1.1.3.9 Pavimento**

Representa una parte importante de los activos viales. Debe ser capaz de soportar solicitudes de tránsito, ambientales y proveer una estructura durable que permita la circulación de los vehículos con comodidad y seguridad. Es la estructura de la vía



terrestre, está formado por una o varias capas de materiales, los cuales se colocan sobre el terreno previamente condicionado, su función fundamental es permitir el tránsito de vehículos. El pavimento puede reestructurarse con varios materiales, y se lo utiliza para construir calles y otro tipo de vías. [32]

### 1.1.3.9.1 Tipos de pavimento

#### 1.1.3.9.1.1 Pavimento Flexible o Asfáltico

El asfalto es un material bituminoso, sólido o semisólido con propiedades aglutinantes y que se licua gradualmente al calentarse, se obtiene de la destilación del petróleo. Se lo construye a base de materiales asfálticos y granulares, normalmente están constituido por 4 capas una capa, la primera capa se llama subrasante, la segunda capa es la sub-base compuesta de material granular se encarga de transmitir la carga al terreno y asiste al sistema de drenaje de agua del subsuelo y previniendo la acción demoledora de las heladas, luego se agrega la 3ra capa que es la base generalmente está compuesta de áridos tratados, cemento Portland, asfalto y otros estabilizantes, en la base se coloca última capa de mezcla asfáltica compuesta de hormigón bituminoso, mezclas de betún y arena, tratamiento con riegos bituminoso. [33]

Figura 17. Pavimento flexible.



Fuente: Pavimentos, Claudio, Giordani & Diego, Leone, 2018

### 1.1.3.9.1.2 Compuestos de una carpeta Asfáltica

Está compuesta de:

Material asfáltico. Puede ser cemento asfáltico (AC-2.5, AC-5, AC-10, AC-20, AC-30 y AC-40. los AC-5 normalmente son emulsiones.

Emulsión asfáltica. Aniónicas (-), catiónicas (+) y de rompimiento rápido, medio y lento.

Agregados pétreos. Anteriormente los cementos asfálticos se clasificaban por su dureza en: CA-0 para climas fríos. CA-6 para climas templados. CA-10 para climas cálidos.

Los materiales asfálticos se clasifican de acuerdo a la viscosidad que presentan. A continuación, se anotarán las recomendaciones generales para cada uno de los productos asfálticos con la finalidad de darles un mejor uso.

**Tabla 5.** Regionalización de los productos asfálticos.

<b>Asfalto</b>	<b>Región recomendada</b>
AC-5	Sirve para elaborar emulsiones y concretos asfálticos que se utilicen en la zona de la sierra madre occidental.
AC-10	Se recomienda por la región central y el altiplano.
AC-20	Para el sureste de la república y las regiones costeras del golfo y el pacífico.
AC-30	Norte y noroeste del país.

**Fuente:** Pavimentos, Antonio, Ortega, 2015

Para obtener un pavimento asfáltico de excelente calidad se debe tomar en cuenta las siguientes características:

- a) Colocar materiales pétreos sanos, limpios y de una buena graduación,
- b) Los procedimientos constructivos deben ser adecuados y

- c) Aplicar las temperaturas recomendadas. Colocar algún aditivo en caso de ser necesario.

**Tabla 6.** Aplicación de los productos asfálticos

<b>Cemento asfáltico o emulsión</b>	<b>Trabajos recomendados en forma general.</b>
AC-5, AC-10, AC-20, y AC-30 (solos o modificados)	Para realizar concretos asfálticos en las regiones señaladas y sobre todo en carreteras de alta circulación con alta intensidad de tránsito y con un elevado número de carga por eje.
Emulsiones asfálticas catiónicas de fraguado lento o supe restable.	Para riego de impregnación de bases hidráulicas.
Emulsiones asfálticas catiónicas de fraguado medio.	Para carpetas asfálticas mezcladas en frío, para carreteras con tránsito máximo de 2000 vehículos, también se emplea en trabajos de bacheo, re nivelación y sobre carpetas.
Emulsiones de fraguado rápido.	Se utiliza para riesgos de liga, carpetas asfálticas de riego y riesgos de sello convencionales.

**Fuente:** Pavimentos, Antonio, Ortega, 2015

### **1.1.3.9.1.3 Descripción carpeta Asfáltica.**

La carpeta asfáltica es fabricada con material pétreo y un producto asfáltico dependiendo del tipo de camino que se va a construir viene a ser la parte superior del pavimento flexible que proporciona la superficie de rodamiento, el material pétreo debe cumplir las siguientes características:

- a) Deberá tener una granulometría adecuada y un diámetro menor de una pulgada
- b) El material pétreo deberá tener dureza para lo cual se le efectuarán los ensayos de desgaste los ángeles, intemperismo acelerado, densidad y durabilidad.
- c) La forma de la partícula deberá ser lo más cúbica posible, recomendamos no usar material en forma de laja o aguja pues se rompen con facilidad alterando la granulometría.

Es de mucha importancia conocer la cantidad de mezcla asfáltica, ya que este elemento forma una membrana alrededor de las partículas pétreas creando un espesor capaz de resistir las condiciones climáticas, el desgaste, el tránsito.

Para el cálculo se tienen las siguientes pruebas:

- Pruebas de compresión simple para mezclas en frío,
- La prueba Marshall para muestras en caliente y
- La prueba de Hveem
- Para conocer la adherencia entre el pétreo y el asfalto se pueden utilizar pruebas de desprendimiento por fricción

El tipo y espesor de una carpeta asfáltica se elige de acuerdo con el tránsito que va a transitar por ese camino, tomando en cuenta el siguiente criterio. [34]

**Tabla 7.** Tipo y espesor de una carpeta asfáltica

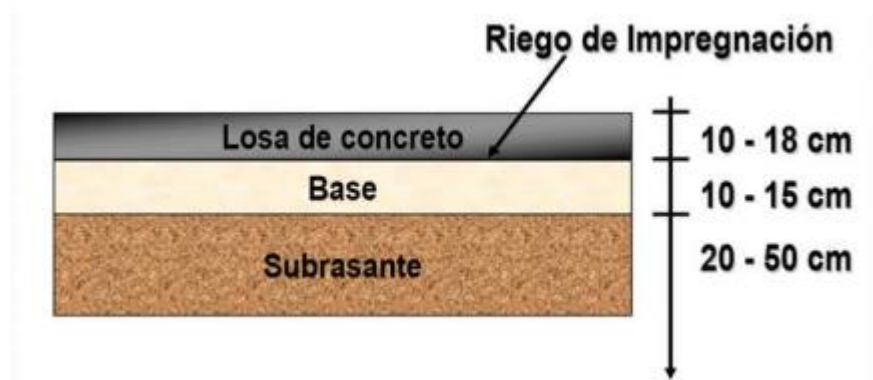
Intensidad del tránsito pesado en un solo sentido	Tipo de carpeta
Mayor de 2000 vehículos/día	Mezcla en planta de 7.5 cm de espesor mínimo.
1000 a 2000	Mezcla en planta con un espesor mínimo de 5 cm.
500 a 1000	
Menos de 500	Tratamiento superficial simple o múltiple.

**Fuente:** Pavimentos, Antonio, Ortega, 2015

#### **1.1.3.9.1.4 Pavimentos Rígidos**

Están conformados por 3 capas la primera capa es la subrasante que esta compacta en el suelo, en esta capa descansa una capa base de grava y la tercera capa es de concreto de cemento portland, su resistencia depende particularmente de la resistencia estructural de la capa de concreto. [33]

**Figura 18.** Pavimento Rígido



**Fuente:** Pavimentos, Claudio, Giordani & Diego, Leone, 2018

#### **1.1.3.9.1.5 Deflexión:**

La deflexión de un pavimento se define como el valor que representa la respuesta estructural ante la aplicación de una carga vertical externa. También se define como el desplazamiento vertical del paquete estructural de un pavimento ante la aplicación de una carga; generalmente, la carga es producida por el tránsito vehicular. Cuando se aplica una carga en la superficie no solo se desplaza el punto bajo su aplicación, produciendo una deflexión máxima, sino que también se desplaza una zona alrededor del eje de aplicación de la carga, que se denomina cuenco de deflexión.

La deflexión permite ser correlacionada con la capacidad estructural de un pavimento, de manera que, si la deflexión es alta en un modelo estructural, la capacidad estructural del modelo de pavimento es débil o deficiente, y lo contrario, si la deflexión es baja, quiere decir que el modelo estructural del pavimento tiene buena capacidad estructural. [35]

#### **1.1.3.9.1.6 Base**

Se compone de material granular grueso, se ubica entre el concreto o el asfalto y la sub-base, su composición se basa en triturados, arena y materiales finos.

Consiste en proporcionar un elemento resistente para que transmita a la sub-base y subrasante los esfuerzos que se producen por los vehículos.

**Tabla 8.** Especificaciones generales para las bases

CBR	> 80%	Pasante del Tamiz 40	
Desgaste a la abrasión de los Ángeles	< 40%	Índice Plástico IP	< 6%
		Límite Líquido	< 25%

Fuente: Norma para estudios y diseños viales, MTOP, 2013

**Tabla 9.** Granulometría de las clases para bases

Tamiz	% Pasante de los tamices cuadrados				
	Clase 1		Clase 2	Clase 3	Clase 4
	Tipo A	Tipo B			
2" (50.4 mm)	100	-	-	-	100
1 1/2" (38.1mm)	70-100	100	-	-	-
1" (25.4mm)	55-85	70-100	100	-	60-90
3/4" (19.0mm)	50-80	60-90	70-100	100	-
3/8" (9.5mm)	35-60	45-75	50-80	-	-
N.- 4 (4.75mm)	25-50	30-60	35-65	45-80	20-50
N.-10 (2.0mm)	20-40	20-50	25-50	30-60	-
N.- 40 (0.425mm)	10-25	10-25	15-30	20-35	-
N.- 200 (0.075mm)	2-12	2-12	3-15	3-15	0-15

Fuente: Norma para estudios y diseños viales, MTOP, 2013

**Tabla 10.** Granulometría de las clases para carpeta asfáltica

Tamiz	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada				
	A	B	C	D	E
2" (50.8 mm.)	100	--	--	--	--
1 1/2" (38.1 mm.)	70 – 100	100	--	--	--
1" (25.4 mm.)	55 – 85	70 - 100	100	100	100
3/4" (19.0 mm.)	50 – 80	60 - 90	70 - 100	--	--
3/8" (9.5 mm.)	40 – 70	45 - 75	50 - 80	--	--
Nº 4 (4.75 mm.)	30 – 60	30 - 60	35 - 65	--	--
Nº 10 (2.00 mm.)	20 – 50	20 - 50	25 - 50	40 - 100	55 - 100
Nº 40 (0.425 mm.)	5 – 30	5 - 30	10 - 30	20 - 50	30 - 70
Nº 200 (0.075 mm.)	0 - 5	0 - 5	0 - 5	6 - 20	8 - 25

**Fuente:** Norma para estudios y diseños viales, MTOP, 2013

#### 1.1.3.9.1.7 Sub-base

Lo compone material granular, se la ubica entre la base granular y la subrasante, es utilizada en pavimentos asfálticos y concretos como soporte de peldaños y bordillos.

##### 1.1.3.9.1.7.1 Capa de transición

Actúa en forma de filtro de la base e impide que los agregados finos de la subrasante la contaminen.

##### 1.1.3.9.1.7.2 Disminución de la deformación

La subrasante puede sufrir algunos cambios volumétricos asociados directamente con los cambios de temperatura y contenido de humedad (expansiones), todos estos cambios pueden absorberse con la sub-base.

### 1.1.3.9.1.7.3 Resistencia

El pavimento flexible debe tener la capacidad de absorber los esfuerzos transmitidos por las cargas de los vehículos a través de las capas superiores a la subrasante.

**Tabla 11.** Especificaciones generales para la Sub-bases

CBR	> 30%	Pasante del tamiz 40	
Desgaste a la abrasión de los Ángeles	< 50%	Índice plástico IP	< 6%
		Límite Líquido	< 25%

**Fuente:** Norma para estudios y diseños viales, MTOP, 2013

**Tabla 12.** Granulometría de las clases para la Sub-bases

Tamiz	% en peso que pasa a través de los tamices de la malla cuadrada		
	Clase 1	Clase 2	Clase 3
3" (76.2mm)	-	-	100
2" (50.4 mm)	-	100	-
1 1/2" (38.1mm)	100	70-100	-
N.- 4 (4.75mm)	30-70	30-70	30-70
N.- 40 (0.425mm)	10-35	-	-
N.- 200 (0.075mm)	0-15	0-20	0-20

**Fuente:** Norma para estudios y diseños viales, MTOP, 2013

Se la debe colocar en capas hasta una altura de 20 cm de espesor antes de ser compactada, así para mantener el contenido de humedad adecuado al momento de compactarse con un mínimo de 5% de la densidad máxima obtenida en el ensayo de proctor modificado.

### 1.1.3.9.1.7.4 Subrasante

Resiste la estructura del pavimento, y se alarga profundamente, de manera que no afecta al diseño que corresponde al tráfico pronosticado.

### 1.1.3.9.1.7.5 Capa de rodadura

La superficie de esta capa debe estar totalmente uniforme con suficiente estabilidad para el tránsito, debe contener una buena textura, color y ser resistente a los efectos de abrasión y cambio climático; además de ser resistente a esfuerzos de tensión e impermeabilidad



hasta donde sea posible, para que impida el ingreso de agua hacia las capas que se encuentran por debajo. [24]

La mezcla asfáltica debe satisfacer los requisitos a 25°C

**Tabla 13.** Estabilidad Marshall mezcla asfáltica

Especificación del Método Marshall	Tráfico Liviano		Tráfico Mediano		Tráfico Pesado	
	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.
No. de golpes	35		50		75	
Estabilidad Newtons	3336		5338		8006	
Libras	750		1200		1800	
Fluencia 0,25 mm (0,01")	8	18	8	16	8	14
% de vacíos	3	5	3	5	3	5

**Fuente:** Norma para estudios y diseños viales, MTOP, 2013

#### 1.1.3.10 Drenaje de la vía

Es un término que proviene del francés drainage y que hace referencia a la acción y efecto de drenar. Este verbo, a su vez, significa asegurar la salida de líquidos o de la excesiva humedad por medio de cañerías, tubos o zanjas. Es un sistema de estructuras hidráulicas que deben ser construidas en conjunto con el proyecto vial de tal manera que nos permita evacuar y conducir el agua a todos los caudales provenientes del escurrimiento superficial que llegan a la vía o se cruzan por ella, viene a convertirse en los elementos de escurrimiento de aguas más principales para que nuestra vía funcione correctamente. [36]

### **1.1.3.10.1 Función de las Estructuras de Drenaje**

- Desaloja el agua lluvia rápidamente de la calzada
- Control de los niveles freáticos.
- Conducir de una manera correcta el agua que cruza por la vía

### **1.1.3.10.2 Cunetas laterales**

Son canales que se deben construir, a ambos lados de una carretera, específicamente en las zonas de corte con la finalidad de que toda el agua lluvia que proviene de la corona de la vía en zonas donde haya taludes y la lluvia en general, para poder transportarla hacia un drenaje natural o a una obra transversal. [25]

### **1.1.3.9.23 Cálculo y diseño de cunetas.**

Las cunetas son zanjas longitudinales revestidas o sin revestir abiertas en el terreno, ubicadas a ambos lados o a un solo lado de la carretera, con el objeto de captar, conducir y evacuar adecuadamente los flujos del agua superficial. Se proyectarán para todos los tramos al pie de los taludes de corte, longitudinalmente paralela y adyacente a la calzada del camino y serán de concreto vaciadas en el sitio, prefabricados o de otro material resistente a la erosión.

Las cunetas pueden ser:

- Triangular o trapezoidal de tierra con pendiente de 2-5%.
- Triangular o trapezoidal de concreto o de piedra y su pendiente debe ser >5%.

El uso de cunetas triangulares es generalizado, posiblemente, por su facilidad de construcción y mantenimiento.

De acuerdo a la topografía del terreno se escogió la forma triangular, porque brinda seguridad y es de fácil mantenimiento, en la cual aplicaremos la fórmula de Manning y la ecuación de continuidad. [37]

$$V = \frac{1}{n} * R^{2/3} * J^{1/2} \quad ; \quad \text{Ec.3}$$

$$Q = A * V$$

$$R = A/P$$

V= Velocidad en m/s.

n = Coeficiente de rugosidad de Manning.

J = Pendiente hidráulica en %.

Q = Caudal de diseño en m<sup>3</sup>/s.

A = Área de la sección en m<sup>2</sup>.

P = Perímetro mojado en m.

R = Radio hidráulico en m.

**Tabla 14.** Coeficiente de rugosidad de Manning para canales abiertos.

<b>Tipo de Recubrimiento</b>	<b>n</b>
Tierra lisa	0,020
Césped con más de 15 cm de profundidad de agua	0,040
Césped con menos de 15 cm de profundidad de agua	0,060
Revestimiento rugoso de piedra	0,040
Cunetas revestidas de hormigón	0,016

**Fuente:** Sistema de Drenaje en una carretera, Leoncio, Cárdenas, 2013

Caudales y velocidades permisibles para distintos valores de pendiente:

**Tabla 15.** Caudales y velocidades permisibles

<b>J (%)</b>	<b>V (m/s)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>
0,5	1,057	0,127
1,0	1,495	0,179
1,5	1,831	0,220
2,0	2,114	0,254
2,5	2,364	0,284
3,0	2,590	0,311
3,5	2,797	0,336
4,0	2,990	0,359
4,5	3,172	0,381
5,0	3,343	0,401
5,5	3,506	0,421
6,0	3,662	0,439
6,5	3,812	0,457
7,0	3,956	0,475
7,5	4,094	0,491
8,0	4,229	0,507
8,5	4,359	0,523
9,0	4,485	0,538
9,5	4,608	0,553
10,0	4,728	0,567
10,5	4,845	0,581
11,0	4,959	0,595
11,5	5,070	0,608

**Fuente:** Sistema de Drenaje en una carretera, Leoncio, Cárdenas, 2013

Se emplea la ecuación del método racional para determinar el caudal que circula por la cuneta:

$$Q = \frac{C * I * A}{360} \quad \text{Ec.4}$$

Q = Caudal máximo esperado m<sup>3</sup>/seg.

C = Coeficiente de escurrimiento adimensional.

I = Intensidad de precipitación pluvial en mm/h.

A = Número de hectáreas tributarias m<sup>2</sup>.

Determinamos el coeficiente de escurrimiento:

C' = Valores de escurrimiento debido

$$C = 1 - \Sigma C'$$

**Tabla 16.** Valores de escorrentía para distintos factores

<b>POR LA TOPOGRAFÍA</b>	<b>C</b>
Plana con pendientes de 0,2-0,6 m/km	0,30
Moderada con pendientes de 3,0-4,0 m/km	0,20
Colinas con pendientes 30-50 m/km	0,10
<b>POR EL TIPO DE SUELO</b>	<b>C</b>
Arcilla compacta impermeable	0,10
Combinación de limo y arcilla	0,20
Suelo limo arenoso no muy compactado	0,40
<b>POR LA CAPA VEGETAL</b>	<b>C</b>
Terrenos cultivados	0,10
Bosques	0,20

**Fuente:** Sistema de Drenaje en una carretera, Leoncio, Cárdenas, 2013

$$C = 1 - \Sigma C'$$

$$C = 1 - (C_t + C_s + C_{veg})$$

Se toma la fórmula del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI para calcular la intensidad de lluvia:

$$I = \frac{4.14 * T^{0.18} * P_{MAX}}{t^{0.53}} \quad \text{Ec.5}$$

T = Periodo de retorno en años (T = 10 años).

t = Tiempo de precipitación de intensidad.

P<sub>máx</sub> = Precipitación máximo en 24 horas.

Para encontrar el tiempo de duración se utilizó la siguiente ecuación:

$$t_c = 0.195 \left( \frac{L^3}{H} \right)^{0.385} \quad \text{Ec.6}$$

t<sub>c</sub> = Tiempo de concentración en min.

L = Longitud del área de drenaje.

H = Desnivel entre el inicio de la cuenca y el punto de descarga en m.

El área de drenaje de la cuneta para un carril es:

$$A = (\text{Ancho calzada} + \text{cuneta}) * L$$

$$Q = \frac{C * I * A}{360}$$

Un buen drenaje mantiene la capacidad soporte de la subrasante (mantiene el módulo de resiliencia cuando la humedad es estable) lo que hace un camino de mejor calidad, así como permite en determinado momento el uso de capas de soporte de menor espesor. [38]

**Tabla 17.** Tiempos de drenaje para capas granulares

<b>Calidad del drenaje</b>	<b>50% saturación</b>	<b>85% saturación</b>
Excelente	2 horas	2 horas
Bueno	1 día	2 a 5 horas
Regular	1 semana	5 a 10 horas
Pobre	1 mes	De 10 a 15 horas
Muy pobre	El agua no drena	Mayor de 15 horas

**Fuente:** Pavimentos: Materiales, construcción y diseño, Fredy, Reyes, Hugo, Rondón, 2015.

**Tabla 18.** Coeficientes de drenaje para pavimentos flexibles (mx)

<b>Calidad del drenaje</b>	<b>P= % del tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad cercanos a la saturación</b>			
	< 1%	1% - 5%	5%-25%	> 25%
Excelente	1.40-1.35	1.35-1.30	1.30-1.20	1.20
Bueno	1.35-1.25	1.25-1.15	1.15-1.00	1.00
Regular	1.25-1.15	1.15-1.05	1.00-0.80	0.80
Pobre	1.15-1.05	1.05-0.80	0.80-0.60	0.60
Muy pobre	1.05-0.95	0.95-0.75	0.75-0.40	0.40

**Fuente:** Pavimentos: Materiales, construcción y diseño, Fredy, Reyes, Hugo, Rondón, 2015.

### **1.1.3.11 Diseño Geométrico.**

El diseño geométrico de vías se puede utilizar para el desarrollo de carreteras, vías férreas y, adicionalmente, canales de navegación. Es el proceso de correlacionar los elementos físicos de la vía con las condiciones de operación de los vehículos y las características del terreno. [39]

El diseño geométrico de la carretera, es la parte más importante de concepción, permite establecer una disposición espacial, sobre el territorio, para que la carretera se adapte a sus condiciones, además de facilitar la accesibilidad y el tráfico de personas y mercancías, de manera sostenible y cómoda de acorde a tiempos proporcionados en correspondencia a la demanda de movilidad, a un costo razonable, el diseño geométrico se da a través de un modelo espacial que se evalúa constantemente, según las condiciones y objetivos del diseño, introduciendo modificaciones al diseño, buscando como fin la eficacia de la realidad física y su funcionalidad. [40]

Es la parte más importante del proyecto de una carretera, estableciendo en base a las condiciones y factores existentes, la configuración geométrica definitiva de la vía, satisfaciendo la necesidad de funcionalidad, seguridad, comodidad, integración en su entorno, estética y economía de la vía. [41]

#### **1.1.3.11.1 Elementos del Diseño Geométrico**

El diseño geométrico de una carretera está compuesto por tres elementos bidimensionales que se ejecutan de manera individual, pero dependiendo unos de otros, y que al unirlos finalmente se obtiene un elemento tridimensional que corresponde a la vía propiamente. Estos tres elementos, son:

- Alineamiento horizontal: compuesto por ángulos y distancias formando un plano horizontal con coordenadas norte y este.

- Alineamiento vertical: compuesto por distancias horizontales y pendientes dando lugar a un plano vertical con abscisas y cotas.
- Diseño transversal: consta de distancias horizontales y verticales que a su vez generan un plano transversal con distancias y cotas. [42]

Los componentes que determinan la geometría de una vía son:

- La velocidad de diseño.
- La distancia de visibilidad.
- La estabilidad de la plataforma de la vía, capa de rodadura, puentes, obras de arte y taludes.
- La conservación del medio ambiente.
- Vehículo de diseño. [43]

Otros elementos que forman parte del diseño geométrico son los siguientes: [39]

#### **Elementos Físicos**

- Geometría de la vía
- Alineamiento Vertical
- Alineamiento Horizontal
- Sección Transversal

#### **Terreno**

- Plano
- Ondulado
- Montañoso
- Escarpado

#### **Vehículos**

- Dimensiones
- Velocidad
- Conductor

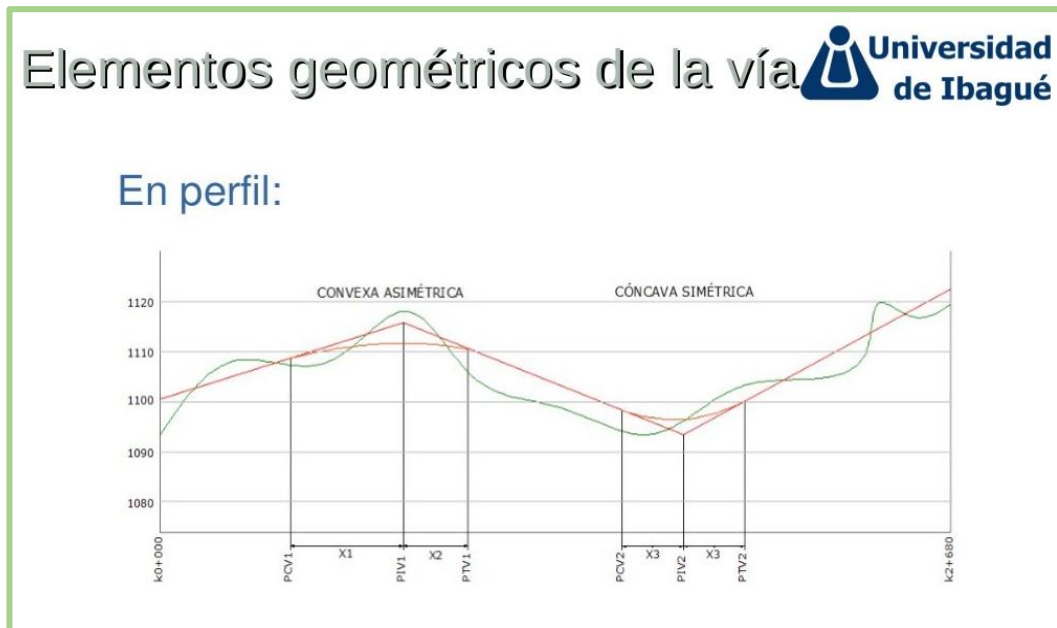


**Figura 19.** Elementos de una sección transversal de una carretera



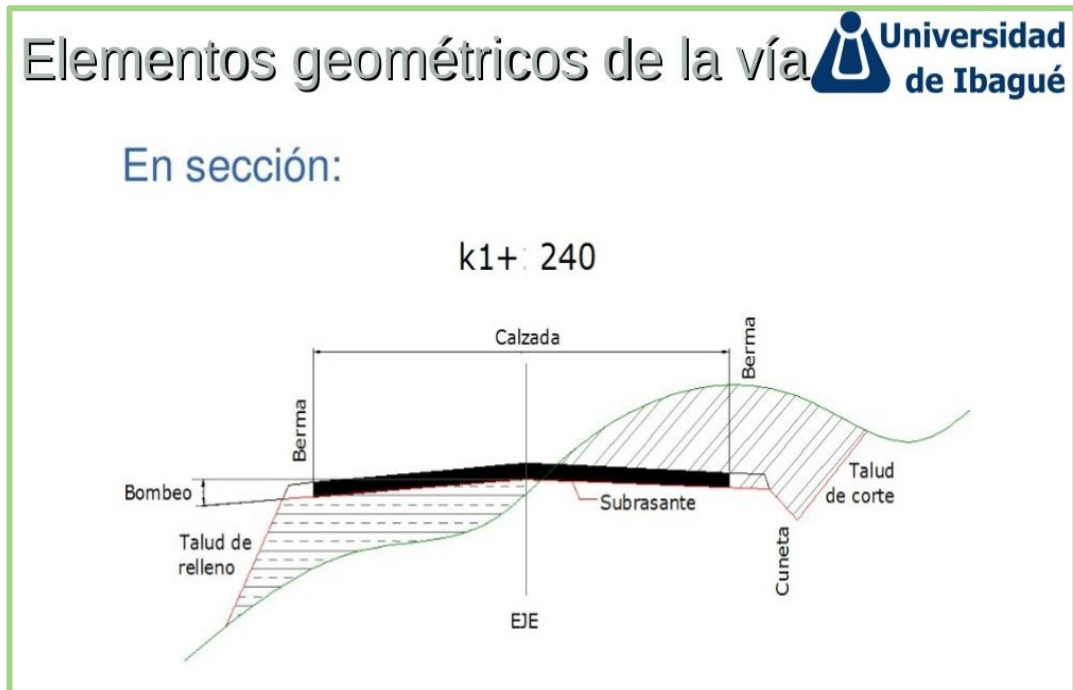
**Fuente:** Diseño geométrico de vías, Édgar, Jiménez, 2009.

**Figura 20.** Elementos geométricos de una carretera-vista en perfil



**Fuente:** Diseño geométrico de vías, Édgar, Jiménez, 2009.

**Figura 21.** Elementos geométricos de una carretera-vista en sección



**Fuente:** Diseño geométrico de vías, Édgar, Jiménez, 2009.

### 1.1.3.11.2 Vehículo de diseño

Las características físicas y la proporción de vehículos de distintos tamaños que circulan por las carreteras, son elementos clave en su definición geométrica. Por ello, se hace necesario examinar todos los tipos de vehículos, establecer grupos y seleccionar el tamaño representativo dentro de cada grupo para su uso en el proyecto.

Estos vehículos seleccionados, con peso representativo, dimensiones y características de operación, utilizados para establecer los criterios de los proyectos de las carreteras, son conocidos como vehículos de diseño.

**Tabla 19.** Modelo del vehículo de diseño semejante a la AASHTO.

Vehículo de diseño	A	B	C	R
Altura máxima (m)	2.40	4,10	4,10	4,30
Longitud máxima (m)	5,80	13.00	20.00.	> 20.50*
Anchura máxima (m)	2,10	2,60	2,60	3.00
Radios mínimos de giro (m)				
Rueda interna	4,70	8,70	10.00	12.00
Rueda externa	7,50	12,80	16.00	20.00
Esquina externa delantera	7,90	13,40	16.00	20.00

**Fuente:** Norma para estudios y diseños viales, MTOP, 2013

A= A1 motocicleta, A2 Automóvil

B= Buses y Busetas

C= Camiones

R= remolques

### **1.1.3.11.3 Velocidad de Diseño**

Es la velocidad escogida para el diseño, entendiéndose que será la máxima que se podrá mantener con seguridad y comodidad, sobre una sección determinada de la carretera, cuando las circunstancias sean favorables para que prevalezcan las condiciones de diseño.

En el proceso de asignación de la Velocidad de Diseño, se debe otorgar la máxima prioridad a la seguridad vial de los usuarios. Por ello, la velocidad de diseño a lo largo del trazado, debe ser tal, que los conductores no sean sorprendidos por cambios bruscos y / o muy frecuentes en la velocidad a la que pueden realizar con seguridad el recorrido.

Es un resultado de un estudio técnico-económico de diferentes opciones de trazado que deberán tener en cuenta la orografía del territorio.

- En terrenos planos el trazado puede aceptar altas velocidades a bajo costo de construcción.

- En territorios muy accidentados será muy costoso mantener una velocidad alta de diseño, porque habría que realizar obras muy costosas para mantener un trazo seguro. Ello solo podría justificarse si los volúmenes de la demanda de tránsito fueran muy altos.

El diseño debe adaptarse en lo posible a las inflexiones del terreno y la velocidad de diseño deberá ser significativamente baja cuando se trate de sectores o tramos de orografía más accidentada. [44]

El alineamiento horizontal, vertical y el diseño transversal están sujetos a la velocidad de diseño.

**En el alineamiento horizontal:** Es la proyección del eje de la vía sobre un plano horizontal y está compuesto por rectas y curvas horizontales; las rectas se caracterizan por su longitud y dirección; los cambios de dirección de las rectas se suavizan con las curvas horizontales, las cuales se caracterizan por su curvatura y su longitud. En el diseño de alineamiento horizontal se utilizan las curvas circulares (radio de curvatura constantes) y curvas de transición (radios de curvatura variable).

El alineamiento horizontal está compuesto por líneas rectas llamadas tangentes enlazadas por curvas, las mismas que pueden ser circulares o espirales de una curva; es así que, los elementos técnicos de ingeniería relacionados con el alineamiento horizontal son:

- Velocidad de Diseño
- Radio de Curvatura
- Longitud de transición
- Peralte
- Sobre ancho. [45]

**Lineamiento vertical:** El alineamiento vertical de una carretera está ligada estrechamente y depende de la configuración topográfica del terreno donde se localice la obra. Se compone de líneas rectas y curvas en el plano vertical, identificándose las

subidas o pendientes ascendentes con un signo positivo (+), y las bajadas con signo negativo (-), expresadas usualmente en porcentajes. Aparte de consideraciones estéticas, costos de construcción, comodidad y economía en los costos de operación de los vehículos, siempre deben tomarse en cuenta los siguientes factores:

- Visibilidad y accidentalidad.
- Composición del tránsito.
- Relación entre la velocidad y sus engranajes de cambio en la operación del vehículo.

La longitud mínima de curva y la pendiente máxima son los elementos más afectados. Por otra parte, en el diseño transversal los aspectos que dependen de la velocidad de diseño son el ancho de calzada, ancho de las bermas, peralte máximo y sobreanchos. [46]

#### **1.1.3.11.4 Velocidad de circulación**

La velocidad de circulación corresponderá a la norma que se dicte para señalar la carretera y limitar la velocidad máxima a la que debe circular el usuario, que se indicará mediante la señalización correspondiente.

Corresponderá a un tramo específico de la carretera; se la calcula dividiendo la distancia recorrida por el tiempo en que el vehículo se mueve para recorrer el tramo.

Es recomendable que, en lo posible, la velocidad señalizada sea algo menor que la velocidad de diseño de la carretera.

Una manera de obtener la velocidad de operación promedio de una carretera consiste en sacar el promedio de velocidad de un punto, es decir sacar el promedio de velocidades de todos los autos que circulan por ese punto. [47]

## Relación con la Velocidad de Circulación y la Velocidad de Diseño

Entre estas dos velocidades existe una relación inversamente proporcional ya que a medida que aumenta el volumen del tránsito, la velocidad de circulación disminuye debido a la obstrucción que se produce entre los vehículos. [24]

**Tabla 20.** Relación con la Velocidad de Circulación y la Velocidad de Diseño

Velocidad de diseño en (km/h)	Velocidad de circulación en Km/h		
	Volumen de Tránsito Bajo	Volumen de Tránsito Intermedio	Volumen de Tránsito Alto
25	24	23	22
30	28	27	26
40	37	35	34
50	46	44	42
60	55	51	48
70	63	59	53
80	71	66	57
90	79	73	59
100	86	79	60
110	92	85	61

**Fuente:** Norma para estudios y diseños viales, MTOP, 2013

- Para un CBR
- menor a 1000 vehículos:  
 $V_c = 0.80 * V_d + 6.5$  Ec. 7
- Para un TPDA entre 1000 a 3000 vehículos:  
 $V_c = 1.32 * V_d^{0.89}$  Ec. 8

**Donde:**

$V_c$  = Velocidad de circulación (km/h)

$V_d$  = Velocidad de diseño (km/h)

### 1.1.3.11.5 Diseño Horizontal

El diseño geométrico en planta de una carretera, o alineamiento horizontal, es la proyección sobre un plano horizontal de su eje real o espacial. Dicho eje horizontal

está constituido por una serie de tramos rectos denominados tangentes, enlazados entre sí por curvas. El trazado horizontal depende de la topografía y las características hidrológicas del terreno, condiciones de drenaje y disponibilidad de materiales locales. Está formado por una serie de líneas rectas, determinado por la línea preliminar, enlazados por curvas circulares o curvas de grado de curvatura variable de modo que permitan una transición suave y segura al pasar de tramos rectos a tramos curvos o viceversa. [48]

#### **1.1.3.11.5.1 Tangentes**

La línea tangente viene a representar la línea que toca solamente un punto de un círculo: la mayoría de las líneas rectas que se trazan incluyendo a un punto de la circunferencia seguramente también abarquen a otro, por las características de la figura geométrica: esas rectas que tocan a dos puntos se denominan secantes.

Los tramos rectos que permanecen luego de emplear las curvas de enlace se denominan también tramos en tangente y pueden llegar a ser nullos, es decir, que una curva de enlace quede completamente unida a la siguiente. Su dirección está determinada por el ángulo o azimut, medido hacia la derecha en grados, entre una línea imaginaria N-S que pasa al inicio de la tangente y la misma tangente.

#### **1.1.3.11.5.2 Curvas Circulares**

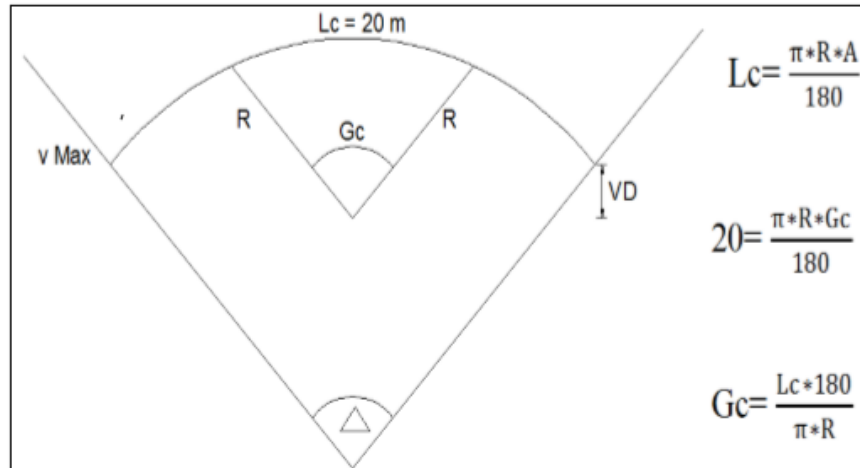
Son las curvas que se utilizan en las vías de comunicación terrestre para cambiar de dirección o sentido, uniendo dos tramos rectos con tangentes y pueden ser simples o compuestas. Se grafican como un arco de circunferencia. [49]

##### **a) Curvas Circulares simples**

Son los arcos de círculo que forman la proyección horizontal de las curvas usadas para unir dos tangentes consecutivas, entre los principales elementos tenemos el grado de

curvatura que es el ángulo formado por un arco de 20m. Su valor máximo es el que permite recorrer con seguridad la curva con el peralte máximo a la velocidad de diseño.

**Figura 22.** Curvas Circulares simples



**Fuente:** Curvas de Transición Diseño Vial II, José, Orozco, 2011

Elementos geométricos de una curva circular simple:

PI = Punto de intersección de las tangentes o vértice de la curva.

PC = Principio de curva: punto donde termina la tangente de entrada y empieza la curva. PT = Punto donde termina la curva y empieza la tangente de salida.

O = Centro de la curva circular.

$\alpha$ : Ángulo de deflexión de las tangentes

$\Delta c$ : Ángulo central de la curva circular

$\theta$  = Ángulo de deflexión de las tangentes: ángulo de deflexión principal. Es igual al ángulo central subtendido por el arco PC-PT.

$$\theta = \frac{Gc \cdot 1}{20} \quad \text{Ec.9}$$

Gc: Grado de curvatura de la curva circular, es el ángulo que se forma por un arco de 20 metros, el máximo valor de Gc permite una circulación segura en la curva adoptando el peralte de diseño máximo.

$$\frac{Gc}{20} = \frac{360}{2 \cdot \pi \cdot R} \quad \text{Ec.10}$$



R = Radio de la curva circular simple. si el grado de curvatura aumenta el radio disminuye y viceversa, tiene una relación inversamente proporcional al grado de la curvatura.

$$R = \frac{1145.92}{G_c} \quad \text{Ec.11}$$

T = Tangente o subtangente: distancia desde el PI al PC o desde el PI al PT.

$$T = R * \tan\left(\frac{\alpha}{2}\right) \quad \text{Ec.12}$$

L: Longitud de arco.

Lc = Longitud de curva circular: distancia desde el PC al PT a lo largo del arco circular, o de un polígono de cuerdas.

$$L_c = \frac{\pi * R * \alpha}{180} \quad \text{Ec.13}$$

C: Cuerda, es la longitud en línea recta comprendida entre dos puntos arbitrarios de la curva.

$$C = R * \sin\left(\frac{\theta}{2}\right) \quad \text{Ec.14}$$

CL = Cuerda larga: distancia en línea recta desde el PC al PT.

$$CL = 2 * R * \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) \quad \text{Ec.15}$$

E = Externa: distancia desde el PI al punto medio de la curva A.

$$E = R * \left[ \sec \frac{\alpha}{2} - 1 \right] \quad \text{Ec.16}$$

M = Ordenada media: distancia desde el punto medio de la curva A al punto medio de la cuerda larga B.

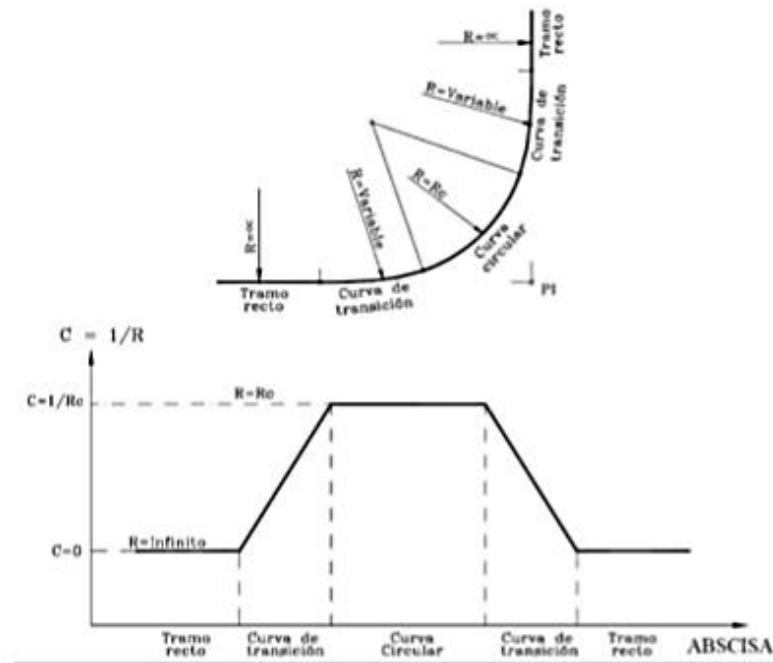
$$M = R - R * \cos \frac{\alpha}{2} \quad \text{Ec.17}$$

### 1.1.3.11.5.3 Curvas de Transición

Las curvas de transición, son espirales que tienen por objeto evitar las discontinuidades en la curvatura del trazo, por lo que, en su diseño deberán ofrecer las mismas

condiciones de seguridad, comodidad y estética que el resto de los elementos del trazo. [50]

**Figura 23.** Elementos de una curva de transición.



**Fuente:** Curvas de Transición Diseño Vial II, José, Orozco, 2011

Cuando se use curva de transición la longitud de la curva de transición no será menor que  $L_{min}$  ni mayor que  $L_{max}$ , según las siguientes expresiones: [51]

**Tabla 21.** Necesidad de las curvas de transición

Velocidad directriz km./h	Radio m
20	24
30	55
40	95
50	150
60	210
70	290
80	380
90	480

**Fuente:** Normas DG. Caminos I, 2016

$$L_{min.} = 0.0178 \frac{V^3}{R}$$

Ec.18

$$L \text{ máx.} = (24R)^{0.5}$$

R = Radio de la curvatura circular horizontal.

L min. = Longitud mínima de la curva de transición.

L máx. = Longitud máxima de la curva de transición en metros.

V = Velocidad directriz en Km. /h.

La longitud deseable de la curva de transición, en función del radio de la curva circular, se presenta en la tabla 21.

**Tabla 22.** Longitud deseable de una curva de transición

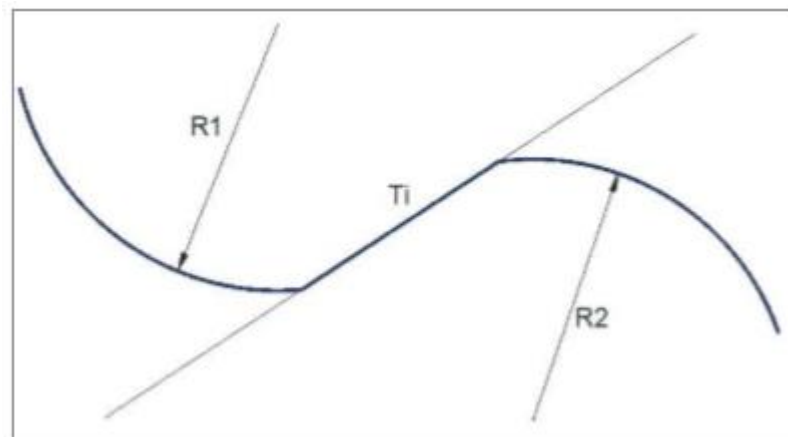
Radio de curva circular (m)	Longitud deseable de la curva transición (m)
20	11
30	17
40	22
50	28
60	33
70	39
80	44
90	50

Fuente: Normas DG. Caminos I, 2016

#### 1.1.3.11.5.4 Curvas de inflexión o curvas reversa

Es una curva en forma de “S” que une dos puntos de una curvatura opuesta. En ciertos casos puede darse que no exista la tangente intermedia, es decir que  $T_i=0$

**Figura 24.** Curva reversa



**Donde:**

R1: Radio de la curva 1.

Ti: Tangente intermedia.

R2: Radio de la curva 2.

### 1.1.3.11.5.5 Curvas Espirales

Las curvas espirales permiten una transición gradual de una tangente a la curvatura completa de una curva circular. La curva espiral comienza muy suave, con un radio infinito, e incrementa su curvatura conforme se aproxima a la curva circular. Cuando se alcanza la curva circular, la curva espiral tendrá el mismo radio de curvatura que el de la curva circular.

Las curvas espirales de transición se usan para fusionar las tangentes con las curvas circulares formando así una curva compuesta por una transición de entrada, una curva circular central y una transición de salida de longitud igual a la de entrada. [52]

La variación de la curvatura es lineal a lo largo de su desarrollo, por lo que se evitan las discontinuidades de la curva. La longitud de esta espiral es directamente proporcional a la velocidad de diseño e inversamente proporcional al radio mínimo de curvatura.

Dónde:

$$Le = \frac{0.035 * V^3}{R} \quad \text{Ec.19}$$

Le: Longitud de la curva espiral, expresada en metros.

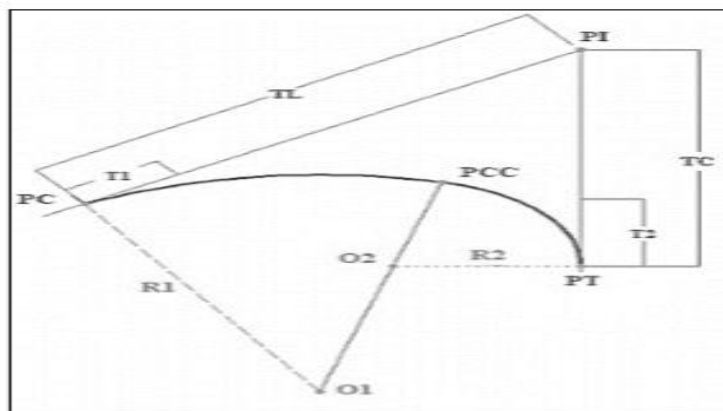
V: Velocidad de diseño, expresada en Km/h.

R: Radio de curvatura, expresada en metros.

### 1.1.3.11.5.6 Curvas circulares compuestas

Se evitará la utilización de curvas compuestas, procurando reemplazarlas por una sola curva. Solamente en situaciones inusuales se podrán usar curvas compuestas o de tres centros. Tomando el siguiente criterio: el radio de una no deberá ser mayor a 1.5 veces el radio de la otra. [49]

**Figura 25.** Elementos de diseño de la curva circular compuesta.



**Fuente:** Diseño geométrico de carreteras, James, Cárdenas, 2013

#### **Donde:**

PI: Punto de intersección de las tangentes.

PC: Punto de inicio de la curva.

PT: Punto de inicio de la tangente.

PCC: Punto de curvatura compuesta, es el punto donde finaliza la primera curva y comienza la segunda curva.

O1: Centro de curva de mayor radio

R1: Radio de la curva de mayor radio.

O2: Centro de la curva de menor radio.

R2: Radio de la curva de menor radio.

T1: Tangente de la curva de mayor radio.

T2: Tangente de la curva de menor radio.

TL: Tangente más larga de la curva compuesta.

Tc: Tangente más corta de la curva compuesta.

#### **1.1.3.11.5.7 Peralte**

Se denomina peralte a la pendiente transversal que se da en las curvas o a las calzadas de una carretera, con el fin de compensar con una componente de su propio peso la inercia. El objetivo del peralte es contrarrestar las fuerzas centrífugas que empuja al vehículo hacia el exterior de la curva. [53]

Se la designa así a la sobre elevación de la parte exterior de un tramo de la carretera en curva con relación a la parte interior del mismo. Con la finalidad de contrarrestar la acción de la fuerza centrífuga, todas las curvas horizontales deben ser peraltadas.

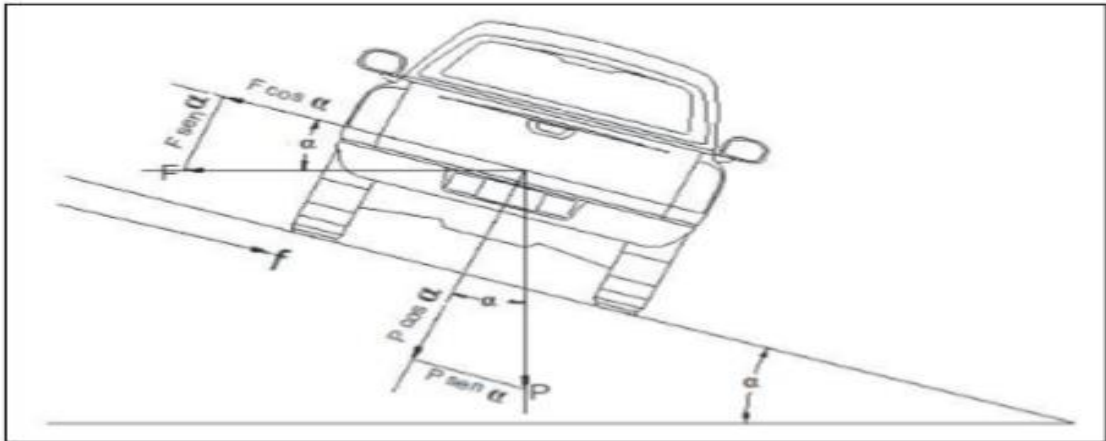
Depende de:

- las condiciones climáticas: zonas de heladas y nevadas.
- tipo de área urbana o rural
- frecuencia de vehículos de baja velocidad y condiciones del terreno

Donde la nieve y el hielo son un factor de control de diseño, el peralte no debe exceder el valor al cual un vehículo detenido o de baja velocidad se deslice hacia el centro de la curva con pavimento helado. La práctica de limitar el peralte en zonas frías, de modo que un vehículo detenido no se deslice si la calzada está cubierta de hielo es objetada por algunos proyectistas. Se razona que contra la muy baja probabilidad de tal suceso (hielo + vehículo detenido) está la muy alta probabilidad de que los vehículos que entran en la curva con tal restricción del peralte puedan, aun a velocidades razonables, exceder el factor de fricción transversal, con la consecuente pérdida de control, situación obviamente más peligrosa. Se considera que un enfoque más racional sería minimizar el riesgo de pérdida de control para el caso de la velocidad típica sobre una superficie congelada. Esta podría ser la velocidad promedio para los vehículos en operación sobre secciones rectas del camino con calzada congelada. El peralte sería calculado para absorber íntegramente la aceleración centrífuga correspondiente a la velocidad típica.

En el momento que un auto circula por una tangente a una curva, y accede a la curva circular aparece una fuerza que trata de apartarlo hacia la parte lateral, es decir sacarlo del camino, esta fuerza se la llama fuerza centrífuga. Para poder oponerse a fuerza hay que brindarle el peralte adecuado a la curva, este valor viene dado en porcentaje. [54]

**Figura 26.** Acción de la fuerza centrífuga en curvas



**Fuente:** Velocidades y Distribución del Peralte en las curvas horizontales, Francisco, Justo; Débora, Alejandra, 2016.

Para efectos de la presente norma, el peralte máximo se calcula con la siguiente fórmula: [55]

$$ip_{m\acute{a}x} = 1.8 - 0.01 V \quad \text{Ec.20}$$

Dónde:

- $ip_{m\acute{a}x}$ : Máxima inclinación de cualquier borde de la calzada respecto al eje de la vía (%).

V: Velocidad de diseño (km/h).

La longitud del tramo de transición del peralte tendrá por tanto una longitud mínima definida por la fórmula:

$$L_{m\acute{i}n} = \frac{pf - pi}{ip_{m\acute{a}x}} B \quad \text{Ec.21}$$

Dónde:

- $L_{m\acute{i}n}$ : Longitud mínima del tramo de transición del peralte (m).
- pf: Peralte final con su signo (%)
- pi: Peralte inicial con su signo (%)

- B: Distancia del borde de la calzada al eje de giro del peralte (m).

Velocidad de diseño (km/h)	Valor del peralte						Longitud mínima de transición de bombeo (m)**
	2%	4%	6%	8%	10%	12%	
	Longitud mínima de transición de peralta (m)*						
20	9	18	27	36	45	54	9
30	10	19	29	38	48	58	10
40	10	21	31	41	51	62	10
50	11	22	33	44	55	66	11
60	12	24	36	48	60	72	12
70	13	26	39	52	65	79	13
80	14	29	43	58	72	86	14
90	15	31	46	61	77	92	15

**Tabla 23.** Valor del peralte

**Fuente:** Manual de Carreteras: Diseño Geométrico Dg, Emilio, Castillo, 20

El factor de fricción lateral viene dado primordialmente de:

- las condiciones de los neumáticos de los vehículos
- el estado de la superficie de rodamiento
- y de la velocidad del vehículo

De acuerdo a la experiencia se ha comprobado que en una tasa de sobreelevación de 0.12. Esta no debe ser excedida ya que dificulta en los procesos de construcción, mantenimiento e incómoda para el movimiento de vehículos que viajan a velocidades bajas. [47]



**Tabla 24.** Fricción transversal máxima en curvas.

<b>Velocidad directriz Km/h</b>	<b>F</b>
15	0.40
20	0.35
30	0.28
40	0.23
50	0.19
60	0.17
70	0.15
80	0.14
90	0.13
100	0.12

**Fuente:** Manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito, Elvis, Córdor, 2008

#### **1.1.3.11.5.7.1 Magnitud de peralte**

La comodidad y seguridad del vehículo es gracias al uso del peralte, ya que este brinda seguridad y comodidad al conductor que circula sobre la carretera en curvas horizontales, pero existen cifras límites que el peralte no puede superar porque el vehículo podría deslizarse hacia adentro de la curva cuando circule a una velocidad baja.

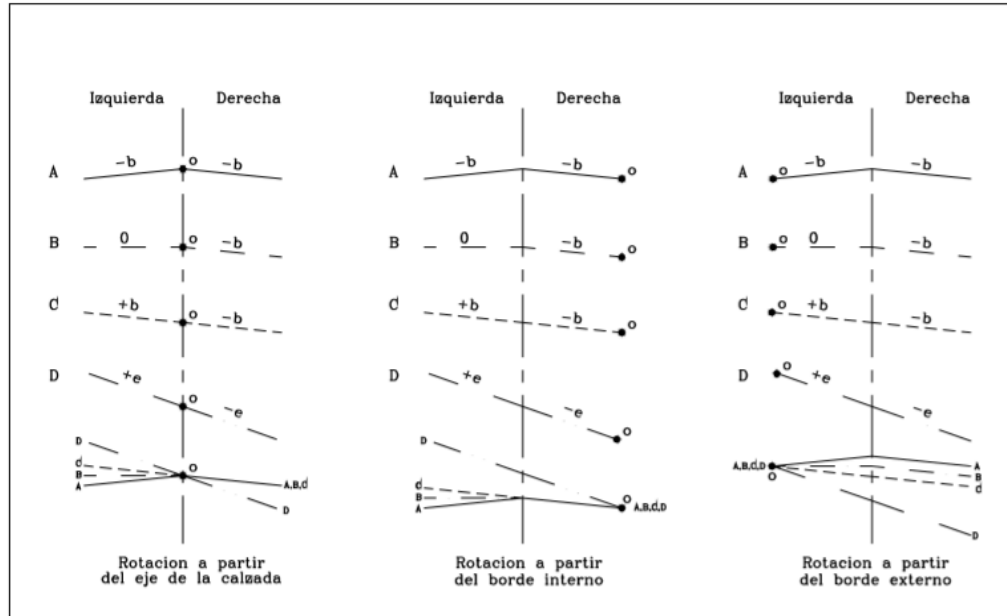
La norma de diseño del MTOP 2003, recomienda para carreteras o caminos de dos con capa de rodadura de hormigón, asfalto o empedrada con velocidades de diseño mayores a **50 km/h un peralte máximo del 10%**, y para caminos con capa de rodadura granular (Caminos vecinales tipo IV, V y VI) y velocidades de hasta 50 km/h un peralte máximo del 8%. [56]

#### **1.1.3.11.5.7.2 Desarrollo del Peralte**

Se debe realizar una transición de una sección transversal de un estado de sección plana a una sección peraltada o viceversa cuando que se pasa de una alineación recta

a una curva, dentro de una distancia necesaria adecuada para cumplir este desarrollo del peralte. [46]

**Figura 27.** Métodos para desarrollar el peralte

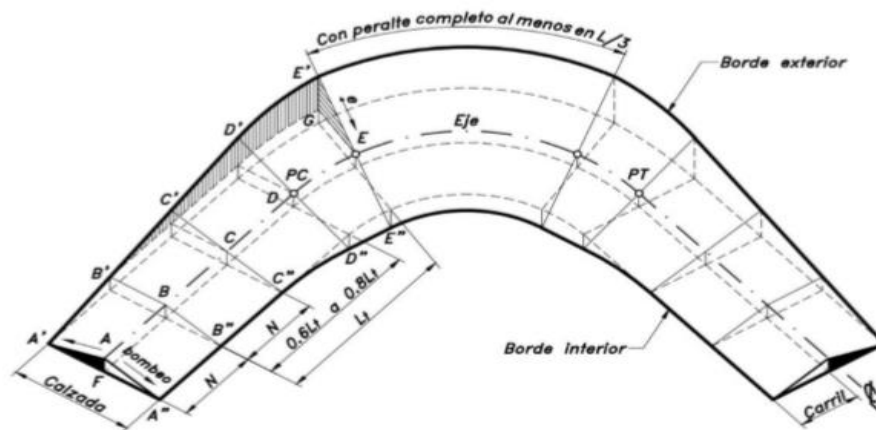


**Fuente:** Diseño y Cálculo Geométrico de Viales - Alineamiento Vertical, Sergio, Navarro, 2011

### 1.1.3.11.5.7.3 Longitud de Transición

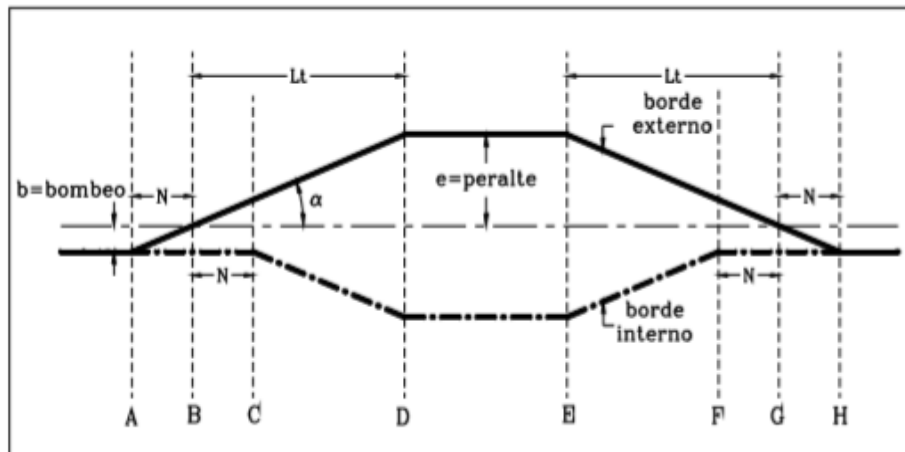
Se la denomina longitud de transición, o simplemente transición, a la distancia en que se ejecuta el cambio de la sección normal en tangente a la sección con peralte pleno en la curva. La longitud de transición para carreteras de 4 y 6 carriles se incrementa en 1,5 y 2,5 veces con respecto a la longitud para carreteras de 2 carriles. [49]

**Figura 28.** Transición del peralte



**Fuente:** Diseño geométrico de carreteras, James, Cárdenas, 2013

**Figura 29.** Transición del peralte



**Fuente:** Diseño geométrico de carreteras, James, Cárdenas, 2013

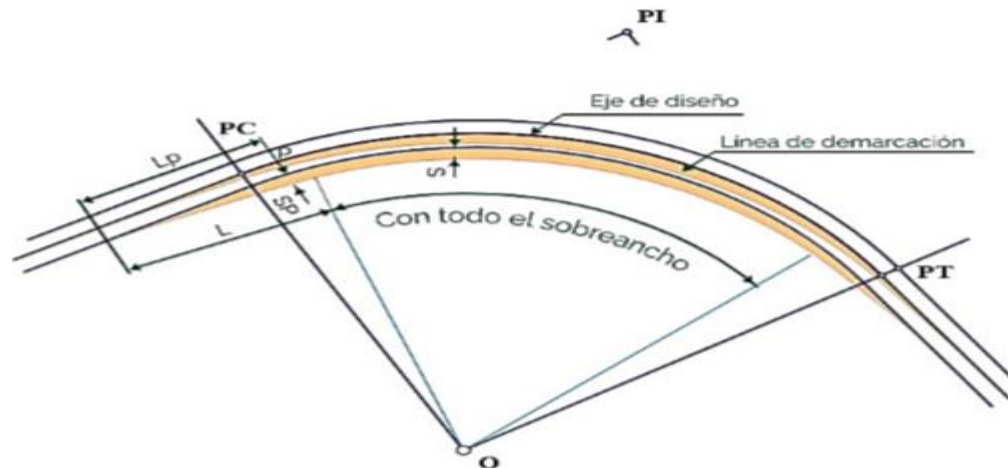
### 1.1.3.11.5.8 Sobrecancho en las Curvas

Es una longitud agregada de la superficie de rodadura de la carretera, viene a ser un adicional en las curvas para equilibrar el mayor espacio requerido por los vehículos. [55]

En curvas de radio pequeño y mediano, dependiendo del tipo de vehículos (livianos y pesados), se debe ensanchar la calzada con el objeto de asegurar espacios libres adecuados para cuando dos vehículos se crucen en calzadas bidireccionales o que se rebasan en carreteras unidireccionales y entre los vehículos y bordes de las calzadas.

La longitud normal para desarrollar el sobre ancho será de 40 m. Si la curva de transición es mayor o igual a 40 m, el inicio de la transición se ubicará 40 m, antes del principio de la curva circular. Si la curva de transición es menor de 40 m, el desarrollo del sobre ancho se ejecutará en la longitud de la curva de transición disponible. El desarrollo del sobre ancho se dará, por lo tanto, siempre dentro de la curva de transición, adoptando una variación lineal con el desarrollo y ubicándose el costado de la carretera que corresponde al interior de la curva. [57]

**Figura 30.** Desarrollo del sobreaancho



**Fuente:** Diseño Geométrico de Vías con Civil 3D, Carlos, González, Mario, Rincón, & Wilson, Vargas.

### 1.1.3.11.5.9 Radio Mínimo de Curvatura Horizontal

Son los valores topes de la curvatura para la velocidad diseñada, se relacionan con la sobreelevación máxima y la máxima fricción lateral escogida para el proyecto. Un auto pierde el control en una curva porque el peralte de o la sobreelevación de la curva no es suficiente para poder oponerse a la velocidad.

Un auto pierde el control en las curvas cuando aparece en el camino agua o arena sobre la sobre la capa de rodamiento. Cuando se usan radios más pequeños hacen que el diseño se vuelva incómodo para el conductor y no garantizan la adherencia de los neumáticos. [41]

Formula en los radios mínimos de curvatura horizontal:

$$R = V^2 / (127(e + f)) \quad \text{Ec.22}$$

Donde:

R= Radio mínimo de curva, en metros

e= Tasa de sobreelevación en fracción decimal

f= Factor de fricción lateral, (fuerza de fricción dividida por la masa perpendicular al pavimento).

V= Velocidad de diseño, en Km/h

**Tabla 25.** Valore mínimos recomendados para radio de curvatura

VELOCIDAD DE DISEÑO Km/h	f Máximo	RADIO MÍNIMO CALCULADO				RADIO MÍNIMO RECOMENDADO			
		10%	8%	6%	4%	10%	8%	6%	4%
20	0,350		7,32	7,58	5,08		18	20	20
25	0,315		12,48	13,12	13,66		20	25	25
30	0,284		19,47	20,50	21,67		25	30	30
35	0,255		25,79	30,62	32,70		30	36	35
40	0,221		41,88	44,65	48,27		42	45	50
45	0,206		55,75	59,94	64,82		68	60	65
50	0,190		72,91	78,74	86,96		75	80	90
60	0,165	106,97	115,70	128,98	138,28	110	120	130	140
70	0,150	154,55	157,75	185,73	203,67	180	170	185	205
80	0,140	209,97	229,98	251,97	279,97	210	230	255	280
90	0,134	272,58	298,04	328,70	300,55	275	300	330	370
100	0,130	342,36	374,95	414,42	463,16	350	375	415	465
110	0,124	475,34	467,04	517,80	550,95	430	470	520	585
120	0,120	615,39	568,93	529,92	708,86	520	570	630	710
Nota:		Se podrá usar un radio mínimo de 15 metros siempre y cuando se trate de: Aprovechar estructuras existentes Relieve difícil (escarpado) Caminos de bajo costo							

**Fuente:** Normas de Diseño Geométrico de Carreteras, Sergio, Navarro, 2011.

### 1.1.3.11.5.10 Distancia de Visibilidad

La visibilidad apropiada en una carretera es un elemento de vital importancia tanto para la seguridad de los usuarios como para la capacidad de esta, por lo tanto, se hace necesario estimar las distancias requeridas, que dependen básicamente de la velocidad

de diseño, y evaluar las obtenidas, luego de realizado el diseño geométrico, con el fin de tomar las medidas de control necesarias en caso que las obtenidas sean menores que las requeridas.

Es la longitud continua hacia adelante de la carretera, que es claramente evidente al conductor del vehículo para poder realizar maniobras que sea forzosamente a hacer o que decida efectuar. En diseño se consideran tres distancias de visibilidad:

- **Visibilidad de parada:** longitud mínima solicitada para que se detenga un vehículo que viaja a la velocidad de diseño, antes de llegar a un objeto que se encuentra en su trayecto. Está formada por la suma de dos distancias: La distancia recorrida por el vehículo desde el instante en que el conductor ve el objeto, hasta que coloca su pie en el pedal de freno y la distancia recorrida por el vehículo durante la aplicación de los frenos. A la primera se le llama distancia de reacción y a la segunda, distancia de frenado. [58]

**Distancia de visibilidad de parada o frenado.**

- Altura del ojo 1,15 m,
- Altura del objeto 0,15 m

Se calcula:

- Velocidad de diseño: 40 Km/h
- Velocidad de circulación: 35 Km/h tráfico bajo.

$$DVP = d1 + d2 \tag{Ec.23}$$

$$d1 = 0.7 * Vc \tag{Ec.24}$$

$$d2 = \frac{Vc^2}{254 * f} \tag{Ec.25}$$

$$DVP = 0.7 * Vc + \frac{Vc^2}{254 * f} \tag{E.26}$$

$$f = \frac{1.15}{Vc^{0.3}} \tag{Ec.27}$$

$$f = \frac{1.15}{40 (km-h)^{0.3}} = 0.3803$$

$$DVP = 0.7 * 40 \frac{40^2}{254 * 0.3803} = 44.56m$$

DVP asumido = 44.56m. = 45cm

Donde:

DVP: Distancia de visibilidad de parada

Dp: Distancia total del trayecto desde el tiempo de apreciación hasta cuando el vehículo se detiene.

d1: Distancia total del trayecto desde el tiempo de apreciación más reacción.

d2: Distancia de frenado sobre la calzada hasta detenerse.

Vc: Velocidad de circulación del vehículo, expresado en Km/h.

f: Tiempo de percepción más reacción, expresado en segundos (2,5 seg).

**Tabla 26.** Valores de distancia de visibilidad de parada para un vehículo

VALORES DE DISEÑO DE LAS DISTANCIAS DE VISIBILIDAD MÍNIMAS PARA PARADA DE UN VEHÍCULO (Metros)							
Criterio de Diseño: Pavimentos Mojados							
CLASE DE CARRETERAS	TPDA	VALOR RECOMENDADO			VALOR ABSOLUTO		
		L (Llano)	O (Ondulado)	M (Montañoso)	L (Llano)	O (Ondulado)	M (Montañoso)
RI ó RII (Autopista)	> 8000	220	180	135	180	135	110
I	3000 a 8000	180	160	110	160	110	70
II	1000 a 3000	160	135	90	135	110	55
III	300 a 1000	135	110	70	110	70	40
IV	100 a 300	110	70	55	70	35	25
V	< 100	70	55	40	55	35	25

**Fuente:** Normas de Diseño Geométrico de Carreteras, Sergio, Navarro, 2011.

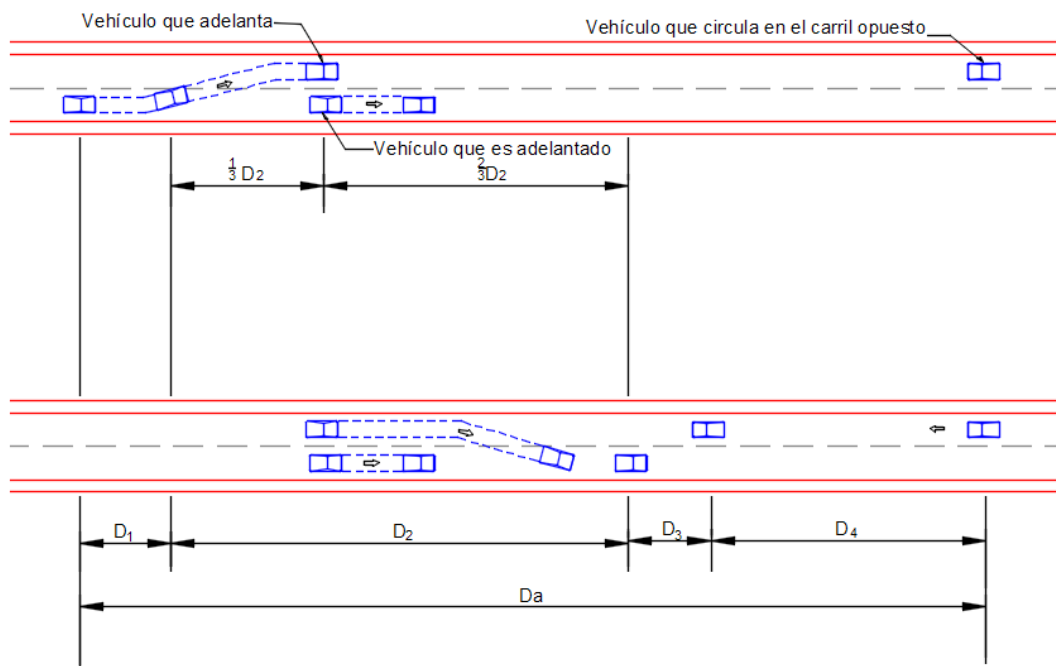
- **Visibilidad de adelantamiento:** Es la longitud continua de visibilidad de carretera que necesita un conductor para invadir el carril de sentido contrario, sobrepasar un vehículo lento que circula en el mismo sentido y regresar a su carril sin colisionar con un vehículo de sentido opuesto, asumiendo que este último es visto en el momento que se invade el carril de sentido contrario. Es la distancia mínima para ayudar al conductor a tener visibilidad al momento de adelantar a otro vehículo que viaja a velocidad 15 Km./h menor, con

comodidad y seguridad, sin causar alteración en la velocidad de un tercer vehículo que viaja en sentido contrario. [59]

La AASHTO formula las siguientes hipótesis para poder visualizar la distancia de adelantamiento:

1. Que el vehículo a cuál vamos a rebasar debe ir a velocidad uniforme
2. Que el vehículo que va a rebasar está obligado a circular a la misma velocidad que el vehículo que va delante del hasta llegar al tramo con suficiente visibilidad.
3. Que el vehículo que está rebasando debe disponer del tiempo necesario de observar que no venga otro vehículo en dirección contraria
4. Que el rebasamiento se lo haga acelerando durante toda la maniobra

**Figura 31.** Visibilidad de adelantamiento.



**Fuente:** Aplicación de la distancia de visibilidad de adelantamiento en carreteras, Beatriz, Pineda, 2019.



**Tabla 27.** Valores de distancia de visibilidad de rebasamiento para un vehículo

VALORES DE DISEÑO DE LAS DISTANCIAS DE VISIBILIDAD MÍNIMAS PARA EL REBASAMIENTO DE UN VEHÍCULO (Metros)							
CLASE DE CARRETERAS	TPDA	VALOR RECOMENDADO			VALOR ABSOLUTO		
		L (Llano)	O (Ondulado)	M (Montañoso)	L (Llano)	O (Ondulado)	M (Montañoso)
RI ó RII (Autopista)	> 8000	830	830	640	830	640	565
I	3000 a 8000	830	690	565	690	565	415
II	1000 a 3000	690	640	490	640	565	345
III	300 a 1000	640	565	415	565	415	270
IV	100 a 300	480	290	210	290	150	110
V	< 100	290	210	150	210	150	110

**Fuente:** Normas de Diseño Geométrico de Carreteras, Sergio, Navarro, 2011.

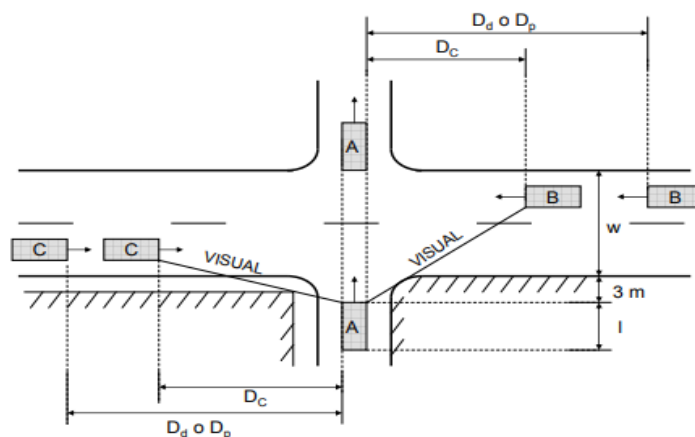
- **Visibilidad para cruzar una carretera:**

Es la distancia apreciada por el conductor de un vehículo para poder pasar a otra vía que cruza su trayecto, medida a lo largo de la carretera atravesada. [60]

Estará sujeta a las siguientes condiciones:

- El conductor de un vehículo debe tener visibilidad de apreciación para poder ver si otro vehículo se aproxima a cruzar la vía.
- El conductor de un vehículo que va a cruzar la vía ve al vehículo que se aproxima.

**Figura 32.** Visibilidad de cruce



**Fuente:** “Norma 3.1-IC Trazado, de la Instrucción de Carreteras, Ana, Pastor, 2016.

### 1.1.3.11.6 Diseño Vertical

Es la proyección del eje real o espacial de la vía sobre una superficie vertical paralela al mismo. Debido a este paralelismo, dicha proyección mostrará la longitud real del eje de la vía. A este eje también se le denomina rasante o sub-rasante. Es el conjunto de líneas rectas enlazadas por arcos verticales parabólicos, cuyo perfil longitudinal conforma la rasante. [61]

#### 1.1.3.11.6.1 Gradiente

Tasa de subida o bajada con respecto a la distancia horizontal; tangente del ángulo con la horizontal, normalmente expresada en porcentaje. Por lo general es la inclinación que tiene la rasante en función de la topografía y del volumen de tránsito previsto del proyecto, evitar pendientes pronunciadas y mantenerse con valores bajos de velocidades de circulación. [62]

##### 1.1.3.11.6.1.1 Gradientes Máximas

Es el valor máximo que puede tener una pendiente en el diseño de un proyecto vial, el cual dependerá mucho de la topografía y la demanda que el uso de la misma se lo requiera, tomando siempre en cuenta la seguridad de circulación de vehículos pesados, considerando las peores condiciones de la capa de rodadura.

**Tabla 28.** Valores de las gradientes longitudinales máxima

VALORES DE DISEÑO DE LAS GRADIENTES LONGITUDINALES MÁXIMAS (Porcentaje)							
CLASE DE CARRETERAS	TPDA	VALOR RECOMENDADO			VALOR ABSOLUTO		
		L (Llano)	O (Ondulado)	M (Montañoso)	L (Llano)	O (Ondulado)	M (Montañoso)
RI ó RII (Autopista)	> 8000	2	3	4	3	4	6
I	3000 a 8000	3	4	6	3	5	7
II	1000 a 3000	3	4	7	4	6	8
III	300 a 1000	4	6	7	6	7	9
IV	100 a 300	5	6	8	6	8	12
V	< 100	5	6	8	6	8	14

**Fuente:** Normas de Diseño Geométrico de Carreteras, Sergio, Navarro, 2011.

### 1.1.3.11.6.1.2 Gradientes Mínimas

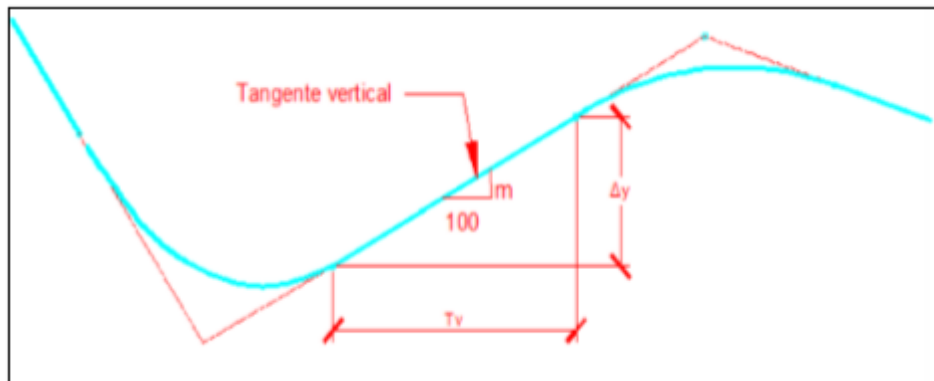
Es el valor mínimo que permite el paso del agua, es decir 0.5% y según la AASHTO, se tiene una pendiente de 0.3%. La gradiente longitudinal mínima es de 0.5%. Se puede adoptar una gradiente de 0% para el caso de rellenos de 1m de altura o más. [25]

### 1.1.3.11.6.2 Tangentes verticales

Están caracterizadas por su longitud y su pendiente sobre un plano vertical, están limitadas por dos curvas sucesivas. Para propósitos del diseño vial, las pendientes deben limitarse dentro de un rango.

$T_v$ : es la distancia medida horizontalmente entre el final de la curva anterior y el inicio de la siguiente. [49]

**Figura 33.** Tangente vertical intermedia mínima



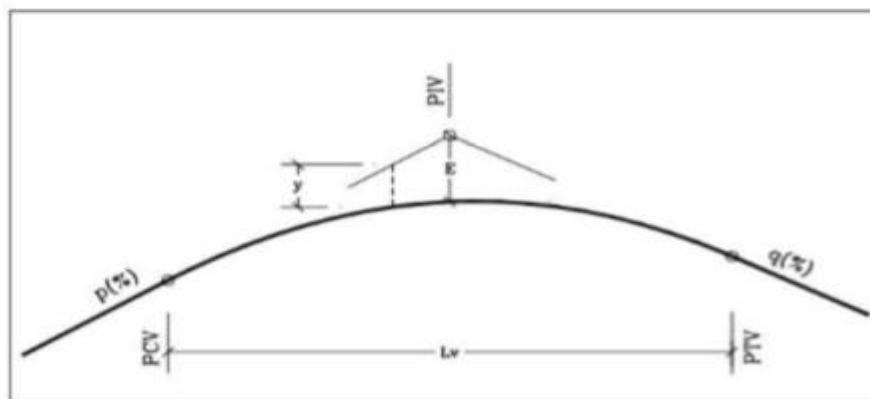
**Fuente:** Diseño geométrico de carreteras, James, Cárdenas, 2013.

### 1.1.3.11.6.3 Curvas verticales

En el perfil o alineamiento vertical de una carretera, los alineamientos rectos se unen por medio de curvas para proporcionar comodidad a los vehículos en su marcha. Generalmente se usan las parábolas de eje vertical, como curva de transición pues con ellas se obtienen efectos graduales de la fuerza centrífuga en el plano vertical. Las curvas verticales se usan para no tener una zona completamente aguda que se forma con 2 tramos de la rasante de diferentes pendientes, para tal efecto se usa las curvas verticales parabólicas. Las curvas verticales Es un elemento del diseño en perfil, el

cual nos permite el enlace de dos tangentes verticales consecutivas, que en su longitud existe un cambio gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la pendiente de la tangente de salida, para asegurar una circulación segura, con un drenaje adecuado y confortable para el conductor.

**Figura 34.** Elementos de una curva vertical



**Fuente:** Estudio de una carretera método topográfico, José, Torres, 2014.

**Donde:**

PIV: Punto de intersección de las tangentes verticales.

PCV: Punto de inicio de la curva vertical.

PTV: Punto de término de la curva vertical.

E: External, es la distancia vertical comprendida entre el PIV y la curva.

$L_v$ : Longitud de la curva vertical.

$p$ : Pendiente inicial, expresada en porcentaje.

$q$ : Pendiente final, expresada en porcentaje.

CL $_v$ : Distancia horizontal comprendida entre el PCV y el PTV.

$y$ : Ordenada del punto P de la curva vertical.

x: Distancia horizontal del PCV al punto P de la curva.

Resumen del procedimiento para el cálculo de una curva vertical: [63]

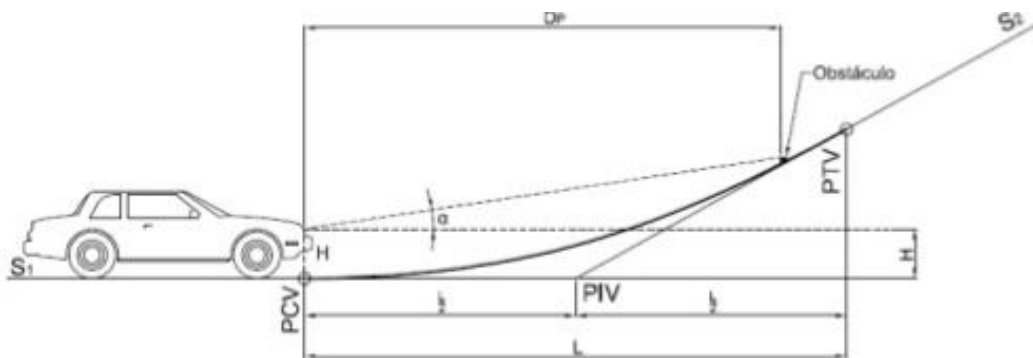
$$p(\%) = \frac{\text{Distancia - Vertical}(DV)}{\text{Distancia - Horizontal}(DH)} \times 100$$

Ec.28

### 1.1.3.11.6.3.1 Curvas verticales cóncavas

Por cuestiones de seguridad es indispensable y necesario que las curvas verticales cóncavas sean lo suficientemente largas por motivos de seguridad, para que las luces de los faros que se acerca sean aproximadamente igual a la distancia de visibilidad necesaria para la parada de un vehículo. También debe tomarse en cuenta la distancia de visibilidad nocturna, comodidad en la marcha, control de drenaje y el alineamiento vertical. [25]

**Figura 35.** Elementos para determinar la longitud mínima de una curva vertical cóncava según el criterio de seguridad



**Fuente:** Diseño Geométrico de vías, Henry, Martínez, 2013.

La longitud de la curva cóncava se puede calcular mediante la siguiente fórmula: [61]

$$L = \frac{A \cdot S^2}{122 + 3.5 \cdot S} \quad \text{Ec.29}$$

Donde:

L: Longitud de curva vertical convexa, expresada en metros.

A: Diferencia de gradientes, expresada en porcentaje.

S: Distancia de visibilidad de parada, expresada en metros.

Simplificándola se expresa así:

$$L = K \cdot A$$

**Tabla 29.** Valores de coeficientes de K para curvas verticales cóncavas mínimas

<u>Clase de Carretera</u>					<u>Valor Recomendable</u>			<u>Valor Absoluto</u>		
					<u>L</u>	<u>O</u>	<u>M</u>	<u>L</u>	<u>O</u>	<u>M</u>
R—I <sub>o</sub>	R—II	>	8.000	TPDA	115	80	43	80	43	28
1	3.000	a	8.000	TPDA	80	60	28	60	28	12
II	1.000	a	3.000	TPDA	60	43	19	43	28	7
III	300	a	1.000	TPDA	43	28	12	28	12	4
IV	100	a	300	TPDA	28	12	7	12	3	2
V	Menos de		100	TPDA	12	7	4	7	3	2

**Fuente:** Normas de Diseño Geométrico de Carreteras, Sergio, Navarro, 2011.

### 1.1.3.11.6.3.2 Curvas verticales convexas

La longitud de las curvas verticales debe tener un criterio claro de:

- **visibilidad de parada de un vehículo:** se determina en base a los requerimientos de la distancia de visibilidad para parada de un vehículo, considerando una altura del ojo del conductor de 1,15 metros y una altura del objeto que se divisa sobre la carretera igual a 0,15. [61]
- **Seguridad:** la longitud mínima convexa debe tener un criterio de seguridad expresada con la siguiente ecuación:

$$L_{min} = \frac{Ax(Dp)^2}{658} \quad \text{Ec.30}$$

En donde:

$L_{min}$ : Long mínima de la curva

$A$ : diferencia algebraica de gradiente en %

$D_p$ : distancia de visibilidad de parada, asociada a la velocidad específica de la curva vertical  $V_{cv}$ , en metros

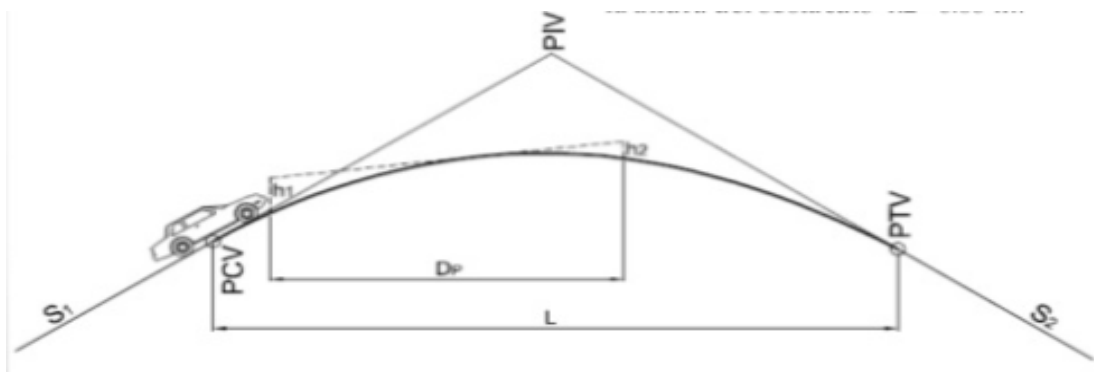
$h_1$ : altura del ojo del conductor, en metro;  $h_1 = 1,08m$

$h_2$ : Altura del obstáculo, en metros.  $h_2 = 0.60m$

$D_p < L_{min}$

- **Operación:** evitar que el conductor tenga la impresión de un cambio brusco de pendiente;  $L_{min} = 0.6 * V_{cv}$   
 $V_{cv}$  = velocidad específica de la curva vertical, expresada en km/h  
 $L_{min}$  = longitud mínima según el criterio de operación en metros
- **Drenaje:** se debe evitar longitudes extremadamente largas para evitar que la parte central resulte muy plana y dificulte el recorrido del agua. [61]

**Figura 36.** Elementos para determinar la longitud mínima de una curva vertical convexa según el criterio de seguridad



**Fuente:** Diseño Geométrico de vías, Henry, Martínez, 2013.

Esta longitud se expresa por la siguiente fórmula:

$$L = \frac{A * S^2}{122 + 3.5 * S}$$

**Donde:**

L: Longitud de curva vertical convexa, expresada en metros.

A: Diferencia de gradientes, expresada en porcentaje.

S: Distancia de visibilidad de parada, expresada en metros.

Simplificándola se expresa así:

$$L=K*A$$

**Tabla 30.** Valores de coeficientes de K para curvas verticales convexas mínimas

Velocidad de diseño kph	Distancia de Visibilidad para Parada-"s" (metros)	Coeficiente $K=S^2/426$	
		Calculado	Redondeado
20	20	0,94	1
25	25	1,47	2
30	30	2,11	2
35	35	2,88	3
40	40	3,76	4
45	50	5,87	6
50	55	7,1	7
60	70	11,5	12
70	90	19,01	19
80	110	28,4	28
90	135	42,78	43
100	160	60,09	60
110	180	76,06	80
120	220	113,62	115

**Fuente:** Normas de Diseño Geométrico de Carreteras, Sergio, Navarro, 2011.

**Tabla 31.** Valores mínimos de diseño del coeficiente K para la determinación de la longitud de curvas verticales convexas mínimas.

Clase de Carretera					Valor Recomendable			Valor Absoluto		
					L	O	M	L	O	M
R—Io	R—II	>	8.000	TPDA	115	80	43	80	43	28
1	3.000	a	8.000	TPDA	80	60	28	60	28	12
II	1.000	a	3.000	TPDA	60	43	19	43	28	7
III	300	a	1.000	TPDA	43	28	12	28	12	4
IV	100	a	300	TPDA	28	12	7	12	3	2
V	Menos de		100	TPDA	12	7	4	7	3	2

**Fuente:** Normas de Diseño Geométrico de Carreteras, Sergio, Navarro, 2011.



L = Terreno llano.

O = Terreno ondulado.

M = Terreno montañoso

Y la longitud mínima absoluta se expresa así:

$$L_{min}=0.6*V$$

V es la velocidad de diseño, expresada en km/h

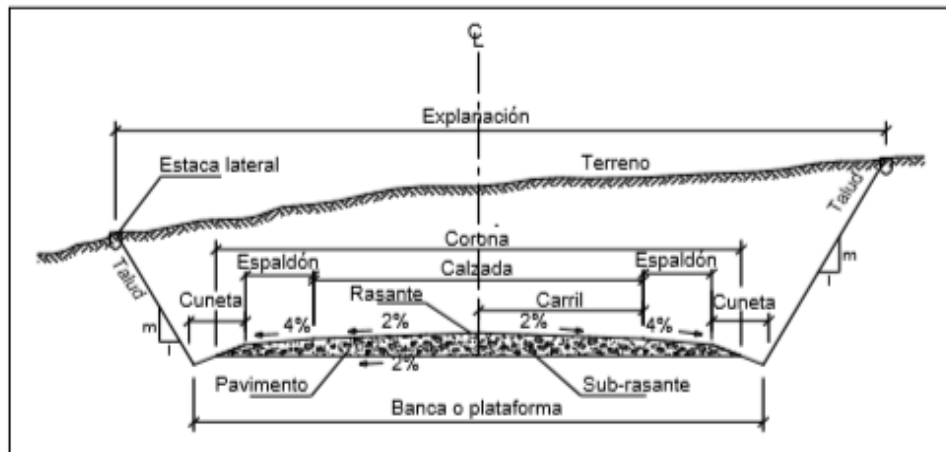
#### **1.1.3.11.6.4 Sección transversal**

La sección transversal de una carretera en un punto de ésta, es un corte vertical normal al alineamiento horizontal, el cual permite definir la disposición y dimensiones de los elementos que forman la carretera en el punto correspondiente a cada sección y su relación con el terreno natural. De esta manera se podrá fijar la rasante y el ancho de la faja que ocupará la futura carretera, y así estimar las áreas y volúmenes de tierra a mover. Las secciones transversales en un proyecto de carreteras se toman en cada una de las estacas determinadas en el plano de planta. En el dibujo de la sección transversal debe de indicarse la altura de corte y/o relleno, las áreas de corte y/o relleno, asimismo indicar el número de estaca y su cota. El diseño de la sección transversal típica a desarrollarse para una carretera depende casi exclusivamente del volumen de tráfico y del terreno, así como de la velocidad de diseño para la carretera, hay que tomar en cuenta la comodidad para el conductor y los gastos de mantenimiento. El ancho de la sección transversal típica está constituido por: [48]

- Taludes: Son las superficies laterales inclinadas que limitan la explanación. Si la sección es en corte, el talud empieza enseguida de la cuneta. Si la sección es en terraplén, el talud se inicia en el borde de la berma.
- Pavimento: Es la base horizontal de una construcción que sirve de apoyo a las personas, animales, mobiliario o vehículo; (madera, piedra, cerámica, concreto, etc.)
- Espaldones: Barrera de contención para resistir el empuje de las tierras o las aguas.
- Calzadas: Zona de la vía destinada a la circulación de vehículos. La calzada presenta 1 o más franjas separadas por una señalización llamados carriles.

- Bombeo: El drenaje de un pavimento depende tanto de la pendiente transversal o bombeo, como de su pendiente longitudinal. En rasantes a nivel o casi a nivel, tales como los que se encuentran en trazos en las planicies de la costa, así como en las curvas verticales cóncavas, el agua que cae sobre el pavimento se esparce en ángulo recto con respecto al eje central del camino, hacia los taludes y cunetas.
- Cunetas: Son canales abiertos construidos lateralmente a lo largo de la carretera, con el propósito de conducirlos escurrimientos superficiales y sub-superficiales procedentes de la plataforma vial, taludes y áreas adyacentes a fin de proteger la estructura del pavimento. La sección transversal puede ser triangular, trapezoidal o rectangular.
- Cunetas de coronación: Son canales que se construyen para desviar el agua que se escurre sobre la superficie y consecuentemente para evitar la erosión del terreno, especialmente en zonas de mucha pendiente o donde se ha efectuado el corte del terreno para la instalación de alguna estructura unidad de captación, reservorio.
- Derecho de vía: Es una parte del suelo, de propiedad privada, que tiene un uso limitado por una reglamentación de carácter local o nacional.

**Figura 37.** Sección típica de una vía



**Fuente:** Normas de Diseño Geométrico de Carreteras, Sergio, Navarro, 2011.

**Tabla 32.** Valores de Bombeo

<b>BOMBEO</b>			
<b>CLASE DE CARRETERAS</b>	<b>TPDA</b>	<b>TIPO DE SUPERFICIE</b>	<b>GRADIENTE TRANSVERSAL (%)</b>
RI ó RII (Autopista)	> 8000	Alto grado estructural: concreto asfáltico u hormigón	1,5 - 2
I	3000 a 8000	Alto grado estructural: concreto asfáltico u hormigón	1,5 - 2
II	1000 a 3000	Grado estructural intermedio	2
III	300 a 1000	Bajo grado estructural: doble tratamiento superficial bituminoso D.T.S.B.	2
IV	100 a 300	Grava de D.T.S.B.	2,5 - 4*
V	< 100	Grava, empedrado, tierra	4
* Para caminos vecinales tipo 5 y 5E			

**Fuente:** Normas de Diseño Geométrico de Carreteras, Sergio, Navarro, 2011.

## Calzada

Parte de la vía destinada a la circulación de vehículos. Formado por cierto número de carriles. Conocida también como superficie de rodamiento, esta es la zona destinada para el tránsito vehicular, de una forma cómoda y segura; es así que esta calzada por lo general tiene que estar afirmada o pavimentada, dependiendo del tipo de carretera, puede estar dividida en una o más franjas longitudinales denominados carriles.

**Tabla 33.** Anchos de calzada

<b>VALORES PARA ANCHOS DE CALZADA</b>			
<b>CLASE DE CARRETERAS</b>	<b>TPDA</b>	<b>ANCHO DE CALZADA (m)</b>	
		<b>RECOMENDADO</b>	<b>ABSOLUTO</b>
RI ó RII (Autopista)	> 8000	7,30	7,30
I	3000 a 8000	7,30	7,30
II	1000 a 3000	7,30	6,50
III	300 a 1000	6,70	6,00
IV	100 a 300	6,00	6,00
V	< 100	4,00	4,00

**Fuente:** Normas de Diseño Geométrico de Carreteras, Sergio, Navarro, 2011.

## Carril

Banda longitudinal en que se divide la calzada y cuya anchura permite la circulación holgada de un automóvil (que no sea motocicleta). No es necesario que estén delimitados por líneas. Tiene una característica principal y es el de dividir la calzada

con líneas longitudinales después de la señalización y con el ancho suficiente como para dar comodidad a la circulación vehicular. [64]

### **Cuneta**

Las cunetas desaguan a los cauces naturales o a las obras de desagüe. En la elección de la sección transversal de una cuneta, influyen consideraciones de seguridad y de facilidad de conservación, además de las consideraciones de drenaje. Las más corrientes son las secciones tipo V (triangular), tipo T (trapezoidal) o reducida (con paredes verticales), etc. Es el sector de la sección transversal dispuesto para recoger y conducir el agua proveniente de las precipitaciones pluviales, que caen sobre la obra básica; evitando de cierta manera, inundaciones o acumulación de agua en la calzada. [65]

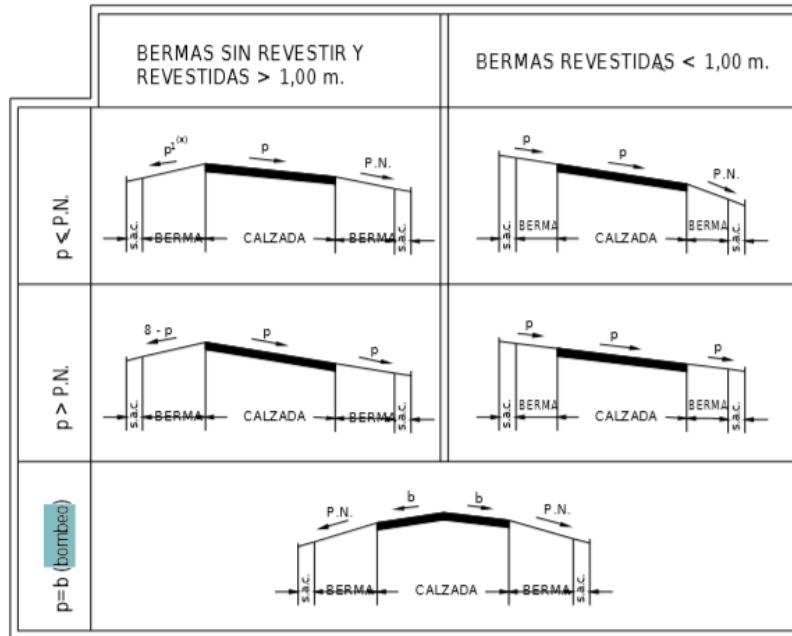
### **Corona**

Parte de un corredor vial conformado por los carriles de circulación, separadores, banquetas y cunetas. Se la define como la superficie superior de la carretera, que es el resultado de la unión de las bermas y la calzada. [66]

### **Berma o Espaldón**

Es el sector de la sección transversal, que limita con la calzada y el inicio de las cunetas; técnicamente se lo diseña entre otras cosas, para mejorar la capacidad de la carretera, ubicar la señalización de la vía, estacionar vehículos accidentados, estacionar equipo caminero, etc.

**Figura 38.** Berma o espaldón



(\*) Si  $0 < p < 8 - P.N.$ ;  $p' = P.N.$     Si  $8 - P.N. < p < 8$ ;  $p' = 8 - p$

**Fuente:** Normas DG. Caminos I, Eddy, Scipion, 2016.

**Tabla 34.** Superficie de las bermas

Superficie de las bermas	Pendientes transversales mínimas de las bermas	
	Pendiente normal (PN)	Pendiente especial
Pavimento o tratamiento	4%	0% (2)
Grava	4%-6% (1)	
césped	8%	

**Fuente:** Normas DG. Caminos I, Eddy, Scipion, 2016.

- (1) Se deberá usar cualquiera de estos valores dependiendo de la zona pluviométrica en la que se encuentre, mientras las precipitaciones sean más intensas, el valor a utilizar será más alto.
- (2) Cuando el peralte de la curva es igual a 8% y la berma exterior. [51]

**Tabla 35.** Anchos de espaldones

VALORES DE DISEÑO PARA EL ANCHO DE ESPALDONES (Metros)							
CLASE DE CARRETERAS	TPDA	Ancho de Espaldones (m)					
		VALOR RECOMENDADO			VALOR ABSOLUTO		
		L (Llano)	O (Ondulado)	M (Montañoso)	L (Llano)	O (Ondulado)	M (Montañoso)
		1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
RI ó RII (Autopista)	> 8000	3,0*	3,0*	2,5*	3	3,0*	2,0*
I	3000 a 8000	2,5*	2,5*	2,0*	2,5**	2,0**	1,5**
II	1000 a 3000	2,5*	2,5*	1,5*	2,5	2	1,5
III	300 a 1000	2,0**	1,5**	1,0*	1,5	1	0,5
IV	100 a 300	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
V	< 100	Una parte del soporte lateral está incorporado en el ancho de la superficie de rodadura (no se considera el espaldón como tal)					
* El valor 1,2 es la medida del espaldón interior de cada calzada y la otra es para el espaldón exterior. Ambos espaldones se deben pavimentar con concreto asfáltico.							
** Se recomienda que el espaldón deba pavimentarse con el mismo material de la capa de rodadura del camino.							

**Fuente:** Normas de Diseño Geométrico de Carreteras, Sergio, Navarro, 2011.

## Bombeo

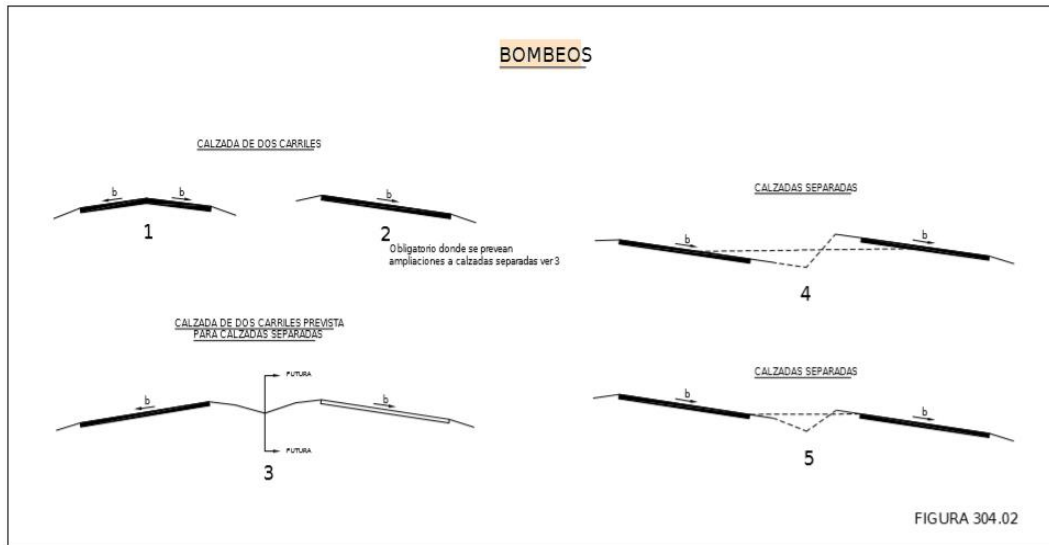
Es la inclinación que se da en ambos lados del camino. En una vía de dos carriles de circulación y en secciones en tangente el bombeo debe tener un 2% de pendiente desde el eje del camino hasta el hombro correspondiente, en las secciones en curvas la pendiente transversal ocurre sin discontinuidad, desde el hombro más elevado al más bajo. En las carreteras con pavimento rígido el bombeo puede ser un poco menor, del orden de 1.5%. Tiene como objetivo por objeto facilitar el deslizamiento superficial del agua. Esta pequeña inclinación se la realiza en los bordes de la calzada. [67]

**Tabla 36.** Bombeo de la calzada

Tipo de Superficie	Bombeo (%)	
	Precipitación < 500 mm/año	Precipitación > 500 mm/año
Pavimento Superior	2.0	2.5
Tratamiento Superficial	2.5(*)	2.5 – 3.0
Afirmado	3.0 – 3.5 (*)	3.0 – 4.0

**Fuente:** Normas DG. Caminos I, Eddy, Scipion, 2016.

**Figura 39.** Bombeo de la calzada



**Fuente:** Normas DG. Caminos I, Eddy, Scipion, 2016.

**Tabla 37.** Anchos de espaldones

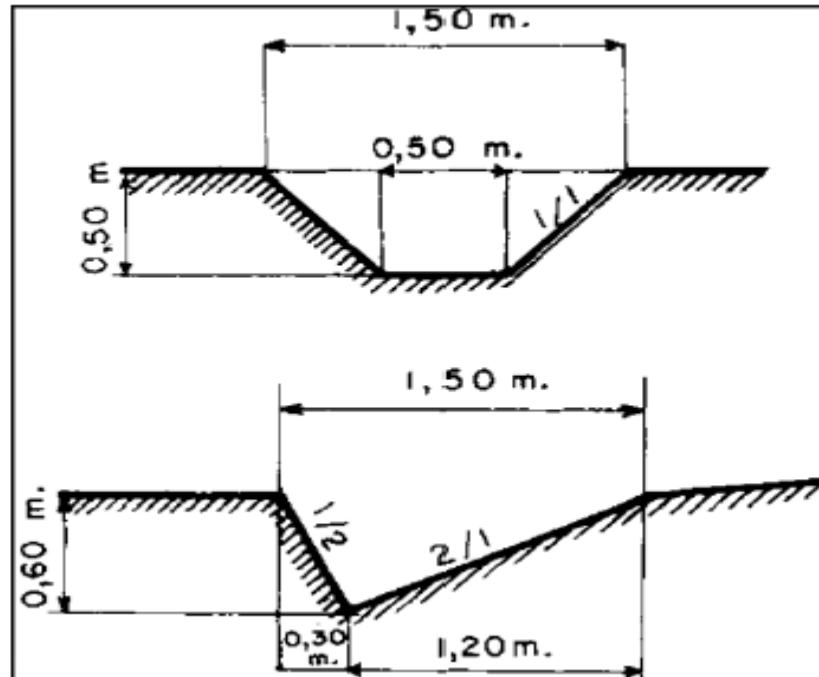
<b>BOMBEO</b>			
<b>CLASE DE CARRETERAS</b>	<b>TPDA</b>	<b>TIPO DE SUPERFICIE</b>	<b>GRADIENTE TRANSVERSAL (%)</b>
RI ó RII (Autopista)	> 8000	Alto grado estructural: concreto asfáltico u hormigón	1,5 - 2
I	3000 a 8000	Alto grado estructural: concreto asfáltico u hormigón	1,5 - 2
II	1000 a 3000	Grado estructural intermedio	2
III	300 a 1000	Bajo grado estructural: doble tratamiento superficial bituminoso D.T.S.B.	2
IV	100 a 300	Grava de D.T.S.B.	2,5 - 4*
V	< 100	Grava, empedrado, tierra	4
* Para caminos vecinales tipo 5 y 5E			

**Fuente:** Normas de Diseño Geométrico de Carreteras, Sergio, Navarro, 2011.

### Alcantarilla

Las alcantarillas son conductos de drenaje de longitud corta, ubicados en las intersecciones de la red natural de drenaje (quebradas, arroyos, ríos) con las redes de transporte (carreteras, caminos, vías de ferrocarril, etc.). Las alcantarillas son mucho más pequeñas que los puentes; por consiguiente, hay un mayor número de ellas. También conocidas como obras de cruce o drenaje transversal, tiene como objetivo desviar el agua de la vía de forma rápida y técnica con la finalidad de que este cruce de un lado a otro. [68]

Figura 40. Dimensiones típicas de una cuneta



Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras, Sergio, Navarro, 2011.

a). **CAÑÓN.** - es la parte principal de la estructura, es la que forma el canal de la alcantarilla.

b). **MUROS DE CABEZA.** - impiden que los alrededores del cañón se erosiones además que evita que el terraplén penetre hacia el canal y lo tapone. Según la forma del cañón las alcantarillas pueden ser:

- a) De Tubo.
- b) De Cajón
- c) De Bóveda

### Movimientos de Tierras

Las cotas de proyecto de las obras de pavimentación establecen la necesidad de modificar el perfil natural del suelo, siendo necesario en algunos casos rebajar dichas cotas es decir realizar un corte o excavación , y en otros casos elevarlas es decir relleno o terraplén. [69]



Se entiende por Movimiento de Tierras al conjunto de actuaciones a realizarse en un terreno para la ejecución de una obra. Dicho conjunto de actuaciones puede realizarse en forma manual o en forma mecánica. Previo al inicio de cualquier actuación, se deben efectuar los Trabajos de Replanteo, prever los accesos para maquinaria, camiones, rampa, etc. También se puede decir que es el conjunto de operaciones que se realizan en un terreno natural con el fin de modificar su forma para poder ser aprovechable en la ejecución de obras públicas, industriales o edificaciones. [70]

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivo General**

Realizar un estudio de prefactibilidad del desarrollo geométrico de la vía – Piedad cita-estero hondo contemplado desde la abscisa 3400 hasta la abscisa 6800 perteneciente al cantón Pangua provincia de Cotopaxi.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Realizar el levantamiento topográfico del estado actual de la vía
- Determinar el Trafico promedio diario anual (TPDA) actual y futuro
- Diseñar las características geométricas de la vía, obras de arte sección típica (curvas, contracurvas, peraltes, etc.)
- Realizar el estudio de suelos mediante los ensayos de granulometría, límites de consistencia, proctor, CBR
- Diseñar la estructura del pavimento utilizando el método AASHTO
- Determinar el presupuesto referencial del paquete estructural

## **CAPÍTULO II**

### **METODOLOGÍA**

#### **2.1 Materiales y equipos**

Para realizar el presente proyecto técnico recurrimos a la utilización de los siguientes equipos y materiales:

##### **2.1.1 Materiales**

###### **Estacas de madera**

Se usaron estacas de eucalipto de 5x5x50 cm, para indicar los puntos de localización en el terreno,

###### **Clavos de acero**

Se los colocan en el centro de la parte superior de la estaca de control, los cuales nos ayudan a marcar el punto más preciso para su georreferenciación con el equipo de levantamiento topográfico.

###### **Martillo o combo**

Se lo usa para fijar las estacas de control en la superficie del levantamiento que estamos realizando además de ayudar a la colocación de los clavos en la superficie de la estaca,

###### **Pintura**

Se utilizará para tener una mejor visualización cuando usemos el dron ya que será un punto llamativo por el color de la pintura (amarilla) y así poder diferenciar los puntos de control.

## **Diana**

Es una herramienta que nos sirve de referencia para que el dron se pueda guiar con una mejor visualización, esta herramienta de topografía tiene una forma de cruz y se la coloca en la estaca del punto de control con una dimensión de 1.00x1.00m.

## **Libreta de apuntes**

Es un material fundamental para poder seguir tomando nota de todos los datos del levantamiento, así como coordenadas, nombre de las localidades, medidas de anchos de la vía, instituciones, nombre del sector, pasos de agua y puntos de referencia, etc.

### **2.1.2 Equipos**

#### **Computadora**

Maquina electrónica fundamental para procesar e interpretar los resultados en torno a los determinados datos obtenidos con los equipos topográficos y sus respectivos planos del levantamiento del proyecto, con las siguientes características:

DESKTOP-JH42NIP Dell, compatibilidad con entrada táctil con 10 puntos táctiles, procesador Intel(R) Core (TM) i5-5200U CPU @2.20GHz 2.20GHz, MEMORIA RAM 6.00 GB, sistema operativo de 64 bits, procesador x64.

#### **GPS Garmin e Trex 20x**

Es un sistema mundial de navegación compuesto por satélites que orbitan la tierra, los cuales son puntos de referencia para el cálculo de posiciones de puntos u objetos sobre la superficie de la tierra mediante la triangulación y con una precisión considerable. Dichos sistemas trabajan 24 horas al día sin importar las condiciones de tiempo.

Equipo con pantalla TFT de 65.000 colores de 2.2" compatible con WAAS, que admite Hotfix y GLONASS, mapa base mundial con relieves sombreados, resistente al agua

con una precisión de  $\pm 3\text{m}$ , viene con brújula electrónica de tres ejes con inclinación compensada, contiene un altímetro barométrico para posicionar alturas con gran precisión, [71]

## **Drone**

Son pequeños aparatos voladores no tripulados y que pueden ser controlados en forma remota. Los drones pueden ser usados en infinidad de tareas que el humano no puede o no quiere realizar, o simplemente son demasiado peligrosas como la exploración o la limpieza de residuos tóxicos, y como no podía ser de otro modo, para fines bélicos. Para el presente proyecto técnico debido a las condiciones topográficas de la zona y el difícil acceso con estación total, se utilizó el drone DJI Mavic Pro 2, que posee una cámara de 12.7 megapíxeles capaz de tomar fotografías en FHD (4000x3000) y grabar video en 4K (3840x2160). Tiene una autonomía de batería de 27 minutos, alcanzar una altura de 150 a 200m y un alcance de hasta 13km en condiciones óptimas, por lo que prestó las condiciones óptimas para el trabajo realizado. [72]

## **Sistema Trimble GNSS R10**

Este es un equipo de alta precisión utilizado en la topografía de campo, permitirá al topógrafo recopilar datos con una precisión de centímetros indefinidamente después que se pierda la conexión con su base o red VRS, puede llegar a puntos inaccesibles y reduce el tiempo de medición. El firmware incorporado ofrece una compensación automática de hasta 15 grados de inclinación y mayor precisión en cualquier lugar.

El software de campo Trimble Access proporciona flujos de trabajo especializados y personalizados para que las tareas de topografía sean más rápidas y fáciles al tiempo que permite a los equipos comunicar información vital entre el campo y la oficina en tiempo real. [73]

### **Trípode topográfico**

Proporciona el soporte a la base de equipo Trimble R10, el mismo que tiene que ser fijado al terreno y nivelado correctamente.

### **Radios comunicadores**

Esencial para mantener la comunicación entre el operador de la base del equipo Trimble R10 y el que operador del equipo móvil R10 a largas distancias.

### **Cinta métrica**

Se utilizó una cinta de 30 metros, para realizar mediciones periódicas del ancho de faja y ancho de calzada.

### **Flexómetro**

Ayudo en la medición de la altura existente entre la estaca de referencia y el equipo R10 fijo.

## **2.2 Métodos**

### **Análisis de Campo**

La metodología planteada para el presente proyecto tiene por finalidad realizar un análisis visual del sitio y a su vez poder conversar con los moradores del sector para poder tomar en cuenta cuáles son sus necesidades, la misma que nos ayudara a nosotros para poder aportar a la mejora de la calidad de la infraestructura vial, la misma que a su vez garantice al conductor circular en condiciones de seguridad y comodidad, bajo criterios que permitan garantizar un óptimo nivel de servicio.

## Investigación bibliográfica

Para poder realizar una investigación bien estructurada se emplearán aportes nacionales e internacionales, avalados como libros, revistas, tesis, artículos científicos, normas y reglamentos relacionados al diseño geométrico de vías, los mismos que serán debidamente citados al final de este proyecto para autentificar su autoría.

### 2.2.1 Ubicación del Proyecto

#### 2.2.1.1 Ubicación macro del proyecto

La República del Ecuador se halla situada en la costa noroccidental de América del Sur, en la zona tórrida del continente americano. La parte continental está ubicada entre los paralelos  $01^{\circ}30'$  N y  $03^{\circ}23.5'$  S y los meridianos  $75^{\circ}12'$  W y  $81^{\circ}00'$  W. Al territorio nacional le atraviesa la línea ecuatorial, precisamente 22 Km al N de la ciudad de Quito, que es su capital. Es un país continental con preponderancia marítima, pero con un desarrollo de más de 1200 Km de costas, sin contar con el Archipiélago de Galápagos e islas continentales. [74]

Posee cuatro regiones que son: costa, sierra, oriente y región insular; y sus límites son al norte: Colombia, al sur y al este: Perú, y al oeste: El Océano Pacífico.

**Figura 41.** Ubicación Macro del proyecto



**Fuente:** Información General de la República del Ecuador, María, Carmona, 2012.

### 2.2.1.2 Ubicación Meso del Proyecto

La Provincia de Cotopaxi se halla localizada en la región interandina norte, conformada por 7 cantones, su población llega casi a los 300.000 habitantes de los cuales 100.000 son urbanos y 200.000 son rurales, con clima templado entre 12 y 17°C. Tiene una extensión de 6.109 km<sup>2</sup> y sus límites son al norte: las provincias de Pichincha y Santo Domingo de los Tsáchilas, al sur: las provincias de Tungurahua y Bolívar, al este: la provincia de Napo y al oeste: la provincia de Los Ríos; su menor altitud va desde los 90 msnm en la Parroquia de Moraspungo del Cantón Pangua y asciende hasta los 4.448 msnm en la Cordillera Occidental en el sector de la comunidad Apagua, por estas razones la provincia de Cotopaxi posee gran diversidad de flora y fauna al contar con el clima tropical y el clima frío y templado. Está conformada por siete cantones: Latacunga, Pujilí, Salcedo, La Maná, Pangua, Sigchos y Saquisilí. [75]

Figura 42. Ubicación Meso del proyecto



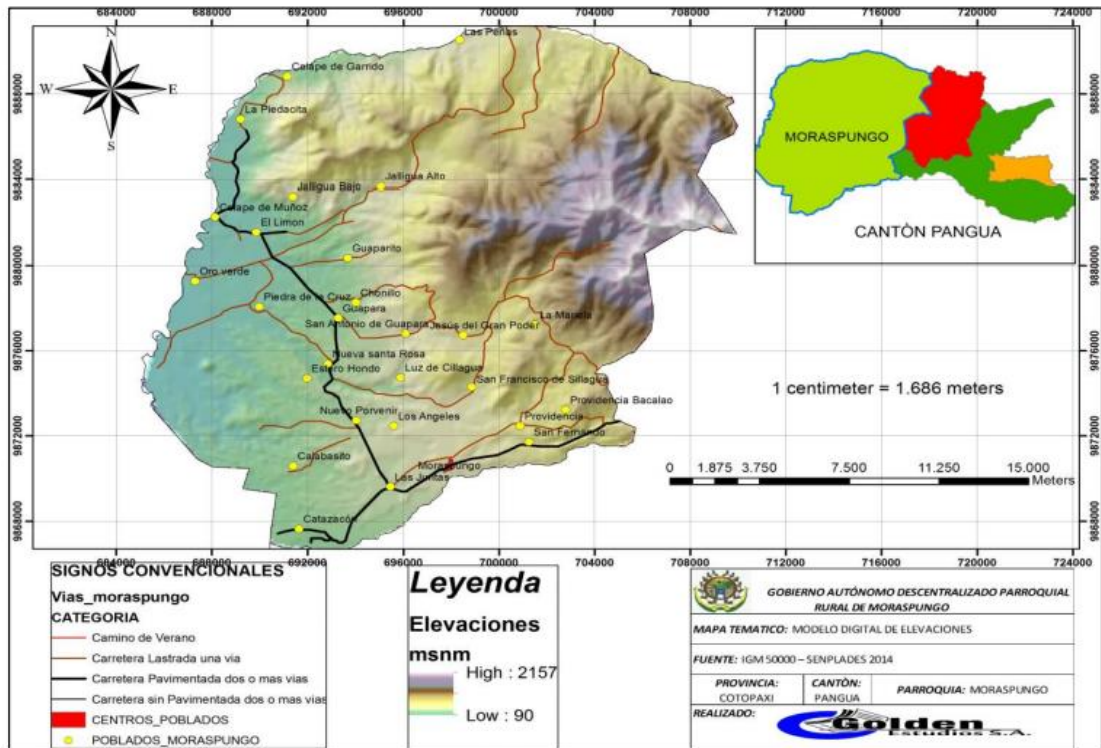
Fuente: Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia San Francisco de Mulaló, GADPR MULALÓ, 2019.

### 2.2.1.3 Ubicación Micro el Proyecto

El presente diseño geométrico vial se ubica en la parroquia de Moraspungo del Cantón Pangua, Provincia de Cotopaxi, tiene una superficie de 410 km<sup>2</sup>, Entre los 90 y 2157 msnm, Latitud 1° 10' S - Longitud 79° 12' O y sus límites son al Norte: los cantones

La Mana de la provincia de Cotopaxi y Quevedo, provincia de Los Ríos Al Sur: las parroquias San Luis de Pambil y Facundo Vela del cantón Guaranda Al Este: las parroquias El Corazón y Ramón Campaña Al Oeste: el cantón Quinsaloma provincia Los Ríos.

**Figura 43.** Ubicación Micro del proyecto



**Fuente:** Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Moraspungo del Cantón Pangua, provincia de Cotopaxi, Jorge, Lombeida, 2015.

La parroquia Moraspungo actualmente cuenta con 54 recintos que son: Balcón del Cerro, Colinas de Dios, Tres Esteros, Chuquiraguas, Dos de Noviembre, El Deseo, Punta Brava, Los Laureles, Las Peñas, San Francisco de las Peñas, Valle Alto, La Envidia, Calope de Garrido, Piedadcita, Estero de Damas, Calope de Muñoz, El Limón, Isabel María, Jalligua Alto, Esperanza de Jalligua, Guaparita, Guapara, San Antonio de Guapara, Jesús del Gran Poder, Bella Vista, El Rosal, Santa Rosa Baja, Piedra de la Cruz, Santa Rosa Alta, Estero Hondo, Nuevo Porvenir, El Guabo, La Lorenita, Luz de Sillagua, Los Ángeles, San Miguel de Sillagua, San Francisco de Sillagua, Luz de Pangua, Punta de Calabí, Nueva Victoria, Las Juntas, La Nueva Unión, Catazación, Cristo Resucitado, Calabico, Libertadores de Sillagua, Sillagua Guaparita-La Unión, Providencia Baja, Providencia Alta, San Fernando, Palo Seco,



San José de Sillagua, Miradores de Sillagua y Moraspungo: entre la piedadcita y el recinto estero hondo se encuentra el tramo de vía de nuestro proyecto. [76]

### Ubicación Geográfica del Proyecto

El proyecto técnico a realizarse se encuentra ubicado entre las abscisas km 3+400 – 6+800, del tramo de vía Piedadcita-Estero hondo. La ubicación geográfica de las abscisas del presente proyecto se muestra a continuación en la siguiente tabla.

**Tabla 38.** Ubicación geográfica del proyecto

<b>TRAMO II</b>			
<b>PUNTOS</b>	<b>ESTE(X)</b>	<b>NORTE(Y)</b>	<b>COTA (m.s.n.m)</b>
<b>PTO 1</b>	689984.195	9887415.681	199.889
<b>PTO 2</b>	689940.679	9887484.028	204.124
<b>PTO 3</b>	693600.934	9889932.925	206.261
<b>PTO 4</b>	693539.238	9889864.881	213.291

Fuente: Luis Santiago Torres,2020.

### Relieve

La topografía de la parroquia de Moraspungo es literalmente homogéneo como también un notable equilibrio topográfico su altitud oscila entre los 90 y la elevación que más resalta se encuentra a 2157 msnm, su rango de pendiente va desde el 12 % y 30 % con lo que se lo cataloga como micro relieve. En la zona surgen materiales de origen volcánico y rocas basálticas y lava que forman relieves un poco más homogéneos y un poco bajos.

### Orografía

La mayor parte de la zona, es prácticamente plana con ligeras pendientes y con pocos derrumbes, pero inversamente susceptible a inundaciones. [76]

**Tabla 39.** Rangos de pendientes

PORCENTAJE	DESCRIPCIÓN
0 – 5%;	Denominada planicie
>5 – 12%;	Denominada ondulado
>12 – 25%;	Denominada inclinado
>25 – 50%;	Denominada escarpado
>50 – 70%;	Denominada muy escarpado
> de 70%;	Denominada precipicio

**Fuente:** PDyOT Pangua 2015 – Cartas Geológicas 100000 – IGM

## **Clima**

Las condiciones atmosféricas que caracteriza a la parroquia de Moraspungo está dentro de la clasificación como Templado Clima Subtropical con una Temperatura Entre 15 y 27 0c, La gradiente altitudinal guarda una relación directa con la temperatura: al nivel del mar el promedio anual es 25°C y de allí en adelante disminuye aproximadamente 0,5°C por cada 100 m de elevación.

Existe un clima variado en el tramo de nuestro proyecto ya que en el sector en donde se encuentra las localidades de la cabecera **parroquial, Moraspungo**, Luz de Pangua, Cristo Resucitado, La Providencia, por el sur; Calope de Garrido, Punta Brava, La **Piedacita**, Chuquiragua, El Deseo, El tipo de clima **Tropical Mega térmico Húmedo**, es un clima que se lo puede encontrar en provincias como Esmeraldas y la provincia del Guayas, es así que la parroquia Moraspungo se encuentra en esta zona con este tipo de clima mencionado, en cambio el siguiente tramo de nuestro proyecto la comunidades que cuentan con este tipo de clima son La Nueva Unión, Catazacón, Las Juntas, La Nueva Aurora, Nueva Victoria, Nuevo Porvenir, Calabucito, El Guabo, **Estero Hondo**, San Ignacio, etc. Estos tienen un promedio de 24 grados centígrados y es el clima **tipo tropical Mega térmico Semi-húmedo**, es un clima de región costera, con un valor anual de precipitación comprendido entre los 500 y los 1000 mm, en los meses de diciembre a mayo. [76]

**Tabla 40.** Descripción de la Información Climática.

TEMPERATURA		
Rango de Temperatura oC	Porcentaje (%)	Localidades
24 - 26	44,50	Calabacita, Guapara, Nuevo Porvenir, Isabel María
22 - 24	40,50	Moraspungo, Jesús del Gran Poder, El Deseo
20 - 22	15,00	Sillagua Guaparita la Unión
Total	100,00	

Fuente: PDyOT Pangua 2015 – Cartas Geológicas 100000 – IGM

**Tabla 41.** Descripción de la Información Climática

TIPOS DE CLIMAS		
NOMBRE	PORCENTAJE	LOCALIDADES
Tropical Mega térmico Húmedo	75,37	Moraspungo, Sillagua Guaparita la Unión, Jesús del Gran Poder, Isabel María, La Piedadcita, El Deseo
Tropical Mega térmico SemiHúmedo	24,63	Calabacita, Nuevo, Porvenir, Guapara.
TOTAL		=100.00

Fuente: PDyOT Pangua 2015 – Cartas Geológicas 100000 – IGM

### **Economía**

La economía de la parroquia de Moraspungo se basa en algunas actividades representativas agricultura, ganadería y la actividad pecuaria, posee terrenos extensos ideales para el desarrollo de plantas frutales, la Palma Africana, cacao, plátano, son tierras, en constante incorporación de material vegetativo lo cual en esta zona existe una gran dinamización de la economía por su comercio constante y cercanía a la carretera interprovincial E25.

La población económicamente activa que genera economía en la parroquia 4.888 personas, de las cuales el mayor porcentaje 87,60% labora en la agricultura, silvicultura, caza y pesca, un segundo grupo con 10,23% de personas que no declara

su actividad, el tercer grupo que sigue en importancia con un 4,90% es la población ocupada en el sector público, un cuarto grupo con 4,47% es la población ocupada en comercio al por mayor y menor, y un último grupo con 3,03% de población ocupada en manufactura.

### **Agricultura y Ganadería**

La parroquia Moraspungo posee suelos aptos para estas actividades, la mayor parte del área de los terrenos son planos con pendientes de 12 a 20 grados, y con clima subtropical, por lo tanto, prestan un excelente estado para una variedad de cultivos, además se distinguen dos zonas de producción baja y media que corresponden a comunidades de acuerdo a la altitud.

Las principales razas de ganado vacuno son criollo y Mestizo, la mayor producción es de ganado de carne se extrae principalmente en la ciudad de Santo Domingo, los ganaderos venden sus animales en la plaza de Moraspungo y algunos comerciantes van a comprar en las fincas, la mayoría de ganado es llevado a la provincia del Guayas para su consumo.

**Tabla 42.** Producción agrícola

<b>CULTIVO</b>	<b>SUPERFICIE PLANTADA</b>	<b>SUPERFICIE COSECHADA</b>	<b>TM/HA</b>	<b>TM</b>
Banano	989,45	860,82	35,2	30.300,92
Cacao	898,45	5.502,25	0,51	2.806,15
Café	8465,00	3.692,80	0,21	775,49
Caña de azúcar	5.770,00	1.200,00	65,4	78.840,00
Maracuyá	1.200,00	46,28	6,5	300,82
Naranja	55,28	2.106,72	1,16	2.443,80
Palma africana	958,19	661,15	11,2	7.404,89
Plátano	5.889,00	3.827,85	4,7	17.990,90
Yuca	568	465	4,8	2.232,00
Maíz duro	740	680	3,5	2.380,00
<b>total</b>	<b>27406,92</b>	<b>19042,87</b>	<b>113,18</b>	<b>145474,97</b>

**Fuente:** PDyOT Pangua 2015 – Cartas Geológicas 100000 – IGM

## **Factores Productivos**

El porcentaje más representativo es utilizado para las actividades agrícolas, pecuarias forestales y bosque nativo, Cultivos permanentes, Cultivos transitorios, Pastos cultivados, Pastos naturales, Bosque nativo, lo que significa que la mayor parte de la tierra es suelo cultivable ideal para la producción agropecuaria. [76]

## **La pesca**

Los pobladores que se dedican a esta actividad la mayor parte lo realizan de forma manual, los pescadores tienen fechas establecidas en épocas determinadas, esta actividad simplemente se la realiza para abastecer a las familias para su consumo mas no para ser comercializados.

## **Explotación extractiva**

No existe ningún control para esta actividad, con lo que se obtiene material para la construcción en los ríos calope ubicada entre la Mana y ventanas.

## **Actividad de explotación de madera**

La mayor parte de esta actividad se la hace de forma ilegal, ya sea por los nativos de la zona para ampliar su zona agrícola y también por parte de las industrias madereras que tienen sus plantaciones en esos sectores

### **2.2.2 Plan de Recolección de datos**

La actividad a realizarse para el presente proyecto implica en elaborar un plan detallado y un orden de todos los procedimientos con la finalidad de que nos proporcione facilidad y un grado de autenticidad de nuestras hipótesis.

### **2.2.3 Plan de Procesamiento de datos**

1. Encontrar el punto de inicio de trabajo, colocar una estaca y un clavo en su centro para plantar el R10 y georeferenciar el punto inicial.

### **2.2.4 Análisis de la información**

Cuando se haya logrado una conclusión de nuestro estudio, se realizará un análisis comparativo con la norma de MTOP para luego establecer un resultado final del proyecto que a su vez deberán estar relacionadas con los objetivos anteriormente planteados.

## **CAPITULO III**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **3.1 Análisis y Discusión de los Resultados**

##### **3.1.1 Levantamiento Topográfico realizado con Drone**

El levantamiento se realizó en etapas, primero se realizó con la antena GPS Leica GS08 PLUS, para iniciar el referenciación de los puntos, se ubicaron estacas de madera en el inicio del proyecto y a cada kilómetro hasta el fin del levantamiento del proyecto, después se colocaron las “dianas” precisamente en el punto de su centro para facilitar la ayuda del drone desde el aire. Los puntos que se colocaron en la vía existente tratando de buscar un área despejada de casas o vegetación. Los datos del levantamiento con el drone se pueden visualizar en el Anexo A.

##### **3.1.2 Conteo Vehicular**

Para determinar el volumen de tráfico TPDA de nuestro proyecto Se llevaron a cabo conteos de los diferentes tipos de vehículos, en lo cual los clasificamos en livianos, buses y pesados. (Anexo #3), el conteo manual se lo realizo durante un periodo de siete días: durante 12 horas en un intervalo de 15 min, dichos resultados se detallan a continuación 30ava hora:

El conteo se realizó en ambos sentidos de circulación y la estación de conteo manual fue entre la piedadcita y Calope de Garrido en las abscisas 3+400 – 6+800.

Según el MTOP nos dice que debe sr manual el conteo del tráfico durante 7 días continuos. Así que el conteo se lo realizó en la abscisa km 3+400 perteneciente a la vía piedadcita

**Tabla 43. Volumen de vehículos del día de mayor concentración**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO														
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA														
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL														
PROYECCIÓN DEL TPDA (TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL)														
UBICACIÓN: PIEDADCITA Y CALOPE DE GARRIDO														
ABSCISA: Km+3400 a Km 6+800														
FECHA: LUNES 7 DE OCTUBRE DEL 2020														
REALIZADO POR: LUIS SANTIAGO TORRES LÓPEZ														
Hora	Livianos			Buses			camiones dos ejes			Camiones			vehículos/1 5min	Total acumulado
	Automóviles	camionetas	Motos	Livianos	Medianos	Pesados	Livianos	Medianos	Tres ejes	>tres ejes	otros			
6:00 - 6:15	3	8	9	3	3	3	4	0	0	0	0	0	33	
6:15 - 6:30	2	5	6	0	0	1	2	0	0	0	0	0	16	
06:30 - 06:45	2	3	5	2	1	1	3	1	0	0	0	0	18	
06:45-7:00	3	3	1	2	1	1	2	1	0	0	0	0	14	81
07:00 - 07:15	1	0	0	2	0	1	4	1	0	0	0	0	9	57
07:15 - 07:30	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	43
07:30-07:45	0	0	0	2	2	2	0	0	0	0	0	0	6	31
07:45-08:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
08:00-08:15	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	4	12
08:15-08:30	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	3	13
08:30-08:45	0	0	0	2	0	4	0	0	0	0	0	0	6	13
08:45-09:00	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	4	17
09:00-09:15	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	3	16
09:15-09:30	0	0	1	2	0	0	0	1	0	0	0	0	4	17
09:30-09:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
10:00-10:15	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	3	10
10:15-10:30	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	5	12
10:30-10:45	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4	12
10:45-11:00	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	13
11:15-11:30	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	3	13
11:30-11:45	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3	11
11:45-12:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
12:00-12:15	0	0	1	2	0	0	0	1	0	0	0	0	4	10
12:15-12:30	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	3	10
12:30-12:45	1	1	1	1	0	0	0	3	0	0	0	0	7	14
12:45-13:00	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	16
13:15-13:30	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	4	16
13:30-13:45	0	1	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	4	17
13:45-14:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
14:00-14:15	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	4	12
14:15-14:30	2	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	5	13
14:30-14:45	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	4	13
14:45-15:00	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	14
15:15-15:30	0	0	1	2	0	0	2	0	0	0	0	0	5	15
15:30-15:45	0	0	0	2	0	1	0	1	0	0	0	0	4	14
16:00-16:15	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	12
16:15-16:30	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	3	14
16:30-16:45	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	11
16:45-17:00	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4	11
17:15-17:30	1	0	1	0	0	0	1	2	0	0	0	0	5	14
17:30-17:45	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	14
17:45-18:00	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	16
Total	27	22	34	45	8	19	36	20	0	0	0	0	211	672

Fuente: Luis Santiago Torres López, 2020.



El día de mayor tráfico vehicular fue el día lunes 12 de Octubre del 2020 con un total de 211 vehículos, obteniendo como hora pico de 6:00-7:00

**Tabla 44.** Volumen Vehicular por día

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL UBICACIÓN: PIEDADICITA Y CALOPE DE GARRIDO ABSCISA: Km 3+400 a Km 6+800 FECHA: OCTUBRE DEL 2020												
Día	Livianos			Buses			Camiones 2 ejes		Camiones			Total vehículos/15min
	Automóviles	Camionetas	Motos	Livianos	Medianos	Pesados	livianos	medianos	3 ejes	>3 ejes	Otros	
Lunes	27	22	34	45	8	19	36	20	0	0	0	211
Martes	11	33	25	8	28	5	10	0	0	0	0	120
Miércoles	11	15	13	20	24	7	10	8	0	0	0	110
Jueves	10	40	15	10	20	12	20	48	0	0	0	175
Viernes	30	18	15	25	15	5	2	4	0	0	0	114
Sábado	29	35	7	5	3	6	10	0	0	0	0	95
Domingo	26	14	11	4	6	8	7	2	0	1	0	78
TOTAL	144	177	120	112	104	62	95	82	0	1	0	880

**Fuente:** Luis Santiago Torres López,2020.

**Tabla 45.** Volumen Vehicular en la hora pico

Hora	Livianos			Buses			camiones dos ejes		Camiones			total vehículos/15 min
	Automóviles	camionetas	Motos	Livianos	Medianos	Pesados	Livianos	Medianos	Tres ejes	>tres ejes	otros	
6:00 - 6:15	3	8	9	3	3	3	4	0	0	0	0	33
6:15 - 6:30	2	5	6	0	0	1	2	0	0	0	0	16
06:30 - 06:45	2	3	5	2	1	1	3	1	0	0	0	18
06:45- 7:00	3	3	1	2	1	1	2	1	0	0	0	14

**Fuente:** Luis Santiago Torres López,2020.

Durante la hora pico el volumen de tráfico es de 81 vehículos, con este valor procedemos a calcular el factor de máxima demanda.

**Donde:**

FHMD: Factor horario de máxima demanda.

VHMD: Volumen horario de máxima demanda.

Q<sub>máx</sub>: Flujo vehicular máximo en periodos de 15 minutos.

$$FMHD = \frac{VMHD}{4 * QMax} \quad \text{Ec.31}$$

$$FMHD = \frac{81}{4 * 33}$$

$$FMHD = 0.613$$

### Determinación del Tráfico Actual (TPDA)

Después de haber calculado el valor del FMHD, procedemos a calcular el volumen horario de proyecto (VHP), usando el método de la 30va hora.

Donde:

VHP: Volumen de vehículo durante la hora pico

FHP: Factor de la hora pico

k: Porcentaje de la 30va hora de diseño.

TPDA

$$TPDA(actual) = \frac{VHP * FHP}{k} \quad \text{Ec.32}$$

$$TPDA(actual) = \frac{50 * 1}{0.15} = 333 \text{ livianos/día}$$

$$TPDA(actual) = \frac{18 * 1}{0.15} = 120 \text{ buses /día}$$

$$TPDA(actual) = \frac{13 * 1}{0.15} = 87 \text{ camiones /día}$$

$$TPDA(Actual Total) = 540$$

### **Determinación del Tráfico Generado (Tg)**

Utilizamos la formula Ec. 6, que según la norma del MTOP establece un valor del 20% del TPDA actual.

$$Tg = 20\% * TPDA_{actual} \quad \text{Ec.33}$$

$$Tg = 0.20 * 333 = 67 \text{ livianos}$$

$$Tg = 0.20 * 120 = 24 \text{ buses}$$

$$Tg = 0.20 * 87 = 17 \text{ camiones}$$

$$Tg(Total) = 108$$

### **Determinación del Tráfico Atraído (Tat)**

Calcularemos el tráfico atraído mediante la fórmula del MTOP que establece que será el 10% del TPDA. Mediante la

$$Tat = 10\% * TPDA_{actual} \quad \text{Ec. 34}$$

$$Tat = 0.10 * 333 = 33 \text{ livianos}$$

$$Tat = 0.10 * 120 = 12 \text{ buses}$$

$$Tat = 0.10 * 87 = 9 \text{ camiones}$$

$$Tat(Total) = 54$$

### **Determinación del Tráfico Desarrollado (Tdes)**

Calcularemos el tráfico atraído mediante la fórmula del MTOP que establece que será el 5% del TPDA.

$$Td = 5\% * TPDA_{actual}$$

$$Tat = 0.05 * 333 = 17 \text{ livianos}$$

$$Tat = 0.05 * 120 = 6 \text{ buses}$$

$$Tat = 0.05 * 87 = 4 \text{ camiones}$$

$$Tat(Total) = 27$$

### Determinación del Tráfico Aproximado (T<sub>aprox</sub>)

$$TPDA_{aproximado} = Ta + Tg + Tat + Td$$

$$Tat = 333 + 67 + 33 + 17 = 450 \text{ livianos}$$

$$Tat = 120 + 24 + 12 + 6 = 162 \text{ buses}$$

$$Tat = 87 + 17 + 9 + 4 = 117 \text{ camiones}$$

Tabla 46. Tránsito promedio diario Anual aproximado

Tipo de Vehículo	TODO	TPDA Generado	TPDA Atraído	TPDA Desarrollado	TPDA Aproximado
Livianos	333	67	33	17	450
Buses	120	24	12	6	162
Camiones	87	17	9	4	117
<b>TPDA Total</b>	<b>540</b>	<b>108</b>	<b>54</b>	<b>27</b>	<b>729</b>

Fuente: Luis Santiago Torres López, 2020.

### Determinación del Tráfico Futuro (T<sub>f</sub>)

Determinamos el tráfico futuro utilizando la formula Ec.37

$$Tf = Ta * (1 + i)^n$$

**Donde:**

**T<sub>f</sub>** = Tráfico futuro

**T<sub>a</sub>** = Tráfico actual

**n** = Número de años proyectados

**i** = Tasa de crecimiento del tráfico

**Tabla 47.** Tasa de crecimiento del tráfico

Tasas de crecimiento anual del tráfico (%)				
TIPOS DE VEHÍCULOS	PERIODO			
	2015-2020	2020-2025	2025-2030	2035-2040
LIVIANOS	4.47	3.97	3.57	3.25
BUSES	2.22	1.97	1.78	1.62
PESADOS	2.18	1.94	1.74	1.58

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras, Sergio, Navarro,2011.

El tráfico futuro para el año 2021 será igual: Ec.1

$$Tf = Ta * (1 + i)^n$$

$$Tf = 540 * (1 + 3.25\%)^{20} = 854 \text{ livianos/ día}$$

$$Tf = 162 * (1 + 1.62\%)^{20} = 223 \text{ buses / día}$$

$$Tf = 117 * (1 + 1.58\%)^{20} = 160 \text{ camiones / día}$$

$$Tf = 87 \text{ vehiculos por día}$$

**Tabla 48.** Trafico futuro

VEHÍCULOS	UNIDADES	PORCENTAJE
Livianos	854	69%
Buses	223	18%
Camiones	159	13%
<b>Total</b>	<b>1236</b>	<b>100%</b>

Fuente: Luis Santiago Torres López,2020

El tráfico futuro está compuesto de un 69% de vehículos livianos, 18% de buses, y un 13% de camiones.

**Tabla 49.** Clasificación funcional de las vías por el TPDA

Función	Categoría de la vía		TPDA Esperado
CORREDOR ARTERIAL	R-I- o R-II	(Tipo)	>8000
	I	Todos	3000-8000
	II	Todos	1000-3000
COLECTORA	III	Todos	300-1000
	IV	5.5E,6 y 7	100-300
VECINAL	V	4y4E	<100

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras, Sergio, Navarro,2011.

Después de haber realizado los cálculos respectivos se obtuvo un valor de tránsito futuro de 1237 vehículos/día para un periodo de 20 años, de acuerdo a MTOP 2003 clasifica a la vía como COLECTORA CLASE III.

**Tabla 50.** Tráfico Futuro.

AÑO	n	% TASA DE CRECIMIENTO			TPDA FUTURO= $Ta*(1+i)^n$			TPDA TOTAL
		LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	
2020	0	3,97%	1,97%	1,94%	450	162	117	729
2021	1	3,57%	1,78%	1,74%	468	165	119	752
2022	2	3,57%	1,78%	1,74%	482	168	121	771
2023	3	3,57%	1,78%	1,74%	500	171	123	794
2024	4	3,57%	1,78%	1,74%	518	174	125	817
2025	5	3,57%	1,78%	1,74%	536	177	128	841
2026	6	3,57%	1,78%	1,74%	555	180	130	865
2027	7	3,25%	1,62%	1,58%	563	181	131	875
2028	8	3,25%	1,62%	1,58%	581	184	133	898
2029	9	3,25%	1,62%	1,58%	600	187	135	922
2030	10	3,25%	1,62%	1,58%	620	190	137	947
2031	11	3,25%	1,62%	1,58%	640	193	139	972
2032	12	3,25%	1,62%	1,58%	661	196	141	998
2033	13	3,25%	1,62%	1,58%	682	200	143	1025
2034	14	3,25%	1,62%	1,58%	704	203	146	1053
2035	15	3,25%	1,62%	1,58%	727	206	148	1081
2036	16	3,25%	1,62%	1,58%	751	209	150	1110
2037	17	3,25%	1,62%	1,58%	775	213	153	1141
2038	18	3,25%	1,62%	1,58%	800	216	155	1171
2039	19	3,25%	1,62%	1,58%	826	220	158	1204
2040	20	3,25%	1,62%	1,58%	853	223	160	1236

**Fuente:** Luis Santiago Torres López, 2020.

Para nuestro proyecto, el valor del tráfico proyectado es para un período de diseño de 20 años, el cual es de 1236 vehículos/día, según la Norma de Diseño Geométrico del MTOP – 2003.

### 3.2.3 Estudio de Suelos

Para nuestro proyecto realizamos la extracción de 4 muestras de suelo mediante calicatas: en el K 3+400, K 4+400, K 5+400, K, K+6400, mediante calicatas las cuales trasladamos al laboratorio para realizar sus respectivos ensayos, obteniendo los siguientes resultados citados en el anexo C.

Para realizar el estudio de suelo necesario para este proyecto se realizó bajo el siguiente procedimiento:

- Se tomaron muestras aproximadamente cada kilómetro obteniendo la primera muestra en la abscisa K 3+400, intentando sacar la muestra en la mitad de nuestra vía.
- Se debe extraer la superficie vegetal del terreno y después de ello se hace una calicata de 50cm de profundidad.
- Se tomará el suelo alterado extraído para realizar los ensayos: granulometría, límite de consistencia, CBR, contenido de humedad y Proctor modificado.

Terminado los ensayos, se obtuvieron los siguientes datos:

**Tabla 51.** Ubicación de muestras

MUESTRA	M1	M2	M3	M4	PROFUNDIDAD
ABSCISA	3+400	4+400	5+400	6+400	0.50m

**Fuente:** Luis Santiago Torres López,2020.

**Tabla 52.** Resultados de ensayo de granulometría

MUESTRA	Km 3+400	Km 4+400	Km 5+400	Km 6+400
Clasificación SUCS	Arena	Arena	Arena	Arena
	Arcilla	Limosa	Arcilla	Limosa
	Limosa		Limosa	

**Fuente:** Luis Santiago Torres López,2020.

**Tabla 53.** Contenido de Humedad

<b>MUESTRA</b>	<b>Km 3+400</b>	<b>Km 4+400</b>	<b>Km 5+400</b>	<b>Km 6+400</b>
<b>% de humedad</b>	<b>30.6</b>	<b>49.8</b>	<b>29.2</b>	<b>27.5</b>

Fuente: Luis Santiago Torres López,2020.

**Tabla 54.** Compactación del proctor

<b>MUESTRA</b>	<b>Km 3+400</b>	<b>Km 4+400</b>	<b>Km 5+400</b>	<b>Km 6+400</b>
<b>Densidad seca máxima (gr/cm3)</b>	<b>1.468</b>	<b>1.510</b>	<b>1.430</b>	<b>1.340</b>
<b>Humedad óptima %</b>	<b>30.40</b>	<b>28.80</b>	<b>33.00</b>	<b>27.70</b>

Fuente: Luis Santiago Torres López,2020.

**Tabla 55.** Resultados CBR puntual

<b>MUESTRA</b>	<b>Km 3+400</b>	<b>Km 4+400</b>	<b>Km 5+400</b>	<b>Km 6+400</b>
<b>CBR %</b>	<b>18</b>	<b>18,6</b>	<b>20</b>	<b>20,2</b>

Fuente: Luis Santiago Torres López,2020.

En las conclusiones de los ensayos realizados para límites de Atterbeg, solamente se pudieron obtener los resultados del límite líquido en las cuatro muestras, que por la consistencia del suelo que es ARENA ARCILLOSA y el límite plástico solo se logró determinar en la muestra M4 (K 6+400), como se muestran en los resultados finales:

**Tabla 56.** Resultados límites Atterbeg.

<b>MUESTRA</b>	<b>Km 3+400</b>	<b>Km 4+400</b>	<b>Km 5+400</b>	<b>Km 6+400</b>
<b>Límite líquido %</b>	<b>30.6</b>	<b>49.8</b>	<b>29.2</b>	<b>27.5</b>
<b>Límite plástico %</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>23.32</b>
<b>Índice plástico %</b>	<b>NP</b>	<b>NP</b>	<b>NP</b>	<b>7.88</b>

Fuente: Luis Santiago Torres López,2020.



### 3.2.3.1 Determinación del CBR

En función al número de ejes equivalentes que fue de 226209, se utilizó un valor de percentil de 75%.

**Tabla 57.** Límites para selección de CBR de diseño.

<b>LÍMITES PARA LA SELECCIÓN DE RESISTENCIA</b>	
Número de ejes equivalentes en el carril de diseño	Percentil de diseño CBR %
< 10000	60
10000 – 1000000	75
>1000000	87,5

**Fuente:** Pavimentos: Materiales, construcción y diseño, Fredy, Reyes; Hugo, Rondón,2015.

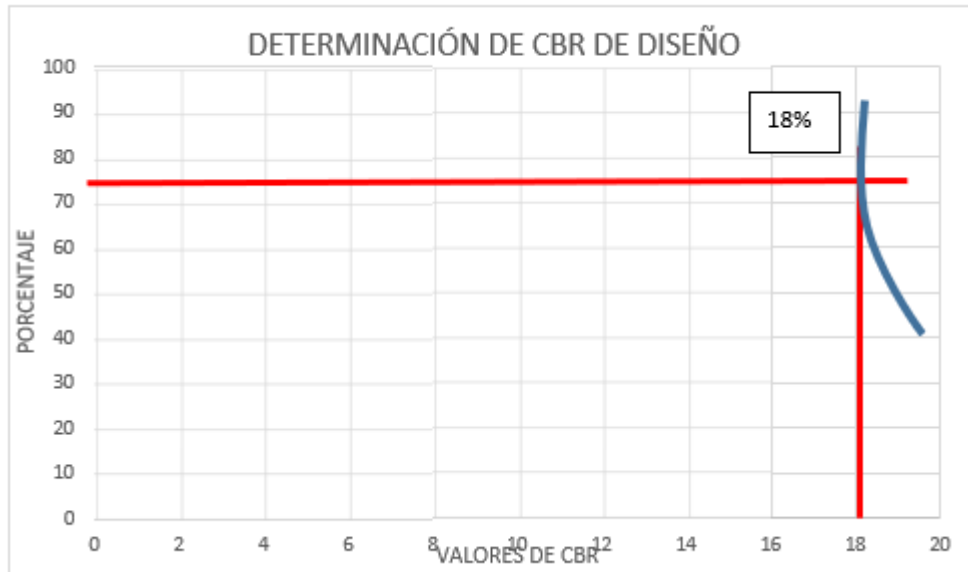
**Tabla 58.** Valores de CBR obtenidos de cada muestra.

UBICACIÓN DE LA MUESTRA	CBR %	%
<b>3+400</b>	18	100
<b>4+400</b>	18,6	75
<b>5+400</b>	20	50
<b>6+400</b>	20,2	25

**Fuente:** Luis Santiago Torres López,2020.

A continuación, procedemos a utilizar el método del percentil, posteriormente habiendo obtenido los valores de porcentajes del CBR, adoptamos el valor del 75% en base al número de ejes equivalentes:

**Figura 44.** Determinación de CBR de diseño



**Fuente:** Luis Santiago Torres López, 2020.

**Porcentaje de Diseño = 80%**

**CBR de Diseño = 18%**

Según la norma AASHTO, no hay necesidad de mejorar el suelo, ya que el resultado que obtuvimos del CBR= 18%, nos dice que se encuentra en el rango de 10-20 (REGULAR A BUENA).

### 3.2.4 Diseño Geométrico Vial

#### Velocidad de diseño

Nuestro proyecto se encuentra en una zona llana, por lo cual la velocidad de diseño será  $V_d = 80$  Km/h según la norma de diseño geométrico del MTOP-2003, la cual la podemos apreciar en la tabla 59

**Tabla 59.** Velocidad de diseño según la clasificación de la vía.

VELOCIDADES DE DISEÑO EN Km/h							
CLASE DE CARRETERAS	TPDA ESPERADO	VALOR RECOMENDADO			VALOR ABSOLUTO		
		L (Llano)	O (Ondulado)	M (Montañoso)	L (Llano)	O (Ondulado)	M (Montañoso)
RI ó RII (Autopista)	>8000	120	110	90	110	90	80
I	3000 a 8000	110	100	80	100	80	60
II	1000 a 3000	100	90	70	90	80	50
III	300 a 1000	90	80	60	80	60	40
IV	100 a 300	80	60	50	60	35	25
V	<100	60	50	40	50	35	25

**Fuente:** Normas de Diseño Geométrico de Carreteras, Sergio, Navarro,2011.

### Velocidad de circulación

La velocidad de circulación la vamos a calcular con la ecuación Ec. 8, proporcionada por el MTOP - 2003

Ec8.

$$V_c = 0.80 * v_d + 6.5$$

$$V_c = 0.80 * (80km/h) + 6.5$$

$$V_c = 70.5 \frac{Km}{h} \approx 71km/h$$

**Tabla 60.** Relación con la Velocidad de Circulación y la Velocidad de Diseño

VELOCIDAD DE DISEÑO EN Km/h	VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN EN Km/h		
	Volumen de transito bajo	Volumen de transito intermedio	Volumen de transito Alto
25	24	23	22
30	28	27	26
40	37	35	34
50	46	44	42
60	55	51	48
70	63	59	53
80	71	66	57
90	79	73	59
100	86	79	60
110	92	85	61

**Fuente:** Normas de Diseño Geométrico de Carreteras, Sergio, Navarro,2011.

- De acuerdo a la tabla 6 que nos brinda el MTOP-2003, tenemos un volumen de tránsito bajo basado en la velocidad de circulación calculada.

### Radio Mínimo de Curvatura

Para el presente proyecto se calculará un radio de curvatura mínimo con la siguiente ecuación

$$R = \frac{V^2}{127(e+f)} \quad \text{Ec.22}$$

#### Donde:

R: Radio mínimo de la curva en m.

V: Velocidad de diseño en Km/h.

f: Coeficiente de fricción lateral

e: Peralte de la curva en m/m

**Tabla 61.** Valores mínimos recomendados para radio de curvatura.

Velocidad de diseño Km/h	f máximo	RADIO MÍNIMO CALCULADO				RADIO MÍNIMO RECOMENDADO			
		10%	8%	6%	4%	10%	8%	6%	4%
20	0.350		7.32	7.58	5.08		18	20	20
25	0.315		12.48	13.12	13.66		20	25	25
30	0.284		19.47	20.50	21.67		25	30	30
35	0.255		25.79	30.62	32.70		30	36	35
40	0.221		41.88	44.65	48.27		42	45	50
45	0.206		55.75	59.94	64.82		68	60	65
50	0.190		72.91	78.74	86.96		75	80	90
60	0.165	106.97	115.70	128.98	138.28	110	120	130	140
70	0.150	154.55	157.75	185.73	203.67	180	170	185	205
80	0.140	209.97	229.98	251.97	279.97	210	230	255	280
90	0.134	272.97	298.04	328.70	300.55	275	300	330	370
100	0.130	342.36	374.95	414.42	463.16	350	375	415	465
110	0.124	475.34	467.04	517.80	550.95	430	470	520	585
120	0.120	615.39	568.93	529.92	708.86	520	570	630	710

NOTA: Se podrá usar un radio mínimo de 15 metros siempre y cuando se trate de aprovechar estructuras existentes.

Relieve difícil escarpado

Caminos de bajo costo

**Fuente:** Normas de Diseño Geométrico de Carreteras, Sergio, Navarro, 2011.

$$R = \frac{80^2}{127(0.10 + 0.140)}$$

$$R = \frac{60^2}{127(0.10 + 0.140)}$$

$$R = 209.97 \text{ m}$$

### 3.2.4.1 Diseño Horizontal

Distancia de visibilidad de parada.

En primer lugar, calculamos el coeficiente de fricción de longitud con la ecuación Ec.

39

$$f = \frac{1.15}{V_C^{0.3}}$$

$$f = \frac{1.15}{71 (km-h)^{0.3}} = 0.320$$

Después se aplicará la Ec. 23, para calcular la distancia de visibilidad de parada.

$$d1 = \frac{V_C * t}{3.6}$$

$$d1 = \frac{71 * 2.5}{3.6}$$

$$d1 = 49.31 \text{ m}$$

$$d2 = \frac{(71 \text{ km/h})^2}{254 * f}$$

$$d2 = \frac{(71 \text{ km/h})^2}{254 * 0.320} = 62 \text{ m}$$

$$DVP = d1 + d2$$

$$Dvp = 49.31 \text{ m} + 62 \text{ m}$$

$$Dvp = 111.31 \text{ m}$$

El MTOP 2003, nos brinda valores de distancia de visibilidad de parada para vías de clase III y terreno Llano establece un valor de 110 metros.

### **Distancia de Visibilidad de Rebasamiento**

$$D_r = 9.54 * V_c - 128$$

Ec.40

Siempre y cuando:  $30 < V_c < 100$

### **Donde:**

**Dr:** Distancia de Visibilidad de rebasamiento, expresado en metros.

**Vc:** Velocidad de circulación del vehículo rebasante, expresado en km/h.

$$D_r = 9.54 * (71km/h) - 128$$

$$D_r = 549.34m$$

La distancia mínima de visibilidad de rebasamiento que nos recomienda el MTOP 2003 para una vía de clase III y para terreno Llano es 563 metros.

### **Magnitud del peralte**

La norma de diseño del MTOP 2003, recomienda “para carreteras o caminos de dos con capa de rodadura de hormigón, asfalto o empedrada con velocidades de diseño mayores a 50 km/h un peralte máximo del 10%, y para caminos con capa de rodadura granular (Caminos vecinales tipo IV, V y VI) y velocidades de hasta 50 km/h un peralte máximo del 8%”, razón por la cual para el diseño de nuestro proyecto escogimos un valor de peralte de 10%.

### **Sobreancho**

- Para velocidades de diseño mayores a 50 km/h el sobreancho será de 40 cm.
- Para velocidades de diseño inferiores a los 50 km/h el sobreancho deberá ser 30 cm. [38]

Como la velocidad de diseño de nuestro proyecto es de 80 km/h, el sobreancho será de 40 cm.

### **3.2.4.2 Diseño Vertical**

#### **Gradientes**

La gradiente de una carretera está en función del tráfico futuro y el tipo de terreno. La norma de diseño del MTOP 2003, nos brinda valores de gradientes longitudinales, para el nuestro proyecto tenemos una carretera clase III y un terreno Llano, lo que tenemos una pendiente máxima de 6%, según la tabla 28.

#### **Curvas Verticales Convexas**

La longitud mínima absoluta de las curvas verticales cóncavas, expresada en metros, se calcula con la siguiente fórmula: Ec. 41

$$L_v \text{ mín.} = 0.6 * V$$

Por motivos de seguridad es necesario que las curvas verticales convexas sean lo suficientemente largas:

L= Longitud de la curva vertical.

V =Velocidad de diseño.

$$L = 0.60 \times V$$

$$L=0.60 \times 80\text{km/h}$$

$$L= 48\text{m}$$

### **3.2.4.3 Diseño Transversal**

#### **Calzada**

En el caso de nuestro proyecto sabemos que es una carretera tipo III, por lo que la norma de diseño del MTOP 2003 nos brinda los valores recomendados, para nuestro caso será un valor de 6.00 metros.

#### **Berma o Espaldón**

Los valores para bermas o espaldones recomendados por el MTOP 2003, para nuestro proyecto tenemos una vía clase III con un terreno Llano, lo que nos da un valor de espaldones de 0.6 m para el espaldón externo y 1.2 metros para el espaldón interior, los dos espaldones deben ser de hormigón asfáltico.

#### **Bombeo**

Para una vía de clase III el valor recomendado para nuestra vía es del 2,5% al 4%.

### **1. Diseño del pavimento flexible con método AASHTO 93.**

Para este caso de pavimentos flexibles la AASHTO 93 establece el método que la superficie de rodamiento se la puede resolver con pavimento asfáltico.

A través de la siguiente ecuación:



$$\log_{10} W_{18} = Z_R * S_o + 9.36 * \log_{10}(SN+1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[ \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 * \log_{10} M_R - 8.07$$

### 3.3 Clasificación actual de la vía

Como lo hemos determinado, el requerimiento de nuestro proyecto es una vía colectora de orden III.

#### 3.3.1 Ancho de la calzada

**Tabla 62.** Valores de diseño para factor

CLASE DE CARRETERA	ANCHO DE PAVIMENTO (m)	
	RECOMENDABLE	ABSOLUTO
R-I o R-II más de 8000	7.30	7.30
I 3000 a 8000 TPDA	7.30	7.30
II 1000 A 3000 TPDA	7.30	6.50
III 300 a 1000 TPDA	6.70	6.00
IV 100 a 300 TPDA	7.50	6.00
V menor de 100 TPDA	6.50	4.00

**Fuente:** Normas de Diseño Geométrico de Carreteras, Sergio, Navarro,2011.

### 3.3.2 Ejes equivalentes acumulados 8.2 Ton (W t18).

**Tabla 63.** Ejes Equivalentes

TIPOS DE EJES	EJE EQUIVALENTE (EE)
Eje simple de ruedas simples	$EES1 = (P/6.4)^4$
Eje simple de ruedas dobles	$EES2 = (P/8.2)^4$
Eje Tándem de ruedas dobles	$EETA = (P/15.1)^4$
Eje trídem de ruedas dobles	$EETR = (P/22.9)^4$
P= Peso real por eje en toneladas	

**Fuente:** Normas de Diseño Geométrico de Carreteras, Sergio, Navarro, 2011.

Según los vehículos que circulan en la vía se detallan algunos factores de daño, para nuestro proyecto atrae a vehículos pesados de 10400kg el cual ha sido tomado para nuestro diseño.

**Tabla 64.** Factor de daño por vehículo

FACTORES DE DAÑO SEGÚN TIPO DE VEHICULO									
TIPO	SIMPLE		SIMPLE DOBLE		TANDEM		TRIDEM		FACTOR DAÑO
	Tons	$(P/6,6)^4$	Tons	$(P/8,2)^4$	Tons	$(P/15)^4$	Tons	$(P/23)^4$	
BUS	4	0.13	8	0.91					1.04
C-2P	2.5	0.02							1.29
	7	1.27							
C-2G	6	0.68	11	3.24					3.92
C-3	6	0.68			18	2.07			2.76
C-4	6	0.68					25	1.40	2.08
C-5	6	0.68			18	4.15		0	4.83
C-6	6	0.68			18	2.07	25	1.40	4.15

**Fuente:** Normas de Diseño Geométrico de Carreteras, Sergio, Navarro, 2011.

**a. Factor de distribución por carril.**

Para este proyecto tomaremos un porcentaje de vehículos pesados circulando por el carril de diseño y es el de 50/50

**Tabla 65.** Factor de distribución por carril

<b>Número de carriles en una sola dirección</b>	<b>LC <math>\wedge</math>11</b>
<b>1</b>	1.00
<b>2</b>	0.80-1.00
<b>3</b>	0.60-0.80
<b>4</b>	0.50-0.75

**Fuente:** Pavimentos: Materiales, construcción y diseño, Fredy, Reyes; Hugo, Rondón,2015.

**Tabla 66.** Factor de distribución por Dirección.

<b>Número de carriles en una sola dirección</b>	<b>LD</b>
<b>1</b>	100
<b>2</b>	80-100
<b>4</b>	60-80
<b>6 ó Más</b>	50-75

**Fuente:** Guide for design of Pavement Structures, AASHTO 1993.

**Cálculo de Número Total de Ejes Equivalentes:**

$$W18= 365* TPDA \text{ final } *FD$$

Donde:

TPDA final = Tránsito promedio diario anual proyectado a 20 años.

W18= Número de ejes equivalentes acumulados hasta el período de diseño

FD= Factor de daño

**Tabla 67.** Valores W18 de Diseño

AÑO	n	% TASA DE CRECIMIENTO			TPDA FUTURO=Ta*(1+i)^n			TPDA TOTAL	W18 PARCIAL	W18 ACUMULADO	W18 DISEÑO
		LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES				
2020	0	3,97%	1,97%	1,94%	450	162	117	729	116585	116585	58293
2021	1	3,57%	1,78%	1,74%	468	165	119	752	118665	235250	117625
2022	2	3,57%	1,78%	1,74%	482	168	121	771	120746	355996	177998
2023	3	3,57%	1,78%	1,74%	500	171	123	794	122826	478822	239411
2024	4	3,57%	1,78%	1,74%	518	174	125	817	124907	603729	301864
2025	5	3,57%	1,78%	1,74%	536	177	128	841	127458	731187	365593
2026	6	3,57%	1,78%	1,74%	555	180	130	865	129539	860725	430363
2027	7	3,25%	1,62%	1,58%	563	181	131	875	130389	991114	495557
2028	8	3,25%	1,62%	1,58%	581	184	133	898	132469	1123584	561792
2029	9	3,25%	1,62%	1,58%	600	187	135	922	134550	1258133	629067
2030	10	3,25%	1,62%	1,58%	620	190	137	947	136630	1394764	697382
2031	11	3,25%	1,62%	1,58%	640	193	139	972	138711	1533475	766737
2032	12	3,25%	1,62%	1,58%	661	196	141	998	140791	1674266	837133
2033	13	3,25%	1,62%	1,58%	682	200	143	1025	143252	1817518	908759
2034	14	3,25%	1,62%	1,58%	704	203	146	1053	145803	1963321	981660
2035	15	3,25%	1,62%	1,58%	727	206	148	1081	147883	2111204	1055602
2036	16	3,25%	1,62%	1,58%	751	209	150	1110	149964	2261168	1130584
2037	17	3,25%	1,62%	1,58%	775	213	153	1141	152895	2414063	1207031
2038	18	3,25%	1,62%	1,58%	800	216	155	1171	154975	2569038	1284519
2039	19	3,25%	1,62%	1,58%	826	220	158	1204	157906	2726945	1363472
2040	20	3,25%	1,62%	1,58%	853	223	160	1236	159987	2886931	1443466

**Fuente:** Luis Santiago Torres López,2020.

Se obtuvieron los valores de proyección del tráfico para 20 años, los cuales se mencionan a continuación:

- TPDA futuro para vehículos livianos = 450 veh/ día
- TPDA futuro para buses = 162 veh/ día
- TPDA futuro para camiones = 117 veh/ día

**Memoria de Cálculo:**

$$W18= ((365* TPDA final (BUS) *FD) + ((365* TPDA final (CAMIÓN) *FD)$$

$$W18= ((365*223 *1, 04) + ((365* 160*1, 29)$$

W18= 159987

W18 acumulado= 159987+2726945

W18 acumulado= 2886931

W18 por dirección= W1acumulado \* 0,5

W18 por dirección= 2886931\* 0,5

W18 por dirección= 1443466

Para el año 2040 el valor total de ejes equivalentes es de 1443466. Según AASHTO presenta valores recomendados para el espesor de las capas del pavimento flexible en unidades de pulgadas dependiendo del número de ejes equivalentes totales anteriormente calculado, dichos valores se los puede observar en la siguiente tabla:

**Tabla 68.** Valores de espesores mínimos según el número de ejes equivalentes en pulgadas

TRÁNSITO	CARPETA ASFÁLTICA D1	CAPA BASE D2
MENORES DE 50000	1,0 o Tándem Superficial	4.0
500001 A 150000	2.0	4.0
150001 A 500000	2.5	4.0
5000001 A 2000000	3.0	6.0
2000000 A 7000000	3.5	6.0
MAYORES A 700000	4.0	6.0

**Fuente:** Pavimentos: Materiales, construcción y diseño, Fredy, Reyes; Hugo, Rondón,2015.

Entonces los valores obtenidos son:

**Tabla 69.** Valores de espesores mínimos según el número de ejes equivalentes en pulgadas.

CAPA DE RODADURA (D1)	BASE GRANULAR (D2)
D1=2.5 pulg	D2= 4.0 pulg.
D2= 0.0635 m	D2= 0.1016m
D1=6.35cm	D2=10.16cm

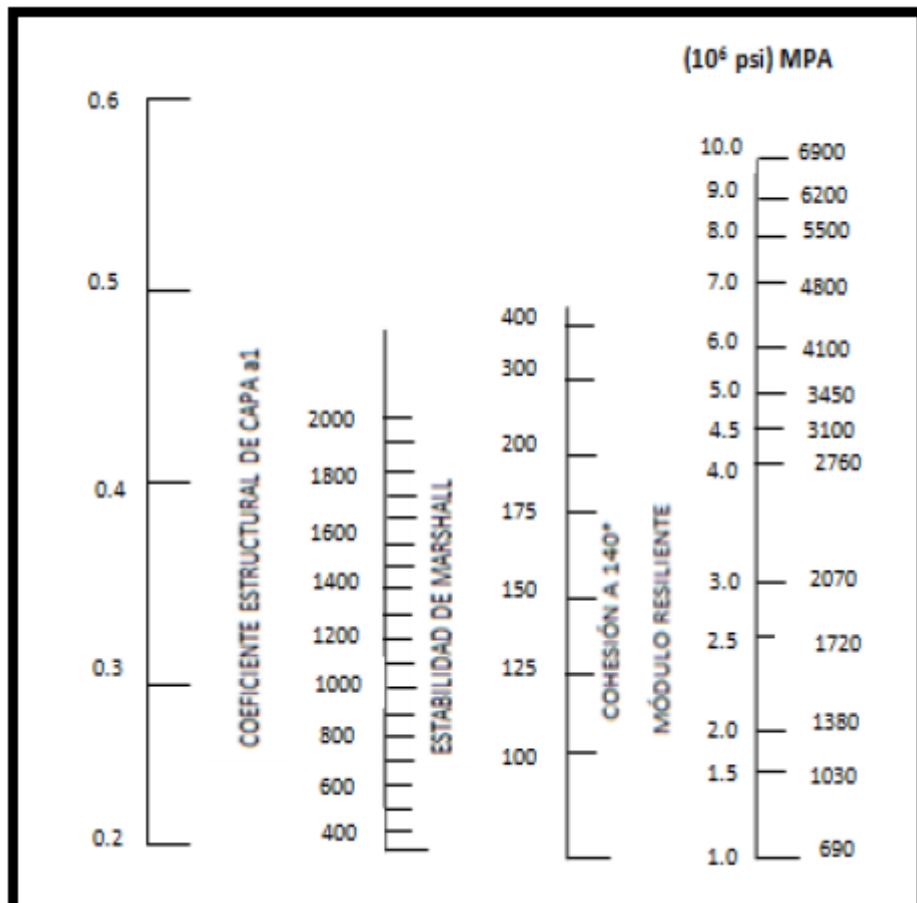
**Fuente:** Pavimentos: Materiales, construcción y diseño, Fredy, Reyes; Hugo, Rondón,2015.

### 3.4 Coeficientes Estructurales a1, a2, a3

Los materiales usados en cada una de las capas de la estructura de un pavimento flexible, de acuerdo a sus características ingenieriles, tienen un coeficiente estructural. Los coeficientes estructurales manifiestan la capacidad que tiene el material al momento de aplicarle una carga producida por el paso de los vehículos, los cuáles serán obtenidos mediante ensayos de laboratorio. [77]

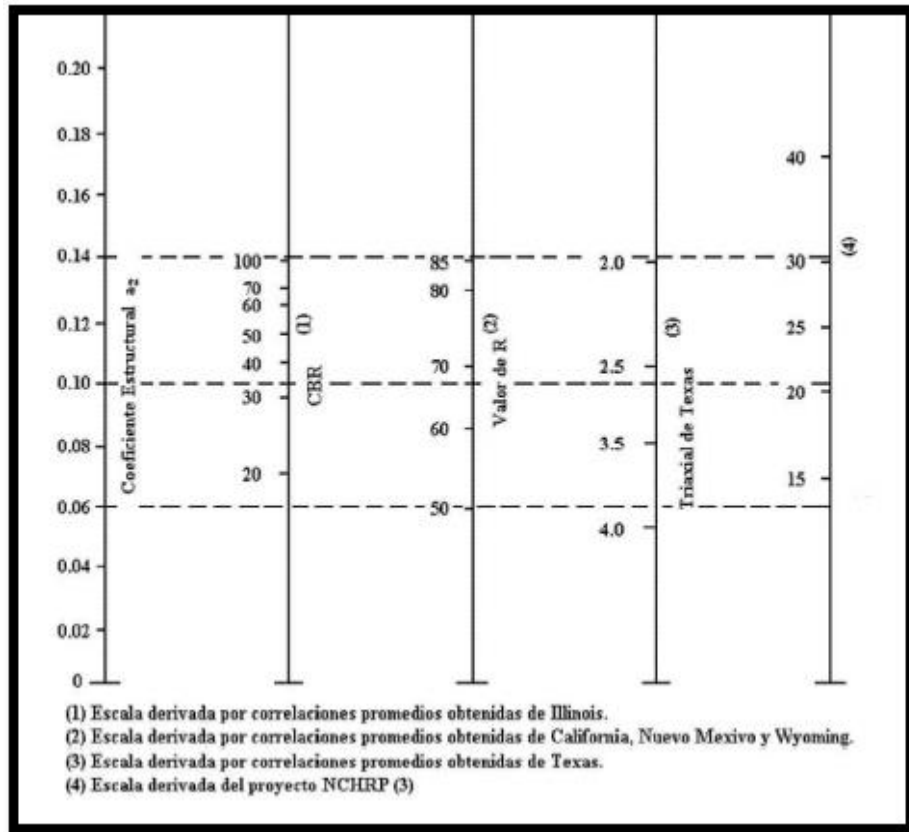
A continuación, se mostrarán los ábacos utilizados para la determinación de los coeficientes:

**Figura 45.** Ábaco para estimación del valor del coeficiente estructural a1.



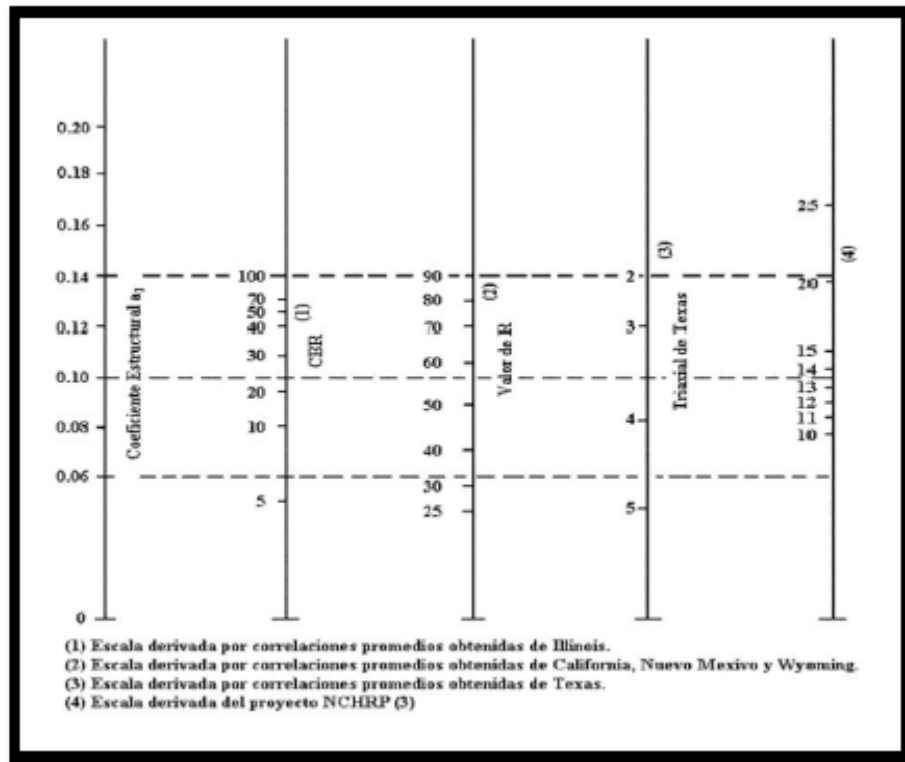
**Fuente:** Diseño de pavimento flexible método ASSHTO 93, Augusto, García, 2016.

**Figura 46.** Ábaco para estimación del valor del coeficiente estructural  $a_2$ .



**Fuente:** Diseño de pavimento flexible método ASSHTO 93, Augusto, García, 2016.

**Figura 47.** Ábaco para estimación del valor del coeficiente estructural  $a_3$ .



Fuente: Diseño de pavimento flexible método ASSHTO 93, Agosto, García,2016.

### 3.4.1 Datos para el Diseño

#### a. Confiabilidad (R):

La “Confiabilidad del Diseño (R)” se refiere al grado de certidumbre (seguridad) de que una determinada alternativa de diseño alcance a durar, en la realidad, el tiempo establecido en el período seleccionado. La confiabilidad también puede ser definida como la probabilidad de que el número de repeticiones de cargas ( $N_t$ ) que un pavimento pueda soportar para alcanzar un determinado nivel de servicapacidad de servicio, no sea excedida por el número de cargas que realmente estén siendo aplicadas ( $W_T$ ) sobre ese pavimento.

Está dada catalogada como un grado de seguridad que posee la estructura del pavimento durante la vida de diseño adoptada. [78]

El valor de R está vinculado a un valor del coeficiente de desviación estándar normal



**Tabla 70.** Valores recomendados de confiabilidad “R”

TIPO DE CARRETERA	NIVEL DE CONFIABILIDAD RECOMENDADO	
	URBANA	RURAL
Interestatales y vías rápidas	85 - 99.9	80 - 99.9
Arterias Principales	80 - 99	75 - 95
Colectoras	80 - 95	75 - 95
Caminos Vecinales	50 - 80	50 - 80

**Fuente:** Diseño de pavimento flexible método ASSHTO 93, Augusto, García,2016.

A medida que el valor de coeficiente de confiabilidad se hace más grande, es necesario aumentar el espesor del pavimento.

A través de los cálculos realizados anteriormente se determinó que nuestra vía pertenece a un camino vecinal de orden III por lo cual se adopta el valor recomendado de “R” = 75%

**“R” recomendado= 75%**

#### **b. Desviación Estándar Normal “Zr”**

La confiabilidad que se le dé a la estructura del pavimento, depende de los valores de la desviación.

**Tabla 71.** Valores recomendados de desviación estándar Normal “Zr”

CONFIABILIDAD R%	DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL “Zr”
50	0
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.09
99.99	-3.75

**Fuente:** Diseño de pavimento flexible método ASSHTO 93, Augusto, García,2016.

### c. Desviación Estándar Global “So”

El valor de selección deberá ser específico que considere posibles variaciones en el proceder y en la predicción del tránsito, está directamente relacionada con los valores de confiabilidad.

**Tabla 72.** Valores de desviación estándar “So”

<b>CONDICIONES DE DISEÑO</b>	<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b>
Variaciones de la predicción en el comportamiento del pavimento (sin errores de tráfico)	0.25
Variación total en la predicción del comportamiento del pavimento en la estimación del tráfico	0.35-0.50

**Fuente:** Diseño de pavimento flexible método AASHTO 93, Agosto, García,2016.

Para el diseño de pavimento flexible la norma AASHTO nos recomienda el valor de desviación estándar= 0,45, y para pavimentos rígidos= 0.37 ó 0,38

**Entonces:**

**So= 0,45 (PAVIMENTO FLEXIBLE)**

#### **d. Módulo de Resiliencia “Mr”**

**Para el cálculo del “Mr” la AASHTO ha planteado las siguientes fórmulas:**

$$\text{Mr (psi)} = 1500 * \text{CBR} \quad \text{CBR} \leq 10\% \quad \text{Ec.42}$$

$$\text{Mr (psi)} = 3000 * \text{CBR}^{0.65} \quad \text{CBR del 10\% a 20\%} \quad \text{Ec.43}$$

$$\text{Mr (psi)} = 4326 * \ln \text{CBR} + 241 \quad \text{Para suelos granulares} \quad \text{Ec.44}$$

De acuerdo a los cálculos elaborados, se consigue un CBR de diseño del 18%, razón por la cual se utilizará la siguiente fórmula:

$$\text{Mr (psi)} = 3000 * \text{CBR}^{0.65} \quad \text{Ec.43}$$

$$\text{Mr (psi)} = 3000 * 18^{0.65}$$

$$\text{Mr (psi)} = 19636$$

$$\text{Mr} = 19.63 \text{ Ksi}$$

#### **e. Índice de Servicialidad “PSI”**

También llamado así por sus siglas en inglés (present serviceability index, PSI). Está basado en un índice de valor bajo que puede tener la tolerancia antes de que se

realice una rehabilitación o restauración, el índice mencionado facilita el manejo seguro y cómodo a los beneficiarios en un momento determinado.

Se lo resolverá con la siguiente ecuación:

$$\Delta\text{PSI} = \text{PSI inicial} - \text{PSI final}$$

**Donde:**

$\Delta\text{PSI}$  = Diferencia entre los índices de servicio inicial y el final

**PSI inicial** = Índice de servicio inicial

**PSI final** = Índice de servicio final

**Tabla 73.** Índice de servicio inicial

<b>ÍNDICE DE SERVICIO INICIAL</b>		
<b>Pavimentos rígidos</b>	4,5	4,2
<b>Pavimentos flexibles</b>	4,2	

**Fuente:** Luis Santiago Torres López, 2020.

**Tabla 74.** Índice de servicio final

<b>ÍNDICE DE SERVICIO FINAL</b>		
<b>Caminos principales</b>	2,5	3,0
<b>Caminos Secundarios</b>	2,0	

**Fuente:** Luis Santiago Torres López, 2020.

Entonces tenemos que:

$$\Delta\text{PSI} = \text{PSI inicial} - \text{PSI final}$$

$$\Delta\text{PSI} = 4,2 - 2,0$$

$$\Delta\text{PSI} = 2,2$$

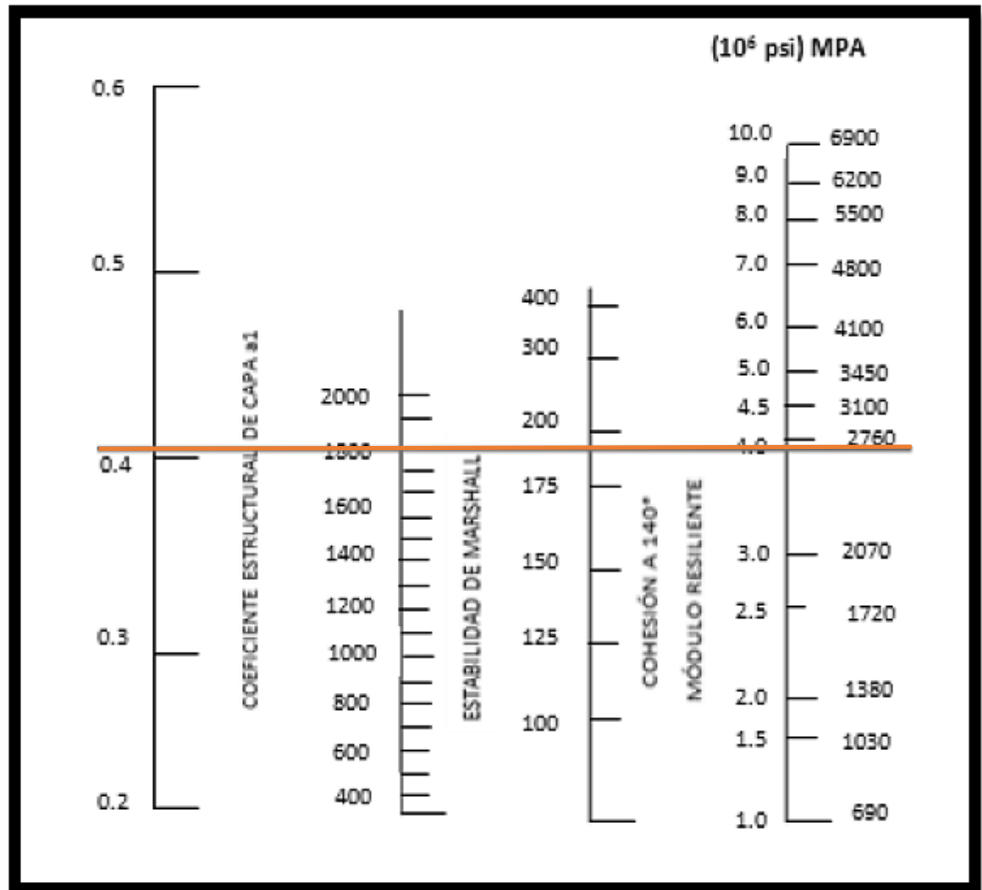
#### **f. Coeficientes Estructurales “a1, a2, a3”**

Los coeficientes estructurales son aquellos que interpretarán la capacidad que tiene el material de manera estructural para poder tolerar las cargas requeridas.

- **Coefficiente estructural de la carpeta asfáltica “a1”**

Se dispone de una estabilidad mínima de 1800lb, según las especificaciones de la norma AASHTO 93 para vehículos pesados, mediante este valor se consiguió encontrar el coeficiente a1 en el nomograma que se muestra:

**Figura 48.** Determinación del coeficiente estructural a1



**Fuente:** Diseño de pavimento flexible método ASSHTO 93, Augusto, García, 2016.

**Tabla 75.** Valores para a1.

MÓDULOS ELÁSTICOS		VALORES a1
Psi	Mpa	
175000	1225	0,280
200000	1400	0,295
225000	1575	0,320
250000	1750	0,330
275000	1925	0,350
300000	2100	0,360
325000	2275	0,375
350000	2450	0,385
375000	2625	0,405
400000	2800	0,420
425000	2975	0,435
450000	3150	0,440

**Fuente:** Diseño de pavimento flexible método ASSHTO 93, Augusto, García,2016.

Se determinó de acuerdo al nomograma:

**Tabla 76.** Módulo de carpeta asfáltica Mr

Módulo de carpeta asfáltica (Mr)	Coefficiente estructural (a1)
375000 PSI	0.405 Ksi

**Fuente:** Luis Santiago Torres López,2020.

- **Coefficiente estructural de la base “a2”**

Según el MOP 2003, nos indica que los materiales deberán tener estas características:

- El CBR de la base de los agregados deberá ser mayor al 80%
- Índice de plasticidad menor de 6
- Límite líquido menor de 25

**Tabla 77.** Valores para a2

<b>BASE DE AGREGADOS</b>	
<b>CBR</b>	<b>a2</b>
45	0.112
50	0.115
55	0.120
60	0.125
70	0.130
<b>80</b>	<b>0.133</b>
90	0.137
100	0.140

**Fuente:** Diseño de pavimento flexible método ASSHTO 93, Augusto, García,2016.

Entonces se obtuvieron los siguientes datos:

**Tabla 78.** Coeficiente estructural a2

<b>Coeficiente estructural a2</b>	<b>Módulo de la base Mr</b>
0.133	28000 PSI=28Ksi

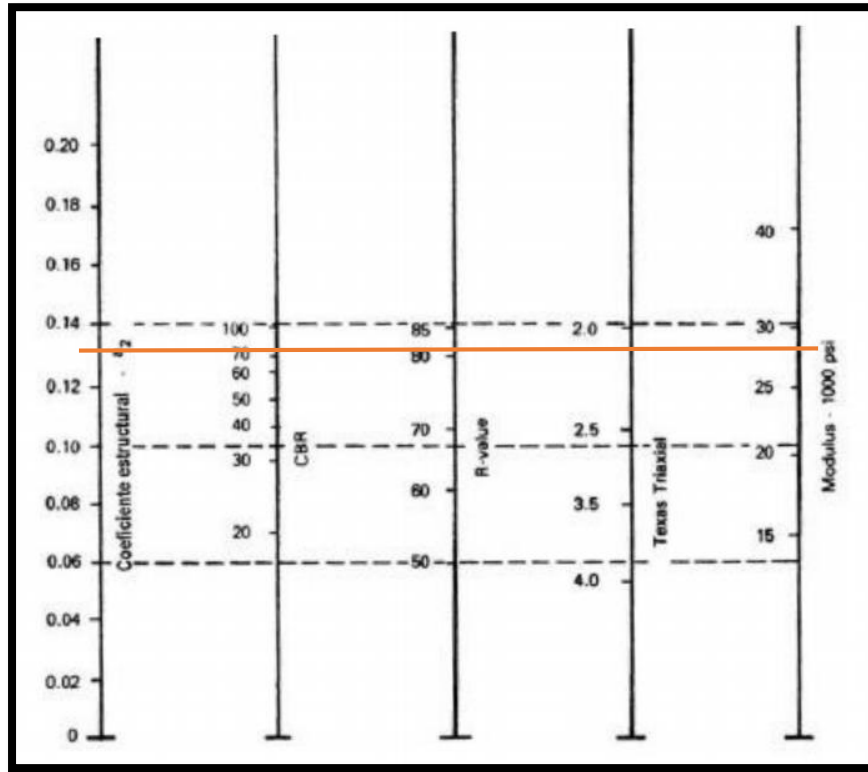
**Fuente:** Luis Santiago Torres López,2020.

- **Coeficiente estructural de la sub-base “a3”**

Según el MOP 2003, nos indica que el valor a asumir para la sub-base de agregados debe ser:

- Sub-base  $\geq 30\%$
- Índice de plasticidad menor de 6
- Límite líquido menor de 25
- **El CBR min que vamos a asumir es de 30%**

**Figura 49.** Coeficiente estructural a3



**Fuente:** Diseño de pavimento flexible método ASSHTO 93, Augusto, García,2016.

**Tabla 79.** Valores para a3

<b>SUB-BASE GRANULAR</b>	
<b>CBR</b>	<b>a3</b>
10	0.080
15	0.090
20	0.093
25	0.102
<b>30</b>	<b>0.108</b>
35	0.115
40	0.120
50	0.125
60	0.128
70	0.130
80	0.135
90	0.138
100	0.140

**Fuente:** Diseño de pavimento flexible método ASSHTO 93, Augusto, García,2016.

Para un CBR= 30%



Entonces se obtuvieron los siguientes datos:

**Tabla 80.** Coeficiente estructural a3

Coeficiente estructural a3	Módulo de la sub-base
0.108	14900 PSI=14.9Ksi

**Fuente:** Luis Santiago Torres López,2020.

Según la AASHTO 1993, para las capas de pavimento flexible se da en base a los ejes equivalentes entre 5000000-2000000; **concreto asfáltico 7.5cm y base granular 15cm**

- **Coeficiente de drenaje “m2, m3”**

La calidad del sistema de drenaje del proyecto vial deberá ser óptimo, de tal manera que nos permita evacuar en el mayor tiempo posible el agua de las capas granulares. [55]

**Tabla 81.** Calidad de drenaje.

CALIDAD DE DRENAJE	AGUA ELIMINADA
Excelente	2 horas
Buena	1 día
<b>Regular</b>	<b>1 semana</b>
Pobre	1 mes
Deficiente	Agua no drenada

**Fuente:** Diseño de pavimento flexible método ASSHTO 93, Augusto, García,2016.

**Tabla 82.** Valores de m2 y m3

CALIDAD DE DRENAJE	Porcentaje del tiempo en que la estructura del pavimento está expuesto a niveles de Humedad cercanos a la saturación			
	Menos del 1%	1%-5%	5%-25%	Mas de 25%
Excelente	1.4-1.35	1.35-1.30	1.30-1.20	1.20
Buena	1.35-1.25	1.25-1.15	1.15-1.00	1.00
<b>Regular</b>	<b>1.25-1.15</b>	<b>1.15-1.05</b>	<b>1.00-0.80</b>	<b>0.80</b>
Pobre	1.15-1.05	1.05-0.80	0.80-0.60	0.60
Deficiente	1.05-0.95	0.95-0.75	0.75-0.40	0.40

**Fuente:** Diseño de pavimento flexible método ASSHTO 93, Augusto, García,2016.

**Valores de m2 y m3=0.80**

### 3.4.2 Diseño de la Estructura del Pavimento

#### a). - Cálculo del Número Estructural Requerido (SN)

Determinación:

- **Datos Generales:**

**Tipo de Pavimento:** Pavimento flexible

**Período de diseño (n):** 20 años

**TPDA proyectado para el 2040:** 1236 vehículos/día

**W18 ejes equivalentes:** 1443466

**Tipo de vía:** III orden

**Servicialidad inicial:** 4,2

**Servicialidad final:** 2,0

**Confiabilidad R:** 75%

**Zr:** -0.674

**So:** 0.45

- **Datos de los módulos de resiliencia Mr:**

**Módulo de resiliencia de la Subrasante (Mr):** 19636 psi = 19.63 Ksi

**Módulo de resiliencia de la carpeta asfáltica (Mr):** 3750000psi = 375.0ksi

**Módulo de resiliencia de la capa base (Mr):** 28000 psi= 28 Ksi

**Módulo de resiliencia de la capa sub-base (Mr):** 14900 psi= 14.9 Ksi

- **Datos de los Coeficientes Estructurales:**

**a1:** 0.405

**a2:** 0.133

**a3:** 0.108

**m2 y m3:** 0.8

## DATOS INGRESADOS EN EL PROGRAMA

a) Cálculo del Número Estructural Requerido total para la Subrasante (CBR de diseño):

$M_r = 19636 \text{ psi} = 19.63 \text{ Ksi}$

Tipo de pavimento = Flexible

$W_{18} = 1443466$

$n = 20$  años

PSI inicial = 4.2

PSI final = 2.0

$Z_r = -0.674$

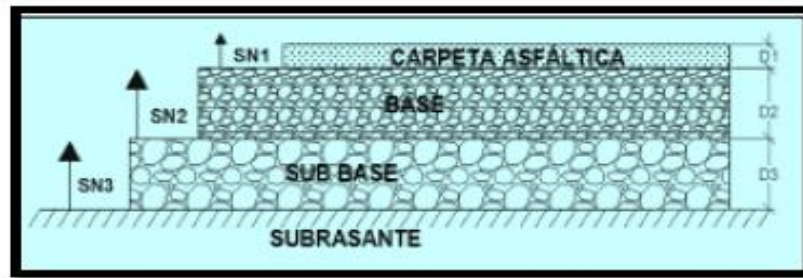
$S_o = 0.45$

Figura 50. Programa ecuación AASHTO 1993

The screenshot shows the 'Ecuación AASHTO 93' software window. It contains several input fields and a 'Calcular' button. The 'Tipo de Pavimento' section has 'Pavimento flexible' selected. The 'Confianza (R) y Desviación estándar (So)' section shows '75 %  $Z_r = -0.674$ ' and 'So = 0.45'. The 'Serviciabilidad inicial y final' section shows 'PSI inicial = 4.2' and 'PSI final = 2.0'. The 'Módulo resiliente de la subrasante' section shows 'Mr = 19635.80 psi'. The 'Información adicional para pavimentos rígidos' section has empty fields for 'Módulo de elasticidad del concreto - E<sub>c</sub> (psi)', 'Módulo de rotura del concreto - S<sub>c</sub> (psi)', 'Coeficiente de transmisión de carga - (J)', and 'Coeficiente de drenaje - (Cd)'. The 'Tipo de Análisis' section has 'Calcular SN' selected, with 'W18 = 1453569' and 'Número Estructural = SN = 2.27' displayed. A 'Calcular' button is at the bottom left, and a 'Salir' button is at the bottom right.

Fuente: Luis Santiago Torres López, 2020.

**Figura 51.** Grosor de la estructura del pavimento



**Fuente:** Guía para el diseño de la estructura del pavimento AASHTO 1993

En función de los ejes equivalentes W18 por dirección= 1443466, especificada por las AASHTO, se obtuvieron los espesores mínimos, citados en la tabla 67

**Tabla 83.** Valores obtenidos para diseñar el pavimento.

TIPO DE VÍA		Tipo III
PERIODO DE DISEÑO		20 años
Tipo de Pavimento		Flexible
D1	Grosor de capa de rodadura(mínimo)	7.5
D2	Grosor de la base	15
W18	Numero Ejes equivalentes	1443466
PSI Inicial	Índice de servicio inicial	4.2
PSI final	Índice de servicio final	2
So	Desviación estándar global	0.45
Zr	Desviación estándar normal	-0.674
R	Confiabilidad	75%
Mr	Módulo de resistencia de la subrasante	19636
Mr	Módulo de resistencia de la carpeta asfáltica	3750000 psi
Mr	Módulo de resistencia de la base	2800 psi
Mr	Módulo de resistencia de la sub-base	14900 psi
a1	Coficiente estructural de la carpeta asfáltica	0.405
a2	Coficiente estructural de la base	0.133
a3	Coficiente estructural de la sub-base	0.108
m2	Coficiente de drenaje	0.8
m3	Coficiente de drenaje	0.8

**Fuente:** Luis Santiago Torres López,2020.

**Tabla 84.** Diseño de la estructura del pavimento flexible AASHTO 1993

DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES METODO AASHTO 1993			
PROYECTO	:	Piedadcita- Estero Hondo	TRAMO:
SECCION	:	km 3+400 a km 6+800	FECHA: 19/11/2020
DATOS DE ENTRADA :			
1. CARACTERISTICAS DE MATERIALES			DATOS
A. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA MEZCLA ASFALTICA (ksi)			375.00
B. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA BASE GRANULAR (ksi)			28.00
C. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA SUB-BASE (ksi)			14.90
2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE			
A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)			1,453,569
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)			75%
DESVIACION ESTANDAR NORMAL (Zr)			-0.674
DESVIACION ESTANDAR GLOBAL (So)			0.45
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)			19.64
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)			4.2
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pt)			2.0
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)			20
3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO			
A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA			
Concreto Asfáltico Convencional (a <sub>1</sub> )			0.405
Base granular (a <sub>2</sub> )			0.133
Subbase (a <sub>3</sub> )			0.108
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA			
Base granular (m <sub>2</sub> )			0.800
Subbase (m <sub>3</sub> )			0.800
DATOS DE SALIDA :			
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN <sub>REQ</sub> )		<b>2.27</b>	
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN <sub>CA</sub> )		<b>1.98</b>	
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN <sub>BG</sub> )		<b>0.52</b>	
NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN <sub>SB</sub> )		<b>-0.23</b>	
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO			
		PROPUESTA	
	TEORICO	ESPESOR	SN*
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	12.4 cm	<b>5.0 cm</b>	0.80
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	12.4 cm	<b>15.0 cm</b>	0.63
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	-6.8 cm	<b>25.0 cm</b>	0.85
ESPESOR TOTAL (cm)		<b>45.0 cm</b>	<b>2.28</b>

Fuente: Luis Santiago Torres López,2020.

Al obtener un valor menor de número estructural, tuvimos los siguientes resultados:

**SN requerido < SN Propuesto**

$$2.27 < 2,28$$

**Tabla 85.** Resumen de valores de diseño

<b>ESPELOR DE CARPETA ASFÁLTICA</b>	<b>5,0 Cm</b>
ESPELOR BASE GRANULAR	15,0 Cm
ESPELOR SUB BASE GRANULAR	25,0 Cm
ESPELOR TOTAL	45,0Cm

**Fuente:** Luis Santiago Torres López,2020.

### 3.5 Cálculo y diseño de estructuras menores, Obras de arte complementarias

#### 3.5.1 Diseño de Cunetas

Para realizar el cálculo de las cunetas se tomó la decisión de usar cunetas triangulares, por la facilidad de construcción y mantenimiento.

Los datos e información necesarios para los cálculos y diseño fueron sacados del INHAMI (Instituto Nacional de Meteorología en Hidrología).

- **Cálculo de la velocidad de flujo**

$$V = \frac{1}{n} * R^{2/3} * J^{1/2} \quad \text{Ec.45}$$

Donde:

R= Radio hidráulico

n= Coeficiente de rugosidad de Manning

V= Velocidad del flujo en m/s

J= Pendiente de la cuneta en %

**Tabla 86.** Valores de coeficiente de rugosidad de acuerdo al tipo de superficie

<b>Tipo de superficie</b>	<b>n</b>
Tierra lisa	0.02
Césped con más de 15cm	0.04
Césped con menos de 15cm	0.06
Revestimiento rugoso de piedra	0.04
Cunetas revestidas de Hormigón	0.016

**Fuente:** “Mecánica de Fluidos e Hidráulica de Schaum”, Ranal, Giles, 2015

Para proceder a realizar los cálculos se deberá considerar la sección llena, es decir la sección crítica, conjuntamente con el cálculo del radio hidráulico con la siguiente ecuación:

$$R = \frac{Am}{Pm} \quad \text{Ec.46}$$

Donde:

Pm= Perímetro Mojado

Am= Área Mojada

R= Radio Hidráulico

**Cálculo del área mojada:**

$$Am = \frac{b \cdot h}{2} \quad \text{Ec.47}$$

$$Am = \frac{0.80m \cdot 0.35m}{2}$$

$$Am = 0.14m^2$$



**Cálculo perímetro mojado:**

$$Pm = \sqrt{a^2 + b^2} + \sqrt{a^2 + b^2} \quad \text{Ec.48}$$

$$Pm = \sqrt{0.20^2 + 0.35^2} + \sqrt{0.60^2 + 0.35^2}$$

$$Pm = 1.045m^2$$

**Cálculo del Radio Hidráulico:**

$$R = \frac{1.045m^2}{1.045m} = 0.134m \quad \text{Ec.46}$$

**Cálculo del flujo según MANNING:**

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} * J^{1/2} \quad \text{Ec.45}$$

$$V = \frac{1}{0.016} * 0.134^{2/3} * J^{1/2}$$

$$V = \frac{1}{0.016} * 0.134^{2/3} * J^{1/2}$$

$$V = 16.37J^{1/2}$$

**Cálculo del caudal de Diseño**

$$Q = A * V$$

$$Q = 0.14 m^2 * 16.37 J^{1/2}$$

$$Q = 2.291 J^{1/2}$$

**Donde:**

Q= Caudal de diseño en  $m^3/sg$

A= Área de la sección en  $m^2$

V= Velocidad de flujo en m/sg

**Tabla 87.** Caudales y Velocidades admisibles para las diferentes pendientes.

J(%)	J	V (m/s)	Q( $m^3/sg$ )
0.5	0.005	1.063	0.136
1	0.01	1.503	0.192
1.5	0.015	1.841	0.235
2	0.02	2.126	0.271
2.5	0.025	2.376	0.303
3	0.03	2.603	0.332
3.5	0.035	2.812	0.359
4	0.04	3.006	0.383
4.5	0.045	3.188	0.407
5	0.05	3.361	0.429
5.5	0.055	3.525	0.45
6	0.6	3.682	0.47
6.5	0.065	3.832	0.489
7	0.07	3.977	0.507
7.5	0.075	4.116	0.525
8	0.08	4.251	0.542
8.5	0.085	4.382	0.559
9	0.09	4.509	0.575
9.5	0.095	4.633	0.591
10	0.1	4.753	0.606
10.5	0.105	4.87	0.621
11	0.11	4.985	0.636
11.5	0.115	5.097	0.65
12	0.12	5.207	0.664
12.5	0.125	5.314	0.678
13	0.13	5.419	0.691
13.5	0.135	5.522	0.704
14	0.14	5.624	0.717

**Fuente:** Módulo de Hidrología, Gloria, Rúailes,2009.

Se determinó a través de la pendiente más crítica (12%), el caudal admisible, con un valor máximo de caudal de  $0.606 m^3/sg$

**Q admisible= 0.664 m3/sg**

- **Cálculo del Caudal a ser Desalojado**

$$Q = \frac{C * I * A}{360} \quad \text{Ec.4}$$

**Donde:**

A= Área de drenaje

I= Intensidad de lluvia de diseño

Q= Caudal máximo esperado

C= Coeficiente de escorrentía

**Tabla 88.** Coeficiente de escorrentía según el tipo de suelo.

<b>POR LA TOPOGRAFÍA (CT)</b>	<b>C</b>
Plana con pendiente de 0.2 a 0.6 m/km	0.3
Moderada con pendientes de 3,0 a 4,0 m/km	0.2
Colinas con pendientes de 30 a 50 m/km	0.1
<b>POR EL TIPO DE SUELO (Cs)</b>	<b>C</b>
Arcilla compacta impermeable	0.1
Combinación de limo y arcilla	0.2
Suelo limo arenoso no muy compactado	0.4
<b>POR LA CAPA VEGETAL (Cv)</b>	<b>C</b>
Terrenos cultivados	0.1
Bosques	0.2

**Fuente:** Módulo de Hidrología, Gloria, Rúaes,2009.

- **Determinación del Coeficiente de Escorrentía**

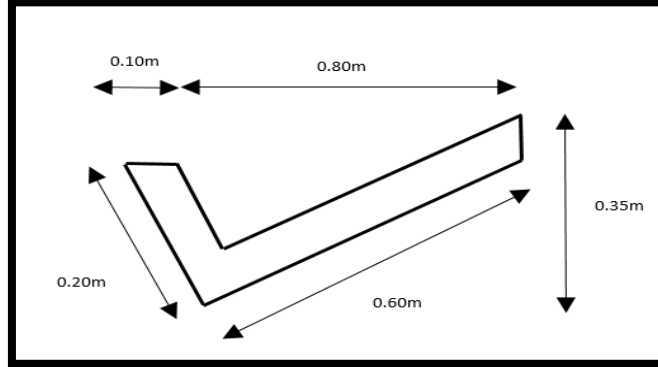
$$C = 1 - \Sigma c'$$

$$C = 1 - (0,3+0,1+0,1)$$

$$C = 0,50$$

- **Cálculo de la sección transversal de la cuneta**

**Figura 52.** Sección transversal cuneta de H° f'c= 180 kg/cm<sup>2</sup>

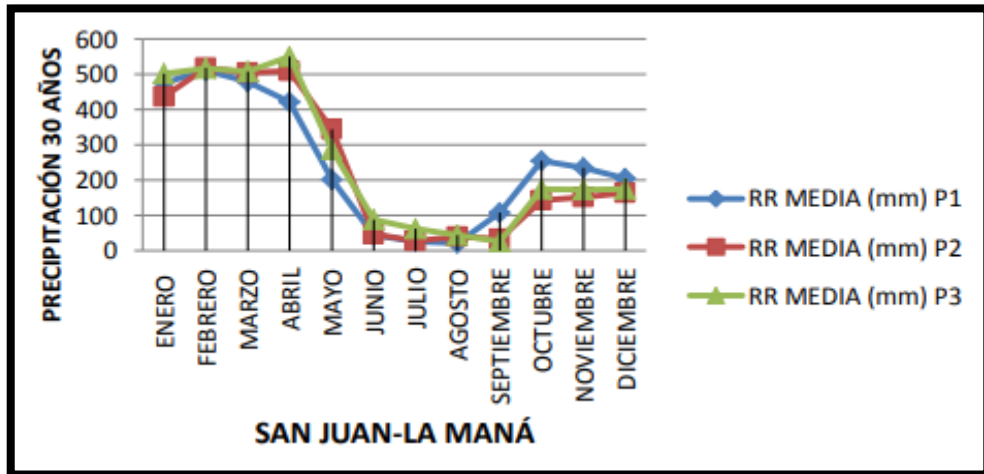


Fuente: Luis Santiago Torres López,2020.

**Determinación de la Intensidad “I” Según INHAMI:**

Se tomarán los datos de la máxima precipitación pluvial de la estación meteorológica “San Juan La Maná”, esta estación es la más cercana al sitio de nuestro proyecto. Cálculos.

**Figura 53.** Precipitación media 1990-2020 de la Estación Meteorológica San Juan-La Maná.



Fuente: “INAMHI” Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología,2014.

Los meses de mayor precipitación son:

**Tabla 8983.** Tabla de precipitaciones

<b>FEBRERO</b>	<b>ABRIL</b>
517.33mm	540.7mm

**Fuente:** Luis Santiago Torres López, 2020.

La determinación de la intensidad la realizaremos con las siguientes fórmulas: Ec.50

$$I = \frac{4.14 * T^{0.18} * P_{m\acute{a}x}}{t^{0.58}}$$

**Dónde:**

I= Intensidad de lluvia de diseño

T= Período de retorno en años (10años)

P Máx.= Precipitación máxima

t= Tiempo de precipitación en 24 horas.

- Cálculo del tiempo de duración:

Donde:

tc= Tiempo de concentración (minutos)

L= Longitud de áreas de drenaje

H= Desnivel entre el inicio de la cuenca y el punto de descarga (m)

i= Pendiente del tramo

$$I = 0.0195 * \left(\frac{L^3}{H}\right) 0.385$$

$$I = 0.0195 * \left(\frac{250^3}{20}\right) 0.385$$

$$I = 3.62 \text{ mi}$$

- Cálculo de desnivel

L= Longitud máxima de drenaje del proyecto = 250 m

i= 8% pendiente máxima del tramo

$$H = L * i$$

$$H = 250 * 0.08$$

$$H = 20 \text{ m}$$

Reemplazando en la fórmula de la intensidad:

$$I = \frac{4.14 * 10^{0.18} * 54.7 \text{ mm}}{2.40^{0.58}}$$
$$I = 206.28 \text{ mm/h}$$

- **Cálculo de Área de Drenaje para Cuneta en un carril**

$$A = (\text{Ancho carril} + \text{Cuneta}) * \text{Long. máx. de drenaje}$$

$$A = (4.20 \text{ m} + 0.80 \text{ m}) * 250 \text{ m}$$

$$A = 1250 \text{ m}^2 = 0.1250 \text{ Ha}$$

- **Cálculo del Caudal Máximo que circula**

$$Q = \frac{C * I * A}{360}$$

$$Q = \frac{0.50 * 206.28 * 0.1250}{360}$$

$$Q = 0.035 \text{ m}^3/\text{seg}$$

**Dónde:**

C= coeficiente de escorrentía

I= Intensidad de lluvia de diseño

A= Área de Drenaje para Cuneta en un carril

**Entonces:**

- Caudal Máximo Probable:  $0.035 \text{ m}^3/\text{seg}$

- Caudal Admisible al 12%:  $0.664 \text{ m}^3/\text{sg}$

$$Q \text{ admisible} > Q \text{ máximo}$$
$$0.664 \text{ m}^3/\text{s} > 0.035 \text{ m}^3/\text{s} \text{ OK}$$

El diseño es satisfactorio.

### **3.6 Ingeniería de Tránsito**

#### **3.6.1 Señalización Horizontal**

Básicamente son demarcaciones sobre la superficie de la capa de rodadura los cuáles pueden ser líneas horizontales y transversales, símbolos, palabras, letras, números. Etc. Además de los dispositivos elevados colocados en la superficie, con el fin de regular el tránsito como son los rompe velocidades, tachas reflectivas, tachones entre otros.

Toda señalización de tránsito debe satisfacer las siguientes condiciones: Según el INEN. [66]

- Debe ser necesaria
- Debe ser visible y llamar la atención
- Debe ser legible y fácil de entender
- Debe dar tiempo suficiente al usuario para responder adecuadamente
- Debe infundir respeto
- Debe ser creíble

#### **Clasificación de las señales horizontales:**

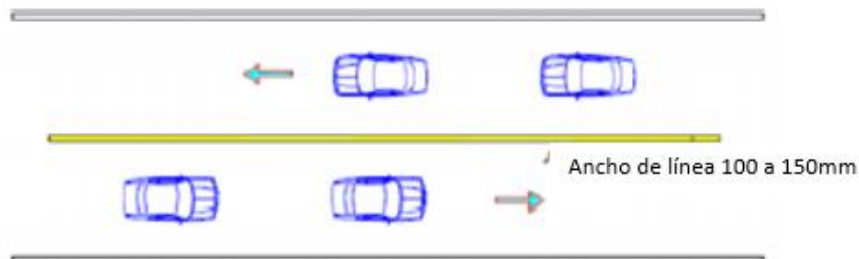
##### **a) Líneas longitudinales**

Las líneas longitudinales se las usa para definir los carriles y calzadas, para señalar las zonas en donde no se puede adelantar y estacionar, marcando carriles exclusivos para distintos tipos de vehículos como motos, buses, bicicletas, etc.

- **LÍNEA CONTINUA**

La línea continua es de color amarillo, en la cual se tiene la prohibición que se puede rebasar. Debe tener un ancho mínimo de 100mm y máximo de 150 mm.

**Figura 54.** Línea continua

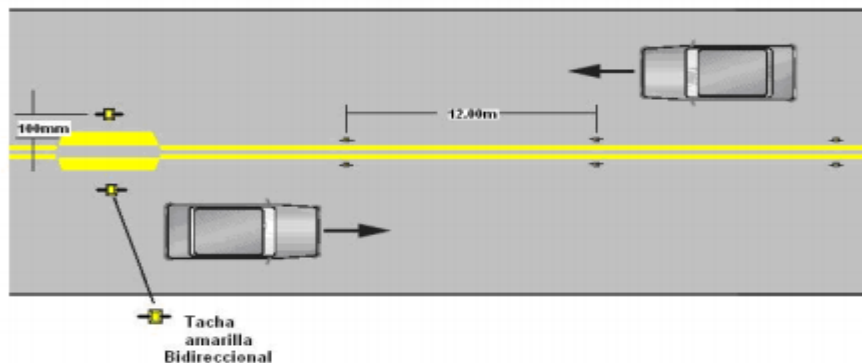


**Fuente:** Ingeniería de Tránsito, Señalización Vial, INEN (2011), RTE-4-2-1R

- **DOBLE LÍNEA CONTINUA**

Son dos líneas continuas amarillas Paralelas longitudinales a lo largo de la vía con un ancho mínimo de 100 y máximo de 150mm, separadas por un espacio de 100mm y se las utiliza en vías con doble sentido de tránsito, en la cuál la visibilidad de la vía es limitada por curvas, así se pueden impedir los rebasamientos de una forma un poco mas segura. [66]

**Figura 55.** Doble línea continua, (línea de barrera)



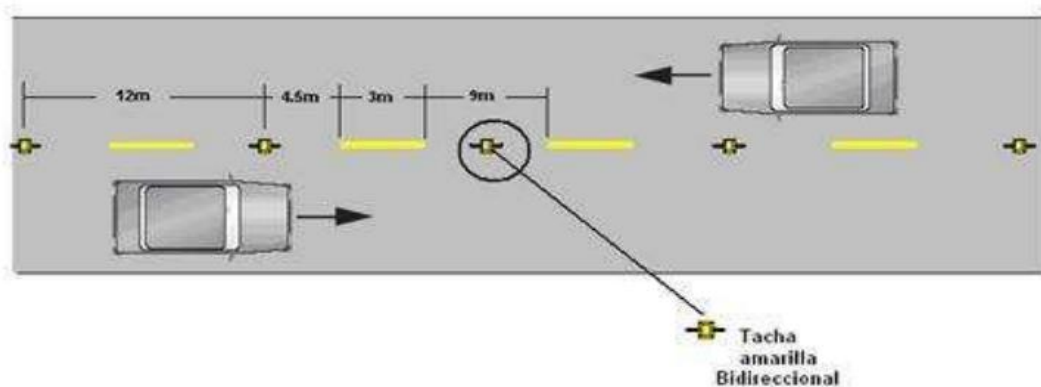
**Fuente:** Ingeniería de Tránsito, Señalización Vial, INEN (2011), RTE-4-2-1R



- **LÍNEA DISCONTINUA:**

En este caso esta línea permite adelantar siempre y cuando las características geométricas lo permitan y también exista seguridad. La longitud del espacio que no está pintado es de 9 m y la longitud pintada es de 3m. Deberán tener un ancho de 100 mm y máximo de 150mm.

**Figura 56.** Línea segmentada de separación opuesta.



**Fuente:** Ingeniería de Tránsito, Señalización Vial, INEN (2011), RTE-4-2-1R

## **Materiales**

Para que la señalización pueda cumplir a cabalidad su función deberá tener ciertas características que estén por arriba de los valores mínimos y que se mantengan duraderos durante el mayor tiempo posible.

- Pintura
- Termoplásticos en caliente
- Marcas viales prefabricada
- Imprimantes
- Agregados antideslizantes
- Etc.

Los espesores mínimos para realizar la señalización horizontal son:

300 micras = Mínimo en zona urbana

250 micras = Mínimo en zona rural

## Retroreflexión

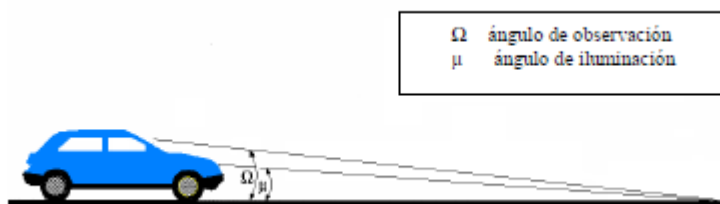
Deben ser muy visibles durante las 24 horas del día sin importar las condiciones climáticas, deberá usarse pinturas de tráfico y los materiales retroreflectivos como tachas, se construirán con materiales que sean apropiados para que con las luces de los vehículos reflejen la luz a través de micro esferas de vidrio. [66]

**Tabla 90.** Niveles mínimos de retroreflexión sobre el pavimento

Visibilidad	ÁNGULOS		COLORES	
	Iluminación	Observación	Blanco	Amarillo
A 15,00 m	3.5 <sup>u</sup>	4.5 <sup>u</sup>	150	95
A 30, 00 m	1.24 <sup>u</sup>	2.29 <sup>u</sup>	150	70

Fuente: Señalización Vial, INEN, 2011

**Figura 57.** Ángulos de iluminación y Observación.



Fuente: Señalización Vial, INEN, 2011

- La superficie retroreflectante debe ser al menos  $10\text{cm}^2$ .
- Deberá ser de color blanco o amarillo y completamente uniformes a lo largo de la señalización.

### 3.7 Volúmenes de Obra

Para poder realizar el presupuesto referencial del proyecto, primero se procede a realizar la cuantificación o volumetría del sitio en estudio que se realizan en la etapa de construcción.

Tabla 9184. Presupuesto referencial

PRESUPUESTO REFERENCIAL

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL
<b>REPLANTEO</b>				
Replanteo y nivelación (Eq. Topográfico)	km	3,40	396,36	1.347,62
Replanteo y nivelación para estructuras menores	m2	869,60	0,63	547,85
<b>AMBIENTALES</b>				
Agua para control de polvo	m3	1.500,00	3,84	5.760,00
<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				
Remoción Postes de Hormigón	u	10,00	212,20	2.122,00
Remoción de Hormigón a maquina	m3	30,05	8,02	241,00
<b>DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA</b>				
Desbroce, desbosque y limpieza	ha	2,12	398,47	844,76
<b>EXCAVACIÓN EN SUELO NATURAL</b>				
Excavación en suelo sin clasificar (Recuperación Material)	m3	9.605,00	2,07	19.882,35
<b>EXCAVACIÓN Y RELLENO PARA ESTRUCTURAS</b>				
Excavación Manual	M3	20,00	7,86	157,20
Excavación para cunetas y encausamiento	m3	2.559,42	2,63	6.731,27
Relleno compactado con equipo pesado	m3	6.613,00	3,53	23.343,89
Limpieza de Alcantarillas (Inc. Desalojo)	m3	81,02	13,37	1.083,24
<b>ACABADO EN OBRA BÁSICA</b>				
Acabado en obra básica existente	m2	51.027,64	0,65	33.167,97
<b>Transporte</b>				
Transporte de material de excavación -(Transporte libre 500m)	m3-km	11.968,00	0,26	3.111,68
Transporte de mezcla asfáltica MTOP 309-6(4)E DMT=9.5 KM	m3-km	18.328,93	0,28	5.132,10
Transporte de Sub Base Clase 3. DMT= 6.5 Km	m3/Km	23.073,38	0,27	6.229,81
Transporte de material de base clase 4 DMT=6.5KM	m3-km	62.795,30	0,27	16.954,73
<b>MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE</b>				
Sub base clase 3 (e=20cm)	m3	3.590,14	7,37	26.459,33
Base clase 4 (e=10cm)	m3	10.216,13	7,37	75.292,88
Asfalto RC 250 Imprimación	lts	58.389,59	0,66	38.537,13
Capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta de 5.0cm de espesor	m2	40.268,68	7,77	312.887,64
<b>HORMIGONES</b>				
Hormigón simple cemento portland clase B =210 kg/cm2 (cabezales muros de ala, cajas, descargas laterales )	m3	170,00	188,31	32.012,70
Hormigón simple cemento portland clase B = 180kg/cm2 (cunetas)	m3	1.120,04	140,96	157.880,84
Hormigón de ciclopeo -(60% H.S 40% piedra)	m3	90,00	111,97	10.077,30
Cinta PVC de ancho 12cm	ml	200,00	1,61	322,00
Acero de refuerzo en barra FY=4200kg/cm2	kg	8.100,00	1,69	13.689,00
<b>ALCANTARILLADO DE TUBO DE METAL CORRUGADO</b>				
Suministro e instalación Tubería de Acero Corrugado D=1.20 m, e=2.5 mm, PP-68, Empernable	m	80,00	239,16	19.132,80
Suministro e instalación de tubería Corrugada PVC d=600mm	m	25,00	95,12	2.378,00
Suministro e instalación tubería agua potable 1/2"	ml	25,00	3,76	94,00
<b>ACERAS Y BORDILLOS DE HORMIGON</b>				
Bordillos de hormigón simple FC=180 kg/CM2(0.15x0.20x0.50)	ml	1.494,00	14,49	21.648,06
<b>INSTALACIÓN PARA CONTROL DE TRÁNSITO</b>				
Marcas sobresalidas del pavimento tachas reflectivas bidireccionales	u	1.328,00	5,89	7.821,92
Marcas de pavimento -(Pintura reflectiva franjas de 12 cm de ancho, incluye microesferas)	ml	15.900,00	0,64	10.176,00
<b>SEÑALES A LADO DE LA CARRETERA</b>				
Señales a lado de la carretera - preventivas (75x75cm)	u	20,00	147,38	2.947,60
Señales a lado de la carretera - Reglamentarias (75x75cm)	u	10,00	147,38	1.473,80
Señal a lado de la carretera - Inf. Ambiental (0.60x1.20m) (verde-blanco), reflectiva	u	4,00	158,03	632,12
Señal a lado de la carretera - Informativas (1.20x1.80m)	u	4,00	277,61	1.110,44
Chevrone direccionales	u	35,00	235,07	8.227,45
<b>OBRA CIVIL</b>				<b>869.458,48</b>
<b>REAJUSTE ESTIMATIVO</b>				<b>22.625,50</b>
<b>12% IVA</b>				<b>104.335,018</b>
<b>TASAS AMBIENTALES</b>				
<b>TOTAL</b>				<b>973.816,123</b>

Fuente: Luis Santiago Torres López,2020.



## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 Conclusiones.

- Se determinó mediante el estudio y levantamiento topográfico de la piedadcita-Estero hondo Km 3+400- km 6+800 un ancho de vía de 8m.
- Se estableció como camino vecinal Clase III según la clasificación del MOP
- Se obtuvo un valor de TPDA de 1236 vehículos en los dos sentidos para un periodo de 20 años el cuál se encuentra en el rango de 300 – 1000 vehículos.
- En base a la topografía de la vía se estableció que el terreno del proyecto es Llano
- Se realizaron estudios de suelo el ensayo de CBR para poder determinar la capacidad del suelo, alcanzando un CBR de diseño de 18 % obteniendo una subrasante de buena calidad, por lo que no es necesario realizar un mejoramiento del suelo.
- Se determinó un pavimento flexible con los siguientes resultados: espesor de carpeta asfáltica= 5cm, espesor base granular= 15cm, espesor de sub-base granular de 25 cm con un espesor total de 45cm.
- Se calculó el presupuesto referencial del tramo km+3400 al 6+800 con un valor de 973.816,13 dólares americanos.

## **4.2 Recomendaciones.**

- Para poder determinar el CBR con el respectivo estudio de suelos, se lo debe realizar en tramos uniformes para así poder conseguir propiedades y comportamiento exacto del suelo en cada tramo que se va a diseñar.
- Para poder ejecutar el diseño geométrico, la estructura del pavimento y las obras de drenaje nos debemos basar en las especificaciones técnicas encontradas en el (Ministerio de Transporte y obras Públicas MTOP) así como en la norma AASHTO.
- Se recomienda realizar la limpieza periódica a la vía, así como también a las obras de drenaje, ya que por épocas de lluvia y por su ubicación geográfica existen lluvias constantemente, así podremos conservar la serviciabilidad de la vía.
- Se colocará la señalética respectiva, basándonos en la Norma INEN, así los usuarios de la vía podrán conducir cómodos y seguros hasta llegar a su destino.

## **BIBLIOGRAFÍA:**

- [1] U. Florencia, «Definición de Carretera,» 06 2012. [En línea]. Available: <https://www.definicionabc.com/general/carretera.php>.
- [2] C. Silvia y C. Bernardo, «Tecnologías para Vías Terciarias: Perspectivas y Experiencias desde la Academia.,» Revista de Ingeniería., n° 45, p. 13, 2017.
- [3] C. Rafael, R. Mayor y C. James, Ingeniería de Tránsito. Fundamentos y Aplicaciones, Octava ed., México: Alfaomega, 2007.
- [4] C. Emilio, Manual de Carreteras: Diseño Geométrico., Perú: MTC, 2018.
- [5] C. Grisales, Diseño geométrico de carreteras, Segunda ed., Colombia: ECOE EDICIONES, 2013.
- [6] A. Paco, P. José, S. Luis y S. Eduardo, “Metodología para el Replanteo y Trazado del Proyecto Horizontal de la Vía: Tramos Cerecita – Tamarindo – La Bajada de Progreso”, Ecuador: ESPOL, 2009.
- [7] J. Francisco y D. Alejandra, Diseño Geométrico de Caminos y Calles, Argentina: UNSJ, 2013.
- [8] A. María del Pilar y G. Carolina, «Impactos de las carreteras sobre la fauna silvestre y sus principales medidas de manejo,» Revista EIA, n° 5, pp. 45-57, 2016.
- [9] J. Adrián, «Infraestructura carretera: construcción, financiamiento y resistencia en México y América Latina,» Revista Transporte y Territorio, n° 13, p. 122, 2014.
- [10] P. Ignacio, C. Inmaculada, B. Salvador y R. Silvia, Modelado de calidad para la visualización interactiva de carreteras., España: UV, 2009.
- [11] H. R y C. A, Caracterización de los asfaltos utilizados en las obras viales del Ecuador, Ecuador: UCE, 2006.
- [12] B. Justo, «Diseño de carreteras para la integración paisajística.,» Revista Ciencia y Técnica, n° 3541, p. 47, 2013.
- [13] J. Fernando, Diseño Geométrico de la alternativa vial Shuyo-Pinllopata en el tramo Km 0 + 000 - 4 + 000 perteneciente a los cantones Pujilí y Pangua de la provincia de Cotopaxi, Ecuador: UTA, 2019.
- [14] F. Ignacio, Las coordenadas Geográficas. Área de Ingeniería Cartográfica, Geodésica y Fotogrametría., España: UVA, 2013.
- [15] U. Javier, Curso de Cartografía y Orientación., España: Mendikat, 2005.
- [16] R. Alexander, Levantamiento Topográfico de la Biblioteca y la Dirección General Administrativa del Senado, Bogotá: UD, 2017.

- [17] P. Roberto y A. Romel, Análisis de las características geométricas para su rediseño de la carretera existente que une las comunidades Pungas – Pulug – Cochapamba – loma el chocal de la parroquia San Isidro de Patulú de la provincia de Chimborazo., Ecuador: UNACH, 2014.
- [18] V. Christian, L. Humberto, C. Luis y L. Eric, «Dron polinizador de cultivos. Tecnologías aplicadas para alternativas sustentables.,» Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, vol. 1, p. 67, 2015.
- [19] G. Roger, U. Juan, S. Ismael, M. Rubén, Á. Flor, Z. Carlos y C. Rafael, «Drones. Aplicaciones en Ingeniería Civil y Geociencias.,» Revista Interciencia, vol. 44, n° 6, p. 327, 2019.
- [20] F. Marisa y A. Víctor, «Aplicaciones Topográficas de los drones.,» UBA, Argentina, 2017.
- [21] B. Guillermo, «Cátedra: Topografía II. La Estación Total.,» UNSJ, Argentina, 2017.
- [22] F. César, «Topografía 1. Métodos de nivelación Geométrica.,» EIS-UNL, Argentina, 2020.
- [23] M. Jorge, Z. David y R. Alberto, «Consideraciones, procedimientos y conceptos para la realización de un proyecto geométrico de carreteras.,» Revista Culcyt//Vías Terrestres, vol. 1, n° 57, p. 42, 2015.
- [24] Asamblea Nacional Constituyente del Ecuador, “Ley Sistema Nacional de Infraestructura Vial y Transporte Terrestre,” pp. 1–14, 2017.
- [25] N. Sergio, «Normas de Diseño Geométrico de Carreteras.,» T.A.M.S. - ASTEC, Ecuador, 2011.
- [26] R. Meryl, A. Darwin y R. John, «The cost and perception in society of vehicular congestion caused by urban public transport in the city of Ambato., » Revista Espacios, vol. 40, n° 43, p. 2, 2019.
- [27] Al día Online, 22 07 2018. [En línea]. Available: <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:ljZonm2x79AJ:https://aldiaonline.com/%3Fp%3D115121+&cd=10&hl=es-419&ct=clnk&gl=ec&client=firefox-b-d>.
- [28] M. Ángel, «Estudios del tráfico y análisis de la demanda. Aforos en redes urbanos y en redes interurbanos.,» OEP, España, 2011.
- [29] S. Ana, «Métodos de estimación de tránsito.,» PASME, Venezuela, 2017.
- [30] A. Erika, «Métodos de estimación de la demanda de tránsito.,» PSM, Venezuela, 2017.
- [31] N. Sergio, «Volúmenes de Tránsito.,» UNI, Nicaragua, 2013.



- [32] B. Rodrigo, E. Tomás y V. Sergio, «Análisis de métodos de diseño de pavimentos de adoquines de hormigón.,» Revista de la Construcción, vol. 12, n° 3, p. 17, 2013.
- [33] G. Claudio y L. Diego, «Pavimentos,» UTN, Argentina, 2018.
- [34] O. Antonio, «Pavimentos,» 03 12 2015. [En línea]. Available: <http://www.registrocdt.cl/registrocdt/www/admin/uploads/docTec/Pavimentos.pdf>.
- [35] H. Carlos, «Caracterización de la resistencia de las ubrasante con la información del deflectómetro de impacto.,» Revista Facultad de Ingeniería, UPTC, vol. 19, n° 28, p. 74, 2010.
- [36] A. María, «Electiva V Drenaje Vial,» IUPSM, Venezuela, 2016.
- [37] C. Leoncio, «Sistema de Drenaje en una carretera.,» UNH, Perú, 2013.
- [38] R. Fredy y R. Hugo, Pavimentos: Materiales, construcción y diseño, Colombia: ECOE, 2015.
- [39] J. Édgar, «Diseño geométrico de vías.,» Unibagué, Colombia, 2009.
- [40] A. García, A. Pérez y F. Camacho, «Introducción al Diseño Geométrico de Carreteras: Concepción y Planteamiento.,» UPV, España, 2012.
- [41] P. Claudio, Manual de diseño geométrico, Bolivia: GRUPO APIA XXI, 2008.
- [42] M. Jimmy, «Diseño geométrico de una carretera.,» IUPSM, Venezuela, 2017.
- [43] Z. Verónica, «Manual para el diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito,» MTC, Perú, 2008.
- [44] B. Tito, «Diseño Geométrico. Conceptos Generales,» UNI, Perú, 2016.
- [45] D. Isaul, «Proyecto Vial I,» UNEFM, Venezuela, 2015.
- [46] N. Sergio, «Diseño y Cálculo Geométrico de Viales - Alineamiento Vertical.,» UNI, Nicaragua, 2011.
- [47] C. Elvis, «Manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito.,» MTC, Perú, 2008.
- [48] A. Oscar, «Diseño Geométrico en Planta,» FIC-UNASAM, Perú, 2016.
- [49] C. James, Diseño geométrico de carreteras., Colombia: Ecoe, 2013.
- [50] O. José, Curvas de Transición Diseño Vial II, IUTET: Venezuela, 2011.
- [51] S. Eddy, Normas DG. Caminos I, Nicaragua: UNI, 2016.
- [52] G. José, Ingeniería de Vías Férreas., London, United Kingdom: Lulu, 2017.
- [53] B. María, «Peralte,» IUPSM, Venezuela, 2017.
- [54] J. Francisco y A. Débora, «Velocidades y Distribución del Peralta en las curvas horizontales.,» UBA, Venezuela, 2016.

- [55] C. Emilio, «MANUAL DE CARRETERAS: DISEÑO GEOMÉTRICO DG,» MTC, Perú, 2018.
- [56] J. Francisco, «Guías de Diseño Geométrico.,» Index, Argentina, 2016.
- [57] P. Emilio, «Diseño de Carreteras.,» UPT, Perú, 2015.
- [58] T. Andrea, G. Andrea y G. Daniela, «Diseño Geométrico de Vias,» JIC, Colombia, 2014.
- [59] P. Beatriz, «Aplicación de la distancia de visibilidad de adelantamiento en carreteras de dos carriles en Colombia.,» Revista de Ingeniería y Desarrollo. , vol. 37, nº 2, p. 215, 2019.
- [60] P. Ana, «Instrucción de Carreteras. Norma 3.1-IC,» 2016. [En línea]. Available: [https://www.mitma.gob.es/recursos\\_mfom/norma\\_31ic\\_trazado\\_orden\\_fom\\_273\\_2016.pdf](https://www.mitma.gob.es/recursos_mfom/norma_31ic_trazado_orden_fom_273_2016.pdf).
- [61] M. Henry, «Diseño Geométrico de vías,» Unilibre, Colombia., 2013.
- [62] S. Francisco, «Glosario de términos sobre diseño vial,» UBA, Argentina, 2007.
- [63] T. José, «Estudio de una carretera método topográfico,» UCV, Perú, 2014.
- [64] A. José, «Las vías públicas,» SIT - KART, España, 2015.
- [65] B. Julio, D. I. P. Irvin y Frank, «Drenaje,» UAP, Perú, 2014.
- [66] G. Juan, Manual de Carreteras del Paraguay. Normas para Señalización y Seguridad Vial., Paraguay: MOPC, 2011.
- [67] V. Jhon, «Obras viales complementarias,» USA, Colombia, 2015.
- [68] P. Víctor, «Drenaje de Carreteras,» SDSU, Estados Unidos, 2017.
- [69] R. Gerardo, C. Oscar y V. Jesús, «Manual de Proyecto Geométrico de Carreras,» SCT, México, 2018.
- [70] C. Limar, V. Anibal, M. Arnelys y D. Andreina, «Movimiento de Tierra,» IUP, Venezuela, 2015.
- [71] P. Germán y C. Lenin, «Sistema de Posicionamiento Global GPS.,» ULA, Venezuela, 2014.
- [72] C. Alcaraz, T. Brizuela, R. Castro y I. García, «Herramientas Ofimáticas.,» UPBC, Estados Unidos, 2016.
- [73] B. José, G. Natalia y A. Ana, «Sistemas GNSS: Fundamentos y aplicaciones,» UPV, España, 2017.
- [74] C. María, «Información General de la República del Ecuador.,» INOCAR, Ecuador, 2012.
- [75] GADPR MULALÓ, «Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia San Francisco de Mulaló,» 2019. [En línea]. Available: [http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdiagnostico/0560019720001\\_PDOT%20MULAL%C3%93\\_19-05-2015\\_22-45-22.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/0560019720001_PDOT%20MULAL%C3%93_19-05-2015_22-45-22.pdf).

[76] L. Jorge, «Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Moraspungo del Cantón Pangua, provincia de Cotopaxi.,» Golden Estudios S.A., Ecuador, 2015.

[77] G. Augusto, «Diseño de pavimento flexible método ASSHTO 93,» AASHTO, Perú, 2016.

[78] C. Gustavo, Maestría en Vías Terrestres. Módulo III. Diseño de Pavimentos I, Perú: UNI, 2015.

[79] N. Andreina, «Alineamiento Horizontal,» UDO, Venezuela, 2018.

## **ANEXOS**

- A. Referencia Topográfica
- B. Conteo vehicular
- C. Estudio de suelos
- D. Señales de tránsito
- E. Precios unitarios
- F. Fotografías
- G. Planos de diseño

## **ANEXO A**

# Referencia Topográfica

PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	OBSERVACIONES
800	693497.6500	9893194.1150	163.6980	CAM
801	761138.2800	9899718.9370	2916.1000	CAM
802	761142.2550	9899716.5470	2915.8730	EJE
803	761154.5830	9899734.9460	2916.2900	EJE
804	761150.9550	9899738.1700	2916.4450	CAM
805	761158.8700	9899734.6690	2916.3500	CAM
806	761170.2830	9899751.4390	2916.6220	CAM
807	761161.0400	9899751.9330	2916.5120	AX25
808	761152.7680	9899738.9400	2916.3230	AX26
809	693491.1620	9893193.5590	163.8220	CAM
810	693497.9750	9893176.4200	163.2130	CAM
811	761183.5570	9899777.1360	2916.9580	AX27
812	761204.0960	9899803.5690	2917.5730	CAM
813	761197.4770	9899808.2610	2917.7470	CAM
814	693494.2760	9893176.4680	163.4210	EJE
815	761189.2230	9899780.9220	2917.0740	CAM
816	761176.8200	9899782.6580	2916.5300	CAM
817	761169.3530	9899765.6150	2916.7200	CAM
818	761169.3930	9899769.6410	2916.4910	CAM
819	761172.9490	9899780.8720	2916.0670	CAM
820	761163.9650	9899777.2670	2915.5300	CAM
821	761165.5860	9899782.4660	2915.6730	CAM
822	761164.5620	9899779.8740	2915.3600	EJE
823	761142.5500	9899784.6320	2914.2130	EJE
824	761142.6410	9899786.9890	2914.5330	CAM
825	761141.9570	9899781.8710	2914.4940	CAM
826	761121.2860	9899787.9560	2913.2110	CAM
827	761121.0220	9899784.6900	2913.3810	CAM
828	761121.3840	9899786.6420	2913.2220	EJE
829	761100.4150	9899789.5750	2912.3720	EJE
830	761100.6810	9899786.9960	2912.4470	CAM
831	761100.6260	9899791.2520	2912.4140	CAM
832	761082.8680	9899794.0840	2911.8980	CAM
833	761082.0580	9899789.0790	2911.8750	CAM
834	693490.8960	9893176.6330	163.3760	CAM
835	761123.8510	9899775.4290	2913.7730	CAS
836	761123.4140	9899772.5500	2913.8160	CAS

837	761121.6790	9899775.9400	2913.6960	CAS
PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	OBSERVACIONES
838	761144.5720	9899773.5360	2915.5170	CAS
839	761154.4050	9899771.9310	2915.5240	CAS
840	761153.0100	9899762.5910	2915.4520	CAS
841	693498.5830	9893158.4940	162.9590	CAM
842	693491.5990	9893158.0700	163.0460	CAM
843	693495.1950	9893158.3530	163.0450	EJE
844	693494.1390	9893138.7780	162.8340	CAM
845	693499.2290	9893139.2020	162.8210	CAM
846	693496.6420	9893139.1430	162.8310	EJE
847	693494.0190	9893128.9060	161.6840	FOQ
848	693499.6530	9893113.6360	162.7770	CAM
849	693497.3880	9893112.9620	162.8470	EJE
850	693494.2140	9893112.9920	162.9480	CAM
851	693491.0490	9893096.4510	162.9840	CAM
852	693494.6360	9893095.9570	163.0960	EJE
853	693491.1570	9893096.0070	163.0430	CAM
854	693498.4600	9893095.3210	163.2390	CAM
855	693488.1390	9893079.6890	163.1960	CAM
856	693495.7300	9893077.9820	163.6360	CAM
857	693491.8230	9893078.5330	163.3020	CAM
858	693492.6730	9893062.1620	163.8850	CAM
859	693486.3280	9893063.5330	163.6380	CAM
860	693489.5660	9893063.1320	163.7420	EJE
861	693486.6370	9893052.5260	164.4220	CAM
862	693492.0880	9893052.7830	164.3790	CAM
863	693488.8560	9893052.3070	164.4360	EJE
864	693493.6050	9893050.9930	162.4700	ESTERO HONDO
865	693493.2510	9893042.1670	163.8050	CAM
866	693490.7970	9893040.2330	164.0710	EJE
867	693487.9220	9893039.7090	164.1760	CAM
868	693497.7290	9893028.4640	165.4290	CAM
869	693484.1910	9893039.4180	164.5170	TOP
870	693489.3230	9893026.2410	165.9830	TOP
871	693489.9240	9893030.8900	165.0050	CAM
872	693493.5920	9893031.5950	164.9950	EJE
873	693501.0700	9893014.0160	168.7570	EJE
874	693497.9750	9893011.9530	169.0790	CAM
875	693508.5880	9893006.1770	170.0500	CAM
876	693504.0530	9893003.0530	170.1430	CAM

877	693508.5030	9893000.8770	170.5980	EJE
PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	OBSERVACIONES
878	693502.7120	9893003.0900	170.0000	TOP
879	693515.8080	9892987.8040	172.4360	CAM
880	693510.5490	9892986.2390	172.4070	CAM
881	693513.1640	9892986.9490	172.3640	EJE
882	693483.7440	9893042.5630	165.8120	PLU
883	693517.3180	9892957.1090	177.0850	EST15
884	693481.4560	9893023.6150	174.7350	TOP
885	693485.7410	9893013.9090	175.8540	TOP
886	693492.6130	9893002.5850	176.8420	TOP
887	693517.2670	9892969.6480	174.3440	CAM
888	693511.4890	9892969.8380	174.3600	CAM
889	693514.3610	9892970.0110	174.3600	EJE
890	693512.6870	9892959.3970	175.6120	EJE
891	693515.9700	9892958.8440	175.5570	CAM
892	693507.5820	9892958.9520	175.5640	CAM
893	693511.0600	9892941.4890	177.3100	CAM
894	693507.8400	9892942.1590	177.4560	EJE
895	693502.9430	9892927.6920	178.7130	EJE
896	693503.3070	9892942.4240	177.6880	CAM
897	693505.3220	9892926.7910	178.6930	CAM
898	693501.3970	9892912.9250	179.6360	CAM
899	693499.7050	9892929.4380	179.2140	CAM
900	693498.3500	9892913.9950	179.8320	EJE
901	693494.8130	9892914.7190	180.2270	CAM
902	693498.9700	9892894.2530	181.1820	CAM
903	693495.5890	9892895.5020	181.1900	EJE
904	693491.9810	9892894.1460	181.4870	CAM
905	693497.5690	9892879.4550	182.3880	CAM
906	693491.2080	9892878.4790	182.7120	CAM
907	693494.6300	9892878.7310	182.4790	CAM
908	693490.9080	9892857.6220	184.5560	CAM
909	693497.0190	9892855.3260	184.9380	CAM
910	693494.2780	9892857.4010	184.2280	EJE
911	693495.8130	9892837.2240	185.5900	EJE
912	693493.6740	9892836.2860	185.8130	CAM
913	693489.6780	9892810.7450	187.8920	EST16
914	693491.3700	9892833.0580	186.0170	CAM
915	693494.1020	9892832.2810	186.0230	EJE
916	693496.4460	9892832.6040	185.9560	CAM



917	693498.0410	9892832.3960	186.5440	TOP
PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	OBSERVACIONES
918	693490.0710	9892815.0380	187.5830	TOP
919	693491.0700	9892814.9420	186.9750	CAM
920	693493.4170	9892814.8820	186.9860	EJE
921	693496.2320	9892814.9550	186.8710	CAM
922	693497.8960	9892814.8600	187.3580	TOP
923	693498.2490	9892796.1920	187.6060	TOP
924	693496.4910	9892796.5380	187.3980	CAM
925	693493.7870	9892796.3340	187.5190	EJE
926	693490.7580	9892796.1020	187.5290	CAM
927	693489.4620	9892795.9780	187.9290	TOP
928	693489.8810	9892779.9890	188.3910	TOP
929	693490.6280	9892779.9150	187.8590	CAM
930	693493.6120	9892780.0840	187.8310	EJE
931	693496.6390	9892780.2040	187.7530	CAM
932	693498.2780	9892780.1430	188.0550	TOP
933	693501.3220	9892761.3750	188.3070	TOP
934	693499.2430	9892761.1210	187.5290	CAM
935	693496.6020	9892760.1630	187.6300	EJE
936	693503.8350	9892756.1920	188.7260	AX6
937	693493.4070	9892759.4480	187.7320	CAM
938	693491.7290	9892759.5810	187.8150	TOP
939	693496.2570	9892748.6000	187.3220	CAM
940	693494.2510	9892747.4750	187.9060	PLU
941	693500.1580	9892750.0040	187.0820	EJE
942	693511.4070	9892735.5250	185.9820	EJE
943	693502.8460	9892751.7220	186.9640	CAM
944	693513.4980	9892737.5990	185.9280	CAM
945	693504.0390	9892752.1380	187.5500	TOP
946	693514.3640	9892738.6900	186.5840	TOP
947	693508.1050	9892732.8790	186.3760	TOP
948	695136.9580	9894996.4590	182.5960	CAM
949	695140.4950	9894996.8840	182.7060	EJE
950	695147.4330	9894977.8150	182.5060	EJE
951	695144.1950	9894974.3320	182.4900	EJE
952	695151.7890	9894978.0690	182.3720	CAM
953	695144.8460	9894966.8800	182.4390	CAM
954	695157.1290	9894962.7750	182.4770	CAM
955	695148.0190	9894959.7380	182.3880	CAM
956	695160.4300	9894955.8240	182.4950	CAM

957	695150.4360	9894951.8860	182.4630	CAM
PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	OBSERVACIONES
958	695162.0080	9894949.9220	182.4520	CAM
959	695156.6630	9894947.8440	182.5320	EJE
960	695161.0930	9894932.9240	182.5300	EJE
961	695165.3500	9894934.0740	182.4390	CAM
962	695156.5530	9894931.5790	182.4090	CAM
963	695171.0360	9894915.8100	182.4810	CAM
964	695162.0690	9894913.2650	182.3570	CAM
965	695171.8660	9894915.2340	182.7070	PLU
966	695166.7270	9894913.6050	182.6130	EJE
967	695173.6190	9894893.1290	182.6210	EJE
968	695165.7120	9894897.1470	182.4580	CAM
969	695161.4860	9894894.0820	182.3950	CAM
970	695177.9630	9894894.9540	182.6020	CAM
971	695165.0090	9894885.8600	182.5280	CAM
972	695170.6540	9894886.9860	182.5450	CAM
973	695183.2270	9894873.2480	182.3800	CAM
974	695174.0860	9894872.0850	182.5530	PLU
975	695179.2170	9894871.6000	182.4610	EJE
976	695175.0440	9894870.6420	182.2580	CAM
977	695188.6440	9894851.5380	181.9800	CAM
978	695177.9870	9894848.9900	181.9890	CAM
979	695194.3820	9894843.6720	181.9560	CAM
980	695183.3370	9894849.7130	182.1790	EJE
981	695194.9000	9894834.7840	181.9340	CAM
982	695186.1040	9894830.8200	182.0490	EJE
983	694735.5920	9894233.2750	177.3380	TOP
984	694718.4150	9894220.8710	177.4880	EJE
985	694716.8980	9894224.5540	177.3270	CAM
986	694720.1670	9894217.8160	177.1250	CAM
987	694716.6380	9894224.9790	177.4030	EJE
988	694698.3390	9894216.8410	177.0620	CAM
989	694700.9100	9894209.9370	176.9650	CAM
990	694697.8060	9894217.8100	177.0140	TOP
991	694679.5910	9894204.2050	176.9560	EJE
992	694676.6510	9894207.7110	176.7050	CAM
993	694680.5150	9894201.5730	176.7580	CAM
994	694675.9380	9894208.4120	176.6770	TOP
995	694656.0980	9894199.2340	176.4220	CAM
996	694657.5420	9894195.1040	176.4980	EJE

997	694401.7170	9894094.4720	174.1440	EST8
998	694644.9230	9894194.5280	176.0970	CAM
999	694646.3770	9894191.3600	176.2780	EJE
1000	763161.9680	9897727.6130	2829.0000	AX1
1001	695195.0000	9894823.0000	182.0000	EST1
1002	693600.5770	9892120.9530	208.7100	EJE
1003	693596.6790	9892120.7560	208.5520	CAM
1004	693604.4890	9892120.3480	208.6880	TOP
1005	693596.1620	9892120.6640	208.7050	TOP
1006	693603.4970	9892120.5040	208.5380	CAM
1007	693596.3640	9892097.1480	208.9820	TOP
1008	693604.3250	9892096.1910	209.0130	TOP
1009	693597.1290	9892097.1510	208.8080	CAM
1010	693603.1430	9892096.6050	208.8270	CAM
1011	693600.1430	9892096.2190	208.9090	EJE
1012	693599.9680	9892076.9070	209.5070	EJE
1013	693597.3250	9892076.3730	209.4340	CAM
1014	693596.4700	9892076.2610	209.8350	TOP
1015	693603.6240	9892076.2340	209.7730	TOP
1016	693602.6950	9892076.2730	209.5160	CAM
1017	693596.1450	9892054.6720	210.4980	TOP
1018	693597.0150	9892054.8120	210.1540	CAM
1019	693604.1160	9892053.9100	210.4760	CAM
1020	693602.7350	9892054.0080	210.2270	CAM
1021	693600.0640	9892053.9240	210.2560	EJE
1022	693600.1470	9892033.2780	210.3370	EJE
1023	693602.2710	9892023.6510	210.2250	AX8
1024	693604.6790	9892032.6860	210.5320	TOP
1025	693603.2830	9892032.5410	210.2630	CAM
1026	693597.3040	9892031.5950	210.1920	CAM
1027	693595.9760	9892031.1940	210.4970	TOP
1028	693597.0240	9892015.6300	210.2480	TOP
1029	693597.8790	9892015.8200	209.9600	CAM
1030	693600.8950	9892015.8250	210.0870	EJE
1031	693603.5030	9892016.6730	210.0780	CAM
1032	693604.6580	9892016.9530	210.5190	TOP
1033	693598.1280	9891998.8400	209.8780	TOP

PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	OBSERVACIONES
1034	693599.1890	9891999.2040	209.4000	CAM
1035	693601.5810	9891999.3900	209.5330	EJE
1036	693603.9700	9892000.0620	209.5040	CAM
1037	693604.9300	9892000.0910	209.9640	CAM
1400	693957.8140	9890810.9960	226.4620	CAM
<del>1401</del>	<del>693600.1360</del>	<del>9891982.7670</del>	<del>208.4400</del>	<del>CAM</del>
<del>1401</del>	<del>693961.5870</del>	<del>9890812.2060</del>	<del>226.4760</del>	<del>EJE</del>
1402	693956.6230	9890810.6360	226.6850	CAM
<del>1403</del>	<del>693964.1760</del>	<del>9890792.7330</del>	<del>228.5370</del>	<del>CAM</del>
1404	693958.5870	9890792.1720	228.2010	CAM
<del>1403</del>	<del>693959.6480</del>	<del>9890792.4740</del>	<del>227.3950</del>	<del>TOP</del>
<del>1403</del>	<del>693959.6480</del>	<del>9890792.4740</del>	<del>227.3950</del>	<del>CAM</del>
1406	693965.6550	9890792.3620	228.0850	CAM
<del>1405</del>	<del>693962.0530</del>	<del>9890792.0350</del>	<del>228.0710</del>	<del>CAM</del>
<del>1405</del>	<del>693962.0530</del>	<del>9890792.0350</del>	<del>228.0710</del>	<del>EJE</del>
1408	693962.0450	9890772.9890	229.8250	EJE
<del>1403</del>	<del>693964.4560</del>	<del>9890792.7900</del>	<del>229.8340</del>	<del>TOP</del>
<del>1403</del>	<del>693964.4560</del>	<del>9890792.7900</del>	<del>229.8340</del>	<del>CAM</del>
1410	693958.7610	9890772.2510	229.9660	CAM
<del>1411</del>	<del>693965.8620</del>	<del>9890792.6330</del>	<del>229.9090</del>	<del>EJE</del>
<del>1411</del>	<del>693965.8620</del>	<del>9890792.6330</del>	<del>229.9090</del>	<del>CAM</del>
1412	693957.9690	9890772.0080	229.3540	NA
<del>1413</del>	<del>693960.2740</del>	<del>9890792.3930</del>	<del>232.3110</del>	<del>TOP</del>
<del>1413</del>	<del>693958.5550</del>	<del>9890752.3930</del>	<del>232.0010</del>	<del>CAM</del>
1414	693963.9710	9890753.3030	231.9360	CAM
<del>1413</del>	<del>693960.1620</del>	<del>9890732.5110</del>	<del>232.1530</del>	<del>TOP</del>
<del>1413</del>	<del>693959.4280</del>	<del>9890732.6390</del>	<del>232.9300</del>	<del>CAM</del>
1416	693963.5170	9890753.3650	231.8610	CAM
<del>1415</del>	<del>693963.3110</del>	<del>9890732.9390</del>	<del>231.6980</del>	<del>EJE</del>
1418	693962.4370	9890734.0030	234.0000	EJE
<del>1413</del>	<del>693959.3080</del>	<del>9890735.5090</del>	<del>233.8980</del>	<del>TOP</del>
<del>1413</del>	<del>693959.3080</del>	<del>9890735.5090</del>	<del>233.8980</del>	<del>CAM</del>
1420	693964.0880	9890735.5100	233.8130	CAM
<del>1421</del>	<del>693964.4880</del>	<del>9890735.4760</del>	<del>234.2320</del>	<del>CAM</del>
1422	693958.6610	9890735.3110	234.7020	CAM
<del>1423</del>	<del>693960.3640</del>	<del>9891891.0100</del>	<del>208.2560</del>	<del>CAM</del>
<del>1423</del>	<del>693960.3640</del>	<del>9890681.9450</del>	<del>237.3630</del>	<del>CAM</del>
1424	693959.6420	9890715.9650	235.3070	CAM
<del>1423</del>	<del>693959.1200</del>	<del>9891891.1740</del>	<del>209.9290</del>	<del>TOP</del>
<del>1423</del>	<del>693958.6610</del>	<del>9890716.0380</del>	<del>235.2590</del>	<del>CAM</del>
1426	693965.5440	9890716.3010	235.4230	CAM
<del>1425</del>	<del>693964.2820</del>	<del>9890716.8110</del>	<del>235.3820</del>	<del>EJE</del>
<del>1425</del>	<del>693964.2820</del>	<del>9890716.8110</del>	<del>235.3820</del>	<del>CAM</del>
1428	693962.3730	9890716.0770	235.3490	EJE
<del>1425</del>	<del>693965.4870</del>	<del>9891871.8230</del>	<del>209.4850</del>	<del>CAM</del>
<del>1425</del>	<del>693960.9740</del>	<del>9890696.5060</del>	<del>236.5230</del>	<del>EJE</del>
1430	693957.2470	9890696.2070	236.6610	CAM
<del>1425</del>	<del>693963.1170</del>	<del>9891871.7560</del>	<del>209.6620</del>	<del>TOP</del>
<del>1425</del>	<del>693963.3500</del>	<del>9890695.7480</del>	<del>236.5550</del>	<del>CAM</del>
1432	693956.0500	9890695.7240	237.0970	CAM
<del>1433</del>	<del>693964.1390</del>	<del>9891844.2770</del>	<del>210.2780</del>	<del>TOP</del>
<del>1433</del>	<del>693964.1390</del>	<del>9890695.7170</del>	<del>236.8430</del>	<del>CAM</del>
1434	693953.7670	9890690.5520	237.2470	EST23
<del>1433</del>	<del>693958.5430</del>	<del>9891844.6700</del>	<del>209.7370</del>	<del>CAM</del>
<del>1433</del>	<del>693954.0070</del>	<del>9890680.6060</del>	<del>237.5130</del>	<del>EST22</del>
1074	693604.4190	9891844.3170	209.7990	CAM

PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	OBSERVACIONES
1436	693954.4670	9890679.2010	237.6310	CAM
<del>1036</del>	<del>693961.2710</del>	<del>9890628.3170</del>	<del>237.8300</del>	<del>EJM</del>
1438	693955.7630	9890679.3280	237.4730	CAM
<del>1038</del>	<del>693968.8890</del>	<del>9890628.9260</del>	<del>237.8820</del>	<del>CAM</del>
1440	693959.0230	9890677.7170	237.5020	EJE
<del>1080</del>	<del>693998.9090</del>	<del>9890602.8750</del>	<del>238.2580</del>	<del>EOP</del>
1442	693955.7960	9890661.9390	238.1870	CAM
<del>1082</del>	<del>693990.8590</del>	<del>9890601.6080</del>	<del>238.0050</del>	<del>CAM</del>
1444	693954.7970	9890661.3260	238.6020	CAM
<del>1084</del>	<del>693968.6760</del>	<del>9890602.0090</del>	<del>238.2680</del>	<del>CAM</del>
1446	693954.7130	9890648.1980	239.2600	CAM
<del>1086</del>	<del>693961.0580</del>	<del>9890688.6880</del>	<del>239.0060</del>	<del>EJM</del>
1448	693955.3610	9890648.5520	238.9670	CAM
<del>1088</del>	<del>693998.0390</del>	<del>9890688.7800</del>	<del>238.8090</del>	<del>CAM</del>
1450	693958.6430	9890648.7510	238.9660	EJE
<del>1090</del>	<del>693968.0450</del>	<del>9890680.6420</del>	<del>239.0500</del>	<del>EJM</del>
1452	693956.4960	9890632.5610	240.0750	CAM
<del>1092</del>	<del>693963.3890</del>	<del>9890633.0360</del>	<del>239.8880</del>	<del>CAM</del>
1454	693957.4940	9890633.0540	239.8340	CAM
<del>1094</del>	<del>693964.0240</del>	<del>9890630.9860</del>	<del>239.0630</del>	<del>EJM</del>
1456	693965.8930	9890636.7000	240.3020	CAM
<del>1096</del>	<del>693964.5390</del>	<del>9890638.8050</del>	<del>239.6590</del>	<del>CAM</del>
1458	693961.3900	9890622.4260	240.3230	CAM
<del>1098</del>	<del>693968.2380</del>	<del>9890636.5040</del>	<del>239.8030</del>	<del>CAM</del>
1460	693959.8620	9890621.7520	240.3640	CAM
<del>1100</del>	<del>693969.0620</del>	<del>9890630.0800</del>	<del>239.8950</del>	<del>CAM</del>
1462	693964.8870	9890624.4580	240.2110	EJE
<del>1102</del>	<del>693996.7280</del>	<del>9890613.9090</del>	<del>239.6820</del>	<del>EOP</del>
1464	693975.4530	9890613.1730	240.6820	EJE
<del>1104</del>	<del>693993.5830</del>	<del>9890609.0320</del>	<del>239.8090</del>	<del>CAM</del>
1466	693977.7250	9890615.7170	240.5910	CAM
<del>1106</del>	<del>693970.8330</del>	<del>9890608.5150</del>	<del>239.3880</del>	<del>EJM</del>
1468	693978.3420	9890616.6070	240.7440	CAM
<del>1108</del>	<del>693988.7720</del>	<del>9890602.0260</del>	<del>239.8850</del>	<del>CAM</del>
1470	693990.8810	9890607.4510	240.9320	CAM
<del>1110</del>	<del>693983.8030</del>	<del>9890600.0360</del>	<del>239.4800</del>	<del>CAM</del>
1472	693991.6290	9890608.3270	241.1890	CAM
<del>1112</del>	<del>693989.0140</del>	<del>9890608.0960</del>	<del>239.8230</del>	<del>EOP</del>
1474	694002.1870	9890600.3640	240.6470	EJE
<del>1114</del>	<del>694002.3080</del>	<del>9890597.0280</del>	<del>239.5930</del>	<del>CAM</del>

PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	OBSERVACIONES
1476	694004.3240	9890602.6360	240.5590	CAM
<del>1476</del>	<del>694002.9980</del>	<del>9890596.8360</del>	<del>206.0960</del>	<del>EJM</del>
1478	694004.6790	9890603.6560	240.9140	CAM
<del>1478</del>	<del>694004.0580</del>	<del>9890556.0360</del>	<del>208.9350</del>	<del>EJM</del>
1480	694022.2970	9890590.1820	240.6220	CAM
<del>1480</del>	<del>694022.8690</del>	<del>9890597.0060</del>	<del>209.9820</del>	<del>CAM</del>
1482	694022.6520	9890591.3240	239.5340	CAM
<del>1482</del>	<del>694024.8750</del>	<del>9890596.0860</del>	<del>209.4090</del>	<del>EJM</del>
1484	694024.0140	9890593.3810	239.5300	EJE
<del>1484</del>	<del>694023.0950</del>	<del>9890586.6990</del>	<del>208.8980</del>	<del>EJM</del>
1486	694041.7960	9890583.2130	238.8430	CAM
<del>1486</del>	<del>694043.9030</del>	<del>9890590.0820</del>	<del>209.0660</del>	<del>CAM</del>
1488	694042.3190	9890581.9260	239.0200	CAM
<del>1488</del>	<del>694043.2180</del>	<del>9890592.0820</del>	<del>209.0780</del>	<del>CAM</del>
1490	694058.0840	9890573.0680	238.5950	CAM
<del>1490</del>	<del>694059.3020</del>	<del>9890580.8080</del>	<del>238.8690</del>	<del>CAM</del>
1492	694057.4400	9890571.9960	238.8810	CAM
<del>1492</del>	<del>694060.5800</del>	<del>9890580.2260</del>	<del>238.8650</del>	<del>CAM</del>
1494	694060.5870	9890576.1210	238.8370	EJE
<del>1494</del>	<del>694070.8970</del>	<del>9890568.0800</del>	<del>238.8280</del>	<del>EJE</del>
1496	694068.5140	9890564.0830	238.6480	CAM
<del>1496</del>	<del>694070.8010</del>	<del>9890570.0690</del>	<del>238.8520</del>	<del>CAM</del>
1498	694068.0200	9890562.5730	238.2430	CAM
<del>1498</del>	<del>694071.0920</del>	<del>9890578.8620</del>	<del>238.9820</del>	<del>CAM</del>
1500	694076.3750	9890554.2870	238.9930	CAM
<del>1500</del>	<del>694083.4080</del>	<del>9890562.6980</del>	<del>238.3460</del>	<del>ESTU18</del>
1502	694082.8200	9890559.1090	239.0380	CAM
<del>1502</del>	<del>694094.0590</del>	<del>9890533.8750</del>	<del>238.8560</del>	<del>CAM</del>
1504	694079.7060	9890557.8520	239.0180	EJE
<del>1504</del>	<del>694089.0250</del>	<del>9890543.5360</del>	<del>239.0140</del>	<del>EJM</del>
1506	694082.7570	9890545.4720	239.2750	CAM
<del>1506</del>	<del>694088.2020</del>	<del>9890508.6230</del>	<del>239.5480</del>	<del>CAM</del>
1508	694082.2550	9890545.2010	239.6570	CAM
<del>1508</del>	<del>694088.4090</del>	<del>9890508.8670</del>	<del>239.4380</del>	<del>CAM</del>
1510	694085.7260	9890528.8830	241.0180	CAM
<del>1510</del>	<del>694093.4290</del>	<del>9890508.7220</del>	<del>240.9690</del>	<del>EJM</del>
1512	694086.7150	9890529.3930	240.3260	CAM
<del>1512</del>	<del>694090.4080</del>	<del>9890528.8860</del>	<del>240.9210</del>	<del>EJE</del>
1514	694093.6910	9890510.5030	241.6790	EJE
<del>1514</del>	<del>694098.8000</del>	<del>9890509.3880</del>	<del>244.8860</del>	<del>CAM</del>

PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	OBSERVACIONES
1516	694096.5870	9890510.3100	241.5950	CAM
<del>1517</del>	<del>694099.5960</del>	<del>9890510.3960</del>	<del>241.6030</del>	CAM
1518	694088.8040	9890509.0020	241.8890	CAM
<del>1519</del>	<del>694099.3290</del>	<del>9890509.6260</del>	<del>242.8880</del>	CAM
1520	694100.2120	9890505.7170	242.1490	CAJ
<del>1520</del>	<del>694099.3020</del>	<del>9890507.9060</del>	<del>242.6530</del>	CAM
1522	694100.9300	9890503.6920	241.9510	CAM
<del>1522</del>	<del>694101.5610</del>	<del>9890489.4060</del>	<del>240.2040</del>	EJEM
1524	694101.9340	9890504.1820	242.0700	CAM
<del>1524</del>	<del>694101.0600</del>	<del>9890489.4320</del>	<del>242.3910</del>	EST20
1526	694113.1540	9890504.0150	243.8580	AX20
<del>1526</del>	<del>694107.0720</del>	<del>9890493.8560</del>	<del>240.9300</del>	CAM
1528	694115.0530	9890502.8970	243.0440	CAM
<del>1528</del>	<del>694116.5980</del>	<del>9890498.3020</del>	<del>240.0280</del>	EJEM
1530	694136.1810	9890499.9670	244.1270	CAM
<del>1530</del>	<del>694132.6080</del>	<del>9890504.3360</del>	<del>247.3920</del>	EJEM
1532	694096.6380	9890488.1650	241.9360	CAM
<del>1532</del>	<del>694096.3270</del>	<del>9890498.3880</del>	<del>247.6000</del>	CAM
1534	694058.4600	9890490.6130	239.2650	CAM
<del>1534</del>	<del>694099.0330</del>	<del>9890480.4490</del>	<del>239.5030</del>	EJEM
1536	694134.2410	9890508.7940	244.2590	CAM
<del>1536</del>	<del>694136.2030</del>	<del>9890498.2250</del>	<del>247.6980</del>	CAM
1538	694136.8060	9890497.1070	244.5910	CAJ
<del>1538</del>	<del>694139.0800</del>	<del>9890499.7360</del>	<del>247.6380</del>	CAM
1540	694162.3780	9890506.9210	245.3740	CAM
<del>1540</del>	<del>694159.5960</del>	<del>9890510.8830</del>	<del>246.5290</del>	CAM
1542	694161.3640	9890512.0330	245.6970	EJE
<del>1542</del>	<del>694160.2090</del>	<del>9890518.8860</del>	<del>246.3060</del>	EJE
1544	694186.0370	9890514.1840	245.9100	CAM
<del>1544</del>	<del>694182.6020</del>	<del>9890529.9990</del>	<del>246.0180</del>	EJEM
1546	694201.4340	9890529.7040	246.1830	CAM
<del>1546</del>	<del>694200.9200</del>	<del>9890509.9090</del>	<del>246.9960</del>	CAM
1548	694203.7570	9890524.4310	246.3570	EJE
<del>1548</del>	<del>694229.8960</del>	<del>9890528.5990</del>	<del>246.6890</del>	AX20
1550	694230.6170	9890518.1010	246.6290	CAM
1190	693657.6660	9891405.1220	215.2310	CAM
1191	693652.0990	9891400.5430	215.0570	CAM
1192	693656.9520	9891404.3850	215.0280	CAM
1193	693654.4230	9891402.7530	215.1310	EJE
1194	693671.3160	9891382.9260	214.8550	EJE

PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	OBSERVACIONES
1195	693675.5570	9891383.3970	214.6940	CAM
1196	693669.4930	9891379.0590	214.6070	CAM
1197	693676.0750	9891383.8680	214.5990	CAM
1198	693668.7830	9891378.6130	214.6890	CAM
1199	693692.4860	9891364.9820	215.0710	CAM
1200	693685.3340	9891359.0250	214.8290	CAM
1201	693691.8940	9891364.4440	214.8420	CAM
1202	693686.1190	9891359.4870	214.7420	CAM
1203	693688.9000	9891362.1990	214.9050	EJE
1204	693702.3880	9891346.1400	215.4690	EJE
1205	693700.4370	9891343.1110	215.5470	CAM
1206	693706.3180	9891347.3580	215.4630	CAM
1207	693700.1570	9891342.5200	215.7970	CAM
1208	693707.2640	9891347.4080	215.8250	CAM
1209	693712.5380	9891324.4270	216.4140	CAM
1210	693719.7990	9891328.3110	216.4270	CAM
1211	693719.0660	9891327.8190	216.0910	CAM
1212	693713.5880	9891324.8390	216.0720	CAM
1213	693716.3250	9891326.4560	216.1750	EJE
1214	693726.7320	9891308.5570	216.3920	EJE
1215	693725.4430	9891304.1770	216.2830	CAM
1216	693730.6240	9891309.2690	216.2540	CAM
1217	693724.7260	9891303.9150	216.5900	CAM
1218	693731.4470	9891309.4760	216.5200	CAM
1219	693736.4950	9891285.0720	216.3610	CAM
1220	693744.4290	9891289.5120	216.4070	CAM
1221	693737.1640	9891285.7570	216.1270	CAM
1222	693743.1620	9891289.7180	216.0590	CAM
1223	693740.3220	9891287.7370	216.2120	EJE
1224	693754.6610	9891268.5190	215.7880	EJE
1225	693751.8100	9891266.7080	215.7450	CAM
1226	693756.9970	9891270.2810	215.7180	CAM
1227	693751.8550	9891266.7350	215.7370	CAM
1228	693751.3670	9891266.2240	216.0790	CAM
1229	693765.5450	9891259.2380	216.3880	CAM
1230	693757.1410	9891257.0560	215.7880	CAM
1231	693764.7760	9891259.0660	215.4990	CAM
1232	693758.1060	9891257.7680	215.5180	CAM
1233	693773.7070	9891245.3840	215.1840	CAM
1234	693767.6390	9891241.3400	215.1800	CAM



PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	OBSERVACIONES
1235	693799.3650	9891186.5990	214.9990	CAM
1236	693774.6810	9891243.5060	215.1200	CAM
1237	693768.4460	9891240.0730	215.1790	CAM
1238	693775.6400	9891243.0640	215.4010	CAM
1239	693767.7810	9891239.3210	215.3780	CAM
1240	693772.6730	9891240.3960	215.1250	CAM
1241	693781.4580	9891222.6610	214.9250	EJE
1242	693784.3250	9891223.6020	214.7560	CAM
1243	693778.6730	9891220.8800	214.8470	CAM
1244	693784.9120	9891223.8880	214.6490	CAM
1245	693778.0290	9891220.1210	214.8510	CAM
1246	693794.5370	9891202.7700	214.9370	CAM
1247	693787.1140	9891199.6960	214.9330	CAM
1248	693793.9020	9891202.2770	214.8680	CAM
1249	693788.1670	9891199.9480	214.8610	CAM
1250	693791.3250	9891201.2180	214.9630	CAM
1251	693795.4710	9891188.8600	214.9920	EJE
1252	693799.2110	9891189.9830	214.9000	CAM
1253	693792.6200	9891187.6420	214.9320	CAM
1254	693800.0380	9891190.2360	214.8420	CAM
1255	693791.9740	9891187.1450	214.9730	CAM
1256	693803.3540	9891176.7770	215.2490	CAM
1257	693795.6490	9891174.5930	215.0330	CAM
1258	693805.1150	9891176.8380	215.3260	PLU
1259	693796.5270	9891174.9620	214.9900	CAM
1260	693802.3870	9891176.7300	215.0430	CAM
1261	693799.4690	9891175.8270	215.0810	EJE
1262	693803.1970	9891153.3650	215.6130	EJE
1263	693806.1320	9891153.2030	215.6960	CAM
1264	693800.0090	9891152.3380	215.5660	CAM
1265	693807.1300	9891153.1520	215.9820	CAM
1266	693799.4480	9891151.9800	215.9420	CAM
1267	693810.6210	9891129.3890	216.8420	CAM
1268	693801.7850	9891126.9520	216.7780	CAM
1269	693809.5580	9891129.5120	216.4840	CAM
1270	693803.2580	9891127.3860	216.6410	CAM
1271	693806.5420	9891128.4240	216.5830	EJE
1272	693811.5640	9891109.8070	217.2640	EJE
1273	693813.8250	9891095.7640	218.4340	AX12
1274	693807.3910	9891107.9790	217.8920	CAM

PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	OBSERVACIONES
1275	693808.9950	9891108.6380	217.3030	CAM
1276	693815.2990	9891110.2780	217.1330	CAM
1277	693812.0190	9891109.5550	217.2600	EJE
1278	693816.0170	9891110.9050	217.4610	CAM
1279	693819.1080	9891097.7150	217.9410	EJE
1280	693822.2520	9891099.6590	217.8360	CAM
1281	693817.0820	9891095.6650	218.0170	CAM
1282	693823.2430	9891100.1870	218.1480	CAM
1283	693816.1670	9891094.7810	218.1390	CAM
1284	693835.7680	9891087.8130	219.6780	CAM
1285	693834.8800	9891087.0070	219.3890	CAM
1286	693831.1900	9891081.8830	219.6850	CAM
1287	693834.8030	9891087.0150	219.3740	CAM
1288	693831.4500	9891082.7890	219.4670	CAM
1289	693833.2280	9891085.6380	219.2990	EJE
1290	693848.4020	9891074.3440	221.2660	EJE
1291	693850.2250	9891076.2830	221.4010	CAM
1292	693847.4810	9891070.8910	221.3860	CAM
1293	693850.9560	9891076.8070	221.6490	CAM
1294	693847.1570	9891069.9380	221.6380	CAM
1295	693861.5510	9891067.0920	222.4330	EST21
1296	693857.5870	9891058.7950	222.4150	CAM
1297	693858.0670	9891059.4440	222.1550	CAM
1298	693860.7590	9891061.9520	222.3020	EJE
1299	693864.0090	9891063.3850	222.4350	CAM
1300	693863.3950	9891062.9060	222.3230	CAM
1301	693863.0680	9891064.5160	222.4160	CAJ
1302	693864.5730	9891065.8250	222.4560	CAJ
1303	693862.4470	9891068.0540	222.4080	CAJ
1304	693874.2860	9891044.0140	222.6580	EJE
1305	693877.2340	9891046.0160	222.4890	CAM
1306	693871.6150	9891042.2550	222.5160	CAM
1307	693877.5060	9891046.1070	222.6190	CAM
1308	693870.8900	9891041.8350	222.8850	CAM
1309	693887.4150	9891030.6730	223.1010	CAM
1310	693880.9640	9891026.5370	222.9920	CAM
1311	693887.0140	9891030.5120	222.7460	CAM
1312	693881.3730	9891027.1180	222.7070	CAM
1313	693884.3070	9891028.9010	222.8000	EJE
1314	693893.1880	9891009.0450	223.0090	EJE

PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	OBSERVACIONES
1315	693895.9520	9891009.9090	223.0480	CAM
1316	693890.0290	9891007.4290	222.9360	CAM
1317	693896.8680	9891010.2320	223.1470	CAM
1318	693889.5080	9891007.1300	223.5380	CAM
1319	693897.9020	9890999.4740	223.3020	AX13
1320	693892.8170	9890996.9740	223.2000	CAM
1321	693890.7480	9890996.4480	224.2480	CAM
1322	693895.8790	9890997.5700	223.3830	EJE
1323	693898.7560	9890997.9680	223.4100	CAM
1324	693902.2530	9890993.0750	224.1100	PLU
1325	693897.5500	9890984.1190	224.0390	EJE
1326	693899.9340	9890983.9760	224.0920	CAM
1327	693893.7290	9890983.4590	224.0090	CAM
1328	693900.9520	9890984.0050	224.3410	CAM
1329	693890.9180	9890984.0890	225.0160	CAM
1330	693899.9190	9890969.5690	224.8460	CAM
1331	693898.8210	9890969.8530	224.5580	CAM
1332	693891.5690	9890969.3070	225.5210	CAM
1333	693892.9810	9890969.5340	224.6170	CAM
1334	693896.1420	9890970.1190	224.6410	EJE
1335	693896.7830	9890951.3370	224.8940	EJE
1336	693896.8100	9890951.2850	224.8770	CAM
1337	693890.5140	9890951.5400	224.8570	CAM
1338	693897.7960	9890951.2390	225.2690	CAM
1339	693889.6990	9890951.6190	226.1840	CAM
1340	693888.6340	9890933.2380	225.7900	CAM
1341	693896.3680	9890933.3670	224.9360	CAM
1342	693889.1650	9890933.4320	224.5180	CAM
1343	693895.4150	9890933.7320	224.5330	CAM
1344	693892.3290	9890933.7160	224.5700	EJE
1345	693890.1940	9890919.1130	223.7720	AX14
1346	693890.1820	9890920.5590	223.8640	CAM
1347	693897.9090	9890929.6180	225.1870	PLU
1348	693888.2420	9890920.0010	226.9610	CAM
1349	693896.9190	9890919.9550	224.3850	CAM
1350	693895.1780	9890919.6920	223.7900	CAM
1351	693889.6830	9890905.4000	224.2120	CAM
1352	693898.8950	9890904.9690	223.3510	CAM
1353	693890.4480	9890905.5060	223.1180	CAM
1354	693897.3560	9890904.9730	223.0040	CAM

PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	OBSERVACIONES
1355	693894.4190	9890904.3540	223.0930	EJE
1356	693896.6920	9890893.4510	222.8090	EJE
1357	693900.1550	9890894.3340	222.7590	CAM
1358	693893.6230	9890891.6860	222.8090	CAM
1359	693900.8270	9890894.6060	222.6730	CAM
1360	693892.2870	9890890.9510	222.6770	CAM
1361	693902.9100	9890877.8800	222.8860	AX15
1362	693899.8760	9890880.0810	222.7710	CAM
1363	693905.2430	9890883.4280	221.7080	TUB
1364	693898.5180	9890876.0040	221.3170	TOP
1365	693902.4830	9890881.1140	222.7350	EJE
1366	693911.5210	9890872.2760	222.9520	EJE
1367	693916.9120	9890872.5110	222.8710	CAM
1368	693912.5130	9890865.6620	223.0420	CAM
1369	693916.1640	9890871.8650	222.9680	CAM
1370	693913.2010	9890866.9650	223.0200	CAM
1371	693930.5340	9890862.9150	223.5970	CAM
1372	693927.9670	9890858.0300	223.5770	CAM
1373	693931.4930	9890864.2050	224.0770	CAM
1374	693927.4010	9890856.8040	224.2140	CAM
1375	693929.5230	9890860.7450	223.6080	EJE
1376	693941.5970	9890851.3540	224.2860	EJE
1377	693943.5890	9890852.5750	224.3270	CAM
1378	693939.4440	9890848.7950	224.1410	CAM
1379	693944.1110	9890853.9600	224.7070	CAM
1380	693959.8870	9890833.3950	225.4650	AX16
1381	693937.9420	9890846.7250	225.2170	CAM
1382	693944.2770	9890852.2790	224.2860	CAM
1383	693945.1500	9890852.5900	224.4200	CAM
1384	693950.8160	9890839.4430	224.8240	EJE
1385	693953.2360	9890841.1770	224.8110	CAM
1386	693948.9780	9890837.2620	224.7600	CAM
1387	693954.7070	9890841.8480	223.9610	CAM
1388	693954.7110	9890841.8360	225.9020	CAM
1389	693947.6830	9890836.3960	225.3280	CAM
1390	693961.7560	9890826.8830	225.6050	CAM
1391	693960.6110	9890826.4620	225.6380	CAM
1392	693955.8100	9890821.9500	225.7920	CAM
1393	693963.6520	9890819.5690	225.9410	CAM
1394	693954.2280	9890821.3880	226.0100	CAM

PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	OBSERVACIONES
1395	693966.1590	9890803.2780	227.2970	CAM
1396	693959.0360	9890823.5220	225.6660	EJE
1397	693969.4290	9890821.2270	225.3740	CAM
1398	693963.3610	9890825.3260	225.2720	CAM
1399	693964.2410	9890813.3930	226.5080	CAM

## **ANEXO B**

# Conteo Vehicular

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO														
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA														
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL														
PROYECCIÓN DEL TPDA (TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL)														
UBICACIÓN: PIEDADCITA Y CALOPE DE GARRIDO														
ABSCISA: Km+3400 a Km 6+800														
FECHA: LUNES 7 DE OCTUBRE DEL 2020														
REALIZADO POR: LUIS SANTIAGO TORRES LÓPEZ														
Hora	Livianos			Buses			camiones dos ejes			Camiones			vehículos/1 5min	Total acumulado
	Automóviles	camionetas	Motos	Livianos	Medianos	Pesados	Livianos	Medianos	Tres ejes	>tres ejes	otros			
6:00 - 6:15	3	8	9	3	3	3	4	0	0	0	0	0	33	
6:15 - 6:30	2	5	6	0	0	1	2	0	0	0	0	0	16	
06:30 - 06:45	2	3	5	2	1	1	3	1	0	0	0	0	18	
06:45-7:00	3	3	1	2	1	1	2	1	0	0	0	0	14	81
07:00 - 07:15	1	0	0	2	0	1	4	1	0	0	0	0	9	57
07:15 - 07:30	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	43
07:30-07:45	0	0	0	2	2	2	0	0	0	0	0	0	6	31
07:45-08:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
08:00-08:15	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	4	12
08:15-08:30	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	3	13
08:30-08:45	0	0	0	2	0	4	0	0	0	0	0	0	6	13
08:45-09:00	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	4	17
09:00-09:15	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	3	16
09:15-09:30	0	0	1	2	0	0	0	1	0	0	0	0	4	17
09:30-09:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
10:00-10:15	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	3	10
10:15-10:30	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	5	12
10:30-10:45	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4	12
10:45-11:00	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	13
11:15-11:30	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	3	13
11:30-11:45	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3	11
11:45-12:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
12:00-12:15	0	0	1	2	0	0	0	1	0	0	0	0	4	10
12:15-12:30	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	3	10
12:30-12:45	1	1	1	1	0	0	0	3	0	0	0	0	7	14
12:45-13:00	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	16
13:15-13:30	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	4	16
13:30-13:45	0	1	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	4	17
13:45-14:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
14:00-14:15	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	4	12
14:15-14:30	2	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	5	13
14:30-14:45	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	4	13
14:45-15:00	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	14
15:15-15:30	0	0	1	2	0	0	2	0	0	0	0	0	5	15
15:30-15:45	0	0	0	2	0	1	0	1	0	0	0	0	4	14
16:00-16:15	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	12
16:15-16:30	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	3	14
16:30-16:45	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	11
16:45-17:00	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4	11
17:15-17:30	1	0	1	0	0	0	1	2	0	0	0	0	5	14
17:30-17:45	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	14
17:45-18:00	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	16
Total	27	22	34	45	8	19	36	20	0	0	0	0	211	672

Fuente: Luis Santiago Torres López,2020.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO														
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA														
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL														
PROYECCIÓN DEL TPDA (TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL)														
UBICACIÓN: PIEDADITA Y CALOPE DE GARRIDO														
ABSCISA: Km+3400 a Km 6+800														
FECHA: MARTES 8 DE OCTUBRE DEL 2020														
REALIZADO POR: LUIS SANTIAGO TORRES LÓPEZ														
Hora	Livianos			Buses			camiones dos ejes		Camiones			vehículos/1 5min	Total acumulado	
	Automóviles	camionetas	Motos	Livianos	Medianos	Pesados	Livianos	Medianos	Tres ejes	>tres ejes	otros			
6:00 - 6:15	0	8	3	1	3	1	0	0	0	0	0	0	16	
6:15 - 6:30	0	5	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	8	
06:30 - 06:45	1	3	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	8	
06:45-7:00	0	3	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	7	39
07:00 - 07:15	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	3	26
07:15 - 07:30	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	19
07:30-07:45	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	3	14
07:45-08:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
08:00-08:15	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	6
08:15-08:30	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6
08:30-08:45	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	3	6
08:45-09:00	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	3	9
09:00-09:15	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8
09:15-09:30	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	10
09:30-09:45	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	9
10:00-10:15	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	9
10:15-10:30	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	11
10:30-10:45	1	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	6	14
10:45-11:00	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	13
11:15-11:30	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4	14
11:30-11:45	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	13
11:45-12:00	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	8
12:00-12:15	0	0	1	2	0	0	2	0	0	0	0	0	5	12
12:15-12:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
12:30:12:45	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	10
12:45-13:00	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	11
13:15-13:30	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	10
13:30-13:45	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	12
13:45-14:00	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	9
14:00-14:15	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	9
14:15-14:30	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3	8
14:30-14:45	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	9
14:45-15:00	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	9
15:15-15:30	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	10
15:30-15:45	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	9
16:00-16:15	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	8
16:15-16:30	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8
16:30-16:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
16:45-17:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
17:15-17:30	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3	5
17:30-17:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
17:45-18:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Total	11	33	25	8	28	5	10	0	0	0	0	0	120	405

Fuente: Luis Santiago Torres López,2020.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO														
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA														
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL														
PROYECCIÓN DEL TPDA (TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL)														
UBICACIÓN: PIEDADCITA Y CALOPE DE GARRIDO														
ABSCISA: Km+3400 a Km 6+800														
FECHA: MIÉRCOLES 9 DE OCTUBRE DEL 2020														
REALIZADO POR: LUIS SANTIAGO TORRES LÓPEZ														
Hora	Livianos			Buses			camiones dos ejes			Camiones			vehículos/1 5min	Total acumulado
	Automóviles	camionetas	Motos	Livianos	Medianos	Pesados	Livianos	Medianos	Tres ejes	>tres ejes	otros			
6:00 - 6:15	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	
6:15 - 6:30	0	0	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0	4	
06:30 - 06:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
06:45-7:00	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	3	
07:00 - 07:15	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
07:15 - 07:30	0	3	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	5	
07:30-07:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
07:45-08:00	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	3	
08:00-08:15	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	3	
08:15-08:30	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	
08:30-08:45	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2	
08:45-09:00	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
09:00-09:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
09:15-09:30	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	
09:30-09:45	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	3	
10:00-10:15	0	1	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	5	
10:15-10:30	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	2	
10:30-10:45	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
10:45-11:00	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
11:15-11:30	1	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4	
11:30-11:45	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	
11:45-12:00	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	3	
12:00-12:15	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	3	
12:15-12:30	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	
12:30-12:45	2	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	6	
12:45-13:00	1	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	4	
13:15-13:30	0	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4	
13:30-13:45	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
13:45-14:00	1	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	4	
14:00-14:15	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	4	
14:15-14:30	1	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	5	
14:30-14:45	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	4	
14:45-15:00	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
15:15-15:30	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	3	
15:30-15:45	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
16:00-16:15	1	0	1	1	2	1	0	1	0	0	0	0	7	
16:15-16:30	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
16:30-16:45	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	
16:45-17:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
17:15-17:30	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	4	
17:30-17:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
17:45-18:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Total	11	17	13	20	24	7	10	8	0	0	0	0	110	

Fuente: Luis Santiago Torres López,2020.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO														
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA														
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL														
PROYECCIÓN DEL TPDA (TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL)														
UBICACIÓN: PIEDADCITA Y CALOPE DE GARRIDO														
ABSCISA: Km+3400 a Km 6+800														
FECHA: JUEVES 9 DE OCTUBRE DEL 2020														
REALIZADO POR: LUIS SANTIAGO TORRES LÓPEZ														
Hora	Livianos			Buses			camiones dos ejes			Camiones			vehículos/1 5min	Total acumulado
	Automóviles	camionetas	Motos	Livianos	Medianos	Pesados	Livianos	Medianos	Tres ejes	>tres ejes	otros			
6:00 - 6:15	0	2	3	1	0	0	0	0	5	0	0	0	11	
6:15 - 6:30	0	4	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	8	
06:30 - 06:45	1	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	5	
06:45-7:00	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	4	28
07:00 – 07:15	0	2	0	0	2	1	0	2	0	0	0	0	7	24
07:15 – 07:30	2	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	5	21
07:30-07:45	0	2	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	5	21
07:45-08:00	0	1	0	1	0	1	0	3	0	0	0	0	6	23
08:00-08:15	0	0	0	0	1	0	2	2	0	0	0	0	5	21
08:15-08:30	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	3	19
08:30-08:45	0	0	1	2	2	0	2	3	0	0	0	0	10	24
08:45-09:00	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	3	21
09:00-09:15	0	2	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	5	21
09:15-09:30	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2	20
09:30-09:45	1	3	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	6	16
10:00-10:15	0	0	1	0	0	2	0	1	0	0	0	0	4	17
10:15-10:30	0	0	0	1	2	0	3	1	0	0	0	0	7	19
10:30-10:45	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	19
10:45-11:00	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	3	16
11:15-11:30	0	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	5	17
11:30-11:45	1	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4	14
11:45-12:00	0	0	0	1	2	1	1	1	0	0	0	0	6	18
12:00-12:15	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	17
12:15-12:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
12:30-12:45	0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	4	12
12:45-13:00	1	0	1	0	1	0	0	3	0	0	0	0	6	12
13:15-13:30	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	13
13:30-13:45	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	3	16
13:45-14:00	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	3	15
14:00-14:15	0	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	6	15
14:15-14:30	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	3	15
14:30-14:45	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	13
14:45-15:00	0	2	1	2	0	0	1	0	0	0	0	0	6	16
15:15-15:30	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	12
15:30-15:45	0	3	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	6	15
16:00-16:15	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	16
16:15-16:30	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	3	13
16:30-16:45	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	4	15
16:45-17:00	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	12
17:15-17:30	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	11
17:30-17:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
17:45-18:00	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5
Total	10	40	15	10	20	12	20	48	0	0	0	0	175	642

**Fuente:** Luis Santiago Torres López,2020.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO														
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA														
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL														
PROYECCIÓN DEL TPDA (TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL)														
UBICACIÓN: PIEDADICITA Y CALOPE DE GARRIDO														
ABSCISA: Km+3400 a Km 6+800														
FECHA: VIERNES 9 DE OCTUBRE DEL 2020														
REALIZADO POR: LUIS SANTIAGO TORRES LÓPEZ														
Hora	Livianos			Buses			camiones dos ejes			Camiones			vehículos/1 5min	Total acumulado
	Automóviles	camionetas	Motos	Livianos	Medianos	Pesados	Livianos	Medianos	Tres ejes	>tres ejes	otros			
6:00 - 6:15	4	2	2	3	1	0	0	0	0	0	0	0	12	
6:15 - 6:30	3	1	1	3	1	0	0	1	0	0	0	0	10	
6:30 - 06:45	1	1	0	2	2	1	1	0	0	0	0	0	8	
06:45-7:00	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	31
07:00 - 07:15	2	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	5	24
07:15 - 07:30	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	16
07:30-07:45	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	13
07:45-08:00	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	4	16
08:00-08:15	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	14
08:15-08:30	2	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	7	19
08:30-08:45	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	17
08:45-09:00	2	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4	17
09:00-09:15	0	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	4	18
09:15-09:30	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	15
09:30-09:45	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	14
10:00-10:15	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	11
10:15-10:30	2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	4	11
10:30-10:45	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	9
10:45-11:00	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	9
11:15-11:30	3	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	7	15
11:30-11:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
11:45-12:00	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	11
12:00-12:15	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	11
12:15-12:30	0	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	4	8
12:30-12:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
12:45-13:00	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	9
13:15-13:30	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8
13:30-13:45	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	5
13:45-14:00	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	7
14:00-14:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
14:15-14:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
14:30-14:45	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	5
14:45-15:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
15:15-15:30	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
15:30-15:45	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	6
16:00-16:15	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
16:15-16:30	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	5
16:30-16:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
16:45-17:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
17:15-17:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
17:30-17:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
17:45-18:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Total	30	18	15	25	15	5	2	4	0	0	0	0	114	392

Fuente: Luis Santiago Torres López,2020.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO														
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA														
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL														
PROYECCIÓN DEL TPDA (TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL)														
UBICACIÓN: PIEDADICITA Y CALOPE DE GARRIDO														
ABSCISA: Km+3400 a Km 6+800														
FECHA: SÁBADO 11 DE OCTUBRE DEL 2020														
REALIZADO POR: LUIS SANTIAGO TORRES LÓPEZ														
Hora	Livianos			Buses			camiones dos ejes			Camiones			vehículos/1 5min	Total acumulado
	Automóviles	camionetas	Motos	Livianos	Medianos	Pesados	Livianos	Medianos	Tres ejes	>tres ejes	otros			
6:00 - 6:15	2	4	2	2	0	0	2	0	0	0	0	0	14	
6:15 - 6:30	4	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	8	
06:30 - 06:45	2	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	6	
06:45-7:00	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2	30
07:00 – 07:15	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	17
07:15 – 07:30	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6	15
07:30-07:45	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	10
07:45-08:00	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	10
08:00-08:15	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	12
08:15-08:30	0	1	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	4	10
08:30-08:45	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	13
08:45-09:00	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	14
09:00-09:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
09:15-09:30	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	4	11
09:30-09:45	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	10
10:00-10:15	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	9
10:15-10:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
10:30-10:45	2	4	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	8	13
10:45-11:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
11:15-11:30	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	11
11:30-11:45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	12
11:45-12:00	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6
12:00-12:15	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	8
12:15-12:30	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	3	8
12:30-12:45	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8
12:45-13:00	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7
13:15-13:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
13:30-13:45	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	5
13:45-14:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
14:00-14:15	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
14:15-14:30	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6
14:30-14:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
14:45-15:00	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	6
15:15-15:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
15:30-15:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
16:00-16:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
16:15-16:30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
16:30-16:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
16:45-17:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
17:15-17:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
17:30-17:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17:45-18:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Total	29	35	7	5	3	6	10	0	0	0	0	0	95	313

Fuente: Luis Santiago Torres López,2020.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO													
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA													
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL													
PROYECCIÓN DEL TPDA (TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL)													
UBICACIÓN: PIEDADCITA Y CALOPE DE GARRIDO													
ABSCISA: Km+3400 a Km 6+800													
FECHA: DOMINGO 12 DE OCTUBRE DEL 2020													
REALIZADO POR: LUIS SANTIAGO TORRES LÓPEZ													
Hora	Livianos			Buses			camiones dos ejes		Camiones			vehículos/1 5min	Total acumulado
	Automóviles	camionetas	Motos	Livianos	Medianos	Pesados	Livianos	Medianos	Tres ejes	>tres ejes	otros		
6:00 - 6:15	4	3	3	1	1	1	2	0	0	0	0	15	
6:15 - 6:30	2	2	0	0	0	0	1	1	0	0	0	6	
06:30 - 06:45	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	3	
06:45-7:00	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	27
07:00 – 07:15	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	4	16
07:15 – 07:30	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	11
07:30-07:45	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	11
07:45-08:00	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	9
08:00-08:15	1	0	1	0	0	2	1	0	0	0	0	5	10
08:15-08:30	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	12
08:30-08:45	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10
08:45-09:00	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	11
09:00-09:15	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	9
09:15-09:30	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	3	9
09:30-09:45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	9
10:00-10:15	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8
10:15-10:30	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	6
10:30-10:45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
10:45-11:00	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	4
11:15-11:30	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	2	5
11:30-11:45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5
11:45-12:00	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6
12:00-12:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
12:15-12:30	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	4
12:30-12:45	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	7
12:45-13:00	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	6
13:15-13:30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7
13:30-13:45	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7
13:45-14:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
14:00-14:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
14:15-14:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
14:30-14:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
14:45-15:00	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	2
15:15-15:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
15:30-15:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
16:00-16:15	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	3
16:15-16:30	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3
16:30-16:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
16:45-17:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
17:15-17:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
17:30-17:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
17:45-18:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Total	26	14	11	4	6	8	7	2	0	0	0	78	252

Fuente: Luis Santiago Torres López,2020.

## **ANEXO C**

# **ESTUDIO DE SUELOS**

## **MUESTRA N°1**

### **Ubicación**

Abscisa: K3+400

### **Ensayos**

- Límites de Atterberg
- Granulometría
- Contenido de Humedad
- Compactación Próctor
- CBR
- Penetración para CBR



**Proyecto:** Diseño geométrico , del pavimento y las obras de arte de la vía Piedrecita-Estero Hondo desde la abscisa 3+400 hasta la abscisa 6+800 perteneciente al cantón Pangua, provincia de Cotopaxi

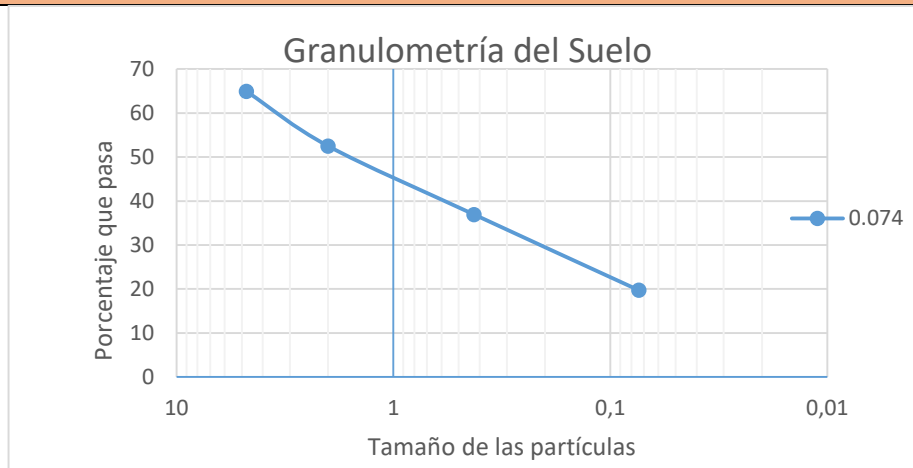
ABSCISA:3+400

Fecha:12/10/2020

**1.- Determinación de la granulometría del suelo**

TAMIZ	Tamiz en mm	Peso Ret/Acumulado	%Retenido	% Que Pasa
3'	76,3	0	0	100
1 1/2'	38,1	0	0	100
1'	25,4	0	0	100
3/4'	19,1	0	0	100
1/2'	12,7	0	0	100
3/8'	9,52	0	0	100
N 4'	4,76	105.2	35.07	64.93
Pasa N 4		194.8	64.93	64.93
N 10	2,00	142.5	47.50	52.50
N 30	0,59			
N 40	0,425	189.18	63.06	36.94
N 50	0,30			
N 100	0,149			
N 200	0,074	240.8	80.27	19.73
PASA EL N 200		59.2	19.73	
TOTAL		300		
Peso antes del lavado	300			
Peso despues del lavado	242.8			
TOTAL -DIFERENCIA	57.2			

**2.- Gráfico de Distribución Granulométrica**



<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>		
Recipiente N		83
Peso recipiente	gr	44.78
Peso muestra húmeda + recipiente	gr	159.37
Peso muestra seca + recipiente.	gr	115.34
Peso agua	gr	46.03
Peso muestra seca	gr	68.56
Contenido de humedad	%	67.14
Clasificación SUCS	<b>LIMO - ARCILLOSO</b>	



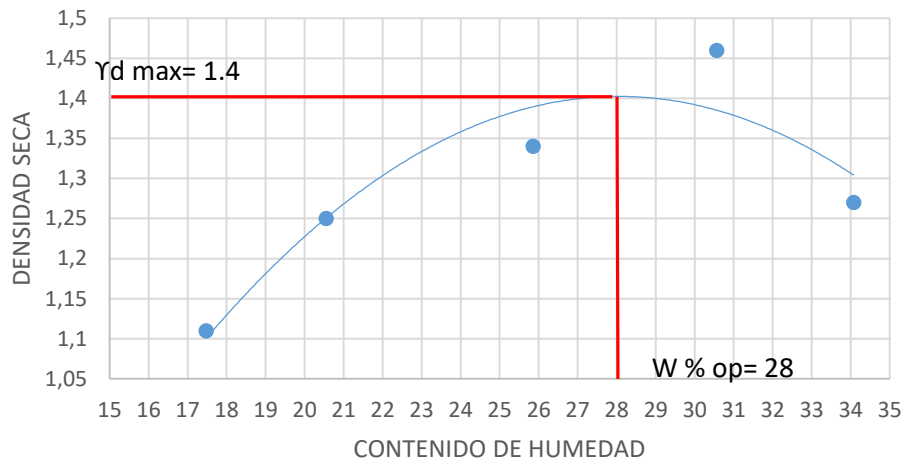
**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**





<b>Proyecto:</b> Diseño geométrico , del pavimento y las obras de arte de la vía Piedrecita- Estero Hondo desde la abscisa 3+400 hasta la abscisa 6+800 perteneciente al cantón Pangua, provincia de Cotopaxi										
Norma: AASHTO T -180					Abscisa:		3+400			
Método: AASHTO MODIFICADO					Fecha:		13/10/2020			
Ensayado por :										
<b>ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO</b>										
NUMERO DE GOLPES :		25		NÚMERO DE CAPAS:		5		PESO MARTILLO Lb:		10
ALTURA DE CAÍDA:		18"		PESO MOLDE gr:		3791		Volumen Molde cc:		944
<b>1.- Compactación de laboratorio</b>										
Muestra	1	2	3	4	5					
Humedad inicial añadida en %	4	8	12	46	20					
Humedad inicial añadida en (cc)	0	80	160	240	320					
P molde + suelo húmedo (gr)	5020.4	5214.2	5385.9	5589.3	5394.1					
Peso suelo húmedo	1229.4	1423.2	1594.9	1798.3	1603.1					
Densidad Húmeda en gr/cm <sup>3</sup>	1.30	1.51	1.69	1.90	1.70					
<b>2.- Determinación del contenido de humedad</b>										
Recipiente #	D-8	D-4	C-4	C-5	B-5	B-6	F-7	F-9	B-3	B-1
Peso recipiente (gr)	240.9	120.5	284.5	126.4	248	136.7	220.4	142.6	179.24	136.52
Peso muestra húmeda + recipiente (gr)	209.8	108.6	246.8	108.6	202.9	114.8	180.5	116.5	142.63	108.56
Peso muestra seca + recipiente (gr)	42.3	46.11	64.82	25.42	44.6	40.56	45.6	34.06	48.65	24.5
Peso Agua	29.11	10.58	38.5	16.65	41.2	18.9	38.6	25.89	30.52	29.7
Peso muestra seca (gr)	166.89	60.41	188.02	80.65	156.9	74.25	133.6	80.26	94.56	82.78
Contenido de Humedad w %	17.44	17.51	20.48	20.64	26.26	25.45	28.89	32.26	32.28	35.88
Contenido de humedad promedio w%	17.48		20.56		25.86		30.57		34.08	
Densidad Seca Y <sub>d</sub>	1.11		1.25		1.34		1.46		1.27	

### CURVA DE COMPACTACIÓN



**$\gamma_d$  máximo = 1.4**

**W óptimo = 28**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

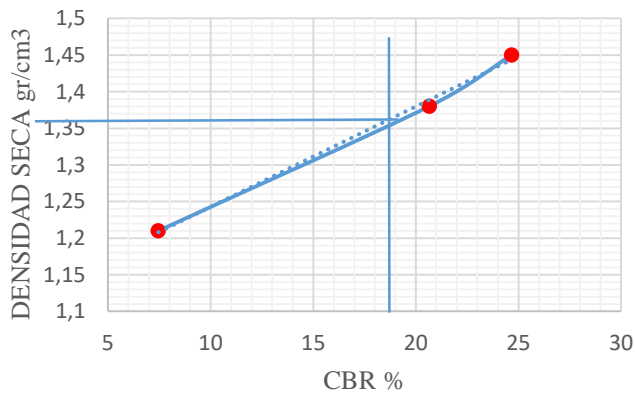


**Proyecto:** Diseño geométrico , del pavimento y las obras de arte de la vía Piedrecita- Estero Hondo desde la abscisa 3+400 hasta la abscisa 6+800 perteneciente al cantón Pangua, provincia de Cotopaxi

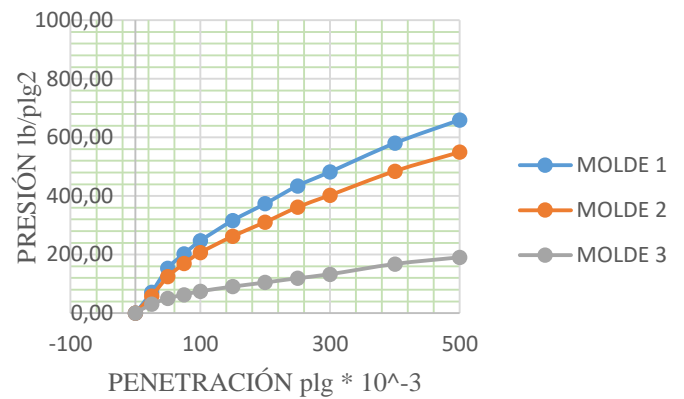
Norma: AASHTO T -180	Abscisa:	3+400				
Método: AASHTO MODIFICADO	Fecha:	14/10/2020				
Ensayado por :						
<b>ENSAYO CBR</b>						
Molde#	7		8		9	
# De capas	5		5		5	
# De golpes por capa	56		27		11	
	Antes del remojo	Después del remojo	Antes del remojo	Después del remojo	Antes del remojo	Después del remojo
W <sub>m</sub> =Molde (gr)	10210.5	10340.4	9992.15	10240.2	9629.3	9991.7
Peso Molde (gr)	6310.2	6310.2	6280.4	6280.4	6384.5	6384.5
Peso muestra húmeda (gr)	3900.3	4030.2	3711.75	3959.8	3244.8	3607.2
Volumen de la muestra (cm <sup>3</sup> )	2080.5	2080.5	2080.5	2080.5	2080.5	2080.5
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.87	1.94	1.78	1.90	1.56	1.73
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.46	1.44	1.38	1.39	1.21	1.21
Densidad Seca Promedio (gr/cm <sup>3</sup> )	1.45		1.38		1.21	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
Recipiente #	5-B	5-A	4-A	6-B	7-A	8-B
Peso recipiente (gr)	46.15	30.55	42.85	31.5	46.2	26.1
Peso muestra húmeda + recipiente (gr)	184.84	126.25	189.52	105.4	210.52	94.02
Peso muestra seca + recipiente (gr)	152.25	100.25	154.36	86.62	174.52	74.52
Peso Agua	30.61	24.52	32.52	20.25	36.51	19.05
Peso muestra seca (gr)	106.5	70.4	112.36	54.23	124.85	44.56
Contenido de Humedad w %	28.74	34.83	28.94	37.34	29.24	42.75
Agua Absorbida %		6.09		8.40		13.51

Ensayo Carga de Penetración															
Constante de Celda 2.204 lb Area del piston 3plg															
Moche Numero		PENETRACIÓN		Q Carga	PRESIONES		CBR	Q Carga	PRESIONES		CBR	Q Carga	PRESIONES		CBR
Min	Seg	plg * 10 <sup>-3</sup>	mm	lb	LEÍDA	CORREGIDA	%	lb	LEÍDA	CORREGIDA	%	lb	LEÍDA	CORREGIDA	%
0	0	0	0.00	0.00	0.00			0.00	0.00			0	0.00		
1	30	25	0.64	96.50	71.44			80.20	58.56			40.85	30.52		
2	0	50	1.27	204.50	153.52			170.52	124.52			70.84	50.41		
3	0	75	1.91	276.50	202.35			231.25	169.24			86.52	62.85		
4	0	100	2.54	336.45	246.58	246.58	24.66	206.52	206.52	206.52	20.65	102.52	74.52	74.52	7.45
5	0	150	3.81	405.23	316.25			356.52	262.56			124.25	90.52		
6	0	200	5.08	506.40	373.52			420.52	310.52			142.52	104.52		
7	0	250	6.35	596.36	434.52			494.56	361.54			163.25	119.23		
8	0	300	7.62	654.23	482.25			544.52	402.52			180.52	132.84		
9	0	400	10.16	792.52	580.25			658.52	484.74			216.52	167.78		
10	0	500	12.70	901.20	659.63			748.52	549.69			260.1	190.65		
<b>Chr corregido</b>							<b>24.66</b>				<b>20.652</b>				<b>7.45</b>

DENSIDAD SECA VS CBR



PRESIÓN VS PENETRACIÓN



Densidades	vs	Resistencias	Densidad Máx	1.45	gr/cm3
gr/cm3	1.45	24.66	95% de DM	1.38	gr/cm3
gr/cm3	1.38	20.65			
gr/cm3	1.21	7.45	CBR PUNTUAL	18	%

## **MUESTRA N°2**

### **Ubicación**

Abscisa: K4+400

### **Ensayos**

- Límites de Atterberg
- Granulometría
- Contenido de Humedad
- Compactación Próctor
- CBR
- Penetración para CBR



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



**Proyecto:** Diseño geométrico , del pavimento y las obras de arte de la vía Piedrecita-Estero Hondo desde la abscisa 3+400 hasta la abscisa 6+800 perteneciente al cantón Pangua, provincia de Cotopaxi

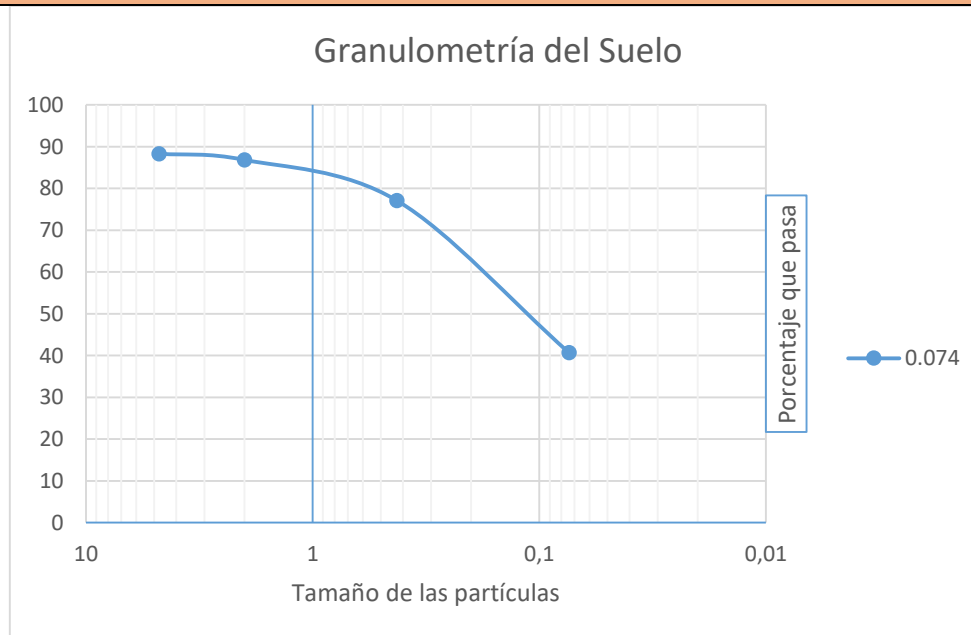
ABSCISA:4+400

Fecha:16/10/2020

**1.- Determinación de la granulometría del suelo**

TAMIZ	Tamiz en mm	Peso Ret/Acumulado	%Retenido	% Que Pasa
3'	76,3	0	0	100
1 1/2'	38,1	0	0	100
1'	25,4	0	0	100
3/4'	19,1	0	0	100
1/2'	12,7	0	0	100
3/8'	9,52	0	0	100
N 4'	4,76	41.05	11.68	88.32
Pasa N 4		310.52	88.32	88.32
N 10	2,00	46.25	13.16	86.84
N 30	0,59			
N 40	0,425	80.52	22.90	77.10
N 50	0,30			
N 100	0,149			
N 200	0,074	208.48	59.30	40.70
PASA EL N 200		143.09	40.70	
TOTAL		351.57		
Peso antes del lavado	351.57			
Peso después del lavado	208.7			
TOTAL -DIFERENCIA	142.87			

**2.- Gráfico de Distribución Granulométrica**



<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>		
Lugar de las muestras		ALTERADA
Recipiente N		52
Peso recipiente	gr	64.52
Peso muestra húmeda + recipiente	gr	236.44
Peso muestra seca + recipiente.	gr	162.52
Peso agua	gr	74.52
Peso muestra seca	gr	96.52
Contenido de humedad	%	77.21
Clasificación SUCS	LIMO-ARCILLOSO	



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



**Proyecto:** Diseño geométrico , del pavimento y las obras de arte de la vía Piedrecita- Estero Hondo desde la abscisa 3+400 hasta la abscisa 6+800 perteneciente al cantón Pangua, provincia de Cotopaxi

Norma: AASHTO T -180	Abscisa:	4+400
Método: AASHTO MODIFICADO	Fecha:	19/10/2020

Ensayado por :

**ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO**

NUMERO DE GOLPES :	25	NÚMERO DE CAPAS:	5	PESO MARTILLO Lb:	10
ALTURA DE CAÍDA:	18"	PESO MOLDE gr:	3791	Volumen Molde cc:	944

**1.- Compactación de laboratorio**

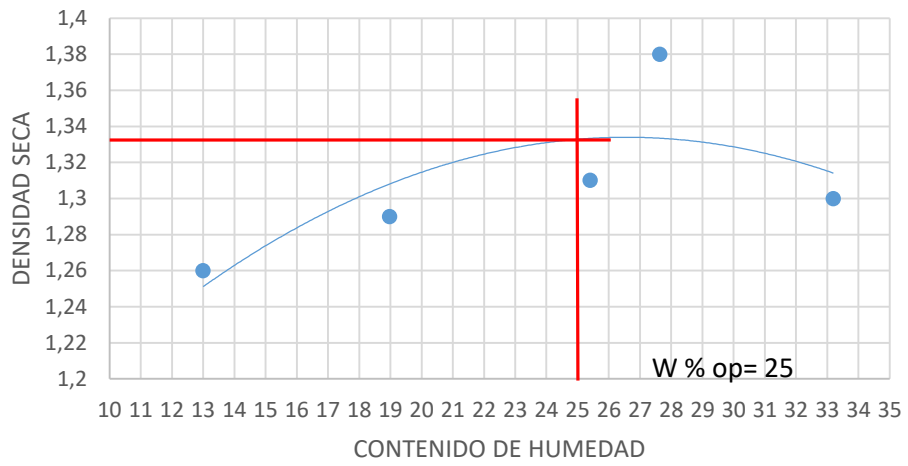
Muestra	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	4	8	12	46	20
Humedad inicial añadida en (cc)	0	80	160	240	320
P molde + suelo húmedo (gr)	5136	5234.6	5336.3	5456.36	5429.26
Peso suelo húmedo	1345	1443.6	1545.3	1665.36	1638.26
Densidad Húmeda en gr/cm <sup>3</sup>	1.42	1.53	1.64	1.76	1.74

**2.- Determinación del contenido de humedad**

Recipiente #	D-8	D-4	C-4	C-5	B-5	B-6	F-7	F-9	B-3	B-1
Peso recipiente (gr)	182.6	120.8	189.4	124.78	176.85	139.6	203.5	134.2	179.58	134.05
Peso muestra húmeda + recipiente (gr)	166.52	111.25	169.5	110.74	154.26	115.5	167.2	111.2	144.25	111.82
Peso muestra seca + recipiente (gr)	46.28	64.56	44.52	46.89	45.69	24.9	41.52	31.52	48.25	46.52
Peso Agua	15.96	5.89	25.36	10.85	24.12	20.78	34.25	21.89	32.69	21.3
Peso muestra seca (gr)	119.56	46.58	121.5	63.52	106.9	73.56	125.1	78.45	94.75	66.79
Contenido de Humedad w %	13.35	12.64	20.87	17.08	22.56	28.25	27.38	27.90	34.50	31.89
Contenido de humedad promedio w%	13.00		18.98		25.41		27.64		33.20	
Densidad Seca Y <sub>d</sub>	1.26		1.29		1.31		1.38		1.30	



### CURVA DE COMPACTACIÓN



**$\gamma_d$  máximo = 1.3**

**W óptimo = 25**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



**Proyecto:** Diseño geométrico , del pavimento y las obras de arte de la vía Piedrecita- Estero Hondo desde la abscisa 3+400 hasta la abscisa 6+800 perteneciente al cantón Pangua, provincia de Cotopaxi

Norma: AASHTO T -180	Abscisa:	4+400				
Método: AASHTO MODIFICADO	Fecha:	20/10/2020				
Ensayado por :						
<b>ENSAYO CBR</b>						
Molde#	14		17		43	
# De capas	5		5		5	
# De golpes por capa	56		27		11	
	Antes del remojo	Después del remojo	Antes del remojo	Después del remojo	Antes del remojo	Después del remojo
Wm=Molde (gr)	10069.4	10340.4	9992.15	10240.2	9629.3	9991.7
Peso Molde (gr)	5762.3	6310.2	6280.4	6280.4	6384.5	6384.5
Peso muestra húmeda (gr)	4307.1	4030.2	3711.75	3959.8	3244.8	3607.2
Volumen de la muestra (cm <sup>3</sup> )	2270	2270	2270	2270	2270	2270
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.90	1.78	1.64	1.74	1.43	1.59
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.44	1.28	1.21	1.24	1.09	1.12
Densidad Seca Promedio (gr/cm <sup>3</sup> )	1.36		1.23		1.11	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
Recipiente #	6-B	7-A	3-A	7-B	8-A	1-B
Peso recipiente (gr)	45.78	30.52	42.94	32.05	41.06	31.2
Peso muestra húmeda + recipiente (gr)	201.31	102.52	206.36	96.1	227.8	106.36
Peso muestra seca + recipiente (gr)	162.23	82.2	162.12	76.46	182.56	84.78
Peso Agua	37.11	19.52	41.68	17.89	43.25	21.8
Peso muestra seca (gr)	116.35	50.62	119.54	44.52	140.01	51.79
Contenido de Humedad w %	31.90	38.56	34.87	40.18	30.89	42.09
Agua Absorbida %		6.67		5.32		11.20



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



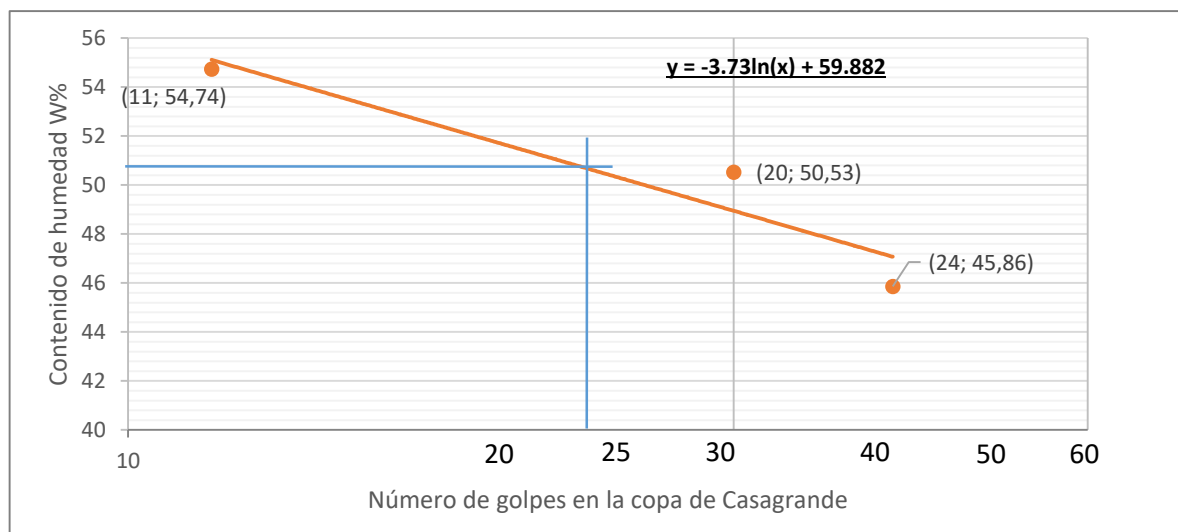
**Proyecto:** Diseño geométrico , del pavimento y las obras de arte de la vía Piedrecita- Estero Hondo desde la abscisa 3+400 hasta la abscisa 6+800 perteneciente al cantón Pangua, provincia de Cotopaxi

Norma:	Abscisa:	4+400
Método:	Fecha:	21/10/2020

Ensayado por :



**1. Determinación del Límite Líquido**

Intervalo de golpes	24		20		11	
	11-D	1G	8-T	11-D	1G	8-T
Recipiente número ( r )						
Peso de muestra húmeda + rec (Wm + Ws)	22.01	21.35	23.99	22.01	21.35	23.99
Peso de muestra seca + rec (Ws + Wr)	18.36	17.86	20.54	18.36	17.86	20.54
Peso del agua (Ww)	3.02	3.89	4.52	3.02	3.89	4.52
Peso del recipiente (Wr)	10.53	11.32	11.42	10.53	11.32	11.42
Peso de la muestra seca (Ws)	7.74	7.38	8.75	7.74	7.38	8.75
Contenido de humedad (Ww/Ws*100)	39.02	52.71	51.66	39.02	52.71	51.66
Promedio %	45.86		50.53		54.74	



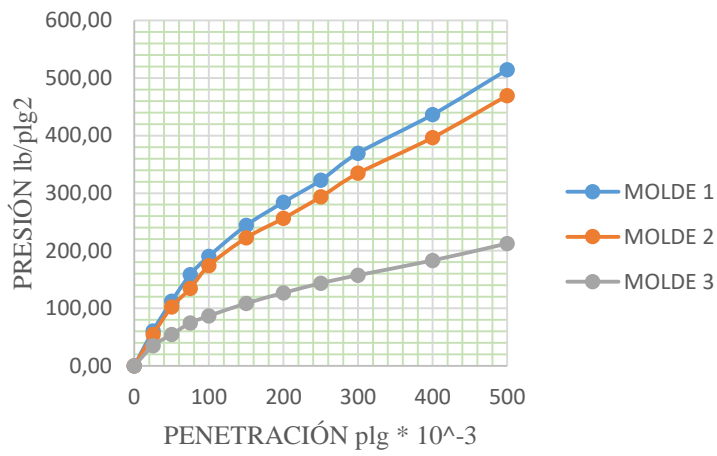
**2.- Determinación del Límite Plástico**

Recipiente número ( r )						
Peso de muestra húmeda + rec (Wm + Ws)						
Peso de muestra seca + rec (Ws + Wr)						
Peso del agua (Ww)						
Peso del recipiente (Wr)						
Peso de la muestra seca (Ws)						
Contenido de humedad (Ww/Ws*100)						
Promedio de contenido de humedad (LP%)	0		0		0	
Límite líquido =	50.3	%				
Límite Plástico=	-	%				

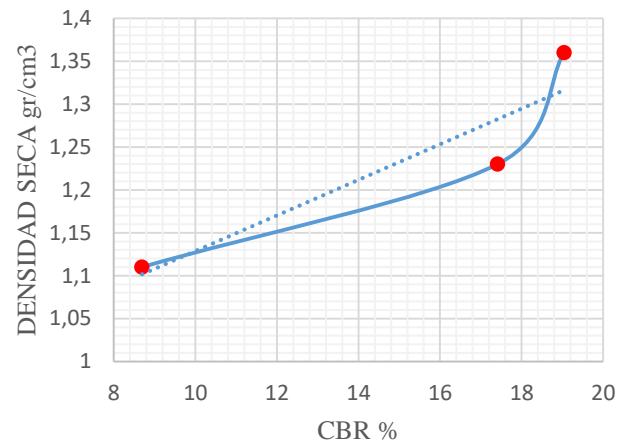
Índice Plástico=					NP	%									
		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>													
<b>Proyecto:</b> Diseño geométrico , del pavimento y las obras de arte de la vía Piedrecita- Estero Hondo desde la abscisa 3+400 hasta la abscisa 6+800 perteneciente al cantón Pangua, provincia de Cotopaxi															
Muestra: 1		Fecha: 22/10/2020													
Abscisa:4+400															
Ensayado por :															
ENSAYO CBR															
DATOS ESPONJAMIENTO															
LECTURA DIAL en Plg*10-2															
Molde Numero			7				8				9				
Fecha		Tiempo		Lectura Dial Plgs		H muestra Plgs		Esponj Plgs. *10-2 %		Lectura Dial Plgs		H muestra Plgs		Esponj Plgs. *10-2 %	
Día y Mes	Hora	Días	Lectura Dial Plgs	H muestra Plgs	Plgs. *10-2	%	Lectura Dial Plgs	H muestra Plgs	Plgs. *10-2	%	Lectura Dial Plgs	H muestra Plgs	Plgs. *10-2	%	
		0	0.10	5	0	0	0.05	5	0	0	0.08	5	0	0	
		1	0.10		0.94	0.18	0.05		1.30	0.24	0.09		0.09	0.19	
		2	0.11		1.31	0.26	0.06		2.10	0.42	0.1		2.06	0.40	

REA DEL PISTÓN		3 plg^2				NORMA				ASTM D-1883			
MOLDE NÚMERO		1				2				3			
PENETRACIÓN		Q Carga	PRESIONES		CBR	Q Carga	PRESIONES		CBR	Q Carga	PRESIONES		CBR
			LEÍDA	CORREGIDA			LEÍDA	CORREGIDA			LEÍDA	CORREGIDA	
plg *10^	mm	lb	lb/pulg^2		%	lb	lb/pulg^2		%	lb	lb/pulg^2		%
0	0.00	0.00	0.00			0.00	0.00			0	0.00		
25	0.64	83.20	60.90			75.70	54.30			46.4	34.96		
50	1.27	152.40	112.30			139.50	102.30			76.4	54.60		
75	1.91	214.50	158.60			194.60	134.50			99.56	74.60		
100	2.54	261.30	190.40	190.40	19.04	236.80	174.10	174.10	17.41	116.52	86.90	86.90	8.69
150	3.81	32.40	244.00			304.20	222.36			139.56	108.60		
200	5.08	386.40	284.30			349.60	256.40			17.78	126.80		
250	6.35	439.40	322.40			309.60	293.56			196.56	143.60		
300	7.62	502.40	369.50			399.63	334.56			214.56	157.60		
400	10.16	594.30	436.50			460.58	396.50			251.26	183.20		
500	12.70	702.30	514.30			648.56	469.52			289.63	212.56		

PRESIÓN VS PENETRACIÓN



DENSIDAD SECA VS CBR



Densidades		vs	Resistencias		Densidad Máx	1.37	gr/cm3
gr/cm3	1.36		19.04		95% de DM	1.25	gr/cm3
gr/cm3	1.23		17.41				
gr/cm3	1.11		8.69		CBR PUNTUAL	18,6	%

## **MUESTRA N°3**

### **Ubicación**

Abscisa: K5+400

### **Ensayos**

- Límites de Atterberg
- Granulometría
- Contenido de Humedad
- Compactación Próctor
- CBR
- Penetración para CBR



**Proyecto:** Diseño geométrico , del pavimento y las obras de arte de la vía Piedrecita-Estero Hondo desde la abscisa 3+400 hasta la abscisa 6+800 perteneciente al cantón Pangua, provincia de Cotopaxi

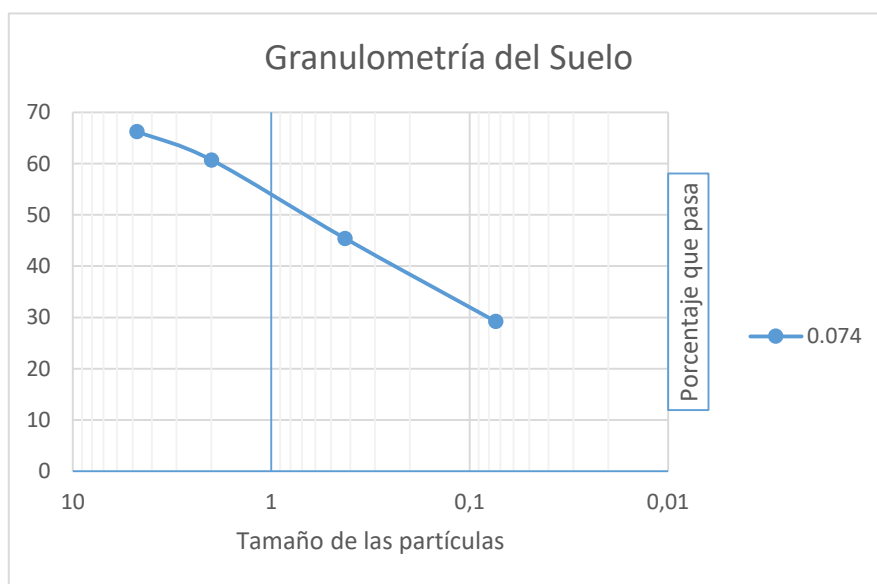
ABSCISA:5+400

Fecha:26/10/2020

**1.- Determinación de la granulometría del suelo**

TAMIZ	Tamiz en mm	Peso Ret/Acumulado	%Retenido	% Que Pasa
3'	76,3	0	0	100
1 1/2'	38,1	0	0	100
1'	25,4	0	0	100
3/4'	19,1	0	0	100
1/2'	12,7	0	0	100
3/8'	9,52	0	0	100
N 4'	4,76	130.38	33.72	66.28
Pasa N 4		256.25	66.28	66.28
N 10	2,00	151.86	39.28	60.72
N 30	0,59			
N 40	0,425	210.98	54.57	45.43
N 50	0,30			
N 100	0,149			
N 200	0,074	273.64	70.78	29.22
PASA EL N 200		112.99	29.22	
TOTAL		386.63		
Peso antes del lavado	386.63			
Peso después del lavado	274.68			
TOTAL -DIFERENCIA	11.95			

**2.- Gráfico de Distribución Granulométrica**



<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>		
Recipiente N		54
Peso recipiente	gr	65.26
Peso muestra húmeda + recipiente	gr	215.00
Peso muestra seca + recipiente.	gr	152.34
Peso agua	gr	60.62
Peso muestra seca	gr	109.15
Contenido de humedad	%	55.54
Clasificación SUCS	<b>LIMO-ARCILLOSO</b>	





**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



**Proyecto:** Diseño geométrico , del pavimento y las obras de arte de la vía Piedrecita- Estero Hondo desde la abscisa 3+400 hasta la abscisa 6+800 perteneciente al cantón Pangua, provincia de Cotopaxi

Norma: AASHTO T -180	Abscisa:	5+400
----------------------	----------	-------

Método: AASHTO MODIFICADO	Fecha:	27/10/2020
---------------------------	--------	------------

Ensayado por :

**ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO**

NUMERO DE GOLPES :	25	NÚMERO DE CAPAS:	5	PESO MARTILLO Lb:	10
ALTURA DE CAÍDA:	18"	PESO MOLDE gr:	3791	Volumen Molde cc:	944

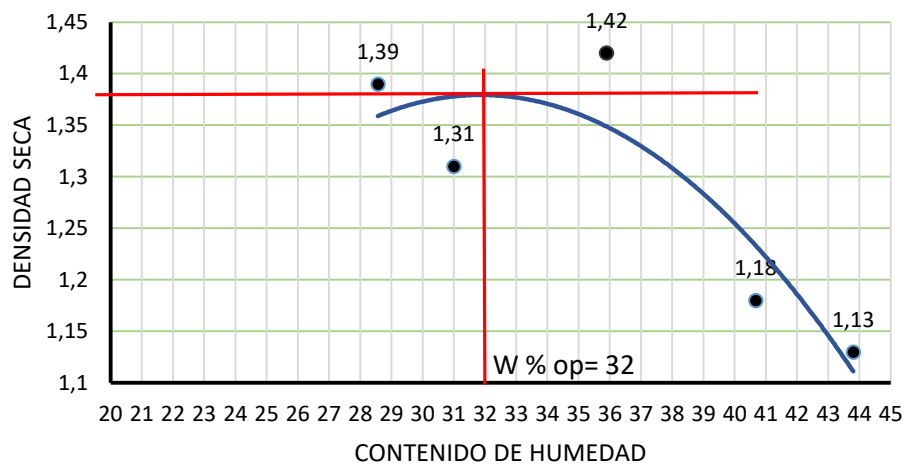
**1.- Compactación de laboratorio**

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	4	8	12	46	20
Humedad inicial añadida en (cc)	0	80	160	240	320
P molde + suelo húmedo (gr)	5475.6	5240.2	5614.2	5354	5322
Peso suelo húmedo	1684.6	1449.2	1823.2	1563	1531
Densidad Húmeda en gr/cm <sup>3</sup>	1.78	1.54	1.93	1.66	1.62

**2.- Determinación del contenido de humedad**

Recipiente #	D-7	D-5	C-2	C-1	B-9	B-3	F-1	F-7	B-6	B-1
Peso recipiente (gr)	43.06	47.85	44.59	47.1	46.25	46.36	47.25	34.52	50.3	47.8
Peso muestra húmeda + recipiente (gr)	220.52	125.54	213.5	129.35	224.35	142.56	190	136.52	181.52	140.52
Peso muestra seca + recipiente (gr)	180.54	110.25	172.54	111.5	181.54	117.52	150.26	110.85	141.56	110.98
Peso Agua	39.52	18.18	38.5	18.14	46.25	26.3	41.23	31.25	40.52	29.54
Peso muestra seca (gr)	138.54	63.54	137.5	63.4	134.52	70.3	102.3	76.15	94.76	65.87
Contenido de Humedad w %	28.53	28.61	28.00	28.61	34.38	37.41	40.30	41.04	42.76	44.85
Contenido de humedad promedio w%	28.57		28.31		35.90		40.67		43.80	
Densidad Seca Y <sub>d</sub>	1.39		1.20		1.42		1.18		1.13	

### CURVA DE COMPACTACIÓN



**$\gamma_d$  máximo = 1.36**

**W óptimo = 32**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



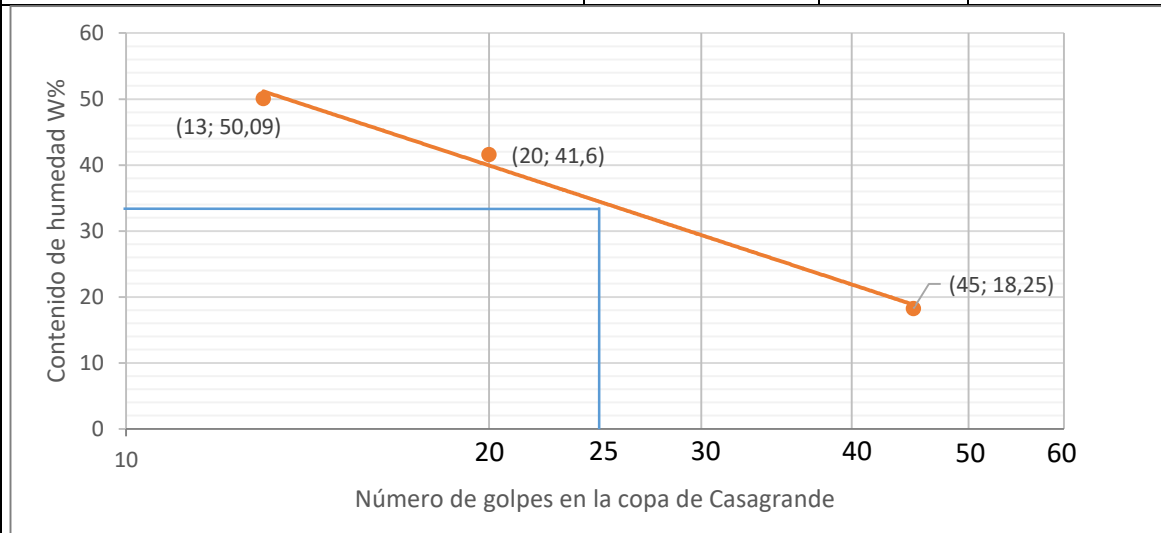
**Proyecto:** Diseño geométrico , del pavimento y las obras de arte de la vía Piedrecita- Estero Hondo desde la abscisa 3+400 hasta la abscisa 6+800 perteneciente al cantón Pangua, provincia de Cotopaxi

Norma:	Abscisa:	5+400
Método:	Fecha:	27/10/2020

Ensayado por :

**1. Determinación del Límite Líquido**

Intervalo de golpes	44		25		14	
	11-D	1G	8-T	11-D	1G	8-T
Recipiente número ( r )	24.9		23.9	21.4		
Peso de muestra húmeda + rec (Wm + Ws)	5	21.35	9	1	22.45	20.5
Peso de muestra seca + rec (Ws + Wr)	22.5		20.5	19.0		
	6	17.86	4	5	19.24	17.17
Peso del agua (Ww)	3.65	3.89	4.52	4.2	4.3	3.54
Peso del recipiente (Wr)	11.6	11.35	11.3	11.4	11.25	11.76
			5	5		
Peso de la muestra seca (Ws)	9.9	6.75	11.5	9.2	8.78	7.5
			6			
Contenido de humedad (Ww/Ws*100)	36.8		39.1	45.6		
	7	57.63	0	5	48.97	47.20
Promedio %	47.25		42.38		48.09	



**2.- Determinación del Límite Plástico**

Recipiente número ( r )					
Peso de muestra húmeda + rec (Wm + Ws)					
Peso de muestra seca + rec (Ws + Wr)					
Peso del agua (Ww)					
Peso del recipiente (Wr)					
Peso de la muestra seca (Ws)					
Contenido de humedad (Ww/Ws*100)					
Promedio de contenido de humedad (LP%)		0		0	0
Límite líquido =	45.9	%			
Límite plástico =	----				
Índice Plástico =	NP				



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



**Proyecto:** Diseño geométrico , del pavimento y las obras de arte de la vía Piedrecita- Estero Hondo desde la abscisa 3+400 hasta la abscisa 6+800 perteneciente al cantón Pangua, provincia de Cotopaxi

Muestra: 1      Fec ha: 28/10/2020

Abscisa:5+400

Ensayado por :

**ENSAYO CBR**

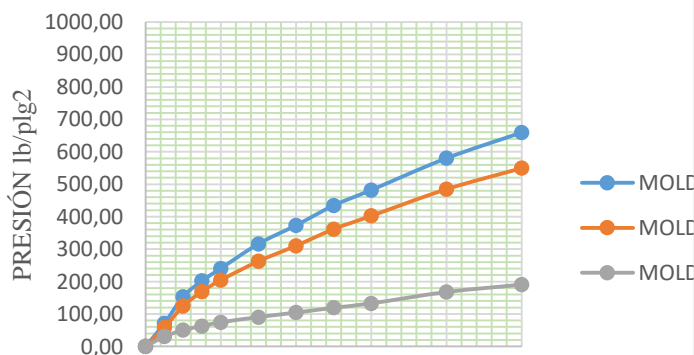
**DATOS ESPONJAMIENTO**

**LECTURA DIAL en Plg\*10-2**

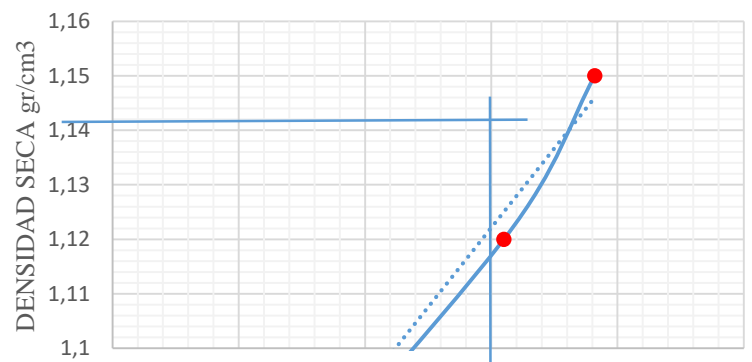
Molde Numero		11					12					13				
Fecha Día y Mes	Tiempo		Lectura Dial Plgs	H mue stra Plgs	Esponj		Lectura Dial Plgs	H mue stra Plgs	Esponj		Lectura Dial Plgs	H mue stra Plgs	Esponj			
	Ho ra	Dí as			Plgs. *10-2	%			Plgs. *10-2	%			Plgs. *10-2	%	Plgs. *10-2	%
		0	0.10	5	0	0	0.03	5	0	0	0.08	5	0	0		
		1	0.11		0.95	0.2	1	0.04		0.65	0.4	0.09		0.08	18	
		2	0.11		1.75	0.3	6	0.05		1.96	0.4	2	0.1	2.05	39	

AREA DEL PISTÓN		3 plg^2				NORMA				ASTM D-1883			
MOLDE NÚMERO		1				2				3			
PENETRACIÓN		Q Carga	PRESIONES		CBR	Q Carga	PRESIONES		CBR	Q Carga	PRESIONES		CBR
plg * 10^3	mm		LEÍDA	CORREG			LEÍDA	CORREGIDA			LEÍDA	CORREG	
		lb	lb/pulg^2		%	lb	lb/pulg^2		%	lb	lb/pulg^2		%
0	0.00	0.00	0.00			0.00	0.00			0	0.00		
25	0.64	96.50	71.44			80.20	58.56			40.85	30.52		
50	1.27	204.50	153.52			170.52	124.52			70.84	50.41		
75	1.91	276.50	202.35			231.25	169.24			86.52	62.85		
100	2.54	334.40	245.58	245.58	24.56	206.52	206.52	206.52	20.652	102.52	74.52	74.52	7.45
150	3.81	405.23	316.25			356.52	262.56			124.25	90.52		
200	5.08	506.40	373.52			420.52	310.52			142.52	104.52		
250	6.35	596.36	434.52			494.56	361.54			163.25	119.23		
300	7.62	654.23	482.25			544.52	402.52			180.52	132.84		
400	10.16	792.52	580.25			658.52	484.74			216.52	167.78		
500	12.70	901.20	659.63			748.52	549.69			260.1	190.65		

**PRESIÓN VS PENETRACIÓN**



**DENSIDAD SECA VS CBR**



Densidades		vs	Resistencias		Densidad Máx	1.14	gr/cm3
gr/cm3	1.14		24.06		95% de DM	1.13	gr/cm3
gr/cm3	1.13		20.7				
gr/cm3	1.07		7.45		CBR PUNTUAL	20	%

**MUESTRA N°4**

**Ubicación**

Abscisa: K6+400

**Ensayos**

- Límites de Atterberg
- Granulometría
- Contenido de Humedad
- Compactación Próctor
- CBR
- Penetración para CBR



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



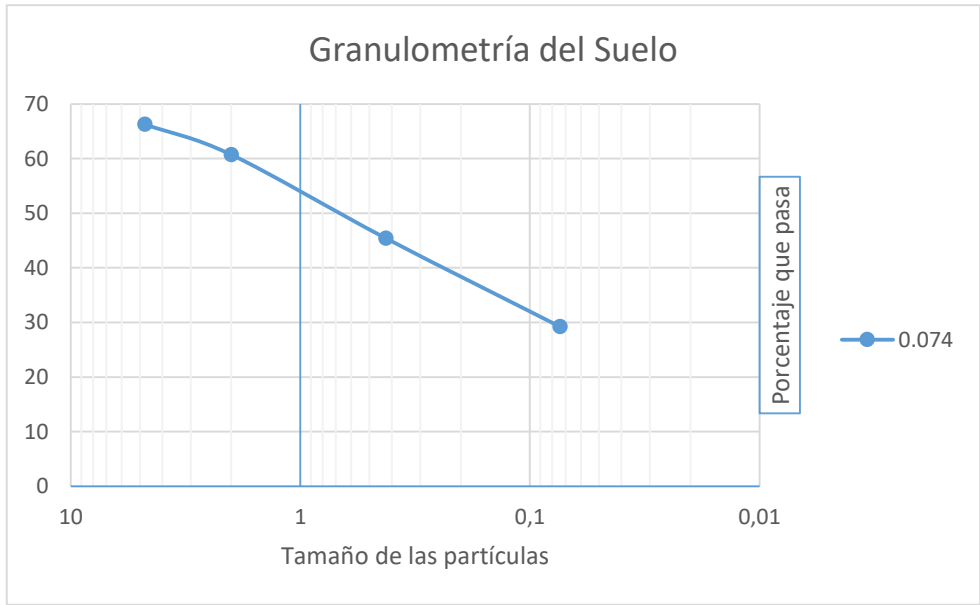
**Proyecto:** Diseño geométrico , del pavimento y las obras de arte de la vía Piedrecita-Estero Hondo desde la abscisa 3+400 hasta la abscisa 6+800 perteneciente al cantón Pangua, provincia de Cotopaxi

ABSCISA:5+400	Fecha:09/11/2020
---------------	------------------

**1.- Determinación de la granulometría del suelo**

TAMIZ	Tamiz en mm	Peso Ret/Acumulado	%Retenido	% Que Pasa
3'	76,3	0	0	100
1 1/2'	38,1	0	0	100
1'	25,4	0	0	100
3/4'	19,1	0	0	100
1/2'	12,7	0	0	100
3/8'	9,52	0	0	100
N 4'	4,76	131.38	33.89	66.11
Pasa N 4		256.25	66.11	66.11
N 10	2,00	151.86	39.18	60.82
N 30	0,59			
N 40	0,425	210.98	54.43	45.57
N 50	0,30			
N 100	0,149			
N 200	0,074	273.64	70.59	29.42
PASA EL N 200		112.99	29.15	
TOTAL		387.63		
Peso antes del lavado	387.63			
Peso después del lavado	274.68			
TOTAL -DIFERENCIA	112.95			

**2.- Gráfico de Distribución Granulométrica**



**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Recipiente N		56
Peso recipiente	gr	66.25
Peso muestra húmeda + recipiente	gr	216.00
Peso muestra seca + recipiente.	gr	153.34
Peso agua	gr	61.62
Peso muestra seca	gr	110
Contenido de humedad	%	56.02
Clasificación SUCS	LIMO-ARCILLOSO	



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

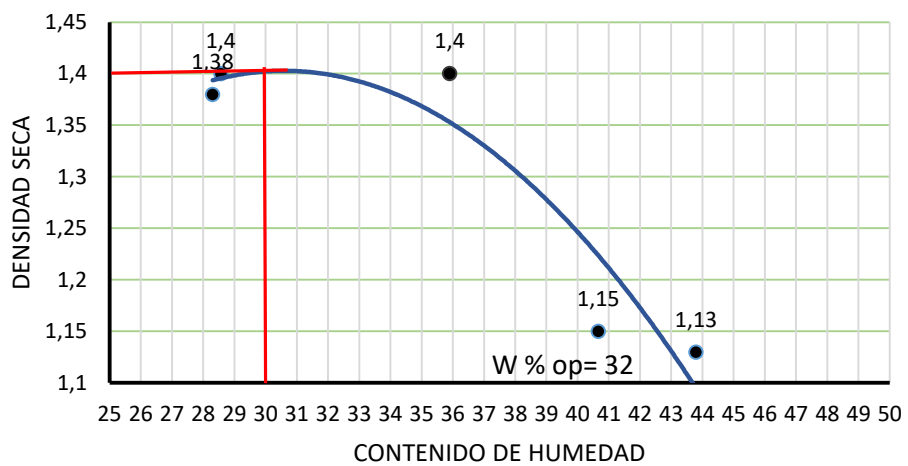


**Proyecto:** Diseño geométrico , del pavimento y las obras de arte de la vía Piedrecita- Estero Hondo desde la abscisa 3+400 hasta la abscisa 6+800 perteneciente al cantón Pangua, provincia de Cotopaxi



Norma: AASHTO T -180		Abscisa:		6+400						
Método: AASHTO MODIFICADO		Fecha:		10/11/2020						
Ensayado por :										
<b>ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO</b>										
NUMERO DE GOLPES :	25	NÚMERO DE CAPAS:	5	PESO MARTILLO Lb:	10					
ALTURA DE CAÍDA:	18"	PESO MOLDE gr:	3791	Volumen Molde cc:	944					
<b>1.- Compactación de laboratorio</b>										
Muestra	1	2	3	4	5					
Humedad inicial añadida en %	4	8	12	46	20					
Humedad inicial añadida en (cc)	0	80	160	240	320					
P molde + suelo húmedo (gr)	5475.6	5240.2	5614.2	5354	5322					
Peso suelo húmedo	1684.6	1449.2	1823.2	1563	1531					
Densidad Húmeda en gr/cm <sup>3</sup>	1.78	1.54	1.93	1.66	1.62					
<b>2.- Determinación del contenido de humedad</b>										
Recipiente #	D-7	D-5	C-2	C-1	B-9	B-3	F-1	F-7	B-6	B-1
Peso recipiente (gr)	43.06	47.85	44.59	47.1	46.25	46.36	47.25	34.52	50.3	47.8
Peso muestra húmeda + recipiente (gr)	220.52	125.54	213.5	129.35	224.35	142.56	190	136.52	181.52	140.52
Peso muestra seca + recipiente (gr)	180.54	110.25	172.54	111.5	181.54	117.52	150.26	110.85	141.56	110.98
Peso Agua	39.52	18.18	38.5	18.14	46.25	26.3	41.23	31.25	40.52	29.54
Peso muestra seca (gr)	138.54	63.54	137.5	63.4	134.52	70.3	102.3	76.15	94.76	65.87
Contenido de Humedad w %	28.53	28.61	28.00	28.61	34.38	37.41	40.30	41.04	42.76	44.85
Contenido de humedad promedio w%	28.57		28.31		35.90		40.67		43.80	
Densidad Seca Y <sub>d</sub>	1.4		1.38		1.4		1.15		1.15	

### CURVA DE COMPACTACIÓN



**Yd máximo = 1,4**

**W óptimo = 30**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



**Proyecto:** Diseño geométrico , del pavimento y las obras de arte de la vía Piedrecita- Estero Hondo desde la abscisa 3+400 hasta la abscisa 6+800 perteneciente al cantón Pangua, provincia de Cotopaxi

Norma: AASHTO T -180	Abscisa:	6+400
----------------------	----------	-------

Método: AASHTO MODIFICADO	Fecha:	10/11/2020
---------------------------	--------	------------

Ensayado por :

**ENSAYO CBR**

ENSAYO CBR						
Molde#	8		9		10	
# De capas	5		5		5	
# De golpes por capa	56		27		11	
	Antes del remojo	Después del remojo	Antes del remojo	Después del remojo	Antes del remojo	Después del remojo
Wm=Molde (gr)	12568.6	11256.5	12357.8	11599.6	11205.6	12437
Peso Molde (gr)	8411.3	8157.56	8469.5	8359.5	8359.5	8365.2
Peso muestra húmeda (gr)	4157.3	3098.94	3888.3	2846.1	2846.1	4071.8
Volumen de la muestra (cm3)	2303	2303	2303	2303	2303	2303
Densidad Húmeda (gr/cm3)	1.811	1.35	1.69	1.45	1.24	1.77
Densidad Seca (gr/cm3)	1.33	0.94	1.27	0.99	0.93	1.21
Densidad Seca Promedio (gr/cm3)	1.15		1.12		1.05	

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

CONTENIDO DE HUMEDAD						
Recipiente #	7-B	8-A	2-A	1-B	9-A	2-B
Peso recipiente (gr)	46.2	27.9	64.58	29.35	43.56	27.88
Peso muestra húmeda + recipiente (gr)	208.56	108.5	226.57	103.52	176.54	94.96
Peso muestra seca + recipiente (gr)	165.5	83.52	184.56	80.57	145.26	73.89
Peso Agua	43.2	23.56	40.36	24.75	33.15	22.5
Peso muestra seca (gr)	1199.56	55.4	122.56	52.63	102.56	48.56
Contenido de Humedad w %	36.13	42.53	32.92	47.03	32.32	46.33
Agua Absorbida %		6.39		14.10		14.01



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



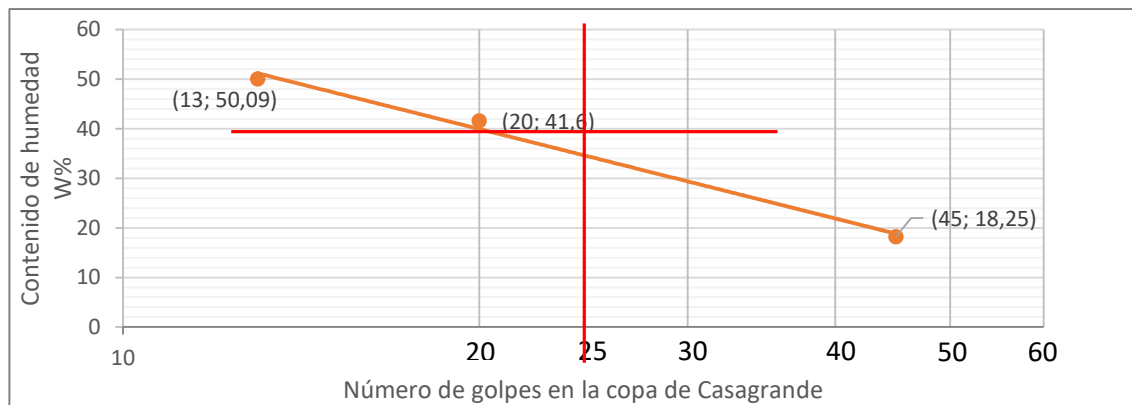
**Proyecto:** Diseño geométrico , del pavimento y las obras de arte de la vía Piedrecita- Estero Hondo desde la abscisa 3+400 hasta la abscisa 6+800 perteneciente al cantón Pangua, provincia de Cotopaxi

Norma:	Abscisa	5+400
Método:	Fecha:	11/11/2020

Ensayado por :



**1. Determinación del Límite Líquido**

Intervalo de golpes	45		20		13	
Recipiente número ( r )	11-D	1G	8-T	11-D	1G	8-T
Peso de muestra húmeda + rec (Wm + Ws)	24.9 5	21.35	23.9 9	21.4 1	22.45	20.5
Peso de muestra seca + rec (Ws + Wr)	22.5 6	17.86	20.5 4	19.0 5	19.24	17.17
Peso del agua (Ww)	3.65	3.89	4.52	4.2	4.3	3.54
Peso del recipiente (Wr)	11.6	11.35	11.3 5	11.4 5	11.25	11.76
Peso de la muestra seca (Ws)	9.9	6.75	11.5 6	9.2	8.78	7.5
Contenido de humedad (Ww/Ws*100)	36.8 7	57.63	39.1 0	45.6 5	48.97	47.20
Promedio %	48.25		41.60		50.09	



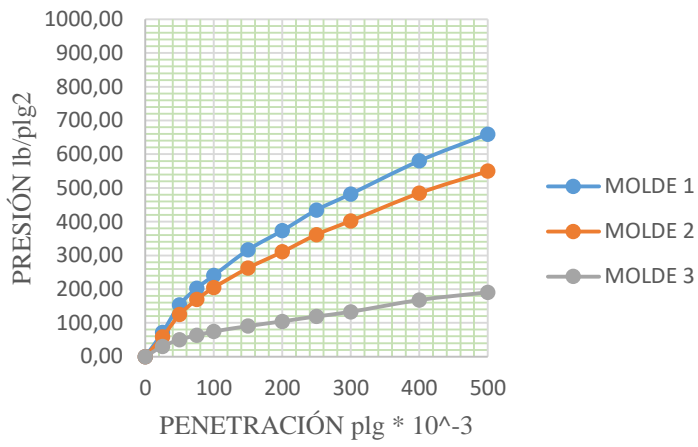
**2.- Determinación del Límite Plástico**

Recipiente número ( r )				
Peso de muestra húmeda + rec (Wm + Ws)				
Peso de muestra seca + rec (Ws + Wr)				
Peso del agua (Ww)				
Peso del recipiente (Wr)				
Peso de la muestra seca (Ws)				
Contenido de humedad (Ww/Ws*100)				
Promedio de contenido de humedad (LP%)	0		0	0
Límite líquido =	40	%		
Límite plástico =	----			

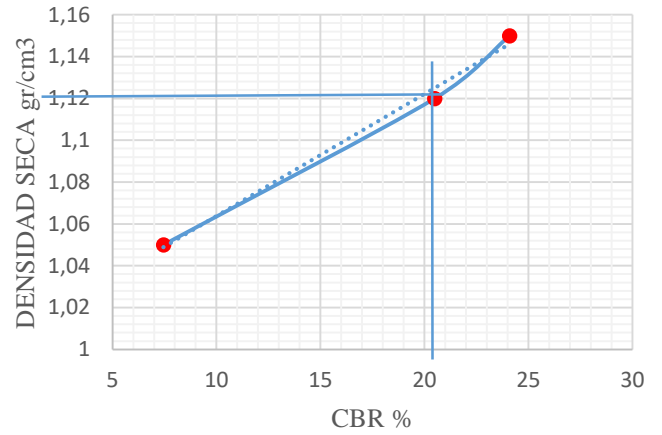
Índice Plástico =					NP										
		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>													
		<b>Proyecto:</b> Diseño geométrico , del pavimento y las obras de arte de la vía Piedrecita- Estero Hondo desde la abscisa 3+400 hasta la abscisa 6+800 perteneciente al cantón Pangua, provincia de Cotopaxi													
Muestra: 1		Fecha:		11/10/2020											
Abscisa:5+400															
Ensayado por :															
<b>ENSAYO CBR</b>															
<b>DATOS ESPONJAMIENTO</b>															
<b>LECTURA DIAL en Plg*10-2</b>															
Molde Numero		11				12				13					
Fecha		Tiempo		Lectura		Hmuestra		Lectura		Hmuestra		Lectura		Hmuestra	
Día y Mes		Horas		Dial Plgs		Esponj Plgs. *10-2		Dial Plgs		Esponj Plgs. *10-2		Dial Plgs		Esponj Plgs. *10-2	
		0		0.10		5		0.03		5		0.08		5	
		1		0.11		0.95		0.04		0.65		0.09		0.08	
		2		0.11		1.75		0.05		1.96		0.1		2.05	

AREA DEL PISTÓN		3 plg <sup>2</sup>				NORMA				ASTM D-1883									
MOLDE NÚMERO		11				12				13									
PENETRACIÓN		Q Carga		PRESIONES		CBR		Q Carga		PRESIONES		CBR		Q Carga		PRESIONES		CBR	
				LEÍDA		CORREGIDA				LEÍDA		CORREGIDA				LEÍDA		CORREGIDA	
plg * 10 <sup>3</sup> mm		lb		lb/pulg <sup>2</sup>		%		lb		lb/pulg <sup>2</sup>		%		lb		lb/pulg <sup>2</sup>		%	
0		0.00		0.00				0.00		0.00				0		0.00			
25		0.64		96.50		71.44		80.20		58.56				40.85		30.52			
50		1.27		204.50		153.52		170.52		124.52				70.84		50.41			
75		1.91		276.50		202.35		231.25		169.24				86.52		62.85			
100		2.54		334.40		245.58		206.52		206.52		20.652		102.52		74.52		7.45	
150		3.81		405.23		316.25		356.52		262.56				124.25		90.52			
200		5.08		506.40		373.52		420.52		310.52				142.52		104.52			
250		6.35		596.36		434.52		494.56		361.54				163.25		119.23			
300		7.62		654.23		482.25		544.52		402.52				180.52		132.84			
400		10.16		792.52		580.25		658.52		484.74				216.52		167.78			
500		12.70		901.20		659.63		748.52		549.69				260.1		190.65			

**PRESIÓN VS PENETRACIÓN**



**DENSIDAD SECA VS CBR**



Densidades		vs	Resistencias		Densidad Máx	1.15	gr/cm <sup>3</sup>
gr/cm <sup>3</sup>	1.15		24.56		95% de DM	1.12	gr/cm <sup>3</sup>
gr/cm <sup>3</sup>	1.12		20.6				
gr/cm <sup>3</sup>	1.05		7.45		CBR PUNTUAL	20.2	%

## **ANEXO D**


# **SEÑALES DE TRÁNSITO**




Fuente: RTE INEN 004-2-2011



**CURVA Y CONTRACURVA CERRADA  
IZQUIERDA Y DERECHA**



P1-3I




P1-3D


Código	Dimensiones (mm)
P1-3A (I ó D)	600 x 600
P1-3B (I ó D)	750 x 750
P1-3C (I ó D)	900 x 900

Fuente: RTE INEN 004-2-2011

**VIA SINUOSA IZQUIERDA-DERECHA**



P1-5I




P1-5D


Código	Dimensiones (mm)
P1-5A (I ó D)	600 x 600
P1-5B (I ó D)	750 x 750
P1-5C (I ó D)	900 x 900

Fuente: RTE INEN 004-2-2011

**INTERSECCIONES EN T EN CURVAS IZQUIERDA-  
DERECHA**



P2-4I




P2-4D

Código	Dimensiones (mm)
P2-4A (I ó D)	600 x 600
P2-4B (I ó D)	750 x 750
P2-4C (I ó D)	900 x 900

Fuente: RTE INEN 004-2-2011

**BIFURCACION EN "Y"**




P2-7

Código	Dimensiones (mm)
P2-7A	600 x 600
P2-7B	750 x 750
P2-7C	900 x 900

Fuente: RTE INEN 004-2-2011

**VIA LATERAL EN CURVA  
IZQUIERDA-DERECHA**




P2-14I      P2-14D

Código No.	Dimensiones (mm)
P2-14A (I ó D)	600 x 600
P2-14B (I ó D)	750 x 750
P2-14C (I ó D)	900 x 900

Fuente: RTE INEN 004-2-2011

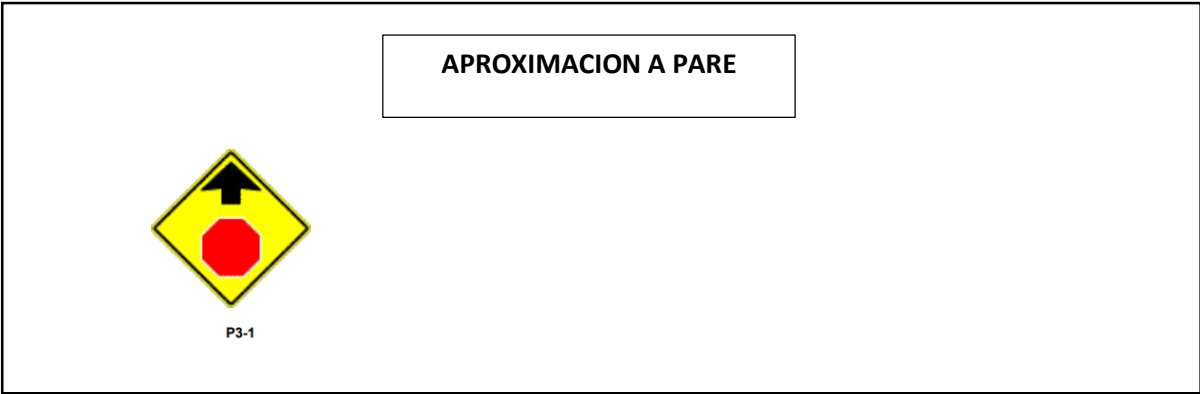
**APROXIMACION A REDONDEL**



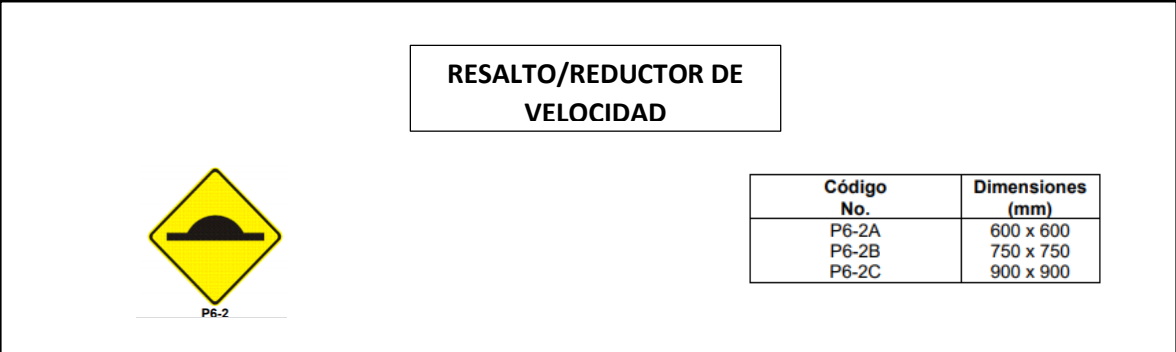
P2-17

Código No.	Dimensiones (mm)
P2-17A	600 x 600
P2-17B	750 x 750
P2-17C	900 x 900

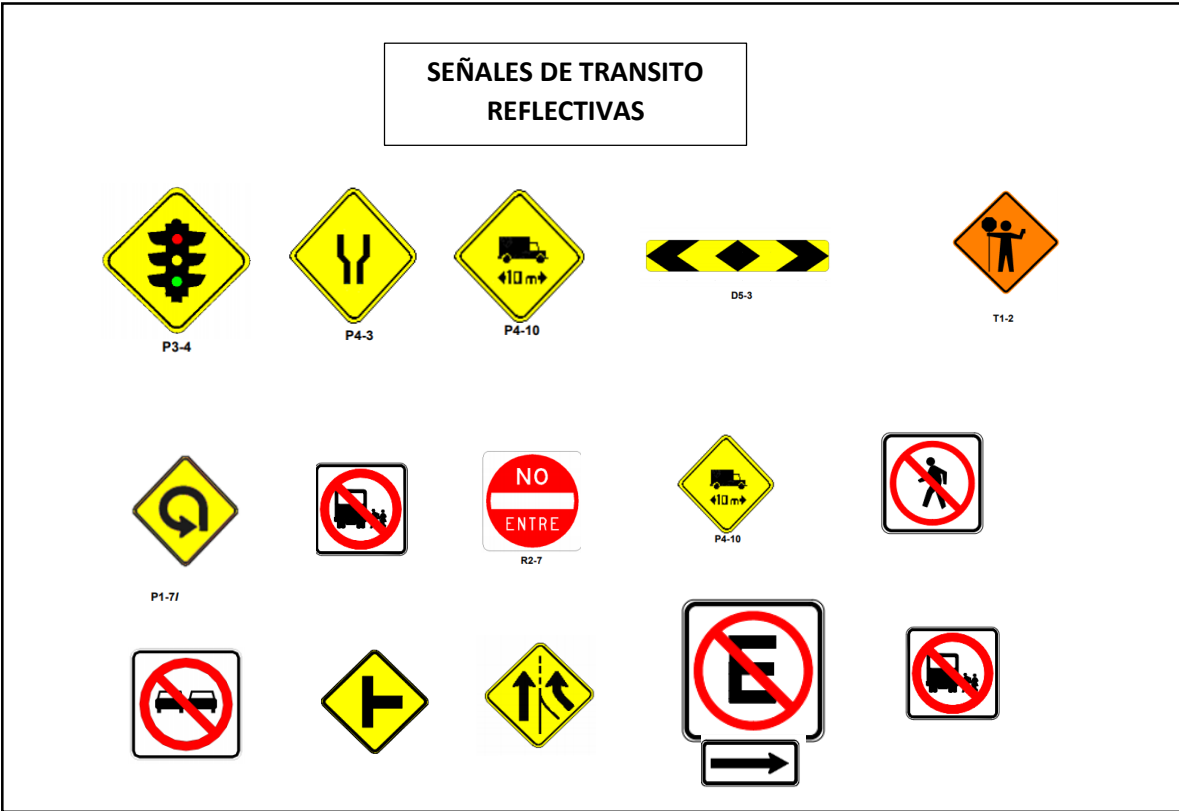
Fuente: RTE INEN 004-2-2011



Fuente: RTE INEN 004-2-2011



Fuente: RTE INEN 004-2-2011



Fuente: RTE INEN 004-2-2011

**ANEXO E**

**PRECIOS  
UNITARIOS**

RUBRO : Replanteo y nivelación (Eq. Topográfico)

UNIDAD: Km.

**DETALLE:**

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O	5 % (MO)				3,800
Equipo topografico completo (Estación Total, Teodolito, nivel de ingeniero, mira, cinta, etc.)	1,00	8,00	8,00	14,000	112,000
Bomba de fumigar					

SUBTOTAL M 115,800

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Topógrafo 2 ( Estr. Oc. C1)	1,00	3,57	3,57	14,000	49,980
Cadenero ( Estr. Oc. D2)	3,00	3,22	9,90	14,000	138,600
Peón ( Estr. Oc. E2)	0,10	3,18	0,32	0,038	0,012

SUBTOTAL N 188,592

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B
Hitos y/o Mojones	u	0,100	1,90	0,190
Estacas	u	100,000	0,15	15,000
Clavos de acero	kg	2,300	3,74	8,602
Pintura	lt	0,015	3,80	0,057
Mata maleza	lt	0,001	9,00	0,009

SUBTOTAL O 23,858

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
Hitos y/o Mojones	u	0,100	0,02	0,002
Estacas	u	100,000	0,02	2,000
Clavos de acero	kg	2,300	0,02	0,046
Pintura	lt	0,015	0,02	0,000
Mata maleza	lt	0,001	0,02	0,000

SUBTOTAL P 2,048

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	330,298
INDIRECTOS 10,00%	33,030
UTILIDAD 10,00%	33,030
COSTO TOTAL DEL RUBRO	396,358
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>396,36</b>

NOMBRE DEL OFERENTE: ING. MARCO VINICIO MOREJON LOZADA

COTO-GADMSPP-006-2015

HOJA 1 DE 51

**1.6 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO : Replanteo y nivelación para estructuras menores

UNIDAD: ML

**DETALLE:**

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R

SUBTOTAL M 0,000

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Topógrafo 2 (Estr. Oc. C1)	1,00	3,57	3,57	0,038	0,136
Cadenero (Estr. Oc. D2)	1,00	3,22	3,22	0,038	0,122
Peón (Estr. Oc. E2)	0,10	3,18	0,32	0,038	0,012

SUBTOTAL N 0,270

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B
Hitos y/o Mojones	u	0,050	1,90	0,095
Estacas	u	0,050	0,30	0,015
Clavos de acero	kg	0,029	3,74	0,108
Pintura	lt	0,008	3,80	0,030
Mata maleza	lt	0,001	9,00	0,009

SUBTOTAL O 0,257

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
Hitos y/o Mojones	u	0,050	0,02	0,001
Estacas	u	0,100	0,02	0,002
Clavos de acero	kg	0,029	0,02	0,001
Pintura	lt	0,008	0,02	0,000
Mata maleza	lt	0,001	0,02	0,000

SUBTOTAL P 0,004

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	0,531
INDIRECTOS 10,00%	0,053
UTILIDAD 10,00%	0,053
COSTO TOTAL DEL RUBRO	0,637
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>0,66</b>

RUBRO : Replanteo y nivelación lineal del proyecto (eje) con equipo topografico

UNIDAD: Ml.

**DETALLE:**

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
camion cisterna	1,00	22,00	22,00	0,080	1,76
<b>SUBTOTAL M</b>					1,760

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
chofer tanquero	1,00	4,98	4,98	0,080	0,398
Peón ( Estr. Oc. E2)	0,20	3,18	0,64	0,080	0,051
<b>SUBTOTAL N</b>					0,449

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B
agua	m <sup>3</sup>	1,000	0,99	0,990
<b>SUBTOTAL O</b>				0,990

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
<b>SUBTOTAL P</b>				0,000

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>		3,199
INDIRECTOS	10,00%	0,320
UTILIDAD	10,00%	0,320
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>		3,839
<b>VALOR OFERTADO</b>		3,84

ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.

RUBRO : remocion de postes de hormigon

UNIDAD: U

**DETALLE:**

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
grua	1,00	24,00	24,00	0,080	1,92
<b>SUBTOTAL M</b>					1,920

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
chofer grua	1,00	3,90	3,90	0,080	0,312
Peón ( Estr. Oc. E2)	4,00	3,18	12,72	0,080	1,018
<b>SUBTOTAL N</b>					1,330

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B	
<b>SUBTOTAL O</b>					0,000

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
trasporte de postes	UNIDAD	217,000	0,80	173,600
<b>SUBTOTAL P</b>				173,600

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>		176,850
INDIRECTOS	10,00%	17,685
UTILIDAD	10,00%	17,685
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>		212,200
<b>VALOR OFERTADO</b>		212,20



RUBRO : remocion de hormigon a máquina

UNIDAD: U

**DETALLE:**

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
retroexcavadora	1,00	25,00	25,00	0,080	2,00
<b>SUBTOTAL M</b>					2,000

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
operador retroexcavadora	1,00	3,57	3,57	0,080	0,286
Peón ( Estr. Oc. E2)	1,00	3,18	3,18	0,080	0,254
<b>SUBTOTAL N</b>					0,540

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B	
<b>SUBTOTAL O</b>					0,000

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
trasporte de p desalojo	m³	30,050	0,14	4,162	
<b>SUBTOTAL P</b>					4,162

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>		6,702
INDIRECTOS	10,00%	0,670
UTILIDAD	10,00%	0,670
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>		8,022
<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>8,02</b>

RUBRO : desbroce, desbosque limpieza

UNIDAD: ML

**DETALLE:**

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O	5 % (MO)				4,415
excavadora de oruga de 128 hp	1,00	25,00	25,00	3,250	81,250
volqueta 12m3	1,00	25,00	25,00	3,250	81,250
cargadora frontal	1,00	25,00	25,00	3,250	81,250

SUBTOTAL M 243,750

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
operador	2,00	4,30	8,60	3,250	27,950
maestro	1,00	4,25	4,25	3,250	13,813
Peón (Estr. Oc. E2)	4,00	3,58	14,32	3,250	46,540

SUBTOTAL N 88,303

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B

SUBTOTAL O 0,000

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B

SUBTOTAL P 0,000

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	332,053
INDIRECTOS 10,00%	33,205
UTILIDAD 10,00%	33,205
COSTO TOTAL DEL RUBRO	398,463
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>398,46</b>

RUBRO : excavacion en suelo sin clasificar (recuperacion de material)

UNIDAD: M3

**DETALLE:**

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O	<b>5 % (MO)</b>				0,020
excavadora	1,00	25,00	25,00	0,020	0,500
volqueta 12m3	1,00	20,00	20,00	0,020	0,400

SUBTOTAL M 0,900

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
operador	1,00	3,57	3,57	0,080	0,286
Peón (Estr. Oc. E2)	1,00	3,18	3,18	0,080	0,254
ayudante de maquinaria	1,00	3,60	3,60	0,080	0,288

SUBTOTAL N 0,828

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B

SUBTOTAL O 0,000

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B

SUBTOTAL P 0,000

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	1,728
INDIRECTOS 10,00%	0,173
UTILIDAD 10,00%	0,173
COSTO TOTAL DEL RUBRO	2,074
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>2,07</b>

ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.

RUBRO : excavacion manual sin clasificar

UNIDAD: M3

**DETALLE:**

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O	5 % (MO)	0,27	0,014	0,530	0,007

SUBTOTAL M 0,007

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón Cat-E2	2,0000	3,180	6,36	0,530	3,371
Albañil Cat-D2	1,0000	3,220	3,22	0,530	1,707
Maestro Mayor Cat-C1	0,7800	3,570	2,78	0,530	1,476

SUBTOTAL N 6,553

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B

SUBTOTAL O 0,000

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B

SUBTOTAL P 0,000

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>		6,560
INDIRECTOS	10,00%	0,656
UTILIDAD	10,00%	0,656
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>		<b>7,872</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>7,87</b>

RUBRO : excavacion para cunetas y encausamiento

UNIDAD: M3

**DETALLE:**

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O miniexcavadora	5 % (MO) 1,00	0,27 20,00	0,014 20,00	0,530 0,070	0,007 1,400

SUBTOTAL M 1,407

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
operador excavadora	1,0000	3,570	3,57	0,080	0,286
ayudante de maquinaria	1,0000	3,000	3,00	0,080	0,240
peón	1,0000	3,180	3,18	0,080	0,254

SUBTOTAL N 0,780

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B

SUBTOTAL O 0,000

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B

SUBTOTAL P 0,000

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	2,187
INDIRECTOS 10,00%	0,219
UTILIDAD 10,00%	0,219
COSTO TOTAL DEL RUBRO	2,625
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>2,63</b>

ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.

RUBRO : relleno compactado con equipo pesado

UNIDAD: M3

DETALE:

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O	5 % (MO)	0,27	0,014	0,530	0,040
motoniveladora	1,00	46,00	46,00	0,020	0,920
rodillo neumatico	1,00	35,00	35,00	0,02	0,700
camion sistema	1,00	25,00	25,00	0,020	0,500

SUBTOTAL M 2,160

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
operador rodillo	1,00	3,58	3,58	0,02	0,07
ayudante de maquinaria	1,00	3,26	3,26	0,02	0,07
peón	5,00	3,26	16,30	0,02	0,33
chofer profesional (lic tipo E)	1,00	4,79	4,79	0,02	0,10
residente de obra	1,00	4,80	4,80	0,03	0,14
operador motoniveladora	1,00	3,66	3,66	0,020	0,073

SUBTOTAL N 0,776

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B

SUBTOTAL O 0,000

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B

SUBTOTAL P 0,000

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	2,936
INDIRECTOS 10,00%	0,294
UTILIDAD 10,00%	0,294
COSTO TOTAL DEL RUBRO	3,524
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>3,52</b>

ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.

RUBRO : limpieza de alcantarillas, incluye desalojo

UNIDAD: M3

**DETALLE:**

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O	5 % (MO)	0,27	0,014	0,530	0,040
volqueta 12m3	4,00	25,00	100,00	0,050	5,000
excavadora	2,00	25,00	50,00	0,05	2,500

SUBTOTAL M 7,540

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
ayudante de maquinaria	1,00	3,26	3,26	0,04	0,13
peón	5,00	3,26	16,30	0,02	0,33
chofer profesional (lic tipo E)	1,00	4,79	4,79	0,02	0,10
residente de obra	1,00	4,80	4,80	0,53	2,54
operador excavadora	2,00	3,66	7,32	0,070	0,512

SUBTOTAL N 3,609

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B

SUBTOTAL O 0,000

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B

SUBTOTAL P 0,000

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	11,149
INDIRECTOS 10,00%	1,115
UTILIDAD 10,00%	1,115
COSTO TOTAL DEL RUBRO	13,379
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>13,38</b>

ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.

RUBRO : acabado en obra basica existente

UNIDAD: M2

**DETALLE:**

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O	5 % (MO)	0,27	0,014	0,530	0,040

SUBTOTAL M 0,040

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
mestro mayor	0,05	3,57	0,19	0,53	0,10
peon	3,00	3,26	9,78	0,04	0,39

SUBTOTAL N 0,491

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B

SUBTOTAL O 0,000

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B

SUBTOTAL P 0,000

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	0,531
INDIRECTOS 10,00%	0,053
UTILIDAD 10,00%	0,053
COSTO TOTAL DEL RUBRO	0,637
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>0,65</b>

ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.



RUBRO : transporte de material de excavacion -(transporte libre 500m)

UNIDAD: m3/km

**DETALLE:**

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O	5 % (MO)				
volqueta 12m3	1,00	25,00	25,00	0,005	0,133
cargadora	0,50	40,00	20,00	0,005	0,100

SUBTOTAL M 0,233

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
chofer	1,00	4,00	4,00	0,01	0,02

SUBTOTAL N

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B

SUBTOTAL O 0,000

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B

SUBTOTAL P 0,000

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	0,233
INDIRECTOS 10,00%	0,023
UTILIDAD 10,00%	0,023
COSTO TOTAL DEL RUBRO	0,260
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>0,26</b>

ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.

RUBRO : transporte de mezcla asfaltica MTOP 309-6(4)EDMT=9,5KM

UNIDAD: m3/Km

DETALLE:

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O	5 % (MO)				
volqueta 12m3	1,00	25,00	25,00	0,005	0,133
cargadora	0,50	40,00	20,00	0,005	0,100
<b>SUBTOTAL M</b>					0,233
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
chofer	1,00	4,00	4,00	0,01	0,02
<b>SUBTOTAL N</b>					
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B	
<b>SUBTOTAL O</b>					0,000
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					0,000
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					0,233
<b>INDIRECTOS</b> 10,00%					0,023
<b>UTILIDAD</b> 10,00%					0,023
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					0,279
<b>VALOR OFERTADO</b>					0,28

ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.

RUBRO : transporte sub base clase 3.DMT=6,5KM

UNIDAD: m3/Km

DETALLE:

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O	5 % (MO)				
volqueta 12m3	0,95	25,00	23,75	0,005	0,126
cargadora	0,50	40,00	20,00	0,005	0,100

SUBTOTAL M 0,226

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
chofer	1,00	4,00	4,00	0,01	0,02

SUBTOTAL N

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B

SUBTOTAL O 0,000

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B

SUBTOTAL P 0,000

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	0,226
INDIRECTOS 10,00%	0,023
UTILIDAD 10,00%	0,023
COSTO TOTAL DEL RUBRO	0,272
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>0,27</b>

ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.



RUBRO : **sub base clase 3 (e=20cm)**

UNIDAD: m3

DETALLE:

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor	5 % (MO)	0,270	0,01	0,01	0,01
volqueta 12m3	1,0000	28,000	28,00	0,01	0,22
camion cisterna	1,0000	25,000	25,00	0,01	0,25
motoniveladora	1,0000	35,000	35,00	0,01	0,35
SUBTOTAL M					0,834

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón Cat-E2	5,0000	3,180	15,90	0,01	0,13
operador motoniveladora	1,0000	3,660	3,66	0,01	0,03
Operador equipo rodillo	1,0000	3,480	3,48	0,01	0,03
Operador equipo pesado 2 Cat-C2-II	1,0000	3,390	3,39	0,01	0,03
chofer profesional	1,0000	4,790	4,79	0,01	0,04
residente de obra	1,0000	3,670	3,67	0,08	0,29
SUBTOTAL N					0,543

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B
Base clase 1	m3	1,20	4,00	4,80
Agua	M3	1,00	0,05	0,05
SUBTOTAL O				4,850

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					0,000

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				6,23
INDIRECTOS 10,00%				0,62
UTILIDAD 8,00%				0,50
COSTO TOTAL DEL RUBRO				7,37
<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>7,37</b>

ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.

RUBRO : **base clase 4 (e=10cm)**

UNIDAD: m3

DETALLE:

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor	5 % (MO)	0,270	0,01	0,01	0,01
volqueta 12m3	1,0000	28,000	28,00	0,01	0,22
camion cisterna	1,0000	25,000	25,00	0,01	0,25
motoniveladora	1,0000	35,000	35,00	0,01	0,35

SUBTOTAL M

0,834

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón Cat-E2	5,0000	3,180	15,90	0,01	0,13
operador motoniveladora	1,0000	3,660	3,66	0,01	0,03
Operador equipo rodillo	1,0000	3,480	3,48	0,01	0,03
Operador equipo pesado 2 Cat-C2-II	1,0000	3,390	3,39	0,01	0,03
chofer profesional	1,0000	4,790	4,79	0,01	0,04
residente de obra	1,0000	3,670	3,67	0,08	0,29

SUBTOTAL N

0,543

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B
Base clase 1	m3	1,20	4,00	4,80
Agua	M3	1,00	0,05	0,05

SUBTOTAL O

4,850

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B

SUBTOTAL P

0,000

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	6,23
INDIRECTOS 10,00%	0,62
UTILIDAD 8,00%	0,50
COSTO TOTAL DEL RUBRO	7,37
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>7,37</b>

RUBRO : **Riego de imprimación asfáltica**

UNIDAD: m3

DETALLE:

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor	5 % (MO)	0,010	0,00	0,00	0,01
Escoba mecánica	0,5000	10,000	5,00	0,01	0,05
Distribuidor de asfalto	1,0000	12,000	12,00	0,01	0,12

SUBTOTAL M 0,180

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Operador equipo pesado 2 Cat-C2-II	0,0300	3,390	0,10	0,01	0,00
op distribuidor de asfalto	0,0300	3,480	0,10	0,01	0,00

SUBTOTAL N 0,002

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B
Asfalto RC 250	Kg.	0,22	1,10	0,24
Diesel	Gl.	0,10	0,98	0,10

SUBTOTAL O 0,340

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B

SUBTOTAL P 0,000

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	0,52
INDIRECTOS 10,00%	0,09
UTILIDAD 8,00%	0,04
COSTO TOTAL DEL RUBRO	0,65
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>0,66</b>

ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.

RUBRO : capara de rodadura de hormigon asfaltico mezclado en planta de 5cm de espesor

UNIDAD: M2

**DETALLE:**

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O	5 % (MO)	0,27	0,014	0,530	0,040
Plt de asfalto completa 11(t)	1,00	170,00	170,00	0,001	0,170
cargadora frontal 225HP	1,00	36,00	36,00	0,001	0,036
terminadora de asfalto 170HP	1,00	65,00	65,00	0,001	0,065
rodillo liso vibratorio 125HP	1,00	30,00	30,00	0,001	0,030
rodillo neumatico 105HP	1,00	26,00	26,00	0,001	0,026
distribuidor de asfalto	1,00	30,00	30,00	0,001	0,030
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0,311</b>

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
operador de equipo pesado op c1	1,00	3,57	3,57	0,00	0,00
operador de equipo pesado op c2	4,00	3,21	12,84	0,00	0,01
ayudante de maquinaria	5,00	3,09	15,45	0,00	0,02
peon EO E2	8,00	3,01	24,08	0,00	0,02
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0,056</b>

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B
Asfaltado AP-3	kg	9,000	0,34	3,060
agregado triturado	m3	0,075	13,00	0,845
arena	m3	0,065	7,00	0,455
asfaltado diluido RC-250	Kg	1,000	0,34	0,340
diesel	Lt	0,250	0,24	0,060
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>4,370</b>

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
transporte de mezcla asfaltic	m3/km	7,000	0,25	1,750
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>1,750</b>

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	6,487
INDIRECTOS 10,00%	0,649
UTILIDAD 10,00%	0,649
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>7,770</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>7,77</b>

ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.



RUBRO : **hormigon portlando clase B= 210 kg/cm2 (cabezales muros, alas,cajas**

UNIDAD: m3

**DETALLE:**

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor	5 % (MO)	1,700	0,85	0,85	1,70
Concreteira	1,000	5,000	5,00	0,85	4,25
Vibrador	1,000	5,000	5,00	0,85	4,25

SUBTOTAL M 10,200

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón Cat-E2	10,000	3,180	31,800	0,850	27,03
Albañil Cat-D2	4,000	3,220	12,880	0,850	10,95
Maestro Mayor Cat-C1	1,000	3,570	3,570	0,850	3,03

SUBTOTAL N 41,013

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B
Cemento	SAC	7,00	7,63	53,41
Ripio Triturado	M3	0,95	18,00	17,10
Arena	M3	0,80	8,90	5,79
Agua	M3	0,25	0,95	0,24
tabla de encofrado	UNIDAD	10,000	2,48	24,800
clavos de 2 pulgadas	kg	0,800	2,00	1,600
puntales	ml	21,000	0,25	5,250
listones	UNIDAD	10,000	0,80	8,000
alambre	kg	0,050	2,70	0,135

SUBTOTAL O 116,323

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B

SUBTOTAL P 0,000

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	167,54
INDIRECTOS 10,00%	11,54
UTILIDAD 8,00%	9,23
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>188,31</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>188,31</b>

ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.

RUBRO : hormigon simple cemento portland clase B= 180 kg/cm2 (cunetas)

UNIDAD: M3

DETALLE:

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O concretera	5 % (MO) 1,00	5,00	5,00	0,100	0,080 0,500
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0,580</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
maestro de obra	1,00	3,57	3,57	0,10	0,36
albañil	4,00	3,18	12,72	0,10	1,27
peon	10,00	3,18	31,80	0,10	3,18
a.y.albañil	4,00	3,18	12,72	0,10	1,27
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>6,081</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Arena Negra	m3	0,540	18,00	9,720	
cemento portland tipo IE	saco	7,000	6,67	46,690	
ripió tamizado triturado	m3	3,000	18,00	54,000	
encofrado	ml	1,000	0,40	0,400	
agua	Lr	0,053	0,01	0,001	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>110,811</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0,000</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>117,472</b>
INDIRECTOS 10,00%					11,747
UTILIDAD 10,00%					11,747
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>140,966</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>140,97</b>

RUBRO : hormigon ciclopeo (60% HS 40% piedra)

UNIDAD: M3

**DETALLE:**

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O concretera	5 % (MO) 1,00	5,00	5,00	0,100	0,080 0,500
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0,580</b>

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón Cat-E2	3,00	3,18	9,54	1,23	11,73
Albañil Cat-D2	2,00	3,22	6,44	1,23	7,92
Maestro Mayor Cat-C1	1,00	3,57	3,57	1,23	4,39
Carpintero Cat-D2	1,00	3,18	3,18	1,23	3,91
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>27,958</b>

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B
Cemento	SAC	3,00	18,00	54,000
Ripio Triturado	M3	0,47	6,67	3,135
Arena	M3	0,36	18,00	6,480
Agua	M3	0,25	0,40	0,100
Encofrado (triplex y soportes)	M2	4,50	0,01	0,045
Clavos	Kg.	0,35	2,29	0,802
Piedra bola	M3	0,45	0,44	0,198
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>64,759</b>

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0,000</b>

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	93,297
INDIRECTOS 10,00%	9,330
UTILIDAD 10,00%	9,330
COSTO TOTAL DEL RUBRO	111,970
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>111,97</b>

ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.

RUBRO : cinta PVC de ancho 12cm

UNIDAD: ML

DETALLE:

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O	5 % (MO)				0,080
<b>SUBTOTAL M</b>					0,080

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón Cat-E2	1,00	3,18	3,18	0,00	0,00
<b>SUBTOTAL N</b>					0,003

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B
cinta pvc 12 cm	ml	0,21	5,98	1,256
<b>SUBTOTAL O</b>				1,256

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
<b>SUBTOTAL P</b>				0,000

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	1,339
INDIRECTOS 10,00%	0,134
UTILIDAD 10,00%	0,134
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1,607
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>1,61</b>

ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.

RUBRO : Acero de refuerzo en barra Fy=4200 kg/cm2

UNIDAD: kg

**DETALLE:**

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor	5 % (MO)	0,020	0,06	0,06	0,02
Cizalla - cortadora	1,0000	1,750	1,75	0,06	0,10

SUBTOTAL M 0,116

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón Cat-E2	1,0000	3,180	0,06	0,05	0,17
Ferrero Cat-D2	1,0000	3,220	0,06	0,05	0,18
Maestro Mayor Cat-C1	0,1000	3,570	0,06	0,05	0,02

SUBTOTAL N 0,367

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B
Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	Kg.	0,66	1,25	0,83
Alambre galvanizado N-18	Kg.	0,04	2,54	0,10

SUBTOTAL O 0,927

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B

SUBTOTAL P 0,000

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	1,41
INDIRECTOS 10,00%	0,14
UTILIDAD 8,00%	0,14
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1,69
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>1,69</b>

ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.

RUBRO : **Suministro e instalaci3n de tuberia PVC corrugada de desague D=400i**

UNIDAD: m

DETALLE:

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor retroexcavadora	5 % (MO) 1,00	0,08 30,00	0,12 30,00	0,12 0,050	0,15 1,500

SUBTOTAL M 1,650

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Pe3n Cat-E2	4,00	3,18	0,12	0,12	0,01
Plomero Cat-D2	1,00	3,22	0,12	0,12	0,01
Maestro Mayor Cat-C1	1,00	3,57	0,12	0,12	0,01
operador de equipo pesado	1,00	0,38	0,38	0,050	0,02

SUBTOTAL N 0,062

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B
Tubo PVC desague Novafort 1,20m x6m	ml	1,50	132,00	198,00
Polilimpia	Gln	0,05	23,55	1,18
Aceite vegetal (lubricante)	lt	0,05	1,25	0,06

SUBTOTAL O 199,240

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B

SUBTOTAL P 0,000

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	199,30
INDIRECTOS 10,00%	19,93
UTILIDAD 8,00%	19,93
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>239,16</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>239,16</b>

ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.

RUBRO : **Suministro e instalaci3n de tuberia corrugada PVC d=600mm**

UNIDAD: m

DETALLE:

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor retroexcavadora	5 % (MO) 1,00	0,08 30,00	0,12 30,00	0,12 0,050	0,15 1,500

SUBTOTAL M 1,650

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Pe3n Cat-E2	4,00	3,18	0,12	0,12	0,01
Plomero Cat-D2	1,00	3,22	0,12	0,12	0,01
Maestro Mayor Cat-C1	1,00	3,57	0,12	0,12	0,01
operador de equipo pesado	1,00	0,38	0,38	0,050	0,02

SUBTOTAL N 0,062

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B
Tubo PVC desague Novafort 1,20m x6m	ml	1,50	52,00	78,00
Polilimpia	Gln	0,05	23,55	1,18
Aceite vegetal (lubricante)	lt	0,05	1,25	0,06

SUBTOTAL O 79,240

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B

SUBTOTAL P 0,000

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	79,30
INDIRECTOS 10,00%	7,93
UTILIDAD 8,00%	7,93
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>95,12</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>95,12</b>

ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.

RUBRO : Conexión domiciliar de agua potable 1/2"

UNIDAD: m3

DETALLE:

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor	5 % (MO)	0,820	1,00	1,00	0,82

SUBTOTAL M 0,820

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Plomero Cat-D2	1,0000	3,220	3,22	0,53	1,71

SUBTOTAL N 1,707

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B
Collarin PVC 63mm. Salida 1/2"	U	0,50	4,14	2,07
adaptador PVC 1/2"	U	0,50	0,10	0,05
Tubo flex negro 1/2"	Ml	0,30	0,35	0,11
Permatex	u	0,01	1,02	0,01
Teflon	Rollo	0,25	0,30	0,08

SUBTOTAL O 2,310

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B

SUBTOTAL P 0,000

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>		<b>3,13</b>
INDIRECTOS	10,00%	<b>0,31</b>
UTILIDAD	8,00%	<b>0,31</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>		<b>3,76</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>3,76</b>

ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.



RUBRO : **Bordillo de H.S f'c=180kg/cm2; sec. 20cmx50cm**

UNIDAD: m3

DETALLE:

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor	5 % (MO)	0,180	0,10	0,10	0,18
Concreteira	1,0000	4,375	0,10	0,10	0,46
Vibrador	1,0000	3,500	0,10	0,10	0,36

SUBTOTAL M 1,000

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón Cat-E2	7,0000	3,180	0,10	0,10	2,32
Albañil Cat-D2	3,0000	3,220	0,10	0,10	1,01
Maestro Mayor Cat-C1	0,5000	3,570	0,10	0,10	0,19

SUBTOTAL N 3,511

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B
Cemento	SAC	0,65	7,63	4,96
Ripio Triturado	M3	0,09	13,88	1,25
Arena	M3	0,06	8,90	0,53
Agua	M3	0,02	0,87	0,02
Encofrado para bordillos en 2.5mm x M	Dia	1,00	1,00	1,00

SUBTOTAL O 7,760

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B

SUBTOTAL P 0,000

	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	12,27
	INDIRECTOS 10,00%	1,23
	UTILIDAD 8,00%	0,98
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>14,49</b>
	<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>14,49</b>

ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.

RUBRO : marcas sobresalidas del pavimento tachas reflectivas bidireccionales

UNIDAD: u

DETALLE:

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O	5 % (MO)				0,080
<b>SUBTOTAL M</b>					0,080

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón Cat-E2	2,00	3,18	6,36	0,00	0,01
<b>SUBTOTAL N</b>					0,006

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B
tachas reflectivas bidireccionales	UNIDAD	1,00	4,82	4,820
<b>SUBTOTAL O</b>				4,820

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
<b>SUBTOTAL P</b>				0,000

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	4,906
INDIRECTOS 10,00%	0,491
UTILIDAD 10,00%	0,491
COSTO TOTAL DEL RUBRO	5,888
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>5,89</b>

ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.

RUBRO : marcasde pavimento-(pintura reflectiva franjas de 12cm de ancho, incluye microesferas)

UNIDAD: ml

**DETALLE:**

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O	<b>5 % (MO)</b>				0,060
camioneta	0,50	3,00	1,50	0,100	0,150
roceador de pintura	0,50	2,00	1,00	0,1	0,100
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0,310</b>

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
chofer TD-C1	1,00	4,79	4,79	0,01	0,05
peon	1,00	3,26	3,26	0,01	0,03
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0,081</b>

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B	
pintura señalamiento de transito	lt	0,02	7,00	0,140	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>0,140</b>

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0,000</b>

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	0,531
INDIRECTOS 10,00%	0,053
UTILIDAD 10,00%	0,053
COSTO TOTAL DEL RUBRO	0,637
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>0,64</b>

ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.

RUBRO : señales a lado de la carretera - preventivas (75x75cm=

UNIDAD: u

DETALLE:

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor	5 % (MO)				0,57
Compresor	1,000	2,000	4,00	4,00	16,00
Soldadora eléctrica	1,000	2,500	4,00	4,00	16,00
Soplete	1,000	0,750	0,87	4,00	3,48

SUBTOTAL M 36,050

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón Cat-E2	3,00	3,18	9,54	4,00	38,16
Fierrero Cat-D2	1,00	3,22	3,22	4,00	12,88
Pintor Cat-D2	1,00	3,22	3,22	4,00	12,88
maestro de obra	1,00	3,22	3,22	4,000	12,880
ayudante soldador	1,00	3,01	3,01	4,000	12,040

SUBTOTAL N 88,840

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B
Plancha de Tool 1,2x2,44; e=1mm	u	1,000	52,000	1,000
Pintura reflectiva	gln.	0,200	30,000	0,040
Angulo 25x3mm peso= 6.66kg	m	3,200	1,800	5,760
Electrodos	Kg.	0,200	4,350	0,040
Pintura anticorrosiva	GL	0,300	25,000	0,090
hormigon clase B f c=180kg/cm2	m3	0,070	180,000	12,600
angulo 30x3mm	m	3,200	1,800	5,760
pernos inoxidables	u	4,000	0,48	1,920

SUBTOTAL O 27,210

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B

SUBTOTAL P 0,000

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	124,89
INDIRECTOS 10,00%	12,49
UTILIDAD 8,00%	9,99
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>147,38</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>147,38</b>

ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.

RUBRO : señales a lado de la carretera - Reglamentarias (75x75cm=

UNIDAD: u

DETALLE:

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor	5 % (MO)				0,57
Compresor	1,000	2,000	4,00	4,00	16,00
Soldadora eléctrica	1,000	2,500	4,00	4,00	16,00
Soplete	1,000	0,750	0,87	4,00	3,48

SUBTOTAL M 36,050

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón Cat-E2	3,00	3,18	9,54	4,00	38,16
Fierrero Cat-D2	1,00	3,22	3,22	4,00	12,88
Pintor Cat-D2	1,00	3,22	3,22	4,00	12,88
maestro de obra	1,00	3,22	3,22	4,000	12,880
ayudante soldador	1,00	3,01	3,01	4,000	12,040

SUBTOTAL N 88,840

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B
Plancha de Tool 1,2x2,44; e=1mm	u	1,000	52,000	1,000
Pintura reflectiva	gln.	0,200	30,000	0,040
Angulo 25x3mm peso= 6.66kg	m	3,200	1,800	5,760
Electrodos	Kg.	0,200	4,350	0,040
Pintura anticorrosiva	GL	0,300	25,000	0,090
hormigon clase B f c=180kg/cm2	m3	0,070	180,000	12,600
angulo 30x3mm	m	3,200	1,800	5,760
pernos inoxidables	u	4,000	0,48	1,920

SUBTOTAL O 27,210

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B

SUBTOTAL P 0,000

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	124,89
INDIRECTOS 10,00%	12,49
UTILIDAD 8,00%	9,99
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>147,38</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>147,38</b>

ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.

RUBRO : **señales a lado de la carretera - Inf. Ambiental (0,60x1,20m)(verde-blanc**

UNIDAD: u

**DETALLE:**

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor	5 % (MO)				0,57
Compresor	1,0000	2,000	4,00	4,00	16,00
Soldadora eléctrica	1,0000	2,500	4,00	4,00	16,00
Soplete	1,0000	0,750	0,87	4,00	3,48

SUBTOTAL M 36,050

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón Cat-E2	2,00	3,18	6,36	4,00	25,44
Fierrero Cat-D2	1,00	3,22	3,22	4,00	12,88
Pintor Cat-D2	1,00	3,22	3,22	4,00	12,88
maestro de obra	1,00	3,22	3,22	4,000	12,880
ayudante soldador	0,50	3,01	1,51	4,000	6,020

SUBTOTAL N 70,100

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B
Plancha de Tool 1,2x2,44; e=1mm	u	1,000	52,000	1,000
Pintura reflectiva	gln.	0,250	28,000	0,063
Angulo 25x3mm peso= 6.66kg	m	3,500	1,800	6,300
Electrodos	Kg.	0,250	3,500	0,063
Pintura anticorrosiva	GL	0,300	25,000	0,090
hormigon clase B f'c=180kg/cm2	m3	0,080	160,000	12,800
angulo 30x3mm	m	3,200	1,800	5,760
pernos inoxidables	u	3,500	0,48	1,680

SUBTOTAL O 27,755

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B

SUBTOTAL P 0,000

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	133,91
INDIRECTOS 10,00%	13,39
UTILIDAD 8,00%	10,71
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>158,03</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>158,03</b>

ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.

RUBRO : **señales a lado de la carretera - Informativas(1,20 x 1,80m)**

UNIDAD: u

DETALLE:

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor	5 % (MO)				0,57
Compresor	1,00	2,00	4,00	4,00	16,00
Soldadora eléctrica	1,00	2,50	4,00	4,00	16,00
Soplete	1,00	0,75	0,87	4,00	3,48

SUBTOTAL M 36,050

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón Cat-E2	2,00	3,18	6,36	4,00	25,44
Fierrero Cat-D2	1,00	3,22	3,22	4,00	12,88
Pintor Cat-D2	1,00	3,22	3,22	4,00	12,88
maestro de obra	1,00	3,22	3,22	4,000	12,880
ayudante soldador	1,00	3,01	3,01	4,000	12,040

SUBTOTAL N 76,120

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B
Plancha de Tool 1,2x2,44; e=1mm	u	1,840	52,000	95,680
Pintura reflectiva	gln.	0,250	28,000	0,063
Angulo 25x3mm peso= 6.66kg	m	3,500	1,800	6,300
Electrodos	Kg.	0,250	3,500	0,063
Pintura anticorrosiva	GL	0,300	25,000	0,090
hormigon clase B f c=180kg/cm2	m3	0,080	160,000	12,800
angulo 30x3mm	m	3,200	1,800	5,760
pernos inoxidables	u	4,000	0,48	1,920

SUBTOTAL O 122,675

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B

SUBTOTAL P 0,000

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	234,85
INDIRECTOS 10,00%	23,48
UTILIDAD 8,00%	18,79
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>277,61</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>277,61</b>

ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.

RUBRO : **Chevrones direccionales**

UNIDAD: u

DETALLE:

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor	5 % (MO)				0,57
Compresor	1,00	2,00	4,00	4,00	16,00
Soldadora eléctrica	1,00	2,50	4,00	4,00	16,00
Soplete	1,00	0,75	0,87	4,00	3,48

SUBTOTAL M 36,050

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón Cat-E2	2,00	3,18	6,36	4,00	25,44
Fierrero Cat-D2	1,00	3,22	3,22	4,00	12,88
Pintor Cat-D2	1,00	3,22	3,22	4,00	12,88
maestro de obra	1,00	3,22	3,22	4,000	12,880
ayudante soldador	1,00	3,01	3,01	4,000	12,040

SUBTOTAL N 76,120

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=A*B
Plancha de Tool 1,2x2,44; e=1mm	u	1,160	52,000	60,320
Pintura reflectiva	gln.	0,250	28,000	0,063
Angulo 25x3mm peso= 6.66kg	m	3,500	1,800	6,300
Electrodos	Kg.	0,250	3,500	0,063
Pintura anticorrosiva	GL	0,300	25,000	0,090
hormigon clase B f'c=180kg/cm2	m3	0,080	160,000	12,800
angulo 30x3mm	m	3,200	1,800	5,760
pernos inoxidables	u	4,000	0,48	1,920

SUBTOTAL O 87,315

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B

SUBTOTAL P 0,000

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	199,49
INDIRECTOS 10,00%	19,95
UTILIDAD 8,00%	15,96
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>235,07</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>235,07</b>

ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.



**ANEXO F**

# **FOTOGRAFÍAS**

	<p>Inicio del proyecto</p>
	<p>Observación de campo para colocación de pasos de agua</p>
	<p>Estación de conteo vehicular</p>



Toma de muestras de suelo



Medición del ancho de la vía, 8 metros sin contar con las cunetas



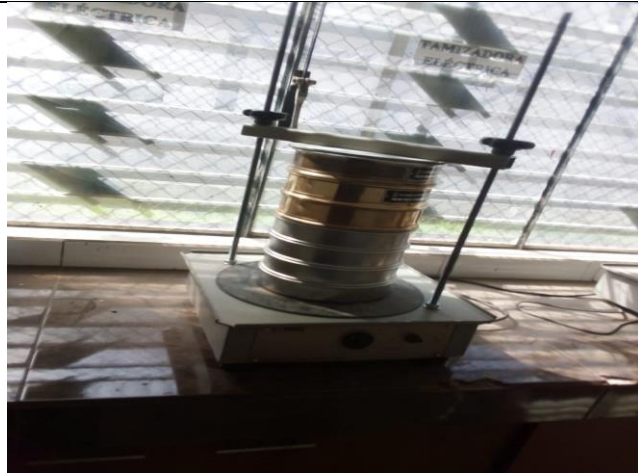
Muestra de suelo para analizar



Tamices para elaborar las muestras a ensayar



Muestra tamizada y lista para pesar



Tamizado de muestras



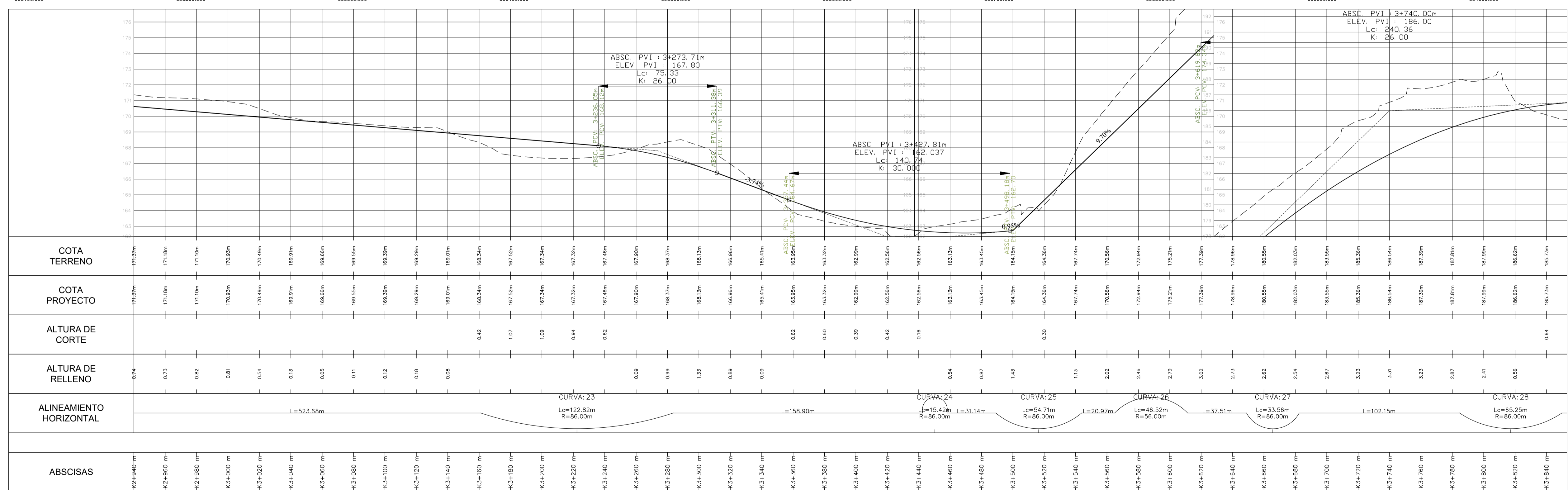
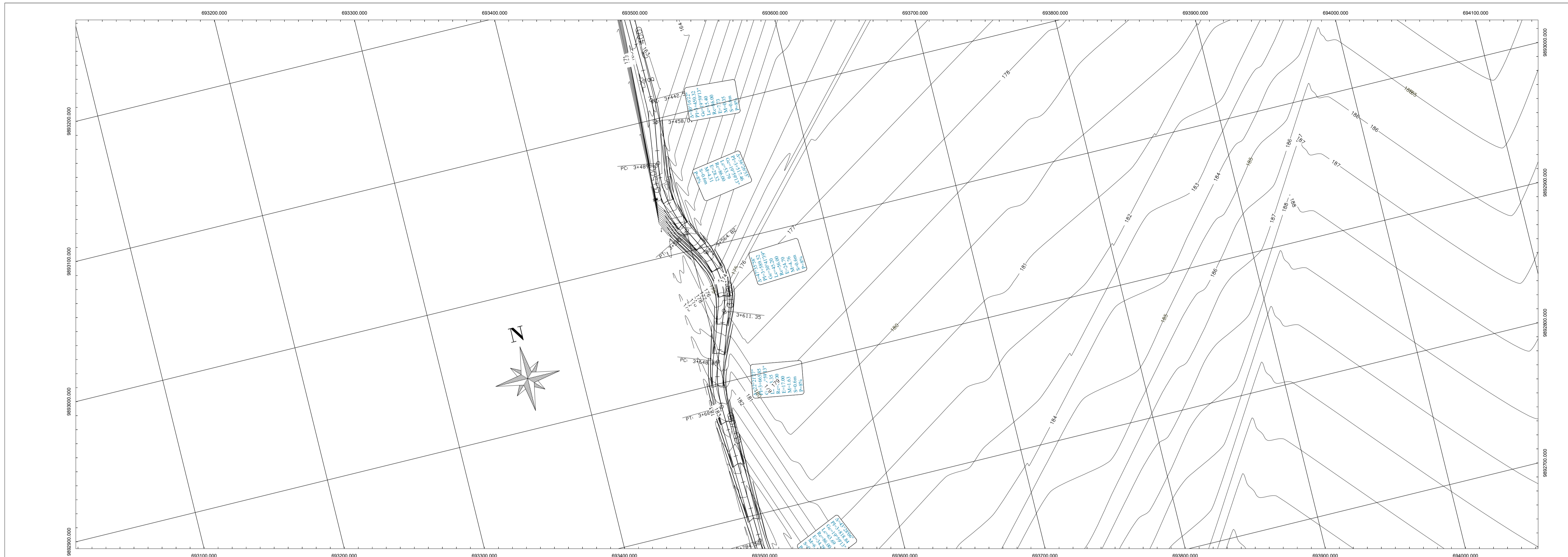
Peso de las muestras en el laboratorio

**ANEXO G**

# **PLANOS**







**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: SERVICIO GEOMÉTRICO VIAL DEL PAYMENTO Y LAS OBRAS DE ARTE DE LA VÍA PERMANENTE: ESTEREO ENFOQUE LA AMBATO 4+000 HASTA LA AMBATO 4+300 HOJA 011 DE 03

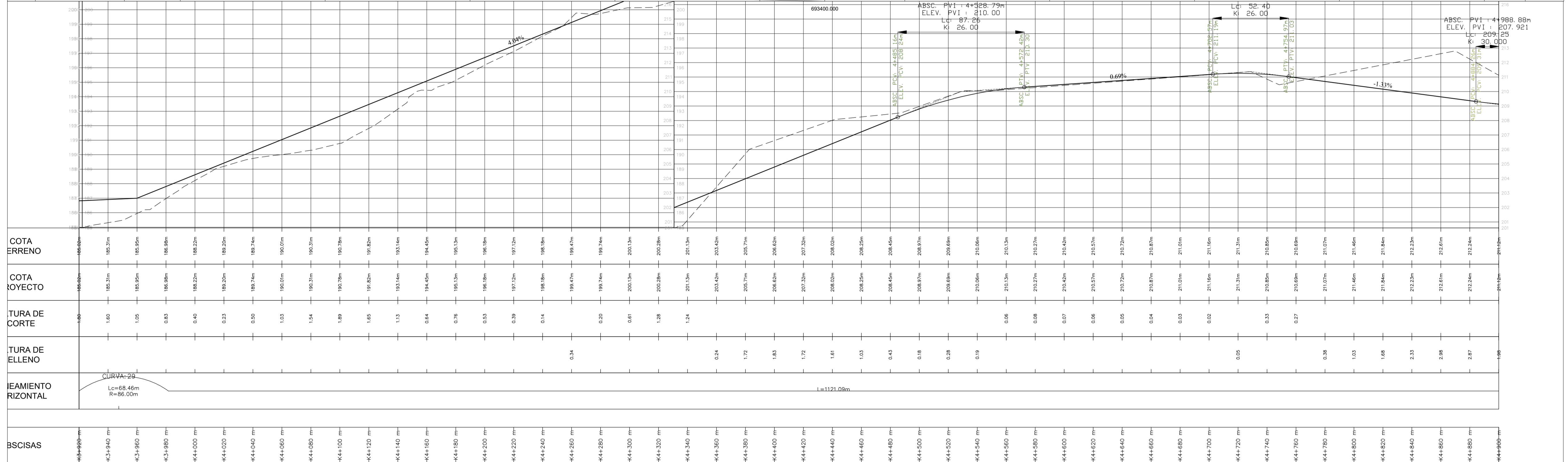
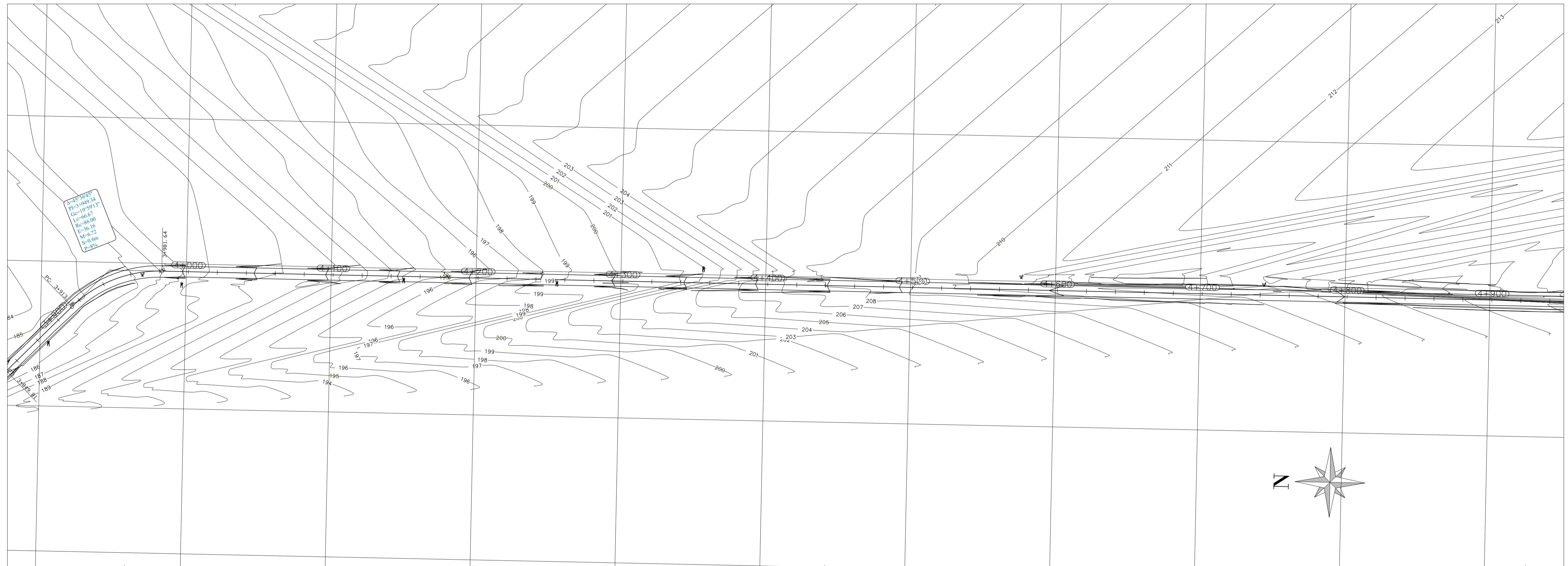
CONTIENE: DISEÑO GEOMÉTRICO HORIZONTAL Y VERTICAL

ELABORADO: LUIS HERRERA ESTUDIO: PROVINCIA: COTACACHI FECHA: FEBRERO 2021

CLASE: III ESCALA: 1:10000

DISEÑO: EDO. SANTIAGO TORRES TUTOR: ING. FABRIZO HERRERA





STATIONING	COTA ERRENO	COTA PROYECTO	TURA DE CORTE	TURA DE ELLENO	HEAMIENTO RIZONAL	BSCISAS
4+390.00	188.50m	188.50m	0.00		CURVA: 29 Lc=68.46m R=86.00m	4+390.00
4+394.00	188.37m	188.37m	1.60			4+394.00
4+398.00	188.50m	188.50m	1.05			4+398.00
4+398.00	188.36m	188.36m	0.83			4+398.00
4+400.00	188.22m	188.22m	0.40			4+400.00
4+402.00	189.20m	189.20m	0.33			4+402.00
4+404.00	189.74m	189.74m	0.50			4+404.00
4+408.00	190.00m	190.00m	1.03			4+408.00
4+408.00	190.37m	190.37m	1.54			4+408.00
4+410.00	190.78m	190.78m	1.89			4+410.00
4+412.00	191.82m	191.82m	1.65			4+412.00
4+414.00	193.14m	193.14m	1.13			4+414.00
4+416.00	194.45m	194.45m	0.64			4+416.00
4+418.00	195.13m	195.13m	0.76			4+418.00
4+420.00	196.18m	196.18m	0.53			4+420.00
4+422.00	197.12m	197.12m	0.39			4+422.00
4+424.00	198.18m	198.18m	0.14			4+424.00
4+426.00	199.47m	199.47m	0.34	0.34		4+426.00
4+428.00	199.74m	199.74m	0.20			4+428.00
4+430.00	200.13m	200.13m	0.01			4+430.00
4+432.00	200.28m	200.28m	1.28			4+432.00
4+434.00	201.13m	201.13m	1.24			4+434.00
4+436.00	202.42m	202.42m	0.24	0.24		4+436.00
4+438.00	205.71m	205.71m	1.72	1.72		4+438.00
4+440.00	206.62m	206.62m	1.83	1.83		4+440.00
4+442.00	207.32m	207.32m	1.72	1.72		4+442.00
4+444.00	208.02m	208.02m	1.61	1.61		4+444.00
4+446.00	208.25m	208.25m	1.03	1.03		4+446.00
4+448.00	208.45m	208.45m	0.43	0.43		4+448.00
4+450.00	208.97m	208.97m	0.18	0.18		4+450.00
4+452.00	209.68m	209.68m	0.28	0.28		4+452.00
4+454.00	210.06m	210.06m	0.19	0.19		4+454.00
4+456.00	210.13m	210.13m	0.06			4+456.00
4+458.00	210.27m	210.27m	0.08			4+458.00
4+460.00	210.42m	210.42m	0.07			4+460.00
4+462.00	210.57m	210.57m	0.06			4+462.00
4+464.00	210.72m	210.72m	0.05			4+464.00
4+466.00	210.87m	210.87m	0.04			4+466.00
4+468.00	211.02m	211.02m	0.03			4+468.00
4+470.00	211.16m	211.16m	0.02			4+470.00
4+472.00	211.31m	211.31m	0.00	0.00		4+472.00
4+474.00	210.85m	210.85m	0.33			4+474.00
4+476.00	210.69m	210.69m	0.27			4+476.00
4+478.00	211.07m	211.07m	0.38	0.38		4+478.00
4+480.00	211.46m	211.46m	1.03	1.03		4+480.00
4+482.00	211.84m	211.84m	1.65	1.65		4+482.00
4+484.00	212.32m	212.32m	2.33	2.33		4+484.00
4+486.00	212.67m	212.67m	2.98	2.98		4+486.00
4+488.00	212.24m	212.24m	2.87	2.87		4+488.00
4+490.00	211.92m	211.92m	1.98	1.98		4+490.00

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA**  
**INGENIERIA CIVIL**

PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO DEL PAVIMENTO Y LAS OBRAS DE ARTE DE LA VÍA PERIFÉRICA SURESTE EN LA AMBATO, PROVINCIA DE TUNJA. HOJA 02 DE 03

CONTIENE: DISEÑO GEOMÉTRICO HORIZONTAL Y VERTICAL. ESCALA: 1:1000

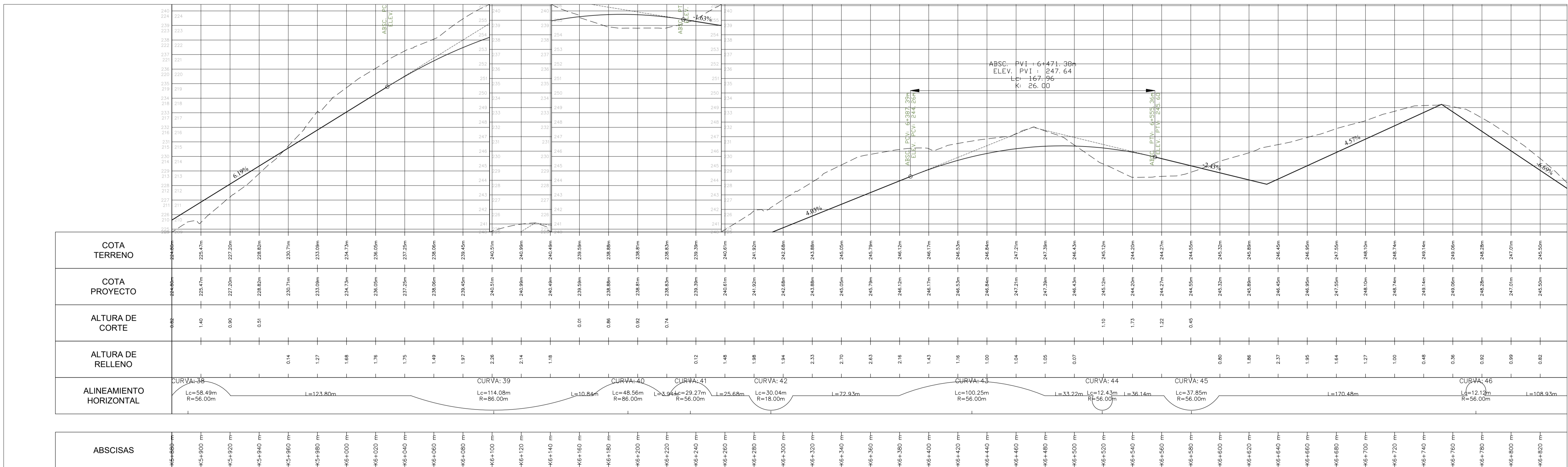
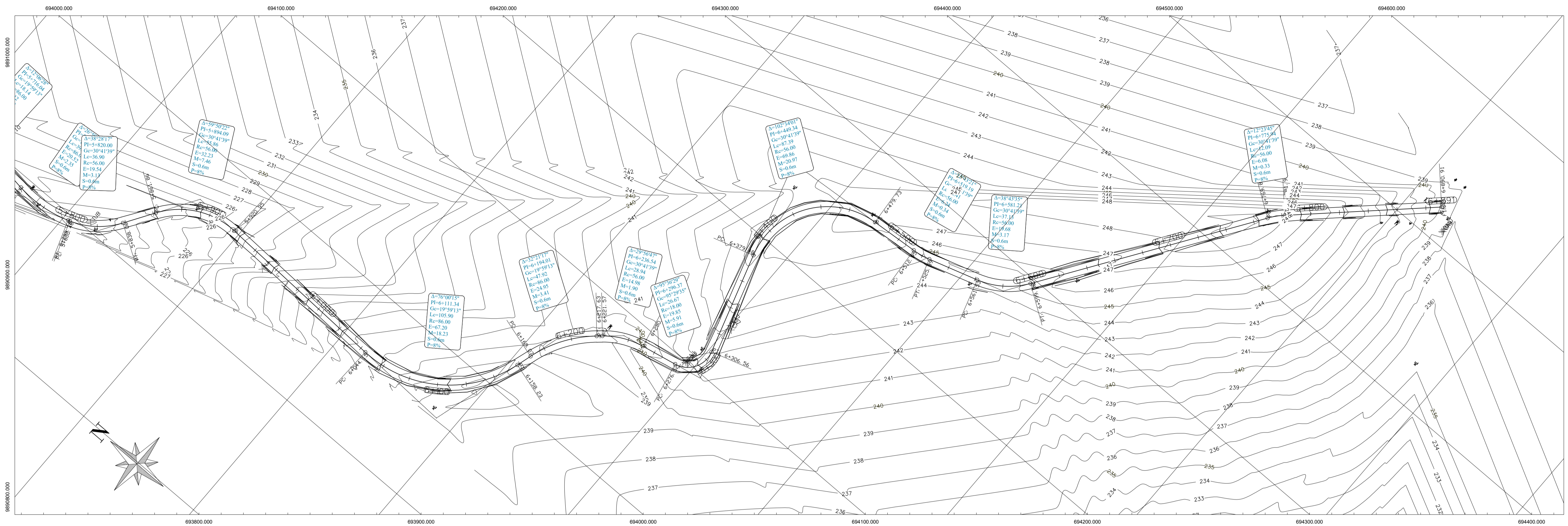
CLASE	III	LONJITUD	I+GEOMETRICA	ESTUDIO	DEFINITIVO	PROVINCIA	COTOPACI
-------	-----	----------	--------------	---------	------------	-----------	----------

FECHA: FEBRERO 2021

DISEÑO: EDO. SANTIAGO TORRES

TUTOR: ING. FABIÓN HERRERA





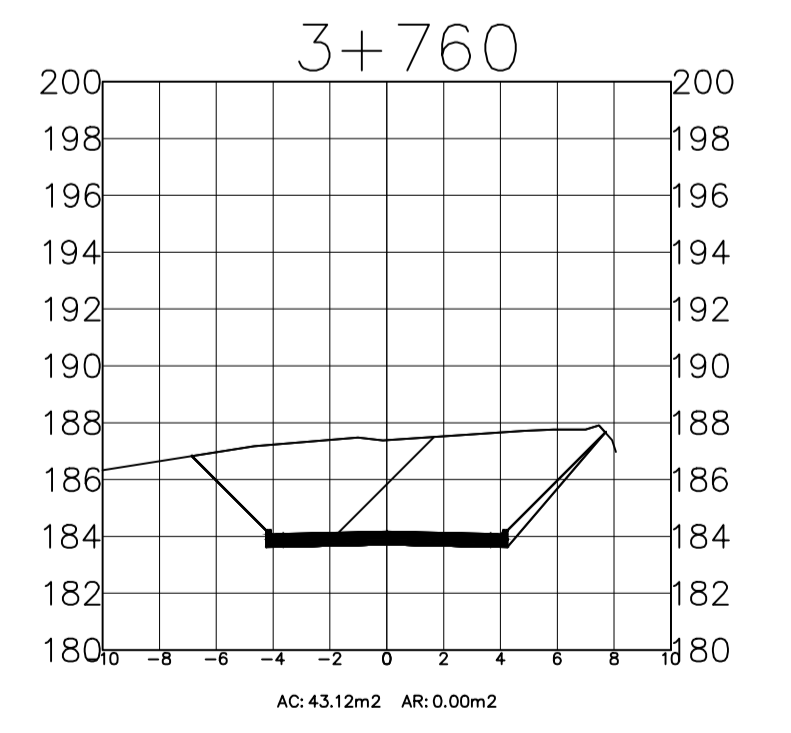
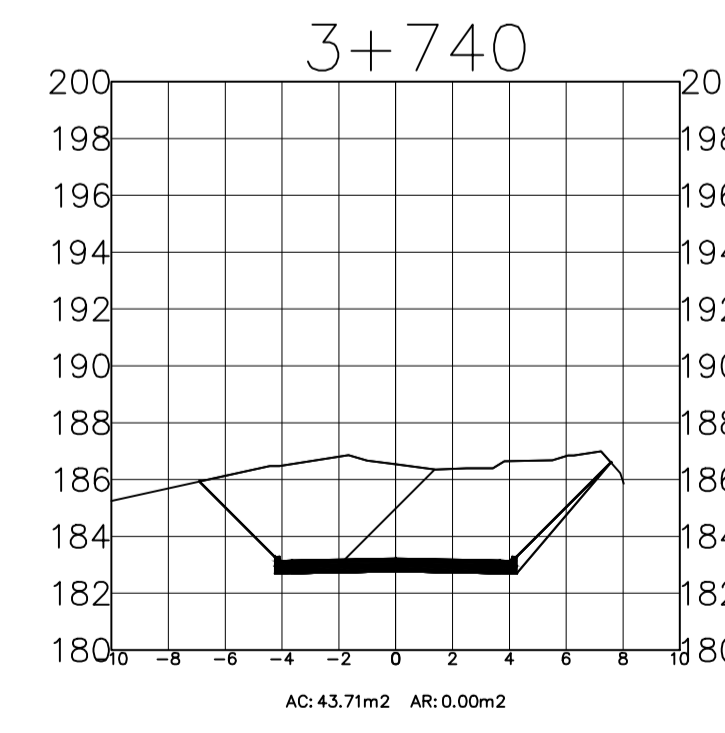
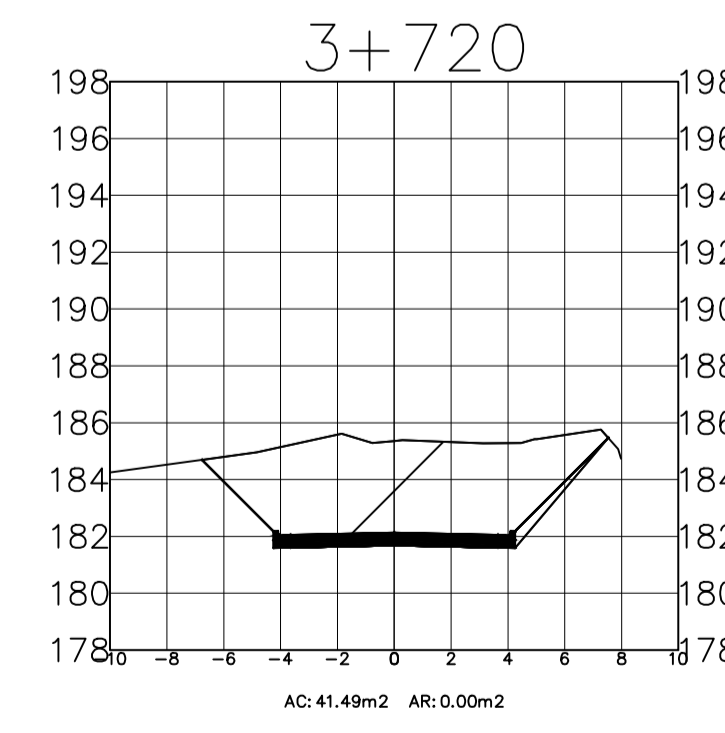
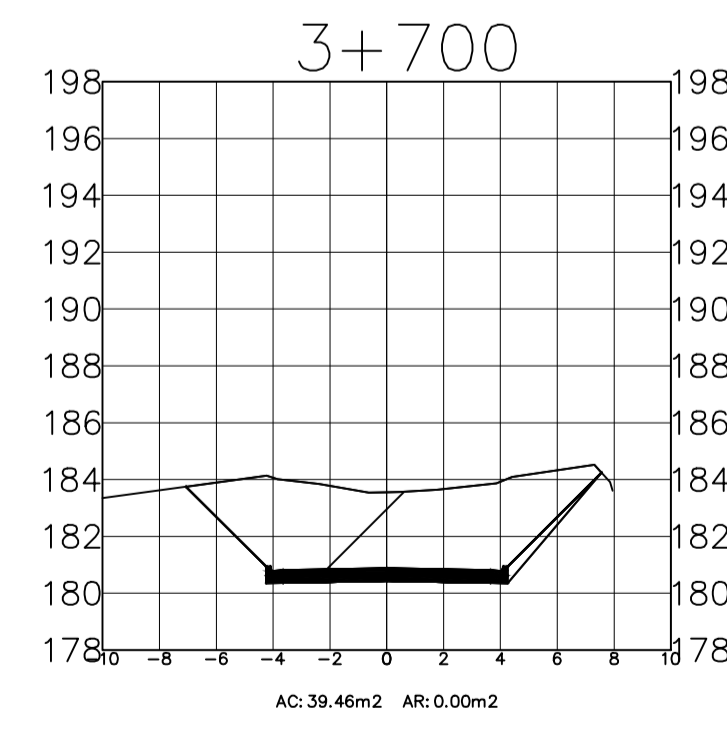
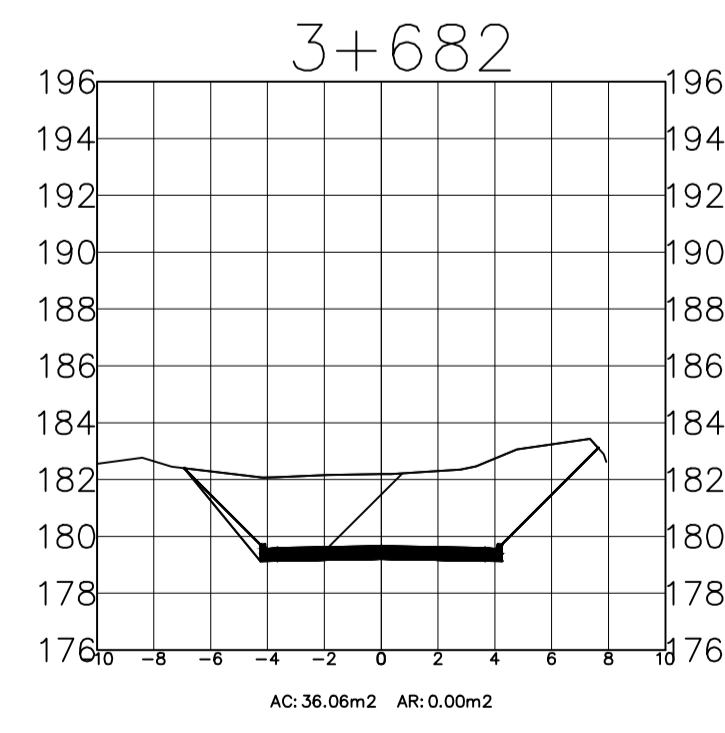
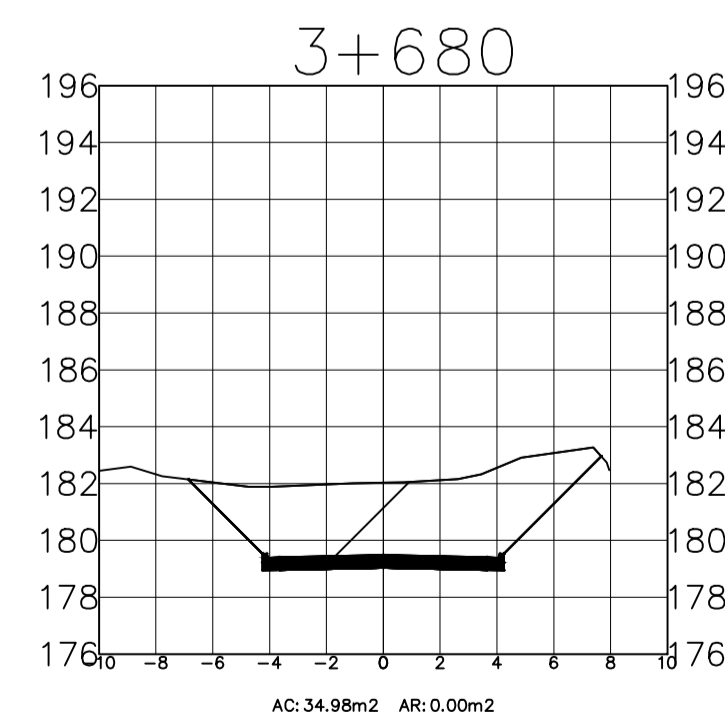
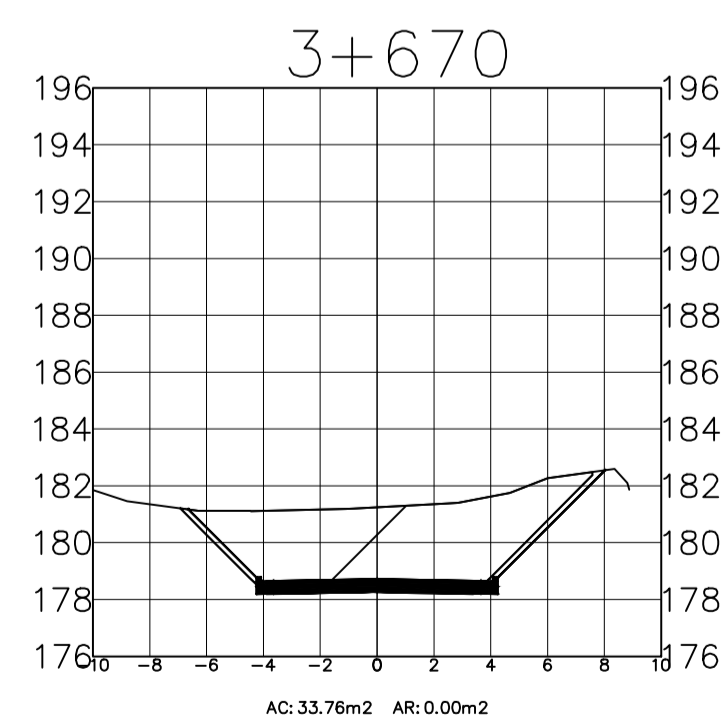
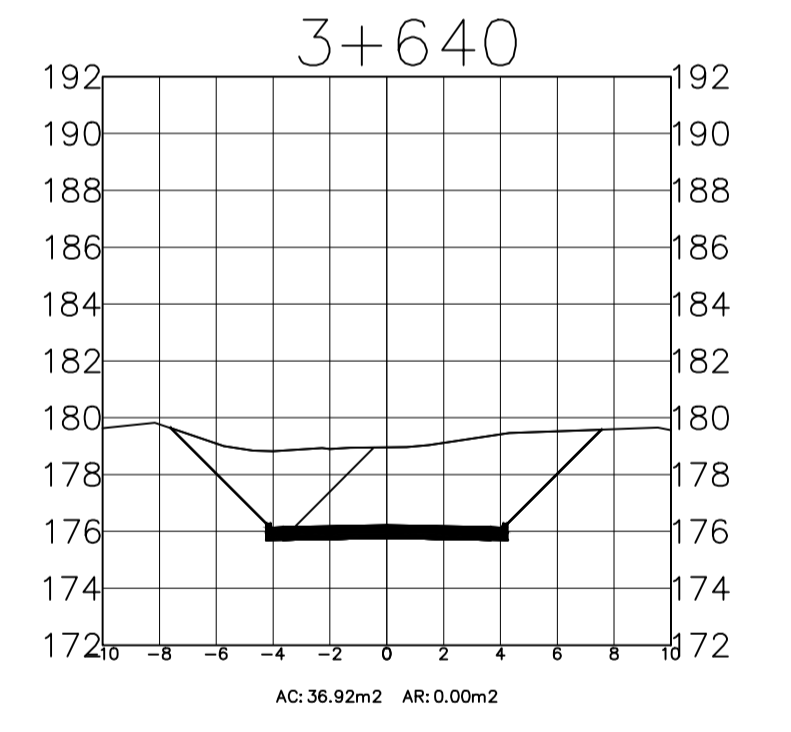
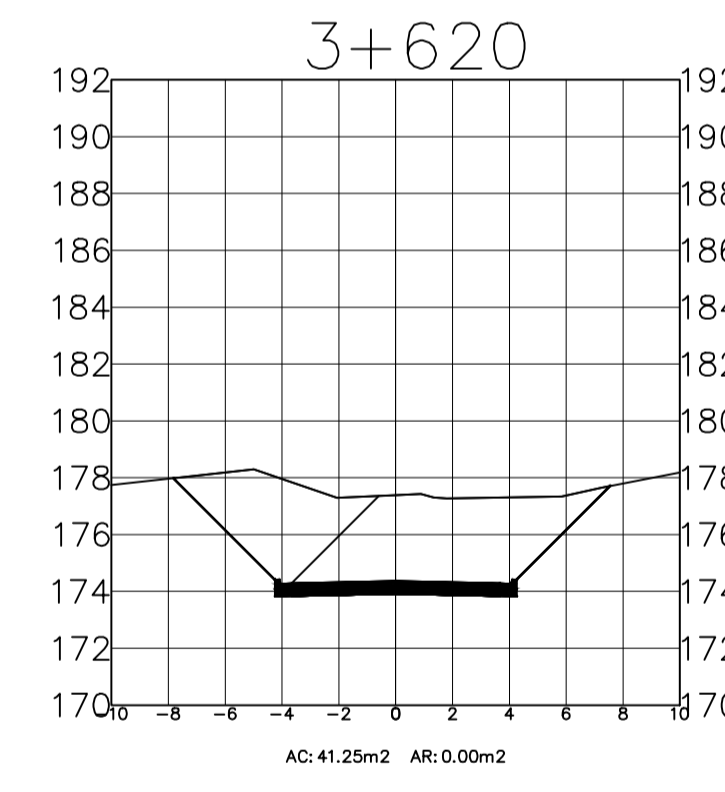
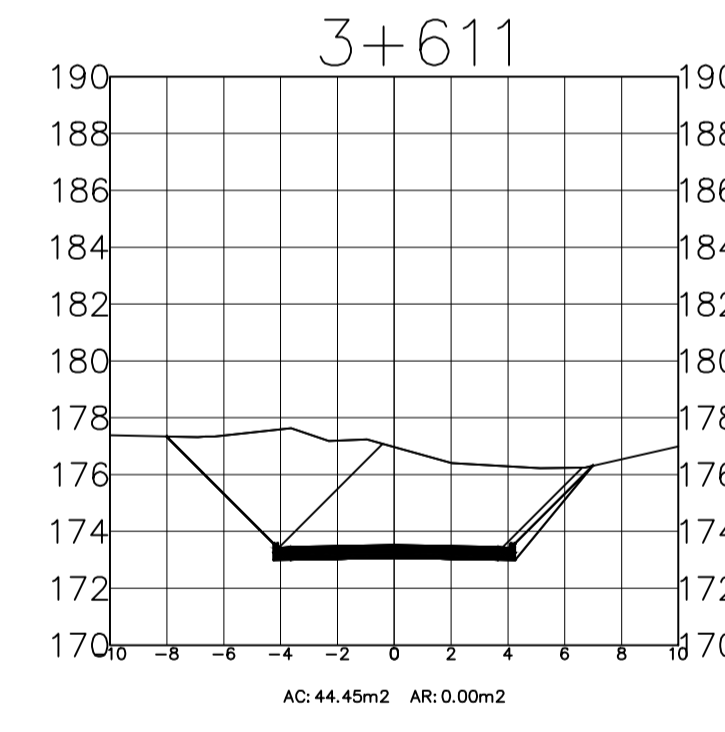
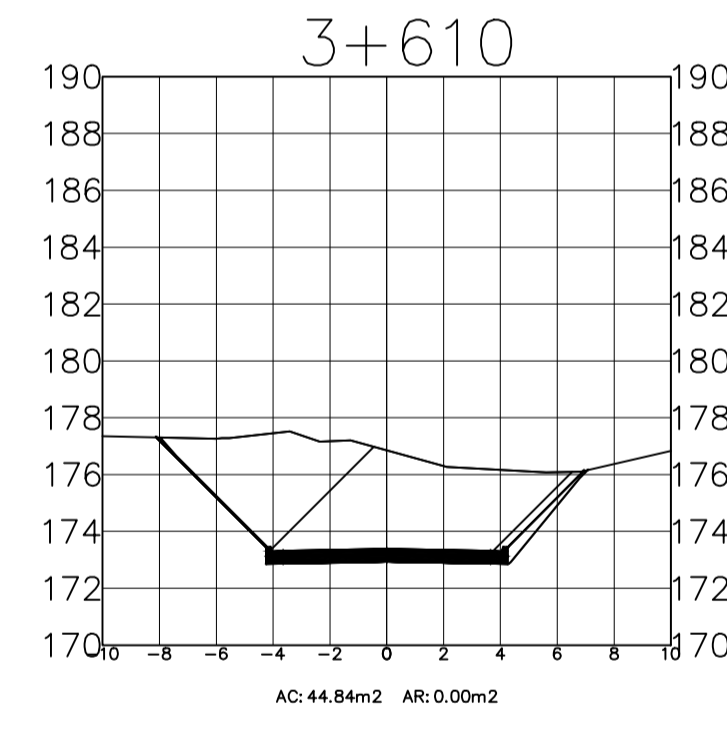
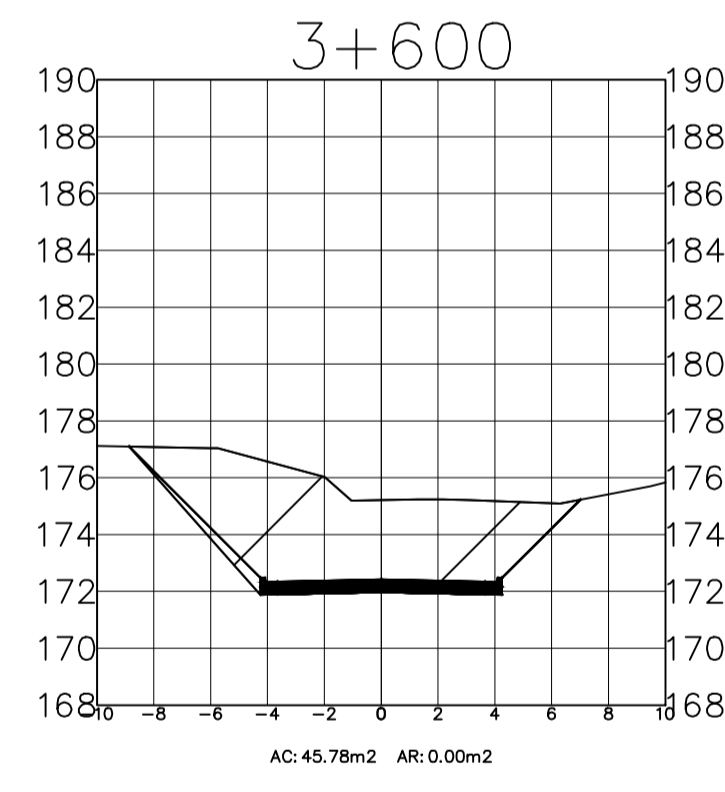
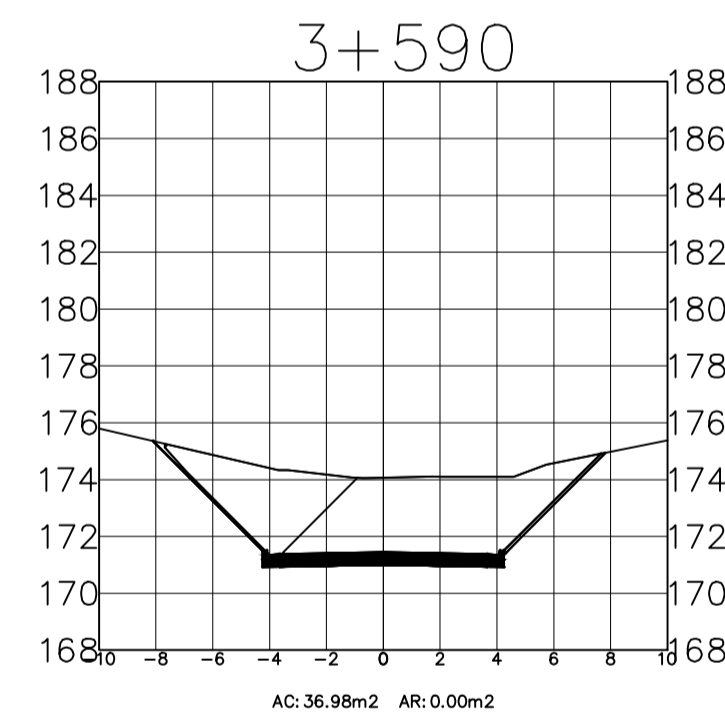
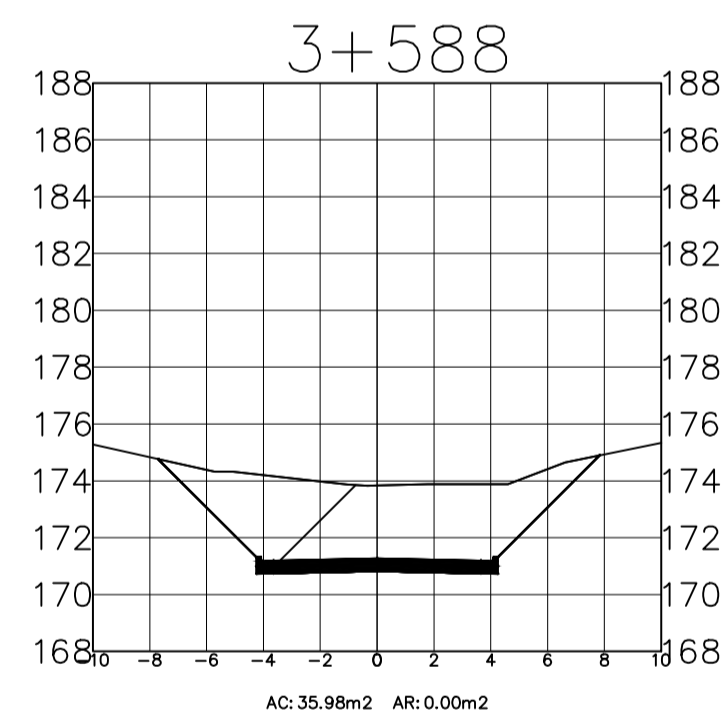
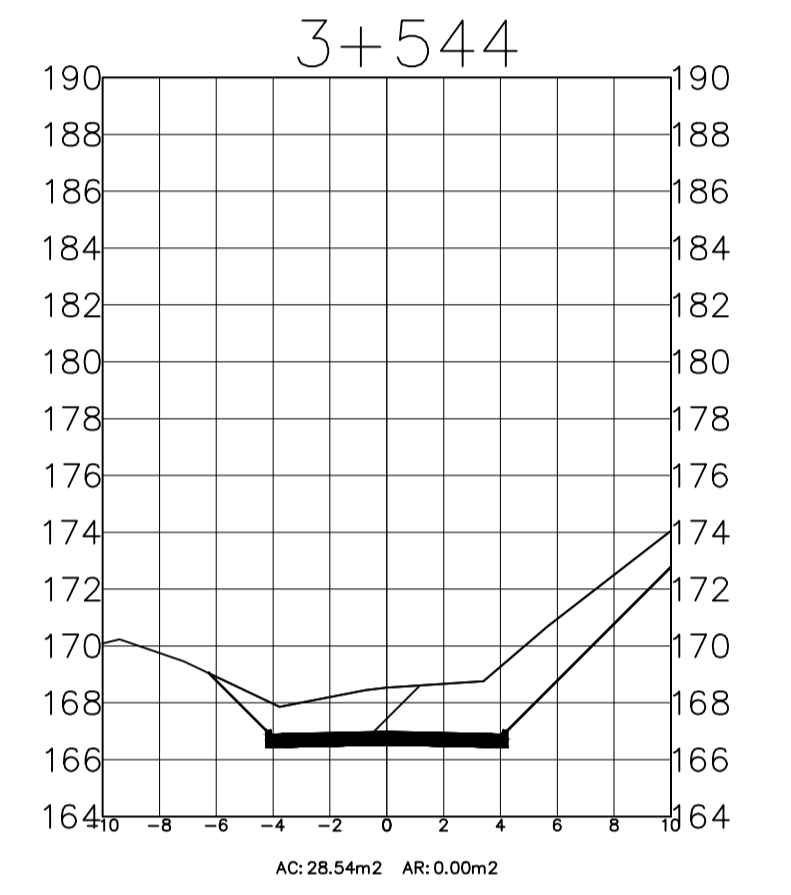
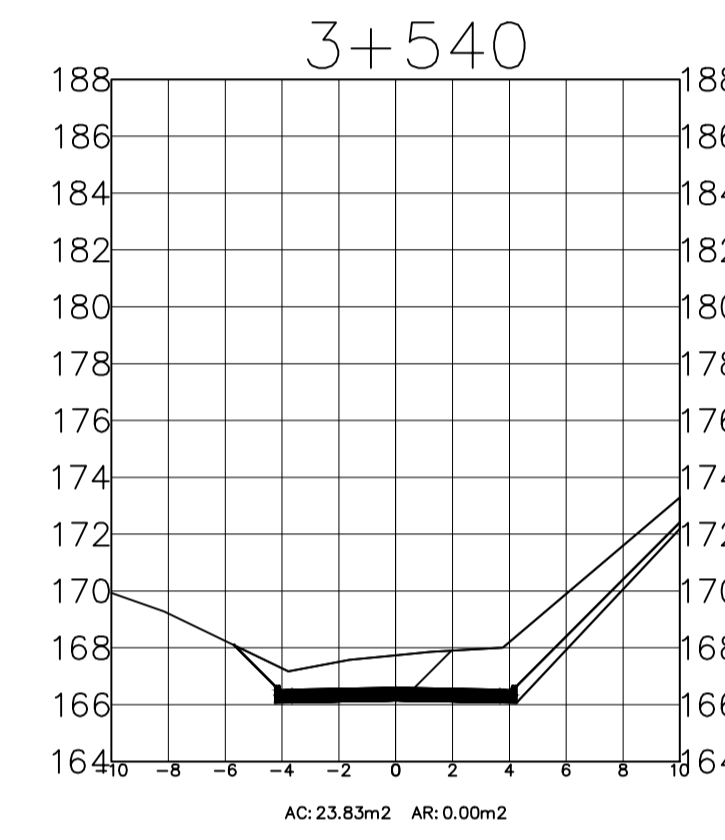
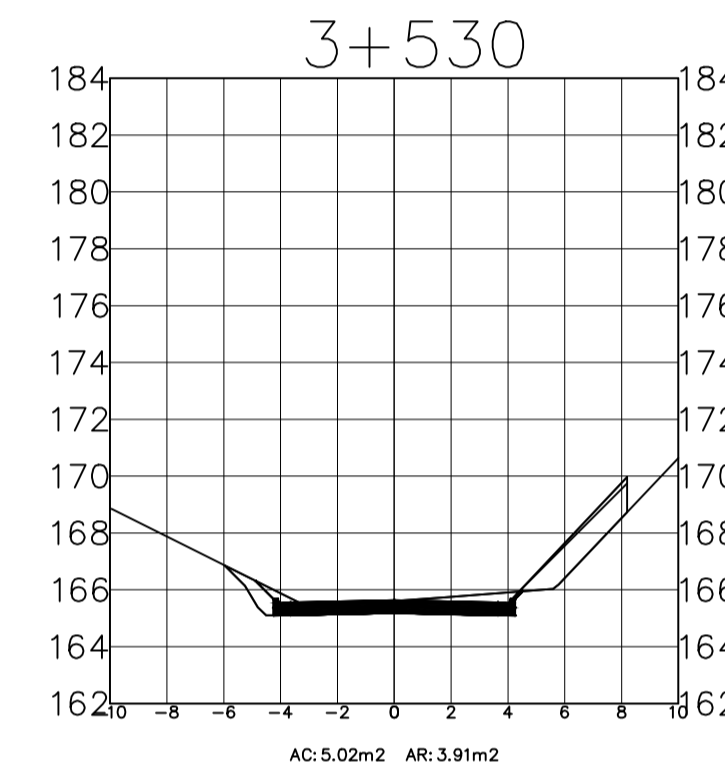
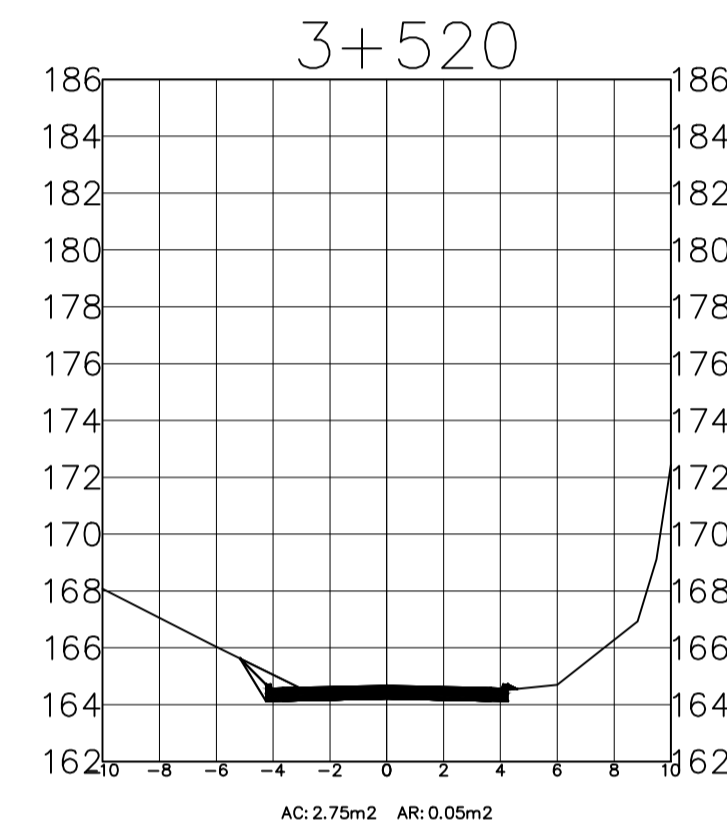
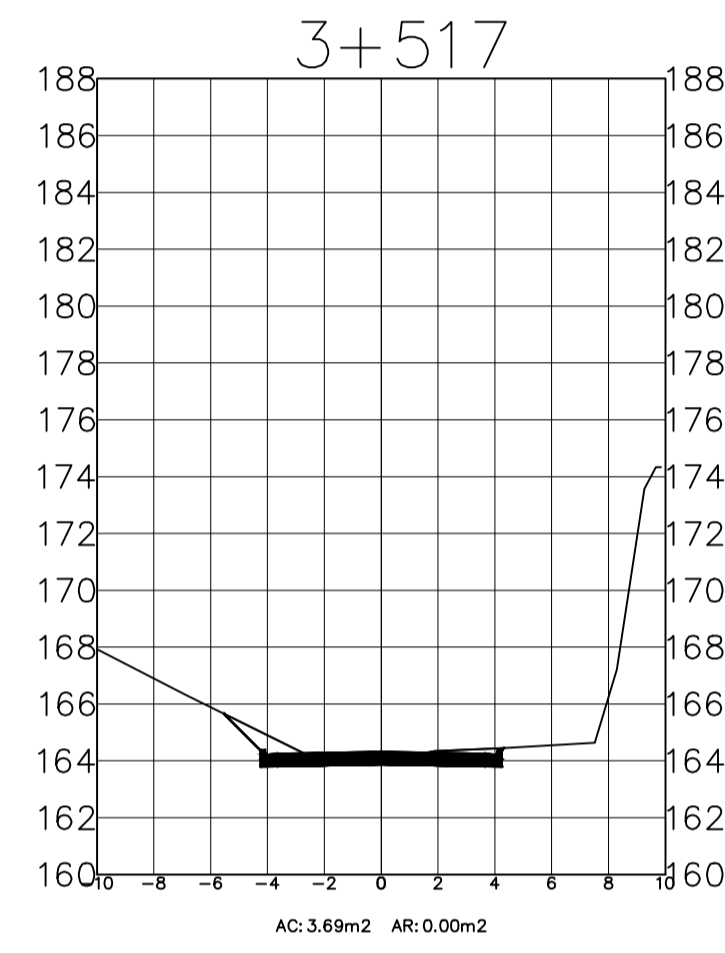
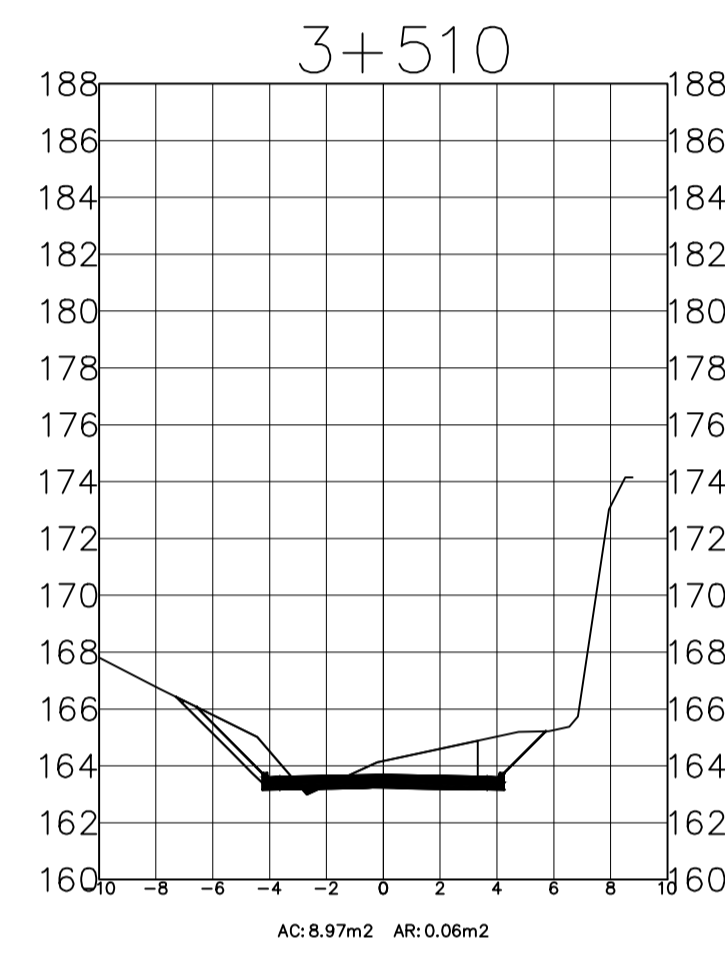
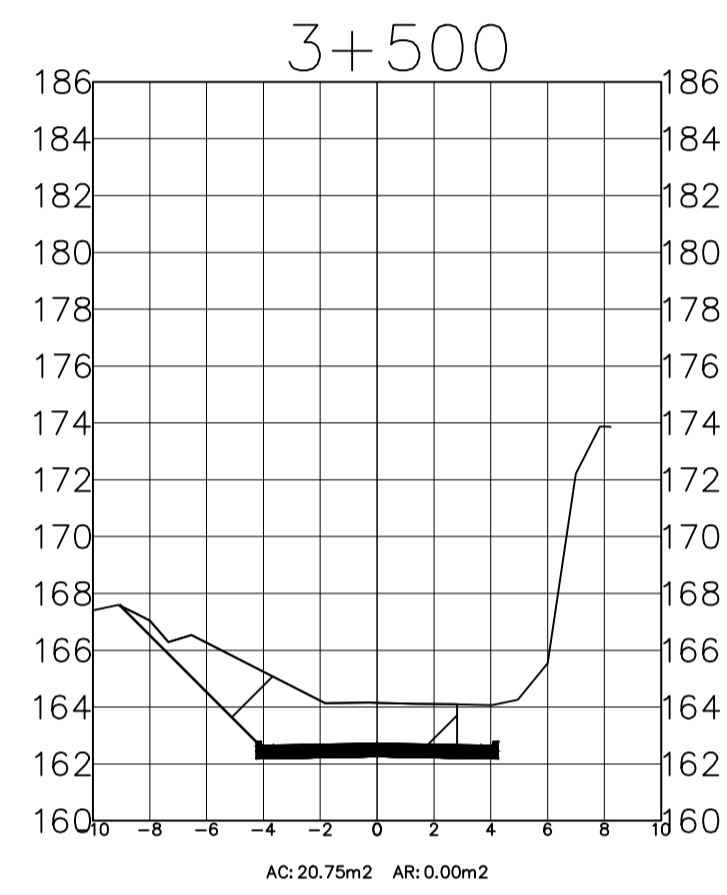
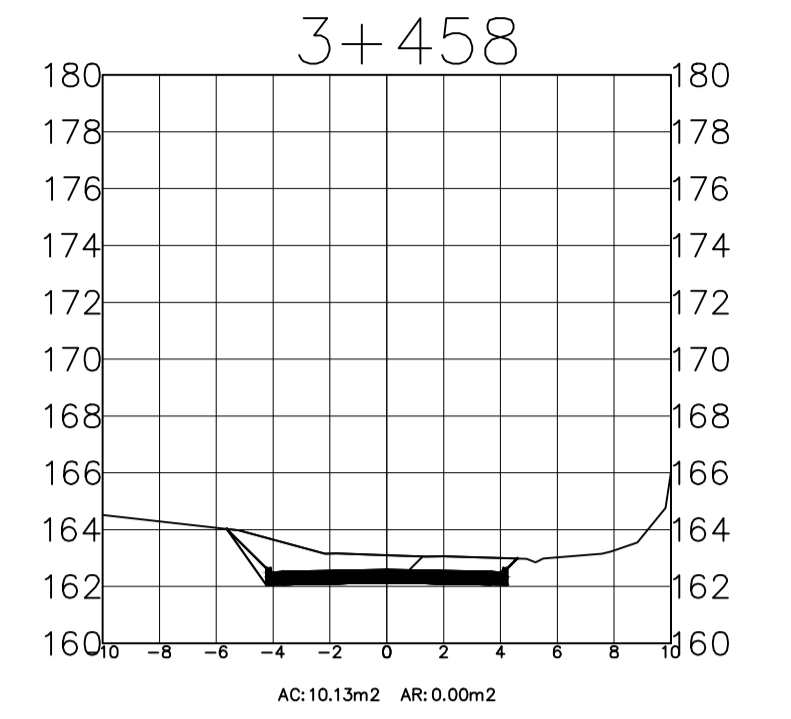
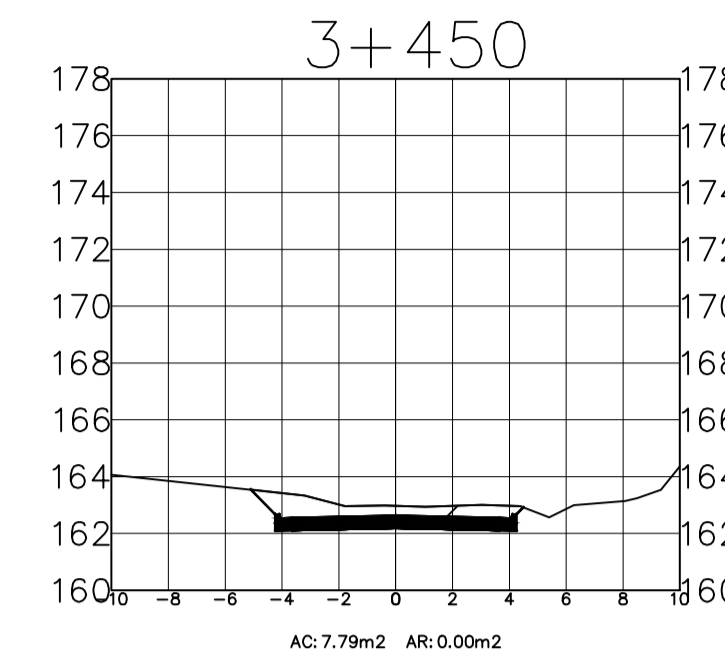
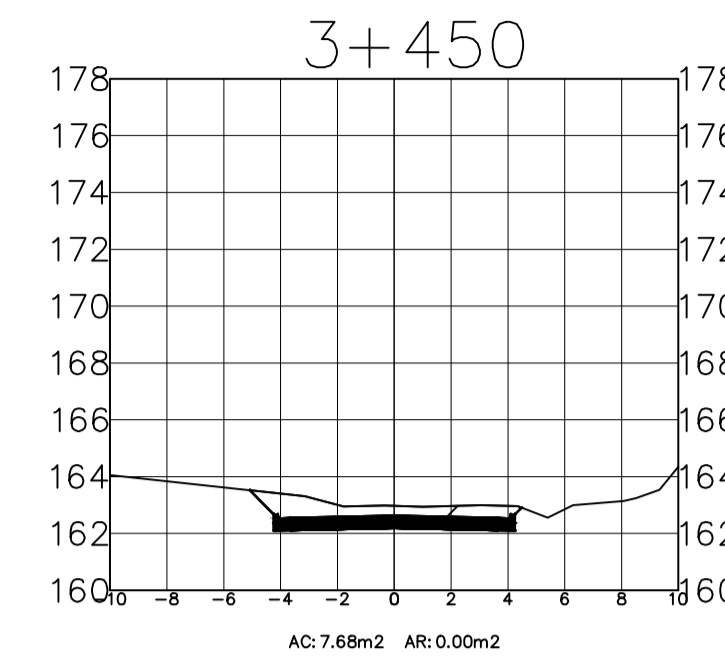
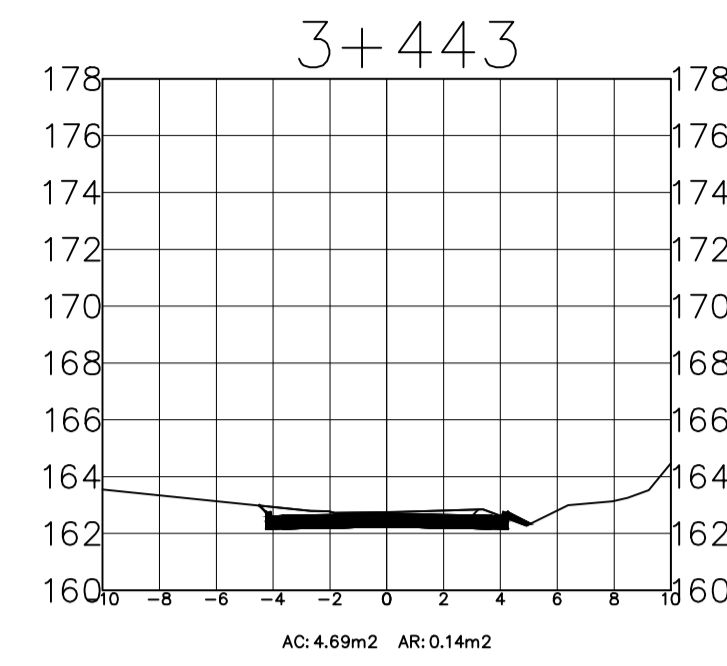
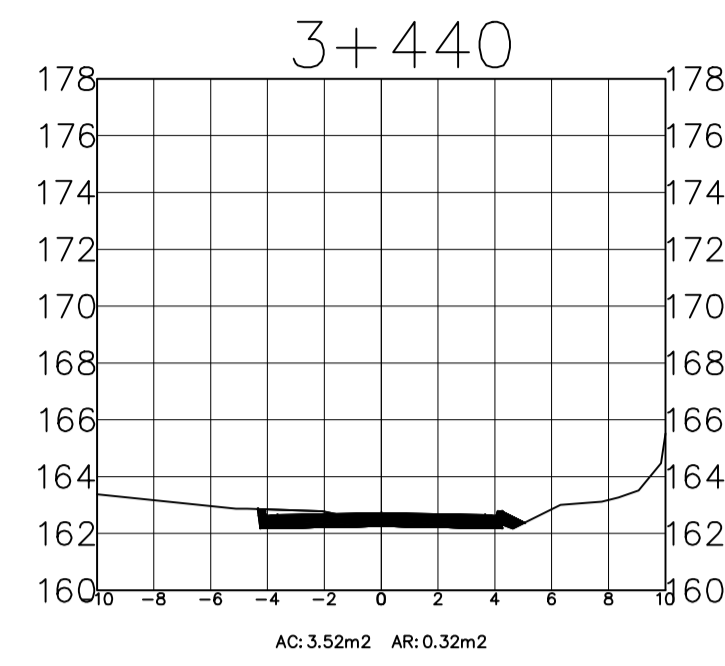
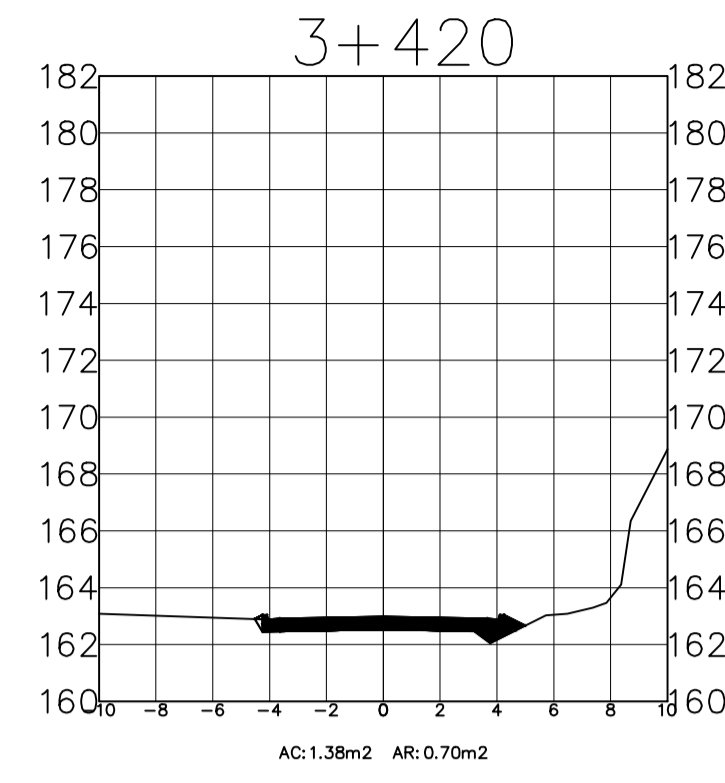
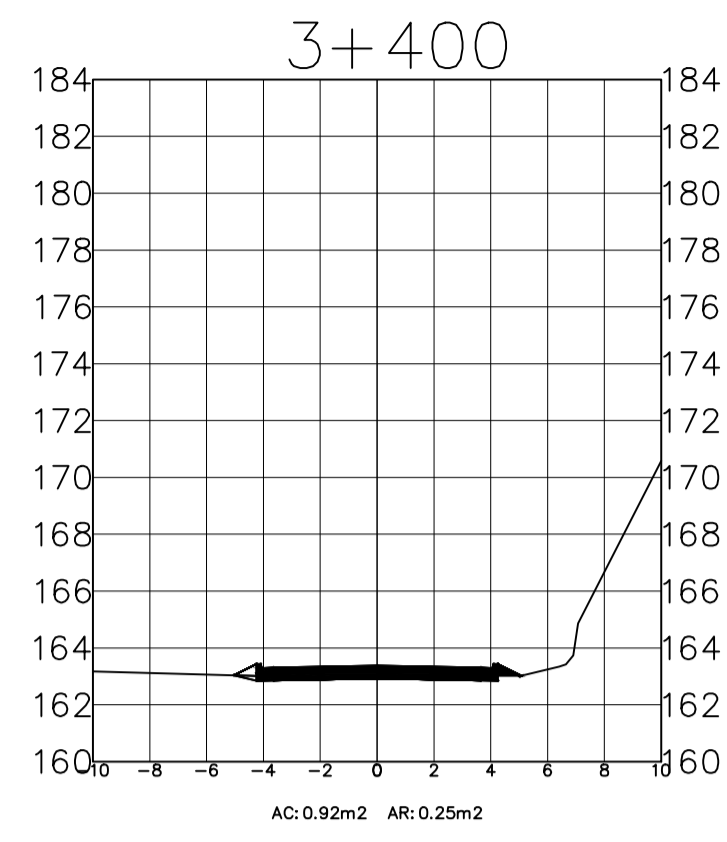
**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA**  
**INGENIERIA CIVIL**

PROYECTO: [ ]  
 HOJA 04 DE 05

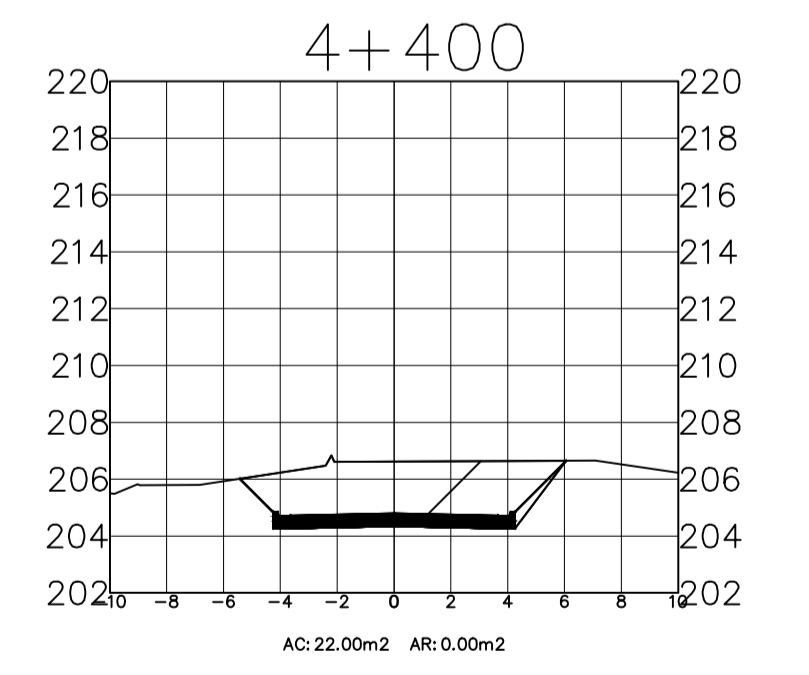
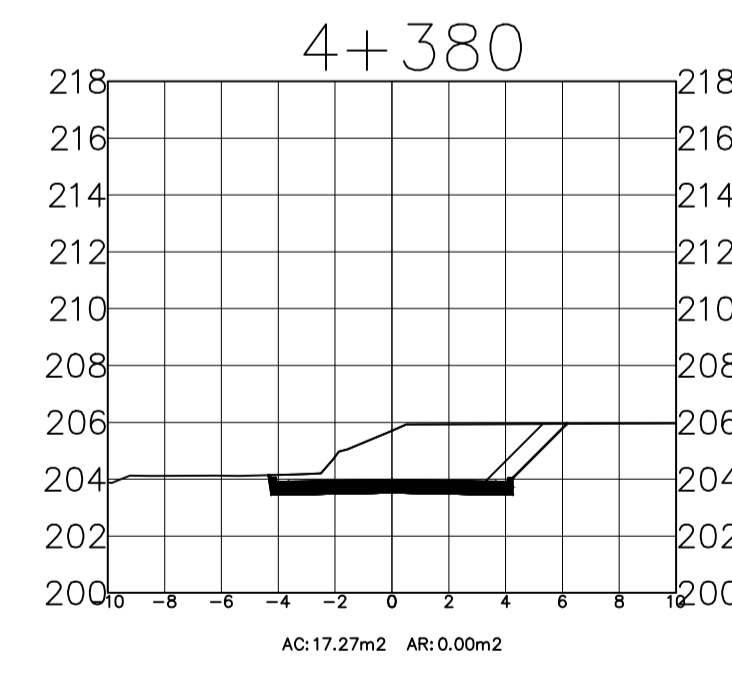
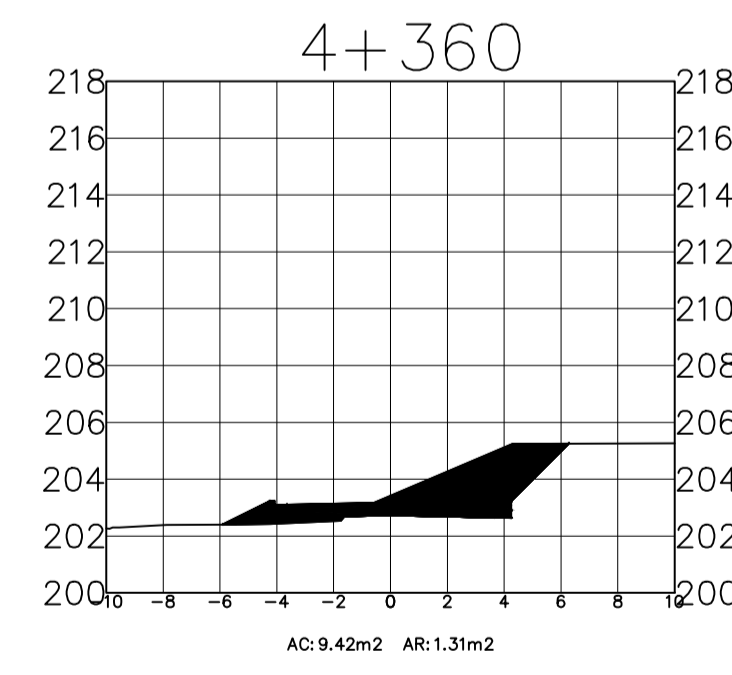
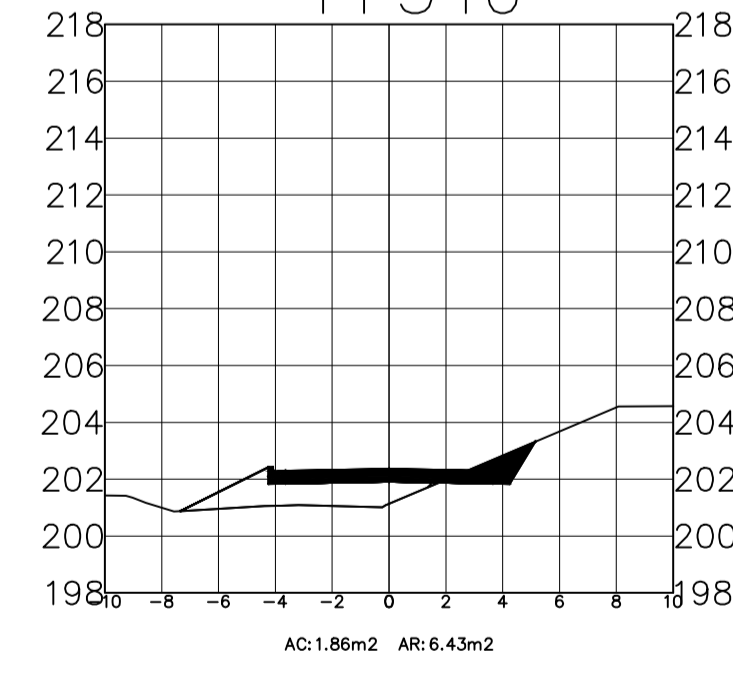
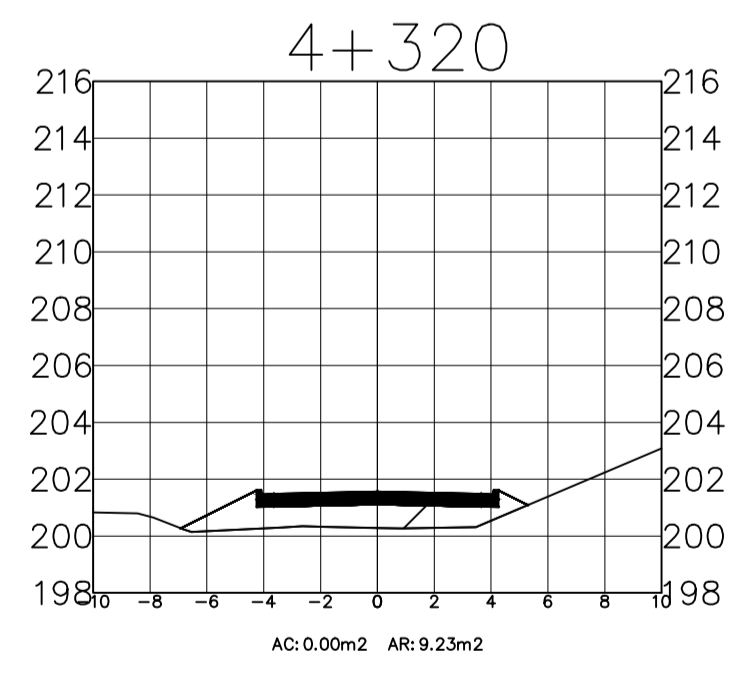
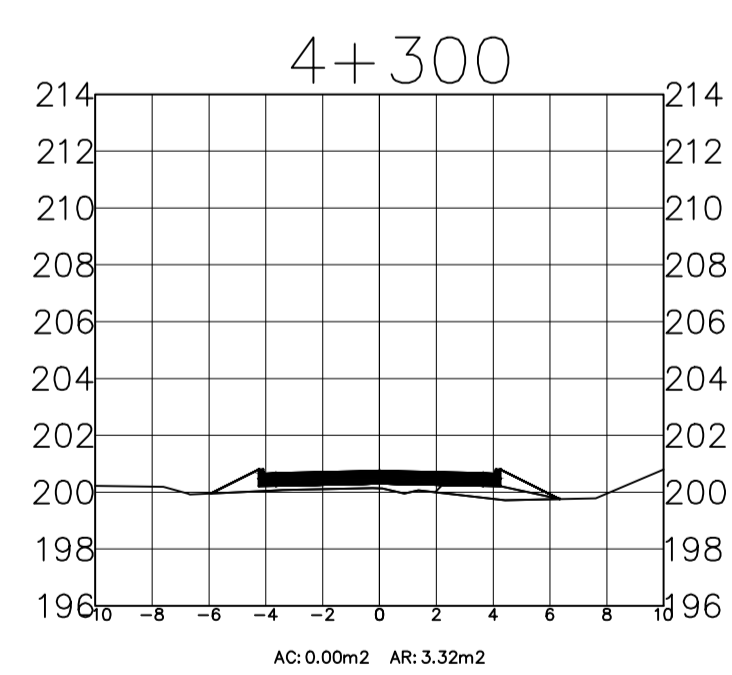
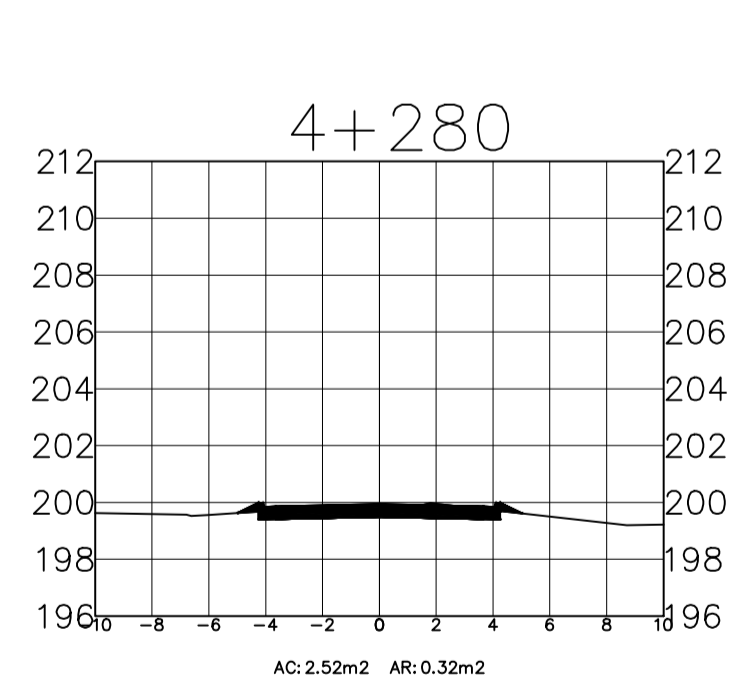
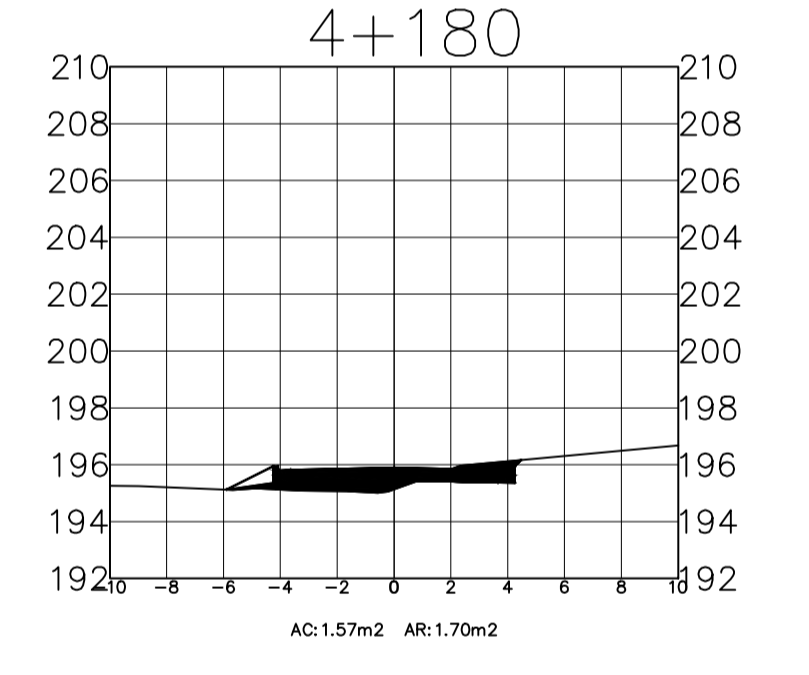
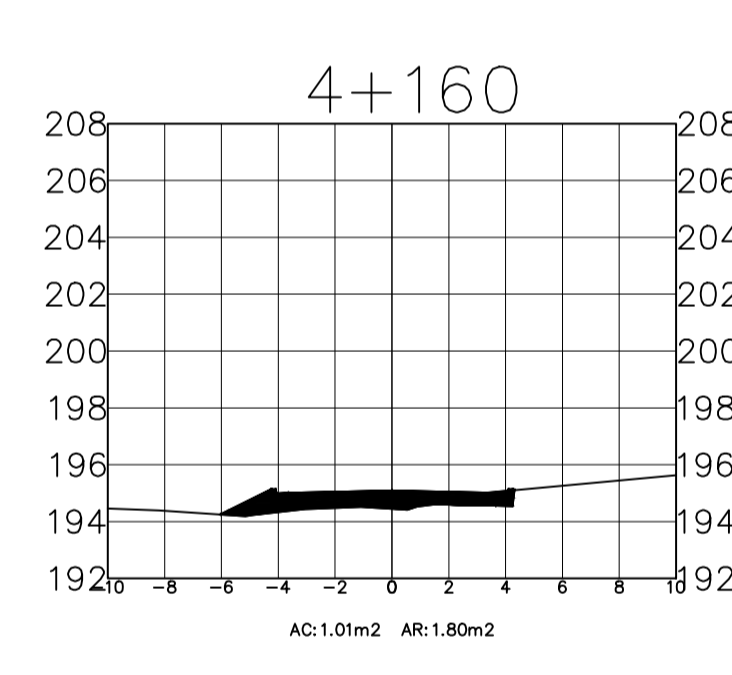
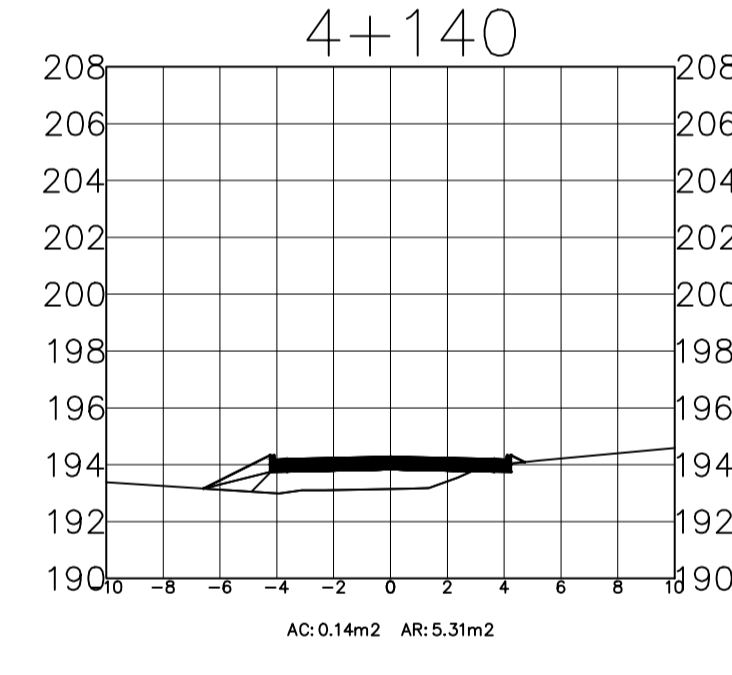
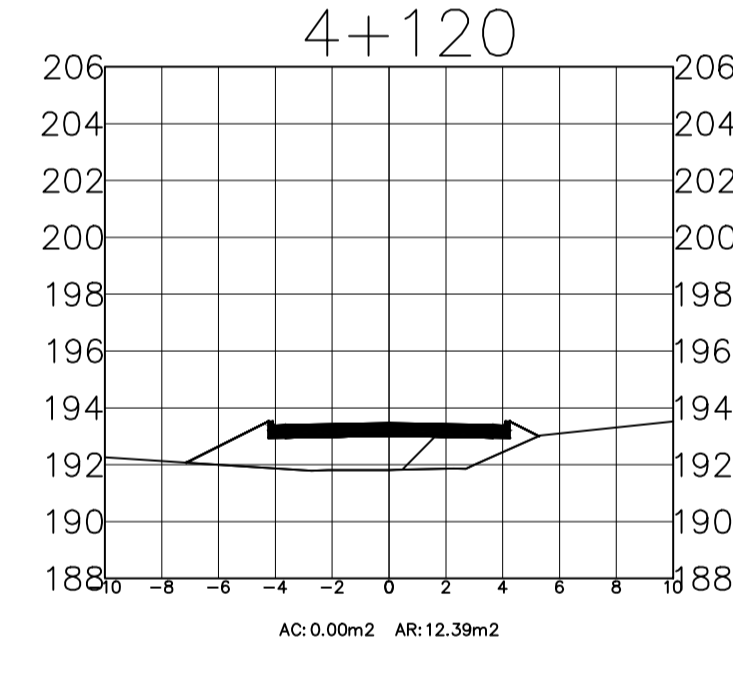
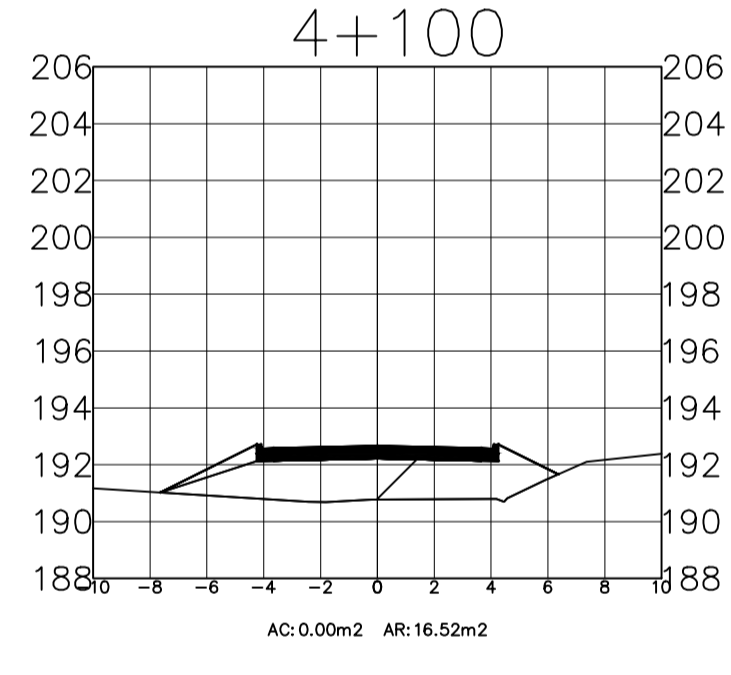
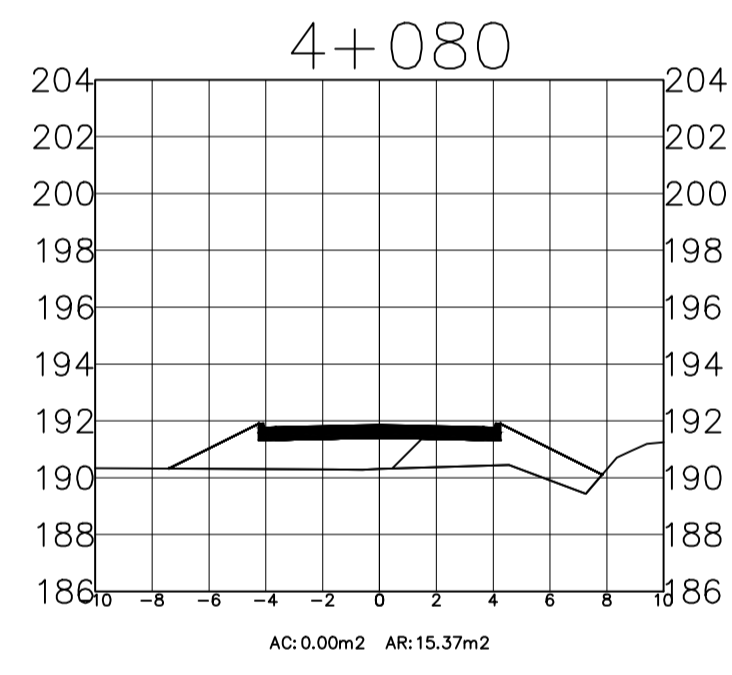
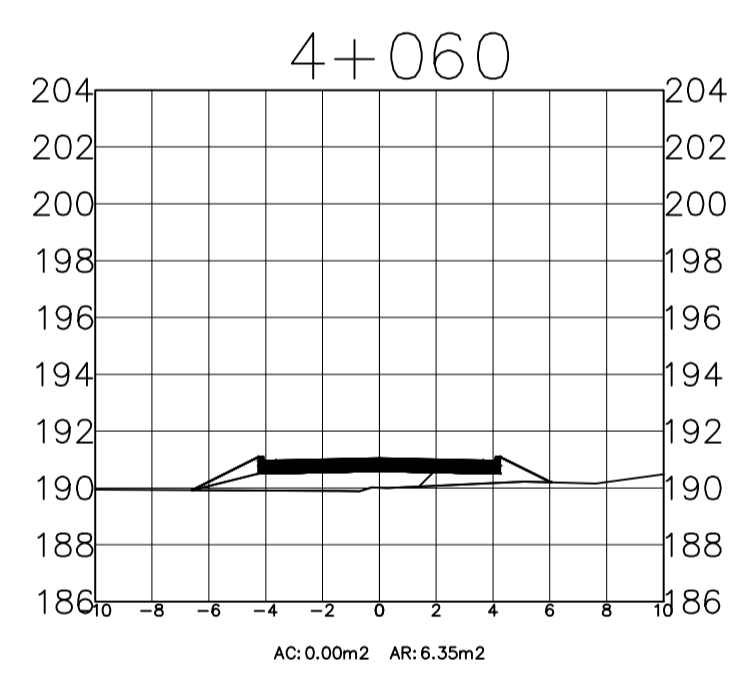
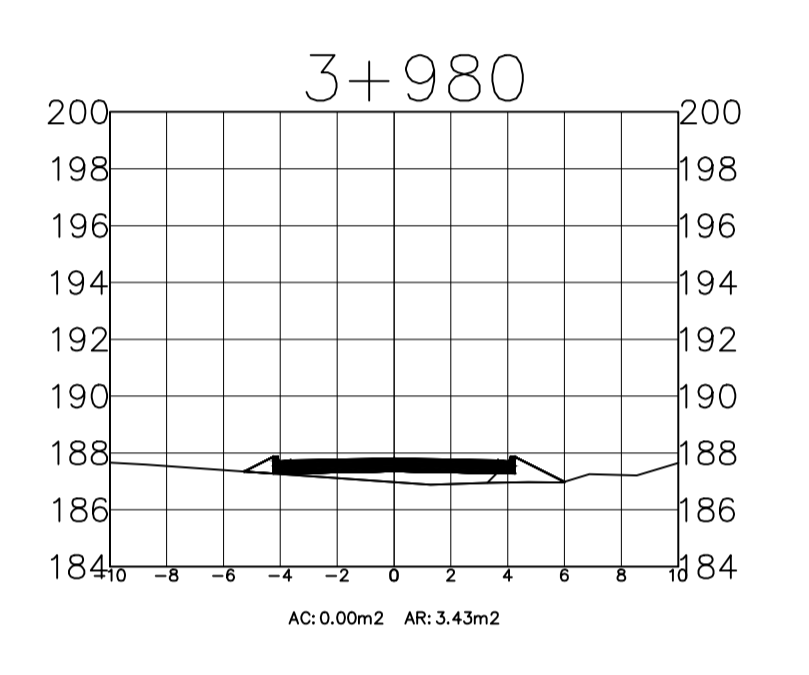
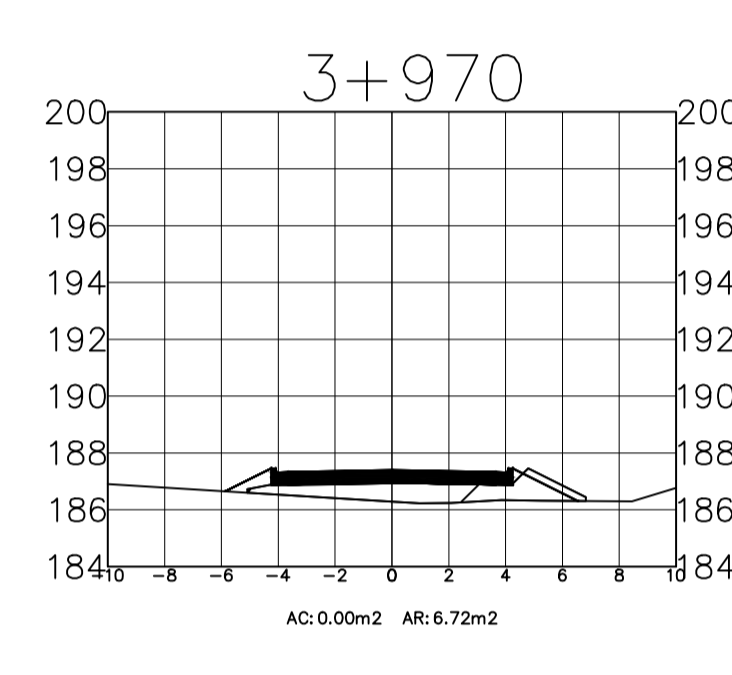
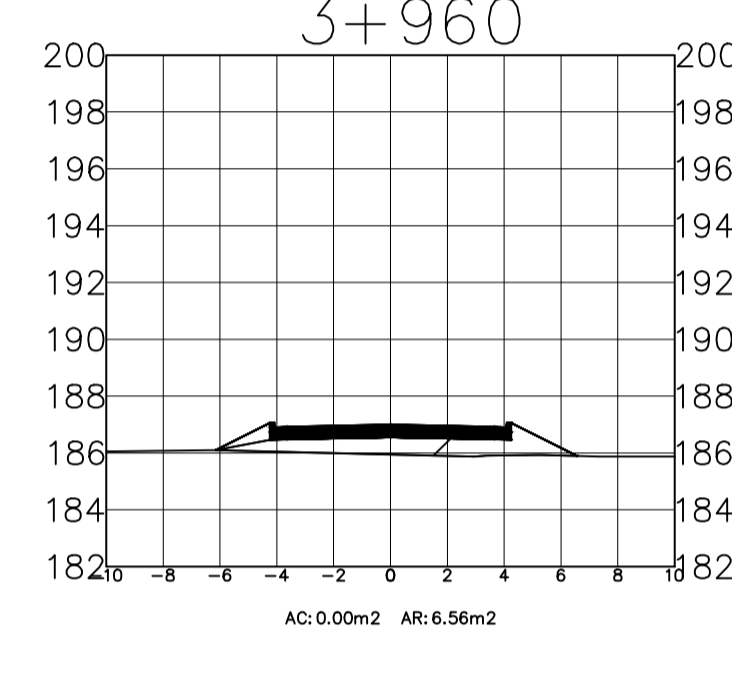
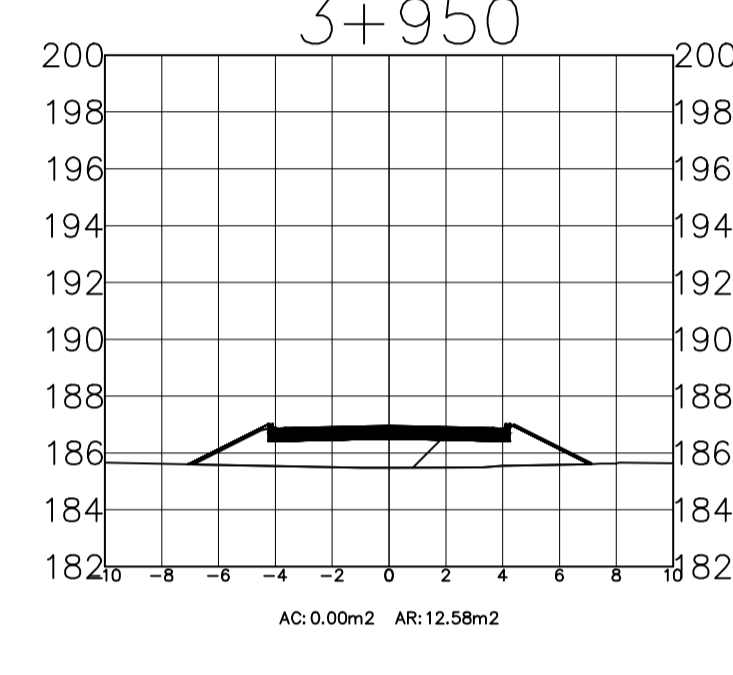
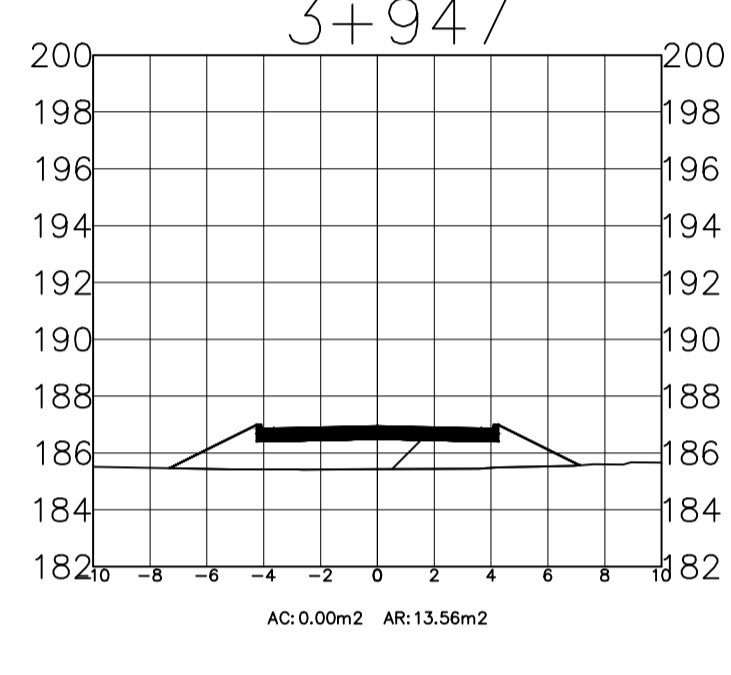
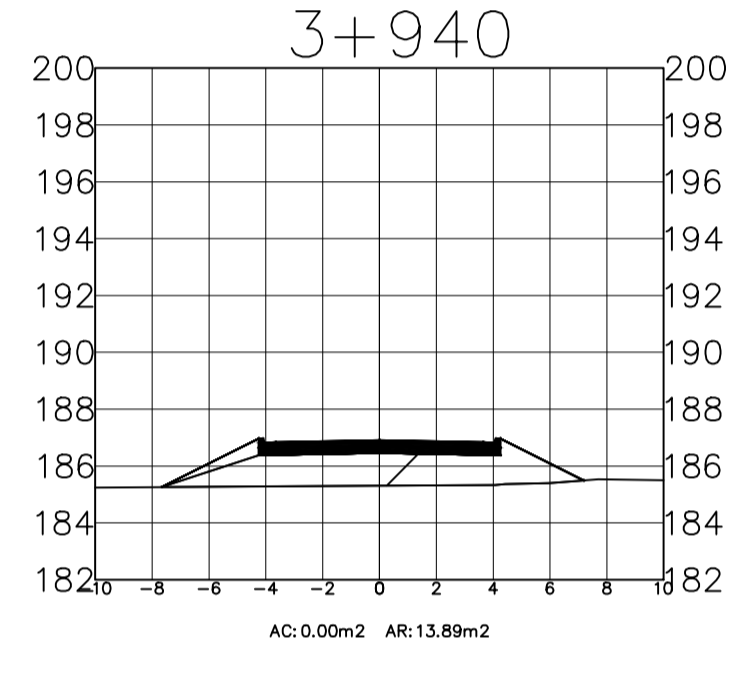
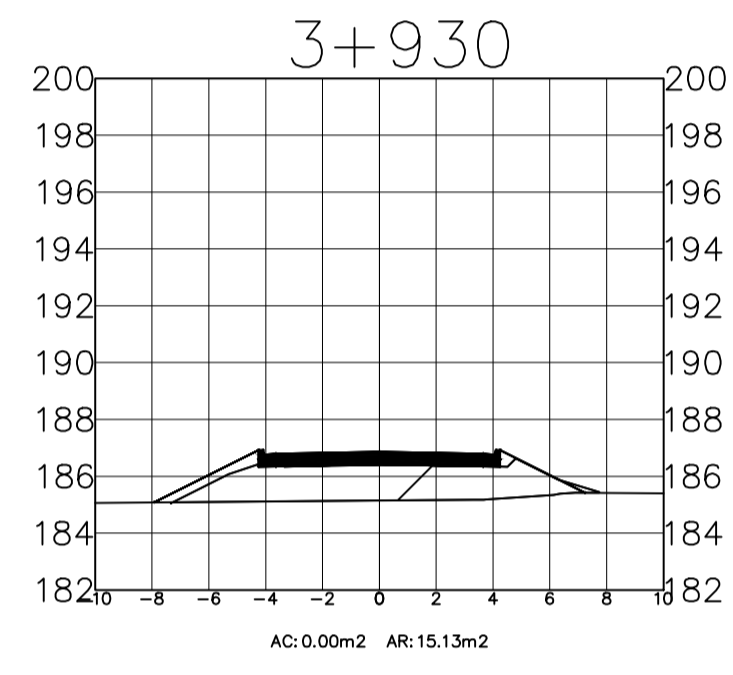
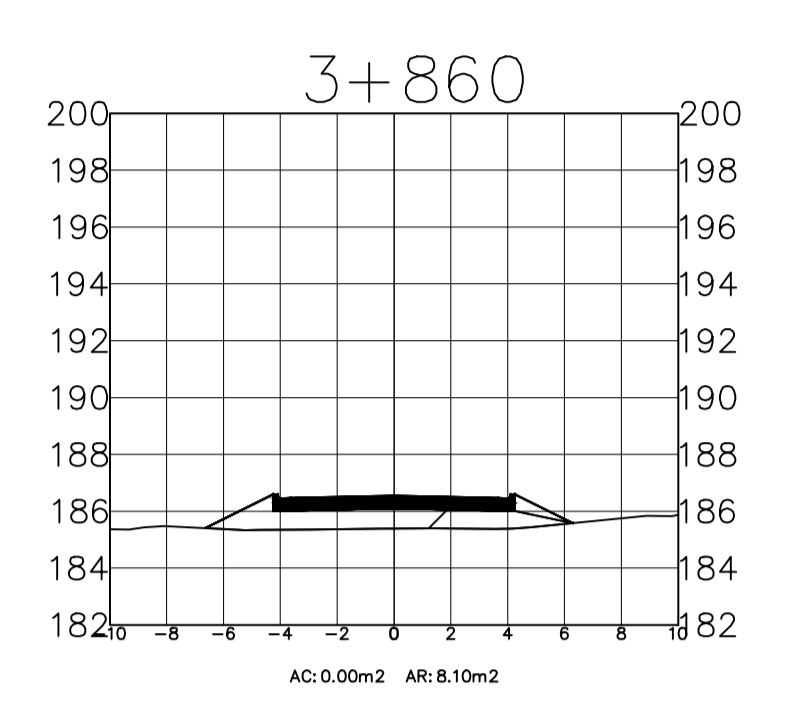
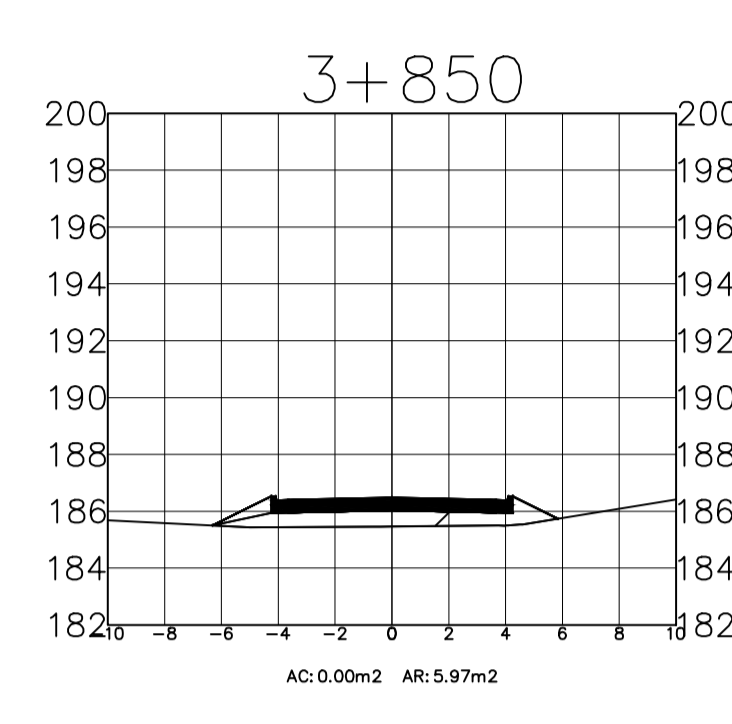
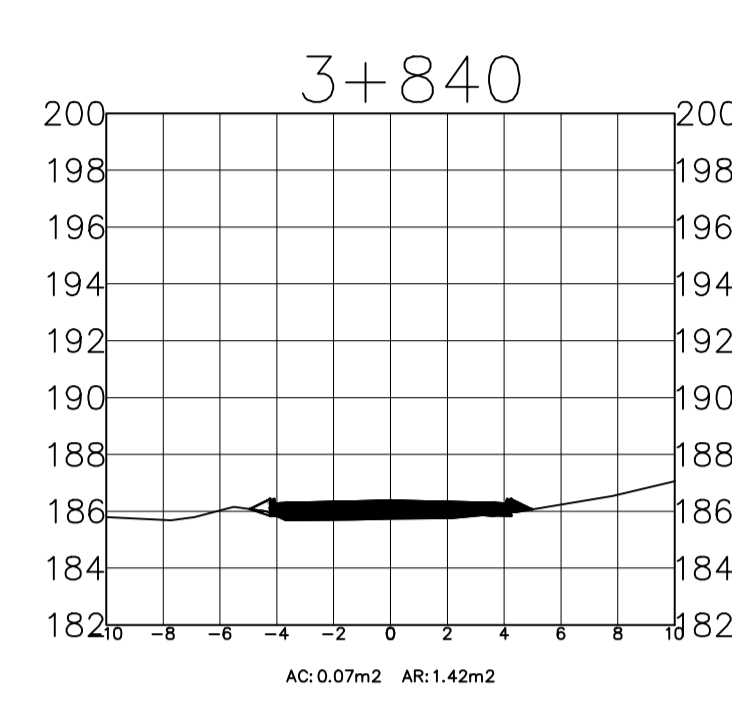
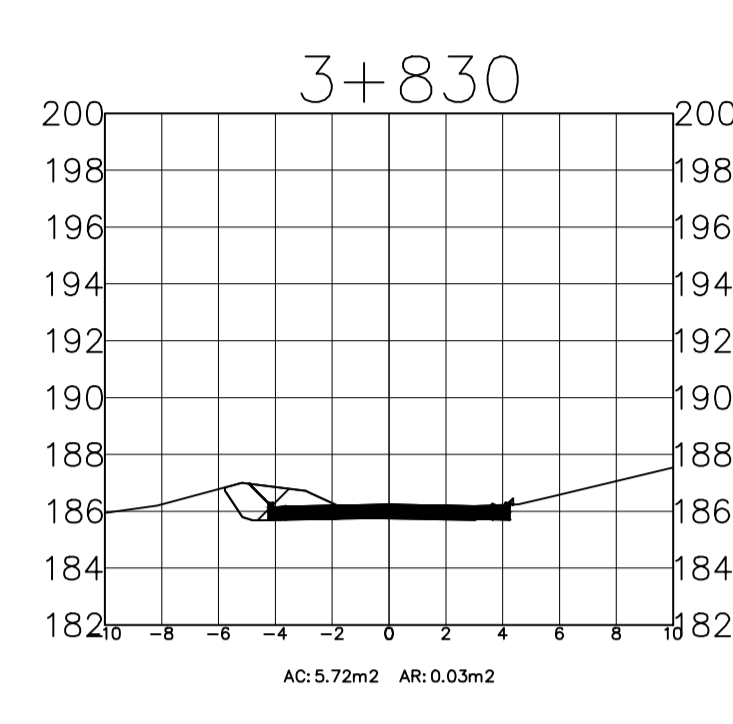
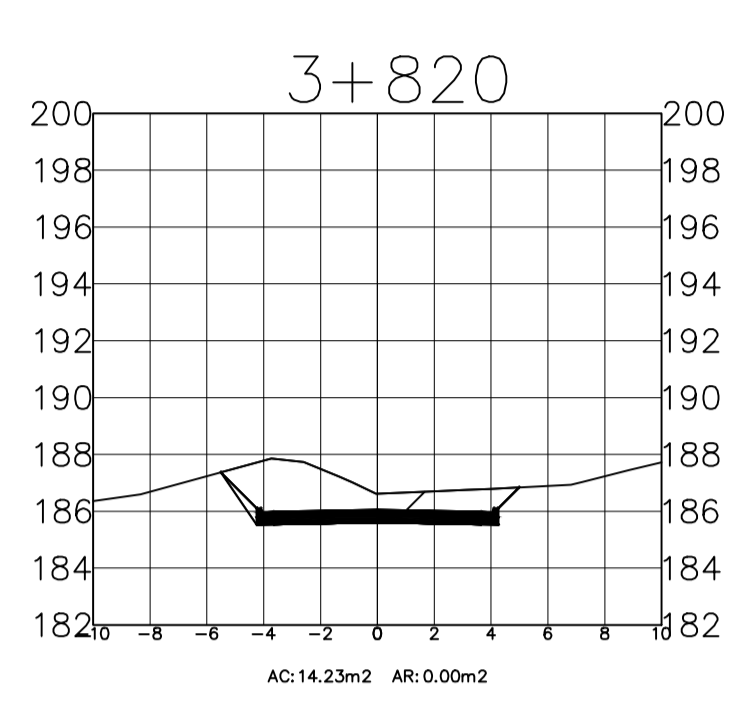
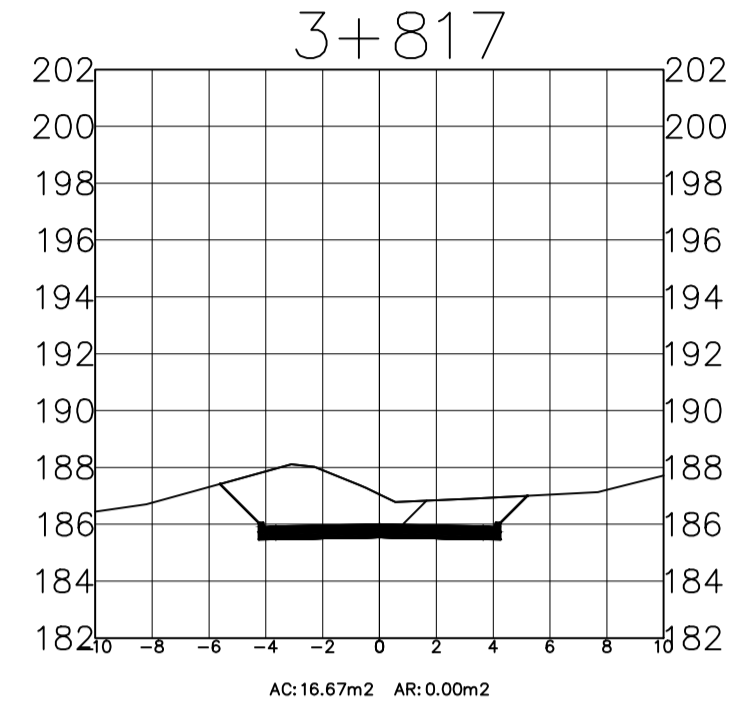
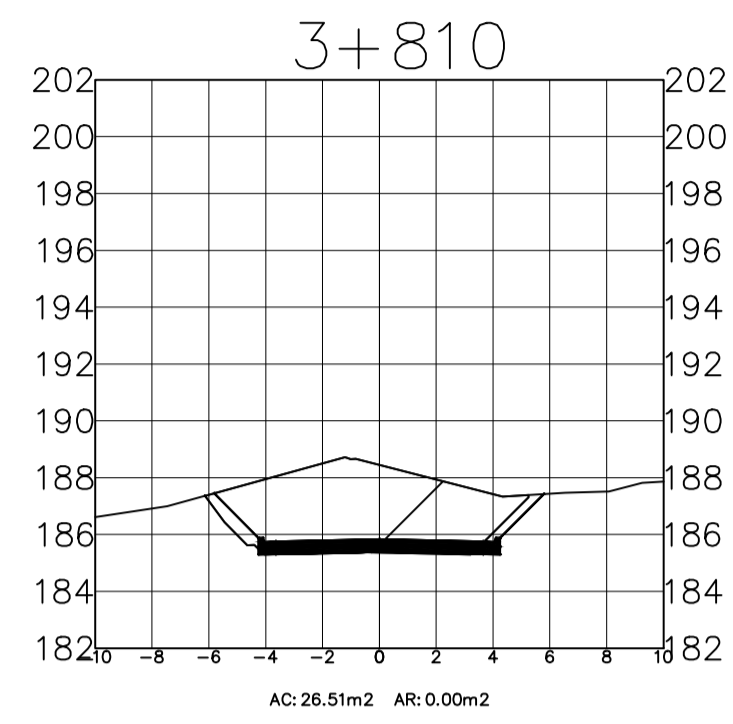
CONTIENE: [ ]  
 ESCALA: 1:100

CLASE	LONJITUD	ESTUDIO	PROVINCIA
III	1+500METROS	DEFINITIVO	COTACANI

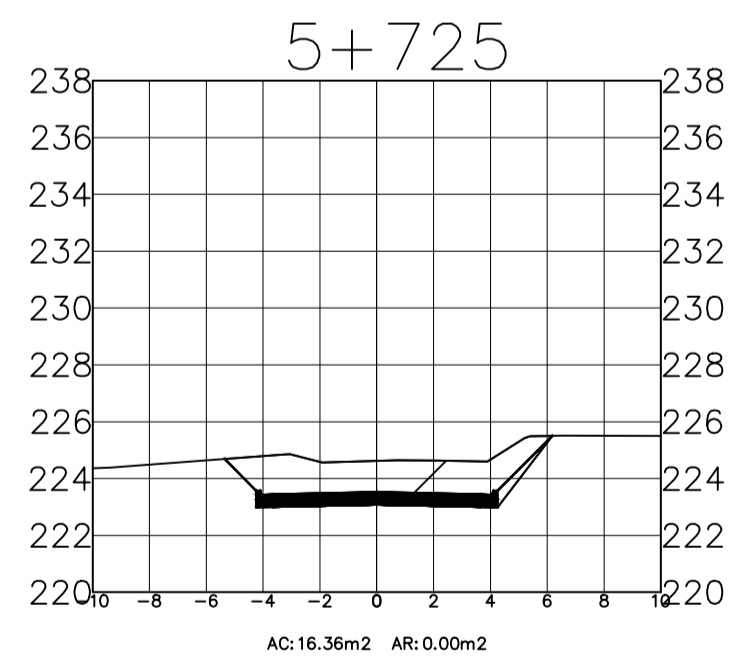
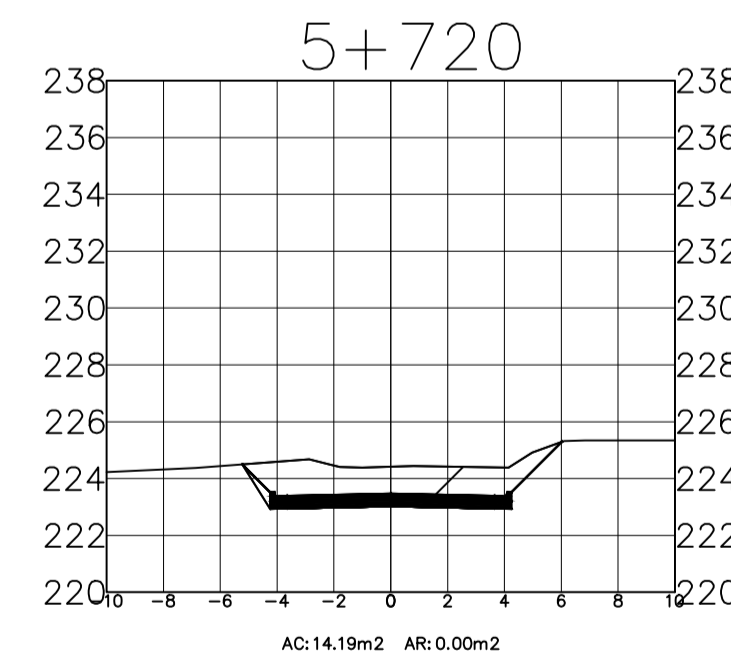
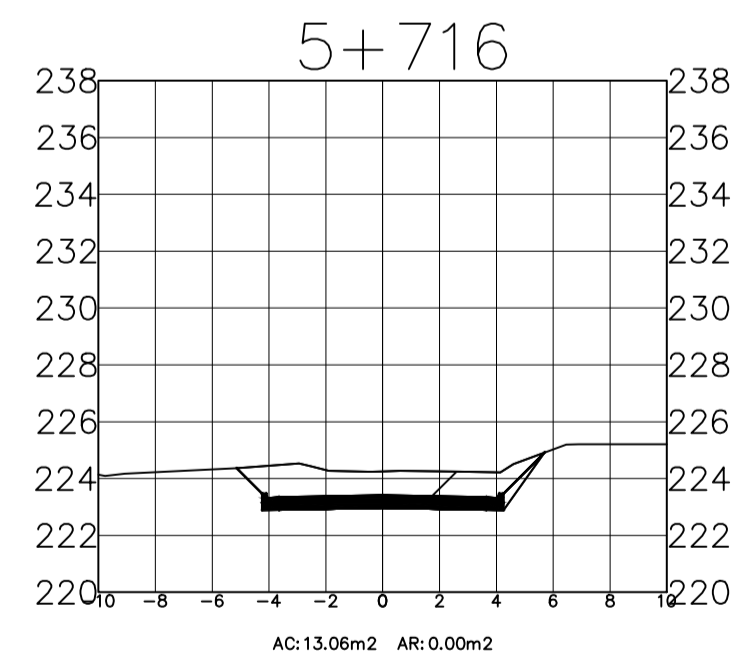
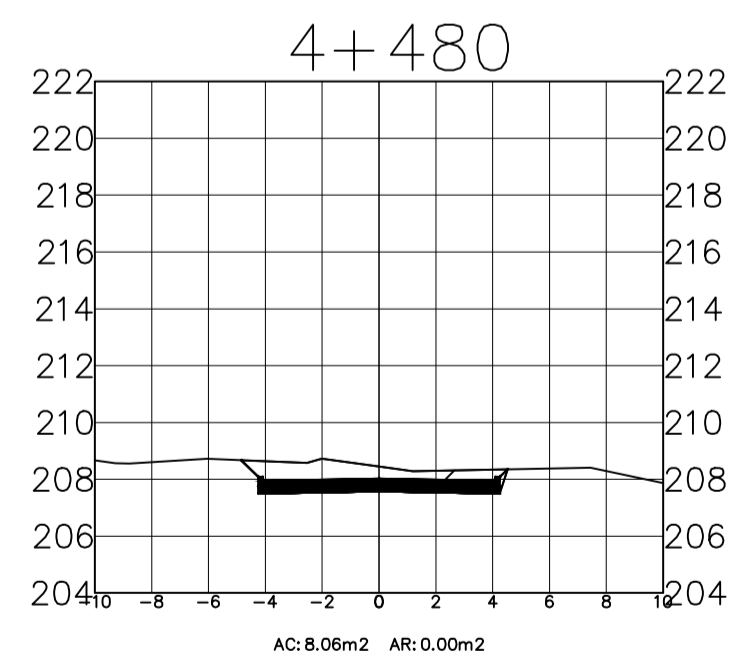
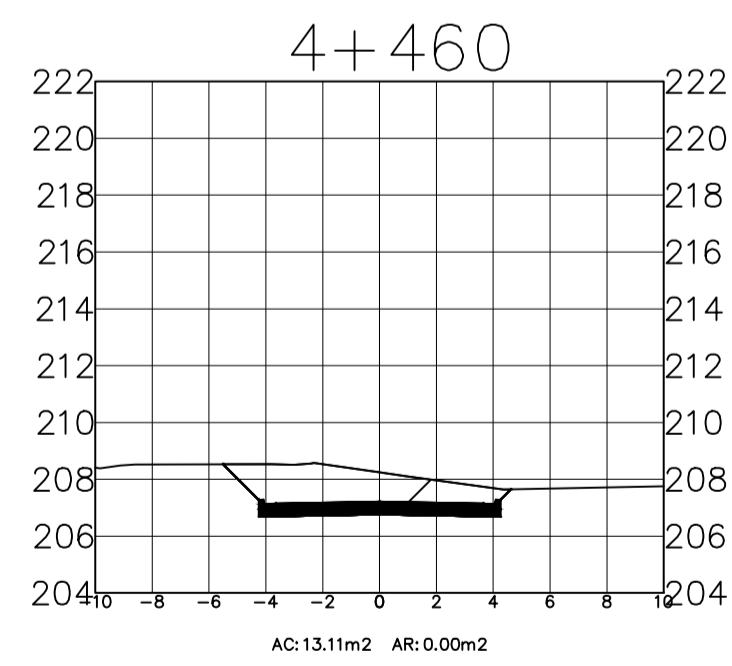
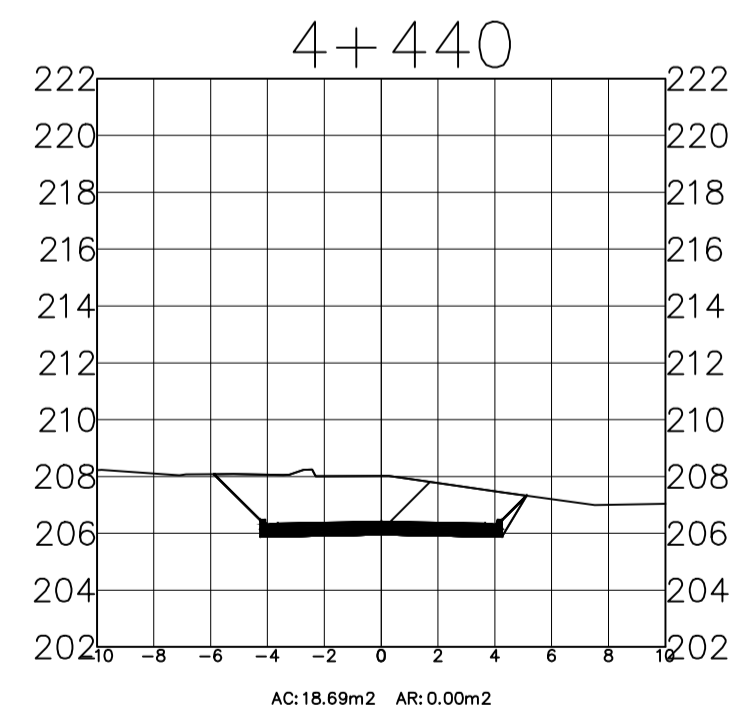
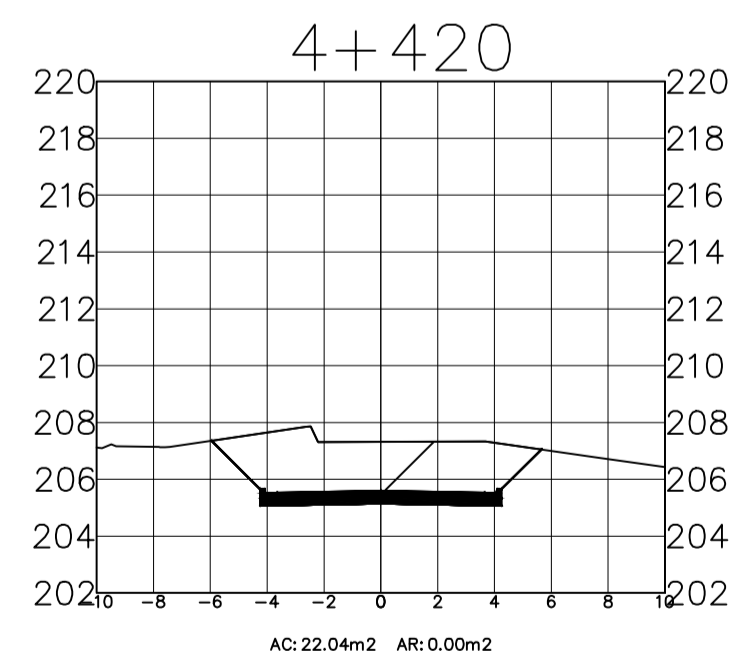
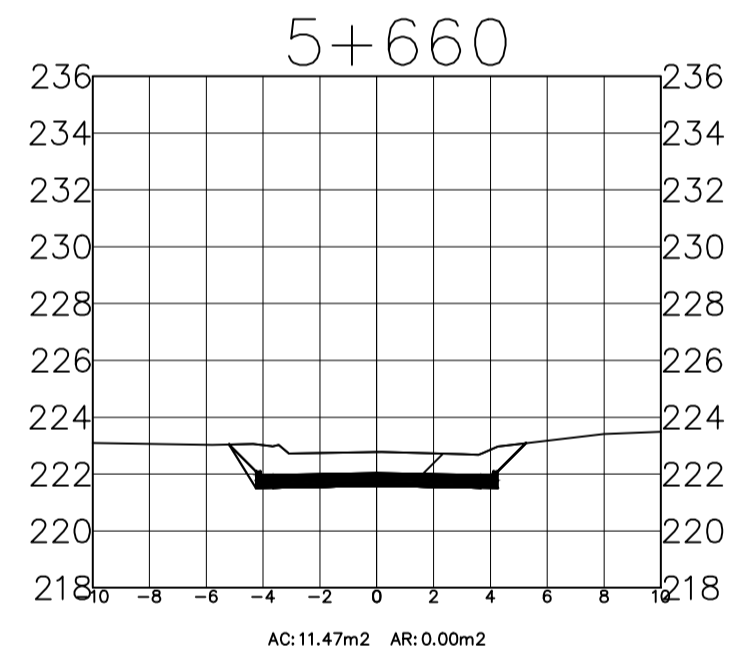
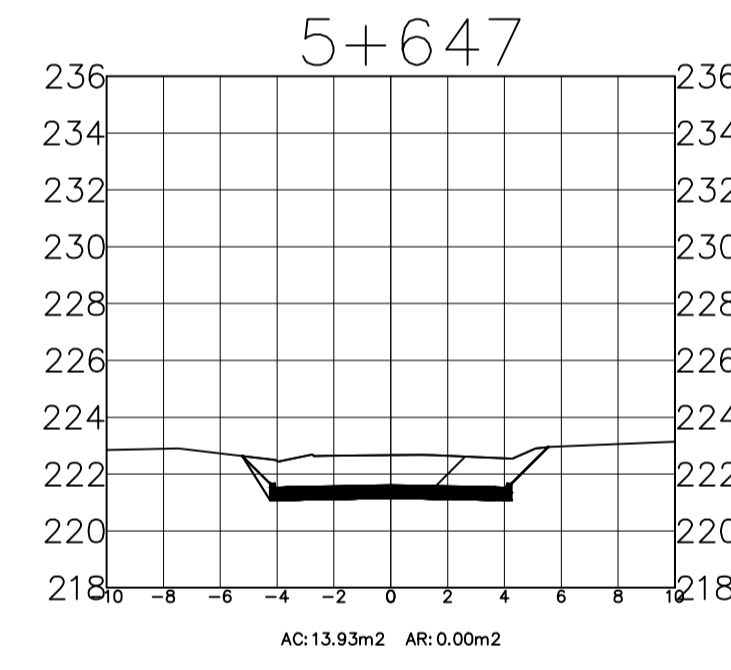
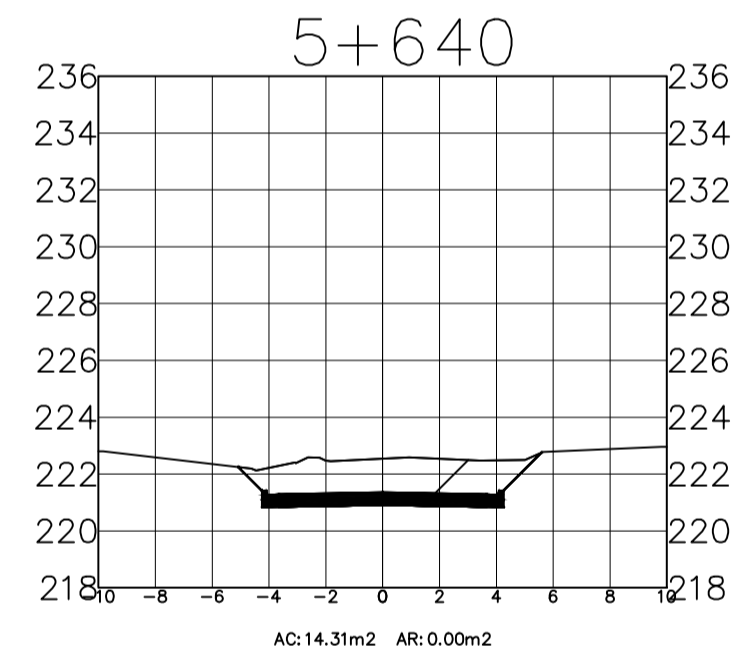
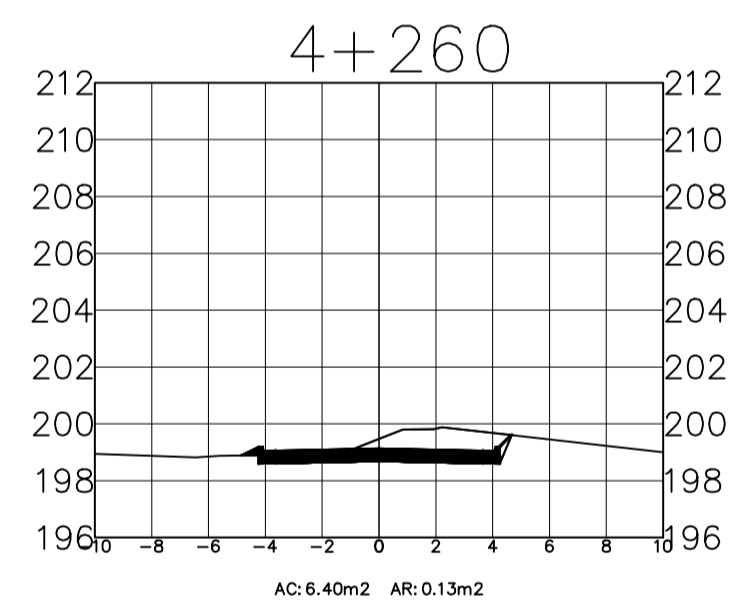
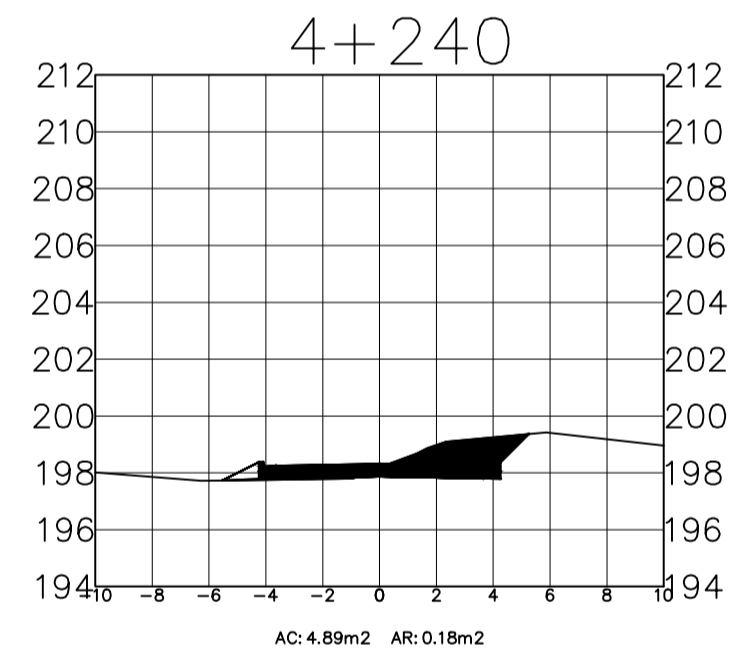
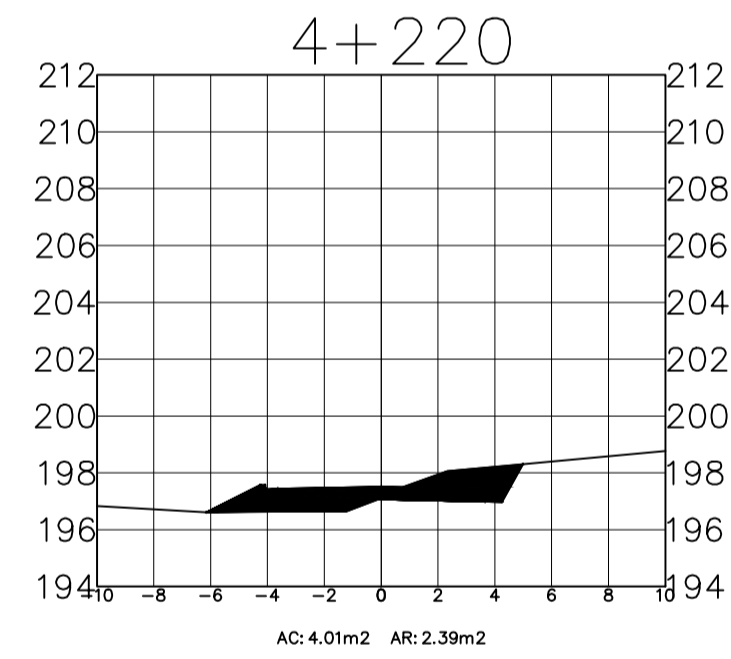
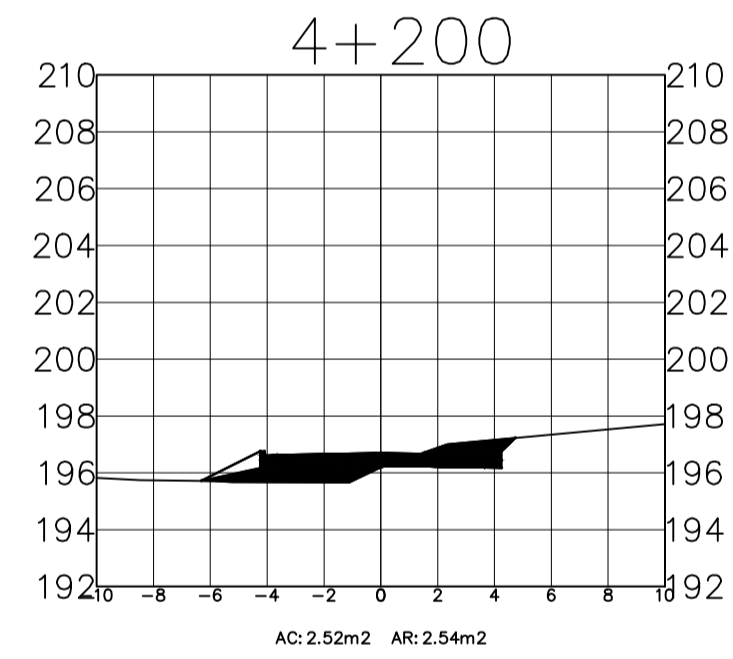
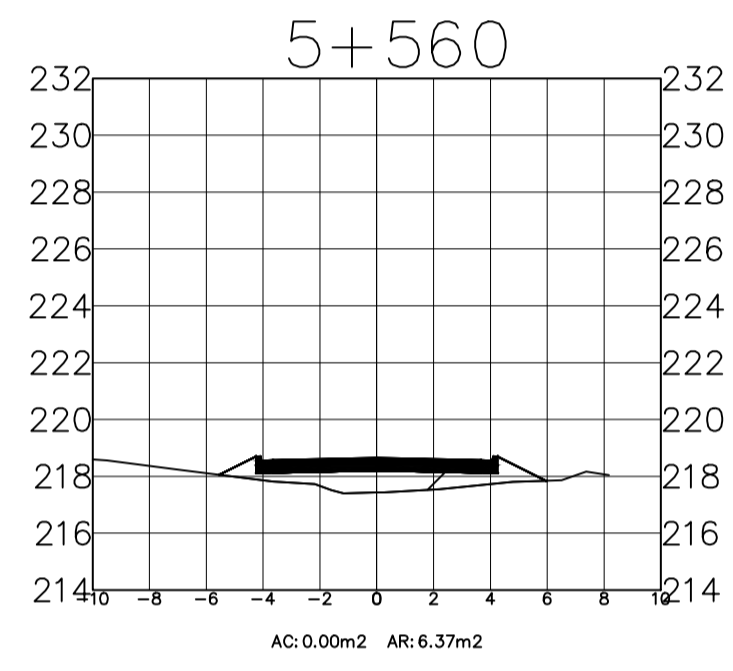
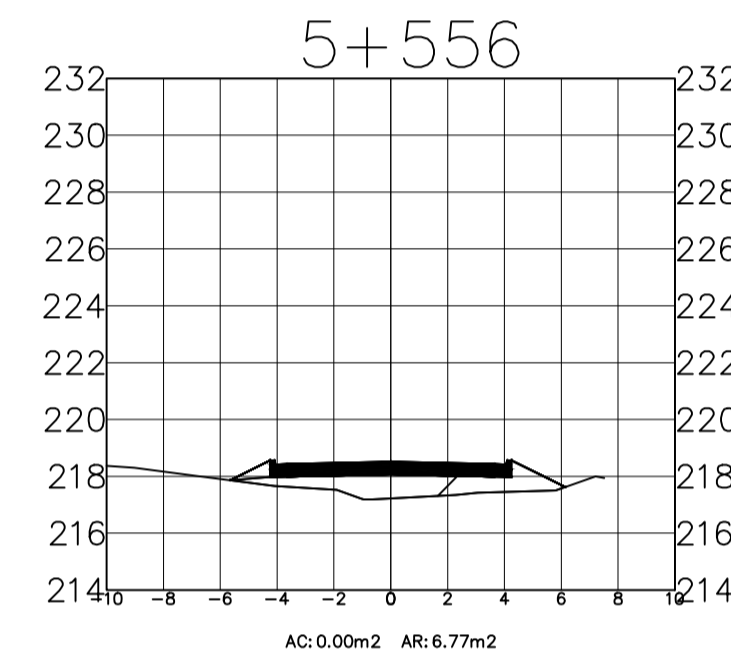
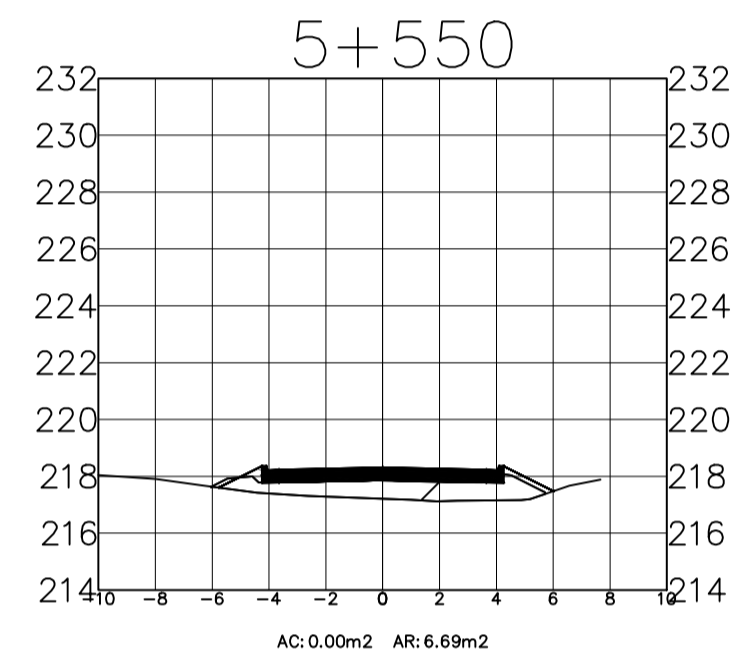
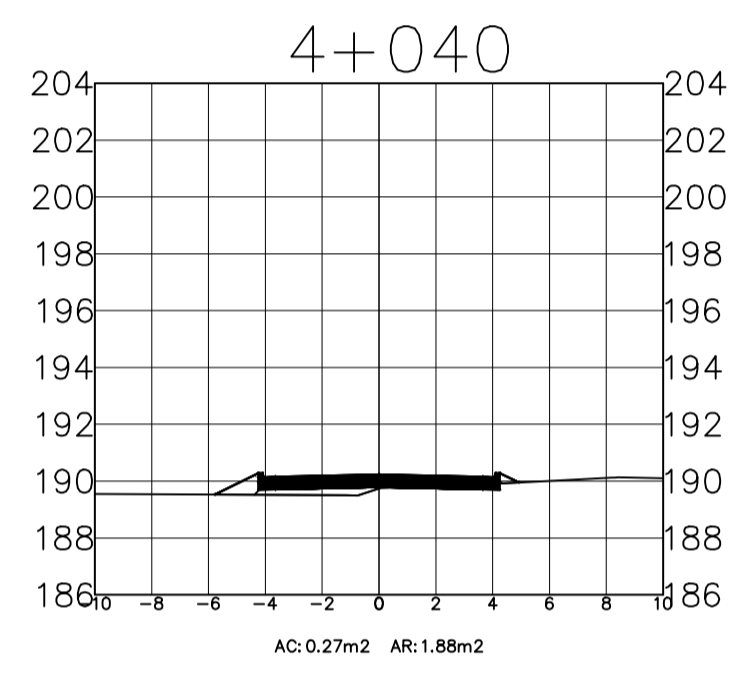
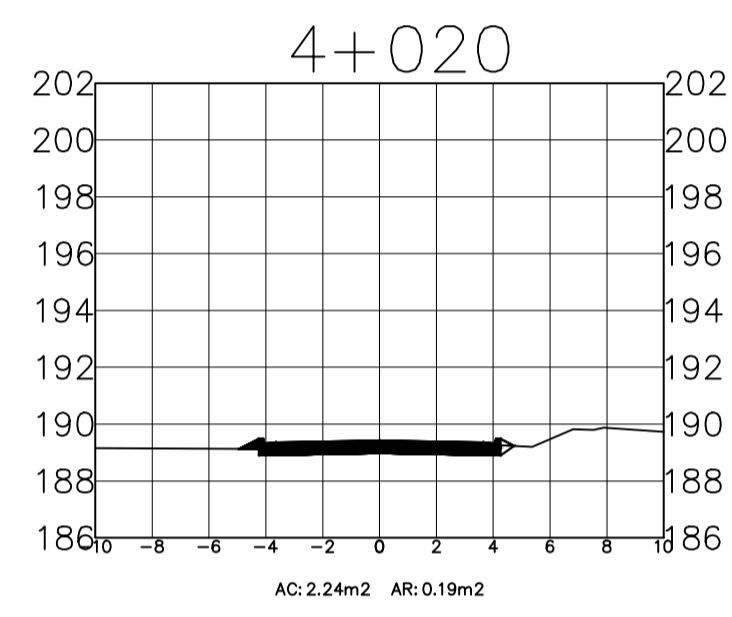
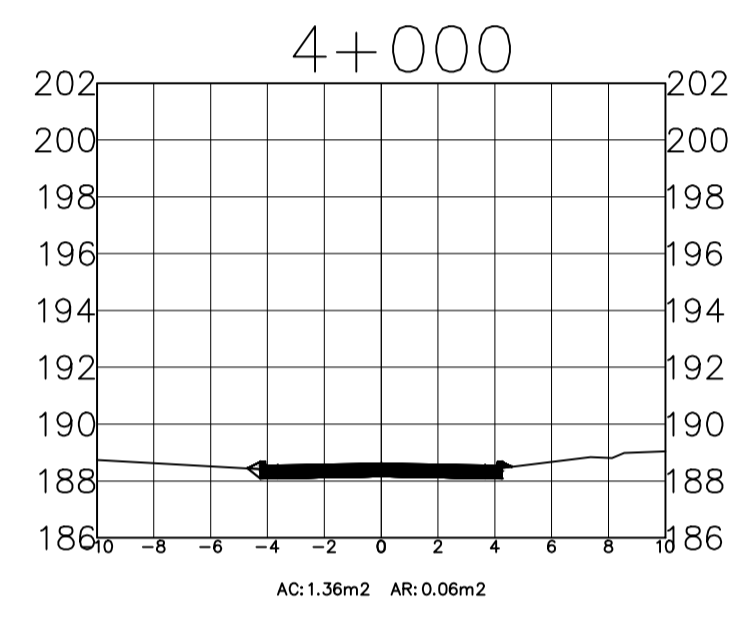
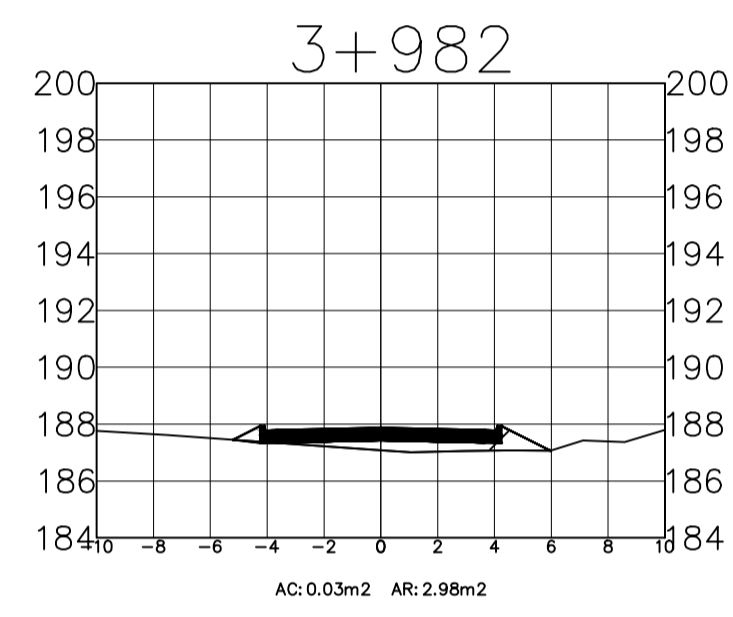
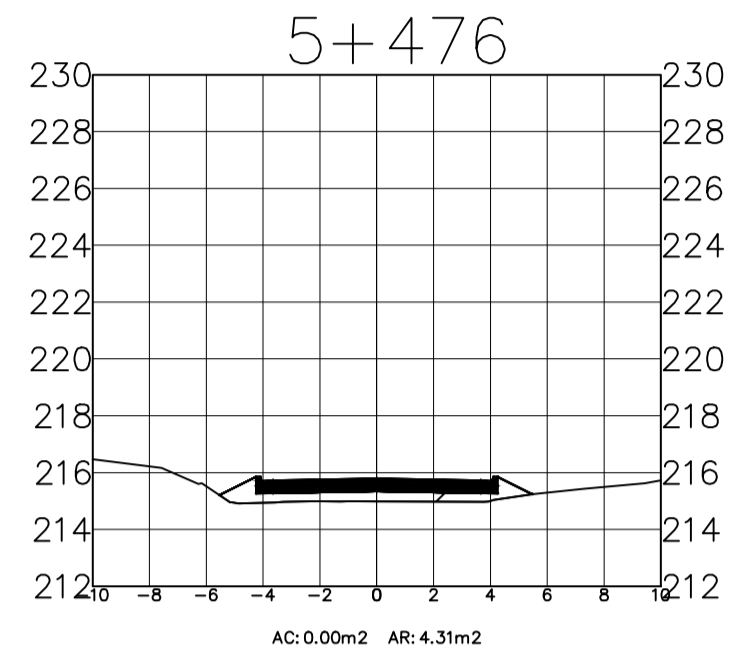
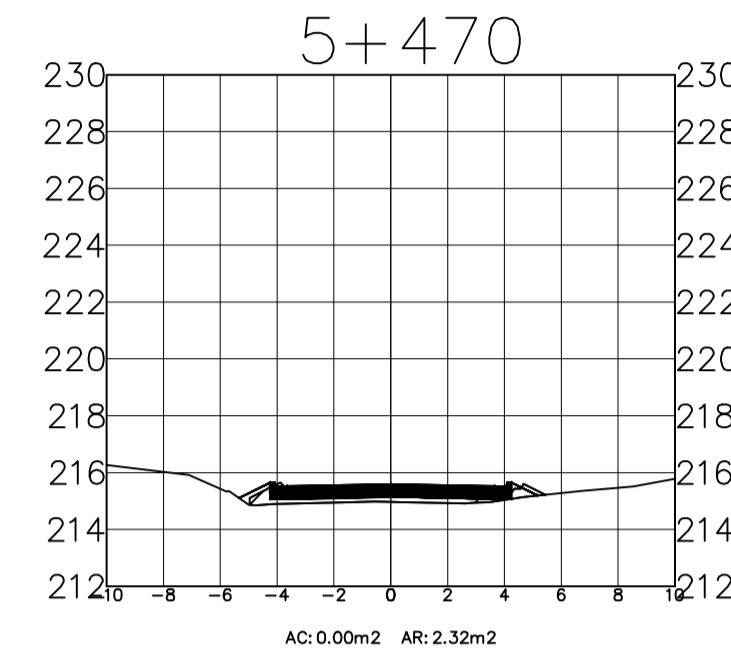
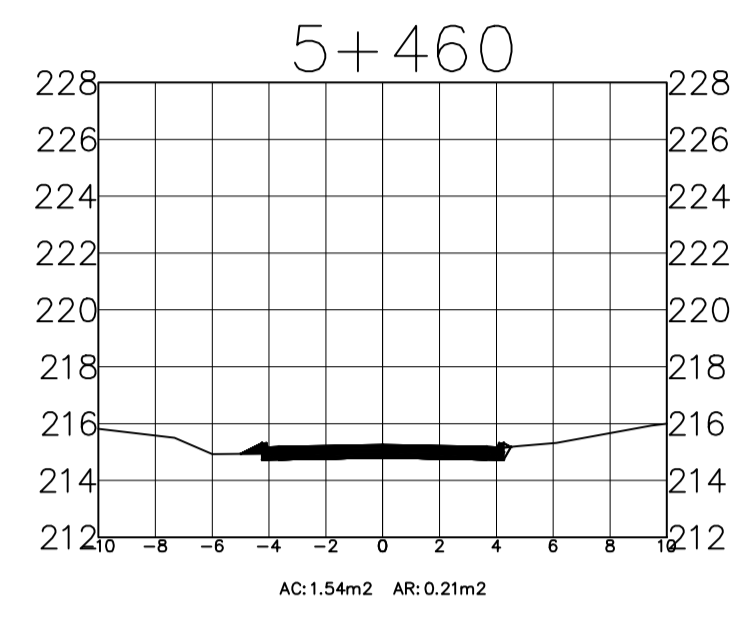
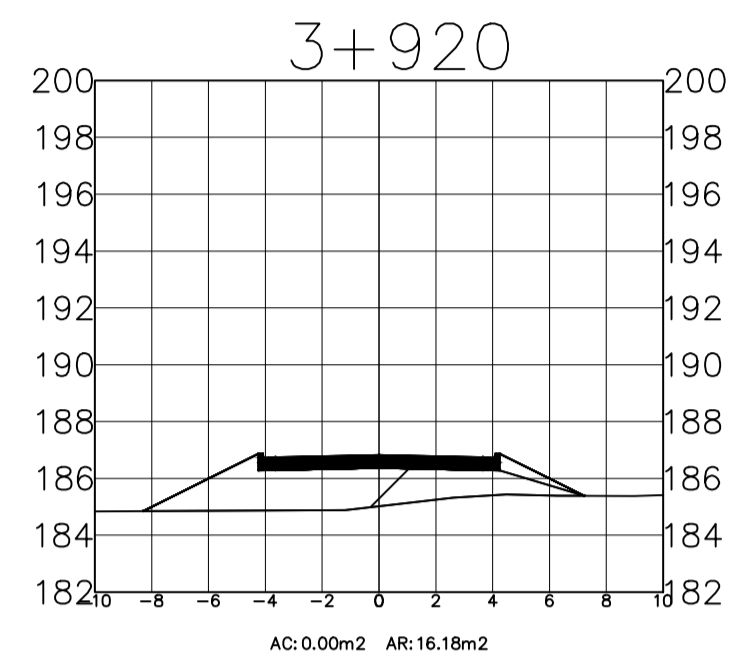
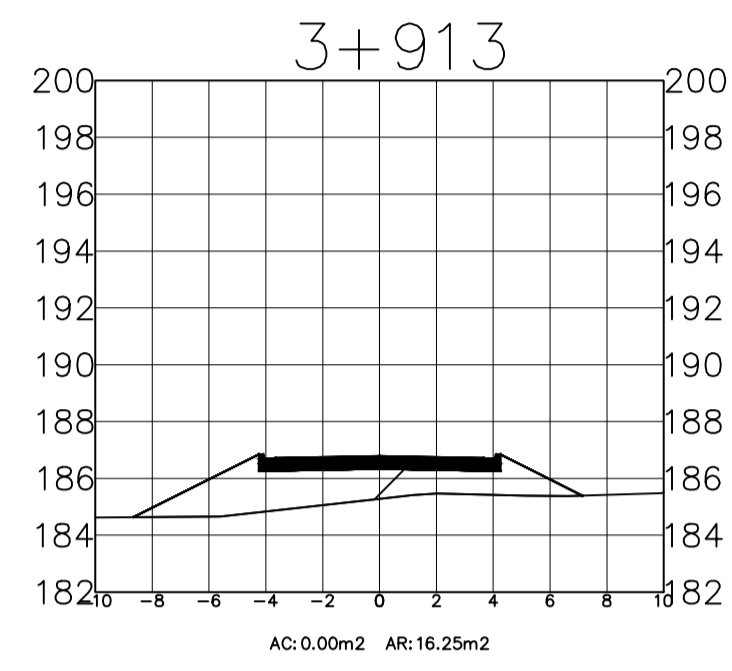
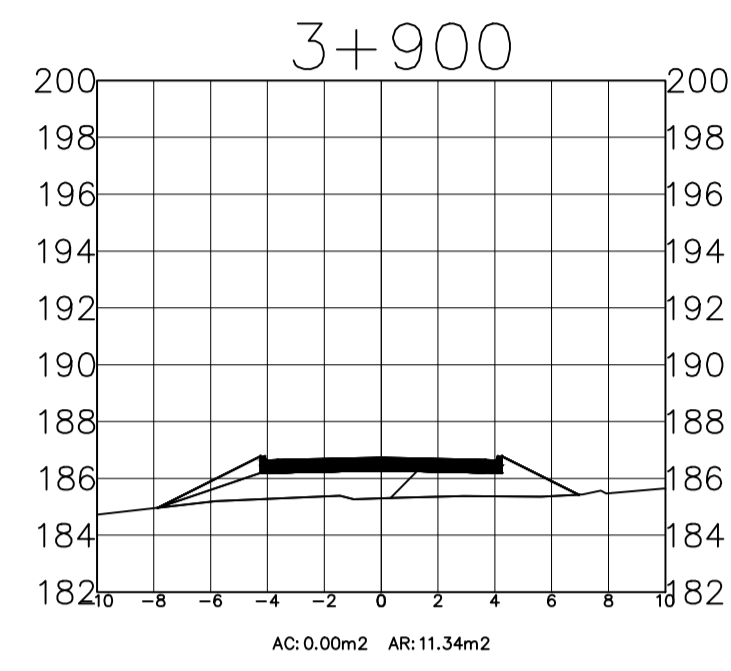
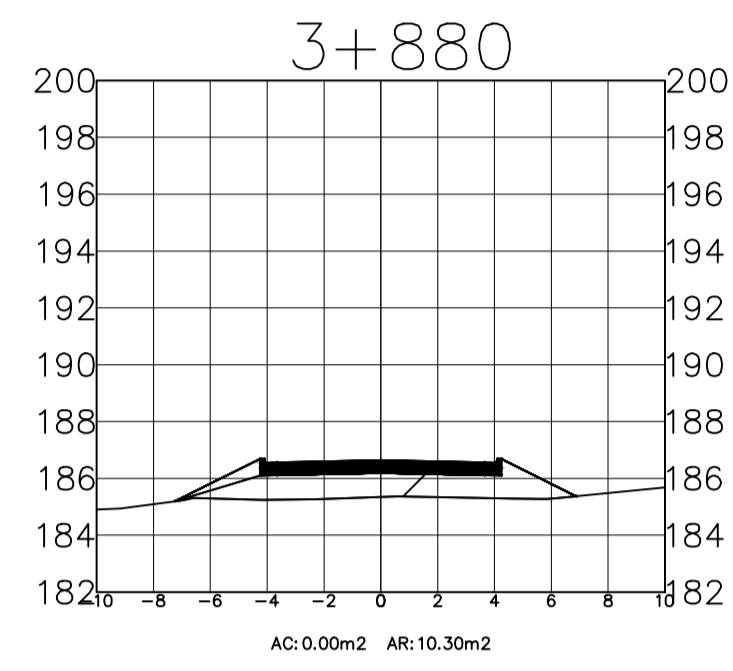
FECHA: ABRIL 2021  
 DISEÑADO: [ ]  
 TITULO: [ ]



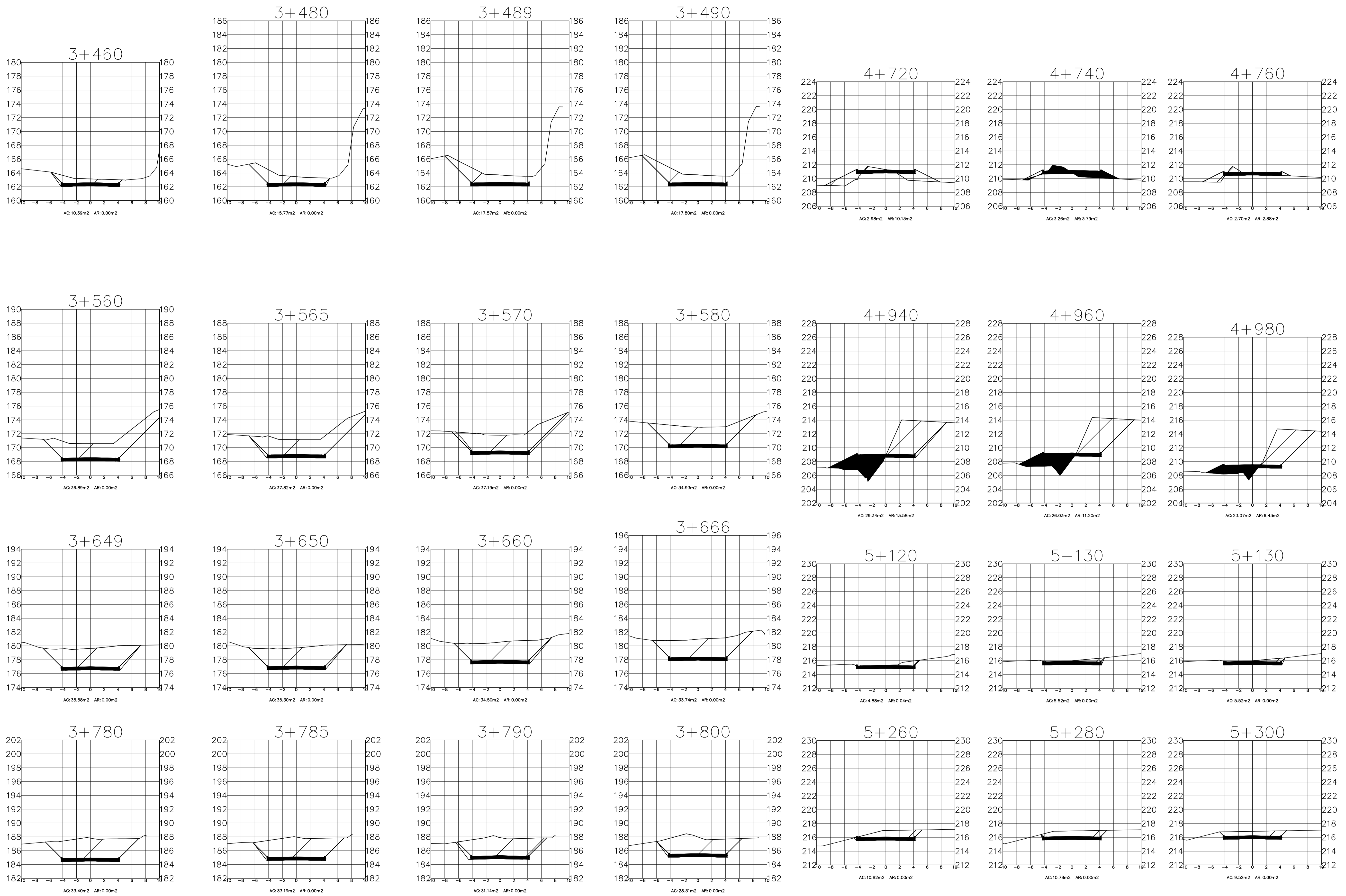
<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b>				
<b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA</b>				
<b>INGENIERIA CIVIL</b>				
	PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL DEL PAVIMENTO Y LAS OBRAS DE ARTE DE LA VÍA REDUCTIVA ESTERO HONDO DESDE LA ABRISA 3+400 HASTA LA ABRISA 6+000			05
	CONTIENE: SECCION TRANSVERSAL			ESCALA: 1:200
CLASE	LONGITUD	ESTUDIO	PROVINCIA	FECHA: ENERO 2021
III	1+000METROS	DEFINITIVO	QUITO/CAJAS	DISEÑADO: ING. SANTIAGO TORRES
DISEÑADO:		TITULO:		
ING. SANTIAGO TORRES		ING. FREDSON HERRERA		



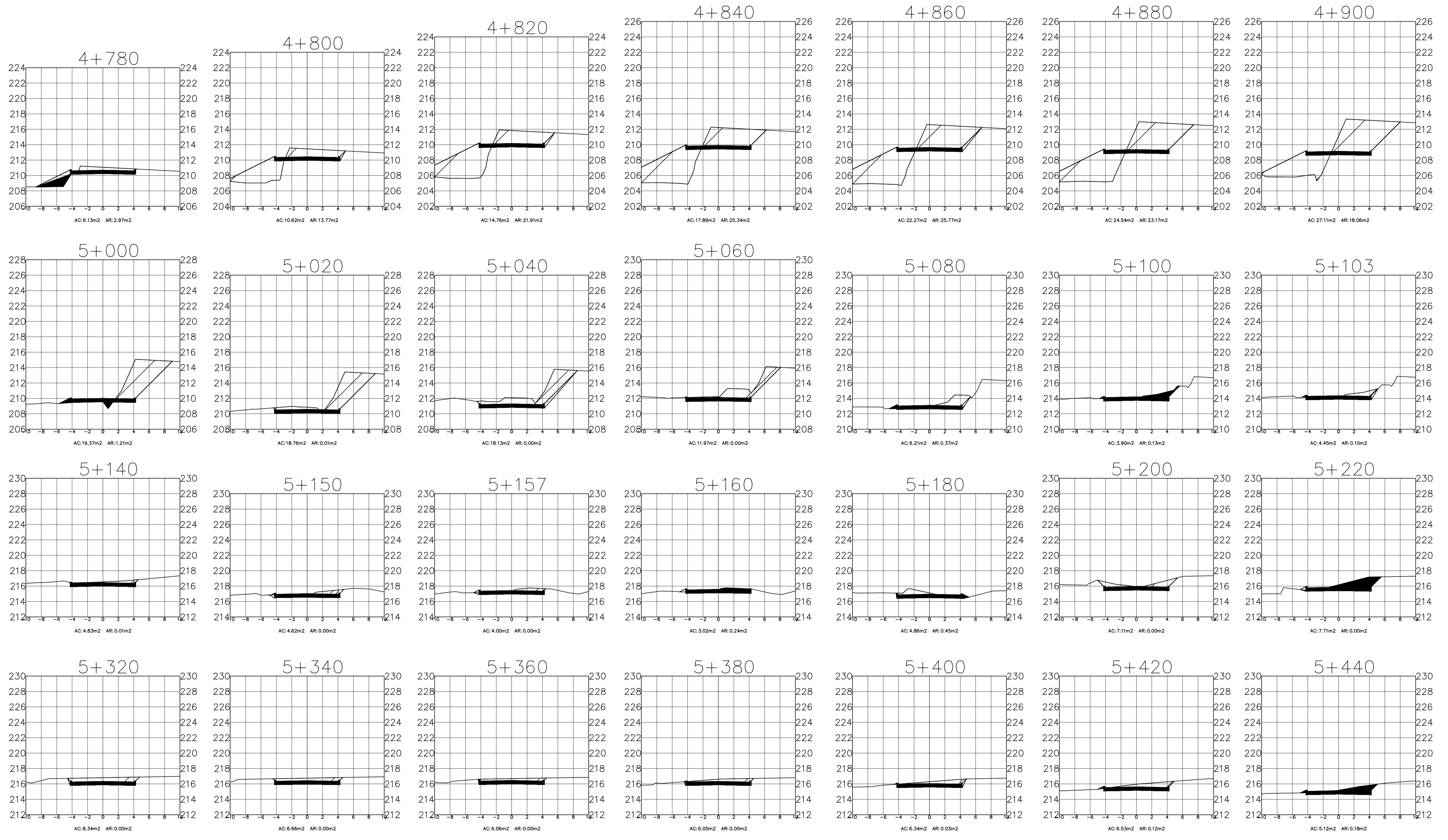
<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b>				
<b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA</b>				
<b>INGENIERIA CIVIL</b>				
	PROYECTO:			06
	DISEÑO DEFINITIVO DEL PAVIMENTO Y LAS OBRAS DE ARTE DE LA VÍA PEDAGÓGICA-ESTERO HONDO DESDE LA ARCSA 3+400 HASTA LA ARCSA 6+180			HOJA 05 DE 05
	CONTIENE:			ESCALA: 1:200
	SECCION TRANSVERSAL			FECHA: ENERO 2021
CLASE	LONGITUD	ESTUDIO	PROVINCIA	DISEÑO
III	1+000METROS	DEFINITIVO	COTOPAXI	ING. SANTIAGO TORRES
DISEÑO:		TÍTULO:		
ING. SANTIAGO TORRES		ING. FREDSON MOREIRA		



		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA</b> <b>INGENIERIA CIVIL</b>			
		PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO DEL PAVIMENTO Y LAS OBRAS DE ARTE DE LA VÍA PREDICITA-ESTERO HONDO DESDE LA ABSCISA 3+400 HASTA LA ABSCISA 6+980	HOJA 05 DE 05		
CONTENIDO: SECCION TRANSVERSAL	ESCALA: V 1:200 H 1:200	FECHA: ENERO 2021	DISEÑADO: ING. SANTIAGO TORRES	TITULO: ING. FREDSON MOREIRA	
CLASE: III	LONGITUD: 1° DODNETOR	ESTUDIO: DEFINITIVO	PROVINCIA: SOTOPAJI	DISEÑADO: ING. SANTIAGO TORRES	
DISEÑADO: ING. SANTIAGO TORRES		TITULO: ING. FREDSON MOREIRA			

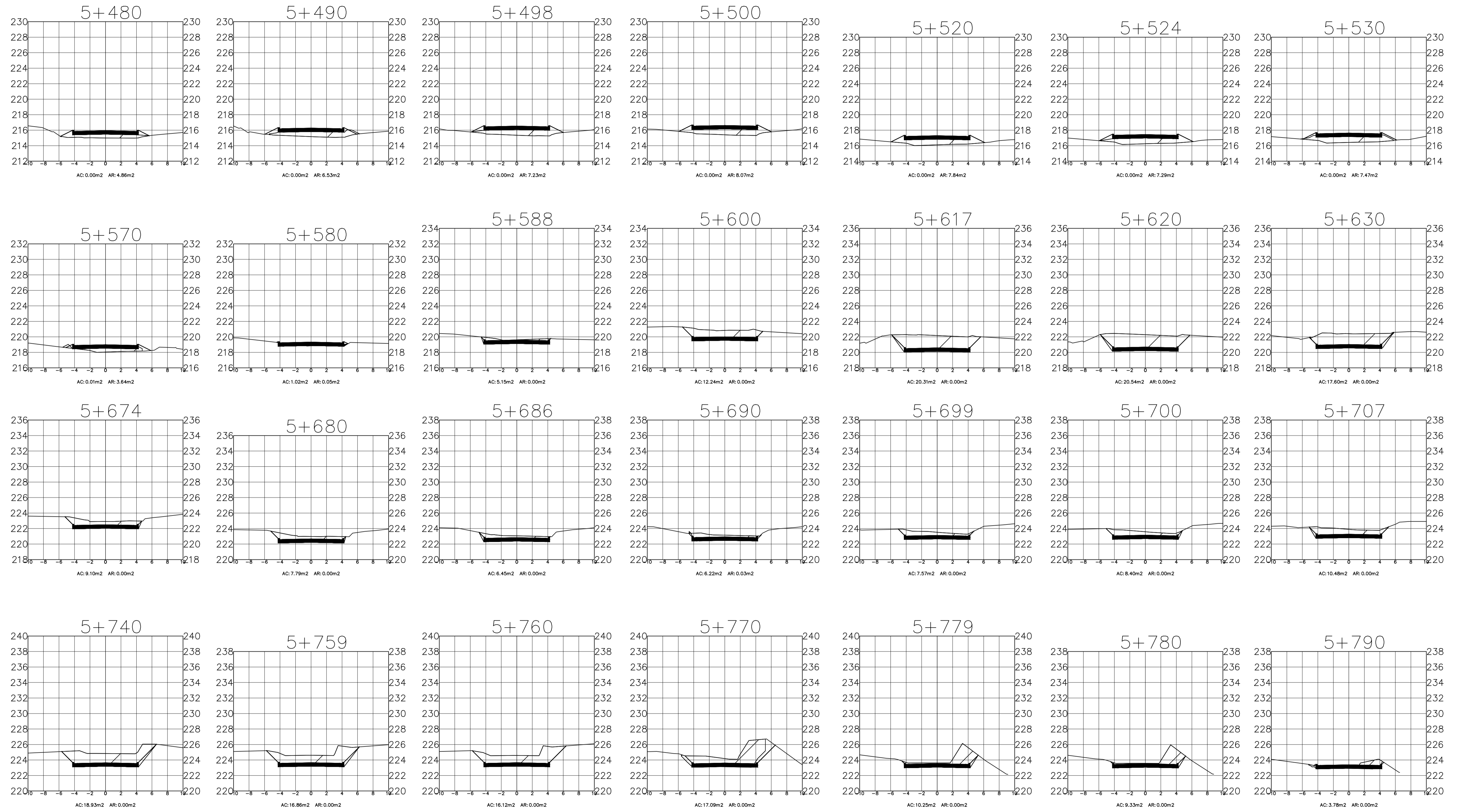


<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b>				
<b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b>				
<b>INGENIERÍA CIVIL</b>				
	PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO DEL PAVIMENTO Y LAS OBRAS DE ARTE DE LA VÍA REDUCIDA ESTEREO BUNDO DESDE LA ABSCISA 1+400 HASTA LA ABSCISA 6+000			OB
	CONTIENE: SECCIÓN TRANSVERSAL			ESCALA: V 1:200 H 1:200
CLASE	LONGITUD	ESTUDIO	PROVINCIA	FECHA: ENERO 2021
III	1° DISEÑO	DEFINITIVO	COTOPAXI	DISEÑO: ING. SANTIAGO TORRES
DISEÑO:		TÍTULO:		
ING. SANTIAGO TORRES		ING. FREDSON MOREIRA		

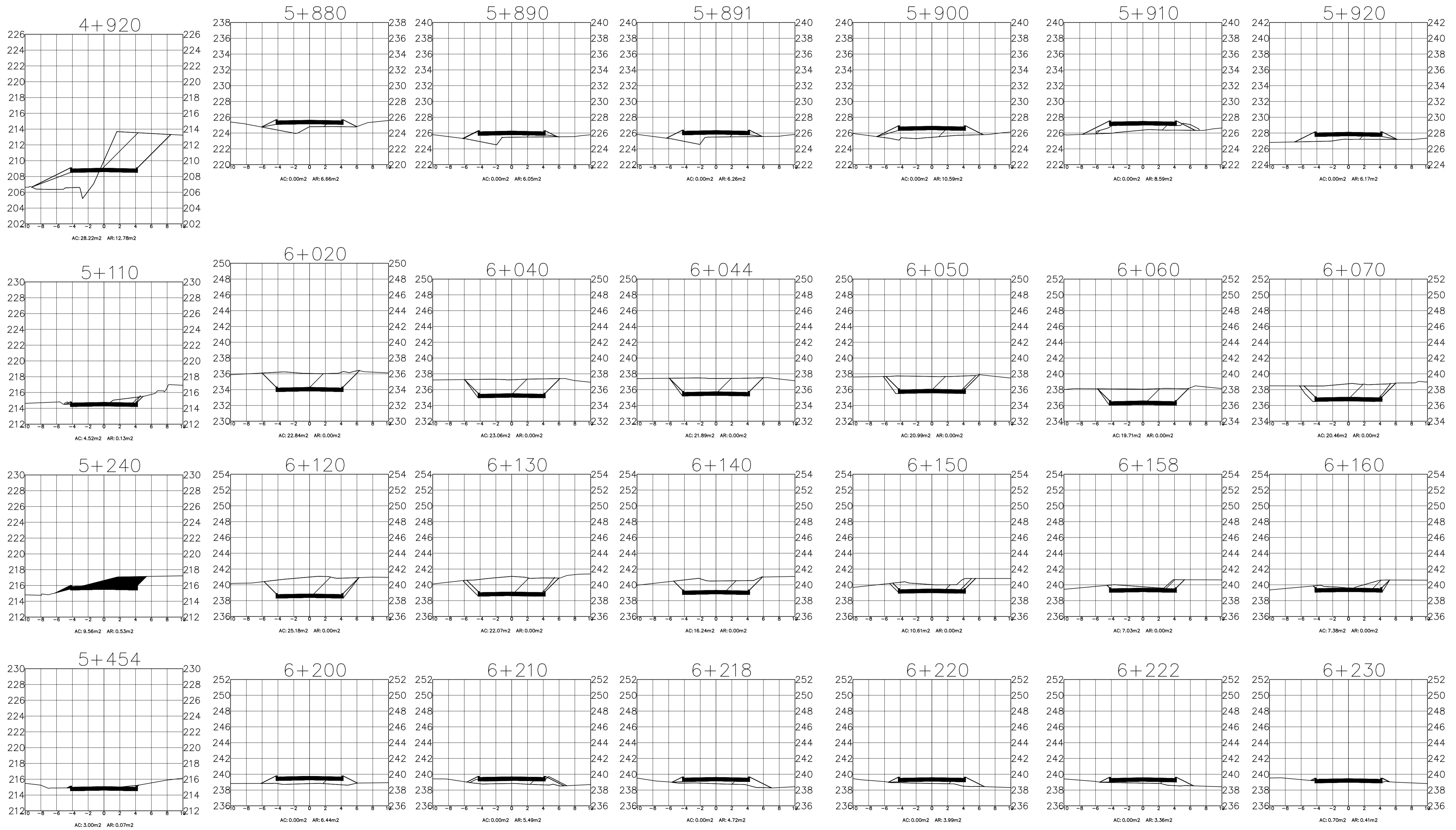


		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA		INGENIERIA CIVIL	
		PROYECTO:	DISEÑO GEOMÉTRICO DEL PAQUETON Y LAS OBRAS DE ARTE DE LA VÍA PERMANENTE ESTEREO FONDO DESDE LA ABSCISA 3+400 HASTA LA ABSCISA 6+000			09	
CONTIENE:		SECCION TRANSVERSAL		ESCALA:		HOJA 05 DE 05	
CLASE:	LONGITUD:	ESTUDIO:	PROVINCIA:	FECHA:	FECHA:	Y 1:200	
III	1+000METROS	DEFINITIVO	ECUADOR	ENERO 2021	ENERO 2021	1:200	
DISEÑO:		EDD. SANTIAGO TORRES		TITULO:		IND. FIGEON-HIDRA	

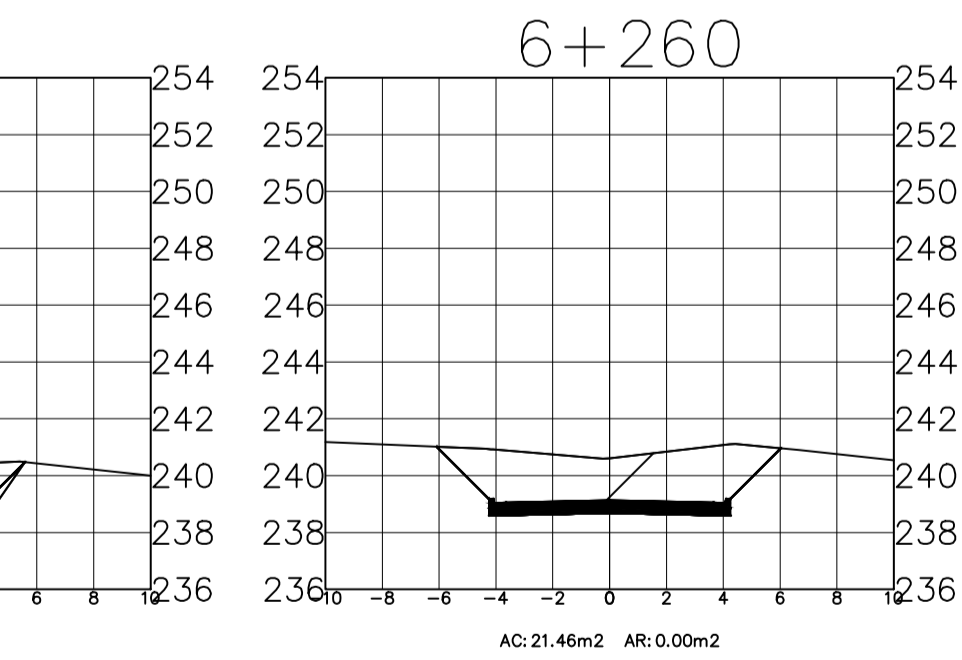
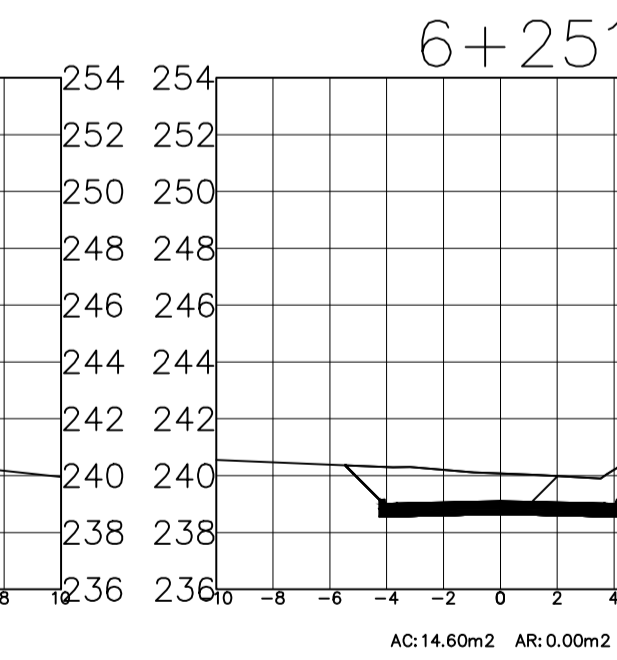
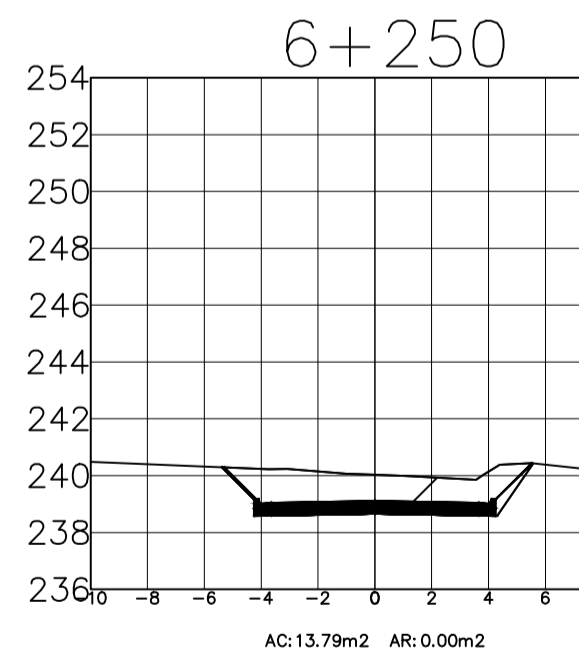
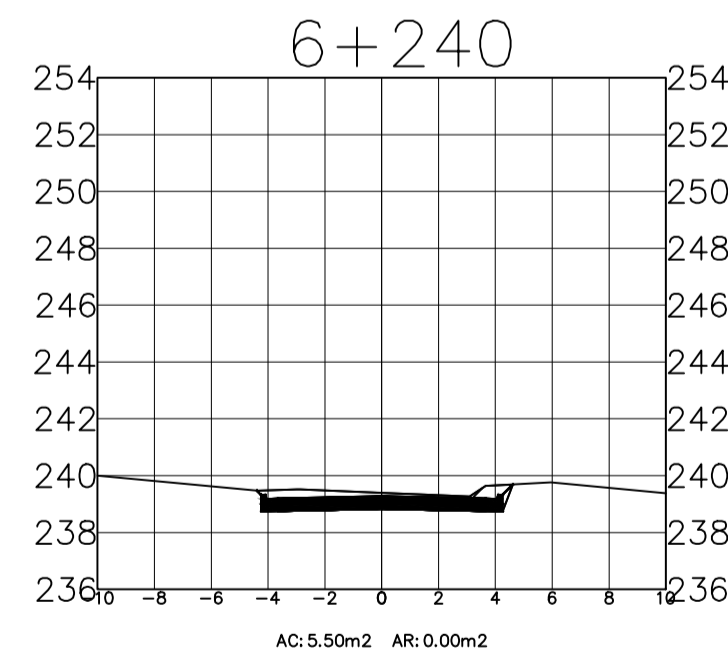
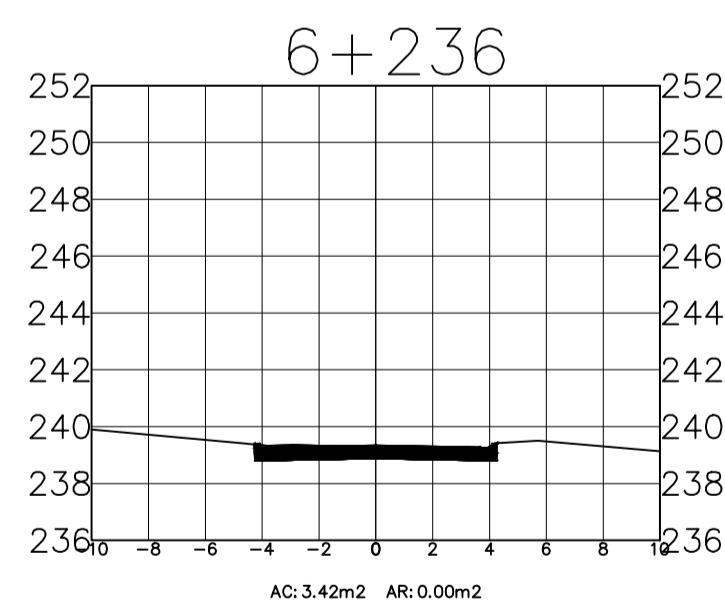
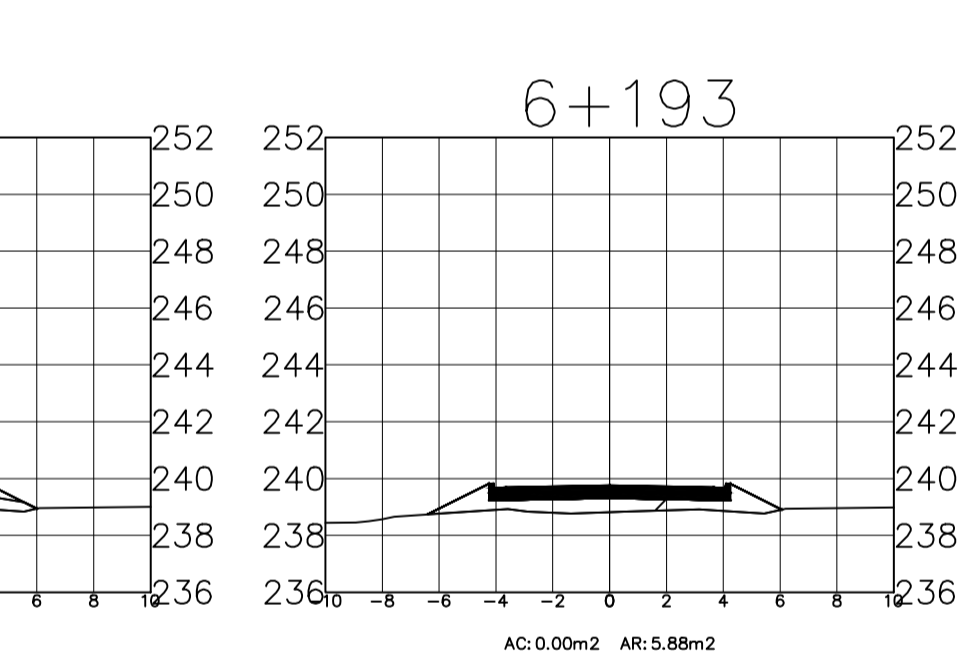
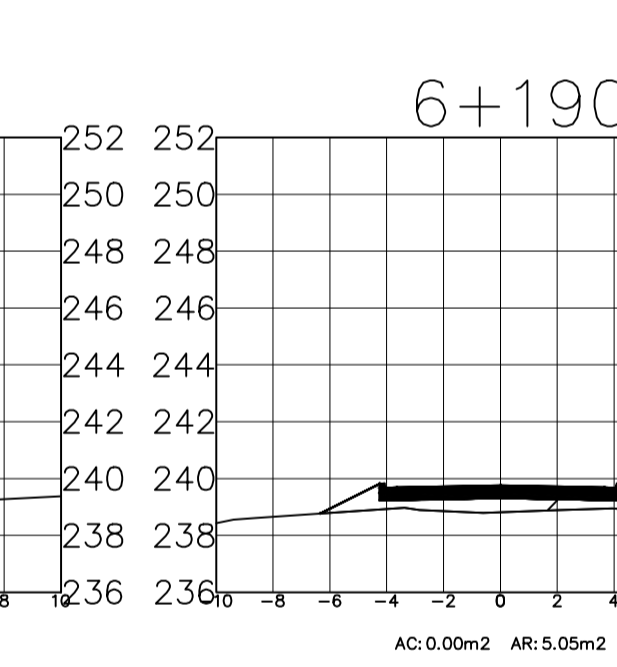
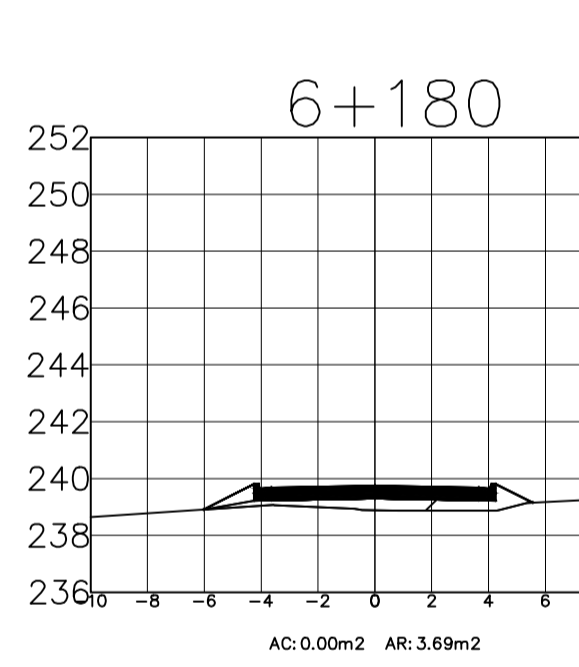
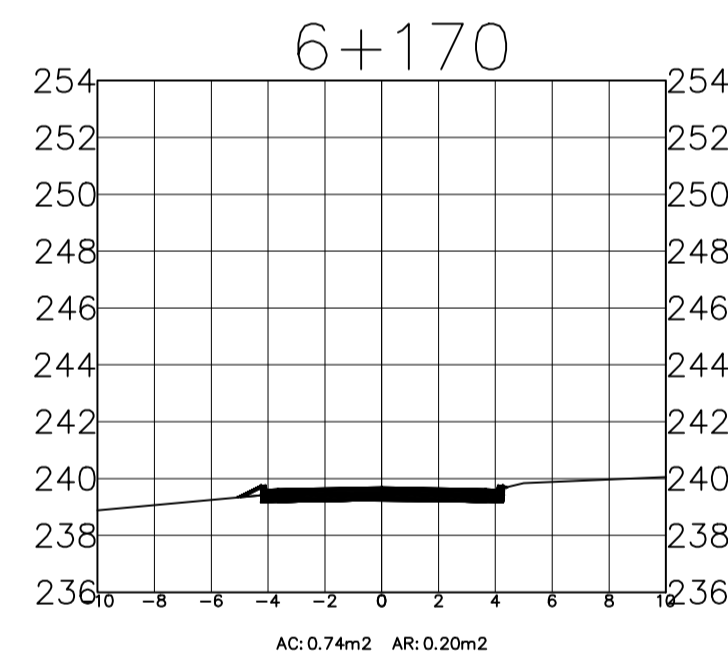
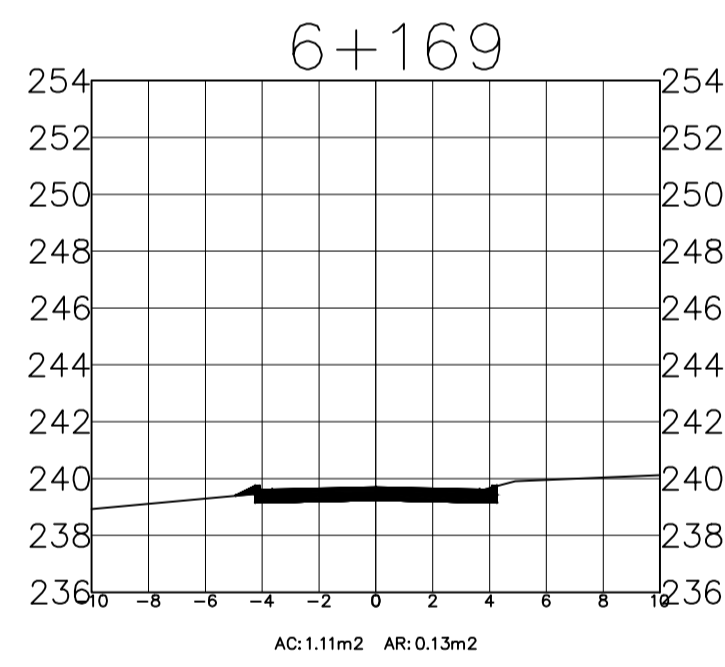
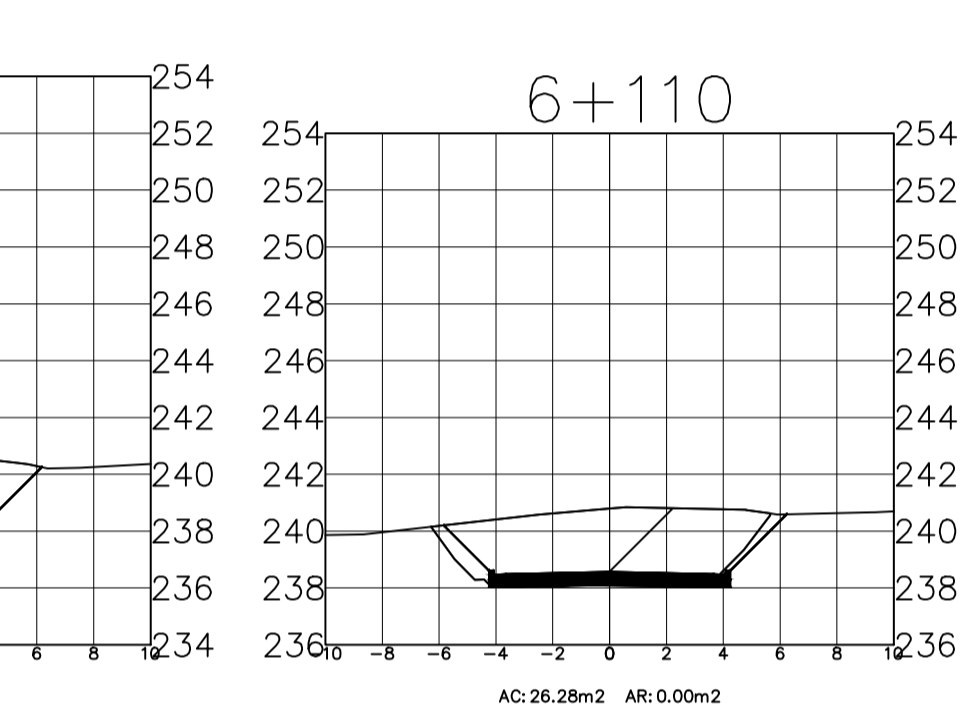
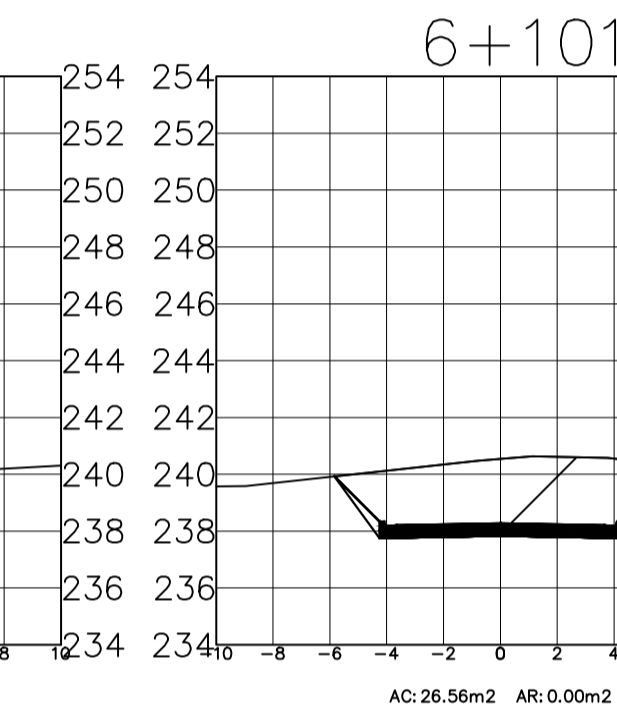
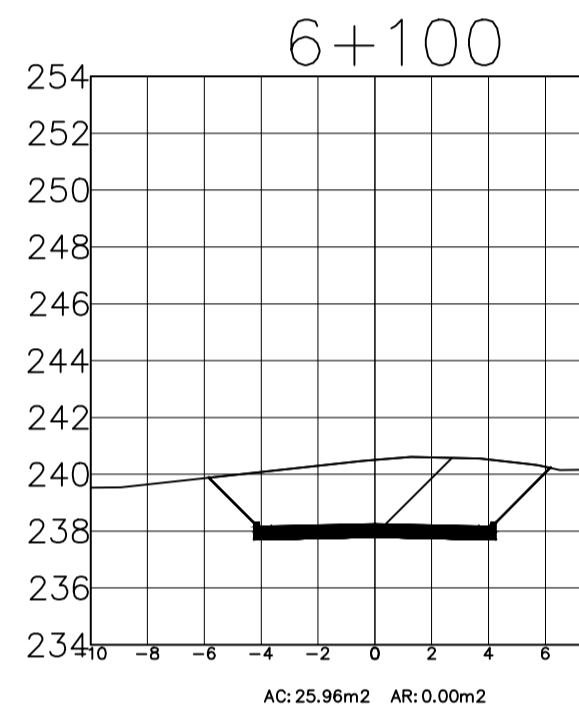
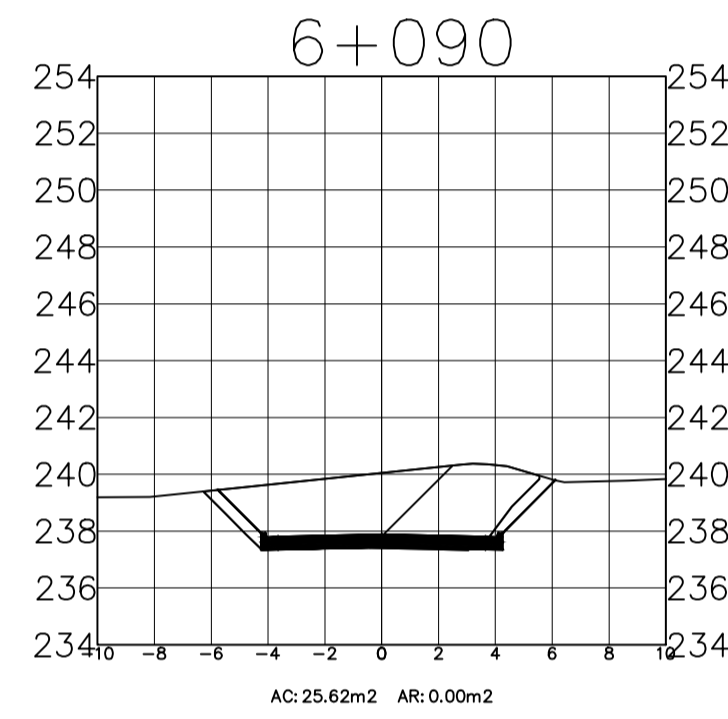
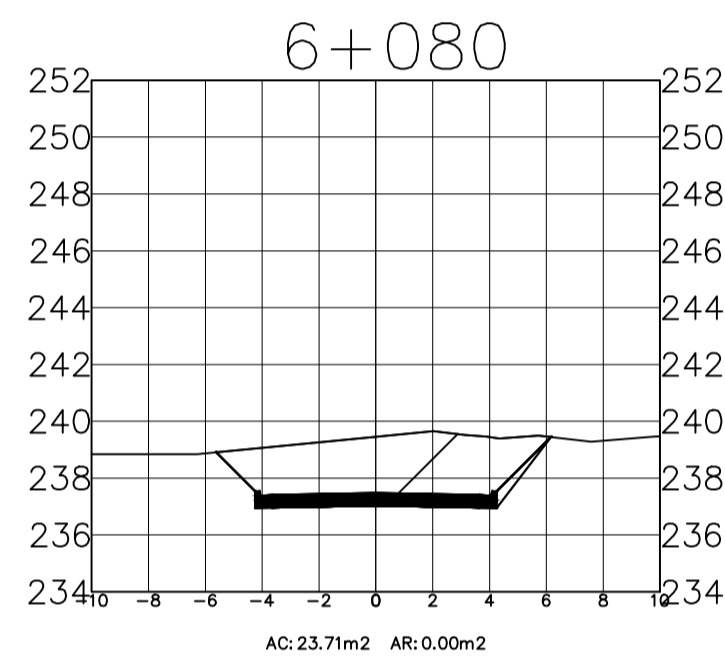
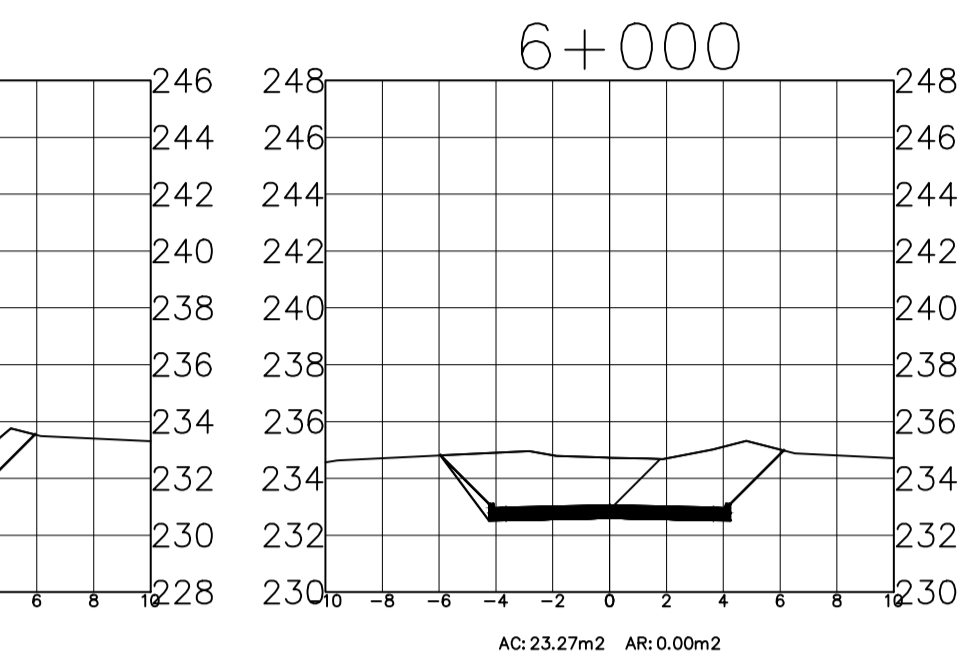
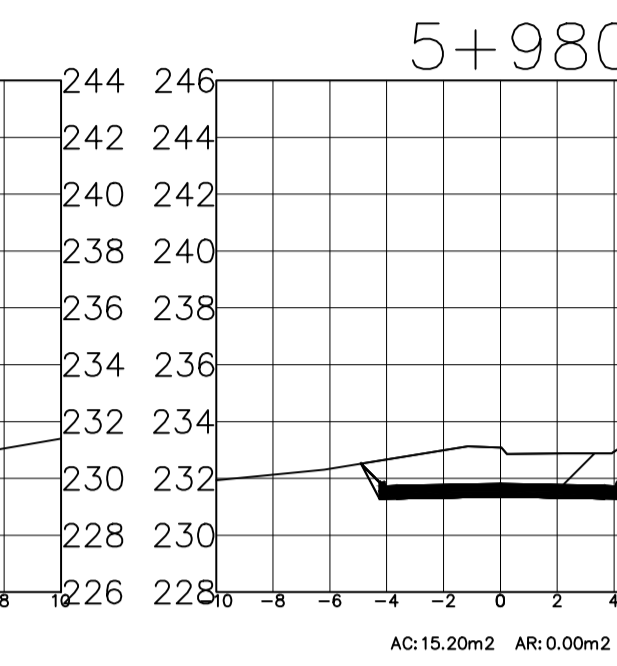
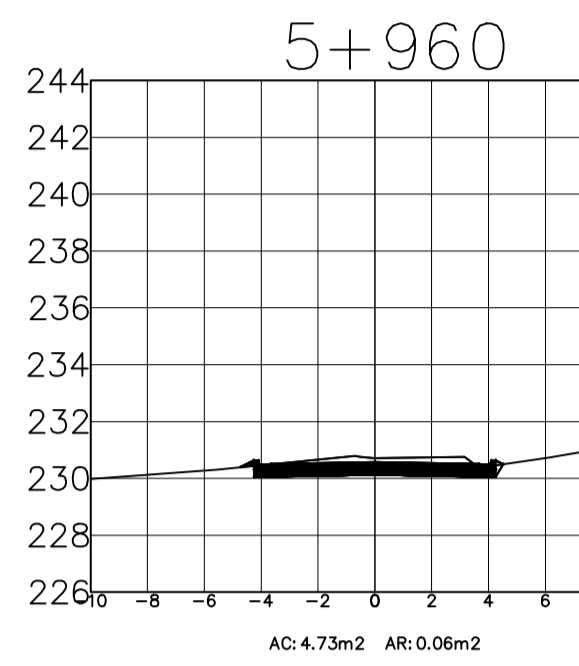
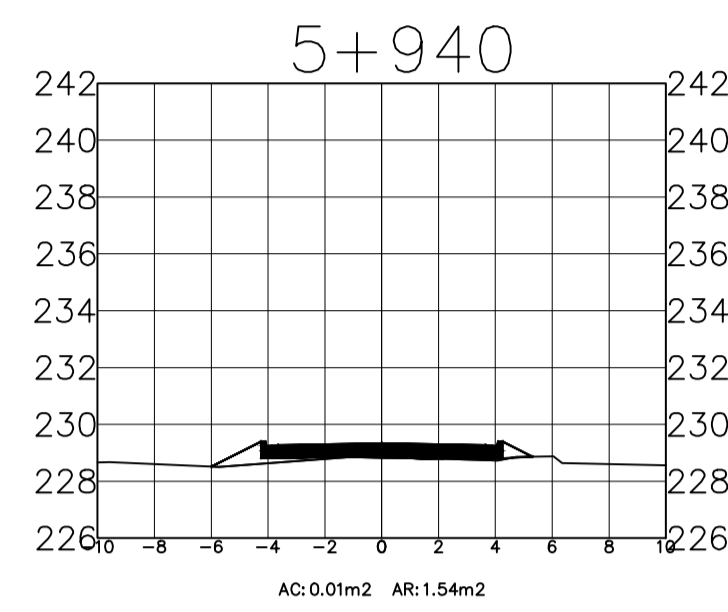
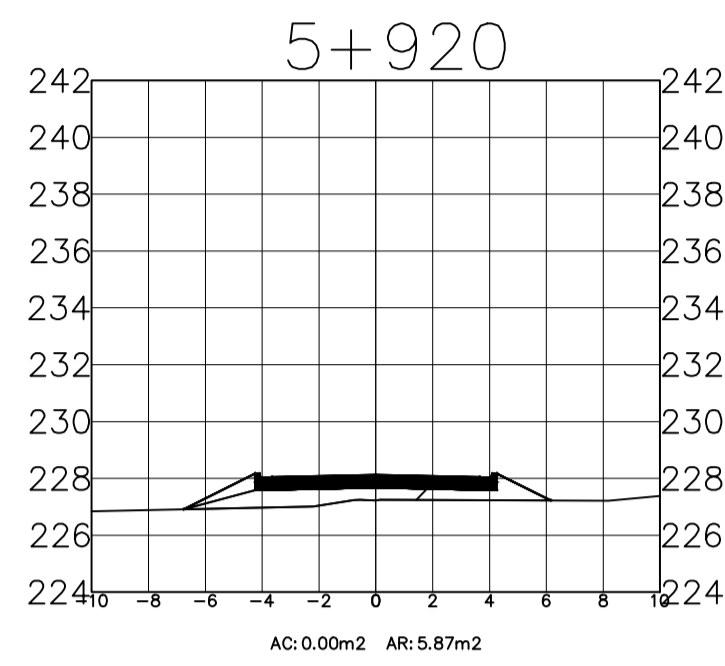




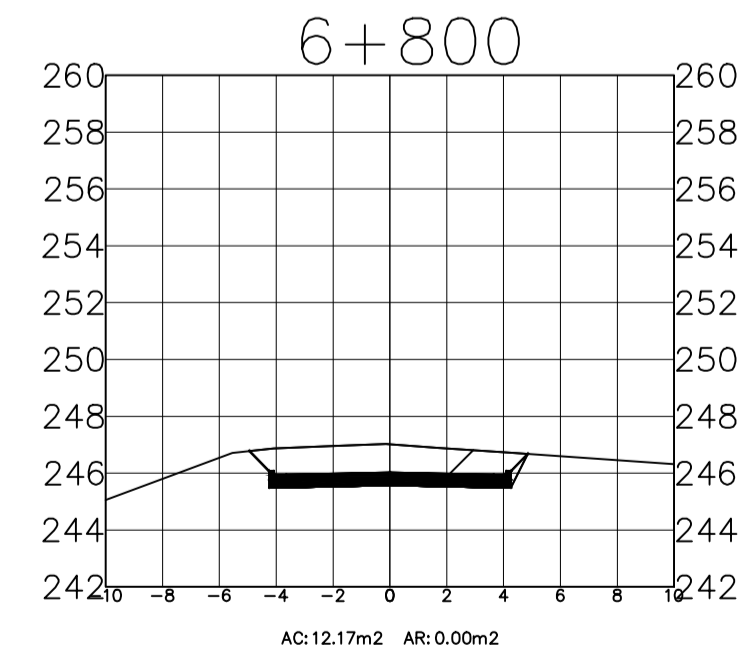
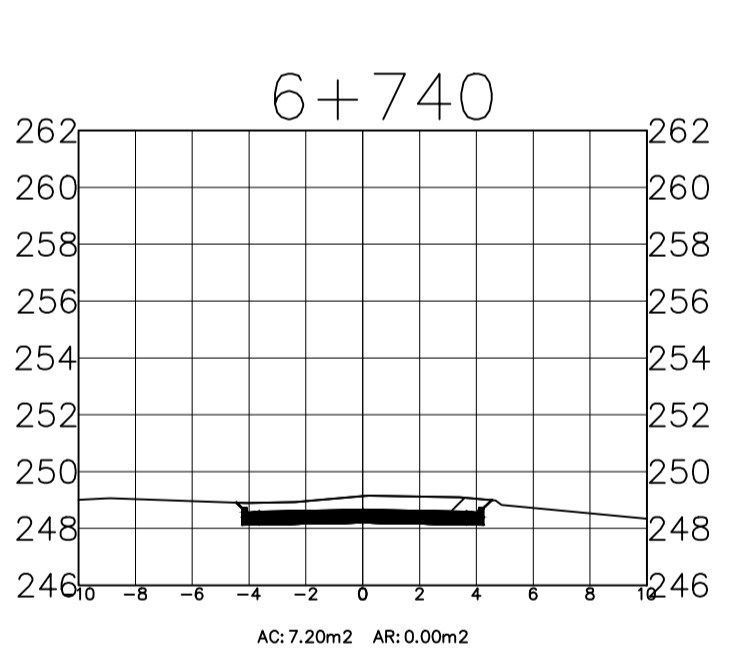
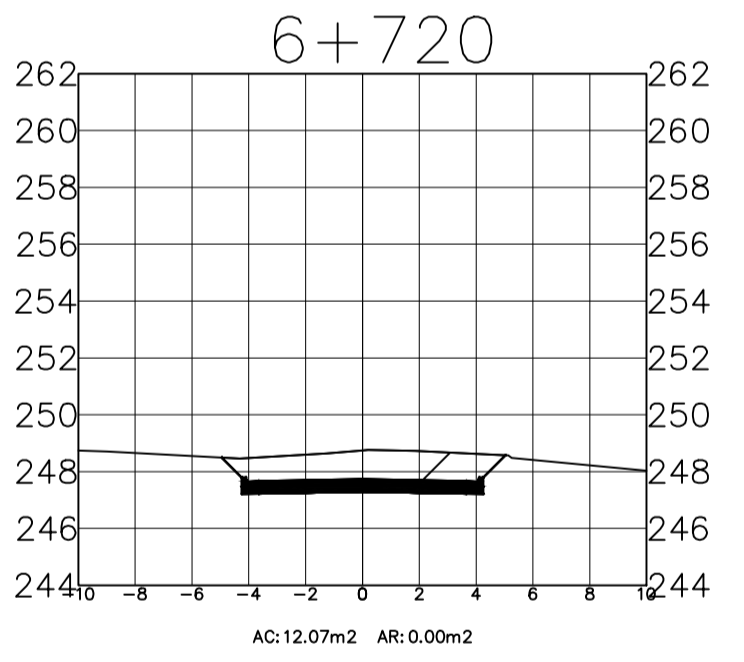
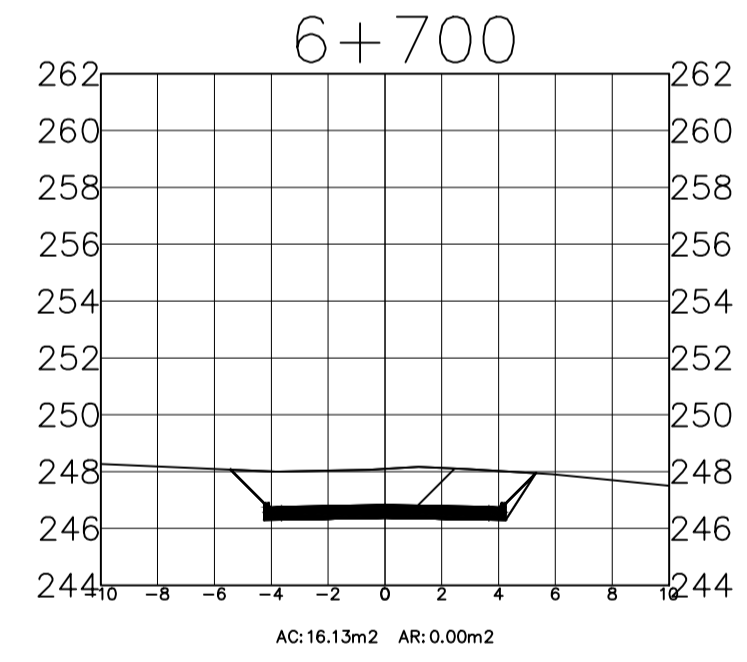
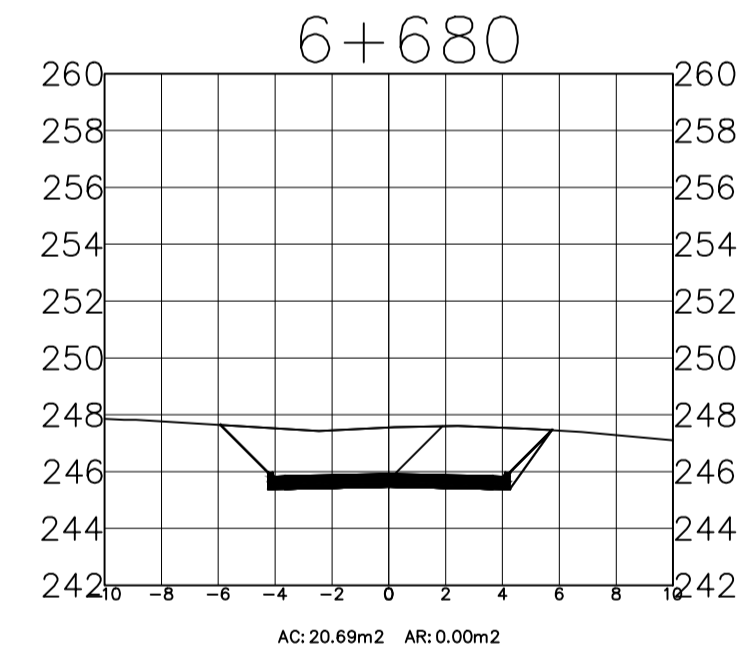
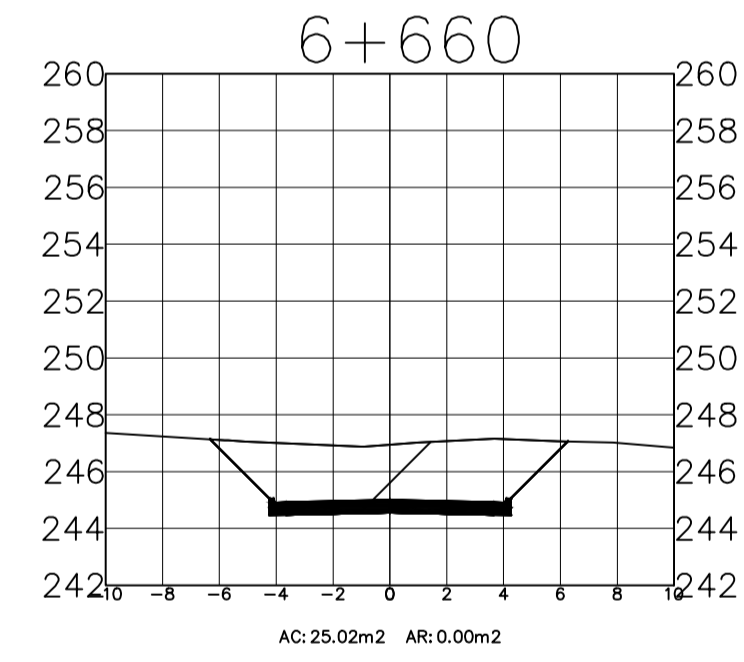
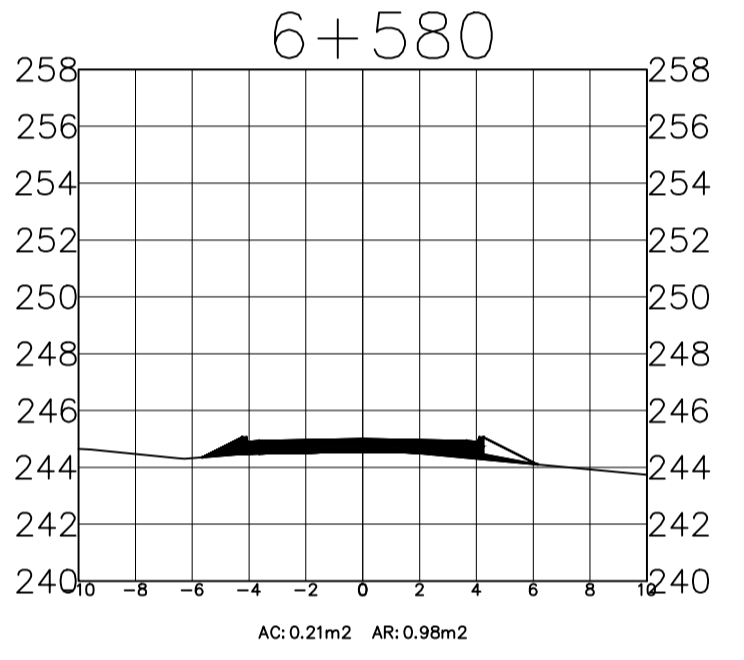
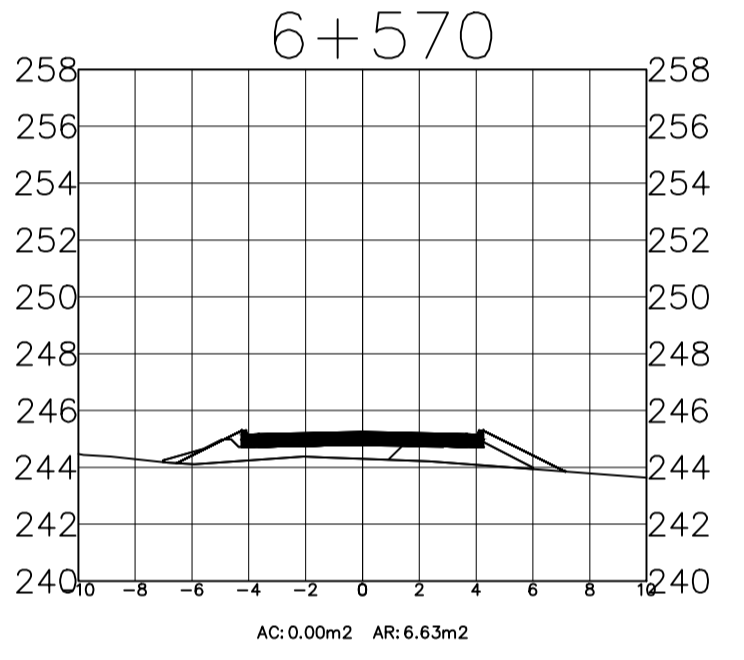
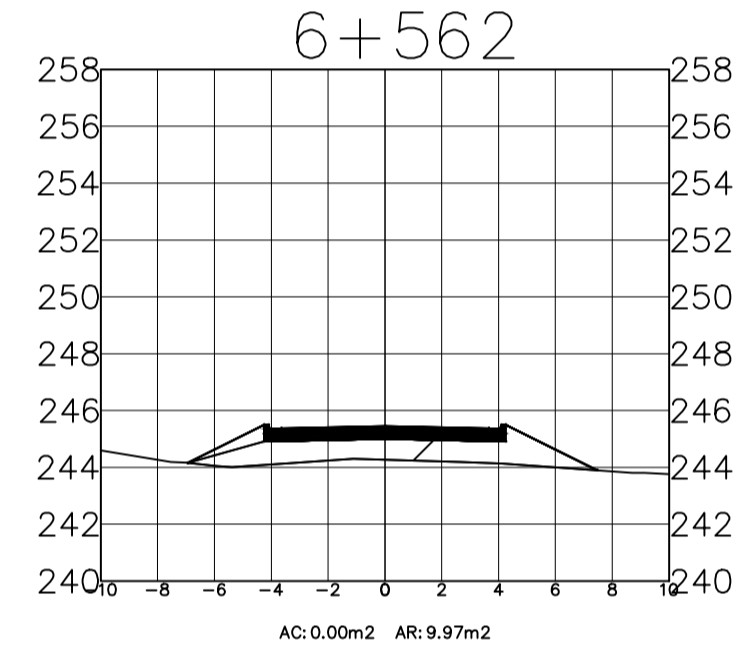
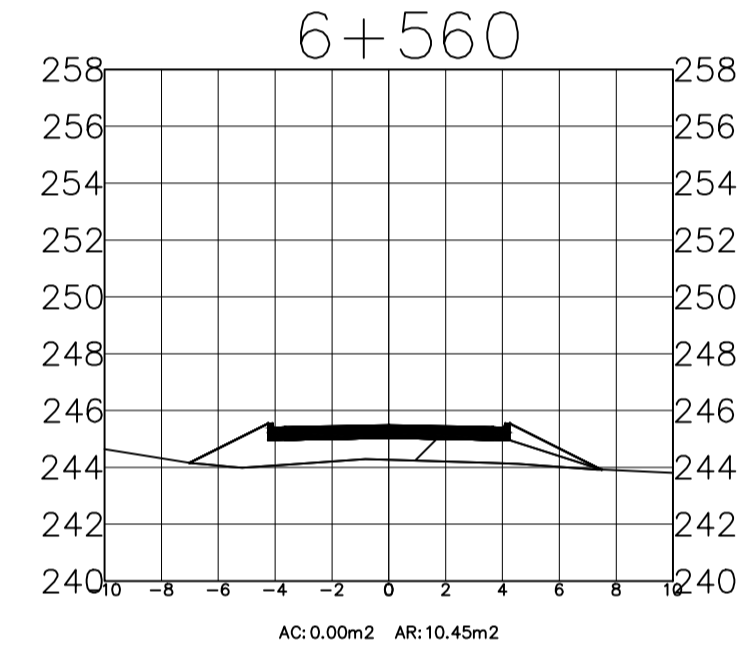
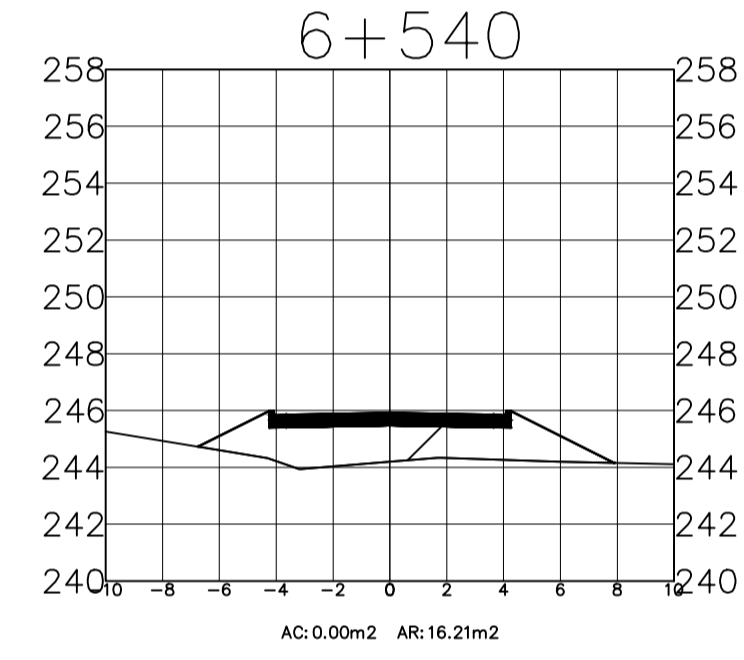
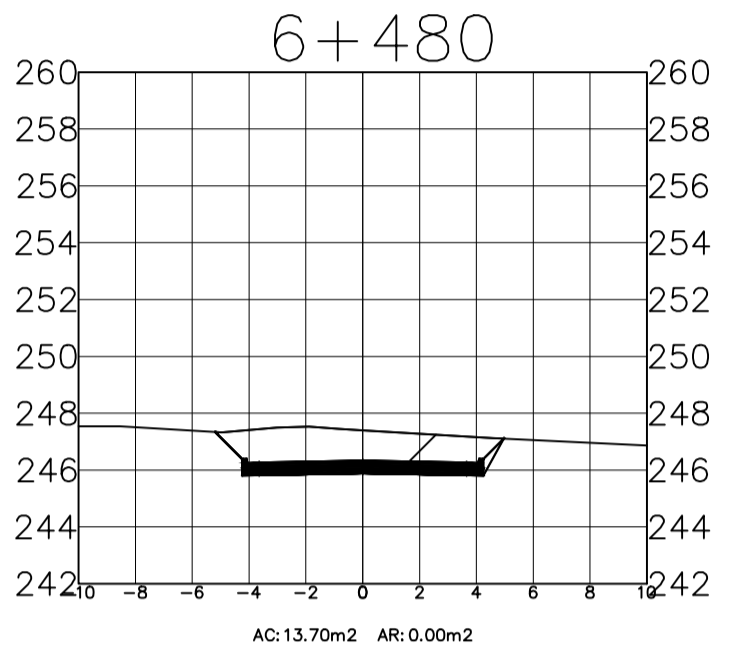
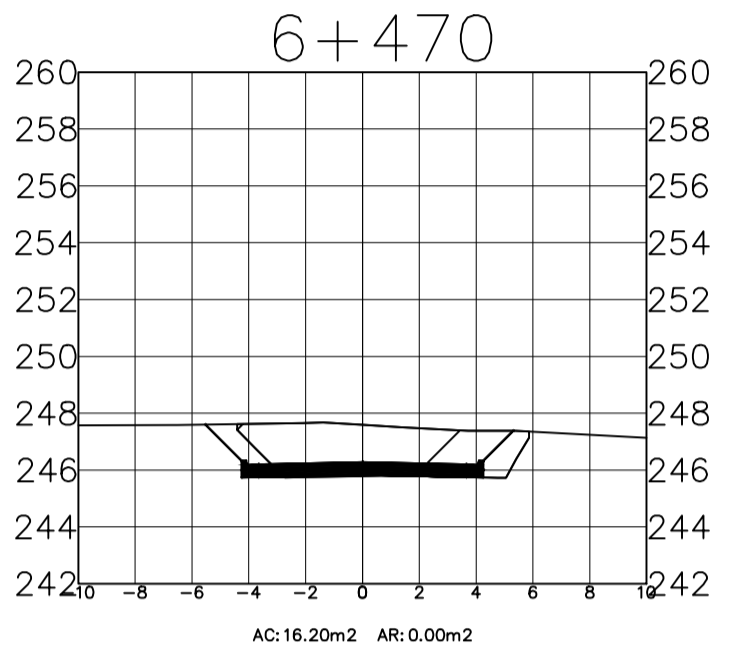
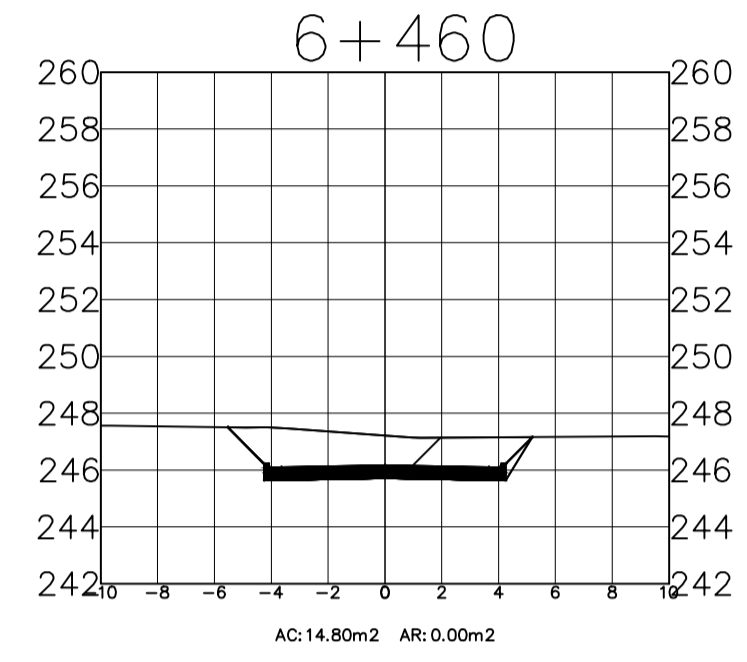
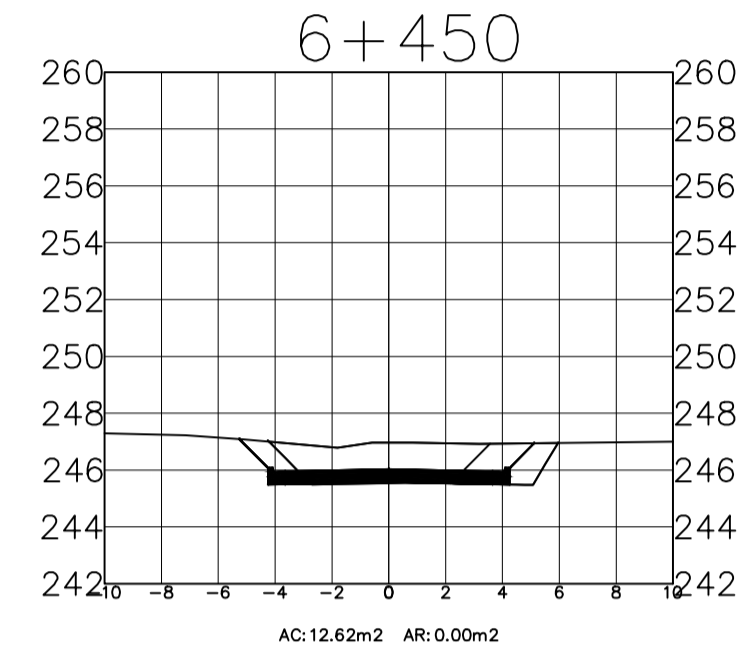
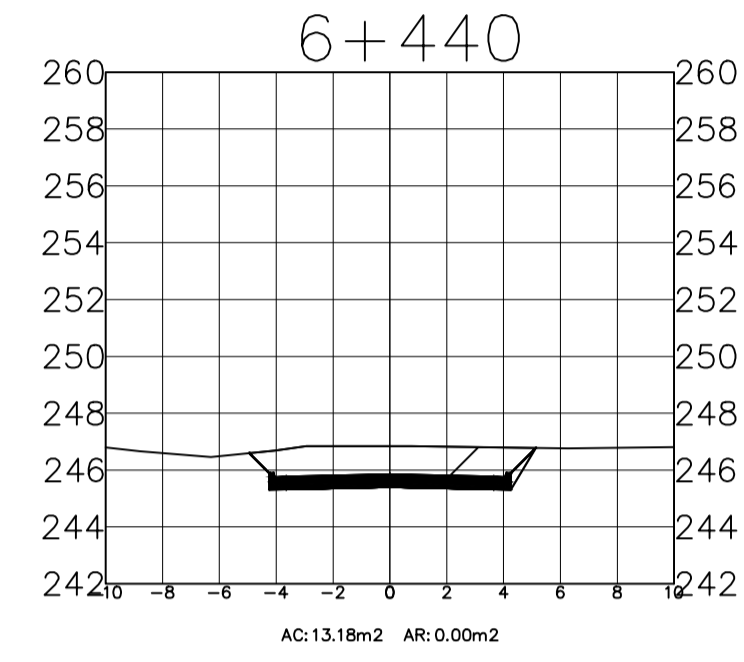
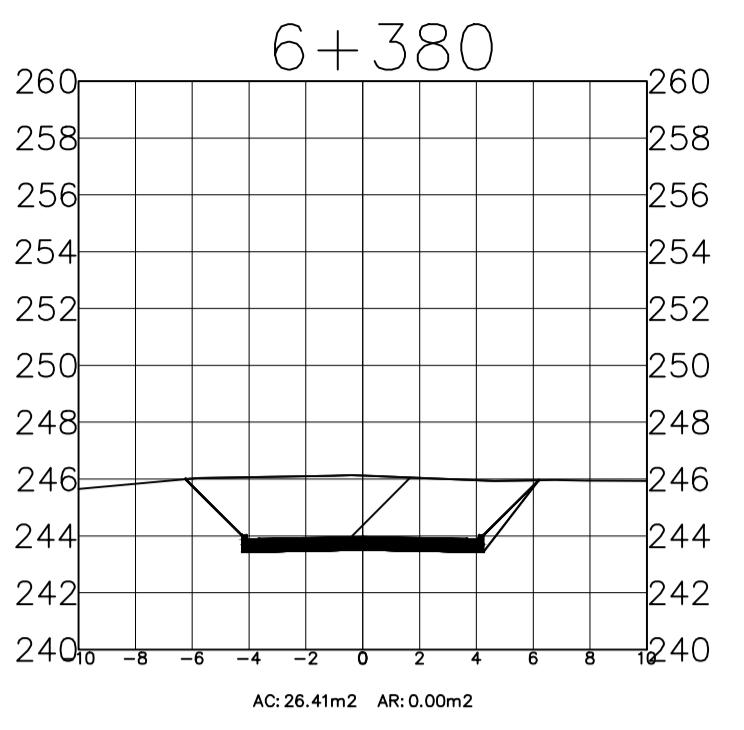
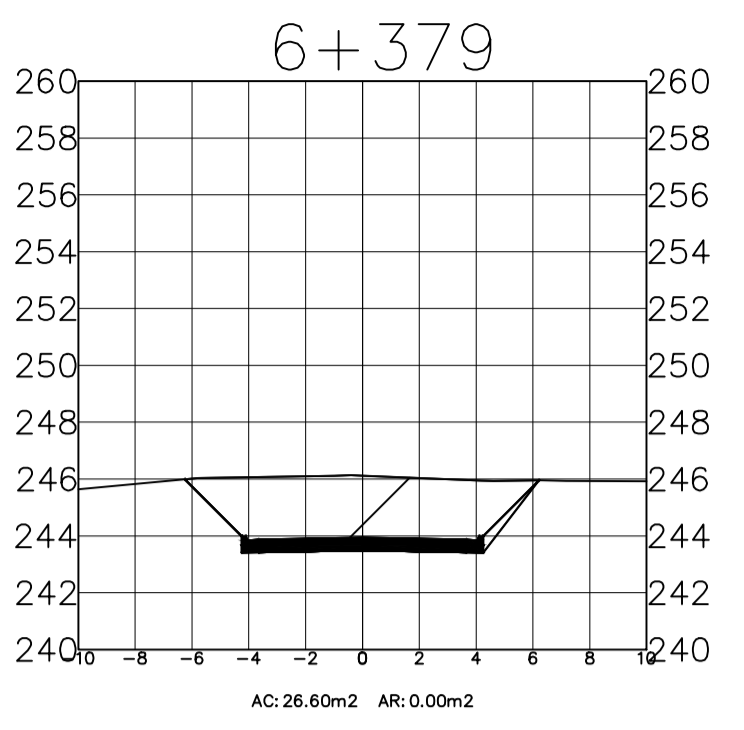
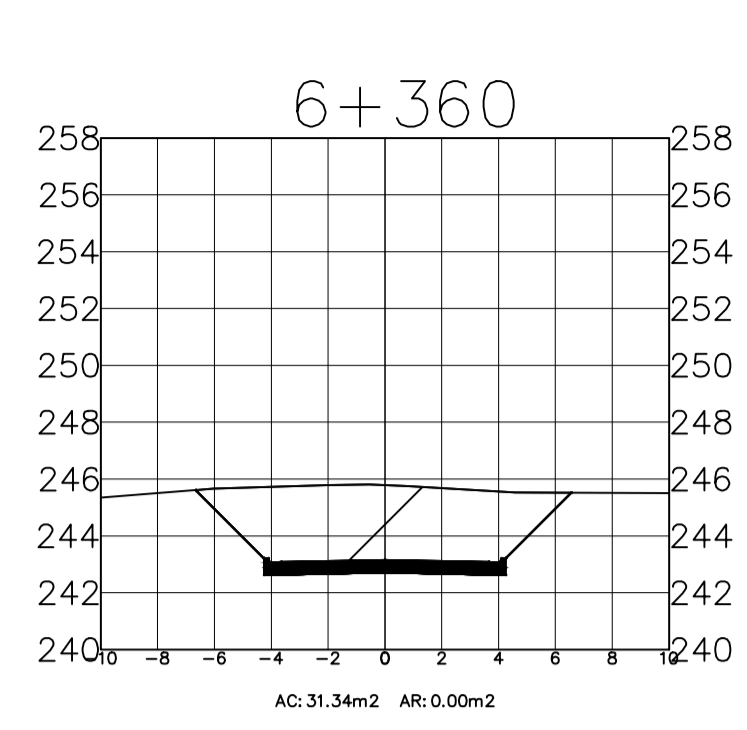
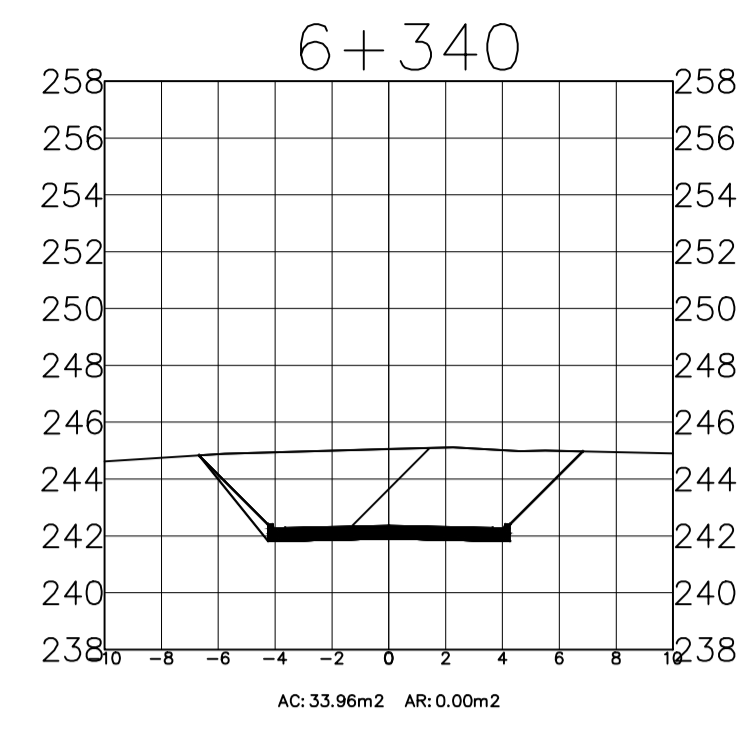
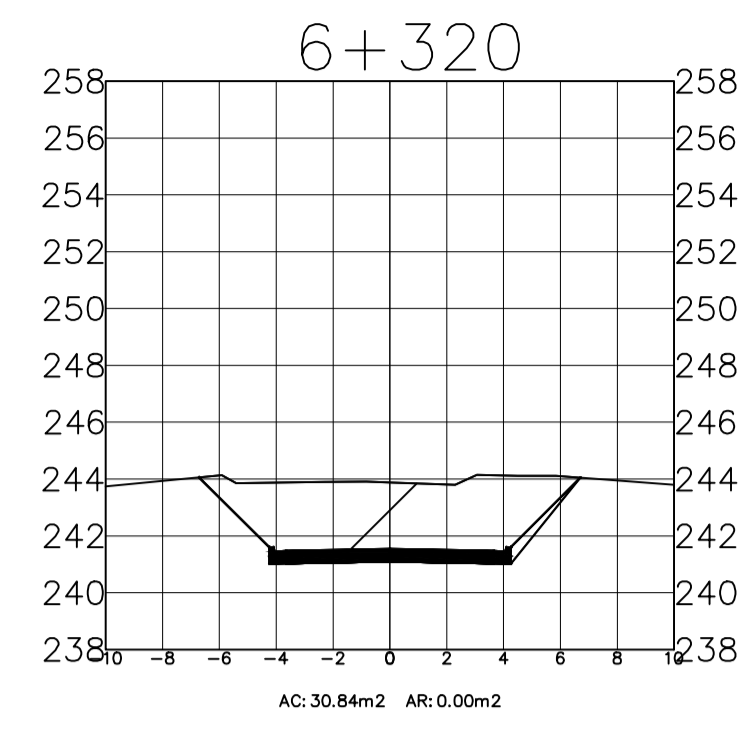
<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b>					
<b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA</b>					
<b>INGENIERIA CIVIL</b>					
	PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO DEL PAVIMENTO Y LAS OBRAS DE ARTE DE LA VÍA REDUCTIVA ESTEREO FONDO DESDE LA ABCISA 1+400 HASTA LA ABCISA 6+98				10
	CONTIENE: SECCION TRANSVERSAL				HOJA 05 DE 05
CLASE	LONGITUD	ESTUDIO	PROVINCIA	FECHA	ESCALA
III	1° DDMETROS	DEFINITIVO	ESOTOPAXI	SENI	1:1000
DISEÑADO: EDD. SANTIAGO TORRES				DISEÑADO: EDD. SANTIAGO TORRES	
TITULO:				TITULO:	
EDD. SANTIAGO TORRES				ING. FREDSON HERRERA	



		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA</b> <b>INGENIERIA CIVIL</b>	
		PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO DEL PAVIMENTO Y LAS OBRAS DE ARTE DE LA VÍA PEDIJUCHA - ESTEREO BONDO DESDE LA ABSCISA 1+400 HASTA LA ABSCISA 6+98	HOJA 05 DE 05
CONTENIDO: SECCION TRANSVERSAL		ESCALA: 1:200 FECHA: ENERO 2021	
CLASE: III	LONGITUD: 1+000METROS	ESTUDIO: DEFINITIVO	PROVINCIA: SORIANO MUNICIPIO: SAN BARTOLOME
DISEÑO: EMBU, SANTIAGO TORRES		TITULO: ING. FIGUEROA-MOREIRA	



		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA</b> <b>INGENIERIA CIVIL</b>		<b>14</b>	
		<b>PROYECTO:</b> DISEÑO GEOMÉTRICO DEL PAVIMENTO Y LAS OBRAS DE ARTE DE LA VÍA PREDICITA-ESTERO HONDO DESDE LA ABCISA 3+400 HASTA LA ABCISA 6+300		<b>HOJA 05 DE 05</b>	
<b>CONTIENE:</b>		SECCION TRANSVERSAL		<b>ESCALA:</b> V: 1:250 H: 1:200	
<b>CLASE:</b> III	<b>LONJITUD:</b> 1° ODOMETRO	<b>ESTUDIO:</b> DEFINITIVO	<b>PROVINCIA:</b> COTACACHI	<b>PERIODO:</b> ENERO 2021	<b>DISEÑADO:</b> ING. SANTIAGO TORRES
<b>DISEÑADO:</b> ING. SANTIAGO TORRES		<b>TITULO:</b> ING. FREGSON MOREIRA			



		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA</b> <b>INGENIERIA CIVIL</b>			
		PROYECTO: DISEÑO ECONOMICO DEL PAVIMENTO Y LAS OBRAS DE ARTE DE LA VÍA PREDICITA-ESTERO HONDO DESDE LA ABSCISA 3+400 HASTA LA ABSCISA 6+380	HOJA 05 DE 05		
CONTENIDO: SECCION TRANSVERSAL	ESCALA: 1:250 FECHA: ENERO 2021			DISEÑADO: ING. FRANCISCO MORA	
CLASE: III	LONGITUD: 1° DODNETRO	ESTUDIO: DEFINITIVO	PROVINCIA: COTOPAXI	DISEÑADO: ING. FRANCISCO MORA	
DISEÑADO: ING. FRANCISCO MORA		TITULO: ING. FRANCISCO MORA			