



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA:

“Diseño geométrico de la vía que une los sectores Salache Tiobamba – E35 - Salache Grande, del cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi.”

Trabajo de titulación modalidad proyecto técnico, presentado previo a la obtención del título de Ingeniero Civil

Autor: Raúl Patricio Tucumbi Millingalli

Tutor: Ing. Milton Rodrigo Aldás Sánchez, PhD

AMBATO-ECUADOR

Junio 2025

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del proyecto técnico, previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil, con el tema: **“DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA QUE UNE LOS SECTORES SALACHE TIOBAMBA – E35 - SALACHE GRANDE, DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI.”**, elaborado por el estudiante Raúl Tucumbi, portador de la cédula de ciudadanía número 0504106840, 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, Julio 2025



.....

Ing. Milton Rodrigo Aldás Sánchez, PhD
C.C:1801628155
Tutor

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, **Raúl Patricio Tucumbi Millingalli**, con C.C: 0504106840 declaro que todos los contenidos y actividades expuestos en el desarrollo del presente proyecto técnico con el tema: **“DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA QUE UNE LOS SECTORES SALACHE TIOBAMBA – E35 - SALACHE GRANDE, DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI.”**, así como también los análisis estadísticos, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del proyecto técnico, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, julio 2025



Raúl Patricio Tucumbi Millingalli

C.C: 0504106840

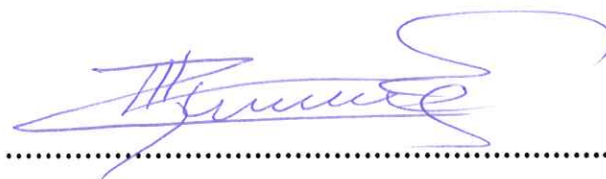
AUTOR

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, Julio 2025



Raúl Patricio Tucumbi Millingalli

C.C: 0504106840

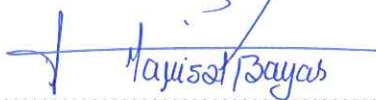
AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueben el informe del proyecto técnico, realizando por el estudiante **Raúl Patricio Tucumbi Millingalli**, de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: **“DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA QUE UNE LOS SECTORES SALACHE TIOBAMBA – E35 - SALACHE GRANDE, DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI.”**

Ambato, julio 2025

Para constancia firma:



Ing. Marisol Bayas Altamirano, Mg

C.C:180293905

MIEMBRO CALIFICADOR



Ing. Byron Cañizares Proaño, Mg

C.C: 1801857036

MIEMBRO CALIFICADOR

DEDICATORIA

A mi amada familia, mis pilares inquebrantables. Este logro es para ustedes. Su amor incondicional, su fe constante y sus incontables sacrificios fueron la fuerza que me impulsó en cada paso de este camino.

A mis hermanos y hermanas, por su compañía, su comprensión y por ser la alegría en mi vida.

A toda mi familia extendida, su cariño y su ejemplo han sido un valioso tesoro. Esta tesis es el reflejo de sus valores y el fruto de su amor inquebrantable. Gracias por ser mi inspiración y mi refugio. Este triunfo es nuestro.

Con el más profundo amor y eterna gratitud,

Raúl Patricio Tucumbi Millingalli

AGRADECIMIENTO

Agradezco infinitamente a Dios Todopoderoso, fuente de toda sabiduría y guía en mi camino. Su gracia y fortaleza me sostuvieron en cada etapa de este proyecto, iluminando mi entendimiento y brindándome la perseverancia necesaria para alcanzar esta meta.

A mis queridos hermanos Rodrigo, Carlos, Sara, por su apoyo incondicional y por compartir conmigo las alegrías y las dificultades de este trayecto. Su presencia en mi vida ha sido una fuente constante de motivación y alegría.

A mis entrañables amigos, quienes, con sus palabras de ánimo y su fe en mí, hicieron más ligero el peso de esta tarea. Su amistad ha sido un regalo invaluable en este camino.

A mis respetados profesores y mentores, especialmente al Ing. Milton Aldaz, por su guía experta, su paciencia y por compartir su invaluable conocimiento. Su orientación fue fundamental para la culminación exitosa de esta investigación.

A todos ustedes, con el corazón lleno de agradecimiento, *Raúl*

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDO

PORTADA.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	v
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDO	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	x
SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS	xi
RESUMEN EJECUTIVO	xii
ABSTRACT.....	xiii
CAPITULO I.- MARCO TEÓRICO	1
I. JUSTIFICACIÓN	1
II. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	1
III. OBJETIVOS	6
A. OBJETIVO GENERAL	6
B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6
CAPITULO II METODOLOGÍA.....	7
I. EQUIPOS Y MATERIALES	7
II. METODOS	8
A. PRIMERA FASE.....	8
B. SEGUNDA FASE	26
C. TERCERA FASE	54
CAPITULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	55
I. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	55
A. PRIMERA FASE.....	55
B. SEGUNDA FASE	68
C. TERCERA FASE	82

CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	84
I. CONCLUSIONES	84
II. RECOMENDACIONES	86
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	87

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 . Ubicación del Proyecto	9
Fig. 2 Levantamiento Topográfico con RTK	10
Fig. 3. Punto de Conteo Vehicular (Sector Salache Tiobamba)	11
Fig. 4.Formato de Conteo Vehicular	12
Fig. 5. Excavación y extracción de muestras de suelo	18
Fig. 6. Contenido de Humedad	19
Fig. 7. Muestra en la tamizadora eléctrica	20
Fig. 8 Ensayo Límite Líquido	21
Fig. 9. Límite plástico muestra.....	22
Fig. 10. Proctor Modificado Tipo B.....	24
Fig. 11. Ensayo de la muestra en la máquina de CBR	25
Fig. 12. Diagrama de Curva Circular Simple MTOP 2003.....	31
Fig. 13. Curva de transición MTOP 2003	33
Fig. 14. Nomograma Coeficiente Estructural A1	51
Fig. 15. Nomograma coeficiente estructural a2	51
Fig. 16. Nomograma Coeficiente estructural a3	52
Fig. 17. Espesores de Capa	53
Fig. 18. Software ingenieril diseño de pavimento	53
Fig. 19. Comportamiento diario del flujo vehicular.....	56
Fig. 20. Comportamiento vehicular diario	57
Fig. 21. Composición Vehicular.....	57
Fig. 22. Consumo Combustible Cotopaxi	59
Fig. 23. Tpda por vehículo	60
Fig. 24. Sección Típica.....	74
Fig. 25. Detalle Cuneta.....	75
Fig. 26. Valor de CBR de diseño	77
Fig. 27. Valor del número estructural.....	79

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA I CONSUMO COMBUSTIBLE COTOPAXI.....	14
TABLA II TASA DE CRECIMIENTO ANUAL DE TRÁFICO [14]	16
TABLA III NOMENCLATURA PARA SUELOS FINOS Y GRUESOS[23].....	20
TABLA IV CLASIFICACIÓN DE ACUERDO AL CBR[31]	25
TABLA V CLASIFICACIÓN DE CARRETERAS EN FUNCIÓN TPDA[11]	26
TABLA VI VELOCIDAD DE DISEÑO KM/H	27
TABLA VII RELACIONES ENTRE VELOCIDAD Y CIRCULACIÓN Y DE DISEÑO	28
TABLA VIII RADIOS MÍNIMOS DE CURVAS EN FUNCIÓN DEL PERALTE "E" Y DEL COEFICIENTE DE FRICCIÓN LATERAL "F"	30
TABLA IX LONGITUD ESPIRAL RECOMENDADA[11]	33
TABLA X DISTANCIA DE PARADA RECOMENDADA[11]	34
TABLA XI DISTANCIA DE REVASAMIENTO [11]	35
TABLA XII PERALTE RECOMENDADO [11].....	36
TABLA XIII CARACTERÍSTICAS DEL TIPO DE VEHÍCULOS[3].....	37
TABLA XIV VALORES DE DISEÑO GRADIENTES LONGITUDINALES MÁXIMAS [11]	38
TABLA XV LA GRADIENTE Y LONGITUD MÁXIMAS[11]	39
TABLA XVI CURVAS VERTICALES CONVEXAS MINIMAS.....	40
TABLA XVII CURVAS VERTICALES CONCAVAS MINIMAS	40
TABLA XVIII PENDIENTES MÁXIMAS[3]	41
TABLA XIX ANCHO CALZADA[11]	42
TABLA XX VALORES DE DISEÑO PARA EL ANCHO DE ESPALDONES[11]	43
TABLA XXI SUPERFICIE DE RODADURA [11]	44
TABLA XXII VALORES DE TALUD EN CORTE[11]	44
TABLA XXIII VALORES DE TALUD EN RELLENO[11].....	45
TABLA XXIV PERIODO DE DISEÑO EN FUNCIÓN DEL TIPO DE CARRETERA[11]	46
TABLA XXV FACTOR DE DAÑO POR TIPO DE VEHÍCULO	46
TABLA XXVI FACTOR DE DISTRIBUCIÓN POR DIRECCIÓN[33].....	47
TABLA XXVII FACTOR DE DISTRIBUCIÓN POR CARRIL[33]	47
TABLA XXVIII PERCENTIL DE DISEÑO[33]	47
TABLA XXIX NIVEL DE CONFIABILIDAD[33].....	48
TABLA XXX VALORES DE DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL[33]	48
TABLA XXXI VALORES DE (Pf) [33]	49
TABLA XXXII CAPACIDAD DE DRENAJE[33].....	52
TABLA XXXIII COORDENADAS DE LA UBICACIÓN DEL PROYECTO.....	55
TABLA XXXIV TPDA ACTUAL POR VEHICULO	60
TABLA XXXV TASA DE CRECIMIENTO ANUAL DE TRÁFICO (%).....	62
TABLA XXXVI TASA DE CRECIMIENTO VEHICULAR.....	62

TABLA XXXVII COORDENAS DEL LAS CALICATAS	64
TABLA XXXVIII CONTENIDO DE HUMEDAD DE LAS MUESTRAS	65
TABLA XXXIX ENSAYO DE GRANULOMETRÍA.....	65
TABLA XL LÍMITES DE ATTERBEG	66
TABLA XLI ENSAYO PROCTOR MODIFICADO TIPO B	66
TABLA XLII VALORES DEL ENSAYO CBR.....	67
TABLA XLIII CURVAS VERTICALES CONVEXA.....	72
TABLA XLIV CURVAS VERTICALES CONVEXA	73
TABLA XLV FACTORES DE DAÑOS ASIGNADOS	77
TABLA XLVI DATOS DEL DISEÑO DE PAVIMENTO.....	80
TABLA XLVII ESPESORES DE LAS CAPAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE ...	81
TABLA XLVIII PRESUPUESTO REFERENCIAL	82

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. FOTOGRAFÍAS	90
ANEXO 2 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	94
ANEXO 3. CONTEO FLUJO VEHICULAR	106
ANEXO 4. ENSAYO DE SUELOS	123
ANEXO 5. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	149
ANEXO 6. PLANOS	168

SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

AASTHO: Asociación Estadounidense de funcionarios de Carretera y Transporte

ADB: Banco Asiático de Desarrollo

ASTM: American Society for Testing and Materials

CAMICON: Cámara de la Industria de la Construcción

INEN: Servicio Ecuatoriano de Normalización

IPCO: Índice de Precios de la Construcción

MTOP: Ministerio de Transporte de Obras Publica

NEVI: Norma Ecuatoriana Vial

RTK: Real-Time Kinematic

TPAD: Tráfico Promedio Diario Anual

TPADf: Tráfico Promedio Diario Anual Futuro

UTM: Universal Transverse Mercator

Gc: Grado de Curvatura

R: Radio de Curvatura

Lc: Longitud de la Curva

T: Tangente de Curva

E: External M: Ordenada Media

C: Cuerda

CL: Cuerda Larga

e: Peralte

dv: Distancia de Visibilidad

dp: Distancia de Parad

RESUMEN EJECUTIVO

En este proyecto técnico se enfoca en realizar una propuesta para el diseño geométrico de la vía que une los sectores denominados Salache Tiobamba, Salache grande y la Panamericana E35. La justificación de esta intervención radica en la absoluta necesidad de una infraestructura vial óptima, diseñada y ejecutada conforme a las normativas técnicas vigentes, la cual es un factor crítico para el desarrollo socioeconómico sostenido y la seguridad operativa.

Con este fin se realizó la visita in situ del proyecto para poder realizar el levantamiento topográfico con equipos de alta precisión GNSS RTK, un conteo vehicular denominado TPDA y además se excavo calicatas para sacar las muestras de suelo y poder determinar las propiedades en el laboratorio. También se realizó el diseño geométrico de la vía siguiendo las normativas MTOP Y NEVI 12 actuales que nos da los parámetros técnicos de la alineación horizontal, vertical y secciones transversales, Posteriormente con investigaciones cuantitativas y cualitativas se realizó el presupuesto referencial.

Al analizar los resultados se pudo determinar la carretera Tipo III, relieve ondulado y el suelo que prevalece a lo largo del tramo 1 y 2 es un suelo arena limosa, el cual la subrasante varía entre regular, buena y excelente que son aspectos favorables para la diseño y construcción de vías. La estructura del pavimento se conforma por una subbase de 20cm, una base de 15cm y la carpeta asfalta de 5 cm. Finalmente se calculó el presupuesto referencial de \$412,795.24 en base a un desglose de todas las actividades a realizarse durante la construcción del proyecto.

PALABRAS CLAVE: DISEÑO GEOMÉTRICO, LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO, TPDA, ESTUDIO DE SUELOS

ABSTRACT

This technical project focuses on making a proposal for the geometric design of the road that connects the sectors called Salcahe Tiobamba, Salache grande and the Pan-American Highway E35. The justification for this intervention lies in the absolute need for an optimal road infrastructure, designed and executed in accordance with current technical regulations, which is a critical factor for sustained socioeconomic development and operational safety.

To this end, an on-site visit to the project was made in order to carry out the topographic survey with high-precision GNSS RTK equipment, a vehicle count called TPDA, and also to excavate soil samples to determine the properties in the laboratory. The geometric design of the road was also carried out following the current MTOP and NEVI 12 regulations, which give us the technical parameters of the horizontal and vertical alignment and cross-sections.

Upon analyzing the results, it was possible to determine the Type III road, undulating relief and the prevailing soil along sections 1 and 2 is a silty sandy soil, whose subgrade varies between regular, good and excellent, which are favorable aspects for road design and construction. The pavement structure consists of a 20 cm subbase, a 15 cm base and a 5 cm asphalt layer. Finally, a reference budget of \$412,795.24 was calculated based on a breakdown of all the activities to be carried out during the construction of the project.

Keywords: Geometric design, topographic survey, TPDA, soil study, budget.

CAPITULO I.- MARCO TEÓRICO

En este capítulo se analiza el diseño geométrico vial es un pilar fundamental en la ingeniería civil, ya que moldea la forma y las dimensiones de las carreteras, calles y caminos. Su correcta aplicación es crucial para garantizar la seguridad vial, la eficiencia del tráfico y la comodidad de los conductores y peatones. Un diseño adecuado es fundamental ya que además de reducir los riesgos de accidentes y la congestión vehicular, permite optimizar el rubro de construcción y mantenimiento en un período a largo plazo, y permite tener un adecuado flujo vehicular y el desarrollo socioeconómico de las regiones al facilitar un transporte fluido y seguro.

I. JUSTIFICACIÓN

El diseño geométrico de la vía que conecta los sectores Salache Tiobamba con la E35-Salache Grande, en el cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, es una necesidad imperante que trasciende la mera construcción de una carretera. Esta intervención es fundamental para abordar problemas críticos de seguridad vial, mejorar la eficiencia del transporte y fomentar el desarrollo socioeconómico de las comunidades aledañas. Actualmente, la condición de esta vía, si no es óptima, puede presentar tramos con trazados deficientes, radios de curvatura inadecuados, pendientes excesivas o visibilidad limitada, lo que se traduce directamente en un riesgo elevado de accidentes de tránsito. Un diseño geométrico actualizado y normativo permitirá corregir estas deficiencias, garantizando una circulación más segura para vehículos y peatones, y reduciendo significativamente la probabilidad de siniestros

II. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

El estudio de la seguridad vial en América Latina y el Caribe revela que la infraestructura vial es un factor crítico en la prevención de accidentes y la mitigación de sus consecuencias. Al tener ya estudios previos una adecuada intervención como analizar la seguridad vial, el diseño geométrico con especificaciones técnicas

adecuadas en sectores que tienen un alto índice de accidentes y también mejorando la señalética vertical son factores que permiten disminuir los accidentes. En consecuencia, la inversión en infraestructura vial segura y bien diseñada, respaldada por prácticas basadas en evidencia, se presenta como una estrategia fundamental para disminuir los accidentes de tráfico y mejora el flujo vehicular para los usuarios que circulan a diario[1]

El análisis de la infraestructura vial en América Latina y el Caribe revela su estrecha vinculación con el desarrollo económico, medido a través del Producto Interno Bruto (PIB). Los estudios demuestran que la extensión de la red de carreteras, particularmente la red primaria, tiene una correlación positiva significativa con el PIB de los países de la región. Sin embargo, el desarrollo de esta infraestructura está condicionado por factores geográficos y demográficos, como la superficie territorial y la distribución de la población, que imponen limitaciones en su expansión[2]

La geografía en la provincia de Cotopaxi, como gran parte de la región Sierra Ecuatoriana, tiene ciertas limitaciones en lo que respecta al diseño y a la ejecución de una obra vial. Factores como la topografía variable (que puede incluir terrenos montañosos y pendientes pronunciadas), la alta pluviosidad, la actividad sísmica y la presencia de fenómenos naturales como deslizamientos, aluviones y erupciones volcánicas (dado la presencia del volcán Cotopaxi) representan riesgos constantes para la estabilidad y funcionalidad de las vías[3]

En este contexto, es de vital importancia la aplicación de normas y especificaciones técnicas rigurosas, como las establecidas en la Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12, para el diseño, construcción y mantenimiento de las carreteras. Estas normas buscan garantizar la seguridad, durabilidad y eficiencia de las vías, así como mitigar los impactos negativos de la geografía en la infraestructura vial y asegurar la conectividad y el desarrollo socioeconómico de la región[3]

La inversión en infraestructura vial es un componente fundamental para impulsar el crecimiento económico y mejorar la competitividad de los países, facilitando el comercio, reduciendo los costos de transporte y conectando a las poblaciones, lo cual tiene un impacto positivo en la productividad y en la integración de los diferentes

sectores de la economía; un dato clave es que el kilometraje de la red de carreteras muestra una alta relación estadística con el nivel económico, medido por medio del Producto Interno Bruto (PIB) en América Latina y el Caribe, donde las limitaciones de la red están relacionadas con la superficie territorial y la demografía de los países; además, en Ecuador, la investigación evidenció un incremento considerable del gasto público en infraestructura del año 2000 a 2017, esencialmente debido al incremento de los ingresos percibidos por el Estado, rubros que han sido direccionados a potenciar al sector no petrolero como vialidad, educación, salud turismo y los servicios conllevando a la inserción de los diferentes sectores de la economía, todos estos sectores incidieron de manera positiva el crecimiento económico del país entre 2000-2017 [4]

La problemática de los siniestros de tránsito en la vía Panamericana E35, sector Alausí, mediante un enfoque en el diseño geométrico de la vía, proponiendo alternas para reducir los accidentes que registraron un aumento significativo durante los últimos[5].Una de la alternativa de solución basada en el rediseño geométrico de la vía, incluyendo la implementación de espirales de transición y la mejora de la señalización vertical y horizontal, con el objetivo de reducir los siniestros y mejorar la seguridad vial en el sector analizado[5]

El manual NEVI-12 subraya la relevancia crítica de una caracterización geotécnica exhaustiva del suelo para cualquier proyecto vial. Esta caracterización no solo implica la identificación y clasificación precisa de los tipos de suelo mediante sistemas estandarizados como AASHTO o SUSCS, sino también la rigurosa determinación de sus propiedades físicas y mecánicas clave, incluyendo Contenido de Humedad, Granulometría, Proctor Modificado y CBR. La integración de estos estudios detallados es, por lo tanto, indispensable para la definición de parámetros de diseño apropiados y la selección de los tratamientos constructivos necesarios, garantizando así la estabilidad y durabilidad de la infraestructura vial [3].

El comportamiento de los pavimentos flexibles se presenta como un fenómeno de alta complejidad, donde interactúan múltiples factores que dificultan la formulación de un modelo único y universalmente aplicable. Las propiedades mecánicas de los materiales de los agregados que conforman las capas inferiores del pavimento (subrasante, subbase y base) juegan un papel crucial en la respuesta estructural del

conjunto, influyendo en su capacidad para soportar las cargas del tránsito y resistir las deformaciones. A estas características intrínsecas del material, se suman los efectos dinámicos y repetitivos de las cargas vehiculares, que generan tensiones y deformaciones que pueden conducir al deterioro del pavimento con el tiempo [6]

La comparación de diferentes metodologías de diseño (UNAM, España, Instituto del Asfalto, AASHTO) evidencia discrepancias significativas en los resultados, particularmente en situaciones de tránsito elevado, donde las demandas sobre la estructura del pavimento son mayores. En este contexto, se subraya la importancia de considerar no solo los costos iniciales de construcción, sino también los costos a largo plazo asociados a la operación y conservación del pavimento. La inversión en la construcción de pavimentos de alta calidad, diseñados para resistir las cargas de tránsito y las condiciones ambientales, y que permitan futuras intervenciones de refuerzo, se presenta como una estrategia económicamente viable a largo plazo, en contraposición a la construcción de pavimentos de baja calidad que requieren reconstrucciones frecuentes y generan mayores costos de operación para los usuarios [6]

El diseño geométrico de una vía es de suma importancia ya que la geometría de la vía afecta de manera significativa el flujo del tráfico, la seguridad y la eficiencia del transporte. El diseño geométrico es un factor clave en la seguridad vial. Es importante destacar que los accidentes van ligados directamente al diseño ya que si esto está mal el conductor se ve afectado al momento de su circulación. [7]

Además, un diseño geométrico adecuado es clave para la eficiencia del tránsito, al mejorar la capacidad de los usuarios para gestionar el flujo vehicular de manera segura y fluida. Aspectos como la alineación horizontal y vertical, las curvas y las pendientes son determinantes para garantizar que la relación volumen/capacidad se mantenga dentro de los niveles adecuados[8]. También, el diseño geométrico debe considerar las características de operación de los vehículos, ya que los diferentes tamaños y pesos de los vehículos influyen en el tránsito [9]

El propósito principal por lo cual es realizar un diseño geométrico que tenga los aspectos técnicos óptimos para una vía segura y eficiente, el cual permitirá unir los sectores de Salache Tiobamba, - Salache Grande- E35. Un diseño óptimo facilitará

viajes más cómodos y rápidos, además de aumentar la seguridad para todos los usuarios. Esta obra no solo beneficiará a los habitantes de la zona, sino que también optimizará el circuito vial desde Latacunga hacia la carretera E35, ofreciendo rutas alternativas cruciales para el transporte de carga y pasajeros. Para que estos beneficios se materialicen, es indispensable un diseño geométrico de la carretera que cumpla con los estándares técnicos más rigurosos.

III. OBJETIVOS

A. OBJETIVO GENERAL

Realizar el diseño geométrico que une los sectores Salache Tiobamba-E35-Salache grande, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi.

B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Realizar un levantamiento topográfico, estudio de tráfico y estudio de suelo de la vía Salache Tiobamba-E35-Salache Grande

Elaborar un diseño geométrico óptimo que cumplan todos los requisitos técnicos del sector.

Proponer un estudio económico detallado de la vía Salache Tiobamba-E35-Salache Grande

CAPITULO II METODOLOGÍA

En el Capítulo II, se explica la estructura de este proyecto técnico, el cual se organizó en tres fases distintas. Cada una de estas fases se enfocó en alcanzar una meta específica, utilizando un enfoque metodológico cuantitativo. En la primera fase las actividades que realizaron fueron reconocimiento in situ del área del proyecto. Conteo Vehicular (TPDA). También se procederá a sacar muestras de suelos del proyecto para análisis en el laboratorio. Segunda Fase, se realizó el Diseño geometría de la vía y el diseño estructural del pavimento flexible posteriormente en la fase 3 se realizó el análisis del presupuesto referencial del proyecto

Seguidamente, se detallarán el procedimiento, las metodologías y los recursos utilizados en cada fase

I. EQUIPOS Y MATERIALES

Los materiales que se utilizaron para realizar el presente proyecto fueron los siguientes:

Para la primera fase se realizó el levantamiento topográfico mediante GNSS RTK (Sfaira ONE PLUS) cabe mencionar que estos equipos nos permiten garantizar la obtención de los resultados con respecto al levantamiento de la vía.

Para el análisis del tráfico vehicular (TPDA) se realizó un conteo manual y también se utilizó una cámara fija (Axis) colocada en un sector estratégico, el cual grabo las 24 horas del día, desde el lunes a domingo, luego se procedió a realizar el conteo manual revisando de la grabación de la cámara fija. En lo respecto a la extracción de muestras se utilizó herramientas menores (pala, pico barra, lonas). El análisis de las propiedades físicas y mecánicas del suelo se realizó en el laboratorio de la universidad donde utilizó para el contenido de humedad recipientes de aluminio de y la balanza de marca Shimadzu, que nos da valores altamente precisos y el horno eléctrico para el secado de marca Memmert. En el ensayo granulométrico se utilizó la tamizadora eléctrica (Controls-D407) y el juego de tamices.

Para la realización del ensayo de límites de Atterberg, específicamente para determinar el límite líquido y el límite plástico, se empleó la copa de Casagrande (modelo

Humboldt-H4226) junto con utensilios básicos como un mortero de porcelana, una espátula, un ranurador, una placa de vidrio y recipientes metálicos. El proceso de secado requirió el uso de un horno (Memmert) a una temperatura de 110 °C.

El ensayo Proctor modificado se realizó mediante el uso de moldes cilíndricos de 6 pulgadas con su respectivo collarín, retorta y el martillo de 10 lb. Para el ensayo del CBR se utilizaron los mismos materiales, pero en este ensayo utilizamos prensa CBR (Multispedd-Humboldt)

En la segunda fase se usó las diferentes normativas que rigen el Ecuador como son las: Normas del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP), Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12, el cual se aplicó un método cualitativo para analizar los datos obtenidos. Posteriormente se utilizaron los softwares de Ingeniería como CIVIL 3D Y AUTOCAD de Autodesk versión estudiantil. Para el diseño de la estructura del pavimento se realizó mediante la norma AASHTO 93

En la Fase tres el presupuesto referencial del proyecto se realizó mediante el programa Excel de Microsoft Office.

II. METODOS

Tal como se mencionó previamente, el desarrollo del presente proyecto de investigación se articula en torno a una estructura de tres fases principales, precedidas por una etapa preliminar. Esta organización secuencial y bien definida resulta fundamental para asegurar la correcta ejecución de cada actividad y, por consiguiente, el cumplimiento efectivo de todos los objetivos que se han establecido en este trabajo de titulación. A continuación, se procederá a detallar minuciosamente cada una de estas fases, exponiendo sus propósitos específicos, las metodologías implementadas y las tareas concretas que se llevaron a cabo en cada una de ellas. Esta descripción permitirá comprender en profundidad la lógica y el flujo del proyecto, así como la contribución de cada fase al logro de los resultados finales esperados.

A. PRIMERA FASE

Localización del proyecto

La fase preliminar del proyecto se centró en la localización geográfica específica de la intervención. El proyecto se desarrollará en el cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, en una zona rural situada al sur oeste de la ciudad de Latacunga en el cual se hizo una vista in situ para conocer el punto de partida de vía que empieza en el sector denominado Salache Tiobamba en el cual se observa una vía de empedrada en todo su recorrido a Salache Grande y posteriormente terminando el recorrido de la vía denominada E35. En cuanto a pendiente no se observa pendientes pronunciadas también se puede observar que sector se decía a la agricultura y ganadería.

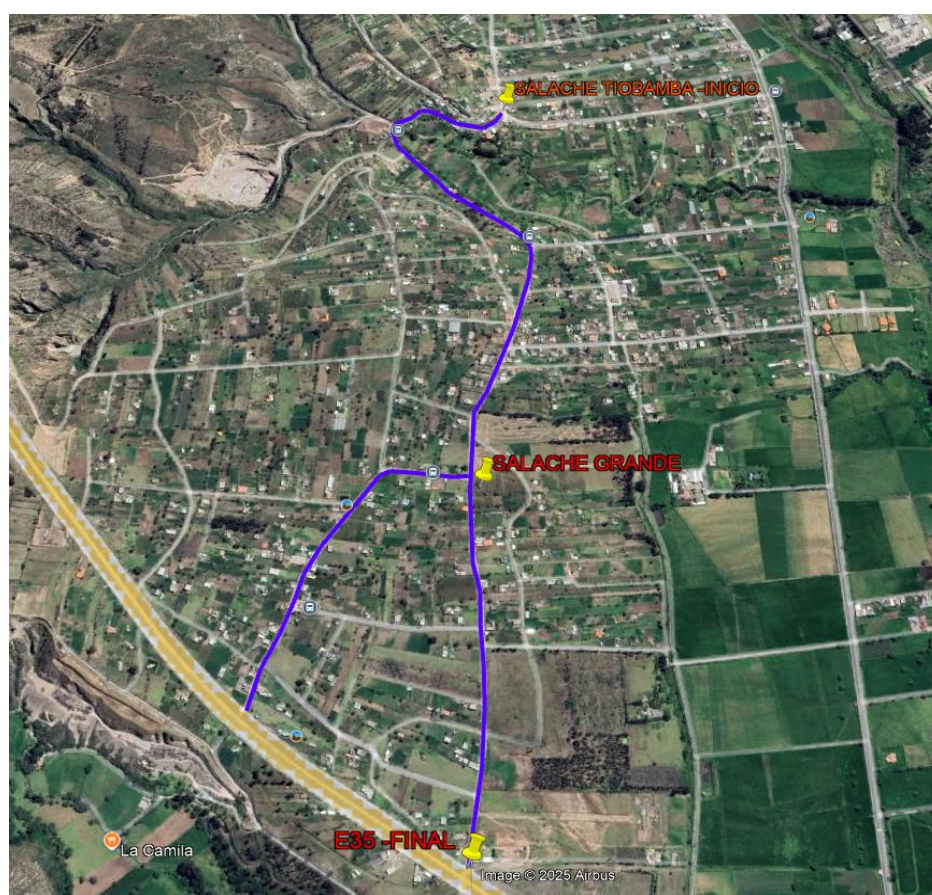


Fig. 1 . Ubicación del Proyecto

1 Levantamiento Topográfico

Para el proceso de levantamiento topográfico se realizó la delimitación del proyecto mediante el Google Earth. Observamos el sector que abarca nuestro proyecto y empezamos con el levantamiento el cual lo primero definimos una zona segura y estratégica para la colocación de la base GNSS (RTK) en un punto medio de la vía

para poder cubrir el levantamiento de toda la vía. Una vez configurado los sistemas de coordinas en la base se conectó al Rover.

Seguidamente se toma la altura referencial del Rover y se coloca el dato en la base. Configurado la base procedemos a crear nuevo proyecto para la toma de puntos de nuestro proyecto, empezamos el levantamiento en el sector denominado Salache Tiobamba antes de empezar a coger los puntos se utilizó chalecos reflectivos para seguridad nuestra y de los vehículos que circulan por la vía.

La toma de puntos se realizó de la siguiente manera un punto en el eje central de la vía y 2 más a cada filo de la vía. Luego de esto se toma los puntos para la franja de 5 a 10 m dependiendo de la zona si era accesible se realizó este proceso tanto para tramo 1 de la vía y el tramo 2. Debemos tomar cuenta que el Rover debe estar a menos de 30 m de lo que nuestra Tablet para tomar los puntos y también mantener a 90 grados evitar desconexiones con la base.

Una vez terminado el levantamiento de los puntos se procede a guardar automáticamente los puntos de nuestro proyecto de la base del GNSS (RTK). De esta manera finalizado de manera precisa y efectiva el levantamiento de nuestro proyecto.



Fig. 2 Levantamiento Topográfico con RTK

2 Estudio de tráfico

El Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) constituye un indicador esencial dentro de la ingeniería de tráfico y la planificación del transporte, empleándose principalmente para el diseño y planificación de carreteras, donde su valor es determinante para establecer el número de carriles, las características del pavimento, el diseño geométrico (alineamientos horizontales y verticales) y la necesidad de soluciones a nivel o desnivel [10]

Dado que NEVI 12 es la Norma Ecuatoriana Vial, sus recomendaciones sobre el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) estarán enfocadas en las prácticas y estándares aceptados para el diseño, planificación y gestión de carreteras en Ecuador [3]

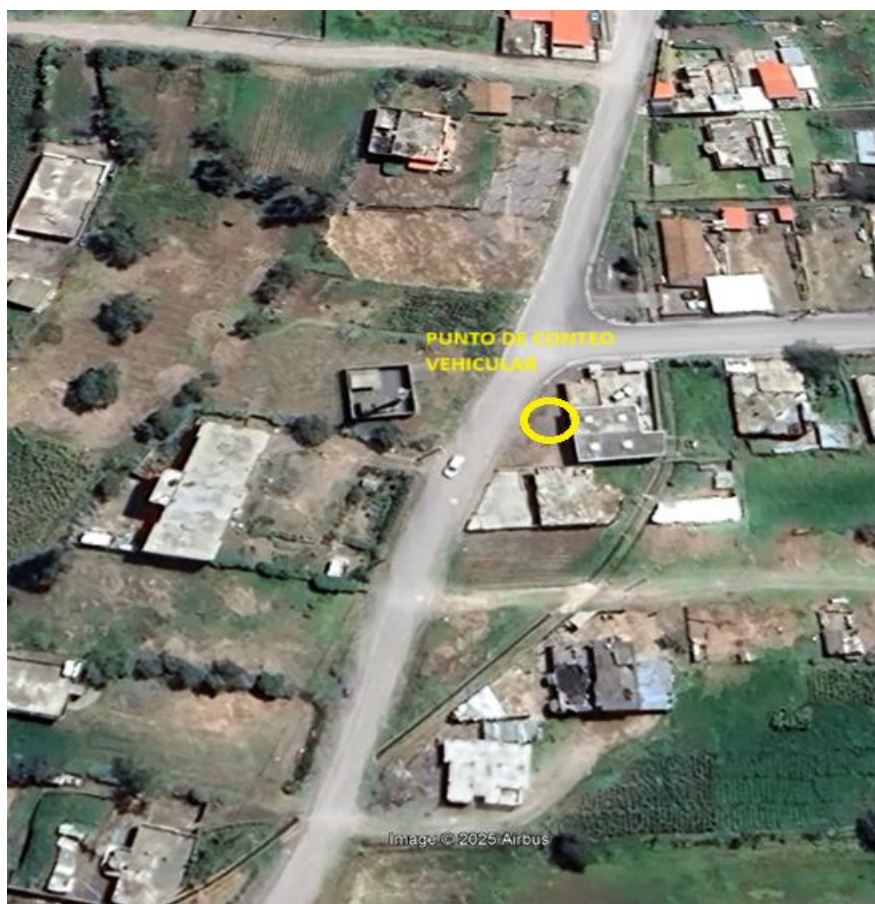


Fig. 3. Punto de Conteo Vehicular (Sector Salache Tiobamba)

En esta fase para el conteo del vehicular se tomó en cuentas las recomendaciones MOP 2003 Y NEVI-12. En el caso del proyecto se realizó de forma manual y

también mediante grabaciones durante 24 horas y los 7 días de la semana incluyendo sábados y domingos. Las mediciones se efectuaron en intervalos de quince minutos, con el objetivo de cumplir con las directrices estipuladas para poder clasificar el tipo de vehículo [11]

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO														
CONTAJE DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO														
PROYECTO:								SENTIDO:		ESTACIÓN Nº:		HOJA Nº:		
FECHA:								2 SENTIDOS						
RESPONSABLE:								UBICACIÓN:		CONTROL				
ESTADO DEL TIEMPO														
HORA	LIVIANOS			BUSES			CAMIONES			OTROS			TOTAL	POR ACUMULADO
	UTOMOVILE	CAMIONES y/o	MOTOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	LIVIANOS	MEDIANOS	TRES EJES	TRES EJES	NO EJES			
6:00-6:15														
6:15-6:30														
6:30-6:45														
6:45-7:00														
7:00-7:15														
7:15-7:30														
7:30-8:45														
7:45-8:00														
8:00-8:15														
8:15-8:30														
8:30-8:45														
8:45-9:00														
9:00-9:15														
9:15-9:30														
9:30-9:45														
9:45-10:00														
10:00-10:15														
10:15-10:30														
10:30-10:45														
10:45-11:00														
11:00-11:15														
11:15-11:30														
11:30-11:45														
11:45-12:00														
12:00-12:15														
12:15-12:30														
12:30-12:45														
12:45-13:00														
13:00-13:15														
13:15-13:30														
13:30-13:45														
13:45-14:00														
14:00-14:15														
14:15-14:30														
14:30-14:45														
14:45-15:00														
15:00-15:15														
15:15-15:30														
15:30-15:45														
15:45-16:00														
16:00-16:15														
16:15-16:30														
16:30-16:45														
16:45-17:00														
17:00-17:15														
17:15-17:30														
17:30-17:45														
17:45-18:00														
SUB TOTAL														
TOTAL														

Fig. 4.Formato de Conteo Vehicular

El Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) se establecerá mediante el análisis de datos de tráfico recolectados en momentos específicos, ajustados por factores que reflejan las fluctuaciones del tráfico a lo largo del tiempo

Para este caso se utilizó el método de factores para lo cual vamos a utilizar la tabla de combustible de las estadísticas hidro carburíferas donde podemos consultar el dato específicamente de la provincia que estemos desarrollando el proyecto. También se realizó una comparación con el método 30va hora donde se confirmó que los resultados no varían para este tipo de conteo vehicular [11]

A continuación, vamos a detallar el procedimiento para el TPDA

a) Tráfico Promedio Diario Anula (TPDA)

$$TPDA_{actual} = T_o * FH * FD * FS * FM$$

Donde:

TPDA: Tráfico promedio diario anual

To: Tráfico promedio diario observado en el periodo de 24 horas

FH: Factor horario obtenido de una estación maestra o principal

FD: Factor diario obtenido de una estación maestra o principal

FS: Factor semanal obtenido de una estación maestra o principal

FM: Factor mensual obtenido de una estación maestra o principal

Tráfico observado

Para su respectivo cálculo, se toma en consideración el cociente del total de vehículos observados sobre los días de conteo como se muestra en la siguiente fórmula:

$$T_o = \frac{\text{Total de vehículos}}{\text{Número de días de conteo}}$$

Los valores de FH, FD, FS se asume 1 ya que se realizó un conteo de 24 horas y 7 días

Factor Mensual (FM)

Este factor lo obtenemos del documento Estadísticas hidrocarbúricas en donde específicamente nos da el consumo de combustible en la Provincia de Cotopaxi tomando en cuenta del mes específico que se realizó el estudio.

TABLA I
CONSUMO COMBUSTIBLE COTOPAXI

MESES DEL AÑO	CONSUMO COMBUSTIBLE MENSUAL	NÚMERO DE DÍAS DE MESES	CONSUMO PROMEDIO DIARIO MENSUAL	FACTOR MENSUAL FM
ENERO	5260399	31	169691	1.11
FEBRERO	5112806	28	182601	1.03
MARZO	5718133	31	184456	1.02
ABRIL	5262801	30	175427	1.08
MAYO	5174219	31	166911	1.13
JUNIO	5757986	30	191933	0.98
JULIO	6164742	31	198863	0.95
AGOSTO	6060725	31	195508	0.97
SEPTIEMBRE	5995452	30	199849	0.94
OCTUBRE	5997106	31	193456	0.98
NOVIEMBRE	5958201	30	198607	0.95
DICIEMBRE	6400236	31	206460	0.91

Antes de obtener el (FM) se calculó el Consumo Promedio Diario Anual (CPDA).

$$CPDA = \frac{\text{Consumo de Combustible Total Anual}}{\text{Número de días del años}} \quad (1)$$

Seguidamente se calculó el Consumo Promedio Diario Mensual (CPDM).

$$CPDM = \frac{\text{Consumo de Combustible Mensual}}{\text{Número de días al mes}} \quad (2)$$

Y finalmente se obtuvo el factor mensual que es el cociente entre los dos consumos ya mencionados.

$$FM = \frac{CPDA}{CPDM} \quad (3)$$

Con dichos resultados ya se pudo calcular el TPDA actual.

b) Tráfico Promedio Diario Futuro (TPDAf)

A continuación, se calculó la proyección del Tráfico Futuro, para lo cual se empleó la siguiente ecuación:

$$TPDAf = TA + IT$$

Donde:

TPDAf: Tráfico Promedio Diario Anual Futuro

TA: Tráfico actual

IT: Incremento de tráfico

Tráfico Actual

Se refiere al volumen vehicular registrado directamente durante intervalos de tiempo definidos.

$$TA = TPDA + T_{at}$$

Donde:

TPDA: Tráfico Promedio Diario Anual

Tat: Tráfico atraído

Tráfico atraído

incremento en el flujo vehicular que se desplaza desde otras vías hacia la carretera analizada. Esta migración se origina por los beneficios que ofrece la vía mejorada y en funcionamiento, tales como la reducción en el tiempo de traslado, la disminución de la distancia transitada o la reducción de costos de transporte. Adicionalmente, este flujo inducido se estima en alrededor del 10% del tráfico existente [13].

$$T_{at} = 10\% * TPDA_{actual}$$

Incremento de Tráfico

Es la sumatoria entre el crecimiento normal de tráfico, tráfico generado y tráfico desarrollado como se muestra a continuación.

$$IT = CNT + Tg + Td$$

Donde:

CNT: Crecimiento Normal de Tráfico

Tg: Tráfico generado

Td: Tráfico desarrollado

Crecimiento Normal de Tráfico

Se fundamenta en el crecimiento exponencial del número de vehículos a lo largo del periodo de diseño, Para su respectivo cálculo, la normativa NEVI-12-MTOP nos proporciona la TABLA III, nos indica el factor de la tasa a de crecimiento de los a vehículos livianos, buses y pesados. Además, se utilizó un periodo de diseño que comprende desde el año actual 2024 hasta el 2044 equivalente a una proyección de 20 años (n), estos según la norma el cual es ideal para diseños, mejoras y mantenimientos viales [13].

TABLA II
TASA DE CRECIMIENTO ANUAL DE TRÁFICO [14]

Periodo	Livianos	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
2030-2035	3.25	1.62	1.58
2035-2040	3.25	1.62	1.58
2040-2045	3.25	1.62	1.58

$$CNT = TPDA_{actual} * (1 + \%r)^n - TPDA_{actual}$$

Donde:

r: porcentaje de crecimiento de tráfico

n: periodo de diseño (años de proyección)

Tráfico generado

Este concepto describe el aumento en los desplazamientos que se originarían a raíz de las mejoras implementadas en la vía. Este incremento potencial se estima entre un

5% y un 20% del tráfico existente; específicamente para este proyecto, se adoptó un valor del 20%, considerando las observaciones del tráfico realizadas en el sitio [13].

$$T_g = 20\% * TPDA_{actual}$$

Tráfico desarrollado

Este flujo de tráfico surge debido a la integración de nuevas zonas dedicadas a la producción o al incremento en la productividad de las tierras situadas en la zona de influencia de la carretera, representando un 5% del tráfico existente. [13].

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

Tráfico aproximado

Es la sumatoria entre el tráfico actual (TPDA) y los tráficos (atraído, generado, desarrollado).

$$TPDA_{aprox} = TPDA_{actual} + T_{at} + T_g + T_d$$

Método de la 3va hora

Es crucial determinar con exactitud el incremento del flujo de vehículos a lo largo del tiempo. Por lo tanto, bajo la normativa MTOP 2003 se recomienda el uso de este método de diseño. Para ello, se utilizan todos los enfoques utilizados en la fórmula y se calcula el tráfico actual existente basándose en el conteo manual del flujo existente en base a los días contados [11]

3 Estudio de suelo

Para esta fase se tomó en cuenta las recomendaciones que nos proporciona INEN 8686 [15]. El cual nos indica que para pozos de cielo abierto se debe tomar una profundidad de 1 m o al cambiar el tipo de suelo [16]

Se procedió a realizar una excavación de dimensiones aproximadas de 1 metro de ancho por 1 metro de largo y 1 metro de profundidad. Esta excavación se realizó con el fin de acceder al estrato de suelo deseado para la toma de muestra. Durante la excavación, se observó y registró visualmente las características generales del perfil del suelo expuesto, incluyendo posibles cambios de coloración o textura a diferentes profundidades dentro del metro excavado [17]

Una vez alcanzada la profundidad de 1 metro, y tras asegurarse de retirar cualquier material suelto que pudiera haber caído de niveles superiores, se procedió a la extracción de la muestra[18]. Se recolectó una cantidad aproximada de 50 kg de suelo alterado, procurando obtener material representativo de la profundidad objetivo. La extracción se realizó utilizando herramientas manuales limpias para evitar la contaminación de la muestra [19]

La muestra de suelo extraída fue colocada en recipientes adecuados y resistentes para su transporte y almacenamiento. Se tomo 4 muestras en total para el proyecto una al inicio, otro al medio tramo y finalmente una al final de la vía.



Fig. 5. Excavación y extracción de muestras de suelo

Ensayos de suelo en el laboratorio

Para el adecuado diseño geométrico de la vía es indispensable conocer las propiedades físicas y mecánicas del suelo ya que nos darán la información geotécnica necesaria para tomar en cuenta los parámetros necesarios para realizar un diseño optimo y duradero y económicamente viable.

a) Contenido de Humedad

Para este ensayo se utilizó las normas de la INEN 690 Y ASTM D2216, estas establecen el procedimiento de laboratorio para determinar la cantidad de agua presente en una muestra de suelo mediante el método del secado en horno [20]

Para calcular el contenido de humedad se realizó con 2 muestras por cada calicata y antes de meterlos al horno se tomó la medida de sus respectivos pesos y se procedió a dejarlos en el horno durante 24 horas. Una vez transcurrido el tiempo se procede a pesarlos nuevamente una vez calculado la diferencia de peso obtenemos el % de contenido de humedad de la muestra.

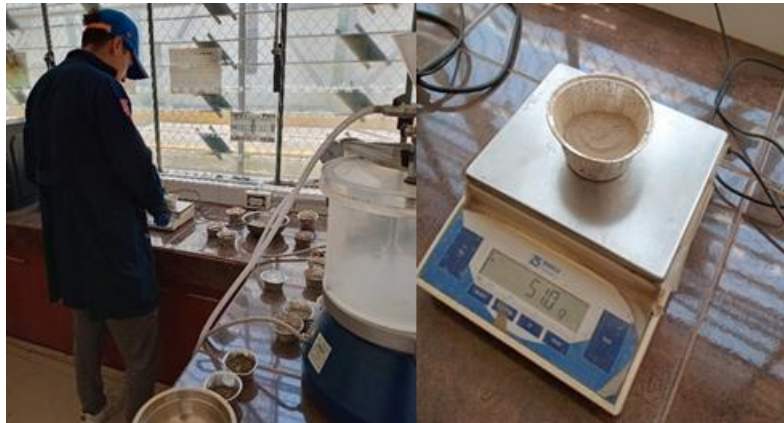


Fig. 6. Contenido de Humedad

b) Granulometría

Para este ensayo utilizamos la norma ASTM D422 en cual como objetivo principal es determinar el tipo de suelo que pertenece nuestro proyecto en donde además de utilizar los tamices específicos debemos contar con una muestra sustancial y tener en cuenta que la utilización de la tamizadora eléctrica con una velocidad recomendada 1000 rpm.[21]

Iniciamos secando la muestra en el horno aproximadamente 24 horas previos de realizar el ensayo. Una vez en el laboratorio pesamos 1000 gr del suelo. Acomodamos los tamices según las especificaciones ASTM 422 desde el tamiz #4, #8, #10, #16, #30, #40, #50, #60, #100, #200 y la base donde se recoge la muestra, procedemos a colocar la muestra en la tamizadora y lo realizamos entre 8 a 10 minutos. Finalizado ese tiempo procedemos a pesar el suelo retenido en cada tamiz y anotar en nuestras tablas para poder determinar % pasa en cada tamiz posteriormente.



Fig. 7. Muestra en la tamizadora eléctrica

Ecuador es un país que por su geografía y ubicación tiene diferentes tipos de suelos por lo que es importante conocer a que categoría pertenece como indica el Sistema Unificado de Clasificación del suelo [22]

TABLA III
NOMENCLATURA PARA SUELOS FINOS Y GRUESOS[23]

Símbolo	Descripción
G	Grava
S	Arena
O	Suelo Orgánico
P	Turba
M	Limo
C	Arcilla
W	Bien graduada
P	Mal graduada
L	Baja Compresibilidad
H	Alta compresibilidad

c) Límites de Atterberg

Los Límites de Atterberg son cruciales en el diseño geotécnico al caracterizar la plasticidad y consistencia de suelos finos (limos y arcillas). Permiten clasificarlos (SUCS, AASHTO), predecir su comportamiento (compresibilidad, permeabilidad, resistencia), y evaluar su susceptibilidad a cambios volumétricos. En esencia, los Límites de Atterberg proporcionan parámetros esenciales para un diseño geotécnico seguro, eficiente y adaptado a las propiedades del suelo local.

Límite líquido

Para poder realizar este ensayo se toma aproximadamente una muestra de 250 gr, se mezcla con agua hasta formar una pasta homogénea. Se coloca en la copa de Casagrande de manera homogénea, se ranura y empezamos a realizar los golpes contando hasta el momento en que la ranura se cierre 10mm.

Se repitió al menos tres veces variando la humedad (5-50 golpes). Posterior se determina el contenido de humedad de cada ensayo [20]. Se grafica humedad vs. El número de golpes. Para determinar en la gráfica del límite líquido realizamos una línea entrecortada hasta llegar al contenido humedad en los 25 golpes de la curva. Este procedimiento estandarizado (INEN 691), evalúa la consistencia del suelo fino a diferentes contenidos de agua.



Fig. 8 Ensayo Límite Líquido

Límite Plástico

Para este ensayo se utilizó la muestra obtenida por el tamiz #40, luego de eso se crea una masa homogénea para poder determinar el límite plástico según normas como la ASTM D4318 o la INEN 692 se determina tomando una pequeña porción de suelo y rodándola manualmente sobre una superficie no porosa hasta formar un hilo de aproximadamente 3 mm de diámetro (Anexo 2.7). Se realizan al menos tres determinaciones y se calcula el promedio de los contenidos de humedad obtenidos. El límite plástico (LP) corresponde al contenido de humedad crítico en el cual un suelo fino transición del estado plástico al estado semisólido, definiendo la frontera entre ambos estados de consistencia. Este parámetro indica la humedad mínima a la que el suelo todavía puede experimentar deformaciones permanentes bajo esfuerzos sin presentar fractura o fisura miento, es decir, conserva su capacidad de moldearse antes de perder plasticidad y volverse quebradizo[24]



Fig. 9. Límite plástico muestra

Índice de plasticidad

El índice de plasticidad constituye un parámetro fundamental en la ingeniería geotécnica, que cuantifica el intervalo de humedad dentro del cual un suelo exhibe propiedades plásticas. Este valor se obtiene restando el límite plástico (LP) al límite líquido (LL) del material, representando así la amplitud del rango de humedad donde el suelo mantiene su capacidad de deformarse sin fracturarse

$$IP = LL - LP$$

Donde:

L (Límite Líquido): LL (Límite Líquido): Corresponde al contenido de humedad en el que el suelo cambia de un comportamiento plástico a un comportamiento líquido

LP (Límite Plástico): Es el contenido de agua a partir del cual el suelo pasa de un estado semisólido a uno plástico

Los resultados obtenidos del ensayo granulométrico y los límites líquido y plástico permiten clasificar el suelo mediante los sistemas SUCS y AASHTO, cada uno con criterios específicos [25]

d) Proctor modificado

Es un ensayo de laboratorio normalizado AASHTO T180 que se utiliza para determinar la relación óptima entre el contenido de humedad y la densidad seca máxima que se puede alcanzar en un suelo mediante compactación [26]

El ensayo Proctor que se va utilizar es el modificado tipo B, también hay el estándar. La diferencia principal radica en la energía de compactación aplicada y el número de capas compactadas. En el ensayo Proctor estándar, el suelo se compacta en un molde mediante la aplicación de tres capas, cada una sometida a 25 o 56 golpes de un martillo que se eleva 30 cm y lo procedemos a dejar caer para que compacte el suelo. En cambio, el Modificado utiliza una mayor energía al elevar el martillo a 45 cm, manteniendo el mismo número de golpes, pero distribuyéndolos en cinco capas. En la construcción de carreteras, se prefiere el Proctor Modificado porque exige una mayor compactación en cada capa del pavimento, lo cual es esencial para resistir adecuadamente las cargas del tráfico [26]

Este ensayo lo realizamos de la siguiente manera primero se cogió una muestra de 6000 gr que fueron tamizados previamente en el tamiz # 4, hay que tomar en cuenta que la muestra debe estar completamente seca por lo cual días previos se dejó a la luz solar.

A cada muestra se agregó un porcentaje de agua y en cada proceso nuevo agregamos un 4% más de agua respectivamente. Realizamos una mezcla homogénea ayudándonos del palustre en una bandeja metálica, una vez terminado realizamos una división en 5 partes iguales de la muestra. Posteriormente en el molde armado con el collarín se comenzó a compactar cada capa con el martillo el número de golpes fueron 56 por cada capa [27]

Cuando terminamos la compactación retiramos el collarín y procedemos ir a pesar la muestra, hay que tomar en cuenta que antes de iniciar el proceso debemos tomar las medidas del molde que se esté utilizado. Seguidamente sacamos muestras del suelo para determinar el porcentaje de humedad las cuales fueron tomadas una del parte superior y otra de la parte inferior [28]

Este proceso fue repetitivo para cada uno de los porcentajes de agua que se fue aumentando.



Fig. 10. Proctor Modificado Tipo B

e) CBR (California Bearing Ratio)

Es un ensayo que nos indica el índice de resistencia a la penetración utilizado para evaluar la capacidad de soporte de un suelo o material granular utilizado en la construcción de pavimentos. Se determina mediante un ensayo de laboratorio (ASTM D1883, INEN u otras normas) donde se mide la resistencia de una muestra de suelo compactada a la penetración de un pistón de tamaño estándar [29]

Para este ensayo se determinó de la siguiente manera:

Primeramente, se debe tener en cuenta que la humedad optima la obtenemos del ensayo del Proctor Modificado con este dato nos vamos a guiar para realizar este ensayo. En la bandeja realizamos una mezcla con el porcentaje de agua obtenida en el ensayo Proctor ya que esta nos dio la humedad optima tener en cuenta que el suelo previamente debemos pasar por el tamiz # 4. Se procedió a compactar en el molde con un total de 5 capas por cada molde (Anexo 2.12). En este caso vamos utilizar 3 moldes, para cada número de golpes que son 11, 27 y 56, la compactación la realizamos con el martillo dejándola caer como nos indica la Norma [29]

Una vez finalizado la compactación procedemos a retirar el collarín y pesar las muestras de cada molde y la sumergimos en una bandeja llena de agua que cubra toda altura del molde durante 3 días como nos indica las normas establecidas (Anexo 2.13). Retiramos los moldes después de la saturación y procedemos a pesar nuevamente y luego de realizamos el ensayo de penetración en la máquina de CBR. Una vez finalizado el ensayo tomamos las muestras de cada molde en la parte superior e inferior para poder determinar el contenido de humedad [30]

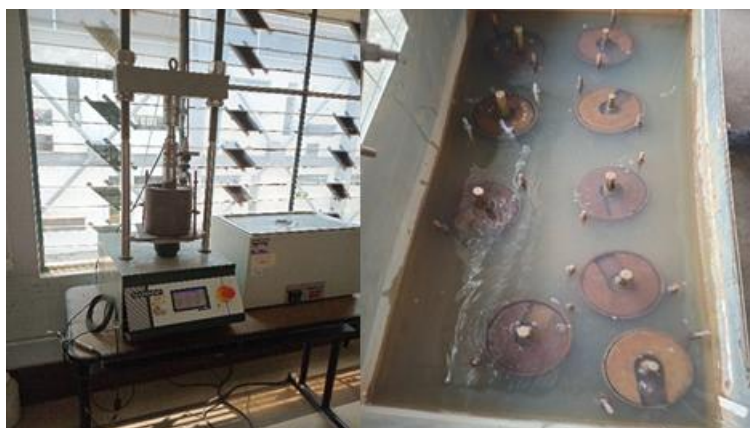


Fig. 11. Ensayo de la muestra en la máquina de CBR

TABLA IV
CLASIFICACIÓN DE ACUERDO AL CBR[31]

Valor CBR	Clasificación General	Usos
2 - 5	Muy Mala	Subrasante
5 - 8	Mala	Subrasante
8 - 20	Regular – Buena	Subrasante
20 - 30	Excelente	Subrasante

30 - 60	Buena	Subbase
60 - 80	Buena	Base
80 - 100	Excelente	Base

B. SEGUNDA FASE

En esta fase de, se realiza una investigación cualitativa exhaustiva de las normativas viales vigentes en Ecuador. El propósito consiste en reconocer y organizar de manera sistemática los parámetros técnicos, tanto obligatorios como recomendados, que serán la base para el diseño geométrico de la vía. Esto implica la extracción detallada de especificaciones relativas al diseño horizontal, diseño vertical, volumen de tráfico, características de las curvas, ancho de vía, peraltes, y velocidades de diseño. Paralelamente, se investigará las normativas ecuatorianas relacionada al diseño de pavimento, identificando las especificaciones técnicas para cada capa constitutiva (subrasante, subbase, base, carpeta de rodadura), y los criterios de durabilidad y capacidad estructural a cumplir. La integración de esta información normativa fundamentará las decisiones técnicas en la etapa de diseño geométrico de la vía

1 Diseño Geométrico.

Ecuador, en su camino al desarrollo, necesita categorizar sus vías considerando el flujo actual y el aumento futuro de vehículos y población. Esta planificación estratégica optimiza la inversión en infraestructura, mejora la eficiencia del transporte, reduce la congestión y potencia el desarrollo económico al facilitar la movilidad de personas y mercancías. Por lo que al aspecto inicial en tomar en cuenta es el tipo de vía que se va realizar mediante el TPDA obtenido y categorizar la vía adecuada.

TABLA V
CLASIFICACIÓN DE CARRETERAS EN FUNCIÓN TPDA[11]

Clase de Carretera	TPDA
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 1000
V	Menos de 100
*El TPDA indicado es el volumen de tráfico promedio anual proyectado de 15 a 20 años	

Velocidad de Diseño

La velocidad de diseño representa la máxima velocidad segura en una carretera bajo condiciones óptimas, y se utiliza como referencia fundamental para el diseño geométrico de la vía. Su selección depende de factores como la topografía (terreno plano permite mayor velocidad), la importancia del camino, el volumen de tráfico y el uso del suelo [32]

Es crucial mantener una velocidad de diseño constante en tramos largos, pero si los cambios topográficos lo impiden, las transiciones deben ser graduales, con una diferencia máxima de 20 km/h entre segmentos contiguos y señalización adecuada. Esta velocidad debe aplicarse al tramo más desfavorable y mantenerse por al menos entre 5 y 10 kilómetros [11]

Los caminos se diseñan para satisfacer las necesidades de tráfico por hasta 20 años, permitiendo futuros ajustes en la sección transversal, aunque los cambios en los alineamientos horizontal y vertical son más complejos y costosos [17]

TABLA VI
VELOCIDAD DE DISEÑO KM/H

		VELOCIDAD DE DISEÑO											
		Básica				Permisibles en tramos difíciles							
		Relieve Llano				Relieve Ondulado				Relieve escarpado			
Categoría de la vía	TPDA esperado	Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad	
		Recom	Abs	Recom	Abs	Recom	Abs	Recom	Abs	Recom	Abs	Recom	Abs
RI-RII	> 8000	120	110	100	95	110	90	95	85	90	80	90	80
I	3000-8000	110	100	100	90	100	80	90	80	80	60	80	60
II	1000-8000	100	90	90	85	90	80	85	80	70	50	70	50

III	300-1000	90	80	85	80	80	60	80	60	60	40	60	40
IV	100-300	80	60	80	60	60	35	60	35	50	25	50	25
V	<100	60	50	60	50	50	35	50	35	40	25	40	25
Notas	*Los valores recomendados se emplearán cuando el TPDA es cercano al límite superior de la respectiva categoría de vía *Los valores absolutos se emplearán cuando el TPDA es cercano al límite inferior de la respectiva categoría de vía y/o el relieve sea difícil o escarpado. – * Para la categoría IV y V en caso de relieve escarpado se podrá reducir la Vd mínimo a 20 km/h												

Velocidad de Circulación

Es crucial conocer la velocidad de circulación esperada para diferentes volúmenes de tráfico al diseñar carreteras. Conforme incrementa el volumen de tránsito, la velocidad de circulación suele reducirse debido a la interacción entre los vehículos. Si el tráfico excede un nivel intermedio, la velocidad se reduce aún más, y en situaciones de saturación, cuando el volumen alcanza la capacidad de la carretera, la velocidad se ve más afectada por el nivel de saturación que por la velocidad de diseño.

Es importante destacar que la relación entre velocidad de circulación y velocidad de diseño para volúmenes de tráfico muy altos no se utiliza para fines de diseño. Las carreteras deben diseñarse para manejar volúmenes de tránsito que eviten la saturación.

TABLA VII
RELACIONES ENTRE VELOCIDAD Y CIRCULACIÓN Y 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	65	59	53
80	71	66	57
90	79	73	59
100	86	79	60
110	92	85	61

Alineamiento Horizontal

- La alineación horizontal es la representación de una vía proyectada en un plano horizontal. Esta proyección está compuesta por dos elementos fundamentales:
- Tramos rectos (o tangentes): Son segmentos de la vía que mantienen una dirección constante.
- Curvas: Son segmentos que permiten el cambio gradual de dirección entre dos tramos rectos, facilitando la transición y la seguridad en el recorrido.

En esencia, el alineamiento horizontal es el "diseño en planta" de la carretera, mostrando cómo se despliega sobre el terreno en términos de su trazado y giros.

Tangentes

Las tangentes son tramos de vía rectos que están unidas a su vez con curvas. Cuando se extienden dos tangentes consecutivas, el punto donde se cruzan se llama **PI** (Punto de Intersección). El ángulo formado entre la prolongación de una tangente y la siguiente se designa como **α (alfa)** [10]

Es recomendable que las tangentes intermedias no sean demasiadas largas ya que esto produce soñolencias y puede ser el motivo de la causa principal de accidente.

Curvas Horizontales

Las curvas circulares son el tipo más común de curvas horizontales utilizadas en el diseño de carreteras. Son, como su nombre lo indica, un segmento de un círculo que permite la transición suave entre dos tramos rectos (tangentes) de una vía [22]

Los elementos principales que definen una curva son las siguientes

Radio mínimo de la curvatura horizontal

La elección de un radio de curvatura inferior al valor mínimo establecido implicaría la necesidad de aplicar peraltes que excederían los límites de diseño y operación, comprometiendo la estabilidad vehicular y el confort de los ocupantes.

Consecuentemente, el radio de curvatura es un parámetro crítico en la definición del alineamiento horizontal de una vía.

El cálculo del radio mínimo en condiciones de seguridad se rige por la siguiente fórmula:

$$R = \frac{V^2}{127(e + f)}$$

Donde:

R = Radio mínimo de una curva.

V = Velocidad de diseño, Km/h.

f = Coeficiente de fricción lateral.

e = Peralte de la curva en metros sobre metros

Cuánto la topografía del terreno es montaña, está cerca de un accidente geográfico o en vías rurales Se adopta las curvas de radio mínimo indicadas en la siguiente tabla:

TABLA VIII
RADIOS MÍNIMOS DE CURVAS EN FUNCIÓN DEL PERALTE "E" Y DEL
COEFICIENTE DE FRICCIÓN LATERAL "F"

Velocidad de diseño km/h	"f" máx	Radio mínimo calculado				Radio mínimo recomendado			
		e=0. 1	e=0.0 8	e=0.0 6	e=0.0 4	e=0. 1	e=0.0 8	e=0.0 6	e=0.0 4
20	0.35		7.32	7.68	8.08		18	20	20
25	0.315		12.46	13.12	13.86		20	25	25
30	0.284		19.47	20.6	21.87		25	30	30
35	0.255		28.79	30.62	32.7		30	35	36
40	0.221		41.86	44.83	48.27		42	45	50
45	0.206		55.75	59.94	64.82		58	60	66
50	0.19		72.91	78.74	85.59		75	80	90
60	0.165	106. 97	115.7	152.9 8	138.2 8	110	120	130	140
70	0.15	154. 33	167.7 5	183.7 3	203.0 7	160	170	185	205

Donde:

PI =Punto de intersección de la prolongación de las tangentes

PC = Punto en donde empieza la curva simple

PT= Punto en donde termina la curva simple

α =Angulo de deflexión de las tangentes

Δc = Angulo central de la curva circular

θ =Angulo de deflexión a un punto sobre la curva circular

Gc = Grado de curvatura de la curva circular

Rc= Radio de la curva circular

T =Tangente de la curva circular o subtangente

E =External

M= Ordenada media

C= Cuerda

CL= Cuerda larga

L =Longitud de un arco le Longitud de la curva circular

Curvas de transición

Las curvas de transición, también conocidas como espirales, son elementos de diseño vial que conectan de forma gradual los tramos rectos (tangentes) con las curvas circulares. Su propósito fundamental es garantizar una transición gradual y constante en el radio de curvatura, que comienza desde un valor infinito en la tangente hasta alcanzar el radio determinado de la curva circular [11]

La clotoide, también llamada espiral de Euler o espiral de Cornu, es una curva matemática esencial en el diseño geométrico de vías, particularmente en carreteras de alta velocidad. Se distingue porque su grado de curvatura aumenta o disminuye de forma progresiva a lo largo de su recorrido, lo que asegura una transición fluida en el

diseño de la carretera, aspecto fundamental para la seguridad y comodidad en la conducción en Ecuador.

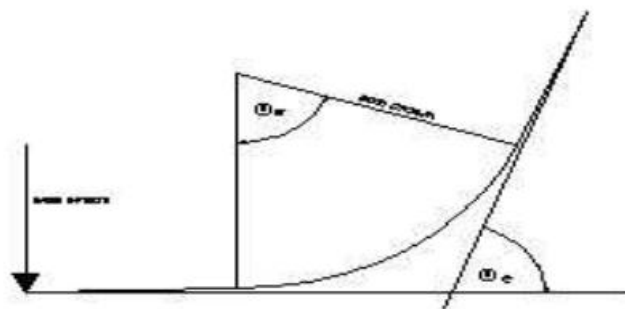


Fig. 13. Curva de transición MTOP 2003

Longitud mínima de la espiral

Se considera una de las formas más prácticas de determinar la longitud espiral, ya que le permite tomar una distancia apropiada del desarrollo progresivo de peralte, proporcionando una transición suave y segura entre la línea y la curva. Este método facilita el diseño geométrico de carreteras integrando criterios de seguridad de comodidad y vehículo.

Deflexión de la espiral

Es el ángulo comprendido entre las tangentes a la espiral en sus puntos extremos, el cual representa el cambio total de dirección que experimenta el vehículo a lo largo de la espiral. Este ángulo es fundamental en el diseño de transiciones curvas, ya que permite una variación gradual de la trayectoria, mejorando la seguridad y el confort durante la maniobra. Se presenta en la siguiente tabla:

TABLA IX
LONGITUD ESPIRAL RECOMENDADA[11]

Vd(km/h)	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	110	120
R mín (m)	18	20	25	30	42	56	75	160	160	210	275	350	430	520
Le mín(m)	30	30	40	52	55	59	60	80	80	90	95	100	110	120

Longitud de espiral recomendada por la MTOP 2003

Longitud total de la curva

Es la suma de las longitudes de las dos espirales de transición y de la longitud de la curva circular. Esta longitud total del tramo en curva permite un diseño más preciso y seguro, facilitando una transición gradual entre la recta y la curva que mejora el confort y la estabilidad del vehículo.

Distancia de visibilidad (dv)

Es la distancia que recorre un vehículo durante el tiempo que tarda el conductor en percibir un obstáculo y reaccionar ante él, ya sea frenando o realizando una maniobra evasiva. Este parámetro es clave en el diseño de infraestructuras viales, ya que asegura un nivel adecuado de seguridad y permite una conducción eficiente bajo diversas condiciones.

Distancia de visibilidad de parada (dp)

Es la distancia mínima que permite a un vehículo detectar un obstáculo, reaccionar y detenerse de forma segura. Este valor, conocido como distancia de detención, es clave en el diseño vial. Asegura una respuesta oportuna ante imprevistos en la vía.

TABLA X
DISTANCIA DE PARADA RECOMENDA[11]

Clase de carretera	TPDA (1)	Valor recomendable			Valor absoluto		
	Año final de diseño						
Según MTOP		L	O	M	L	O	M
RI-II (2)	>8000	220	180	135	180	135	110
I	3000-8000	180	160	110	160	110	70
II	1000-3000	160	135	90	135	110	55
III	300-1000	135	110	70	110	70	40
IV	100-300	110	70	55	70	35	25
V	<100	70	55	40	55	35	25

Distancia de Parada Recomendado MTOP 2003

Distancia de rebasamiento

Es la distancia mínima que un conductor requiere para ejecutar una maniobra de adelantamiento segura a otro vehículo que circula en el mismo sentido y carril. Esta

distancia considera el tiempo necesario para observar, iniciar y completar el adelantamiento. Incluye también el desplazamiento del vehículo adelantado durante la maniobra.

$$DVR = 9.54 * V - 2.18$$

Donde:

DRV: Distancia de visibilidad de rebasamiento (m)

V: Velocidad de circulación. (Km/h)

Además, se puede mencionar que la norma MTOP 2003 recomienda ciertos valores que se muestran a continuación:

TABLA XI
DISTANCIA DE REVASAMIENTO [11]

Clase de la Carretera	TPDA proyectado	<u>Valor absoluto</u>		
		Terreno llano	Terreno ondulado	Terreno montañoso
R-II	> 8000	830	640	565
	3000 a 8000	690	565	415
	1000 a 3000	640	565	345
	300 a 1000	565	415	270
	100 a 300	290	150	110
	< 100	210	150	110

Norma ecuatoriana MOP 2003

Peralte (e)

Es la inclinación transversal de la calzada con respecto a la horizontal, orientada hacia el interior de la curva, cuya función principal es contrarrestar los efectos de la fuerza centrífuga que actúa sobre los vehículos al circular en curvas horizontales. Esta acción es complementada por la fricción entre las llantas y la superficie del pavimento. Según la normativa del MTOP, en vías de dos carriles con velocidades de diseño superiores

a 50 km/h, se recomienda aplicar un peralte del 10%. A continuación, se presentan los valores normativos correspondientes.

TABLA XII
PERALTE RECOMENDADO [11]

Tipo de Terreno	Pendiente Transversal	Gradiente Longitudinal
Llano	<5	<3
Ondulado	6-12	3-6
Montañoso	13-14	6-8

Valores de Peralte recomendado MTOP 2003

Sobreancho (s)

Su función es garantizar la seguridad de los vehículos al transitar por curvas circulares, ya que los conductores enfrentan dificultades para mantenerse centrados en el carril, lo que a menudo provoca que se desvíen fuera de la calzada.

La normativa ecuatoriana sugiere un sobreancho de 30 cm para velocidades iguales o inferiores a 50 km/h y de 40 cm para velocidades mayores a 50 km/h. Sin embargo, estos valores no siempre se aplican de forma exacta en el diseño, por lo que es necesario calcularlos específicamente. Para determinar el ensanchamiento adecuado en el diseño vial, es esencial conocer las dimensiones del vehículo de diseño, basándose en la clasificación establecida por la NEVI-12, la cual proporciona medidas y categorías clave para el diseño geométrico de las vías.

TABLA XIII
CARACTERÍSTICAS DEL TIPO DE VEHÍCULOS[3]

Vehículo de diseño	A	B	C	R
Altura máxima (m)	2.4	4.1	4.1	4.3
Longitud máxima (m)	5.8	13	20	>20.5*
Anchura máxima (m)	2.1	2.6	2.6	3
Radios mínimos de giro (m)				
Rueda Interna	4.7	8.7	10	12
Rueda externa	7.5	12.8	16	20
Esquina externa delantera	7.9	13.4	16	20

Características del tipo de vehículos NEVI-12

Donde:

A: Se refiere a los vehículos ligeros (motocicletas y automóviles)

B: Se refiere a los autobuses y busetas, usados en el transporte masivo de pasajeros

C: Son vehículos de carga que pueden tener entre dos y cinco ejes, incluyendo camiones y tractocamiones. Su configuración varía según el tipo y volumen de carga transportada.

R: Hace referencia a los vehículos que disponen de uno o dos ejes con capacidad de giro vertical y que remolcan una unidad, usualmente del tipo tráiler.

Longitud de transición:

Se emplea para permitir una transición progresiva entre la pendiente transversal de una calzada normal y la sección con peralte. Esto garantiza mayor seguridad y confort en el trazado vial.

$$L_{min} = 0.56 * V_d$$

Longitud de aplanamiento o tangencial

Corresponde a la longitud necesaria para comenzar la inclinación lateral de la calzada, ya sea desde un punto anterior al 'TE' de la curva espiral que será peraltada o desde antes del inicio de la transición en una curva circular. Esta distancia se determina mediante una fórmula específica.

$$X = \frac{e' * L}{e}$$

Donde:

X: Es la distancia de aplanamiento

e': pendiente de bombeo

e: peralte (%)

DISEÑO VERTICAL

El diseño del perfil vertical de una carretera es tan importante como el diseño horizontal y debe desarrollarse en función de los parámetros previamente definidos. Es esencial evitar que la búsqueda de alineamientos horizontales óptimos comprometa la calidad del trazado vertical.

Gradiente

La selección de gradientes depende del relieve del terreno y se recomienda que sean bajas para favorecer una velocidad adecuada y un mejor desempeño vehicular. Según la normativa del MTOP, existen valores máximos permitidos según la clasificación de la vía.

TABLA XIV
VALORES DE DISEÑO GRADIENTES LONGITUDINALES MÁXIMAS [11]

Clase de carretera	TPDA (I) Año Final de diseño	Valor Recomendado			Valor Absoluto		
Según MTOP							
		L	O	M	L	O	M

R-I O R-II	>8000	2	3	4	3	4	6
I	3000-8000	3	4	6	3	5	7
II	1000-3000	3	4	7	4	5	6
III	300-1000	4	6	7	6	7	9
IV	100-300	5	6	8	6	8	12
V	<100	5	6	8	6	8	14

Norma ecuatoriana MOP 2003

Asimismo, la normativa establece límites máximos tanto para la pendiente longitudinal como para su longitud.

TABLA XV
LA GRADIENTE Y LONGITUD MÁXIMAS[11]

Gradientes	Longitud máxima
8%-10%	1000
10%-12%	500
12%-14%	250

Norma ecuatoriana MOP 2003

Según los parámetros establecidos por la normativa, también es posible aplicar los siguientes valores de gradiente junto con sus longitudes máximas correspondientes.

- 8-10% con una longitud máxima de 1000 m
- 10-12% con una longitud máxima de 500 m
- 12-14% con una longitud máxima de 250 m

"Finalmente, en vías de clase I, II y III situadas en terrenos ondulados o montañosos, se permite incorporar una gradiente adicional del 1% en tramos cortos con el objetivo de disminuir los costos de construcción.

Curvas verticales

El diseño vertical permite una transición suave entre dos tangentes verticales adyacentes, mediante un cambio progresivo de sus pendientes. Estas curvas verticales

se caracterizan por tener distintas pendientes y componentes que aseguran una conexión fluida entre tramos.

Curvas verticales convexas

La normativa del MTOP establece valores para el coeficiente 'K' en función de la velocidad de diseño y la distancia de visibilidad para parada.

TABLA XVI
CURVAS VERTICALES CONVEXAS MÍNIMAS

Velocidad de diseño (Km/h)	Distancia de visibilidad de parada “S” (m)	Coeficiente “k”
20	20	1
25	25	2
30	30	2
35	35	3
40	40	4
45	50	6
50	55	7
60	70	12
70	90	19
80	110	28

Valores de coeficiente “K” MTOP

Curvas verticales cóncavas

Del mismo modo, la normativa del MTOP proporciona valores para el coeficiente 'K' basados en la velocidad de diseño y la distancia requerida para la visibilidad de parada.

TABLA XVII
CURVAS VERTICALES CÓNCAVAS MININAS

Velocidad de diseño (Km/h)	Distancia de visibilidad de parada “S” (m)	Coeficiente “k”
20	20	2
25	25	3
30	30	4
35	35	5

40	40	6
45	50	8
50	55	10
60	70	13
70	90	19
80	110	24

Valores de coeficiente “K” MTOP

Pendiente:

Para entender adecuadamente el diseño vial, es fundamental seguir las directrices de la NEVI-12, que indica trabajar con pendientes no menores al 0.5%. Además, para pendientes superiores al 10%, se recomienda una longitud máxima de 180 metros. A continuación, se presenta una tabla con los valores mínimos de pendiente recomendados según la velocidad de diseño.

TABLA XVIII
PENDIENTES MÁXIMAS[3]

Orografía	Terreno Plano	Terreno Ondulado	Terreno Montañoso	Terreno Escarpado
Velocidad (km/h)				
20	8	9	10	12
30	8	9	10	12
40	8	9	10	10
50	8	8	8	8
60	8	8	8	8
70	7	7	7	7

80	7	7	7	7
90	6	6	6	6
100	6	5	5	5
110	5	5	5	5

Pendientes de diseño NEVI-12

Secciones transversales típicas

La sección se determina principalmente en función del flujo vehicular, las características del terreno y la velocidad de diseño apropiada para la vía. Al elegir la sección transversal, es fundamental equilibrar los beneficios y la seguridad para los usuarios con los costos de mantenimiento asociados.

Calzada

El ancho de la calzada se define según el volumen y las características del tráfico, así como el tipo de terreno. En casos de alto tráfico o velocidades de diseño elevadas, se sugiere maximizar el ancho dentro de límites económicos, mientras que para bajos volúmenes de tráfico se puede reducir. A continuación, se muestran los valores recomendados para el ancho de calzada según el TPDA proyectado.

TABLA XIX
ANCHO CALZADA[11]

Clase de Carretera	Ancho de la calzada	
	Recomendable	Absoluto
RI o R-11 >8000 TPDA	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	6.00	6.00
V Menos de 100 TPDA	4.00	4.00

Valores de Calzada MTOP 2003

Espaldón

Una función principal del espaldón es proporcionar un espacio para el estacionamiento temporal de vehículos fuera de la calzada, lo que contribuye a prevenir accidentes, mejorar la visibilidad en curvas horizontales y brindar soporte lateral al pavimento. Además, los espaldones facilitan la evacuación del agua que escurre por la superficie de rodadura, manteniéndola alejada del borde del pavimento para minimizar la infiltración y evitar su deterioro y daño.

Según las condiciones previamente descritas, a continuación, se presenta una tabla con los valores recomendados para el espaldón, en función del tipo de carretera.

TABLA XX
VALORES DE DISEÑO PARA EL ANCHO DE ESPALDONES[11]

Clase de carretera	TPDA	Valor Recomendable			Valor Absoluto		
		(Según MTOP)					
		L	O	M	L	O	M
RI-RII (2)	>8000	3	3	2.5	3	3	2
I	3000-8000	2.5	2.5	2	2.5	2	1.5
II	1000-3000	2.5	2.5	1.5	2.5	2	1.5
III	300-1000	2	1.5	1	1.5	1	0.5
IV	100-300	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
V	<100	No se considera Espaldón					

Diseño de espaldón MTOP 2003

Espaldón

Las cunetas son canales construidos en las zonas de corte, a uno o ambos lados de la carretera, diseñados para interceptar el agua de lluvia. Sus secciones pueden ser rectangulares, triangulares o trapezoidales, y se ubican entre el espaldón y la base del talud de corte. La pendiente de la cuneta se ajusta al perfil longitudinal de la vía, con un mínimo de 0.5%, y un máximo condicionado por la velocidad del agua, lo que puede requerir revestimiento para evitar erosión.

El bombeo se refiere a la inclinación lateral aplicada en las conexiones entre vías, con el objetivo de optimizar el drenaje superficial del agua. Los valores más comunes

varían entre 1% y 3%, dependiendo del tipo de pavimento, siendo el valor promedio recomendado alrededor del 2%. A continuación, se muestra una tabla con los valores de bombeo sugeridos según el tipo de superficie de rodadura.

TABLA XXI
SUPERFICIE DE RODADURA [11]

Tipo de superficie de rodadura		Bombeo -2%
Muy Buena	Superficie de concreto hidráulico o asfáltico, colocado con extendedoras mecánicas	2
Buena	Superficie de mezcla asfáltica, colocada con terminadora.	2-3.
Regular a mala	Superficie de tierra o grava	2-4.

Manual de Diseño de Carreteras

Talud

Se define como la inclinación entre la línea vertical tangente al plano y la línea del plano vertical, la cual varía a lo largo de diferentes tramos de la carretera. Esta variación suele estar determinada por la calidad del suelo y la estratigrafía de la zona. A continuación, se presentan dos tablas con valores recomendados para la prevención de deslizamientos de tierra.

TABLA XXII
VALORES DE TALUD EN CORTE[11]

Clasificación de materiales de corte		Roca fija	Roca fija	Material		
Altura de corte				Grava	Limo arcilloso	Arenas
	< 5m	1:1	1:6-1:4	1:1-1:3	1:1	2:1
	5-10 m	1:1	1:4-1:2	1:1	1:1	*
	>10 m	1:8	1:2	*	*	*

Manual de Diseño de Carreteras

TABLA XXIII
VALORES DE TALUD EN RELLENO[11]

Materiales	Talud (V:H)		
	Altura (m)		
	<5	5-10	>10
Grava, limo arenoso y arcilla	1:1.5	1:1.75	1:2
Arena	1:2	1:2.25	1:2.5
Enrocado	1:1	1:1.25	1:1.5

Manual de Diseño de Carreteras.

2 Diseño de pavimento flexible “Método AASTHO - 93”

En la fase final del presente proyecto técnico, se desarrolló como segunda actividad el cálculo de los espesores de las capas que conforman la estructura del pavimento flexible. Esta tarea se realizó mediante la aplicación de metodologías de investigación bibliográfica y cuantitativa, al considerar tanto normativas técnicas como datos numéricos. Específicamente, se empleó la metodología AASHTO-93, cuyo diseño se basa en el número estructural (SN).

El método de diseño proporciona una ecuación que involucra varios parámetros que permiten determinar la estructura de pavimento flexible que podrá soportar las cargas de tránsito solicitadas determinado mediante la siguiente ecuación:

$$\log_{10} W_{18} = Z_r * S_o * \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right)}{0.4 + \frac{1094}{(sn + 1)^{5.19}}} + 2.32 * \log_{10} * Mr - 8.07$$

Donde:

W18: Número de ejes equivalentes

Zr: Desviación estándar normal

So: Desviación estándar total

ΔPSI: Pérdida de serviciabilidad

SN: Número estructural

Mr: Módulo de resiliencia

Periodo de diseño:

Se refiere al período de servicio previsto para el diseño de la vía, el cual varía según el tipo de carretera y la categoría del tránsito que la utiliza, ya que la intensidad y el tipo de vehículos influyen directamente en la duración estimada de su vida útil.

TABLA XXIV
PERIODO DE DISEÑO EN FUNCIÓN DEL TIPO DE CARRETERA[11]

Tipo de Carretera	Periodo de Diseño (Años)
Urbana de alto volumen	30-50
Rural de alto volumen	20-50
Pavimentada de bajo Volumen	15-25
Tratada superficialmente de bajo volumen	10-20

Nota: Periodo de diseño (MTOP 2003)

Factor daño

Este parámetro permite determinar el grado de impacto que generará cada tipo de vehículo sobre el pavimento. Los valores correspondientes se presentan en la siguiente tabla.

TABLA XXV
FACTOR DE DAÑO POR TIPO DE VEHÍCULO

TIPO	SIMPLE		SIMPLE DOBLE		TANDEM		TRIDEM		FACTOR DE DAÑO
	P(Ton)	P^4 $\left(\frac{\quad}{6.6}\right)$	P(Ton)	P^4 $\left(\frac{\quad}{8.2}\right)$	P(Ton)	P^4 $\left(\frac{\quad}{15}\right)$	P(Ton)	P^4 $\left(\frac{\quad}{23}\right)$	
BUS	4	0.135	8	0.906	-	-	-	-	1.041
2DA	3	0.043	7	0.531	-	-	-	-	0.574
2DB	7	1.265	11	3.238	-	-	-	-	4.504

Diseño de pavimentos AASHTO 93

Factor de distribución por dirección

Los valores aplicables se determinan en función del número total de carriles que conforman la carretera de ambas direcciones.

TABLA XXVI
FACTOR DE DISTRIBUCIÓN POR DIRECCIÓN[33]

N.º carriles (2 direcciones)	Porcentaje de W18 por sentido
2	50%
4	45 (35 - 48) %
6 o mas	40 (25 - 48) %

Método AASHTO 93

Factor de distribución por carril

Los valores se asignan en función de la cantidad de carriles por sentido de circulación en la carretera.

TABLA XXVII
FACTOR DE DISTRIBUCIÓN POR CARRIL[33]

N.º carriles (1 direcciones)	Porcentaje de W18 por carril
1	100%
2	(100 - 80) %
3	(80 - 60) %
4	(75 - 50) %

Método AASHTO 93

CBR de diseño

Para garantizar un diseño vial adecuado, es fundamental determinar el CBR de diseño. Este valor se obtiene a partir de los resultados de las muestras ensayadas mediante el CBR, considerando además el análisis del tráfico y el número de ejes equivalentes. Una vez procesados y ordenados los datos, se selecciona un percentil representativo para definir el valor de diseño.

TABLA XXVIII
PERCENTIL DE DISEÑO[33]

Número de ejes de 8.2 Ton en el carril de diseño	Percentil a seleccionar para determinar el CBR de diseño
Menor o igual a 1000	60

1000-1000000	75
Mayor o igual a 1000000	87.5

Percentil del diseño Método ASSHTO 93

Confiabilidad (R)

Corresponde al nivel de confiabilidad que asegura que la estructura del pavimento conserve su funcionalidad durante toda su vida útil. Este valor se establece según la clasificación y localización de la vía.

TABLA XXIX
NIVEL DE CONFIABILIDAD[33]

CLASIFICACIÓN FUNCIONAL	NIVEL DE CONFIABILIDAD RECOMENDADO	
	URBANO	RURAL
Interestatal y Otras Vías Libres	85-99.9	80-99.9
Arterías Principales	80-99	75-85
Colectoras	80-95	75-95
Locales	50-80	50-80

Diseño método ASSHTO 93

Desviación estándar normal (Zr)

La desviación estándar se determina en función del nivel de confiabilidad seleccionado según el tipo de carretera. A continuación, se presenta una tabla con los valores de desviación correspondientes a distintos niveles de confiabilidad.

TABLA XXX
VALORES DE DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL[33]

Confiabilidad R (%)	Desviación Estándar Normal Zr
50	0.000
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.340

92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.090
99.99	-3.750

Diseño método ASSHTO 93

Desviación estándar global (So)

Se toman en cuenta las variaciones tanto en el desempeño del pavimento como en las condiciones del tráfico. A continuación, se sugieren valores recomendados según el tipo de pavimento considerado.

- Para pavimentos flexibles: $0.40 < S_o < 0.50$; Recomendable 0.45
- Para pavimentos rígidos: $0.30 < S_o < 0.40$; Recomendable 0.37 o 0.3

Índice de serviciabilidad

También denominado ' ΔPsi ', este parámetro asegura una conducción segura y confortable para los conductores durante un tiempo determinado. Para calcular este valor, primero es necesario determinar el índice de serviciabilidad inicial (P_o), que para pavimentos flexibles es típicamente 4.20. Asimismo, el índice de serviciabilidad final (P_f) se selecciona según los valores indicados en la tabla siguiente:

TABLA XXXI
VALORES DE (P_f) [33]

Carreteras Principales	2.5 o 3
Carreteras con Clasificación Menor	2
Carreteras Relativamente Mayores	1.5

Una vez obtenidos estos valores, se calcula la diferencia entre ellos utilizando la Ecuación mostrada. Es importante que esta diferencia tome valores específicos como 0.05, 1, 1.5, 2, 2.5 y 3, ya que serán utilizados en los cálculos posteriores.

$$\Delta PSI = P_o - P_f$$

Módulo de resiliencia (M_r)

La norma AASHTO 93 establece fórmulas específicas para calcular este valor en función del porcentaje de CBR.

- Para suelos finos con $CBR \leq 7.20\%$

$$Mr(psi) = 1500 * CBR$$

- Para suelos finos con $7.20\% \leq CBR \leq 20\%$

$$Mr(psi) = 1500 * CBR$$

- Para suelos granulares

$$Mr(psi) = 4326 \ln(CBR) + 241$$

Coefficientes estructurales de cada capa

La determinación de los espesores de las capas del pavimento se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$SN_s = a_1 * D_1 + a_2 * D_2 * m_2 + a_3 * D_3 * m_3$$

Donde:

a_1, a_2, a_3 : coeficientes estructurales que forman la estructura del pavimento

D_1, D_2, D_3 : espesores de cada (subbase, base y carpeta asfáltica)

m_2, m_3 : coeficientes de drenaje

Coefficientes estructurales de capa asfáltica (a_1)

Para la capa asfáltica, se sugiere emplear un valor mínimo de 1800 lb de estabilidad Marshall al calcular este coeficiente, especialmente para vehículos pesados.

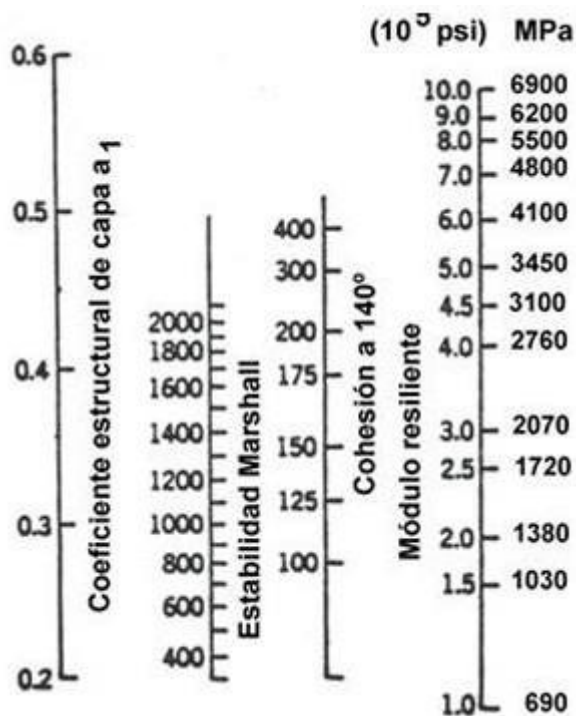


Fig. 14. Nomograma Coeficiente Estructural A1

Coeficiente estructural de la base granular (a₂)

La determinación de este coeficiente se realiza conforme a la normativa del MTOP, que establece que el CBR de la base debe corresponder a un porcentaje de compactación superior al 80%.

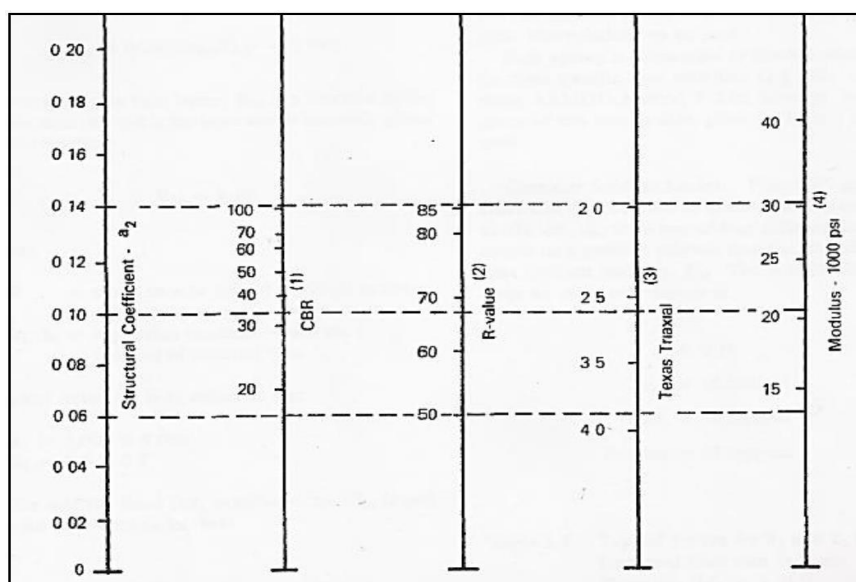


Fig. 15. Nomograma coeficiente estructural a2

Coefficiente estructural de la base granular (a3)

De acuerdo con la normativa MTOP 2003, el CBR mínimo para una subbase es del 30%. Estos valores se emplean para calcular el coeficiente a3.

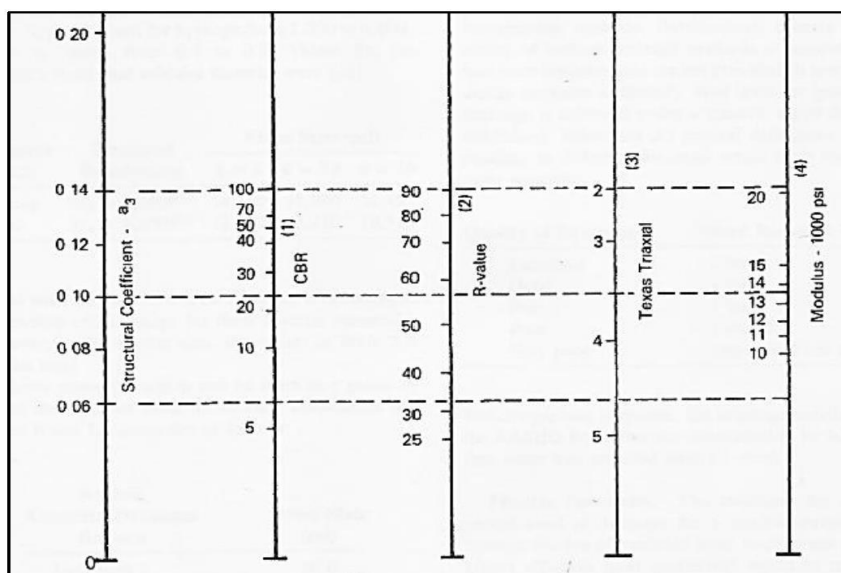


Fig. 16. Nomograma Coeficiente estructural a3

Coeficiente de drenaje

Estos coeficientes están vinculados al drenaje, el cual afecta directamente el tiempo de evacuación del agua en las capas granulares. La norma AASHTO ofrece tablas que definen la calidad del drenaje junto con sus coeficientes correspondientes.

TABLA XXXII
CAPACIDAD DE DRENAJE[33]

CARACTERÍSTICAS DEL DRENAJE	Porcentaje de tiempo en el año, que la estructura del pavimento está expuesta a un nivel de humedad próximo a la saturación			
	< 1%	1% - 5%	5% - 25%	> 25%
Excelente	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.2
Bueno	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1
Regular	1.25 - 1.05	1.15 - 1.15	1.00 - 0.80	0.8
Pobre	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.6
Muy Malo	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.4

Nota: Si no existe la calidad de drenaje, considerar m:1

Espesores de capa

El objetivo es determinar un conjunto de capas capaz de soportar las cargas de tránsito. En esta etapa se calculan los espesores de las capas de rodadura, base y subbase. Cabe destacar que el diseño AASHTO-93 incorpora coeficientes de drenaje para la base y subbase.

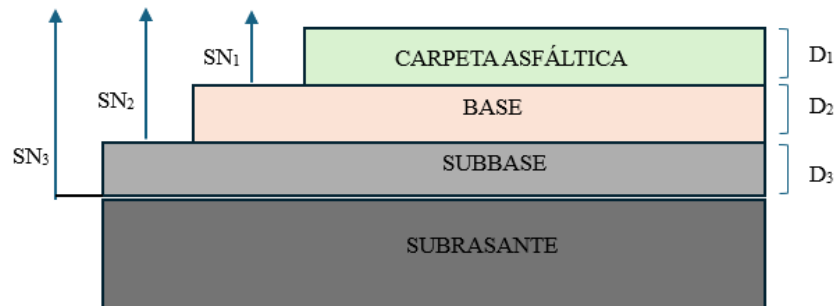


Fig. 17. Espesores de Capa

Donde:

SN: Numero estructural

a1, a2, a3: coeficientes estructurales que forman la estructura del pavimento

D1, D2, D3: espesores de cada (subbase, base y carpeta asfáltica)

Diseño final estructura del pavimento

Para su cálculo se empleó la aplicación 'Ecuación AASHTO 93', en la que se introdujeron los datos previamente determinados.

Fig. 18. Software ingenieril diseño de pavimento

C. TERCERA FASE

1 Presupuesto referencial

Una vez finalizado el diseño geométrico de la carretera y definida la estructura del pavimento flexible cuyos detalles se encuentran en los planos del apartado de Anexos, se procedió a estimar el presupuesto del proyecto utilizando un método de investigación cuantitativa, fundamentado en las tarifas vigentes proporcionadas por la CAMICON.

Para elaborar el presupuesto se identificaron los rubros o actividades necesarias para la ejecución del proyecto, cada uno respaldado por un Análisis de Precios Unitarios (APU) que considera cuatro componentes clave: equipos (M), materiales (O), mano de obra (N) y transporte (P). Además, un elemento fundamental para la valoración del proyecto fue el cálculo de las cantidades y especificaciones técnicas requeridas para cada rubro.

CAPITULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN

I. ANÁLISIS DE RESULTADOS

A. PRIMERA FASE

1 Levantamiento topográfico

La ubicación del proyecto que se quiere implementar está en la provincia de Cotopaxi, Cantón la Latacunga los sectores que están dentro del estudio empieza en el sector denominado Salache Tiobamba, el primer tramo llegando hasta la E35 la vía interprovincial y el tramo 2 empezando en Salache grande y también llegando a la e35 a continuación se presenta las coordenadas del proyecto

TABLA XXXIII
COORDENADAS DE LA UBICACIÓN DEL PROYECTO

Tramo 1	Coordenada	Norte	Sur	Elevación (m)
	Inicio	9892058.95	765103.98	2775.457
	Fin	9890243.02	765068.6	2788.25
Tramo 2				
	Inicio	9891061.45	765044.74	2788.56
	Fin	9890549.57	764627.52	2806.34

Para el levantamiento topográfico se utilizó el RTK GNSS de precisión con su respectivo Base y Rover el cual fue instalado en la mitad del tramo para que la señal no tenga ninguna interferencia o pérdidas de señal. Una vez instalado la base y realizado las configuraciones necesarias se procedió a conectar con el Rover seguidamente se procedió a marcar el punto de referencia en la base del RTK también se procedió a señalar un punto fijo que sea visible y no pueda ser movido. Luego de tener todas las configuraciones hechas y creadas un nuevo proyecto empezamos a tomar los puntos con el Rover tomando en cuenta que el bastón del Rover tratar siempre mantener recto, aunque el RTK permitía un grado de inclinación teniendo en cuenta estas consideraciones se empezó a tomar los puntos desde el sector denominado Salache Tiobamba, como franja se tomó las medidas entre 5 a 10 metros dependiendo de la zona si era accesible. Los puntos se tomaron de la siguiente manera en el eje de la vía en los bordes y la respectiva franja este proceso se realizó cada 5 a 10 m en toda la vía dependiendo si hay tramos rectos o zonas bastante irregulares.

La etapa final del levantamiento topográfico consistió en procesar los datos recabados usando Civil 3D. Esta potente herramienta de software fue esencial para transformar la información de campo en representaciones cartográficas precisas. Con ella, se pudo producir una ortofoto, que es una imagen aérea detallada y corregida geométrica y espacialmente. El uso de Civil 3D garantizó que los resultados fueran exactos y útiles para cualquier análisis o planificación posterior, optimizando significativamente la conclusión del proyecto topográfico.

2 Estudio de tráfico

Para el estudio se utilizó las cámaras de video en el conteo vehicular por su capacidad para ofrecer una rica cantidad de datos y detalles cualitativos que van más allá del simple número de vehículos. Permiten la clasificación vehicular detallada, el análisis del comportamiento del tráfico y la recolección de datos de forma no invasiva. Además, las grabaciones facilitan la verificación y la reanálisis de la información, lo que las convierte en una herramienta invaluable para un diseño vial más preciso y seguro.

a) Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 								
PROYECTO:	“DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA QUE UNE LOS SECTORES SALACHE TIOBAMBA – E35 - SALACHE GRANDE, DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI.”							
AUTOR:	RAÚL PATRICIO TUCUMBI MILLINGALLI				SENTIDO:	Ambos		
TUTOR:	ING. MILTON RODRIGO ALDÁS SÁNCHEZ, PHD				UBICACIÓN:	Cotopaxi-Latacunga		
RESUMEN SEMANAL DEL CONTEO VEHICULAR								
HORA_ DÍA	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO	TOTAL SEMANAL
00:00-01:00	4	1	3	1	1	0	0	10
01:00-02:00	6	3	5	5	5	4	3	31
02:00-03:00	4	2	6	6	4	5	7	34
03:00-04:00	6	6	7	4	7	7	11	48
04:00-05:00	7	4	13	6	10	5	10	55
05:00-06:00	13	12	16	12	13	10	13	89
06:00-07:00	18	11	25	10	26	14	10	114
07:00-08:00	23	20	19	22	20	22	23	149
08:00-09:00	26	23	34	20	25	23	25	176
09:00-10:00	13	13	22	18	23	20	17	126
10:00-11:00	19	19	32	25	24	20	23	162
11:00-12:00	17	15	36	24	29	17	27	165
12:00-13:00	22	16	35	21	32	17	30	173
13:00-14:00	18	17	31	17	22	18	34	157
14:00-15:00	33	20	33	20	22	14	30	172
15:00-16:00	15	13	17	19	23	18	24	129
16:00-17:00	23	19	28	16	26	19	25	156
17:00-18:00	29	23	21	13	20	30	22	158
18:00-19:00	19	15	18	16	21	22	11	122
19:00-20:00	24	14	16	14	20	17	12	117
20:00-21:00	11	9	6	11	12	4	13	66
21:00-22:00	8	6	6	4	9	9	9	51
22:00-23:00	6	1	5	4	6	2	6	30
23:00-00:00	3	2	5	1	5	2	1	19
TOTAL	367	284	439	309	405	319	386	2509

Fig. 19. Comportamiento diario del flujo vehicular

Al procesar los datos se obtuvo como resultado que el día miércoles es el que tiene mayor flujo vehicular, registrando un total de 439 vehículos. Este aumento se atribuye a ese día es la feria agropecuaria y ganadera en la ciudad de Latacunga y todos los habitantes se movilizan con sus productos además de que tiene conexión directa con la E35 algunos usuarios optan tomar esta vía para salir de la ciudad hacia la panamericana. En la siguiente figura se ilustra el comportamiento vehicular todos los días de la semana.

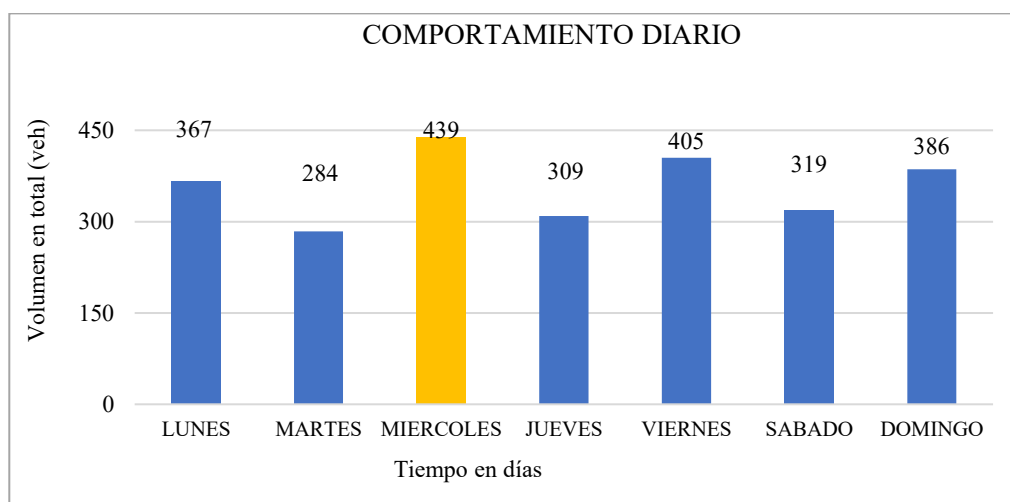


Fig. 20. Comportamiento vehicular diario

El estudio de tráfico vehicular de siete días reveló que los vehículos livianos representan la mayor parte del flujo, con un 74.46% de vehículos livianos. Los vehículos pesados constituyen el 11.0%, mientras que los buses conforman el 13.14% del total.

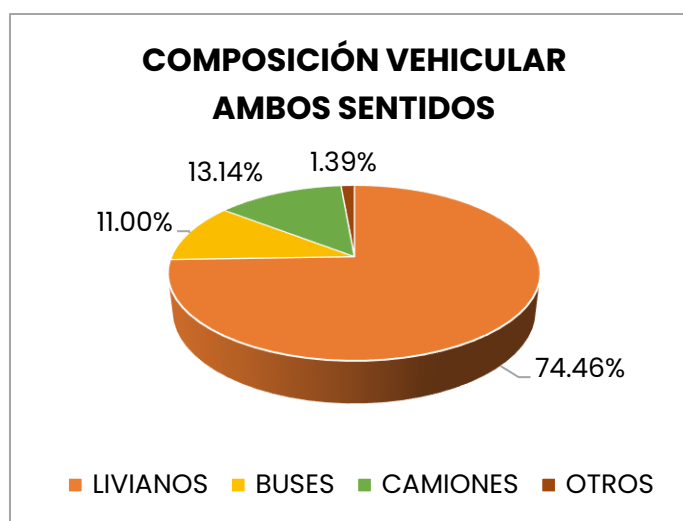


Fig. 21. Composición Vehicular

Para la determinación del Tráfico promedio diario anual se realizó siguiendo la normativa de diseño del MTOP que nos explica de manera específica los cálculos y procedimiento a seguir.

$$TPDA = To * FH * FD * FS * FM$$

Donde:

TPDA= Tráfico promedio diario anual

To= Promedio diario observado en el período de 24 horas

FH= Factor horario obtenido de una estación maestro o principal

FD= Factor diario obtenido de una estación maestra o principal

FS= Factor semanal obtenido en una estación maestro principal cuando se dispone por lo menos 4 semanas si no considerar 1.

FM= Factor mensual obtenido de una estación maestra o principal

Cálculo To

$$To = \frac{Total\ vehículos}{Número\ días\ de\ conteo}$$

$$To = \frac{2509\ veh}{7días}$$

$$To = 358\ veh/día$$

FH, FD, FS se asume =1

Para el factor mensual se utiliza los datos proporcionados por la dirección de regulación y control hidrocarburífera de la que obtenemos los datos de consumo de combustible en la zona 3 perteneciente a la provincia de Cotopaxi, tomamos el mes de octubre como referencia ya que en ese mes se realizó el conteo vehicular

MESES DEL AÑO	CONSUMO COMBUSTIBLE MENSUAL	NÚMERO DE DÍAS DE MESES	CONSUMO PROMEDIO DIARIO MENSUAL	FACTOR MENSUAL FM
ENERO	5260399	31	169691	1.11
FEBRERO	5112806	28	182601	1.03
MARZO	5718133	31	184456	1.02
ABRIL	5262801	30	175427	1.08
MAYO	5174219	31	166911	1.13
JUNIO	5757986	30	191933	0.98
JULIO	6164742	31	198863	0.95
AGOSTO	6060725	31	195508	0.97
SEPTIEMBRE	5995452	30	199849	0.94
OCTUBRE	5997106	31	193456	0.98
NOVIEMBRE	5958201	30	198607	0.95
DICIEMBRE	6400236	31	206460	0.91
SUMA	68862806	365		
CPCA	188666	gal/día		

Fig. 22. Consumo Combustible Cotopaxi

El CPCA nos da un valor de 188666 galones al día con este dato calculamos el valor del factor mensual (FM).

$$FM = \frac{CPCA}{\text{Consumo promedio diario mensual}}$$

$$FM = \frac{188666}{193456}$$

$$FM = 0.98$$

Calculamos el con los datos ya obtenidos previamente

$$TPDA = To * FH * FD * FS * FM$$

$$TPDA = 358 * 1 * 1 * 1 * 0.98$$

$$TPDA = 350 \text{ veh/día}$$

TABLA XXXIV
TPDA ACTUAL POR VEHÍCULO

TPDA ACTUAL POR TIPO DE VEHÍCULO			
Livianos	261	74.69%	veh/día
Buses	38	10.88%	veh/día
Camiones	46	13.03%	veh/día
Otros	5	1.39%	veh/día
Total	350	100.00%	veh/día

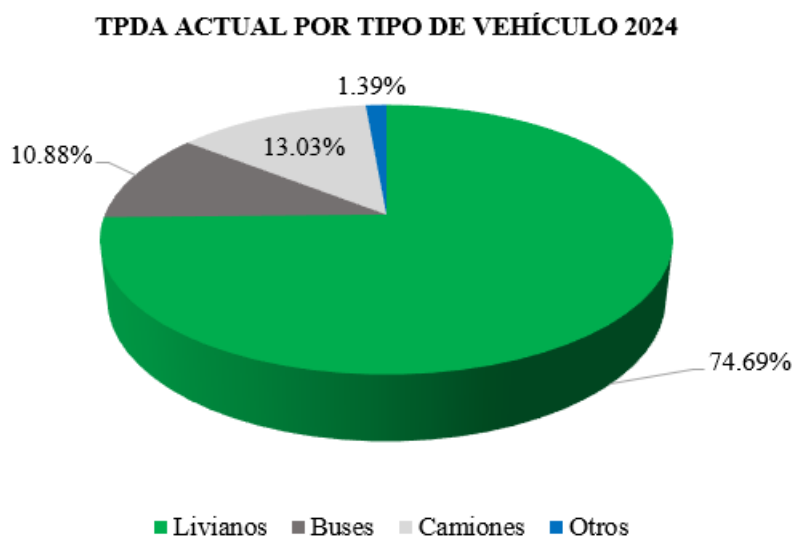


Fig. 23. Tpd por vehículo

Una vez realizado el análisis del conteo vehicular clasificamos el TPDA actual para cada tipo de vehículo lo que nos da para livianos 261 que representa el 74.69% lo que son buses son 38 buses lo que representa el 10.88% y camiones 46 que representa el 1.39% y otros tipos de vehículos representan el 1.39%.

b) Tráfico Promedio Diario Anual Futuro (TPDAF)

El TPDAF representa una proyección del tráfico que va a tener esa carretera en un periodo determinado para este caso se realizó una proyección de 20 años. Esto nos permite tener una planificación vial adecuada de la infraestructura para anticipar las demandas futuras.

A continuación, se presenta el procedimiento para el cálculo del TPDAF

$$TF = TA + TI$$

Donde:

Ta=Tráfico actual

Ti= Incremento de tráfico

Para el cálculo del TA se toma como referencia El 10% del TPDA el cual ya la calculamos anteriormente más el TPDA

$$TA = 10\% * 350 \frac{veh}{día} + 350$$

$$TA = 385veh/día$$

Para el cálculo del incremento de tráfico se utiliza la siguiente fórmula:

$$IT = Tg + Td + CN$$

Donde

Tg= Tráfico generado

Td= Tráfico desarrollado

CN= Crecimiento normal del tránsito

Calculamos el CN mediante los datos que obtenen de la tasa de crecimiento anual de tráfico de la NEVI-12

TABLA XXXV
TASA DE CRECIMIENTO ANUAL DE TRÁFICO (%)

Periodo	Livianos	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
2030-2035	3.25	1.62	1.58
2035-2040	3.25	1.62	1.58
2040-2045	3.25	1.62	1.58

Manual de carretera NEVI-12

Calculamos el incremento tomando en cuenta los valores de la composición vehicular que calculamos previamente que nos da para vehículos livianos 74.46%, buses 11%, pesados 13.14% y otros 1.39%.

TABLA XXXVI
TASA DE CRECIMIENTO VEHICULAR

Tipos De Vehículos	Porcentaje %	Tasa Crecimiento	% Tasa Crecimiento (R)
		2020-2025	
Livianos	74.46	3.57	2.6584
Buses	11.00	1.78	0.1958
Pesados	13.14	1.74	0.2287
Tasa De Crecimiento Promedial=			3.08
			2.36
			1.03

$$Tpda \text{ proyección} = TPDA * \left(1 + \frac{\text{tasa de crecimiento}}{100}\right)^{\text{años proyección}}$$

$$Tpda \text{ proyección} = 350 * \left(1 + \frac{3.08}{100}\right)^{20}$$

$$Tpda \text{ proyección} = 642 \text{ veh/día}$$

Calculo CN:

$$CN = Tpda \text{ proyección} - tpda$$

$$CN = 642 - 350$$

$$CN = 292 \text{ veh/día}$$

Procedemos a calcular el tráfico generado (tg)

$$tg = 20\% * tpda$$

$$tg = 20\% * 350$$

$$tg = 20\% * 350$$

$$tg = 70 \text{ veh/día}$$

Calculamos el tráfico desarrollado (td)

$$td = 5\% * tpda$$

$$td = 5\% * 350 \text{ veh/día}$$

$$td = 17.5 \text{ veh/día}$$

Procedemos calcular el incremento de tráfico:

$$IT = Tg + Td + CN$$

$$IT = 70 + 18 + 292$$

$$IT = 380 \text{ veh/día}$$

Sacamos Trafico aproximado

$$TPDA_{aproximado} = tpda + tat + tg + td$$

$$TPDA_{aproximado} = 350 + 35 + 70 + 18$$

$$TPDA_{aproximado} = 473 \text{ veh/día}$$

Finalmente calculamos el TPDAF

$$TPDAF = TA + IT$$

$$TPDAF = 385 + 380$$

$$\mathbf{TPDAF = 765 \text{ veh/día}}$$

Para este ensayo el número de muestras que se tomó de todo el proyecto son 4 los cuales están detallado en la tabla las abscisas correspondientes donde se extrajeron las muestras. Las medidas de las calicatas fueron 1m de ancho por 1m de largo x 1.5m de profundidad, tomando aproximadamente 50kg de cada calicata

TABLA XXXVII
COORDENADAS DEL LAS CALICATAS

Calicata N:	Abscisa	Norte	Este	Elevación
1	0+220	9892077.95	764927.08	2768.94
2	1+320	9891179.24	765060.78	2790.52
3 (Tramo 2)	0+380	9890925.51	764752.39	2810.14
4	2+140	9890354.33	765079.19	2785.37

Las muestras de suelo fueron marcadas e identificadas a la calicata que pertenece para al momento de la transportación evitar confusiones al momento de realizar el ensayo.

a) Contenido de humedad

Para determinar el contenido de humedad se dejó una muestra de suelo en un horno por el periodo de 24 horas a una temperatura promedio de 100 y 110 C Y posteriormente se determinó de la siguiente manera:

Calicata 1

$$w = \frac{W_w}{W_s} * 100$$

Donde

W=contenido de humedad

Ww: Peso de agua contenida en la muestra

Ws: Peso de solidos

Muestra 1

$$w = \frac{38.80}{34.3} * 100\%$$

$$w = 13.85\%$$

Muestra 2

$$w = \frac{53.3}{48.5} * 100\%$$

$$w = 10.28\%$$

El promedio de las dos muestras nos da 12.07% para la calicata 1. Este procedimiento es repetitivo y se realizó dos muestras por cada calicata. A continuación, en la tabla XXXVIII, se presenta a todos los resultados de contenido de humedad obtenidos:

TABLA XXXVIII
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LAS MUESTRAS

Calicata N:	Abscisa	Muestra 1(W%)	Muestra 2(W%)	Promedio (W%)
1	0+220	13.85	10.25	12.07
2	1+320	12.23	16.55	14.39
3 (Tramo 2)	0+380	14.86	12.22	13.54
4	2+140	10.75	18.21	14.48

b) Granulometría

TABLA XXXIX
ENSAYO DE GRANULOMETRÍA

N° de Calicata	Abscisa	Grava (%)	Arena (%)	Limos y Arcillas (%)	Descripción
1	0+220	3.35	84.5	12.08	Arena limosa/Bien Graduado
2	1+320	0.73	84.89	14.38	
3(Tramo 2)	0+380	1.02	86.27	12.71	
4	2+140	0.67	84.77	14.56	

De acuerdo con los resultados presentados en la Tabla XXXIX, se determinó que las tres muestras analizadas se clasifican como materiales granulares según el sistema AASTHO, dado que menos del 35% de cada muestra pasó a través del tamiz No. 200. Por otro lado, Por otra parte, según los resultados de los valores de coeficiente de uniformidad y curvatura se determinó que todas las muestras corresponden a suelos bien graduados, ya que en función de la clasificación SUCS si $C_u \geq 6$ y el $1 \leq C_c \leq 3$ se cumplen pertenecen a dicha categoría

c) Límites de Atterbeg

TABLA XL
LÍMITES DE ATTERBEG

Calicata N:	Abscisa	Límite líquido	Límite plástico	Índice plástico	Clasificación de suelos		
					SUCS	AASHTO	TIPO DE SUELO
1	0+220	30.24	24.52	5.71	Arena limosa (SM)	A-2-4	Material Granular excelente a bueno, con presencia de Grava
2	0+1320	27.16	21.00	6.16	Arena limosa (SM)	A-2-4	
3 (Tramo 2)	0+380	25.18	20.03	5.15	Arena limosa (SM)	A-2-4	
4	0+2140	25.92	18.05	7.87	Arena limosa (SM)	A-2-4	

En la tabla XL sea determinado los límites líquidos, límite plástico y el índice plástico el cual para según la normativa de la AASHTO nos da material granular clasificado como A-2-4. el cual nos dice menos del 35% pasa por el tamiz #200, las cuatro muestras pertenecen a este grupo y la clasificación según la SUCS nos da en todas las muestras de arena limosa lo cual al analizar esto este material es un excelente y a bueno con presencia de gravas esto quiere decir que para el diseño que queremos realizar es bastante bueno

d) Proctor modificado B

TABLA XLI
ENSAYO PROCTOR MODIFICADO TIPO B

PROCTOR MODIFICADO – TIPO B			
Calicata N:	Abscisa	Humedad óptima (%)	Densidad seca máxima (gr/cm ³)
1	0+220	11.40	1.38
2	1+320	12.3	1.386

3 (Tramo 2)	0+380	13.6	1.254
4	2+140	14.5	1.274

De acuerdo a la tabla XLI, en los ensayos sea determinado que la calicata 2 es la que tiene la mayor densidad seca con 13.86 y un porcentaje de humedad óptima de 12.3%. A su vez la calicata Número 3 nos da la menor densidad seca máxima que es de 1.254 y el contenido de humedad óptima de 13.6 %.

Al analizar los datos se puede observar que la variación entre las muestras no es bastante, por lo cual se procedió a calcular el promedio de humedad que nos da un valor 12.95 % y en la densidad máxima seca nos dio 1.323

e) CBR (California Bearing Ratio)

El análisis en el laboratorio nos dio los siguientes resultados que están dadas en las tablas XLII

TABLA XLII
VALORES DEL ENSAYO CBR

CBR				
Calicata N:	Abscisa	CBR (95%)	Uso	Clasificación
1	0+220	22.50	Subrasante	Excelente
2	1+320	16.70	Subrasante	Regular -Buena
3 (Tramo 2)	0+380	21.20	Subrasante	Excelente
4	2+140	16.80	Subrasante	Regular -Buena

Revisando los resultados se puede observar que la calicata 1 tiene el mayor CBR (95%) de 22.50 la cual está ubicado en la abscisa 0+220. También podemos observar que el rango de todas las muestras va desde el 16.70 % a 22.50 % al cual al analizar nos da como resultado una subrasante que va la clasificación desde buena hasta Excelente.

B. SEGUNDA FASE

1 Diseño geométrico de la vía

Velocidad de diseño

Con base en el TPDA proyectado para el año 2044 y de acuerdo con los criterios establecidos en las especificaciones del MTOP 2003, se clasifica la vía como una carretera de tercera clase, tipo colectora, al registrar un tránsito promedio diario anual de 766 vehículos, según lo indicado en la TABLA VI. Asimismo, con base en los resultados obtenidos de la TABLA VI y considerando que el terreno corresponde a un relieve ondulado, se adoptó una velocidad de diseño promedio de 60 km/h, en concordancia con los parámetros establecidos por la normativa del MTOP.

Velocidad de circulación (VC)

Esta velocidad corresponde a la que transitarán los vehículos en la vía. Según la TABLA VII dicha velocidad se puede determinar en función de la velocidad de diseño previamente establecida, obteniéndose un valor de 40 km/h, considerando de igual manera una zona ondulada.

a) Diseño horizontal:

Tramos en tangentes

En cumplimiento con los lineamientos establecidos por el MTOP, es fundamental calcular las longitudes apropiadas de los tramos, con el fin de evitar rectas excesivamente largas dentro del trazado de la vía, lo que contribuye a una conducción más segura y eficiente.

La longitud mínima requerida entre alineamientos con radios de curvas en sentidos opuestos se determina aplicando la siguiente fórmula:

$$L_{mins} = 1.39 * Vd$$

$$L_{mins} = 1.39 * 60$$

$$L_{mins} = 83.4 \text{ km/h}$$

La longitud mínima de los tramos rectos entre curvas con radios del mismo sentido se determina utilizando la siguiente fórmula:

$$L_{mino} = 2.38 * Vd$$

$$L_{mins} = 2.38 * 60$$

$$L_{mins} = 142.8 \text{ km/h}$$

La longitud máxima lo podemos obtener de la siguiente manera:

$$L_{max} = 16.70 * Vd$$

$$L_{max} = 16.70 * 50$$

$$L_{max} = 1002 \text{ km/h}$$

Coefficiente de fricción lateral (f)

El coeficiente de fricción lateral se determinó utilizando el valor recomendado por el MTOP 2003, según la TABLA VIII en función de la velocidad de diseño, obteniéndose un valor de 0.17.

Radio mínimo de curvatura (R)

Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$R = \frac{Vd^2}{127 * (e + f)}$$

$$R = \frac{40^2}{127 * (0.1 + 0.17)}$$

$$R = 46.6 \text{ m}$$

Con base en los resultados obtenidos mediante la Ecuación anterior, se determinó una longitud de 46.66 metros, la cual fue aplicada en la mayoría de las curvas del trazado, excepto en aquellos casos específicos donde las condiciones topográficas y del entorno exigieron ajustes particulares.

Distancia de visibilidad

- *Distancia de visibilidad de parada*

Para determinar dicha distancia, se procedió inicialmente al cálculo del coeficiente de fricción lateral, el cual se obtuvo aplicando la siguiente ecuación:

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

$$f = \frac{1.15}{40^{0.3}}$$

$$f = 0.38$$

Finalmente, se calcula el valor de la distancia de visibilidad de parada considerando la velocidad de circulación y el coeficiente de fricción lateral como variables principales.

$$DVP = 0.70 * Vc + \frac{Vc^2}{254 * f}$$

$$DVP = 0.70 * 40 + \frac{40^2}{254 * 0.38}$$

$$DVP = 59.32 \text{ metros}$$

Distancia de visibilidad de rebasamiento

El valor de esta distancia se determinó aplicando la siguiente ecuación, la cual depende directamente de la velocidad de circulación.

$$DVP = 9.54 * V - 2.18$$

$$DVP = 381.6 - 2.18$$

$$DVP = 379.42 \text{ m}$$

Peralte

Se adoptó un peralte del 10%, en concordancia con la normativa, ya que la velocidad de diseño utilizada en el proyecto es superior a 50 km/h. De igual manera, se definió una pendiente transversal del 12% y una gradiente longitudinal del 6%, conforme a los valores recomendados en la TABLA XII de la normativa.

Sobreancho

El valor de sobreancho se obtiene de las recomendaciones de las especificaciones emitidas por la MTOP, considerando un valor de 40 cm para una velocidad de diseño de 60 km/h.

Longitud de transición

Para la obtención de esto, se utilizó la siguiente ecuación:

$$L_{min} = 0.56 * vd$$

$$L_{min} = 0.56 * 60 \text{ km/h}$$

$$L_{min} = 33.6 \text{ metros}$$

Con una pendiente de bombeo del 2% para ambos lados

Longitud de aplanamiento

Este valor se obtiene considerando una pendiente del 2% aplicada a la calzada y en función de la longitud de transición, para lo cual se utiliza la siguiente ecuación:

$$X = \frac{e * L}{e}$$

$$X = \frac{2\% * 33.6}{10\%}$$

$$X = 6.72 \text{ m}$$

b) Diseño vertical:

El diseño vertical se encuentra estrechamente vinculado al diseño horizontal, con el objetivo de optimizar los costos de construcción y, principalmente, garantizar una circulación adecuada del vehículo de diseño en los tramos con pendientes máximas en sentido ascendente. Para este proyecto, se ha considerado una pendiente máxima del 12%, con una longitud máxima de 500 metros.

Curva vertical convexa

Para determinar los parámetros de la curva, se definió inicialmente el valor de K, seleccionando el valor recomendado por el MTOP en la Tabla XVIII. Para una velocidad de 60 km/h, se adoptó un valor de K:12.

Con este dato, se procedió a calcular los valores correspondientes a las curvas existentes mediante la siguiente ecuación:

$$L(m) = \frac{A * S^2}{426}$$

Donde:

L: Longitud de la curva convexa

A: Diferencia algebraica de gradientes (%)

S: Distancia de visibilidad de parada (m)

Asimismo, es fundamental determinar la longitud mínima de la curva, para lo cual se utilizó la siguiente ecuación:

$$L_{min} (m) = 0.60 * Vd$$

TABLA XLIII
CURVAS VERTICALES CONVEXA

CURVA VERTICAL CONVEXA											
No CURVA CONVEXA	GRADIENTES		DIEFERENCIA	VELOCIDAD	DISTANCIA	COEFICIENTE K		LONGITUD CURVA CONVEXA			
	P1 o G1 %	P2 o G2 %	ALGEBRAICA A	ESPECIFICA km/h	VISIBILIDAD S	CALCULADO	ASUMIDO	L minimo m	L m	L1 m	L2 m
1	-1.78	-3.58	1.80	40.00	40.00	3.76	17.00	24.00	30.60	15.30	15.30
2	-3.58	-10.79	7.21	40.00	40.00	3.76	13.00	24.00	93.73	46.87	46.87
3	7.04	0.80	6.24	40.00	40.00	3.76	6.00	24.00	37.44	18.72	18.72
4	4.77	0.50	4.27	40.00	40.00	3.76	7.00	24.00	29.89	14.95	14.95
5	8.09	5.90	2.19	40.00	40.00	3.76	17.00	24.00	37.23	18.62	18.62
6	8.27	3.63	4.64	40.00	40.00	3.76	17.00	24.00	78.88	39.44	39.44
7	3.63	-6.67	10.30	40.00	40.00	3.76	7.00	24.00	72.10	36.05	36.05
8	8.07	-0.94	9.01	40.00	40.00	3.76	6.22	24.00	56.04	28.02	28.02
9	2.29	-0.50	2.79	40.00	40.00	3.76	15.00	24.00	41.85	20.93	20.93
10	-0.50	-7.70	7.20	40.00	40.00	3.76	6.95	24.00	50.04	25.02	25.02
11	7.99	4.33	3.66	40.00	40.00	3.76	10.00	24.00	36.60	18.30	18.30
12	4.33	2.98	1.35	40.00	40.00	3.76	25.00	24.00	33.75	16.88	16.88
13	2.98	0.52	2.46	40.00	40.00	3.76	18.00	24.00	44.28	22.14	22.14
14	1.15	-4.60	5.75	40.00	40.00	3.76	8.69	24.00	49.97	24.99	24.99

Curva vertical cóncava

Para el cálculo de los parámetros de la curva, se consideró un valor de K permisible, establecido por el MTOP en la TABLA XVII, siendo el valor mínimo permitido de 13. Este valor permite verificar el cumplimiento de los alineamientos verticales en relación con las pendientes máximas del proyecto. Posteriormente, se calcularon los valores correspondientes a las curvas utilizando la siguiente ecuación:

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

Donde:

L: Longitud de la curva convexa

A: Diferencia algebraica de gradientes (%)

S: Distancia de visibilidad de parada (m)

De igual forma, se procedió a calcular la longitud mínima requerida utilizando la siguiente ecuación:

$$L_{min}(m) = 0.60 * Vd$$

TABLA XLIV
CURVAS VERTICALES CONVEXA

CURVA VERTICAL CONCAVA											
No CURVA CONVEXA	GRADIENTES		DIFERENCIA ALGEBRAICA A	VELOCIDAD ESPECIFICA km/h	DISTANCIA VISIBILIDAD S	COEFICIENTE K		LONGITUD CURVA CONVEXA			
	P1 o G1 %	P2 o G2 %				CALCULADO	ASUMIDO	L minimo m	L m	L1 m	L2 m
1	-10.79	7.04	17.83	40.00	40.00	6.11	2.80	24.00	49.92	24.96	24.96
2	0.80	4.77	3.97	40.00	40.00	6.11	7.00	24.00	27.79	13.90	13.90
4	0.50	8.09	7.59	40.00	40.00	6.11	6.32	24.00	47.97	23.99	23.99
7	5.90	8.27	2.37	40.00	40.00	6.11	9.00	24.00	21.33	10.67	10.67
9	-6.67	8.07	14.74	40.00	40.00	6.11	9.00	24.00	132.66	66.33	66.33
11	-0.94	2.29	3.23	40.00	40.00	6.11	30.00	24.00	96.90	48.45	48.45
13	-7.70	5.66	13.36	40.00	40.00	6.11	18.00	24.00	240.48	120.24	120.24
14	0.52	1.15	0.63	40.00	40.00	6.11	90.00	24.00	56.70	28.35	28.35
15	-4.60	1.18	5.78	40.00	40.00	6.11	15.00	24.00	86.70	43.35	43.35

Sección transversal

El proyecto se divide en dos secciones diferenciadas. La primera se extiende desde la abscisa 0+000 hasta la 2+248, ubicada en una zona consolidada, por lo que se tomaron como referencia las características de la vía existente, obteniéndose una sección transversal típica que incluye aceras y bordillos.

La segunda sección abarca desde la abscisa 0+000 hasta la 0+763, correspondiendo a un nuevo diseño vial, el cual mantiene una única sección típica hasta el final del trazado.

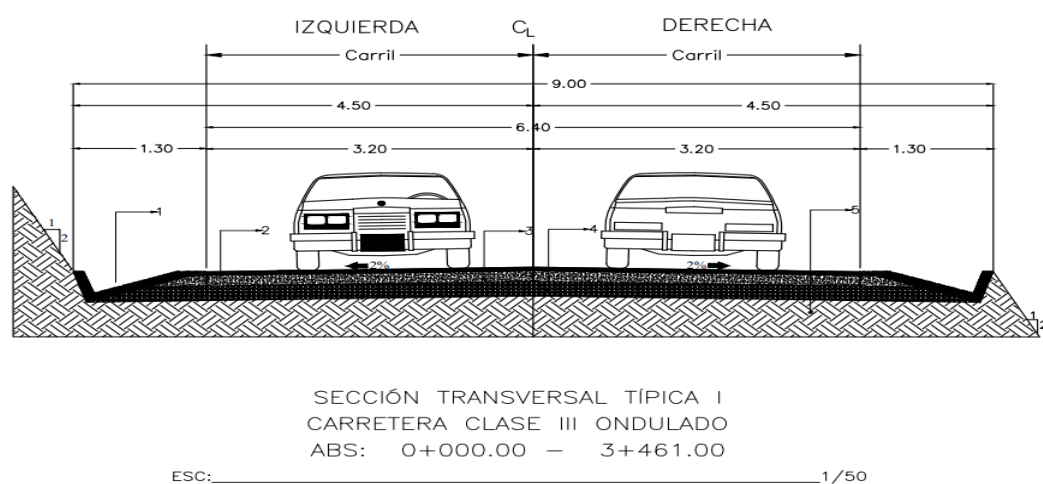


Fig. 24. Sección Típica

Calzada

Considerando un relieve ondulado y un TPDA proyectado de 766 vehículos/día, y conforme a los lineamientos de la TABLA XIX, se estableció un ancho de calzada de 6.40 metros, distribuido en dos carriles de 3.20 metros cada uno.

Espaldón

Con base en los datos obtenidos y de acuerdo con los criterios establecidos por la MTOP en la TABLA XX, se adoptó un ancho recomendado de espaldón de 1.3 metro.

Cuneta

Para el diseño de la cuneta, se optó por una sección triangular revestida, construida con hormigón simple de resistencia $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$. Las dimensiones de la sección

típica fueron tomadas en referencia a las cunetas existentes en la vía principal que conecta a las comunidades del sector.

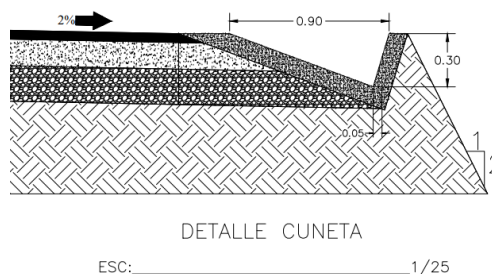


Fig. 25. Detalle Cuneta

2 *Diseño de la estructura del pavimento (Método de AASTHO 93)*

Periodo de diseño

Tal como se indicó previamente, y conforme a los lineamientos establecidos por la MTOP, se definió un período de diseño de 20 años para el presente proyecto.

Factor de daño (Fd)

Para la determinación del valor del factor de daño, se aplicó el método de la cuarta potencia, obteniendo un valor de 1.041 para buses y 4.504 para camiones tipo 2DB. Estos vehículos fueron identificados durante la fase 1 del estudio, correspondiente al conteo vehicular.

Factor de distribución por dirección (Db)

Considerando que la vía estudiada presenta únicamente dos carriles, se adoptó un valor de 0.50.

Factor de distribución por carril (Fc)

Dado que la vía cuenta con un solo carril por sentido, se asignó un valor de 1.00, correspondiente al 100% de los ejes equivalentes W18.

Número de ejes equivalentes

Se consideraron los valores del factor de daño correspondientes a los vehículos de diseño, excluyendo a los vehículos livianos, ya que estos no generan un daño

estructural significativo. Solo se incluyeron aquellos vehículos con un peso igual o superior a 8 toneladas, como autobuses y camiones, que conforman el grupo de vehículos de diseño en la TABLA XLV, se presenta los factores de daño asignados a cada tipo de vehículo. Para determinar el número de ejes equivalentes acumulados hasta el año de diseño, fijado en 2044, se utilizó la siguiente ecuación:

$$W_{18} = (Fd * TPDA_{livianos} * 365) + (Fd * TPDA_{Buses} * 365)$$

Donde:

Fd: Factor de Diseño

TPDA: Trafico Promedio Diario Anual

W18: Numero de Ejes Equivalentes

Se presenta un cuadro resumen de todo el cálculo:

TABLA XLV
FACTORES DE DAÑOS ASIGNADOS

AÑO	% Tasa de crecimiento (i)			Tráfico Futuro					Total	W18 Acumulado	W18por sentido	W18carril de diseño
				Lívanos	Buses	Pesados						
	Lívanos	Buses	Camiones			Lívanos	Buses	2D				
2024	3.57	1.78	1.74	261	38	0	36	10	345	3.84E+04	1.92E+04	1.92E+04
2025	3.57	1.78	1.74	270	39	0	37	10	356	7.75E+04	3.88E+04	3.88E+04
2026	3.25	1.62	1.58	278	39	0	37	10	365	1.17E+05	5.86E+04	5.86E+04
2027	3.25	1.62	1.58	287	40	0	38	10	375	1.57E+05	7.87E+04	7.87E+04
2028	3.25	1.62	1.58	297	41	0	38	11	386	1.98E+05	9.92E+04	9.92E+04
2029	3.25	1.62	1.58	306	41	0	39	11	397	2.40E+05	1.20E+05	1.20E+05
2030	3.25	1.62	1.58	316	42	0	40	11	409	2.82E+05	1.41E+05	1.41E+05
2031	3.25	1.62	1.58	326	43	0	40	11	420	3.25E+05	1.63E+05	1.63E+05
2032	3.25	1.62	1.58	337	43	0	41	11	432	3.69E+05	1.84E+05	1.84E+05
2033	3.25	1.62	1.58	348	44	0	41	12	445	4.13E+05	2.06E+05	2.06E+05
2034	3.25	1.62	1.58	359	45	0	42	12	458	4.58E+05	2.29E+05	2.29E+05
2035	3.25	1.62	1.58	371	45	0	43	12	471	5.04E+05	2.52E+05	2.52E+05
2036	3.25	1.62	1.58	383	46	0	43	12	485	5.50E+05	2.75E+05	2.75E+05
2037	3.25	1.62	1.58	396	47	0	44	12	499	5.97E+05	2.99E+05	2.99E+05
2038	3.25	1.62	1.58	408	48	0	45	12	513	6.45E+05	3.23E+05	3.23E+05
2039	3.25	1.62	1.58	422	48	0	46	13	528	6.94E+05	3.47E+05	3.47E+05
2040	3.25	1.62	1.58	435	49	0	46	13	544	7.43E+05	3.72E+05	3.72E+05
2041	3.25	1.62	1.58	450	50	0	47	13	560	7.94E+05	3.97E+05	3.97E+05
2042	3.25	1.62	1.58	464	51	0	48	13	576	8.45E+05	4.22E+05	4.22E+05
2043	3.25	1.62	1.58	479	52	0	48	13	593	8.97E+05	4.48E+05	4.48E+05
2044	3.25	1.62	1.58	495	52	0	49	14	610	9.49E+05	4.75E+05	4.75E+05

CBR de diseño

Para la determinación del CBR de diseño, se utilizó el percentil 75% según lo establecido en la TABLA XXVII. A partir del análisis de las cuatro muestras obtenidas en laboratorio, se obtuvo un valor de CBR de diseño de 18.1 para la subrasante existente. Este valor se encuentra dentro del rango de 11 a 20, lo cual corresponde a una clasificación de 'Regular a Bueno', conforme a la TABLA IV.

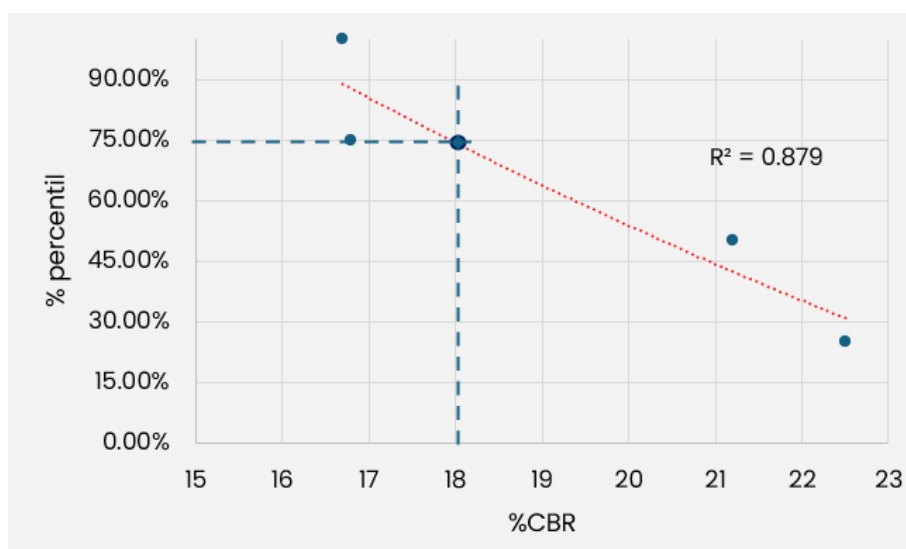


Fig. 26. Valor de CBR de diseño

Confiabilidad (R)

Dado que se trata de una vía rural colectora de tercer orden, se asumió un valor del 85%, conforme a las recomendaciones establecidas para este tipo de jerarquía vial.

Desviación estándar (Zr)

Para la determinación del valor de la desviación estándar, se consideró el nivel de confiabilidad correspondiente y se estableció un valor de desviación de -1.037.

Desviación estándar global (So)

Al tratarse de un pavimento flexible, se adoptó un valor de desviación estándar de 0.45, conforme a lo establecido en la normativa correspondiente.

Índice de serviciabilidad

Se establecieron valores de condición de servicio, asignando un valor inicial de 4.2 y un valor final de 2.0, lo que permitió calcular un índice de pérdida de servicio de 2.2."

Módulo de resiliencia (Mr)

La obtención de este valor se realizó mediante la aplicación de la siguiente ecuación, en la cual el CBR de diseño constituye el parámetro base.

$$Mr(PSI) = 3000CBR^{0.65} \quad (10\% < CBR < 20\%)$$

$$Mr(PSI) = 3000(18.1)^{0.65}$$

$$Mr(PSI) = 19706.62845 \text{ PSI}$$

Coeficientes estructurales

Se utilizaron los ábacos presentados en el capítulo de metodología, conforme a la normativa AASHTO 93. A partir de estos, se determinaron los siguientes valores: un coeficiente estructural 'a1' de 0.405 pulgadas para la carpeta asfáltica, con un módulo de resiliencia de 395 ksi; un coeficiente 'a2' de 0.133 pulgadas para la base, con un módulo de resiliencia de 28 ksi; y un coeficiente 'a3' de 0.108 pulgadas para la subbase, con un módulo de resiliencia de 14.9 ksi.

Capacidad de drenaje (m2y m3)

Se adoptó un valor de 1.10 conforme a lo establecido en la TABLA XXXII. de la norma AASHTO, considerando una condición de drenaje regular y un rango de humedad conservador.

Cálculo del número estructural

Mediante el uso del software 'Ecuación AASHTO 93', se determinó un número estructural de diseño (SN) de 2.01

The screenshot shows the 'Ecuación AASHTO 93' software window. The interface is divided into several sections for input and output:

- Tipo de Pavimento:** Radio buttons for 'Pavimento flexible' (selected) and 'Pavimento rígido'.
- Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So):** A dropdown menu for '85 % Zr=-1.037' and a text box for 'So' with the value '0.45'.
- Serviciabilidad inicial y final:** Text boxes for 'PSI inicial' (4.2) and 'PSI final' (2).
- Módulo resiliente de la subrasante:** A text box for 'Mr' with the value '19706.628 psi'.
- Información adicional para pavimentos rígidos:** Four empty text boxes for 'Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)', 'Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)', 'Coeficiente de transmisión de carga - (J)', and 'Coeficiente de drenaje - (Cd)'.
- Tipo de Análisis:** Radio buttons for 'Calcular SN' (selected) and 'Calcular W18'.
- W18 =** A text box showing the value '474707.31'.
- Número Estructural:** A text box showing the calculated 'SN = 2.01'.
- Buttons:** 'Calcular' and 'Salir' buttons at the bottom.

Fig. 27. Valor del número estructural

Espesores de capa

Utilizando los datos previamente obtenidos, se desarrolló una matriz de cálculo en Excel basada en el método de diseño de pavimentos flexibles AASHTO 93, con el fin de determinar los espesores óptimos para cada capa del pavimento flexible, tal como se presenta en la siguiente tabla:

TABLA XLVI
DATOS DEL DISEÑO DE PAVIMENTO

DISEÑO DE PAVIMENTO AASTHO-93			
1. CARACTERISTICAS DE MATERIALES		DATOS	
A. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA MEZCLA ASFALTICA (ksi)		395.00	
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)		474,707	
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)		85%	
DESVIACION ESTANDAR NORMAL (Zr)		-1.037	
DESVIACION ESTANDAR GLOBAL (So)		0.45	
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)		19.71	
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)		4.2	
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pf)		2.0	
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)		20	
3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO			
A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA			
Concreto Asfáltico Convencional (a1)		0.405	
Base granular (a2)		0.133	
Subbase (a3)		0.108	
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA			
Base granular (m2)		1.100	
Subbase (m3)		1.100	
DATOS DE SALIDA			
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN _{REQ})		2.01	
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN _{CA})		0.43	
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN _{BG})		1.32	
NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN _{SB})		0.26	
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO			
		PROPUESTA	
	TEORICO	ESPESOR	SN*
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	2.7 cm	5.0 cm	0.80
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	22.9 cm	15.0 cm	0.86
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	5.6 cm	20.0 cm	0.94
ESPESOR TOTAL (cm)		40.0 cm	2.60
COMPROBACIÓN			
$\sum SN \text{ Calculado} \geq SN \text{ Teórico}$ 2.60 > 2.01 COMPROBADO			

En resumen, para un período de diseño de 20 años se determinaron los espesores correspondientes de las capas que conformarán la estructura del pavimento flexible, las cuales proporcionarán la capacidad estructural necesaria, asegurando tanto la seguridad como la durabilidad durante toda la vida útil proyectada.

TABLA XLVII
ESPESORES DE LAS CAPAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE

ESPESOR	UNIDAD	VALOR
Carpeta Asfáltica	cm	5
Base	cm	15
Subbase	cm	20
Espesor Total	cm	40

C. TERCERA FASE

1 Presupuesto referencial

En esta fase se realizó el presupuesto para este proyecto vial, que asciende a \$ 412,795.24, cubre todas las actividades necesarias para 3.01 kilómetros de carretera. Este monto se organizó en 11 rubros clave, basándose en las tarifas oficiales de 2024 del Índice de Precios de la Construcción (IPCO) y la Cámara de la Industria de la Construcción (CAMICON). Además, se consideraron los precios de referencia de la revista Modus Vivendi y los procedimientos de entidades públicas. Cada rubro incluye sus respectivas especificaciones, las cuales se detallan en la sección de anexos.

TABLA XLVIII
PRESUPUESTO REFERENCIAL

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 					
PROYECTO:					
“DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA QUE UNE LOS SECTORES SALACHE TIOBAMBA – E35 - SALACHE GRANDE, DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI.”					
ELABORADO POR: RAÚL PATRICIO TUCUMBI MILLINGALLI					
REVISADO POR: ING. MILTON RODRIGO ALDÁS SÁNCHEZ					
TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS					
No.	Rubro / Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio global
OBRAS PRELIMINARES					
1	Replanteo y Nivelación en vía	km	3.01	259.10	779.89
MOVIMIENTO DE TIERRAS					
2	Desbroce, desbosque y limpieza (incluye desalojo)	Ha	0.60	295.19	177.11
3	Excavación en suelo sin clasificar a máquina	m3	8 823.10	2.12	18 ,704.97
4	Excavación para cunetas o canales laterales de vía a máquina (perfilado)	m3	168.67	1.96	330.59
5	Relleno compactado con material de excavación (incl. transporte)	m3	940.38	3.91	3, 676.88
TRANSPORTE					
6	Transporte de material de excavación a escombrera (transp libre 500m)	m3-km	18 965.86	0.24	4, 551.80
7	Transporte de materiales pétreos clasificados	m3-km	28 336.90	0.22	6, 234.11
8	Transporte de mezcla asfáltica en caliente	m3-km	4 048.13	0.24	971.55
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO					

9	Acabado de la obra básica existente (corte y relleno)	m2	28 463.40	0.65	18 ,501.21
10	Sub Base Clase 3 , tendido y compactado (sin transporte)	m3	5 072.21	7.23	36, 672.07
11	Base Clase 4 tendido y compactado (sin transporte)	m3	3 337.30	7.39	24, 662.64
12	Asfalto RC-250 para imprimación 1.50 litros/m2	l	36 084.02	0.66	23, 815.45
13	Capa de rodadura de hormigón asfáltico en caliente mezclado en planta 5 cm de espesor	m2	20 602.08	7.65	157, 605.91
DRENAJE TRANSVERSAL Y LONGITUDINAL					
14	Hormigón Simple Cemento Portland Clase E f'c= 180 kg/cm2. Para cunetas y otros. Incl.Encofrado. Juntas cada 2.40-3.00m	m3	783.12	141.45	110 ,772.32
	ESCOBRERA				
15	Control y reconformación de materiales excedentes en escombreras	m3	8 088.93	0.66	5, 338.69
				TOTAL	412,795.24

CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

I. CONCLUSIONES

Se realizó un levantamiento topográfico de la vía Salache Tiobamba-E35-Salache utilizando el equipo de alta de presión RTK, GPS y equipos menores con una franja de 25 m con cual se obtuvo una longitud de 3.01 km con una ancho de vía existente de 6 m y también se obtuvo 1020 puntos, las que proporcionaron las curvas de nivel y se pudo proyectar el perfil del terreno obteniendo una diferencia 29.7m entre punto más alto de 2799.33 y puto más bajo 2760.63 se definió las pendientes máximas de 10.79 % y la mínima 0.8% . El estudio del flujo vehicular se realizó los 7 días de la semana las 24 horas, el cual nos dio como resultado un TPDA actual de 350 vehículos/día, el día miércoles fue el día de mayor tráfico y la hora pico se registró entre las 11 a 12 am y un TPDA futuro de 765 veh /día tomando en cuenta el 10 % del tráfico atraído para 20 años, por lo tanto, nos permitió determinar el tipo de vía Clase III tipo colectora, según la Normativa MTOP. Para el estudio de suelos se analizó 4 muestras, tras realizar los ensayos se clasificaron según la SUCS como arena limosa y a un tipo A-2-4 según la normativa AASHTO que pertenece a un suelo granular con buena subrasante. Se determinó contenido de humedad, el menor valor se obtuvo 12.07% al comparar con las otras muestras se pueden determinar no hay variación grande entre las mismas. A su vez en el ensayo Proctor se determinó la densidad máxima seca de 1.28 gr/cm³ y una humedad óptima de que está ubicada en la Calicata N1, los valores promedios se obtuvieron una densidad seca máxima 1.323 gr/cm³ y una humedad óptima de 12.95%. También en el ensayo CBR promedio de 19.3% que se encuentra en el rango según la ASTM de 8 -20 el cual nos da entender que suelo pertenece a una subrasante buena.

Se elaboró el diseño geométrico de la vía con una velocidad de diseño de 60 km/h, conforme a la normativa del MTOP, y una velocidad de circulación promedio de 40 km/h. En el diseño horizontal se utilizaron principalmente curvas circulares en su gran mayoría, seguida de las curvas espiral-circular-espiral y las menos utilizadas fue las curvas espiral-espiral considerando todos con un radio mínimo de curvatura horizontal de 46.66 m y un peralte máximo del 12%. Para el diseño vertical, se estableció una pendiente longitudinal máxima de 6% y mínima de 0.5%, garantizando seguridad y funcionalidad en la operación de la carretera. Además, en el diseño del carril se

estableció un ancho total de 6.40 m, conformado por dos carriles de 3.20 m cada uno, aplicando un bombeo del 2%. También, se incorporó una cuneta triangular a cada lado del carril, con una sección de 0.90 m de base, 0.30 m de profundidad y 0.10 m de espesor. En las zonas de corte y relleno se aplicó una relación de taludes 1:2, utilizando un SAC (sobrecorte de anclaje y conformación) de 1.00 m, lo que permite una transición adecuada y segura entre la calzada y los taludes. Esto fue incorporado en los dos tramos de la vía el cual fue estudiada. Se diseñó un pavimento flexible utilizando la norma AASHTO 93 y un Excel que me da la facilidad con los datos de serivciabilidad confiabilidad y desviación estándar se realizó los cálculos internos y me dio como resultando para la estructura de pavimento de 5 cm de carpeta asfáltica, 15 cm de base y 20 cm de subbase con total de 40 cm de capa estructural, garantizando un buen desempeño por 20 años. Al comparar los datos obtenidos con la normativa MTOP se concluyó que los datos son confiables

Se propone un presupuesto referencial estimado de construcción para este proyecto vial es de \$412,795.24 (cuatrocientos cientos doce mil setecientos noventa y cinco. 24/100 centavos), sin incluir el IVA destinados para los 15 rubros que están comprendidos para la intervención 3.01 kilómetros de la vía saliendo un estimado por cada metro \$ 137.59 el metro.

II. RECOMENDACIONES

Se recomienda identificar y marcar de manera adecuada las muestras que se extraen de cada calicata para su transportación al laboratorio y así evitar confusiones

Se recomienda al momento de realizar el proyecto utilizar los materiales sean extraídas de las minas de Latacunga ya que tienen buena calidad y por su cercanía garantizan eficiencia en el transporte a la obra y de esta manera garantizar el avance optimo del proyecto.

Se sugiere realizar un plan de socialización previo con los habitantes de la zona Salache Tiobamba -E35 y Salache Grande. Esto no solo facilitará la comprensión del proyecto por parte de los residentes, sino que también permitirá recoger sus inquietudes y sugerencias a lo largo de todas las fases.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] E. De La Peña, E. Millares, L. Díaz, A. Taddia, and C. Bustamante, “EXPERIENCIA DE ÉXITO FACTOR INFRAESTRUCTURA,” Washington Dc, Feb. 2016. [Online]. Available: www.iadb.org
- [2] C. F. Urazán, D. Escobar, and C. Moncada, “Relación entre la red nacional de carreteras y el desarrollo económico nacional. Caso América Latina y el Caribe,” *Espacios*, vol. 38, pp. 9–10, Aug. 2017.
- [3] Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, “NORMA PARA ESTUDIOS Y DISEÑOS VIALES,” Quito, 2013.
- [4] E. Paguay Cuvi, “Gasto público infraestructura vial y su impacto en el crecimiento económico un análisis para Ecuador período 2000-2017,” Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador, 2019.
- [5] G. R. Almeida Villena and K. E. Saá Paredes, “Estudio de Factibilidad con enfoque en el diseño geométrico de la vía Panamericana E35 en el sector Alausí km 532+000 al km 541+500 para la reducción de siniestralidad por este factor,” Quito, 2023.
- [6] A. R. Rodríguez, R. Téllez, G. Paul, and G. Anguas, “Pavimentos flexibles: Problemática, metodologías de diseño y tendencias (Publicación Técnica No. 104).,” pp. 12–50, 1998.
- [7] L. G. Jara Gómez, “DISEÑO GEOMÉTRICO Y DE PAVIMENTO DE LA VÍA CRS TURI – SAN PEDRO DE HIERBA BUENA, EN LA PARROQUIA TURI, CANTÓN CUENCA,” Cuenca, Ecuador, 2023.
- [8] J. Fernando and R. Armas, “ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA VIAL DE LA-COMUNA SAN VICENTE DE CUCUPURO DE LA PARROQUIA RURAL DE EL QUINCHE DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO, PROVINCIA DE PICHINCHA,” 2015.
- [9] A. H. Poma Alvarado, “ANÁLISIS DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN LA INTERSECCIÓN AV ALEJANDRO CASTRO BENITEZ Y PAJONAL,” Machala, 2020.
- [10] D. Maldonado, “INFLUENCIA DEL TRANSPORTE Y LA MOVILIDAD EN EL DESARROLLO URBANO DE QUITO, CONSTRUCCIÓN DEL METRO QUITO, INFLUENCIA URBANA DE LA ESTACIÓN JIPIJAPA,” Quito, 2018.
- [11] Ministerio de Obras Públicas, “Manual de diseño de Carreteras,” Quito, 2003.

- [12] Ministerio de Energía y Minas, “ESTADÍSTICA HIDROCARBUROS 2021,” Quito, 2021.
- [13] Ministerio de Transporte y Obras Públicas, *Normas de diseño geométrico de carretera*. Quito, 2003.
- [14] Ministerio de Transporte y Obras públicas, *Norma Ecuatoriana Vial (NEVI-12)*. 2013.
- [15] Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), “NTE INEN 686: Mecánica de Suelos - Toma de Muestras Alteradas,” 1982.
- [16] J. F. Rodríguez Armas, “ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA VIAL DE LA-COMUNA SAN VICENTE DE CUCUPUROII DE LA PARROQUIA RURAL DE EL QUINCHE DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO, PROVINCIA DE PICHINCHA,” Quito, 2015.
- [17] A. Estrella, “PROPUESTA DE PAVIMENTO PARA LA VÍA ‘CUNDUALÓ - LAIPO GRANDE’ CON UNA LONGITUD DE 2.6 KM, UBICADO EN LA PARROQUIA JUAN MONTALVO, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI,” Quito, Ecuador, 2023.
- [18] J. S. Mena Sivinta, “ESTUDIO DE LAS CONDICIONES TÉCNICAS PARA PROYECTAR EL MEJORAMIENTO DE LA VÍA SANTA MARIANITA-MACA CENTRO PERTENECIENTE A LA PARROQUIA SAN JOSÉ DE POALÓ, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI,” Ambato, 2015.
- [19] D. Albarracín and M. Quito, “DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA VÍA SAN CRISTÓBAL-MALIMA DE LA ABSCISA 2+900 HASTA LA ABSCISA 5+800 KM, PERTENECIENTE AL CANTÓN PAUTE PROVINCIA DEL AZUAY,” Cuenca, 2024.
- [20] Instituto Ecuatoriano de Normalización, “MECANICA DE SUELOS DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE AGUA METODO DEL SECADO AL HORNO,” 1982.
- [21] ASTM International, “ASTM D6913M-17: Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis.,” pp. 1–53, 2017.
- [22] C. Villacis, “Evaluación Técnica y Social de la Vía Interparroquial Cusubamba- Mulalillo-Panzaleo del Cantón Salcedo para mejorar el Diseño Geométrico de la Vía,” Ambato, 2011.
- [23] J. M. Tenorio Sandoval, “Diseño geométrico de la vía comprendida desde la ye de San José Ejido hasta el centro de Pichalou para mejorar los niveles de

serviciabilidad en la parroquia con Montalvo del cantón Latacunga Provincia de cotopaxi,” Ambato, 2022.

- [24] Norma Técnica Ecuatoriana, “Mecánica de suelos determinación del límite plástico,” 1982.
- [25] H. Urdanivia Roque, “UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL,” Cerro de Pasco, Perú, 2019.
- [26] American Association of State Highway and Transportation Officials, “AASHTO T 180: Standard Method of Test for Moisture-Density Relations of Soils Using a 4.54-kg (10-lb) Rammer and a 457-mm (18-in.) Drop.,” 2022.
- [27] J. A. Mise Ruiz, “Plan de conversación para la estructura del pavimento de la vía Aláquez- Mulalo.,” pp. 125–158, 2020.
- [28] L. J. Caisaluisa Aimacaña, “Optimización de la geometría de la vía desde el puente Yanayacu hasta Pillaro,” pp. 45–60, 2025.
- [29] ASTM International, “STM D1883-07: Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils.,” 2007, *ASTM International, West Conshohocken, PA*. doi: 10.1520/D0698-07E01.
- [30] AASHTO T 193, “VALOR SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) Y EXPANSIÓN (EXP).”
- [31] A. H. LLanos Sanchez and S. K. Reyes Pérez, “ESTUDIO COMPARATIVO DE LOS ENSAYOS CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DE LABORATORIO Y PENETRACIÓN DINÁMICA DE CONO (PDC) EN,” Pimentel, 2017.
- [32] D. E. Delgado Martínez, L. Medina García, J. M. Ulate Zárata, and R. A. García Depestre, “Modelos de velocidad de operación de carreteras rurales en terreno llano en Costa Rica,” *Enfoque UTE*, vol. 12, no. 2, pp. 52–68, Apr. 2021, doi: 10.29019/enfoqueute.732.
- [33] A. Ricardo and G. Morales, “DISEÑO DE PAVIMENTO ASFÁLTICO POR EL METODO AASHTO-93 EMPLEANDO EL SOFTWARE DISAASHTO-93.,” Bogotá, 2015.

ANEXOS

ANEXO 1.

FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍAS



1. Levantamiento Topográfico



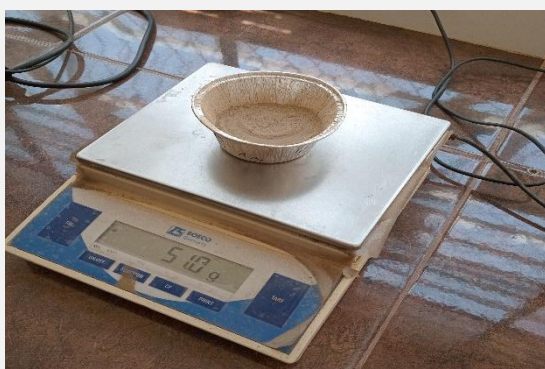
2. Levantamiento Topográfico



3. Toma de muestras



4. Cámara de video



5. Toma de muestras



6. Muestras después del secado

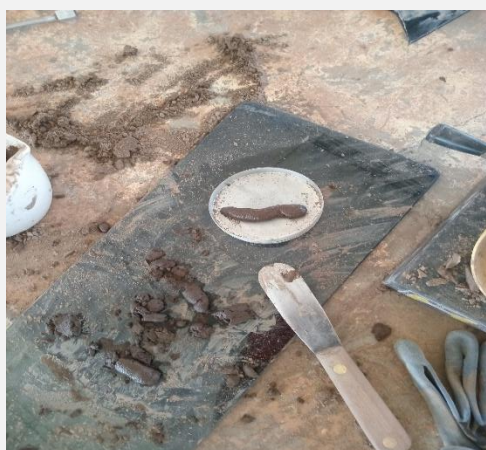
FOTOGRAFÍAS



7. Muestra en la tamizadora



8. Ensayo en la copa casa grande



9. Ensayo Límite Plástico



10. Ensayo Proctor modificado



11. Peso del cilindro para el Proctor



12. Ensayo Proctor modificado

FOTOGRAFÍAS



1. Toma de muestras del proctor



2. Secado de muestras



3. Cilindro Metálico para CBR



4. Saturación de la muestra



5. Ensayo en la máquina de CBR



6. Muestras después de la saturación

ANEXO 2 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO									
PROYECTO		“DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA QUE UNE LOS SECTORES SALACHE TIOBAMBA – E35 - SALACHE GRANDE, DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI.”							
ELABORADO POR		RAÚL PATRICIO TUCUMBI MILLINGALLI							
REVISADO POR		ING. MILTON RODRIGO ALDÁS SÁNCHEZ, PHD							
PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN	PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN
1	9891357.646	765117.898	2795.891	v	378	9890841.761	764730.93	2811.029	v
2	9891363.097	765117.289	2795.959	e	379	9890843.299	764727.941	2811.053	v
3	9892056.42	765108.969	2775.374	b	380	9890845.331	764723.595	2811.179	v
4	9892056.502	765108.934	2775.355	b	381	9890861.04	764739.943	2810.759	c
5	9892056.495	765108.938	2775.348	b	382	9890861.48	764739.136	2810.695	v
6	9892058.952	765103.988	2775.457	e	383	9890863.221	764736.607	2810.903	v
7	9892060.296	765098.615	2775.347	b	384	9890864.849	764733.44	2810.806	v
8	9892053.656	765097.46	2775.124	b	385	9890872.361	764736.451	2810.711	c
9	9892051.937	765100.613	2775.337	e	386	9890884.825	764742.802	2810.637	c
10	9892050.122	765103.373	2775.358	v	387	9890884.525	764743.99	2810.527	v
11	9892041.118	765099.197	2775.324	v	388	9890883.314	764746.486	2810.666	v
12	9892042.385	765096.127	2775.167	e	389	9890881.53	764750.035	2810.54	v
13	9892044.99	765092.516	2774.971	v	390	9890936.009	764785.468	2809.62	v
14	9892047.414	765091.086	2775.963	casa	391	9890938.513	764781.89	2809.853	v
15	9892038.463	765082.43	2776.825	casa	392	9890941.248	764778.809	2809.828	v
16	9892036.732	765084.211	2774.951	v	393	9890978.471	764800.745	2809.663	c
17	9892033.986	765087.456	2774.824	e	394	9890992.08	764810.641	2809.603	c
18	9892029.795	765090.121	2775.026	v	395	9890990.944	764812.42	2809.582	v
19	9892025.516	765089.84	2775.013	casa	396	9890989.288	764815.221	2809.621	v
20	9892021.904	765082.466	2774.893	casa	397	9890987.498	764818.751	2809.575	v
21	9892026.529	765079.501	2774.665	v	398	9891013.277	764836.986	2808.991	c
22	9892026.468	765079.125	2774.647	e	399	9891022.367	764843.033	2808.925	c
23	9892029.802	765077.332	2774.403	v	400	9891023.303	764841.771	2808.865	v
24	9892026.357	765068.57	2773.984	v	401	9891025.074	764839.11	2808.781	v
25	9892023.476	765068.763	2774.175	e	402	9891027.153	764836.27	2808.704	v
26	9892019.808	765069.699	2774.333	v	403	9891067.364	764863.466	2807.503	v
27	9892018.157	765069.264	2774.334	c	404	9891065.246	764866.106	2807.408	v

28	9892016.472	765063.539	2774.346	c	405	9891063.333	764869.218	2807.312	v
29	9892018.122	765062.832	2774.186	v	406	9891070.504	764877.94	2806.931	v
30	9892020.862	765062.232	2773.941	v	407	9891073.953	764876.444	2806.997	v
31	9892025.082	765061.922	2773.924	v	408	9891076.793	764875.208	2807.113	v
32	9892024.178	765046.397	2773.067	v	409	9891083.809	764883.68	2806.722	c
33	9892021.297	765045.51	2773.224	v	410	9891082.138	764888.817	2806.714	c
34	9892018.255	765044.81	2773.332	v	411	9891081.256	764888.856	2806.547	v
35	9892020.601	765028.689	2772.892	v	412	9891078.32	764889.029	2806.531	v
36	9892023.284	765029.176	2772.822	v	413	9891074.458	764889.144	2806.482	v
37	9892027.489	765029.932	2772.79	v	414	9891067.422	764943.093	2804.822	v
38	9892032.927	765012.952	2772.086	v	415	9891070.447	764943.664	2804.743	v
39	9892035.643	765012.843	2772.582	c	416	9891073.429	764944.378	2804.641	v
40	9892031.324	765010.777	2772.16	v	417	9891077.186	764945.337	2804.441	c
41	9892029.374	765009.405	2772.128	v	418	9891074.008	764964.753	2803.873	c
42	9892025.065	765006.107	2771.993	c	419	9891063.464	764962.548	2804.159	c
43	9892032.797	764993.521	2771.794	c	420	9891058.617	765005.962	2802.465	c
44	9892035.574	764995.112	2771.487	v	421	9891060.269	765006.063	2802.188	v
45	9892037.835	764996.189	2771.482	v	422	9891063.265	765006.442	2802.071	v
46	9892040.675	764997.633	2771.4	v	423	9891067.104	765007.096	2802.066	v
47	9892043.426	764996.196	2772.15	c	424	9891065.235	765028.571	2800.815	v
48	9892054.957	764974.178	2770.692	v	425	9891062.113	765028.907	2800.717	v
49	9892053.025	764972.603	2770.569	v	426	9891057.78	765028.63	2800.808	v
50	9892050.624	764970.906	2770.334	v	427	9891057.178	765045.485	2800.223	v
51	9892062.672	764951.005	2769.559	v	428	9891061.453	765044.745	2799.882	v
52	9892064.926	764952.052	2769.714	v	429	9891067.112	765044.109	2799.678	v
53	9892068.526	764954.129	2770.008	v	430	9891357.487	765120.786	2795.759	punto fijo
54	9892074.724	764938.545	2769.88	v	700	9891357.487	765120.786	2795.75	Base 0
55	9892075.319	764939.104	2770.259	v	701	9891358.362	765120.248	2795	p
56	9892071.341	764938.481	2769.068	v	702	9891360.169	765119.58	2795.772	p
57	9892067.389	764937.508	2768.958	v	703	9892063.079	765091.097	2775.764	f
58	9892069.256	764927.18	2768.289	v	704	9892055.327	765118.78	2773.932	f
59	9892072.325	764927.148	2768.269	v	705	9892044.098	765107.815	2774.087	f
60	9892076.414	764927.285	2768.583	v	706	9892048.152	765092.135	2775.813	c
61	9892077.958	764927.086	2768.948	v	707	9892038.267	765082.495	2776.755	c
62	9892086.458	764914.161	2768.621	f	708	9892024.139	765092.082	2775.586	f
63	9892076.135	764911.957	2767.829	v	709	9892034.19	765096.094	2775.112	f

64	9892075.79	764912.351	2767.067	v	710	9892036.04	765074.869	2774.723	f
65	9892072.883	764912.725	2767.132	v	711	9892019.223	765082.08	2774.876	f
66	9892068.309	764913.926	2767.05	v	712	9892011.476	765069.721	2772.053	f
67	9892064.152	764907.451	2766.182	v	713	9892033.112	765063.587	2778.814	f
68	9892066.286	764904.742	2766.003	v	714	9892031.688	765056.675	2778.811	f
69	9892069.045	764901.219	2766.214	v	715	9892032.02	765063.967	2778.46	f
70	9892074.54	764902.468	2767.259	f	716	9892010.944	765061.312	2771.825	f
71	9892054.188	764886.947	2763.581	v	717	9892010.114	765041.303	2768.772	f
72	9892051.397	764888.35	2763.216	v	718	9892010.061	765018.421	2765.771	f
73	9892048.254	764890.098	2763.372	v	719	9892018.204	765003.538	2766.173	f
74	9892046.101	764891.117	2763.791	sequia	720	9892034.448	765040.527	2779.417	f
75	9892050.675	764880.213	2762.78	v	721	9892037.188	765026.359	2778.249	f
76	9892047.069	764880.902	2762.174	v	722	9892044.793	765016.209	2780.09	f
77	9892042.655	764881.549	2762.338	v	723	9892061.327	765000.279	2783.432	f
78	9892041.735	764859.041	2760.752	v	724	9892058.44	764981.892	2775.704	f
79	9892039.083	764859.798	2760.611	v	725	9892065.437	764973.597	2775.875	f
80	9892036.121	764860.922	2760.724	v	726	9892069.98	764966.422	2776.229	f
81	9892039.107	764851.233	2760.673	v2	727	9892048.459	764956.22	2766.171	f
82	9892035.29	764848.625	2760.46	v2	728	9892025.156	764985.053	2765.344	f
83	9892032.075	764847.049	2760.62	v2	729	9892061.753	764944.558	2768.77	f
84	9892038.465	764834.112	2760.842	v2	730	9892079.88	764938.627	2773.592	f
85	9892040.682	764835.839	2760.78	v2	731	9892078.375	764948.704	2776.602	f
86	9892043.857	764838.084	2760.819	v2	732	9892056.733	764934.983	2766.16	f
87	9892034.915	764852.572	2760.569	v	733	9892054.913	764925.258	2765.848	f
88	9892033.857	764854.034	2760.619	v	734	9892054.782	764913.163	2765.436	f
89	9892031.335	764856.084	2760.409	v	735	9892086.437	764917.406	2768.496	f
90	9892023.7	764849.004	2760.578	v	736	9892074.855	764896.866	2767.459	f
91	9892024.549	764845.35	2760.515	v	737	9892051.215	764897.076	2763.872	f
92	9892025.277	764841.618	2760.584	v	738	9892051.252	764858.737	2761.626	f
93	9892026.59	764825.185	2760.562	f	739	9892051.685	764867.138	2763.775	f
94	9892013.385	764862.708	2758.809	v	740	9892047.785	764845.541	2761.497	f
95	9892008.108	764839.939	2760.892	c	741	9892039.644	764833.967	2760.765	f
96	9892008.089	764841.55	2760.818	v	742	9892050.006	764828.463	2760.732	f
97	9892008.586	764844.562	2760.736	v	743	9892022.423	764820.102	2760.427	f
98	9892009.307	764848.563	2760.559	v	744	9892009.059	764822.983	2760.951	f
99	9892006.487	764856.998	2761.308	f	745	9892025.228	764867.985	2761.115	f

100	9891999.909	764851.444	2761.253	v	746	9892008.179	764839.908	2760.851	f
101	9891998.124	764847.951	2761.339	v	747	9891986.769	764832.423	2764.278	f
102	9891997.051	764844.488	2761.402	v	748	9891988.215	764859.294	2764.345	f
103	9891987.825	764836.655	2763.63	f	749	9891978.102	764862.108	2763.593	f
104	9891989.066	764846.999	2761.883	v	750	9891966.608	764873.963	2764.23	f
105	9891989.926	764850.196	2761.89	v	751	9891956.714	764892.692	2763.107	f
106	9891990.653	764853.929	2761.898	v	752	9891940.148	764911.376	2763.17	f
107	9891974.86	764862.706	2763.789	v	753	9891932.182	764917.165	2764.188	f
108	9891972.647	764860.38	2763.762	v	754	9891911.145	764893.359	2766.172	f
109	9891970.214	764856.829	2763.8	v	755	9891916.566	764885.314	2766.453	f
110	9891949.626	764873.177	2764.732	v	756	9891925.82	764872.793	2766.405	f
111	9891951.821	764875.639	2764.686	v	757	9891934.113	764866.52	2766.06	f
112	9891954.077	764878.273	2764.633	v	758	9891947.383	764853.981	2765.733	f
113	9891957.272	764881.772	2764.037	f	759	9891893.285	764915.289	2766.063	f
114	9891948.507	764872.917	2764.023	v2	760	9891911.494	764932.377	2764.501	f
115	9891944.474	764875.342	2764.954	v2	761	9891882.445	764922.092	2766.477	f
116	9891939.897	764879.908	2765.111	v2	762	9891900.462	764947.249	2764.501	f
117	9891936.223	764865.105	2766.071	v2	763	9891887.904	764953.301	2764.662	f
118	9891933.584	764867.376	2766.106	v2	764	9891872.776	764933.977	2766.622	f
119	9891930.971	764870.506	2766.217	v2	765	9891861.773	764941.202	2767.09	f
120	9891939.698	764880.959	2764.986	v	766	9891876.431	764964.389	2764.26	f
121	9891942.161	764884.062	2764.876	v	767	9891862.972	764974.044	2764.592	f
122	9891944.898	764887.259	2764.794	v	768	9891847.585	764989.045	2764.7	f
123	9891940.462	764902.355	2764.61	f	769	9891827.8	764964.312	2770.956	f
124	9891916.277	764913.502	2765.488	v	770	9891836.896	764952.642	2769.044	f
125	9891913.961	764911.781	2765.452	v	771	9891804.224	764986.613	2777.896	f
126	9891911.375	764909.259	2765.317	v	772	9891792.561	765000.249	2779.219	f
127	9891874.247	764914.444	2767.645	f	773	9891785.427	765014.084	2780.52	f
128	9891891.617	764930.044	2765.354	v	774	9891774.271	765035.393	2778.672	f
129	9891893.338	764932.685	2765.227	v	775	9891766.114	765053.04	2777.983	f
130	9891895.407	764935.009	2765.254	v	776	9891756.268	765062.371	2779.359	f
131	9891903.184	764941.941	2765.142	f	777	9891749.149	765071.698	2778.397	f
132	9891873.336	764957.147	2765.414	v	778	9891744.055	765080.438	2777.391	f
133	9891870.707	764954.535	2765.488	v	779	9891726.595	765095.99	2777.6	f
134	9891868.302	764951.448	2765.487	v	780	9891719.595	765108.575	2777.725	f
135	9891835.407	764983.044	2767.058	c	781	9891708.515	765126.961	2776.775	f

136	9891834.405	764981.384	2767.229	v	782	9891692.751	765133.07	2780.253	f
137	9891832.741	764979.399	2767.354	v	783	9891683.748	765143.854	2779.808	f
138	9891830.072	764976.345	2767.269	v	784	9891678	765155.933	2780.543	f
139	9891823.1	764993.692	2768.575	c	785	9891668.529	765163.947	2780.543	f
140	9891821.372	764992.769	2768.581	v	786	9891655.078	765166.635	2780.955	f
141	9891818.921	764991.14	2768.72	v	787	9891644.775	765166.146	2781.77	f
142	9891815.786	764988.751	2768.722	v	788	9891632.255	765160.778	2783.267	f
143	9891798.681	765016.949	2769.963	t	789	9891624.431	765159.996	2783.715	f
144	9891799.141	765017.581	2769.802	v	790	9891612.688	765163.535	2783.889	f
145	9891802.438	765019.35	2769.802	v	791	9891604.625	765162.001	2784.474	f
146	9891804.793	765020.775	2769.808	v	792	9891587.196	765158.456	2785.388	f
147	9891806.271	765022.459	2769.827	t	793	9891567.151	765159.054	2786.078	f
148	9891753.45	765086.956	2770.601	v	794	9891550.938	765157.127	2786.869	f
149	9891755.639	765089.064	2770.595	v	795	9891526.842	765151.463	2789.699	f
150	9891758.04	765091.114	2770.573	v	796	9891510.51	765145.746	2790.976	f
151	9891759.869	765092.21	2770.573	t	797	9891500.951	765141.212	2792.469	f
152	9891725.932	765123.339	2771.663	t	798	9891484.172	765139.616	2792.595	f
153	9891726.589	765123.603	2771.19	v	799	9891466.606	765141.836	2792.761	f
154	9891728.691	765125.879	2771.198	v	800	9891454.096	765123.791	2794.9	f
155	9891731.716	765128.758	2771.139	v	801	9891437.989	765127.737	2794.776	f
156	9891733.218	765130.44	2771.27	t	802	9891413.858	765112.045	2794.809	f
157	9891719.443	765130.533	2771.735	c	803	9891396.107	765111.567	2796.933	f
158	9891694.975	765155.749	2774.868	c	804	9891380.583	765106.849	2797.551	f
159	9891694.895	765156.867	2774.651	v	805	9891367.928	765100.659	2797.945	f
160	9891697.073	765160.082	2774.621	v	806	9891362.472	765133.689	2794.184	f
161	9891699.412	765163.316	2774.683	v	807	9891384.06	765150.082	2792.461	f
162	9891690.886	765172.209	2776.052	c	808	9891392.545	765150.116	2792.216	f
163	9891687.27	765174.887	2776.925	c	809	9891417.708	765154.852	2791.782	f
164	9891685.85	765173.934	2776.656	v	810	9891467.609	765167.851	2789.383	f
165	9891683.248	765171.269	2776.653	v	811	9891478.904	765168.29	2789.157	f
166	9891680.913	765168.364	2776.612	v	812	9891495.154	765172.813	2788.325	f
167	9891679.362	765166.189	2779.164	f	813	9891510.261	765175.776	2787.077	f
168	9891667.213	765174.936	2778.294	v	814	9891544.711	765186.996	2783.876	f
169	9891668.197	765178.808	2778.416	v	815	9891565.626	765187.694	2782.829	f
170	9891670.55	765184.368	2778.329	v	816	9891576.902	765189.24	2782.07	f
171	9891669.987	765187.187	2777.809	v2	817	9891596.197	765189.822	2781.285	f

172	9891665.465	765189.511	2777.832	v2	818	9891624.189	765190.952	2780.268	f
173	9891661.045	765191.825	2777.764	v2	819	9891673.556	765209.035	2774.593	f
174	9891664.924	765201.564	2775.832	v2	820	9891708.528	765167.906	2774.446	f
175	9891668.644	765201.149	2775.857	v2	821	9891729.695	765149.672	2768.248	f
176	9891672.522	765201.195	2775.699	v2	822	9891738.045	765137.648	2767.251	f
177	9891656.327	765187.3	2778.816	v	823	9891751.612	765122.932	2766.2	f
178	9891656.264	765181.161	2779.186	v	824	9891761.024	765106.295	2765.999	f
179	9891655.311	765177.281	2779.187	v	825	9891770.203	765095.781	2765.808	f
180	9891601.99	765174.754	2782.586	v	826	9891778.036	765083.269	2765.353	f
181	9891601.186	765178.592	2782.565	v	827	9891794.864	765052.614	2767.393	f
182	9891600.72	765182.199	2782.699	v	828	9891806.669	765040.451	2765.954	f
183	9891566.218	765153.274	2786.848	f	829	9891814.806	765025.488	2765.671	f
184	9891565.867	765171.381	2784.491	v	830	9891821.384	765018.464	2764.996	f
185	9891565.717	765175.05	2784.562	v	831	9891833.893	765002.526	2765.01	f
186	9891565.261	765178.836	2784.616	v	832	9891337.571	765094.192	2796.587	f
187	9891564.723	765182.97	2783.511	f	833	9891323.041	765089.114	2795.504	f
188	9891515.39	765166.651	2788.739	v	834	9891304.762	765079.607	2794.2	f
189	9891515.869	765162.832	2788.917	v	835	9891284.954	765072.147	2792.345	f
190	9891516.278	765159.126	2789.069	v	836	9891273.758	765065.974	2792.071	f
191	9891466.512	765145.469	2792.188	v	837	9891240.379	765050.352	2790.472	f
192	9891465.185	765148.934	2792.304	v	838	9891221.836	765045.12	2789.708	f
193	9891463.954	765152.459	2792.376	v	839	9891181.336	765037.926	2792.586	f
194	9891393.621	765138.227	2794.445	v	840	9891170.152	765042.135	2792.77	f
195	9891394.217	765131.32	2794.739	v	841	9891150.223	765036.091	2794.48	f
196	9891395.232	765127.425	2794.716	v	842	9891119.674	765037.559	2797.155	f
197	9891382.586	765139.891	2794.076	v2	843	9891100.13	765038.034	2798.603	f
198	9891386.503	765140.768	2793.962	v2	844	9891088.813	765036.898	2799.395	f
199	9891391.299	765141.17	2794.082	v2	845	9891080.457	765036.762	2800.238	f
200	9891391.466	765150.175	2792.361	v2	846	9891050.09	765039.257	2800.862	f
201	9891387.822	765150.829	2792.393	v2	847	9891024.851	765037.829	2800.293	f
202	9891384.091	765151.348	2792.414	v2	848	9890968.189	765036.549	2799.281	f
203	9891376.943	765129.525	2795.311	va	849	9890946.428	765039.734	2799.036	f
204	9891378.547	765125.295	2795.307	va	850	9890931.735	765038.016	2799.142	f
205	9891380.441	765121.755	2795.419	va	851	9890911.893	765034.538	2799.716	f
206	9891362.98	765112.79	2796.014	v	852	9890894.066	765037.51	2800.344	f
207	9891361.327	765115.812	2796	v	853	9890831.264	765057.119	2800.62	f

208	9891358.937	765120.37	2795.825	v	854	9890805.483	765060.492	2800.609	f
209	9891359.983	765121.767	2795.735	c	855	9890778.118	765065.923	2800.257	f
210	9891348.49	765117.188	2795.575	c	856	9890757.123	765066.82	2799.983	f
211	9891348.673	765115.713	2795.635	v	857	9890723.859	765067.927	2801.368	f
212	9891349.665	765112.199	2795.818	v	858	9890716.317	765070.259	2801.364	f
213	9891351.028	765108.342	2795.931	v	859	9890704.104	765068.083	2800.539	f
214	9891363.629	765110.186	2796.6	c	860	9890683.975	765067.944	2800.205	f
215	9891337.732	765100.91	2796.009	c	861	9890649.961	765068.701	2799.5	f
216	9891335.909	765112.428	2794.891	v	862	9890633.937	765067.481	2799.419	f
217	9891336.346	765108.823	2794.909	v	863	9890612.378	765073.093	2798.977	f
218	9891337.206	765104.383	2794.912	v	864	9890598.024	765067.558	2798.515	f
219	9891306.011	765096.903	2792.662	v	865	9890576.53	765075.259	2797.358	f
220	9891305.274	765099.396	2792.613	v	866	9890532.416	765075.236	2793.879	f
221	9891303.794	765102.461	2792.624	v	867	9890543.272	765073.78	2795.056	f
222	9891299.518	765109.351	2792.254	f	868	9890510.695	765076.816	2791.791	f
223	9891303.862	765088.693	2793.377	f	869	9890463.504	765078.087	2788.07	f
224	9891294.981	765102.544	2791.829	c	870	9890427.837	765074.752	2786.721	f
225	9891280.3	765098.573	2791.106	c	871	9890391.705	765062.97	2786.335	f
226	9891281.32	765094.409	2791.01	v	872	9890383.839	765061.829	2786.28	f
227	9891282.894	765090.65	2791.013	v	873	9890360.2	765067.41	2786.247	f
228	9891284.573	765086.81	2790.985	v	874	9890330.554	765066.15	2786.433	f
229	9891283.997	765082.556	2791.278	c	875	9890312.856	765055.002	2786.847	f
230	9891271.247	765076.57	2790.409	c	876	9890262.454	765045.885	2789.256	f
231	9891241.528	765063.446	2789.465	c	877	9890257.957	765045.238	2789.941	f
232	9891241.262	765065.394	2789.082	v	878	9890230.972	765086.402	2787.417	f
233	9891239.369	765068.915	2789.108	v	879	9890254.791	765092.948	2787.44	f
234	9891237.189	765072.792	2788.995	v	880	9890286.664	765093.215	2784.772	f
235	9891210.792	765053.15	2789.406	c	881	9890305.721	765096.263	2784.507	f
236	9891209.842	765054.938	2789.109	v	882	9890340.264	765109.192	2784.047	f
237	9891208.534	765058.026	2789.22	v	883	9890359.572	765104.901	2784.536	f
238	9891207.31	765062.289	2789.159	v	884	9890376.034	765106.325	2784.596	f
239	9891205.502	765066.929	2789.86	t	885	9890391.482	765105.101	2784.911	f
240	9891181.128	765067.815	2790.598	t	886	9890403.851	765108.847	2786.805	f
241	9891181.119	765067.816	2790.594	t	887	9890421.688	765107.785	2786.775	f
242	9891179.24	765060.788	2790.52	v	888	9890439.452	765113.919	2788.099	f
243	9891179.167	765056.924	2790.658	v	889	9890457.015	765111.048	2788.215	f

244	9891179.111	765052.919	2790.636	v	890	9890491.552	765115.745	2791.338	f
245	9891082.395	765052.302	2798.329	v	891	9890501.946	765113.076	2791.914	f
246	9891081.912	765055.632	2798.484	v	892	9890532.521	765113.273	2794.862	f
247	9891081.552	765060.193	2798.449	v	893	9890550.183	765116.22	2795.944	f
248	9891070.325	765048.17	2799.222	v	894	9890564.413	765115.232	2796.47	f
249	9891068.546	765053.631	2799.317	v	895	9890598.825	765114.469	2796.957	f
250	9891067.938	765058.187	2799.291	v	896	9890619.238	765112.348	2797.1	f
251	9890988.403	765059.312	2798.48	v	897	9890638.4	765111.056	2797.3	f
252	9890988.03	765057.051	2798.384	v	898	9890652.152	765110.164	2797.451	f
253	9890988.054	765053.994	2798.433	v	899	9890671.842	765108.266	2798.039	f
254	9890996.76	765050.836	2799.028	c	900	9890680.905	765108.157	2797.34	f
255	9890983.923	765049.737	2798.985	c	901	9890686.19	765109.669	2797.097	f
256	9890975.856	765068.169	2796.945	t	902	9890707.67	765107.201	2797.393	f
257	9890946.824	765053.429	2798.763	c	903	9890751.786	765101.103	2797.702	f
258	9890946.917	765056.694	2798.377	v	904	9890787.273	765100.89	2797.574	f
259	9890946.756	765059.459	2798.375	v	905	9890797.673	765099.192	2797.4	f
260	9890946.591	765062.267	2798.37	v	906	9890809.97	765089.187	2798.727	f
261	9890916.614	765067.722	2798.135	c	907	9890842.78	765090.851	2798.181	f
262	9890916.477	765065.191	2798.596	v	908	9890851.965	765088.388	2797.829	f
263	9890915.905	765062.566	2798.622	v	909	9890866.198	765087.911	2797.608	f
264	9890915.464	765058.87	2798.799	v	910	9890881.503	765082.908	2797.16	f
265	9890902.974	765069.12	2798.74	c	911	9890889.818	765083.314	2796.759	f
266	9890837.904	765068.076	2800.607	c	912	9890902.926	765081.623	2796.4	f
267	9890837.852	765070.193	2799.732	v	913	9890937.396	765076.467	2796.074	f
268	9890838.116	765073.298	2799.888	v	914	9890971.85	765070.577	2796.67	f
269	9890838.599	765075.909	2799.954	v	915	9890979.129	765072.497	2796.904	f
270	9890827.027	765080.699	2800.033	c	916	9890990.841	765069.37	2797.011	f
271	9890821.728	765081.3	2799.997	c	917	9891004.064	765070.282	2797.289	f
272	9890821.529	765079.141	2799.881	v	918	9891018.755	765070.88	2797.592	f
273	9890820.743	765076.74	2799.934	v	919	9891023.055	765076.447	2797.573	f
274	9890820.057	765073.612	2799.869	v	920	9891037.823	765076.284	2797.988	f
275	9890738.158	765081.974	2799.968	v	921	9891053.452	765072.158	2798.468	f
276	9890738.088	765085.215	2800.113	v	922	9891059.651	765072.012	2798.485	f
277	9890738.173	765088.612	2799.954	v	923	9891072.978	765072.645	2798.221	f
278	9890738.076	765090.52	2799.921	c	924	9891074.525	765040.215	2800.233	f
279	9890710.071	765092.48	2799.756	c	925	9891074.951	765026.243	2801.055	f

280	9890709.899	765090.783	2800.101	v	926	9891078.076	765011.404	2801.775	f
281	9890709.632	765087.724	2800	v	927	9891078.816	765006.436	2802.011	f
282	9890708.917	765083.908	2800.153	v	928	9891079.297	764992.26	2802.728	f
283	9890678.564	765073.514	2800.348	t	929	9891078.797	764987.661	2803.075	f
284	9890680.601	765111.543	2797.18	t	930	9891083.018	764976.078	2803.191	f
285	9890679.621	765093.929	2799.091	v	931	9891086.181	764943.777	2804.258	f
286	9890679.129	765091.001	2799.314	v	932	9891091.712	764933.458	2804.082	f
287	9890678.927	765086.841	2799.373	v	933	9891092.287	764921.613	2804.73	f
288	9890607.726	765089.994	2798.852	v	934	9891089.006	764907.177	2805.309	f
289	9890607.244	765093.32	2798.874	v	935	9891090.354	764899.896	2805.274	f
290	9890607.215	765098.013	2798.794	v	936	9891089.78	764888.632	2805.881	f
291	9890605.902	765123.416	2796.492	t	937	9891088.353	764875.852	2806.251	f
292	9890559.596	765117.974	2796.299	t	938	9891087.907	764866.351	2806.405	f
293	9890562.477	765097.987	2796.576	v	939	9891072.345	764856.473	2807.816	f
294	9890562.397	765094.492	2796.561	v	940	9891064.383	764847.229	2808.16	f
295	9890561.84	765090.162	2796.42	v	941	9891054.108	764840.968	2808.4	f
296	9890563.671	765088.362	2796.65	c	942	9891045.571	764832.076	2808.65	f
297	9890549.377	765088.312	2795.871	c	943	9891024.819	764820.812	2808.953	f
298	9890483.002	765092.209	2789.695	c	944	9891007.038	764806.57	2809.485	f
299	9890482.936	765093.56	2789.91	v	945	9890996.312	764802.665	2809.779	f
300	9890482.713	765096.246	2789.918	v	946	9890974.917	764787.933	2809.839	f
301	9890482.565	765098.97	2789.886	v	947	9890960.958	764781.635	2809.78	f
302	9890476.505	765124.505	2790.111	t	948	9890949.948	764773.903	2809.976	f
303	9890444.517	765088.19	2787.426	v	949	9890939.289	764764.908	2810.272	f
304	9890443.61	765091.456	2787.476	v	950	9890925.513	764752.39	2810.147	f
305	9890442.929	765095.455	2787.439	v	951	9890907.95	764741.939	2810.371	f
306	9890388.371	765081.667	2785.827	v	952	9890893.402	764738.481	2810.761	f
307	9890387.504	765085.222	2785.735	v	953	9890872.883	764720.3	2811.559	f
308	9890386.35	765089.201	2785.668	v	954	9890857.781	764715.059	2811.489	f
309	9890383.245	765106.723	2784.721	t	955	9890837.986	764714.369	2811.603	f
310	9890387.592	765079.901	2785.936	v2	956	9890822.393	764707.931	2811.595	f
311	9890384.441	765078.917	2785.961	v2	957	9890775.95	764680.63	2810.785	f
312	9890380.096	765077.925	2785.976	v2	958	9890749.779	764678.733	2809.306	f
313	9890383.79	765064.856	2786.213	v2	959	9890727.516	764678.168	2808.627	f
314	9890387.38	765065.724	2786.343	v2	960	9890691.534	764664.88	2808.03	f
315	9890391.109	765066.603	2786.247	v2	961	9890684.04	764662.08	2808.043	f

316	9890314.089	765069.96	2786.021	c	962	9890674.86	764657.187	2807.473	f
317	9890300.864	765068.809	2785.962	c	963	9890652.141	764645.855	2806.818	f
318	9890299.967	765070.992	2785.769	v	964	9890644.677	764628.875	2806.748	f
319	9890299.278	765074.763	2785.751	v	965	9890611.43	764633.332	2806.985	f
320	9890298.235	765079.746	2785.461	v	966	9890601.599	764629.139	2806.929	f
321	9890294.337	765111.7	2784.136	t	967	9890574.36	764621.893	2807.201	f
322	9890285.456	765080.33	2786.245	c	968	9890561.975	764612.87	2807.544	f
323	9890276.736	765067.263	2786.531	c	969	9890541.637	764641.917	2805.868	f
324	9890268.267	765066.622	2787.319	c	970	9890536.585	764641.887	2805.609	f
325	9890267.969	765068.572	2786.886	v	971	9890553.304	764648.275	2805.113	f
326	9890267.338	765071.882	2786.881	v	972	9890568.343	764652.016	2804.345	f
327	9890266.495	765076.019	2786.866	v	973	9890624.32	764673.583	2803.656	f
328	9890253.953	765076.899	2787.971	c	974	9890630.984	764676.842	2803.866	f
329	9890240.036	765074.687	2788.253	c	975	9890648.331	764674.626	2804.611	f
330	9890243.027	765068.618	2788.588	v	976	9890662.695	764682.931	2804.71	f
331	9890247.736	765061.945	2788.922	v	977	9890679.775	764691.48	2805.304	f
332	9890254.065	765066.135	2788.001	v	978	9890698.391	764698.511	2805.87	f
333	9890254.614	765069.95	2787.852	v	979	9890719.241	764703.217	2807.38	f
334	9890254.149	765074.812	2787.619	v	980	9890728.198	764709.954	2808.2	f
335	9890272.821	765075.875	2786.525	v	981	9890747.816	764719.416	2809.389	f
336	9890273.371	765073.099	2786.557	v	982	9890758.81	764730.091	2810.216	f
337	9890273.946	765069.435	2786.494	v	983	9890777.524	764726.179	2810.557	f
338	9890354.338	765079.192	2785.37	v	984	9890810.859	764736.014	2810.257	f
339	9890354.449	765081.295	2785.31	v	985	9890825.804	764744.782	2810.094	f
340	9890354.249	765084.658	2785.268	v	986	9890887.869	764763.261	2809.521	f
341	9890546.389	764631.5	2806.311	v	987	9890912.709	764785.002	2808.896	f
342	9890549.573	764627.524	2806.61	v	988	9890920.269	764790.755	2808.752	f
343	9890552.301	764624.4	2806.807	v	989	9890930.76	764796.232	2808.732	f
344	9890565.258	764637.611	2806.661	v	990	9890944.925	764805.039	2808.684	f
345	9890566.99	764634.076	2806.501	v	991	9890958.639	764812.808	2808.531	f
346	9890567.919	764630.474	2806.75	v	992	9890961.397	764819.677	2808.513	f
347	9890598.561	764645.328	2806.007	v	993	9890989.573	764830.983	2808.837	f
348	9890600.429	764641.999	2805.845	v	994	9891028.833	764854.72	2808.438	f
349	9890600.971	764638.251	2806.143	v	995	9891046.601	764871.644	2807.725	f
350	9890633.745	764648.945	2805.846	v	996	9891059.976	764878.203	2807.42	f
351	9890632.13	764652.362	2805.593	v	997	9891065.432	764889.756	2807.055	f

352	9890630.926	764655.898	2805.715	v	998	9891063.816	764899.222	2806.814	f
353	9890635.493	764658.627	2805.376	v2	999	9891065.021	764908.306	2806.324	f
354	9890639.516	764661.125	2805.353	v2	1000	9891062.26	764920.229	2806.202	f
355	9890642.639	764663.265	2805.508	v2	1001	9891059.79	764944.965	2805.165	f
356	9890638.504	764668.187	2804.822	v2	1002	9891053.123	764961.198	2804.729	f
357	9890635.612	764665.561	2804.737	v2	1003	9891049.632	765006.345	2802.391	f
358	9890633.071	764663.088	2804.762	v2	1004	9891047.525	765025.249	2801.46	f
359	9890646.002	764662.154	2805.818	v	1005	9891046.176	765036.767	2800.816	f
360	9890647.987	764658.997	2805.686	v	1006	9891090.891	765068.392	2797.431	f
361	9890649.87	764655.671	2805.945	v	1007	9891099.471	765072.037	2796.697	f
362	9890688.893	764673.998	2807.07	v	1008	9891121.544	765075.685	2794.754	f
363	9890687.63	764677.424	2806.91	v	1009	9891142.468	765080.228	2792.331	f
364	9890686.583	764681.142	2807.032	v	1010	9891158.334	765074.247	2791.857	f
365	9890755.043	764705.58	2810.737	v	1011	9891178.542	765071.609	2790.51	f
366	9890756.638	764702.962	2810.545	v	1012	9891209.003	765076.736	2788.81	f
367	9890758.352	764699.627	2810.738	v	1013	9891222.518	765077.781	2788.269	f
368	9890763.693	764715.271	2810.536	igle	1014	9891232.629	765084.709	2788.206	f
369	9890776.722	764718.31	2810.707	igle	1015	9891249.559	765090.376	2789.023	f
370	9890786.086	764712.403	2811.154	v	1016	9891261.066	765096.485	2788.981	f
371	9890787.666	764708.656	2811.329	v	1017	9891277.925	765109.836	2789.714	f
372	9890788.595	764705.022	2811.419	v	1018	9891297.235	765113.43	2792.128	f
373	9890810.559	764710.574	2811.716	v	1019	9891323.043	765119.908	2792.555	f
374	9890809.84	764714.273	2811.637	v	1020	9891333.273	765121.705	2793.994	f
375	9890808.314	764717.98	2811.472	v					
376	9890829.843	764727.357	2811.14	c					
377	9890841.47	764731.548	2811.031	c					

ANEXO 3.
CONTEO FLUJO
VEHICULAR

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 																		
PROYECTO:		“DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA QUE UNE LOS SECTORES SALACHE TIOBAMBA – E35 - SALACHE GRANDE, DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI.”																
AUTOR:		RAÚL PATRICIO TUCUMBI MILLINGALL							TUTOR:		ING. MILTON RODRIGO ALDÁS SÁNCHEZ, PHD				UBICACIÓN:		SALACHE TIOBAMBA-SALACHE GRANDE -E35	
FECHA:		7/10/2024			SENTIDO:			Ambos			ESTADO DE TIEMPO:		Nublado					
CONTEO DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO DÍA LUNES																		
HORA	MIN	LIVIANOS			BUSES			CAMIONES				OTROS	TOTAL	SUMATO TOTAL				
		AUTOMOVILES	CAMIONETAS	MOTOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	DOS EJES		TRES EJES	>TRES EJES	NO EJES	15 MINUTOS					
															POR HORA			
0:00	00:00-00:15												0	4				
	00:15-00:30	1							1				2					
	00:30-00:45		1					1					2					
	00:45-01:00												0					
1:00	01:00-01:15	1			1								2	6				
	01:15-01:30			1									1					
	01:30-01:45	2											2					
	01:45-02:00		1										1					
2:00	02:00-02:15	1											1	4				
	02:15-02:30				1								1					
	02:30-02:45												0					
	02:45-03:00	1							1				2					
3:00	03:00-03:15			1	1								2	6				
	03:15-03:30		1										1					
	03:30-03:45												0					
	03:45-04:00	1	2										3					
4:00	04:00-04:15				2								2	7				
	04:15-04:30								2				2					
	04:30-04:45	2											2					
	04:45-05:00		1										1					
5:00	05:00-05:15				1								1	13				
	05:15-05:30											2	2					
	05:30-05:45	1	1	1		1		2					6					
	05:45-06:00	2	2										4					
6:00	06:00-06:15				2								2	18				
	06:15-06:30	1	2										3					
	06:30-06:45	2	1	1		1		1					6					
	06:45-07:00	4	3										7					
7:00	07:00-07:15	2	2	2				2	1				9	23				
	07:15-07:30	3			1							1	5					
	07:30-07:45	1	1	1		2							5					
	07:45-08:00		1	2								1	4					
8:00	08:00-08:15	5	1	1		1		1					9	26				
	08:15-08:30	3	2										5					
	08:30-08:45	2	1					1					4					
	08:45-09:00	4		1	1			1	1				8					

9:00	09:00-09:15	2	2			1		1				6	13
	09:15-09:30	3	1									4	
	09:30-09:45							1				1	
	09:45-10:00	2										2	
10:00	10:00-10:15	1	2	1		1		1				6	19
	10:15-10:30		3	1	1							5	
	10:30-10:45	3	1									4	
	10:45-11:00	1	2					1				4	
11:00	11:00-11:15	1		1								2	17
	11:15-11:30	2		1				2			1	6	
	11:30-11:45		1	1		1						3	
	11:45-12:00	1	2		1			1	1			6	
12:00	12:00-12:15	3						2				5	22
	12:15-12:30	4	2		1	2						9	
	12:30-12:45	2	3									5	
	12:45-13:00		1		1			1				3	
13:00	13:00-13:15	3		1	1	1						6	18
	13:15-13:30	1	1					2				4	
	13:30-13:45		2	2		2						6	
	13:45-14:00	2										2	
14:00	14:00-14:15	3	1					2				6	33
	14:15-14:30	4	2	3	1			2				12	
	14:30-14:45	2	3	2		1						8	
	14:45-15:00	2	2					3				7	
15:00	15:00-15:15											0	15
	15:15-15:30	1	1					1				3	
	15:30-15:45	1		1	2	1					1	6	
	15:45-16:00	2	2					1			1	6	
16:00	16:00-16:15	3	1									4	23
	16:15-16:30	2	2	1		1						6	
	16:30-16:45	4	1					1				6	
	16:45-17:00	5	2									7	
17:00	17:00-17:15	2	3	2	3	2						12	29
	17:15-17:30	3						2				5	
	17:30-17:45	4	2	3								9	
	17:45-18:00		1		1	1						3	
18:00	18:00-18:15	1	2									3	19
	18:15-18:30	2	1					1				4	
	18:30-18:45	3	1	1		1						6	
	18:45-19:00	1	3	2								6	

19:00	19:00-19:15	3	1				1					5	24
	19:15-19:30	4	2		1	1						8	
	19:30-19:45	5	1									6	
	19:45-20:00	1	3	1								5	
20:00	20:00-20:15	3		2								5	11
	20:15-20:30		1					1				2	
	20:30-20:45	1										1	
	20:45-21:00	2		1								3	
21:00	21:00-21:15		1									1	8
	21:15-21:30	1				1						2	
	21:30-21:45						1	1				2	
	21:45-22:00	1	2									3	
22:00	22:00-22:15	3										3	6
	22:15-22:30		1					1				2	
	22:30-22:45	1										1	
	22:45-23:00											0	
23:00	23:00-23:15											0	3
	23:15-23:30	1	1									2	
	23:30-23:45											0	
	23:45-00:00						1					1	
TOTAL		141	89	38	23	22	0	37	10	0	0	7	367

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 																	
PROYECTO:		“DISEÑO GEÓMETRICO DE LA VÍA QUE UNE LOS SECTORES SALACHE TIOBAMBA – E35 - SALACHE GRANDE, DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI.”															
AUTOR:		RAÚL PATRICIO TUCUMBI MILLINGALL					TUTOR:		ING. MILTON RODRIGO ALDÁS SÁNCHEZ, PHD					UBICACIÓN:		SALACHE TIOBAMBA-SALACHE GRANDE -E35	
FECHA:		8/10/2024			SENTIDO:		Ambos			ESTADO DE TIEMPO:		Soleado					
CONTEO DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO DÍA MARTES																	
HORA	MIN	LIVIANOS			BUSES			CAMIONES				OTROS	TOTAL 15 MINUTOS	SUMATO TOTAL POR HORA			
		AUTOMOVILES	CAMIONETAS	MOTOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	DOS EJES		TRES EJES	>TRES EJES						
												NO EJES					
0:00	00:00-00:15												0	1			
	00:15-00:30												0				
	00:30-00:45		1										1				
	00:45-01:00												0				
1:00	01:00-01:15	1											1	3			
	01:15-01:30			1									1				
	01:30-01:45												0				
	01:45-02:00		1										1				
2:00	02:00-02:15												0	2			
	02:15-02:30							1					1				
	02:30-02:45												0				
	02:45-03:00	1											1				
3:00	03:00-03:15			1									1	6			
	03:15-03:30		1		1								2				
	03:30-03:45												0				
	03:45-04:00	1	2										3				
4:00	04:00-04:15												0	4			
	04:15-04:30								1				1				
	04:30-04:45	2											2				
	04:45-05:00		1										1				
5:00	05:00-05:15				1								1	12			
	05:15-05:30										1		1				
	05:30-05:45	1	1	1		1		2					6				
	05:45-06:00	2	2										4				
6:00	06:00-06:15												0	11			
	06:15-06:30		2										2				
	06:30-06:45	1	1	1		1		1					5				
	06:45-07:00	1	3										4				
7:00	07:00-07:15	2	2	2	1			2	1				10	20			
	07:15-07:30	3											3				
	07:30-07:45		1	1		2							4				
	07:45-08:00		1	2									3				
8:00	08:00-08:15	5	1	1		1		1					9	23			
	08:15-08:30	3	2		1								6				
	08:30-08:45	2	1					1	1				5				
	08:45-09:00	1		1				1					3				

9:00	09:00-09:15	2	2			1		1				6	13
	09:15-09:30	3	1									4	
	09:30-09:45							1				1	
	09:45-10:00	2										2	
10:00	10:00-10:15	1	2	1		1		1				6	19
	10:15-10:30		3	1	1							5	
	10:30-10:45	3	1									4	
	10:45-11:00	1	2					1				4	
11:00	11:00-11:15	1		1								2	15
	11:15-11:30	2		1				1			1	5	
	11:30-11:45		1	1		1						3	
	11:45-12:00	1	2		1			1				5	
12:00	12:00-12:15	3						1	1			5	16
	12:15-12:30	1	2			1						4	
	12:30-12:45	2	3									5	
	12:45-13:00		1					1				2	
13:00	13:00-13:15	3		1	1	1						6	17
	13:15-13:30	1	1					2				4	
	13:30-13:45		2	2		1						5	
	13:45-14:00	2										2	
14:00	14:00-14:15	1	1									2	20
	14:15-14:30	4	2	1	1			1				9	
	14:30-14:45	1		2		1						4	
	14:45-15:00	2	2					1				5	
15:00	15:00-15:15	1		1								2	13
	15:15-15:30	1	1					1				3	
	15:30-15:45	1	1		2	1						5	
	15:45-16:00		2					1				3	
16:00	16:00-16:15	3	1									4	19
	16:15-16:30			1		1						2	
	16:30-16:45	4	1					1				6	
	16:45-17:00	5	2									7	
17:00	17:00-17:15	2	1	1	1	2						7	23
	17:15-17:30							2				2	
	17:30-17:45	4	2	3				1				10	
	17:45-18:00		1	1	1	1						4	
18:00	18:00-18:15	1	2									3	15
	18:15-18:30	2						1				3	
	18:30-18:45	3	1	1		1						6	
	18:45-19:00	1	1	1								3	
19:00	19:00-19:15		1					1				2	14
	19:15-19:30		2		1	1		1				5	
	19:30-19:45	1	1					1				3	
	19:45-20:00	1	3									4	
20:00	20:00-20:15	3										3	9
	20:15-20:30	1	1					1				3	
	20:30-20:45	1										1	
	20:45-21:00	2										2	

21:00	21:00-21:15		1									1	6
	21:15-21:30	1				1						2	
	21:30-21:45							1	1			2	
	21:45-22:00	1										1	
22:00	22:00-22:15											0	1
	22:15-22:30											0	
	22:30-22:45	1										1	
	22:45-23:00											0	
23:00	23:00-23:15											0	2
	23:15-23:30	1										1	
	23:30-23:45											0	
	23:45-00:00							1				1	
TOTAL		103	76	31	13	20	0	33	6	0	0	2	284

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL												
PROYECTO:		"DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA QUE UNE LOS SECTORES SALACHE TIOBAMBA – E35 - SALACHE GRANDE, DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI."												
AUTOR:		RAÚL PATRICIO TUCUMBI MILLINGALL			TUTOR:		ING. MILTON RODRIGO ALDÁS SÁNCHEZ, PHD			UBICACIÓN:		SALACHE TIOBAMBA-SALACHE GRANDE -E35		
FECHA:		9/10/2024			SENTIDO:		Ambos			ESTADO DE TIEMPO:		Soleado Parcialmente		
CONTEO DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO DÍA MIERCOLES														
HORA	MIN	LIVIANOS			BUSES			CAMIONES				OTROS	TOTAL 15 MINUTOS	SUMATO TOTAL POR HORA
		AUTOMOVILES	CAMIONETAS	MOTOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	DOS EJES		>TRES EJES				
												NO EJES		
0:00	00:00-00:15	1											1	3
	00:15-00:30												0	
	00:30-00:45	1	1										2	
	00:45-01:00												0	
1:00	01:00-01:15												0	5
	01:15-01:30	1	1										2	
	01:30-01:45	2		1									3	
	01:45-02:00												0	
2:00	02:00-02:15	2			1								3	6
	02:15-02:30			1									1	
	02:30-02:45												0	
	02:45-03:00		2										2	
3:00	03:00-03:15												0	7
	03:15-03:30	2		1									3	
	03:30-03:45	1			1			1					3	
	03:45-04:00		1										1	
4:00	04:00-04:15	1											1	13
	04:15-04:30	2										1	3	
	04:30-04:45		3	1	1			1					6	
	04:45-05:00		1			1			1				3	
5:00	05:00-05:15	2	3			1		1					7	16
	05:15-05:30				1								1	
	05:30-05:45	1		1		2		2			1		6	
	05:45-06:00		1							1			2	
6:00	06:00-06:15	2	2	1									5	25
	06:15-06:30	4	1		2								7	
	06:30-06:45	1	2			1				1			5	
	06:45-07:00	3	3	2									8	
7:00	07:00-07:15	2		1				3					6	19
	07:15-07:30	4	1	1				2					8	
	07:30-07:45	2			1							1	4	
	07:45-08:00	1											1	
8:00	08:00-08:15	6	1			2		1					10	34
	08:15-08:30	7	5							1			13	
	08:30-08:45	2		1									3	
	08:45-09:00	3	1		3					1			8	
9:00	09:00-09:15	2	2										4	22
	09:15-09:30	4	1			1		1	2				9	
	09:30-09:45	1	2					1					4	
	09:45-10:00	2	1	1				1					5	
10:00	10:00-10:15	3	3										6	32
	10:15-10:30	3	2		1			1					7	
	10:30-10:45	6	4			2				1			13	
	10:45-11:00	2	2					2					6	
11:00	11:00-11:15	6	1	1				1					9	36
	11:15-11:30	7	1	2				1					11	
	11:30-11:45	4	2										6	
	11:45-12:00	2	2		1	1		2	2				10	
12:00	12:00-12:15	3	2									1	6	35
	12:15-12:30	5	4	2		2							13	
	12:30-12:45	5	1					1					7	
	12:45-13:00	2	3		3			1					9	

13:00	13:00-13:15	5	3									8	31
	13:15-13:30	3	5			1						9	
	13:30-13:45	6	2	1								9	
	13:45-14:00	2	3									5	
14:00	14:00-14:15	3	4		2				1			10	33
	14:15-14:30	4	2									6	
	14:30-14:45	3	3	1		2		3				12	
	14:45-15:00	3	1					1				5	
15:00	15:00-15:15	1		3								4	17
	15:15-15:30	2	2		1			1				6	
	15:30-15:45	2	1			1		2				6	
	15:45-16:00	1										1	
16:00	16:00-16:15	3	3	2				1				9	28
	16:15-16:30	4	1									5	
	16:30-16:45	5	2									7	
	16:45-17:00	6			1							7	
17:00	17:00-17:15	2	1									3	21
	17:15-17:30	3	1			1						5	
	17:30-17:45	1	2		1			1				5	
	17:45-18:00	4	3						1			8	
18:00	18:00-18:15	5	2									7	18
	18:15-18:30	2	1	1								4	
	18:30-18:45	1	2									3	
	18:45-19:00	2			1			1				4	
19:00	19:00-19:15	3				1						4	16
	19:15-19:30	2	1					1				4	
	19:30-19:45	2	1									3	
	19:45-20:00	3	2									5	
20:00	20:00-20:15	2	1	1								4	6
	20:15-20:30							1				1	
	20:30-20:45	1										1	
	20:45-21:00											0	
21:00	21:00-21:15											0	6
	21:15-21:30		1					1				2	
	21:30-21:45	1										1	
	21:45-22:00		1		1				1			3	
22:00	22:00-22:15	2										2	5
	22:15-22:30		1					1				2	
	22:30-22:45											0	
	22:45-23:00				1							1	
23:00	23:00-23:15	1	1									2	5
	23:15-23:30	1										1	
	23:30-23:45											0	
	23:45-00:00		2									2	
TOTAL		201	117	26	23	19	0	37	12	1	0	3	439

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 														
PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA QUE UNE LOS SECTORES SALACHE TIOBAMBA – E35 - SALACHE GRANDE, DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI." AUTOR: RAÚL PATRICIO TUCUMBI MILLINGALL TUTOR: ING. MILTON RODRIGO ALDÁS SÁNCHEZ, PHD UBICACIÓN: SALACHE TIOBAMBA-SALACHE GRANDE -E35 FECHA: 10/10/2024 SENTIDO: Ambos ESTADO DE TIEMPO: Parcialmente soleado														
CONTEO DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO DÍA JUEVES														
HORA	MIN	LIVIANOS			BUSES			CAMIONES				OTROS NO EJES	TOTAL 15 MINUTOS	SUMATO TOTAL POR HORA
		AUTOMOVILES	CAMIONETAS	MOTOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	LIVIANOS	MEDIANOS	TRES EJES	>TRES EJES			
0:00	00:00-00:15												0	1
	00:15-00:30												0	
	00:30-00:45												0	
	00:45-01:00		1										1	
1:00	01:00-01:15	1			1								2	5
	01:15-01:30			1									1	
	01:30-01:45	1	1										2	
	01:45-02:00												0	
2:00	02:00-02:15	1	1										2	6
	02:15-02:30				1			1					2	
	02:30-02:45												0	
	02:45-03:00	1							1				2	
3:00	03:00-03:15			1	1								2	4
	03:15-03:30		1										1	
	03:30-03:45												0	
	03:45-04:00							1					1	
4:00	04:00-04:15				2								2	6
	04:15-04:30								1				1	
	04:30-04:45	1	1										2	
	04:45-05:00		1										1	
5:00	05:00-05:15				1								1	12
	05:15-05:30	1											1	
	05:30-05:45	1	1	1		1		2					6	
	05:45-06:00	2	2										4	
6:00	06:00-06:15				2								2	10
	06:15-06:30		1										1	
	06:30-06:45	1	1	1		1		1					5	
	06:45-07:00		2										2	
7:00	07:00-07:15	2	2	1				2	1				8	22
	07:15-07:30	1	2	2	1								6	
	07:30-07:45		3	1		1							5	
	07:45-08:00		1	2									3	
8:00	08:00-08:15	1				1		1					3	20
	08:15-08:30	2	1	1									4	
	08:30-08:45	1	3					1					5	
	08:45-09:00	2	1	1	1			1	1			1	8	
9:00	09:00-09:15	1				1							2	18
	09:15-09:30	3	1						1				5	
	09:30-09:45	4	1					1	2				8	
	09:45-10:00	2	1										3	
10:00	10:00-10:15	3	2	1		1		1	1				9	25
	10:15-10:30	4	1		1								6	
	10:30-10:45	2	1										3	
	10:45-11:00	3	1			1		1				1	7	
11:00	11:00-11:15	2		1									3	24
	11:15-11:30	4	1					2	1			1	9	
	11:30-11:45	5		1		1							7	
	11:45-12:00	3			1			1					5	

12:00	12:00-12:15	4	1				2					7	21
	12:15-12:30	4	2		1							7	
	12:30-12:45	3		1								4	
	12:45-13:00		1		1		1					3	
13:00	13:00-13:15	2	2	1	1	1						7	17
	13:15-13:30	1	1				2					4	
	13:30-13:45		1	1								2	
	13:45-14:00	3	1									4	
14:00	14:00-14:15	3					2					5	20
	14:15-14:30	1		3	1		2					7	
	14:30-14:45	2	1	1		1						5	
	14:45-15:00						3					3	
15:00	15:00-15:15	1	1									2	19
	15:15-15:30		1				1					2	
	15:30-15:45	3	1	1	2	1					1	9	
	15:45-16:00	2	2				1				1	6	
16:00	16:00-16:15	4	1									5	16
	16:15-16:30	2		1		1						4	
	16:30-16:45	1	1				1					3	
	16:45-17:00	2	2									4	
17:00	17:00-17:15		1		3							4	13
	17:15-17:30	1					1					2	
	17:30-17:45		2	1								3	
	17:45-18:00	1	1		1	1						4	
18:00	18:00-18:15	3	2									5	16
	18:15-18:30	2	1	1			1					5	
	18:30-18:45	3	1			1						5	
	18:45-19:00		1									1	
19:00	19:00-19:15	2					1					3	14
	19:15-19:30	1			1	1						3	
	19:30-19:45	2	1									3	
	19:45-20:00	1	3	1								5	
20:00	20:00-20:15	3	1				2					6	11
	20:15-20:30	1						1				2	
	20:30-20:45											0	
	20:45-21:00	1	1	1								3	
21:00	21:00-21:15											0	4
	21:15-21:30	1				1						2	
	21:30-21:45		1					1				2	
	21:45-22:00											0	
22:00	22:00-22:15	1										1	4
	22:15-22:30	2										2	
	22:30-22:45		1									1	
	22:45-23:00											0	
23:00	23:00-23:15											0	1
	23:15-23:30											0	
	23:30-23:45											0	
	23:45-00:00						1					1	
TOTAL		118	71	28	23	16	0	37	11	0	0	5	309

		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL															
PROYECTO:		"DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA QUE UNE LOS SECTORES SALACHE TIOBAMBA – E35 - SALACHE GRANDE, DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI."															
AUTOR:		RAÚL PATRICIO TUCUMBI MILLINGALL					TUTOR:		ING. MILTON RODRIGO ALDÁS SÁNCHEZ, PHD					UBICACIÓN:		SALACHE TIOBAMBA-SALACHE GRANDE -E35	
FECHA:		11/10/2024					SENTIDO:		Ambos					ESTADO DE TIEMPO:		nublado	
CONTEO DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO DÍA VIERNES																	
HORA	MIN	LIVIANOS			BUSES			CAMIONES				OTROS NO EJES	TOTAL 15 MINUTOS	SUMATO TOTAL POR HORA			
		AUTOMOVILES	CAMIONETAS	MOTOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	DOS EJES		TRES EJES	>TRES EJES						
																	
0:00	00:00-00:15												0	1			
	00:15-00:30												0				
	00:30-00:45	1											1				
	00:45-01:00												0				
1:00	01:00-01:15												0	5			
	01:15-01:30	1	1										2				
	01:30-01:45	2	1										3				
	01:45-02:00												0				
2:00	02:00-02:15				1								1	4			
	02:15-02:30												0				
	02:30-02:45	1											1				
	02:45-03:00		2										2				
3:00	03:00-03:15	1											1	7			
	03:15-03:30	2											2				
	03:30-03:45	1			1			1					3				
	03:45-04:00		1										1				
4:00	04:00-04:15	1											1	10			
	04:15-04:30										1		1				
	04:30-04:45		3		1			1					5				
	04:45-05:00		1			1			1				3				
5:00	05:00-05:15	1	3			1		1					6	13			
	05:15-05:30				1								1				
	05:30-05:45	1		1				2					4				
	05:45-06:00		1						1				2				
6:00	06:00-06:15	2	2	1									5	26			
	06:15-06:30	4	1		2			1				2	10				
	06:30-06:45		2			1			1				4				
	06:45-07:00	2	3	2									7				
7:00	07:00-07:15	1		1		1		1					4	20			
	07:15-07:30	4	1	1				2	1				9				
	07:30-07:45	1			1	1						1	4				
	07:45-08:00	2							1				3				
8:00	08:00-08:15	4	1			2		1					8	25			
	08:15-08:30	3	5						1				9				
	08:30-08:45	2		1		1							4				
	08:45-09:00	1	1		1					1			4				
9:00	09:00-09:15	2											2	23			
	09:15-09:30	1	1			1		1	2				6				
	09:30-09:45	2	2	2	1			1					8				
	09:45-10:00	3	2	1				1					7				
10:00	10:00-10:15	2	1										3	24			
	10:15-10:30	3	2		1			1					7				
	10:30-10:45	4	1			2			1				8				
	10:45-11:00	2	1					1				2	6				

11:00	11:00-11:15	2	2	1			1				6	29	
	11:15-11:30	3	1	2			1				7		
	11:30-11:45	4	1								5		
	11:45-12:00	2	2	1	1	1	2	2			11		
12:00	12:00-12:15	3	1	2						1	7	32	
	12:15-12:30	2	4	2		2					10		
	12:30-12:45	3	2				1				6		
	12:45-13:00	4	1		3		1				9		
13:00	13:00-13:15	4	1								5	22	
	13:15-13:30	2	5			1	1				9		
	13:30-13:45	2		1			2				5		
	13:45-14:00	2	1								3		
14:00	14:00-14:15	1	2		2			1			6	22	
	14:15-14:30	1	1								2		
	14:30-14:45	2	1	1		2	3				9		
	14:45-15:00	3	1				1				5		
15:00	15:00-15:15	1		3							4	23	
	15:15-15:30	1	2		1		1				5		
	15:30-15:45	1	1			1	2				5		
	15:45-16:00	5	4								9		
16:00	16:00-16:15	1	3	2			1				7	26	
	16:15-16:30	4	1	1						1	7		
	16:30-16:45	2	1	2							5		
	16:45-17:00	3	1		1		2				7		
17:00	17:00-17:15	1		1							2	20	
	17:15-17:30	2	1			1	1				5		
	17:30-17:45	4	1		1		1				7		
	17:45-18:00	1	3	1				1			6		
18:00	18:00-18:15	1	4								5	21	
	18:15-18:30	2	1	1							4		
	18:30-18:45	3	2								5		
	18:45-19:00	2	3		1		1				7		
19:00	19:00-19:15	4	2			1					7	20	
	19:15-19:30	3	4				1				8		
	19:30-19:45		1								1		
	19:45-20:00	2	2								4		
20:00	20:00-20:15	3	1	1							5	12	
	20:15-20:30	4	1				1				6		
	20:30-20:45	1									1		
	20:45-21:00										0		
21:00	21:00-21:15	2									2	9	
	21:15-21:30	2	1				1				4		
	21:30-21:45										0		
	21:45-22:00		1		1			1			3		
22:00	22:00-22:15	2									2	6	
	22:15-22:30	1	1				1				3		
	22:30-22:45										0		
	22:45-23:00				1						1		
23:00	23:00-23:15	1	1								2	5	
	23:15-23:30	1									1		
	23:30-23:45										0		
	23:45-00:00		2								2		
TOTAL		157	110	32	22	20	0	41	14	1	0	8	405

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL													
PROYECTO:		“DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA QUE UNE LOS SECTORES SALACHE TIOBAMBA – E35 - SALACHE GRANDE, DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI.”													
AUTOR:		RAÚL PATRICIO TUCUMBI MILLINGALL				TUTOR: ING. MILTON RODRIGO ALDÁS SÁNCHEZ, PHD				UBICACIÓN: SALACHE TIOBAMBA-SALACHE GRANDE -E35					
FECHA:		12/10/2024				SENTIDO: Ambos				ESTADO DE TIEMPO: Soleado					
CONTEO DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO DÍA SÁBADO															
HORA	MIN	LIVIANOS			BUSES			CAMIONES				OTROS	TOTAL 15 MINUTOS	SUMATO TOTAL POR HORA	
		AUTOMOVILES	CAMIONETAS	MOTOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	DOS EJES		TRES EJES	>TRES EJES				
															NO EJES
0:00	00:00-00:15												0	0	
	00:15-00:30												0		
	00:30-00:45												0		
	00:45-01:00												0		
1:00	01:00-01:15	1											1	4	
	01:15-01:30												0		
	01:30-01:45	1	1										2		
	01:45-02:00		1										1		
2:00	02:00-02:15												0	5	
	02:15-02:30							1					1		
	02:30-02:45	1	2										3		
	02:45-03:00	1											1		
3:00	03:00-03:15			1									1	7	
	03:15-03:30				1								1		
	03:30-03:45		1										1		
	03:45-04:00	2	2										4		
4:00	04:00-04:15			1									1	5	
	04:15-04:30		1						1				2		
	04:30-04:45	1											1		
	04:45-05:00		1										1		
5:00	05:00-05:15				1								1	10	
	05:15-05:30											1	1		
	05:30-05:45	1		1		1		2					5		
	05:45-06:00		3										3		
6:00	06:00-06:15	1	1										2	14	
	06:15-06:30		2	1									3		
	06:30-06:45	3	1	1		1		1					7		
	06:45-07:00	1	1										2		
7:00	07:00-07:15		2	2	1				1				6	22	
	07:15-07:30	3	2										5		
	07:30-07:45	1	1	1		2		1					6		
	07:45-08:00	2	1	2									5		
8:00	08:00-08:15	5	1	1		1		1					9	23	
	08:15-08:30	3	2		1								6		
	08:30-08:45	2	1					1					4		
	08:45-09:00	1		1				1			1		4		
9:00	09:00-09:15	1				1		1	1				4	20	
	09:15-09:30	3	1					1					5		
	09:30-09:45	1	1	2				1					5		
	09:45-10:00	2	3									1	6		
10:00	10:00-10:15	1	2	1		1				1			6	20	
	10:15-10:30		3	1	1								5		
	10:30-10:45	2						1					3		
	10:45-11:00	3	2					1					6		

11:00	11:00-11:15	1	1	1								3	17
	11:15-11:30	3	1				1				1	6	
	11:30-11:45	1	1			1						3	
	11:45-12:00	1	2		1			1				5	
12:00	12:00-12:15	3	2				1	1				7	17
	12:15-12:30	1	2	1		1						5	
	12:30-12:45	2	1									3	
	12:45-13:00		1				1					2	
13:00	13:00-13:15	2	2	1	1	1		1				8	18
	13:15-13:30	1	1					1				3	
	13:30-13:45	2	2			1						5	
	13:45-14:00		1								1	2	
14:00	14:00-14:15		1									1	14
	14:15-14:30	3		1	1							5	
	14:30-14:45	2	1			1						4	
	14:45-15:00	1	2					1				4	
15:00	15:00-15:15	1	2	1				1				5	18
	15:15-15:30	2	1									3	
	15:30-15:45	2			2	1						5	
	15:45-16:00	2	2					1				5	
16:00	16:00-16:15		1									1	19
	16:15-16:30	4		1		1						6	
	16:30-16:45	2	1					1				4	
	16:45-17:00	5	3									8	
17:00	17:00-17:15	3	1	1	1							6	30
	17:15-17:30	2						2				4	
	17:30-17:45	1	2	3		1		1	2			10	
	17:45-18:00	6	1	1	1	1						10	
18:00	18:00-18:15	1	2									3	22
	18:15-18:30	3	3					1				7	
	18:30-18:45	3	1	1		1						6	
	18:45-19:00	4	1	1								6	
19:00	19:00-19:15	4	1			2		1	1			9	17
	19:15-19:30	1			1	1						3	
	19:30-19:45	1	1					1				3	
	19:45-20:00	1	1									2	
20:00	20:00-20:15											0	4
	20:15-20:30	1	1			1						3	
	20:30-20:45	1										1	
	20:45-21:00											0	
21:00	21:00-21:15	1	1									2	9
	21:15-21:30	1				1						2	
	21:30-21:45	2	1					1				4	
	21:45-22:00	1										1	
22:00	22:00-22:15								1			1	2
	22:15-22:30											0	
	22:30-22:45											0	
	22:45-23:00		1									1	
23:00	23:00-23:15	1										1	2
	23:15-23:30											0	
	23:30-23:45											0	
	23:45-00:00						1					1	
TOTAL		122	88	29	13	22	0	30	9	1	0	5	319

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL													
PROYECTO:		"DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA QUE UNE LOS SECTORES SALACHE TIOBAMBA – E35 - SALACHE GRANDE, DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI."													
AUTOR:		RAÚL PATRICIO TUCUMBI MILLINGALL				TUTOR: ING. MILTON RODRIGO ALDÁS SÁNCHEZ, PHD				UBICACIÓN: SALACHE TIOBAMBA-SALACHE GRANDE -E35					
FECHA:		13/10/2024		SENTIDO: Ambos		ESTADO DE TIEMPO: soleado									
CONTEO DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO DÍA DOMINGO															
HORA	MIN	LIVIANOS			BUSES			CAMIONES				OTROS NO EJES	TOTAL 15 MINUTOS	SUMATO TOTAL POR HORA	
		AUTOMOVILES	CAMIONETAS	MOTOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	DOS EJES		TRES EJES	>TRES EJES				
															
0:00	00:00-00:15												0	0	
	00:15-00:30												0		
	00:30-00:45												0		
	00:45-01:00												0		
1:00	01:00-01:15	1											1	3	
	01:15-01:30												0		
	01:30-01:45	1	1										2		
	01:45-02:00												0		
2:00	02:00-02:15	1	1										2	7	
	02:15-02:30		1		1			1					3		
	02:30-02:45												0		
	02:45-03:00	1							1				2		
3:00	03:00-03:15			1	1								2	11	
	03:15-03:30	1	2										3		
	03:30-03:45	2											2		
	03:45-04:00	1	2					1					4		
4:00	04:00-04:15	2	1		1								4	10	
	04:15-04:30	1	1						1				3		
	04:30-04:45	1	1										2		
	04:45-05:00		1										1		
5:00	05:00-05:15	1			1								2	13	
	05:15-05:30	1											1		
	05:30-05:45	1	1	1		1		2					6		
	05:45-06:00	2	2										4		
6:00	06:00-06:15				2								2	10	
	06:15-06:30	1	1										2		
	06:30-06:45	1	1	1		1		1					5		
	06:45-07:00		1										1		
7:00	07:00-07:15	2	2	1				2	1				8	23	
	07:15-07:30	2	2	2	1								7		
	07:30-07:45		3	1		1							5		
	07:45-08:00		1	2									3		
8:00	08:00-08:15	1	3			1		1					6	25	
	08:15-08:30	2	2	1									5		
	08:30-08:45	1	2					1					4		
	08:45-09:00	2	3	1	1			1	1		1		10		
9:00	09:00-09:15	1				1							2	17	
	09:15-09:30	1	1						1				3		
	09:30-09:45	4	2					1					7		
	09:45-10:00	2	3										5		
10:00	10:00-10:15	2	2			1		1	1				7	23	
	10:15-10:30	1	1		1								3		
	10:30-10:45	3	1										4		
	10:45-11:00	4	2			1		1			1		9		

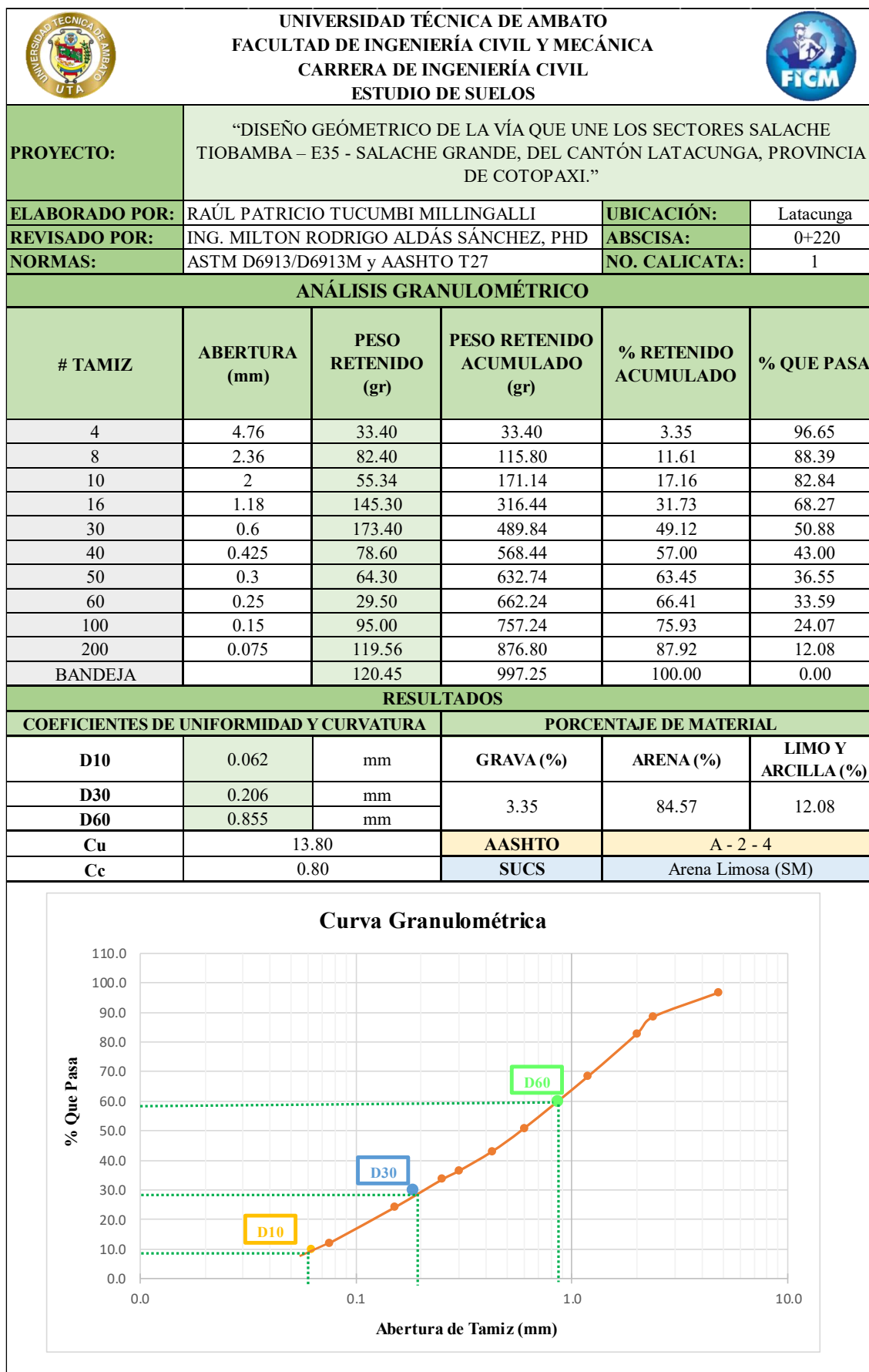
11:00	11:00-11:15	2	3									5	27
	11:15-11:30	4	2					2	1			9	
	11:30-11:45	4	2	1		1						8	
	11:45-12:00	2	1		1			1				5	
12:00	12:00-12:15	3	2					2				7	30
	12:15-12:30	4	2	1	1				1			9	
	12:30-12:45	3	2	1								6	
	12:45-13:00	4	2		1			1				8	
13:00	13:00-13:15	6	1	1	1	1						10	34
	13:15-13:30	2	1					2	2			7	
	13:30-13:45	4	2								1	7	
	13:45-14:00	7	3									10	
14:00	14:00-14:15	3						2				5	30
	14:15-14:30	2	2	1	1			2				8	
	14:30-14:45	4	3	1		1			1			10	
	14:45-15:00	2	2					3				7	
15:00	15:00-15:15	2	3									5	24
	15:15-15:30	4	2					1				7	
	15:30-15:45	3	1		2	1					1	8	
	15:45-16:00	3						1				4	
16:00	16:00-16:15	4	2		1							7	25
	16:15-16:30	5	2	1		1						9	
	16:30-16:45	1	3	1				1				6	
	16:45-17:00	3										3	
17:00	17:00-17:15		3		1						1	5	22
	17:15-17:30	3	2	1				1				7	
	17:30-17:45	2	2	1								5	
	17:45-18:00	1	2		1	1						5	
18:00	18:00-18:15		3									3	11
	18:15-18:30			1				1				2	
	18:30-18:45	3	1									4	
	18:45-19:00		1		1							2	
19:00	19:00-19:15	2						1				3	12
	19:15-19:30	1	1		1	1						4	
	19:30-19:45		2									2	
	19:45-20:00		2	1								3	
20:00	20:00-20:15	3	2					2				7	13
	20:15-20:30	1	1									2	
	20:30-20:45		1									1	
	20:45-21:00	1	1	1								3	
21:00	21:00-21:15	2										2	9
	21:15-21:30	1	2			2						5	
	21:30-21:45		1									1	
	21:45-22:00		1									1	
22:00	22:00-22:15	1										1	6
	22:15-22:30	2										2	
	22:30-22:45	2	1									3	
	22:45-23:00											0	
23:00	23:00-23:15											0	1
	23:15-23:30											0	
	23:30-23:45											0	
	23:45-00:00		1									1	
TOTAL		153	120	24	21	16	0	36	11	0	0	5	386

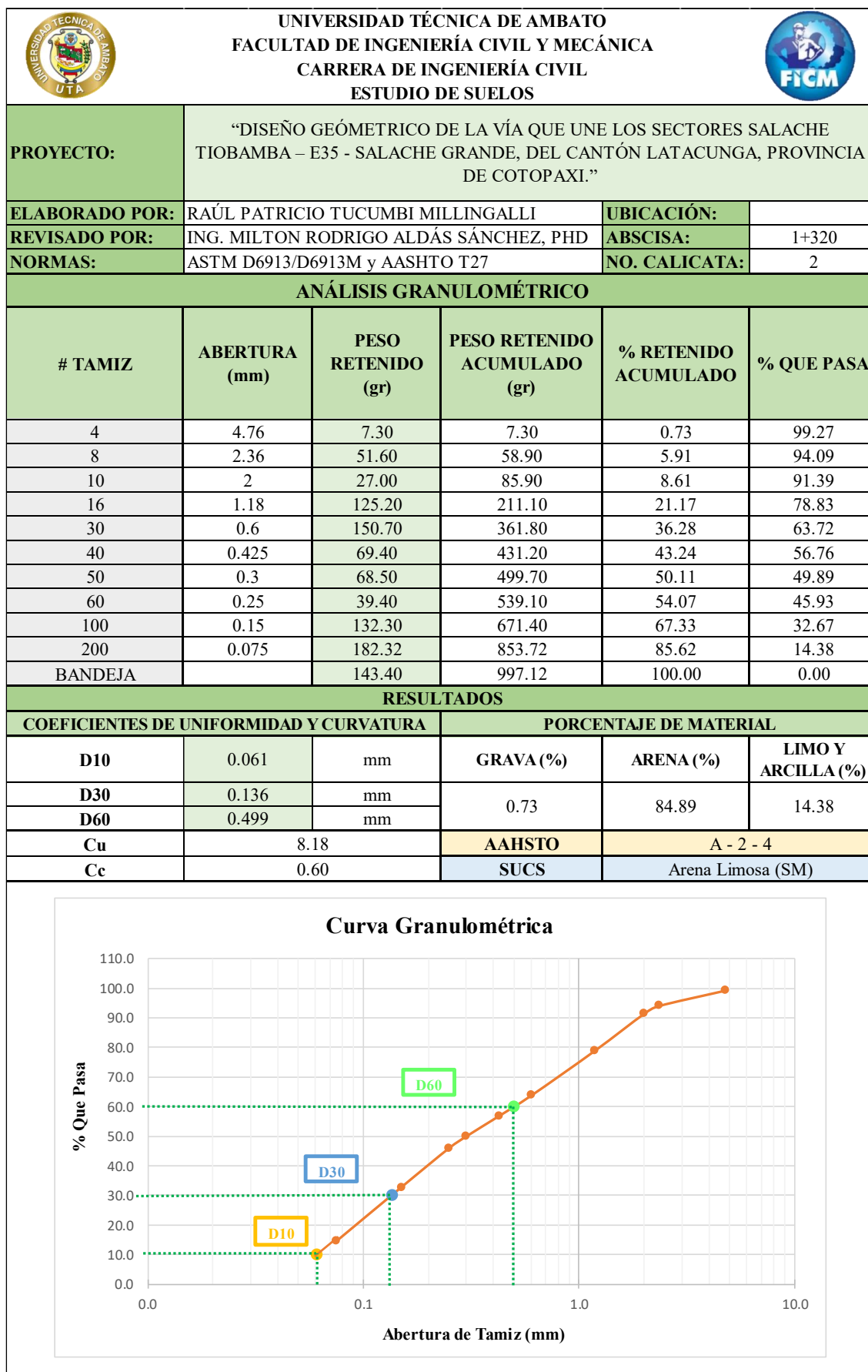
ANEXO 4. ENSAYO DE SUELOS

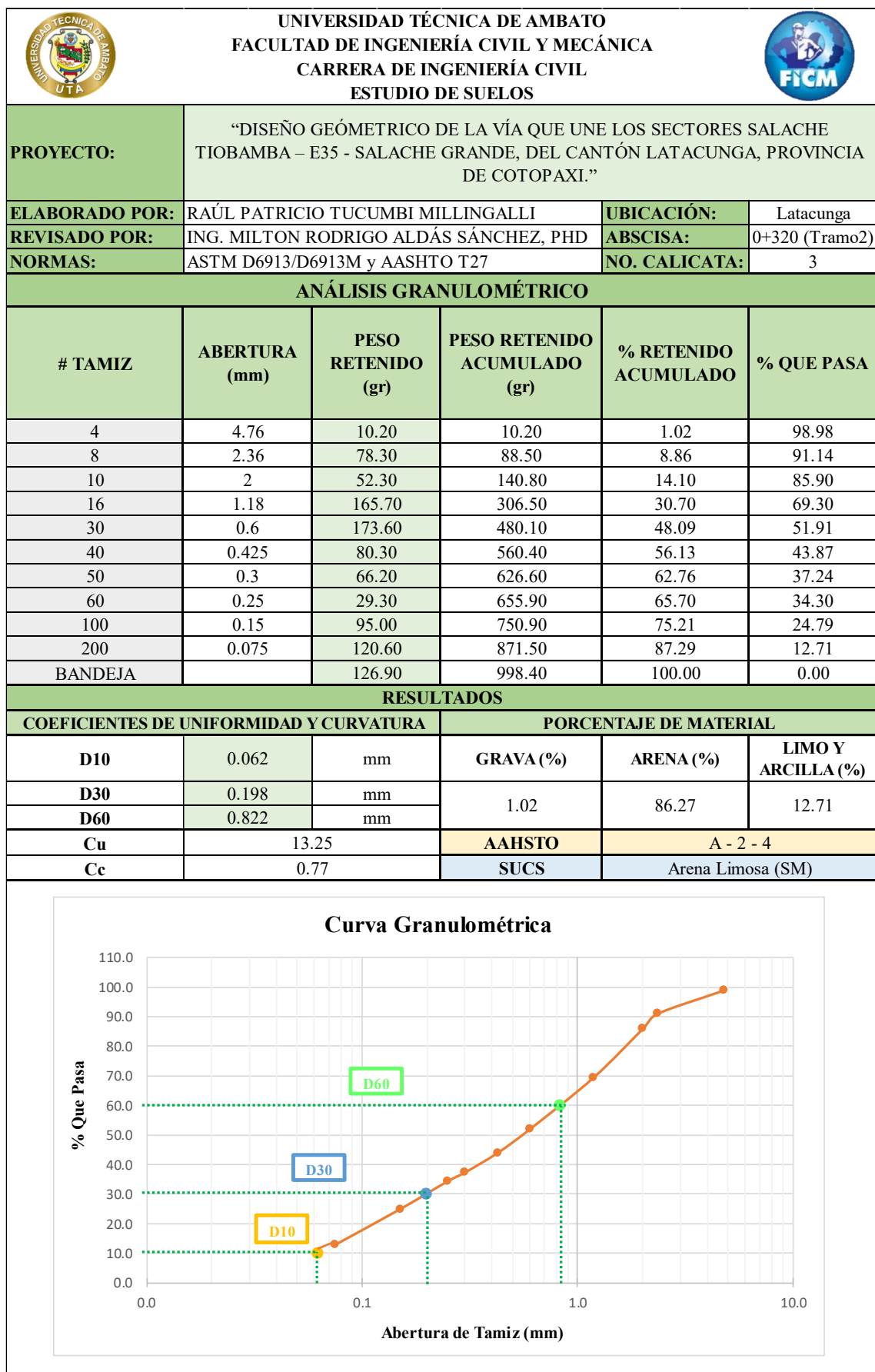
CONTENIDO DE HUMEDAD

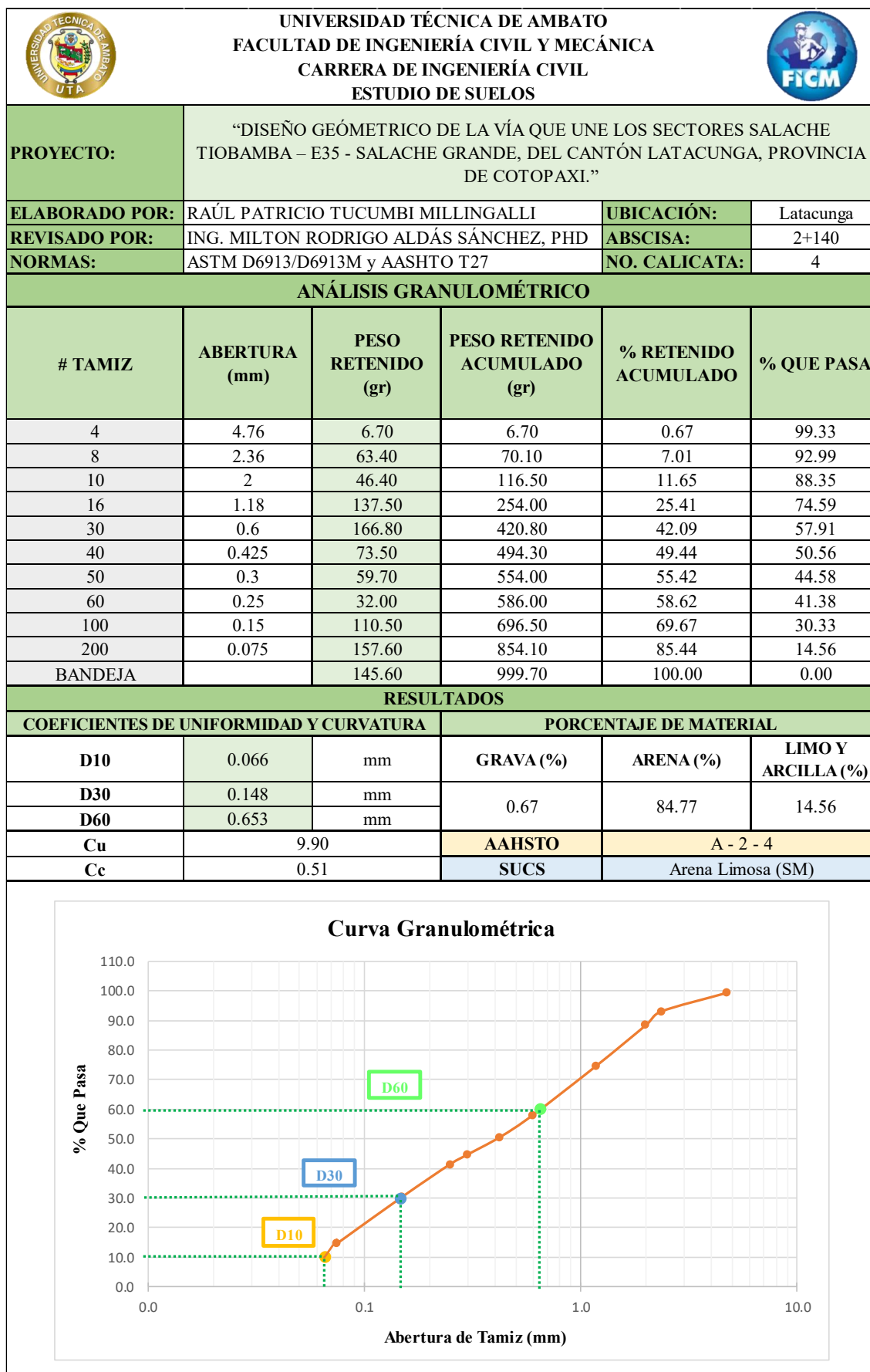
	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS							
PROYECTO:	“DISEÑO GEÓMETRICO DE LA VÍA QUE UNE LOS SECTORES SALACHE TIOBAMBA – E35 - SALACHE GRANDE, DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI.”							
ELABORADO POR:	RAÚL PATRICIO TUCUMBI MILLINGALLI							
REVISADO POR:	ING. MILTON RODRIGO ALDÁS SÁNCHEZ, PHD					PROVINCIA: Cotopaxi		
NORMA:	NTE INEN 690 y ASTM D 2216					CANTÓN: Latacunga		
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL								
ABSCISA	0+100		0+850		T2-0+420		1+300	
Número de recipiente	1AR	1A	2AR	2B	3A	3B	4A	4B
Peso del recipiente (Wr) (gr)	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80
Peso de muestra húmeda + recipiente (Wm+Wr) (gr)	38.80	53.30	53.20	52.50	42.00	46.80	60.50	38.80
Peso de muestra seca + recipiente (Ws+Wr) (gr)	34.30	48.50	47.60	45.30	36.80	41.90	54.80	33.10
Peso del agua (Ww) (gr)	4.50	4.80	5.60	7.20	5.20	4.90	5.70	5.70
Peso de la muestra seca (Ws) (gr)	32.50	46.70	45.80	43.50	35.00	40.10	53.00	31.30
Contenido de humedad (W%)	13.85	10.28	12.23	16.55	14.86	12.22	10.75	18.21
Promedio (W%)	12.07%		14.39%		13.54%		14.48%	

GRANULOMETRÍA

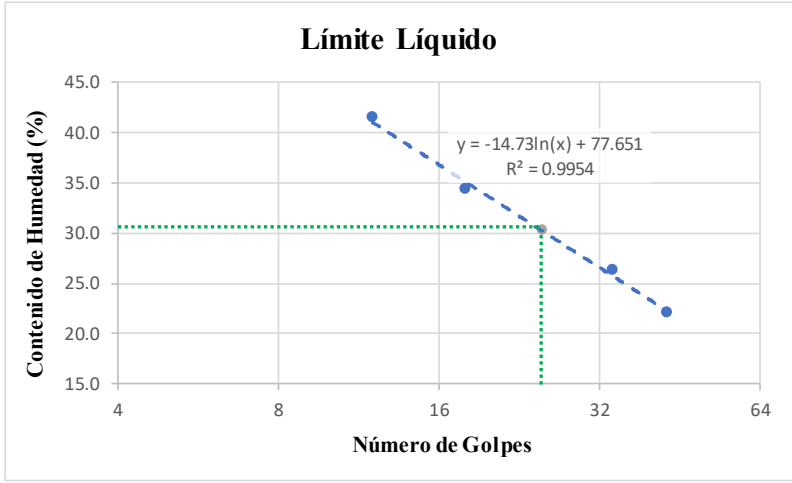


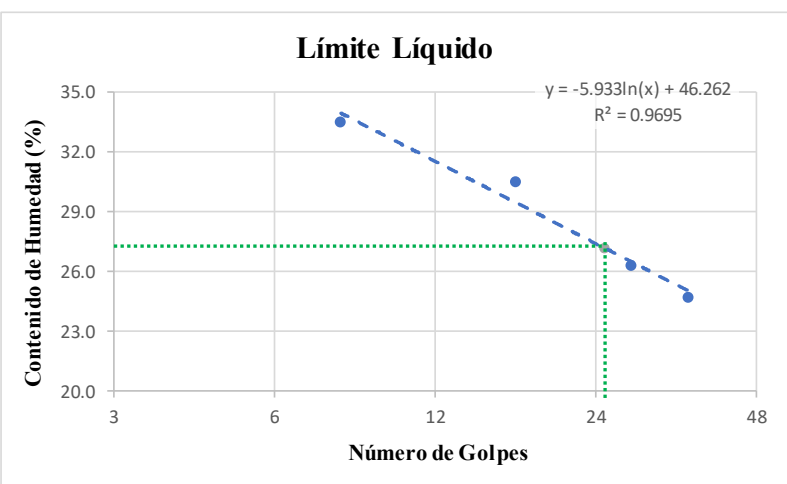


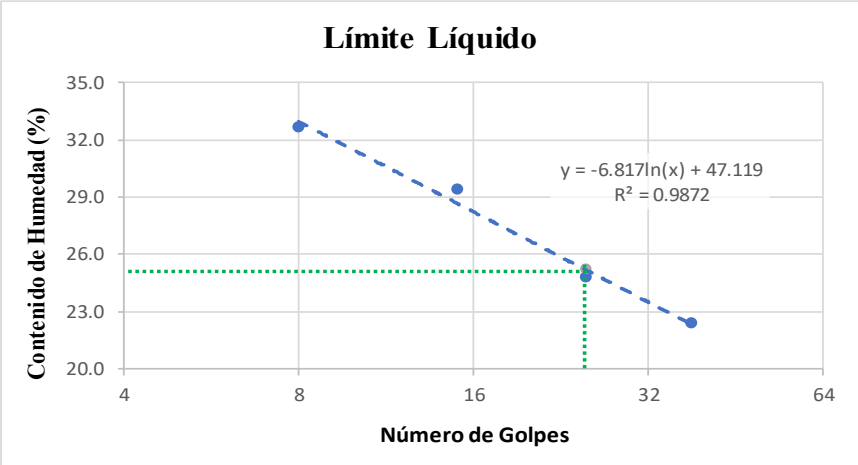


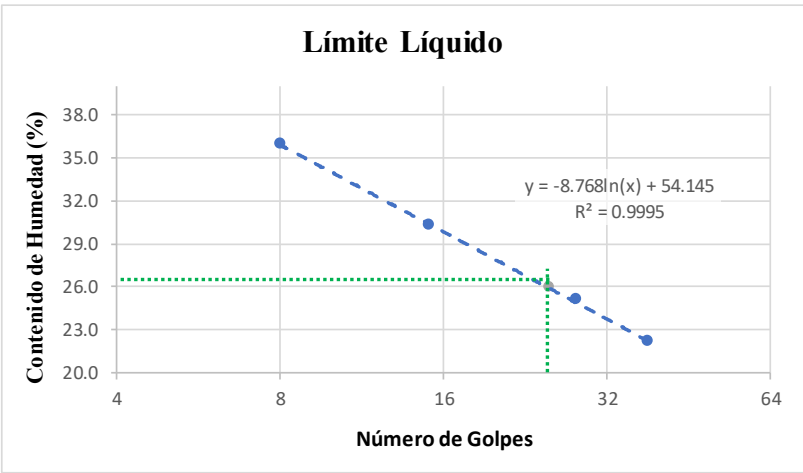


LIMITES DE ATTERBERG: LÍMITE LÍQUIDO Y PLÁSTICO

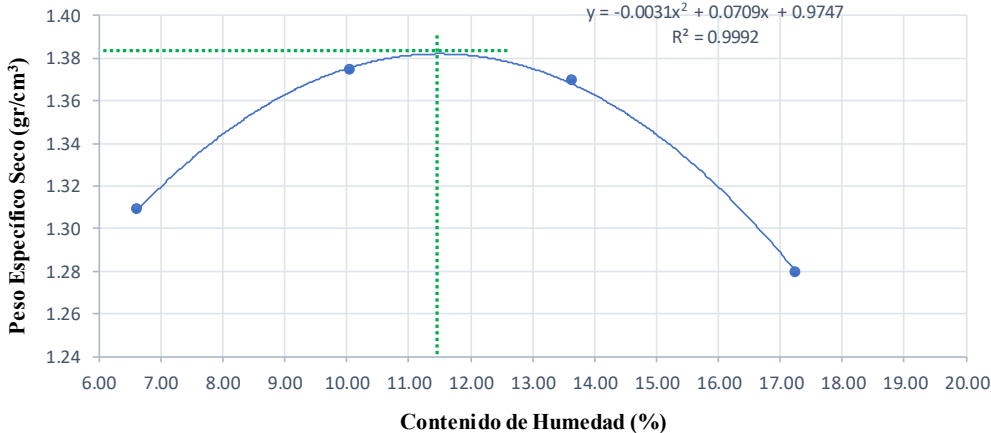
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS 	
PROYECTO:	“DISEÑO GEÓMETRICO DE LA VÍA QUE UNE LOS SECTORES SALACHE TIOBAMBA – E35 - SALACHE GRANDE, DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI.”
ELABORADO POR:	RAÚL PATRICIO TUCUMBI MILLINGALL
REVISADO POR:	ING. MILTON RODRIGO ALDÁS SÁNCHEZ
NORMAS:	AASHTO T 89-90 / ASTM D 4318
UBICACIÓN:	Latacunga
ABSCISA:	0+220
NO CALICATA:	1
LÍMITE LÍQUIDO	
Número de Golpes	12 18 34 43
Número de muestra	1 2 3 4 5 6 7 8
Número de recipiente	
Peso del recipiente (Wr) (gr)	1.80 1.80 1.80 1.80 1.80 1.80 1.80 1.80
Peso de muestra húmeda + recipiente (Wm+Wr) (gr)	13.90 7.80 13.45 8.00 13.55 7.70 12.30 6.80
Peso de muestra seca + recipiente (Ws+Wr) (gr)	10.55 5.95 10.70 6.30 10.87 6.60 10.20 6.00
Peso del agua (Ww) (gr)	3.35 1.85 2.75 1.70 2.68 1.10 2.10 0.80
Peso de la muestra seca (Ws) (gr)	8.75 4.15 8.90 4.50 9.07 4.80 8.40 4.20
Contenido de humedad (W%)	38.29 44.58 30.90 37.78 29.55 22.92 25.00 19.05
Promedio (W%)	41.44 34.34 26.24 22.03
Límite Líquido (LL%)	30.24
 Límite Líquido	
LÍMITE PLÁSTICO	
Número de muestra	1 2 3 4 5
Número de recipiente	
Peso del recipiente (Wr) (gr)	1.80 1.80 1.80 1.80 1.80
Peso de muestra húmeda + recipiente (Wm+Wr) (gr)	2.40 2.60 2.50 2.30 2.60
Peso de muestra seca + recipiente (Ws+Wr) (gr)	2.25 2.50 2.40 2.20 2.40
Peso del agua (Ww) (gr)	0.15 0.10 0.10 0.10 0.20
Peso de la muestra seca (Ws) (gr)	0.45 0.70 0.60 0.40 0.60
Contenido de humedad (W%)	33.33 14.29 16.67 25.00 33.33
Promedio (W%)	24.52
RESULTADOS	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	LÍMITE PLÁSTICO (%)
30.24	24.52
CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
Material Granular excelente a bueno, con presencia de Grava y Arena Limosa	AAHSTO SUCS A - 2 - 4 Arena Limosa (SM)

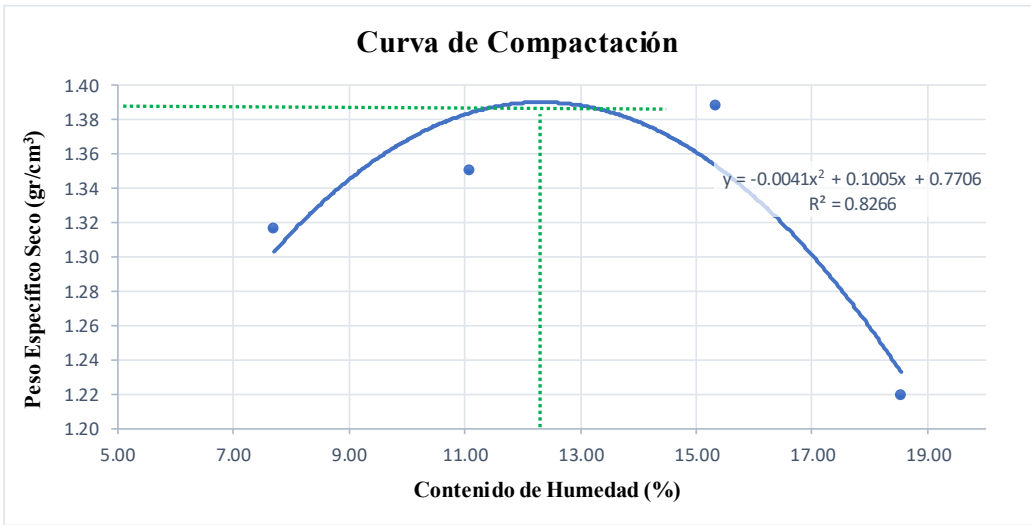
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS 	
PROYECTO:	“DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA QUE UNE LOS SECTORES SALACHE TIOBAMBA – E35 - SALACHE GRANDE, DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI.”
ELABORADO POR:	RAÚL PATRICIO TUCUMBI MILLINGALL
REVISADO POR:	ING. MILTON RODRIGO ALDÁS SÁNCHEZ
NORMAS:	AASHTO T 89-90 / ASTM D 4318
UBICACIÓN:	Latacunga
ABSCISA:	1+320
NO CALICATA:	2
LÍMITE LÍQUIDO	
Número de Golpes	8 17 28 36
Número de muestra	1 2 3 4 5 6 7 8
Número de recipiente	
Peso del recipiente (Wr) (gr)	1.80 1.80 1.80 1.80 1.80 1.80 1.80 1.80
Peso de muestra húmeda + recipiente (Wm+Wr) (gr)	11.60 20.50 17.10 8.05 17.56 9.01 13.70 6.58
Peso de muestra seca + recipiente (Ws+Wr) (gr)	9.15 15.80 13.50 6.60 13.84 7.73 10.90 5.83
Peso del agua (Ww) (gr)	2.45 4.70 3.60 1.45 3.72 1.28 2.80 0.75
Peso de la muestra seca (Ws) (gr)	7.35 14.00 11.70 4.80 12.04 5.93 9.10 4.03
Contenido de humedad (W%)	33.33 33.57 30.77 30.21 30.90 21.59 30.77 18.61
Promedio (W%)	33.45 30.49 26.25 24.69
Límite Líquido (LL%)	27.16
 Límite Líquido $y = -5.933\ln(x) + 46.262$ $R^2 = 0.9695$	
LÍMITE PLÁSTICO	
Número de muestra	1 2 3 4 5
Número de recipiente	
Peso del recipiente (Wr) (gr)	1.80 1.80 1.80 1.80 1.80
Peso de muestra húmeda + recipiente (Wm+Wr) (gr)	2.60 2.50 2.55 2.65 2.50
Peso de muestra seca + recipiente (Ws+Wr) (gr)	2.40 2.40 2.40 2.55 2.40
Peso del agua (Ww) (gr)	0.20 0.10 0.15 0.10 0.10
Peso de la muestra seca (Ws) (gr)	0.60 0.60 0.60 0.75 0.60
Contenido de humedad (W%)	33.33 16.67 25.00 13.33 16.67
Promedio (W%)	21.00
RESULTADOS	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	LÍMITE PLÁSTICO (%)
27.16	21.00
CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
Material Granular excelente a bueno, con presencia de Grava y Arena Limosa	AASHTO SUCS A - 2 - 4 Arena Limosa (SM)

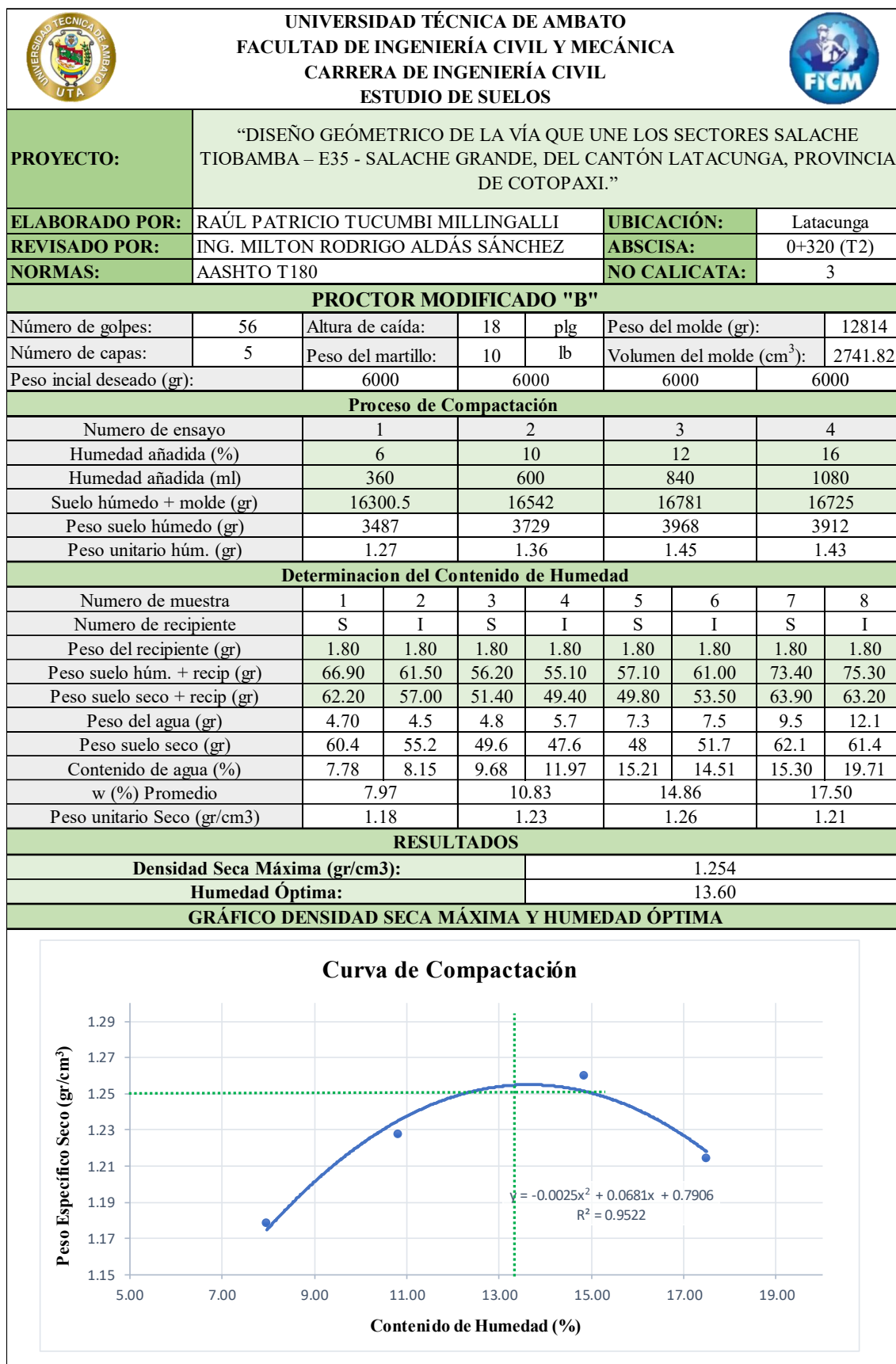
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS 	
PROYECTO:	“DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA QUE UNE LOS SECTORES SALACHE TIOBAMBA – E35 - SALACHE GRANDE, DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI.”
ELABORADO POR:	RAÚL PATRICIO TUCUMBI MILLINGALL
REVISADO POR:	ING. MILTON RODRIGO ALDÁS SÁNCHEZ
NORMAS:	AASHTO T 89-90 / ASTM D 4318
UBICACIÓN:	Latacunga
ABSCISA:	0+320(T2)
NO CALICATA:	3
LÍMITE LÍQUIDO	
Número de Golpes	8 15 25 38
Número de muestra	1 2 3 4 5 6 7 8
Número de recipiente	
Peso del recipiente (Wr) (gr)	1.80 1.80 1.80 1.80 1.80 1.80 1.80 1.80
Peso de muestra húmeda + recipiente (Wm+Wr) (gr)	16.70 8.80 12.55 8.60 12.56 9.90 11.30 10.30
Peso de muestra seca + recipiente (Ws+Wr) (gr)	13.25 6.98 10.76 6.70 11.60 7.60 9.40 8.90
Peso del agua (Ww) (gr)	3.45 1.82 1.79 1.90 0.96 2.30 1.90 1.40
Peso de la muestra seca (Ws) (gr)	11.45 5.18 8.96 4.90 9.80 5.80 7.60 7.10
Contenido de humedad (W%)	30.13 35.14 19.98 38.78 9.80 39.66 25.00 19.72
Promedio (W%)	32.64 29.38 24.73 22.36
Límite Líquido (LL%)	25.18
Límite Líquido 	
LÍMITE PLÁSTICO	
Número de muestra	1 2 3 4 5
Número de recipiente	
Peso del recipiente (Wr) (gr)	1.80 1.80 1.80 1.80 1.80
Peso de muestra húmeda + recipiente (Wm+Wr) (gr)	2.30 2.70 2.80 2.40 2.30
Peso de muestra seca + recipiente (Ws+Wr) (gr)	2.20 2.60 2.65 2.30 2.20
Peso del agua (Ww) (gr)	0.10 0.10 0.15 0.10 0.10
Peso de la muestra seca (Ws) (gr)	0.40 0.80 0.85 0.50 0.40
Contenido de humedad (W%)	25.00 12.50 17.65 20.00 25.00
Promedio (W%)	20.03
RESULTADOS	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	LÍMITE PLÁSTICO (%)
25.18	20.03
CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
Material Granular excelente a bueno, con presencia de Grava y Arena Limosa	AAHSTO SUCS A - 2 - 4 Arena Limosa (SM)

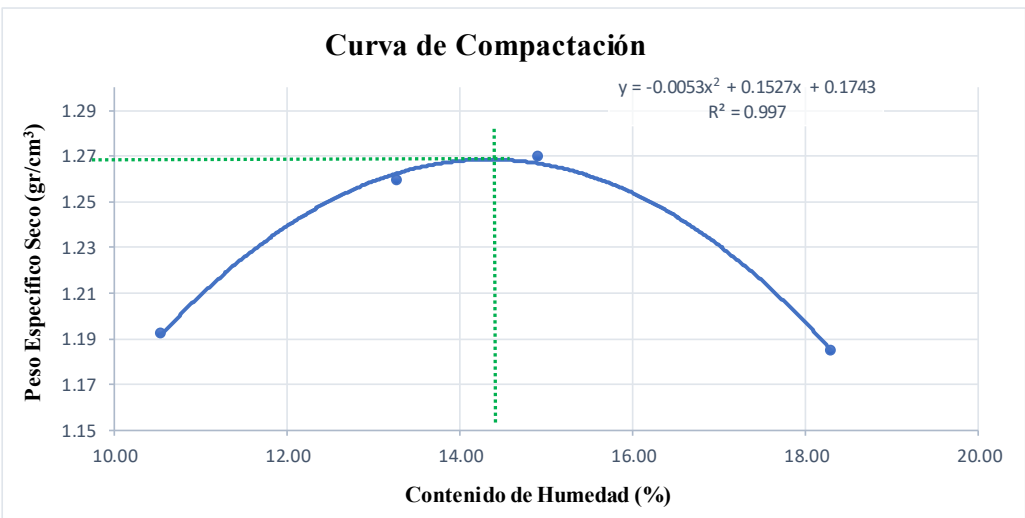
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS			
PROYECTO:	“DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA QUE UNE LOS SECTORES SALACHE TIOBAMBA – E35 - SALACHE GRANDE, DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI.”		
ELABORADO POR:	RAÚL PATRICIO TUCUMBI MILLINGALL	UBICACIÓN:	Ambato
REVISADO POR:	ING. MILTON RODRIGO ALDÁS SÁNCHEZ	ABSCISA:	2+140
NORMAS:	AASHTO T 89-90 / ASTM D 4318	NO CALICATA:	4
LÍMITE LÍQUIDO			
Número de Golpes	8		15
Número de muestra	1	2	3
Número de recipiente			
Peso del recipiente (Wr) (gr)	1.80	1.80	1.80
Peso de muestra húmeda + recipiente (Wm+Wr) (gr)	19.90	10.70	14.70
Peso de muestra seca + recipiente (Ws+Wr) (gr)	15.90	8.00	11.60
Peso del agua (Ww) (gr)	4.00	2.70	3.10
Peso de la muestra seca (Ws) (gr)	14.10	6.20	9.80
Contenido de humedad (W%)	28.37	43.55	31.63
Promedio (W%)	35.96	30.26	25.10
Límite Líquido (LL%)	25.92		
			
LÍMITE PLÁSTICO			
Número de muestra	1	2	3
Número de recipiente			
Peso del recipiente (Wr) (gr)	1.80	1.80	1.80
Peso de muestra húmeda + recipiente (Wm+Wr) (gr)	2.60	2.30	2.50
Peso de muestra seca + recipiente (Ws+Wr) (gr)	2.50	2.20	2.40
Peso del agua (Ww) (gr)	0.10	0.10	0.10
Peso de la muestra seca (Ws) (gr)	0.70	0.40	0.60
Contenido de humedad (W%)	14.29	25.00	16.67
Promedio (W%)	18.05		
RESULTADOS			
LÍMITE LÍQUIDO (%)	LÍMITE PLÁSTICO (%)		ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)
25.92	18.05		7.87
CLASIFICACIÓN DEL SUELO			
Material Granular excelente a bueno, con presencia de Grava y Arena Limosa		AAHSTO	A - 2 - 4
		SUCS	Arena Limosa (SM)

PROCTOR MODIFICADO

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS 	
PROYECTO:	"DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA QUE UNE LOS SECTORES SALACHE TIOBAMBA – E35 - SALACHE GRANDE, DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI."
ELABORADO POR:	RAÚL PATRICIO TUCUMBI MILLINGALLI
REVISADO POR:	ING. MILTON RODRIGO ALDÁS SÁNCHEZ, PH
NORMAS:	AASHTO T180
UBICACIÓN:	Latacunga
ABSCISA:	0+220
NO CALICATA:	1
PROCTOR MODIFICADO "B"	
Número de golpes:	56
Altura de caída:	18 plg
Peso del molde (gr):	12814
Número de capas:	5
Peso del martillo:	10 lb
Volumen del molde (cm³):	2741.82
Peso inicial seco (gr):	6000
Proceso de Compactación	
Numero de ensayo	1 2 3 4
Humedad añadida (%)	6 10 14 18
Humedad añadida (ml)	360 600 840 1080
Suelo húmedo + molde (gr)	16640 16960 17080 16927
Peso suelo húmedo (gr)	3827 4147 4267 4114
Peso unitario húm. (gr)	1.40 1.51 1.56 1.50
Determinación del Contenido de Humedad	
Numero de muestra	1 2 3 4 5 6 7 8
Numero de recipiente	
Peso del recipiente (gr)	1.80 1.80 1.80 1.80 1.80 1.80 1.80 1.80
Peso suelo húm. + recip (gr)	64.10 68.40 68.30 75.10 80.60 88.60 94.40 107.40
Peso suelo seco + recip (gr)	60.30 64.20 62.50 68.10 71.30 78.00 81.10 91.50
Peso del agua (gr)	3.80 4.2 5.8 7 9.3 10.6 13.3 15.9
Peso suelo seco (gr)	58.5 62.4 60.7 66.3 69.5 76.2 79.3 89.7
Contenido de agua (%)	6.50 6.73 9.56 10.56 13.38 13.91 16.77 17.73
W (%) Promedio	6.61 10.06 13.65 17.25
Peso unitario Seco (gr/cm³)	1.31 1.37 1.37 1.28
RESULTADOS	
Densidad Seca Máxima (gr/cm³):	1.380
Humedad Óptima:	11.40
GRÁFICO DENSIDAD SECA MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA	
Curva de Compactación  Y-axis: Peso Específico Seco (gr/cm³) X-axis: Contenido de Humedad (%) Equation: $y = -0.0031x^2 + 0.0709x + 0.9747$ $R^2 = 0.9992$	

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS 	
PROYECTO:	“DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA QUE UNE LOS SECTORES SALACHE TIOBAMBA – E35 - SALACHE GRANDE, DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI.”
ELABORADO POR:	RAÚL PATRICIO TUCUMBI MILLINGALLI
REVISADO POR:	ING. MILTON RODRIGO ALDÁS SÁNCHEZ, PH
NORMAS:	AASHTO T180
UBICACIÓN:	Latacunga
ABSCISA:	1+320
NO CALICATA:	2
PROCTOR MODIFICADO "B"	
Número de golpes:	56
Altura de caída:	18 plg
Peso del molde (gr):	12814
Número de capas:	5
Peso del martillo:	10 lb
Volumen del molde (cm ³):	2741.82
Peso inicial deseado (gr):	6000
Proceso de Compactación	
Numero de ensayo	1
Humedad añadida (%)	7
Humedad añadida (ml)	420
Suelo húmedo + molde (gr)	16701
Peso suelo húmedo (gr)	3888
Peso unitario húm. (gr)	1.42
2	11
3	15
4	19
660	900
16925.6	17203.5
4112	4390
1.50	1.60
Determinación del Contenido de Humedad	
Numero de muestra	1
Numero de recipiente	S
Peso del recipiente (gr)	1.80
Peso suelo húm. + recip (gr)	45.30
Peso suelo seco + recip (gr)	42.80
Peso del agua (gr)	2.50
Peso suelo seco (gr)	41
Contenido de agua (%)	6.10
W (%) Promedio	7.71
Peso unitario Seco (gr/cm ³)	1.32
2	I
3	S
4	I
5	S
6	I
7	S
8	I
1.80	1.80
35.80	56.70
32.90	52.80
2.9	3.9
31.1	51
9.32	7.65
11.09	14.53
15.34	18.54
1.35	1.39
RESULTADOS	
Densidad Seca Máxima (gr/cm³):	1.386
Humedad Óptima:	12.30
GRÁFICO DENSIDAD SECA MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA	
Curva de Compactación  The graph plots Dry Density (Peso Especifico Seco in gr/cm³) on the y-axis against Moisture Content (Contenido de Humedad in %) on the x-axis. The y-axis ranges from 1.20 to 1.40 in increments of 0.02. The x-axis ranges from 5.00 to 19.00 in increments of 2.00. A blue parabolic curve is fitted to the data points, with a peak at approximately 12.30% moisture content and 1.386 gr/cm³ dry density. A horizontal dashed green line marks the maximum dry density, and a vertical dashed green line marks the optimum moisture content. The equation of the curve is $y = -0.0041x^2 + 0.1005x + 0.7706$ with $R^2 = 0.8266$.	

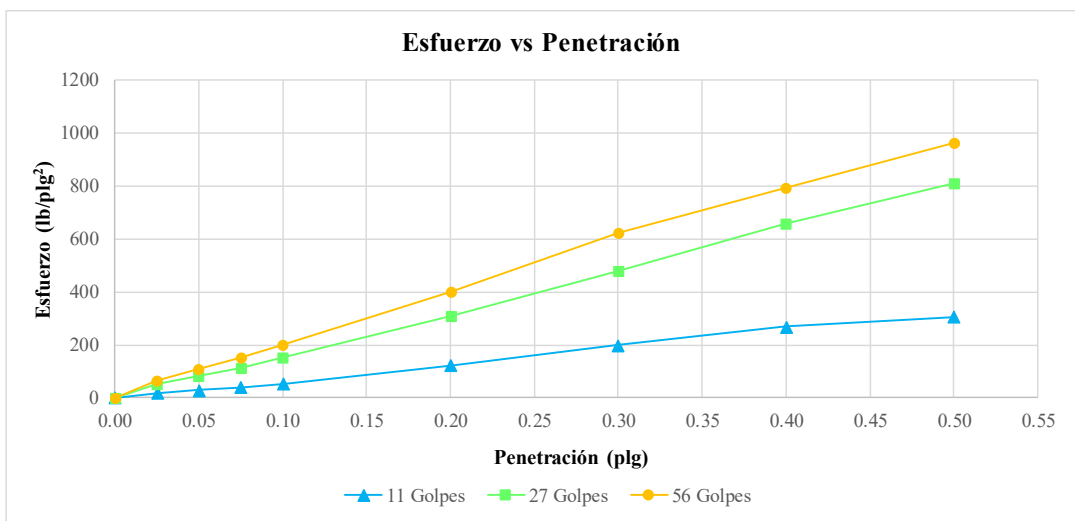


 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS 	
PROYECTO:	“DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA QUE UNE LOS SECTORES SALACHE TIOBAMBA – E35 - SALACHE GRANDE, DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI.”
ELABORADO POR:	RAÚL PATRICIO TUCUMBI MILLINGALLI
REVISADO POR:	ING. MILTON RODRIGO ALDÁS SÁNCHEZ
NORMAS:	AASHTO T180
UBICACIÓN:	Latacunga
ABSCISA:	2+140
NO CALICATA:	4
PROCTOR MODIFICADO "B"	
Número de golpes:	56
Altura de caída:	18 plg
Peso del molde (gr):	12814
Número de capas:	5
Peso del martillo:	10 lb
Volumen del molde (cm ³):	2741.82
Peso inicial desecado (gr):	6000
Proceso de Compactación	
Numero de ensayo	1 2 3 4
Humedad añadida (%)	6 10 14 18
Humedad añadida (ml)	360 600 840 1080
Suelo húmedo + molde (gr)	16426 16724 16813 16656
Peso suelo húmedo (gr)	3613 3911 4000 3843
Peso unitario húm. (gr)	1.32 1.43 1.46 1.40
Determinación del Contenido de Humedad	
Numero de muestra	1 2 3 4 5 6 7 8
Numero de recipiente	S I S I S I S I
Peso del recipiente (gr)	1.80 1.80 1.80 1.80 1.80 1.80 1.80 1.80
Peso suelo húm. + recip (gr)	106.20 137.70 113.50 143.10 107.20 137.00 116.40 140.60
Peso suelo seco + recip (gr)	96.30 124.70 101.20 125.60 93.60 119.40 98.80 119.00
Peso del agua (gr)	9.90 13 12.3 17.5 13.6 17.6 17.6 21.6
Peso suelo seco (gr)	94.5 122.9 99.4 123.8 91.8 117.6 97 117.2
Contenido de agua (%)	10.48 10.58 12.37 14.14 14.81 14.97 18.14 18.43
W (%) Promedio	10.53 13.25 14.89 18.29
Peso unitario Seco (gr/cm ³)	1.19 1.26 1.27 1.18
RESULTADOS	
Densidad Seca Máxima (gr/cm³):	1.274
Humedad Óptima:	14.50
GRÁFICO DENSIDAD SECA MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA	
Curva de Compactación  Y-axis: Peso Especifico Seco (gr/cm³) X-axis: Contenido de Humedad (%) Equation: $y = -0.0053x^2 + 0.1527x + 0.1743$ $R^2 = 0.997$	

CBR

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS					
PROYECTO:		“DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA QUE UNE LOS SECTORES SALACHE TIOBAMBA – E35 - SALACHE GRANDE, DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI.”					
ELABORADO POR:		RAÚL PATRICIO TUCUMBI MILLINGALLI		UBICACIÓN:		Latacunga	
REVISADO POR:		ING. MILTON RODRIGO ALDÁS SÁNCHEZ		ABSCISA:		0+220	
NORMAS:		AAHSTO T193 y ASTM D 1883		NO. CALICATA:		1	
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)							
Molde		A		B		C	
Dimensiones (cm)		Diámetro:	15.4	Diámetro:	15.30	Diámetro:	15.10
		Altura:	12.60	Altura:	12.65	Altura:	12.80
Proceso de Compactación							
Nro. De golpes por capa		11		27		56	
Muestra húmeda + molde (gr)		11482.5		12815.5		11584.5	
Masa del molde (gr)		8432		9581.6		8221.5	
Masa muestra húmeda (gr)		3050.5		3233.9		3363	
Volumen muestra (cm3)		2346.94		2325.75		2292.21	
Peso unitario húmedo (gr/cm3)		1.30		1.39		1.47	
Contenido de Humedad							
	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	
Numero de recipiente							
Masa suelo húmedo + recip (gr)		81.20	77.80	88.50	87.30	81.40	78.80
Masa suelo seco + recip. (gr)		71.10	71.10	76.80	79.10	71.60	71.60
Masa recipiente (gr)		1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80
Masa del agua (gr)		10.10	6.70	11.70	8.20	9.80	7.20
Masa suelo seco (gr)		69.30	69.30	75.00	77.30	69.80	69.80
Contenido de humedad (w%)		14.57	9.67	15.60	10.61	14.04	10.32
W % promedio		12.12		13.10		12.18	
Peso unitario seco (gr/cm3)		1.16		1.23		1.31	
Después de la Saturación							
Muestra húmeda + molde (gr)		11766.5		13010.5		11620	
Masa del molde (gr)		8432		9581.6		8221.5	
Masa muestra húmeda (gr)		3334.5		3428.9		3398.5	
Volumen muestra (cm3)		2346.94		2325.75		2292.21	
Peso unitario húmedo (gr/cm3)		1.42		1.47		1.48	
Contenido de Humedad							
	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	
Numero de recipiente							
Masa suelo húmedo + recip (gr)		104.40	87.10	95.20	91.50	98.30	86.40
Masa suelo seco + recip. (gr)		91.20	76.60	89.40	79.90	84.50	80.30
Masa recipiente (gr)		1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80
Masa del agua (gr)		13.20	10.50	5.80	11.60	13.80	6.10
Masa suelo seco (gr)		89.40	74.80	87.60	78.10	82.70	78.50
Contenido de humedad (w%)		14.77	14.04	6.62	14.85	16.69	7.77
W % promedio		14.40		10.74		12.23	
Ensayo de Carga - Penetración							
Máquina de compresión simple		Área Piston = 3 plg ²		Vel. Carga = 1.27 mm/min (0.05 plg/min)			
Molde		A		B		C	
Penetración (plg)		Dial	Presión (lb/plg ²)	Dial	Presión (lb/plg ²)	Dial	Presión (lb/plg ²)
0		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.025		53.80	17.93	163.30	54.43	193.30	64.43
0.050		86.60	28.87	248.80	82.93	328.60	109.53
0.075		123.40	41.13	343.00	114.33	453.30	151.10
0.1		161.80	53.93	463.30	154.43	598.50	199.50
0.2		367.40	122.47	928.60	309.53	1203.60	401.20
0.3		596.70	198.90	1433.60	477.87	1866.80	622.27
0.4		804.20	268.07	1973.50	657.83	2376.20	792.07
0.5		916.70	305.57	2433.30	811.10	2893.60	964.53

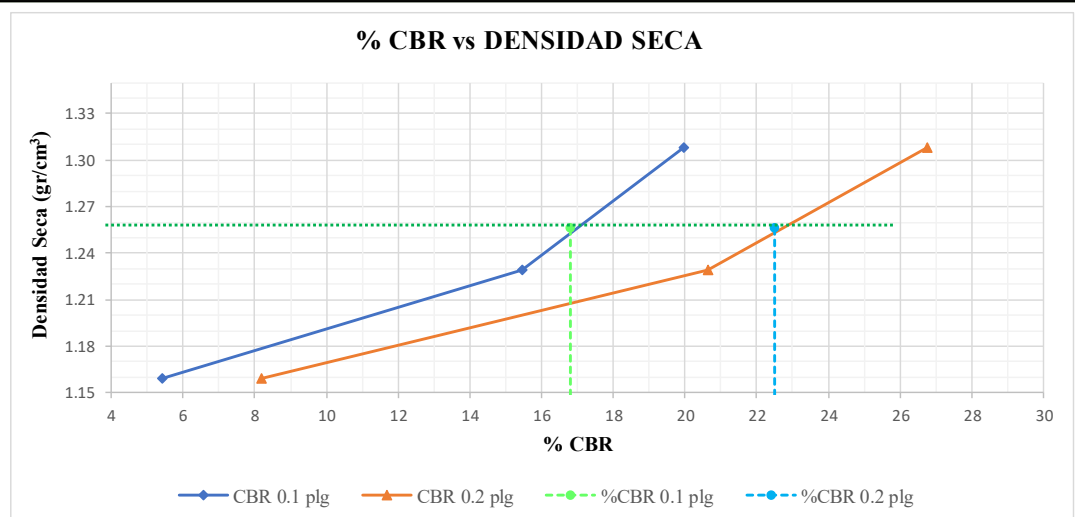
Gráfica de Esfuerzo vs Penetración



Porcentajes CBR Corregidos

Molde	Presión (lb/plg²)	CBR 0.1 plg	Densidad Seca	Presión (lb/plg²)	CBR 0.2 plg	Densidad Seca
C	199.50	19.95	1.31	401.20	26.75	1.31
B	154.43	15.44	1.23	309.53	20.64	1.23
A	53.93	5.39	1.16	122.47	8.16	1.16

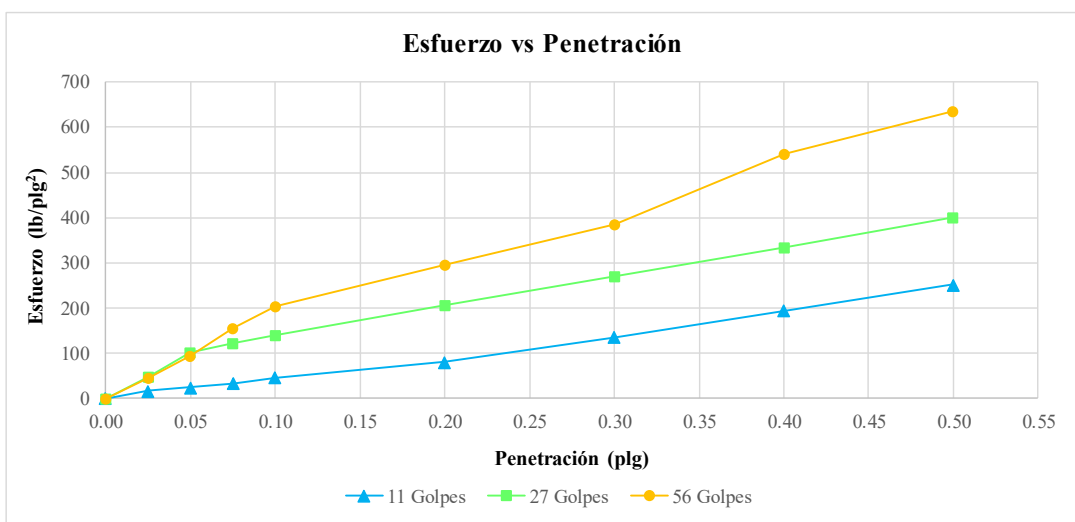
Gráfica de % CBR vs Densidad Seca



Densidad seca máxima (gr/cm³)		1.380		
DSM	% CBR 0.1 plg	% CBR 0.2 plg	% CBR mayor	
95%	1.256	16.80	22.50	22.50

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS					
PROYECTO:		“DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA QUE UNE LOS SECTORES SALACHE TIOBAMBA – E35 - SALACHE GRANDE, DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI.”					
ELABORADO POR:		RAÚL PATRICIO TUCUMBI MILLINGALLI		UBICACIÓN:		Latacunga	
REVISADO POR:		ING. MILTON RODRIGO ALDÁS SÁNCHEZ		ABSCISA:		1+320	
NORMAS:		AAHSTO T193 y ASTM D 1883		NO. CALICATA:		3	
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)							
Molde		A		B		C	
Dimensiones (cm)		Diámetro:	15.4	Diámetro:	15.30	Diámetro:	15.10
		Altura:	12.60	Altura:	12.65	Altura:	12.80
Proceso de Compactación							
Nro. De golpes por capa		11		27		56	
Muestra húmeda + molde (gr)		11495.3		12864.4		11667.5	
Masa del molde (gr)		8432		9581.6		8221.5	
Masa muestra húmeda (gr)		3063.3		3282.8		3446	
Volumen muestra (cm3)		2346.94		2325.75		2292.21	
Peso unitario húmedo (gr/cm3)		1.31		1.41		1.50	
Contenido de Humedad							
	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	
Numero de recipiente							
Masa suelo húmedo + recip (gr)		96.20	61.40	97.70	60.60	92.10	69.60
Masa suelo seco + recip. (gr)		86.60	56.80	89.10	56.40	83.20	61.20
Masa recipiente (gr)		1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80
Masa del agua (gr)		9.60	4.60	8.60	4.20	8.90	8.40
Masa suelo seco (gr)		84.80	55.00	87.30	54.60	81.40	59.40
Contenido de humedad (w%)		11.32	8.36	9.85	7.69	10.93	14.14
W % promedio		9.84		8.77		12.54	
Peso unitario seco (gr/cm3)		1.19		1.30		1.45	
Después de la Saturación							
Muestra húmeda + molde (gr)		12072.8		13345		12103.5	
Masa del molde (gr)		8432		9581.6		8221.5	
Masa muestra húmeda (gr)		3640.8		3763.4		3882	
Volumen muestra (cm3)		2346.94		2325.75		2292.21	
Peso unitario húmedo (gr/cm3)		1.55		1.62		1.69	
Contenido de Humedad							
	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	
Numero de recipiente		0	0	0	0	0	0
Masa suelo húmedo + recip (gr)		112.10	87.30	110.40	76.00	94.30	82.40
Masa suelo seco + recip. (gr)		101.00	77.10	97.50	67.60	82.00	72.20
Masa recipiente (gr)		1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80
Masa del agua (gr)		11.10	10.20	12.90	8.40	12.30	10.20
Masa suelo seco (gr)		99.20	75.30	95.70	65.80	80.20	70.40
Contenido de humedad (w%)		11.19	13.55	13.48	12.77	15.34	14.49
W % promedio		12.37		13.12		14.91	
Ensayo de Carga - Penetración							
Máquina de compresión simple		Área Piston = 3 plg ²		Vel. Carga = 1.27 mm/min (0.05 plg/min)			
Molde		A		B		C	
Penetración (plg)		Dial	Presión (lb/plg ²)	Dial	Presión (lb/plg ²)	Dial	Presión (lb/plg ²)
0		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.025		52.00	17.33	145.80	48.60	140.00	46.67
0.050		75.30	25.10	303.90	101.30	279.70	93.23
0.075		99.80	33.27	363.80	121.27	463.30	154.43
0.1		140.00	46.67	418.00	139.33	613.10	204.37
0.2		243.80	81.27	623.30	207.77	885.60	295.20
0.3		409.20	136.40	808.80	269.60	1153.60	384.53
0.4		583.60	194.53	999.30	333.10	1623.30	541.10
0.5		755.20	251.73	1203.50	401.17	1905.80	635.27

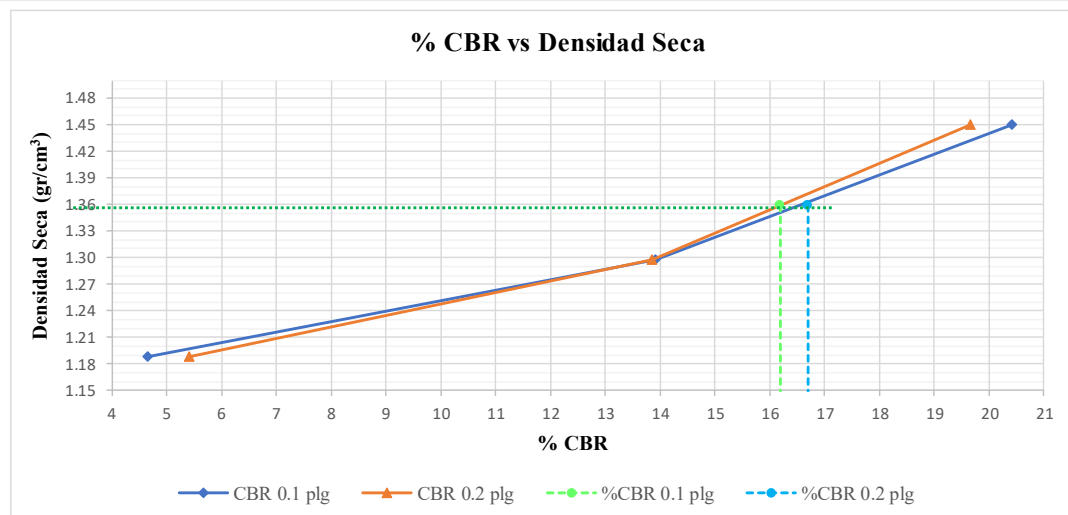
Gráfica de Esfuerzo vs Penetración



Porcentajes CBR Corregidos

Molde	Presión (lb/plg²)	CBR 0.1 plg	Densidad Seca	Presión (lb/plg²)	CBR 0.2 plg	Densidad Seca
C	204.37	20.44	1.45	295.20	19.68	1.45
B	139.33	13.93	1.30	207.77	13.85	1.30
A	46.67	4.67	1.19	81.27	5.42	1.19

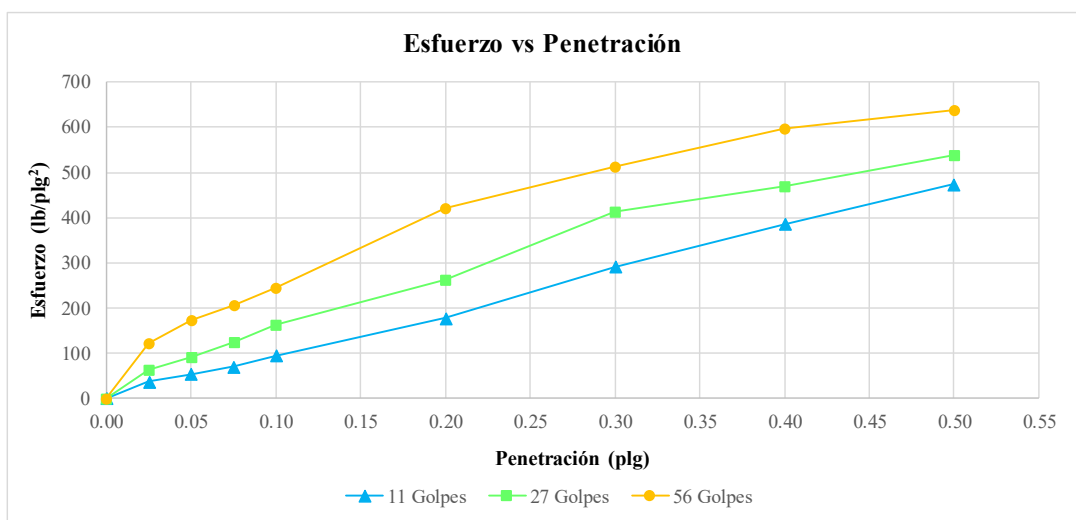
Gráfica de % CBR vs Densidad Seca



Densidad seca máxima (gr/cm³)		1.386		
DSM		% CBR 0.1 plg	% CBR 0.2 plg	% CBR mayor
95%	1.359	16.20	16.70	16.70

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS 						
PROYECTO:	"DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA QUE UNE LOS SECTORES SALACHE TIOBAMBA – E35 - SALACHE GRANDE, DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI."					
ELABORADO POR:	RAÚL PATRICIO TUCUMBI MILLINGALLI	UBICACIÓN:	Latacunga			
REVISADO POR:	ING. MILTON RODRIGO ALDÁS SÁNCHEZ	ABSCISA:	tramo 2 +320			
NORMAS:	AAHSTO T193 y ASTM D 1883	NO. CALICATA:	2			
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)						
Molde	A		B		C	
Dimensiones (cm)	Diámetro:	15.4	Diámetro:	15.30	Diámetro:	15.10
	Altura:	12.60	Altura:	12.65	Altura:	12.80
Proceso de Compactación						
Nro. De golpes por capa	11		27		56	
Muestra húmeda + molde (gr)	11185		12477		11299.5	
Masa del molde (gr)	8432		9581.6		8221.5	
Masa muestra húmeda (gr)	2753		2895.4		3078	
Volumen muestra (cm ³)	2346.94		2325.75		2292.21	
Peso unitario húmedo (gr/cm ³)	1.17		1.24		1.34	
Contenido de Humedad						
	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde
Numero de recipiente						
Masa suelo húmedo + recip (gr)	81.50	71.60	79.80	63.80	67.80	69.90
Masa suelo seco + recip. (gr)	76.60	67.20	75.30	59.50	62.10	62.00
Masa recipiente (gr)	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80
Masa del agua (gr)	4.90	4.40	4.50	4.30	5.70	7.90
Masa suelo seco (gr)	74.80	65.40	73.50	57.70	60.30	60.20
Contenido de humedad (w%)	6.55	6.73	6.12	7.45	9.45	13.12
W % promedio	6.64		6.79		11.29	
Peso unitario seco (gr/cm ³)	1.10		1.17		1.21	
Después de la Saturación						
Muestra húmeda + molde (gr)	11762.5		12957.6		11735.5	
Masa del molde (gr)	8432		9581.6		8221.5	
Masa muestra húmeda (gr)	3330.5		3376		3514	
Volumen muestra (cm ³)	2346.94		2325.75		2292.21	
Peso unitario húmedo (gr/cm ³)	1.42		1.45		1.53	
Contenido de Humedad						
	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
Numero de recipiente	0	0	0	0	0	0
Masa suelo húmedo + recip (gr)	113.60	61.80	94.40	64.30	107.80	68.70
Masa suelo seco + recip. (gr)	100.20	55.20	84.40	57.30	92.80	60.00
Masa recipiente (gr)	1.80	22.80	1.80	1.80	1.80	1.80
Masa del agua (gr)	13.40	6.60	10.00	7.00	15.00	8.70
Masa suelo seco (gr)	98.40	32.40	82.60	55.50	91.00	58.20
Contenido de humedad (w%)	13.62	20.37	12.11	12.61	16.48	14.95
W % promedio	16.99		12.36		15.72	
Ensayo de Carga - Penetración						
Máquina de compresión simple	Área Pistón = 3 plg ²		Vel. Carga = 1.27 mm/min (0.05 plg/min)			
Molde	A		B		C	
Penetración (plg)	Dial	Presión (lb/plg²)	Dial	Presión (lb/plg²)	Dial	Presión (lb/plg²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.025	113.50	37.83	188.30	62.77	363.90	121.30
0.050	163.60	54.53	273.00	91.00	518.70	172.90
0.075	213.60	71.20	378.30	126.10	623.60	207.87
0.1	283.30	94.43	486.60	162.20	733.50	244.50
0.2	533.80	177.93	789.20	263.07	1260.60	420.20
0.3	873.60	291.20	1236.10	412.03	1538.80	512.93
0.4	1158.30	386.10	1408.90	469.63	1787.80	595.93
0.5	1423.30	474.43	1613.20	537.73	1913.80	637.93

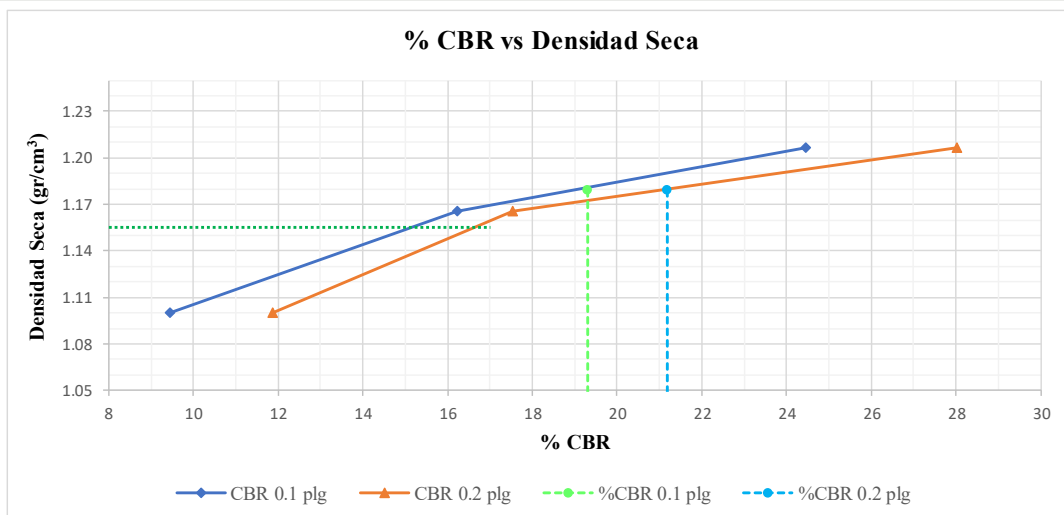
Gráfica de Esfuerzo vs Penetración



Porcentajes CBR Corregidos

Molde	Presión (lb/plg²)	CBR 0.1 plg	Densidad Seca	Presión (lb/plg²)	CBR 0.2 plg	Densidad Seca
C	244.50	24.45	1.21	420.20	28.01	1.21
B	162.20	16.22	1.17	263.07	17.54	1.17
A	94.43	9.44	1.10	177.93	11.86	1.10

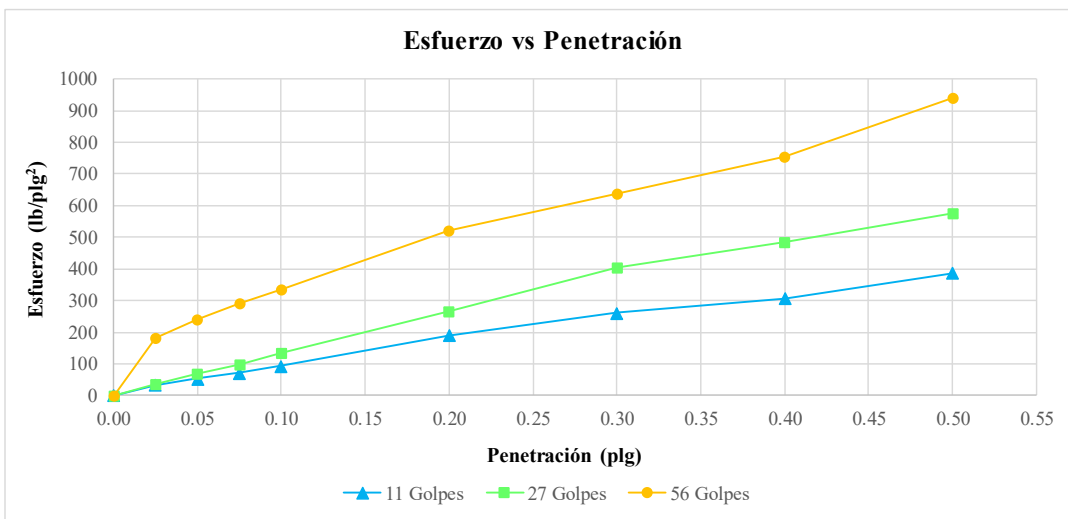
Gráfica de % CBR vs Densidad Seca



Densidad seca máxima (gr/cm³)		1.254		
DSM		% CBR 0.1 plg	% CBR 0.2 plg	% CBR mayor
95%	1.179	19.30	21.20	21.20

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS					
PROYECTO:		“DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA QUE UNE LOS SECTORES SALACHE TIOBAMBA – E35 - SALACHE GRANDE, DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI.”					
ELABORADO POR:		RAÚL PATRICIO TUCUMBI MILLINGALLI		UBICACIÓN:		Latacunga	
REVISADO POR:		ING. MILTON RODRIGO ALDÁS SÁNCHEZ		ABSCISA:		2+140	
NORMAS:		AAHSTO T193 y ASTM D 1883		NO. CALICATA:		4	
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)							
Molde		A		B		C	
Dimensiones (cm)		Diámetro:	15.4	Diámetro:	15.30	Diámetro:	15.10
		Altura:	12.60	Altura:	12.65	Altura:	12.80
Proceso de Compactación							
Nro. De golpes por capa		11		27		56	
Muestra húmeda + molde (gr)		11542.4		12796		11453.4	
Masa del molde (gr)		8432		9581.6		8221.5	
Masa muestra húmeda (gr)		3110.4		3214.4		3231.9	
Volumen muestra (cm3)		2346.94		2325.75		2292.21	
Peso unitario húmedo (gr/cm3)		1.33		1.38		1.41	
Contenido de Humedad							
	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	
Numero de recipiente							
Masa suelo húmedo + recip (gr)		115.20	66.60	115.30	68.90	92.60	76.70
Masa suelo seco + recip. (gr)		95.40	59.10	101.90	62.20	83.10	71.10
Masa recipiente (gr)		1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80
Masa del agua (gr)		19.80	7.50	13.40	6.70	9.50	5.60
Masa suelo seco (gr)		93.60	57.30	100.10	60.40	81.30	69.30
Contenido de humedad (w%)		21.15	13.09	13.39	11.09	11.69	8.08
W % promedio		17.12		12.24		9.88	
Peso unitario seco (gr/cm3)		1.13		1.23		1.28	
Después de la Saturación							
Muestra húmeda + molde (gr)		11896.9		13017		11354.9	
Masa del molde (gr)		8432		9581.6		8221.5	
Masa muestra húmeda (gr)		3464.9		3435.4		3133.4	
Volumen muestra (cm3)		2346.94		2325.75		2292.21	
Peso unitario húmedo (gr/cm3)		1.48		1.48		1.37	
Contenido de Humedad							
	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	
Numero de recipiente		0	0	0	0	0	0
Masa suelo húmedo + recip (gr)		168.20	102.50	114.10	96.40	106.40	101.90
Masa suelo seco + recip. (gr)		151.70	91.30	101.50	86.10	97.80	91.80
Masa recipiente (gr)		1.80	22.80	1.80	1.80	1.80	1.80
Masa del agua (gr)		16.50	11.20	12.60	10.30	8.60	10.10
Masa suelo seco (gr)		149.90	68.50	99.70	84.30	96.00	90.00
Contenido de humedad (w%)		11.01	16.35	12.64	12.22	8.96	11.22
W % promedio		13.68		12.43		10.09	
Ensayo de Carga - Penetración							
Máquina de compresión simple		Área Pistón = 3 plg ²		Vel. Carga = 1.27 mm/min (0.05 plg/min)			
Molde		A		B		C	
Penetración (plg)		Dial	Presión (lb/plg ²)	Dial	Presión (lb/plg ²)	Dial	Presión (lb/plg ²)
0		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.025		103.80	34.60	113.60	37.87	543.30	181.10
0.050		159.50	53.17	203.50	67.83	723.00	241.00
0.075		213.90	71.30	293.80	97.93	873.30	291.10
0.1		283.00	94.33	408.30	136.10	1000.60	333.53
0.2		573.10	191.03	793.30	264.43	1563.90	521.30
0.3		783.80	261.27	1213.40	404.47	1913.00	637.67
0.4		923.00	307.67	1454.60	484.87	2263.30	754.43
0.5		1164.20	388.07	1723.10	574.37	2823.50	941.17

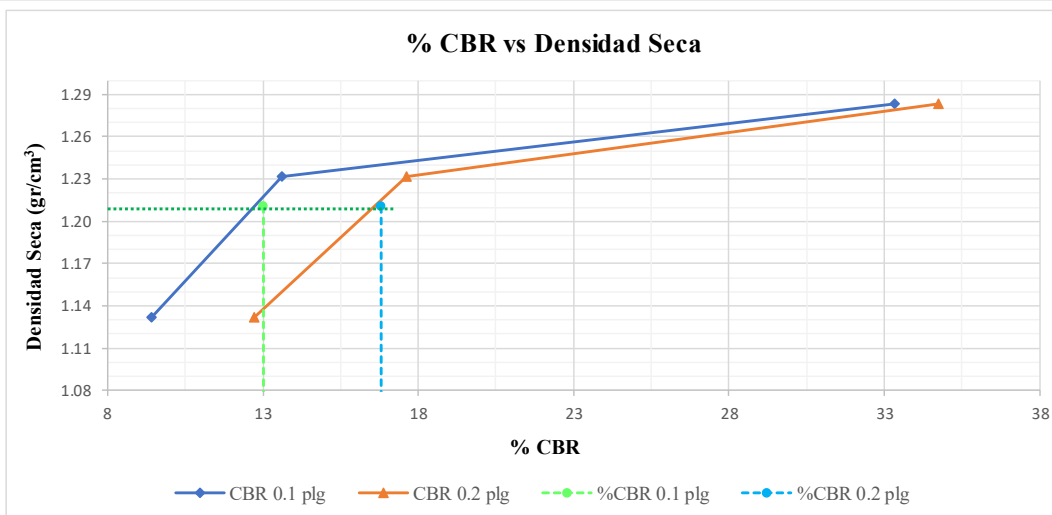
Gráfica de Esfuerzo vs Penetración



Porcentajes CBR Corregidos

Molde	Presión (lb/plg²)	CBR 0.1 plg	Densidad Seca	Presión (lb/plg²)	CBR 0.2 plg	Densidad Seca
C	333.53	33.35	1.28	521.30	34.75	1.28
B	136.10	13.61	1.23	264.43	17.63	1.23
A	94.33	9.43	1.13	191.03	12.74	1.13

Gráfica de % CBR vs Densidad Seca



Densidad seca máxima (gr/cm³)		1.274		
DSM		% CBR 0.1 plg	% CBR 0.2 plg	% CBR mayor
95%	1.210	13.00	16.80	16.80

ANEXO 5.

ESPECIFICACIONES

TÉCNICAS

Obras Preliminares

Rubro 1 : Replanteo y nivelación de la vía

100-1.01. Descripción. - El replanteo y nivelación consiste en situar un proyecto en el terreno, utilizando la información proporcionada en los planos correspondientes o las instrucciones del ingeniero fiscalizador, como etapa previa al inicio de la construcción.

100-1.03. Materiales. – Estacas de madera de 20 cm, Pintura esmalte, Clavos de 2" a 3", diluyente thiñer.

100-1.04. Mano de Obra. – Cadenero estructura ocupacional D2, Peón estructura ocupacional E2.

100-1.05. Equipo mínimo. - Herramienta menor 5% M.O.

100-1.06. Medición. - El pago por los trabajos de replanteo se calculará en base a un plano horizontal, midiéndose la longitud en kilómetros (km) con precisión de dos decimales, dentro de las áreas delimitadas en los planos.

100-1.07. Pago. - Estos precios y su correspondiente pago representarán la retribución completa por los servicios de replanteo y nivelación, incluyendo todos los conceptos asociados como mano de obra, equipos, herramientas, materiales y cualquier otra actividad relacionada requerida para la ejecución de los trabajos especificados en esta partida.

Unidad de medida: kilómetro (km)

Movimiento de Tierras

Rubro 2. Desbroce, desbosque y limpieza (incluye desalojo)

Descripción. - Esto incluye la eliminación completa de toda vegetación (árboles, arbustos, troncos, cercas vivas, matorrales) así como tocones y hojarasca en las áreas señaladas en planos

Disposición de materiales removidos. - Los residuos generados por las actividades de desbroce, desbosque y limpieza deberán ser transportados y dispuestos en los lugares previamente establecidos en los planos o en sitios autorizados por el Fiscalizador, seleccionados por el Contratista.

302-1.04. Materiales. – No es aplicable

302-1.05. Mano de Obra. –Peón Estructura ocupacional E2, Chofer volquetas CH C1, Operador equipo liviano Estructura ocupacional D2, Operador cargadora OP C1, Operador de Excavadora OP C1.

302-1.06. Equipo mínimo. - Herramienta menor 5% M.O, Cargadora frontal, Volqueta, Motosierra, Excavadora.

302-1.07. Medición. - El pago por los trabajos de Desbroce, Desbosque y Limpieza se calculará en hectáreas (ha), considerando la superficie horizontal efectivamente intervenida y aprobada.

302-1.08. Pago. - El monto determinado según el método de medición antes descrito será pagado conforme al precio unitario establecido en el contrato para el rubro correspondiente.

Unidad de medida

Hectárea (Ha)

Rubro 3. Excavación en suelo sin clasificar a máquina.

Excavación sin clasificación y excavación en suelo. – Todo el material resultante de estas excavaciones que sea adecuado y aprovechable, a criterio del Fiscalizador, deberá ser utilizado para la construcción de terraplenes o rellenos, o de otro modo incorporado en la obra, de acuerdo a lo señalado en los planos y a lo indicado por el Fiscalizador.

Materiales. – No Aplicable

Mano de Obra. –Ayudante de maquinaria Estructura Ocupacional D2, Operador de excavadora OP C1.

Equipo mínimo. - Herramienta menor 5% M.O, Excavadora.

Medición. – La medición de los trabajos de excavación se realizará en metros cúbicos (m³), considerando únicamente el volumen realmente ejecutado y aprobado conforme a lo establecido en los planos del proyecto.

303-2.10. Pago. – El pago se efectuará según el precio unitario acordado en la tabla de cantidades y precios del contrato

Unidad de medida :Metro cúbico (m³)

Rubro 4. Excavación para cunetas o canales laterales de la vía a máquina (perfilado)

Descripción. - Este trabajo consiste en excavar las cunetas o canales laterales de la carretera, siguiendo las especificaciones. Además, esta actividad incluye la remoción y el retiro de cualquier estructura que estorbe u obstruya el trabajo.

307-3(2). 03. Materiales. – No Aplicable

307-3(2). 04. Mano de Obra. – Peón Estructura Ocupacional E2, Operador de motoniveladora Operador de equipo pesado C1, Maestro Mayor Ejecución. Obra Civil Estructura Ocupacional C1, ayudante de maquinaria Estructura Ocupacional D2.

307-3(2). 05. Equipo mínimo. - Herramienta menor 5% M.O, Motoniveladora.

307-3(2). 06. Medición. - La unidad de medida para este trabajo será el metro cúbico (m3). Solo se pagarán las cantidades de excavación de cunetas laterales realizadas con máquina (perfilado) que hayan sido ordenadas y ejecutadas correctamente en la obra. La sobre-excavación no será incluida en la medición ni en el pago.

307-3(2). 07. Pago. - El costo de la excavación, transporte, y el uso o desecho del material de las cunetas, así como la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y demás actividades relacionadas, ya están incluidos en el precio unitario que figura en la tabla de cantidades y precios del contrato. No habrá pagos adicionales por estos conceptos.

Unidad de medida :Metro cúbico (m3).

Rubro 5 : Relleno compactado con material de excavación (incl. transporte)

Descripción. - Este trabajo consiste en utilizar el material de suelo disponible en el lugar para construir rellenos, alcanzando los niveles y alturas especificados. La maquinaria compactará este material en capas que no excedan los 0.30 metros de espesor.

Materiales. – Agua.

Mano de Obra. – Peón Estructura Ocupacional E2, Operador de motoniveladora OP C1, Operador de rodillo OP C2, Chofer tanqueros CH C1, Maestro Mayor Ejecución. Obra Civil Estructura Ocupacional C1, Ayudante de maquinaria Estructura Ocupacional D2, Chofer volquetas CH C1.

Equipo mínimo. - Herramienta menor 5% M.O, Motoniveladora, Rodillo vibratorio, Tanquero de agua (incl. bomba), volqueta.

Medición. - Se calculará el volumen del relleno que realmente se haya ejecutado. La medida será en metros cúbicos (m3), de acuerdo con lo indicado en los planos y lo dispuesto por la

fiscalización. La medición será realizada conjuntamente entre la fiscalización y el contratista antes de que se proceda con el relleno.

Pago. - Una vez que se complete la tarea anterior, se realizará el pago según el precio unitario establecido en la Tabla de Cantidades y Precios del Contrato.

Unidad de medida : Metro cúbico (m³)

TRANSPORTE

Rubro 6. Transporte de material de excavación a escombrera (transporte libre 500)

Descripción. - Este acápite se refiere a la remoción y transporte de todo el material que se saca durante la construcción de la vía asfaltada, las cunetas y/o los bordillos. Esto incluye tierra, rocas y cualquier otro elemento extraído al excavar para dichas estructuras y para preparar el terreno antes de asfaltar.

Materiales. – No aplicable

Mano de obra. – Chofer volquetas CH C1.

Equipo mínimo. - Herramienta menor 5% M.O, Volqueta.

Medición. - El cálculo del pago por transporte se realizará en metros cúbicos-kilómetro (m³·km). Esto se obtiene al multiplicar el volumen de material transportado en metros cúbicos (m³) por la distancia en kilómetros (km) que este material recorrió. Solo se considerarán para el pago las cantidades medidas y aceptadas.

309-2(a). 07. Pago. - El pago se efectuará conforme al precio unitario que figura en la tabla de cantidades y precios del contrato. Este precio cubre la totalidad de los costos asociados al transporte de materiales, lo que incluye la mano de obra, el equipo, las herramientas y cualquier otra operación necesaria para llevar a cabo los trabajos descritos en este apartado.

Unidad de medida : Metro cúbico/kilómetro (m³-km)

Rubro 7: Transporte de materiales pétreos clasificados.

309-2(b).01. Descripción. - Este trabajo se refiere al transporte autorizado de todos los materiales requeridos para construir la plataforma del camino. Esto incluye la base, la subbase, el material de mejoramiento, el préstamo importado, y el suelo seleccionado para mejorar la subrasante.

309-2(b).03. Materiales. – No aplicable

309-2(b).04. Mano de obra. – Chofer volquetas CH C1.

309-2(b).05. Equipo mínimo. - Herramienta menor 5% M.O, Volqueta.

309-2(b).06. Medición. - El pago por el transporte se calculará en metros cúbicos-kilómetro ($m^3 \cdot km$) o fracciones de kilómetro. Esto se obtiene multiplicando el volumen real de material transportado en m^3 por la distancia en km.

En situaciones donde se necesite material de dos o más fuentes distintas para cumplir con las especificaciones, los volúmenes para calcular el transporte se definirán en el análisis de costos unitarios presentado en la oferta económica del contratista.

309-2(b).07. Pago. - Las cantidades calculadas, tal como se mencionó anteriormente, se pagarán de acuerdo con los precios contractuales del rubro correspondiente. Es importante entender que estos precios ya cubren el costo total del transporte de los materiales, incluyendo la mano de obra, el equipo, las herramientas y cualquier otra operación relacionada necesaria para completar los trabajos descritos en esta subsección.

Unidad de medida : Metro cúbico/kilómetro ($m^3 \cdot km$)

Rubro 8 - Transporte de mezcla asfáltica en caliente

Descripción. - Este trabajo consiste en el transporte autorizado de la mezcla asfáltica. Esta mezcla se utilizará para crear la carpeta de rodadura, que es una parte esencial de la estructura de un pavimento flexible.

Equipo de transporte. - Los camiones que transporten el hormigón emulsionado deben ser de volteo y tener cajas metálicas cerradas y en buen estado. Una vez cargada, la mezcla debe cubrirse con una lona para protegerla del polvo y otras impurezas del ambiente.

Equipo de distribución de la mezcla. - La mezcla emulsionada se distribuirá en el camino utilizando una máquina terminadora autopropulsada. Esta máquina debe ser capaz de extender la mezcla cumpliendo con los espesores, alineamientos, pendientes y anchos especificados

Para completar la distribución en secciones irregulares o para corregir pequeños defectos en la superficie, especialmente en los bordes, el Contratista deberá proporcionar rastrillos manuales de metal y madera.

Materiales. – Aceite quemado.

Mano de obra. – Chofer volquetas-chofer profesional C1.

Equipo mínimo. - Herramienta menor 5% M.O, Volqueta.

Medición. - El pago por el transporte se calculará en metros cúbicos-kilómetro ($m^3 \cdot km$), incluso por fracciones de kilómetro. Esta cifra se obtiene multiplicando el volumen de material realmente transportado en metros cúbicos (m^3) por la distancia en kilómetros (km) recorrida. Solo se considerarán para el pago las cantidades medidas y aceptadas.

Pago. - El pago por cada parte de la obra que se haya completado y que el interventor haya aceptado, se realizará según el precio unitario establecido en el contrato.

Unidad de medida

Metro cúbico/kilómetro (m³-km).

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

Rubro 9: Acabado de la obra básica existente (corte y relleno)

Descripción. - Este trabajo se trata de dejar la plataforma del camino con su acabado final a nivel de subrasante. Para lograrlo, seguiremos las especificaciones actuales y las indicaciones del Fiscalizador o los planos, en cuanto a alineación, pendientes y el diseño de las secciones transversales.

308-1.03. Obra básica existente. – Cuando los planos, documentos del contrato o el Fiscalizador lo indiquen, las plataformas existentes serán escarificadas (removida la capa superior), conformadas, humedecidas o secadas y compactadas. Este proceso se realizará siguiendo las especificaciones, y en concordancia con los alineamientos, pendientes y secciones transversales del diseño actual.

En los tramos donde se realicen rectificaciones y mejoras en carreteras ya existentes, las operaciones deben planificarse cuidadosamente con un avance limitado. El desalojo de material se hará usando palas cargadoras de ruedas neumáticas para permitir el paso del tráfico público durante la construcción y para evitar dañar la capa de rodadura existente. Cualquier aumento en los costos de construcción debido a este método de trabajo deberá ser considerado en el análisis del precio unitario de la excavación de la plataforma, y el Ministerio no reconocerá ningún pago adicional por este concepto.

308-1.04. Ensayo de Compactación: Antes de colocar la subbase, es obligatorio realizar una prueba de compactación para asegurar que la plataforma ha sido adecuadamente compactada. Esta prueba busca confirmar que el suelo compactado cumple con los requisitos de densidad que se detallan en los planos y en las normas técnicas. El objetivo es garantizar que la base esté en óptimas condiciones para soportar la subbase y prevenir problemas de estabilidad a futuro.

La prueba de compactación debe demostrar que el suelo compactado alcanza un mínimo del 95% de la densidad máxima seca, según lo determinado por el ensayo Proctor Modificado (ASTM D1557). Se tomarán muestras representativas del suelo compactado y se harán pruebas de densidad en el sitio utilizando un densímetro nuclear (ASTM D6938) o el método del cono de arena (ASTM D1556). Los resultados de estas pruebas se compararán con la densidad máxima seca obtenida en el laboratorio, asegurando que se cumpla el 95% de compactación en toda la superficie. Si alguna zona no cumple con este requisito, se deberá recompactar y volver a ensayar hasta alcanzar los valores especificados.

308-1.05. Materiales. – Agua.

308-1.06. Mano de obra. – Operador de motoniveladora OP C1, Operador de rodillo OP C2, Chofer tanqueros chofer profesional C1, Peón Estructura ocupacional E2. Ayudante de maquinaria Estructura ocupacional D2, Maestro de Obra Estructura ocupacional C2.

308-1.07. Equipo mínimo. - Herramienta menor 5% M.O, Motoniveladora, Rodillo vibratorio, Tanquero de agua (incl. bomba).

308-1.08. Medición. - El acabado de la obra básica se medirá y pagará por metros cuadrados (m²).

308-1.09. Pago. - El pago se efectuará conforme al valor y los precios unitarios de este rubro, tal como se establecen en el contrato.

Unidad de medida : Metros cuadrados (m²)

403 Sub - base

Rubro 10 : Sub-base de Agregados (Sub Base Clase 3, tendido y compactado)

Descripción. - Este trabajo se refiere a la construcción de las capas de sub-base. Estas capas se harán con agregados que provienen de procesos de trituración o cribado, y deben cumplir con todo lo establecido en la Sección 816 de las especificaciones del MOP-001-F-2002.

La capa de sub-base se instalará sobre la subrasante, una vez que esta haya sido preparada y aprobada. Se seguirá estrictamente la alineación, las pendientes y la sección transversal indicadas en los planos.

403.1.02. Materiales. - Las sub-bases de agregados se clasifican según los materiales que se utilicen, y la clase específica para cada obra se indicará en los documentos del contrato.

En general, todos los agregados deben cumplir con las siguientes características:

- Un coeficiente de desgaste máximo del 50%, determinado por el ensayo de abrasión de Los Ángeles.
- La porción que pase el tamiz N° 40 debe tener un índice de plasticidad menor a 6 y un límite líquido máximo de 25.
- Una capacidad de soporte (CBR) igual o superior al 30%.
- Clase 3: Estas sub-bases se construyen con agregados naturales y procesados que cumplan con la Sección 816 del MOP-001-F-2002 y que presenten una granulometría uniforme dentro de los límites de la Clase 3, indicados en la Tabla 403-1.1.

Tabla 403-1.1

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada		
	CLASE 1	CLASE 2	CLASE 3
3" (76.2 mm.)	--	--	100
2" (50.4 mm.)	--	100	--
1 1/2 (38,1 mm.)	100	70 - 100	--
Nº 4 (4.75 mm.)	30 - 70	30 - 70	30 - 70
Nº 40 (0.425 mm.)	10 - 35	15 - 40	--
Nº 200 (0.075 mm.)	0 - 15	0 - 20	0 - 20

403-1.03. Equipo. - El Contratista debe asegurarse de tener en la obra todo el equipo necesario, el cual tiene que estar autorizado por el Fiscalizador y en óptimas condiciones de funcionamiento. Según el caso, este equipo mínimo podría incluir una planta de trituración o cribado, maquinaria de transporte, equipos para esparcir, mezclar y conformar el material, tanques de agua para hidratación, y rodillos lisos de tres ruedas o vibratorios.

403-1.04. Ensayos y Tolerancias. - Control de Calidad de la Sub-base

Se verificará la granulometría del material de sub-base mediante los ensayos especificados en la subsección 816-2 del MOP-001-F-2002. Estas pruebas se realizarán justo después de que la mezcla se complete en la planta o inmediatamente después del mezclado final en la vía. Aunque la granulometría se haya comprobado en planta, el Contratista sigue siendo responsable de mantenerla en la obra justo antes de extender el material. Todos los demás requisitos de calidad de los agregados también deben cumplirse y verificarse, según lo establecido en la subsección 816-2 del MOP-001-F-2002 o en las Disposiciones Especiales. Para asegurar la calidad de la construcción, se realizarán ensayos de densidad de campo en todas las capas de sub-base, utilizando equipo nuclear calibrado o el ensayo AASHTO T - 147. En cualquier caso, la densidad mínima de la sub-base no debe ser inferior al 100% de la densidad máxima obtenida en laboratorio mediante los ensayos previos de Humedad Óptima y Densidad Máxima (AASHTO T-180, método D).

El espesor de la capa de sub-base terminada no debe variar en más de dos centímetros respecto al espesor indicado en los planos en ningún punto; sin embargo, el promedio de los espesores verificados no puede ser inferior al especificado. Estas mediciones de espesor se tomarán después de la compactación final de la capa, cada 100 metros de longitud, en puntos alternados al eje y a los costados del camino. Si una medición muestra una variación mayor a la tolerancia, se realizarán mediciones adicionales en intervalos más cortos para delimitar la zona deficiente. Para corregir un espesor inaceptable, el Contratista debe escarificar esa zona a su costo, retirar o añadir el material necesario, y luego conformar y compactar hasta alcanzar los niveles y espesores del proyecto. Se seguirá un procedimiento similar para las zonas con compactación defectuosa. Si las mediciones de espesor se hicieron mediante perforaciones, el Contratista debe rellenar cuidadosamente los orificios y compactar el

material a satisfacción del Fiscalizador, sin recibir pago adicional por este trabajo. Finalmente, la superficie de la sub-base terminada debe ser comprobada con nivelaciones precisas, y las cotas en ningún punto pueden variar en más de dos centímetros respecto a las del proyecto.

403-1.05. Procedimientos de trabajo.

403-1.05.1. Preparación de la Subrasante. - Antes de que el Contratista coloque los agregados para la sub-base, la subrasante debe estar completamente terminada. Esto significa que tiene que estar bien compactada y sus alineaciones, pendientes y superficie deben cumplir con lo establecido en el contrato. Además, la superficie de la subrasante, como se indica en la Sección 308, debe estar libre de cualquier material extraño. Si se necesitan construir subdrenajes, estos deben estar totalmente terminados antes de comenzar el transporte y la colocación de la sub-base.

403-1.05.2. Selección y Mezclado. - Los agregados para la sub-base deben cumplir con la granulometría específica para la clase de sub-base que se haya establecido en el contrato. Durante la explotación, trituración o cribado, el contratista seleccionará y mezclará los agregados en la planta para asegurar que el material que se transporte a la obra tenga la granulometría adecuada. Si para lograr la granulometría y los límites de consistencia se necesita mezclar varias fracciones individuales (agregados gruesos, finos y material ligante), estas se combinarán según una fórmula de trabajo preparada por el contratista y aprobada por el Fiscalizador. La mezcla se realizará de manera uniforme en una planta aprobada por el Fiscalizador, que debe contar con una mezcladora de tambor o de paletas. La operación se llevará a cabo de forma consistente para garantizar una producción uniforme del material de la sub-base.

El mezclado de las fracciones también puede hacerse directamente en la vía. En este caso, primero se colocará y esparcirá el material grueso sobre la subrasante, manteniendo un espesor y ancho uniformes. Luego, se distribuirán los agregados finos de manera proporcional sobre esta primera capa. Se pueden formar tantas capas como fracciones de material sean necesarias para conseguir la granulometría y el espesor total estipulado. Una vez que todos los materiales estén colocados, se mezclarán de manera uniforme utilizando motoniveladoras, mezcladoras de discos u otras máquinas aprobadas por el Fiscalizador que sean aptas para esta operación. Al inicio y durante el proceso de mezclado, se debe añadir el agua necesaria para alcanzar la humedad requerida para la compactación.

Cuando la mezcla sea uniforme, el material se esparcirá a lo ancho de la vía con un espesor uniforme para proceder a la conformación y compactación necesarias, siguiendo las pendientes, alineaciones y secciones transversales indicadas en los planos. No se permitirá la distribución directa de agregados en montones formados por los camiones de transporte sin haber realizado el proceso de mezclado previo.

403-1.05.3. Tendido, Conformación y Compactación. - Cuando el material de la sub-base se mezcla en una planta central, debe cargarse directamente en camiones de volteo, evitando

que se separe (segregación). Luego, se transporta al sitio de la obra para ser extendido por máquinas distribuidoras adecuadas, en franjas uniformes que cubran el ancho y espesor especificados. Inmediatamente después, se añade la humedad necesaria, se extiende o nivela, se conforma y se compacta, de modo que la sub-base terminada avance a una distancia prudente desde el punto de distribución.

El Fiscalizador podría autorizar la colocación del material preparado en planta en montones formados por los camiones. Sin embargo, en este caso, el material deberá esparcirse primero en una franja a un lado de la vía, desde donde se distribuirá uniformemente a lo ancho, mientras se hidrata. Es crucial evitar mover el material repetidamente con las motoniveladoras de un lado a otro para prevenir la segregación. La idea es que la distribución y conformación se completen con el menor movimiento posible del agregado, logrando una superficie lisa y uniforme que siga las alineaciones, pendientes y secciones transversales de los planos. Si se autoriza la mezcla de los agregados directamente en la vía, una vez terminada la mezcla, estos deben extenderse a todo lo ancho, completando al mismo tiempo su hidratación. Esto garantizará una capa de espesor uniforme con una superficie lisa y conformada según las especificaciones.

En todos los casos de construcción de las capas de sub-base, desde la distribución de los agregados hasta la finalización de la compactación, el tráfico vehicular ajeno a la obra está estrictamente prohibido. El movimiento del equipo de construcción debe ser uniforme sobre las capas extendidas y no superar una velocidad de 30 km/h, para evitar la segregación y daños en la conformación del material. Cuando se mezclen y extiendan los materiales en la vía usando motoniveladoras, se debe tener cuidado de no cortar la subrasante ni arrastrar material de las cunetas, para así evitar contaminar los agregados con suelos o materiales no aceptables. Si es necesario construir la sub-base en más de una capa, el espesor de cada capa será similar, y se seguirán los procedimientos aquí descritos hasta la compactación final de cada una.

403-1.05.4. Compactación. - Justo después de extender y conformar cada capa de sub-base, el material deberá compactarse utilizando rodillos lisos de 8 a 12 toneladas, rodillos vibratorios con una fuerza de compactación igual o mayor, o cualquier otro tipo de compactador aprobado. La compactación debe ser uniforme en todo el ancho de la sub-base, comenzando desde los costados de la vía y avanzando hacia el centro, solapando cada pasada de los rodillos por la mitad del ancho de la pasada anterior. Durante este proceso de compactación, se seguirá humedeciendo y nivelando el material según sea necesario, hasta alcanzar la compactación total especificada en toda la profundidad de la capa y que la superficie cumpla con todos los requisitos del contrato. Una vez finalizada la compactación, el Contratista deberá notificar al Fiscalizador para que este verifique el cumplimiento de todas las exigencias contractuales. El Fiscalizador realizará los ensayos de densidad pertinentes y comprobará las pendientes, alineaciones y la sección transversal antes de dar su aprobación o de señalar cualquier objeción.

Si los valores de densidad obtenidos son inferiores a los mínimos especificados o si la superficie no está bien conformada, se deberá verificar la compactación estadísticamente para asegurar que el promedio de las lecturas esté dentro del rango permitido. El Contratista tendrá que hacer las correcciones necesarias, según lo indicado en el numeral 403-1.04 de las especificaciones del MOP-001-F-2002, hasta cumplir con los requisitos del contrato y obtener la aprobación del Fiscalizador. En lugares donde los rodillos no puedan acceder, como en los accesos a puentes o bordillos direccionales, se deberán usar apisonadores mecánicos de impacto o planchas vibrantes para lograr la densidad especificada en todas las áreas de la sub-base.

403-1.06. Materiales. – Agua, Sub base clase 3 (explotación, minado, cribado y cargado).

403-1.07. Mano de obra. – Operador de motoniveladora Operador de equipo pesado C1, Operador de rodillo Operador de equipo pesado C2, Chofer tanqueros chofer profesional C1, Peón estructura ocupacional E2, Ayudante de maquinaria estructura ocupacional D2, Maestro de Obra estructura ocupacional C2.

403-1.08. Equipo mínimo. - Herramienta menor 5% M.O, Motoniveladora, Rodillo vibratorio, Tanquero de agua (incl. bomba).

403-1.09. Medición. - El pago por construir la sub-base de agregados se basará en los metros cúbicos (m³) que hayan sido realmente ejecutados y aceptados por el Fiscalizador. Esta medición se realizará directamente en el sitio, después de la compactación. Para calcular la cantidad, se tomará en cuenta la longitud total de la capa de sub-base terminada, medida horizontalmente a lo largo del eje de la carretera, y el área de la sección transversal especificada en los planos. Es importante saber que no se pagará por ningún exceso de área o espesor que no haya sido previamente autorizado por el Fiscalizador.

403-1.10. Pago. - El pago por las cantidades de sub-base calculadas, como se explicó antes, se hará según los precios del contrato para los ítems correspondientes. Estos precios cubren el costo total de la preparación, suministro y transporte de los agregados, así como la mezcla, distribución, tendido, hidratación, conformación y compactación del material de la sub-base. Esto incluye también la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y cualquier otra operación necesaria para completar todos los trabajos descritos en esta sección.

Unidad de medida : Metro cúbico (m³)

Rubro 11 -Base de Agregados. (Base clase 4, tendido y compactado)

Descripción. - Este trabajo consiste en crear las capas de base utilizando agregados que pueden ser total o parcialmente triturados, o cribados. Estos agregados se estabilizarán con material fino proveniente de la trituración, suelos finos seleccionados, o una combinación de ambos.

Materiales. - Las bases de agregados se clasifican según el tipo de material a emplear, y la clase específica para cada proyecto estará detallada en los documentos del contrato. En

términos generales, todos los agregados utilizados deben cumplir con requisitos estrictos: la parte que pase el tamiz N° 40 debe tener un límite líquido inferior a 25 y un índice de plasticidad menor a 6. Además, su porcentaje de desgaste por abrasión no debe exceder el 40%, y su valor de soporte (CBR) debe ser igual o superior al 80%. Es fundamental que los agregados sean limpios, sólidos y resistentes, libres de polvo, suciedad, arcilla u otras impurezas.

Clase 4: Estas bases se componen de agregados obtenidos por trituración o cribado de piedras o gravas que se encuentran naturalmente fragmentadas. Deben cumplir con lo establecido en la subsección 814-3 de las especificaciones del MOP-001-F-2002 y presentar una granulometría uniforme, dentro de los límites indicados en la Tabla 404-1.4.

Tabla 404-1.1.

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada	
	Tipo A	Tipo B
2" (50.8 mm.)	100	--
1 1/2" (38,1mm.)	70 - 100	100
1" (25.4 mm.)	55 - 85	70 - 100
3/4"(19.0 mm.)	50 - 80	60 - 90
3/8"(9.5 mm.)	35 - 60	45 - 75
N° 4 (4.76 mm.)	25 - 50	30 - 60
N° 10 (2.00 mm.)	20 - 40	20 - 50
N° 40 (0.425 mm.)	10 - 25	10 - 25
N° 200 (0.075 mm.)	2 - 12	2 - 12

Tabla 404-1.2.

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada
1" (25.4 mm.)	100
3/4"(19.0 mm.)	70 - 100
3/8"(9.5 mm.)	50 - 80
Nº 4 (4.76 mm.)	35 - 65
Nº 10 (2.00 mm.)	25 - 50
Nº 40 (0.425 mm.)	15 - 30
Nº 200 (0.075 mm.)	3 - 15

Tabla 404-1.3

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada
3/4"(19.0 mm.)	100
Nº 4 (4.76 mm.)	45 - 80
Nº 10 (2.00 mm.)	30 - 60
Nº 40 (0.425 mm.)	20 - 35
Nº 200 (0.075 mm.)	3 - 15

Tabla 404-1.4

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada
2" (50.8 mm.)	100
1" (25.4 mm.)	60 - 90
Nº 4 (4.76 mm.)	20 - 50
Nº 200 (0.075 mm.)	0 - 15

Si se necesita cumplir con los requisitos de granulometría, se puede añadir arena o material triturado a la grava. Esta mezcla se puede realizar tanto en la planta como directamente en el camino.

404-1.03. Equipo. - El Contratista debe tener en la obra todo el equipo necesario, el cual tiene que estar autorizado por el Fiscalizador y en óptimas condiciones de funcionamiento. Según el caso, este equipo mínimo podría incluir una planta de trituración y cribado, una planta de mezclado, maquinaria de transporte, equipo para distribuir, mezclar, esparcir y conformar el material, tanques de agua para hidratación, y rodillos lisos o vibratorios.

404-1.04. Ensayos y Tolerancias. - Control de Calidad y Tolerancias en la Capa Base

La granulometría del material de base se verificará mediante los ensayos INEN 696 y 697 (equivalentes a AASHTO T-11 y T-27). Estas pruebas se harán al finalizar la mezcla en planta o inmediatamente después del mezclado final en el camino. Aunque la granulometría se haya comprobado en planta, el Contratista sigue siendo responsable de mantenerla en la obra. Además, se deben cumplir y verificar todas las demás exigencias sobre la calidad de los agregados, según la Sección 814 de las especificaciones del MOP-001-F-2002 o las Disposiciones Especiales.

Para asegurar la calidad de la construcción, se realizarán ensayos de densidad de campo en todas las capas de base. Esto se hará con equipo nuclear calibrado o mediante el ensayo AASHTO T-147 o T-191. La densidad mínima de la base nunca debe ser inferior al 100% de la densidad máxima establecida por el Fiscalizador, determinada a través de los ensayos de Densidad Máxima y Humedad Óptima (AASHTO T-180, método D).

El espesor de la capa de base terminada no debe variar en más de un centímetro respecto al indicado en los planos en ningún punto. Sin embargo, el promedio de los espesores verificados no puede ser inferior al especificado. Tanto el espesor como la densidad de la base se medirán después de la compactación final, cada 100 metros de longitud, en puntos alternados al eje y a los costados del camino. Si una medición muestra una variación mayor que la tolerancia, se harán mediciones adicionales en intervalos más cortos para identificar la zona deficiente. Para corregir un espesor inaceptable, el Contratista deberá escarificar (remover la capa superficial) esa zona a su costo, retirar o añadir el material necesario, y proceder de inmediato a conformar y compactar con los niveles y espesores del proyecto. Sin embargo, antes de corregir los espesores, se considerarán las siguientes tolerancias adicionales:

- Si el espesor excede lo estipulado y la cota de la superficie está hasta 1.5 centímetros por encima de la cota del proyecto, no será necesario corregir.
- Si el espesor es menor que el estipulado y la cota de la superficie está hasta 1.5 centímetros por debajo de la cota del proyecto, el espesor de la base podría no corregirse, siempre y cuando la base terminada tenga un espesor superior a 10 centímetros, la capa de rodadura sea de hormigón asfáltico, y el espesor faltante se compense con el espesor de la capa de rodadura hasta alcanzar la rasante.

Si las mediciones de espesor y los ensayos de densidad se realizan mediante perforaciones, el Contratista deberá rellenar cuidadosamente los orificios y compactar el material a satisfacción del Fiscalizador, sin recibir pago por estos trabajos. Las cotas de la superficie terminada no pueden variar en más de 1.5 centímetros de los niveles del proyecto; para verificar esto, se realizarán nivelaciones detalladas a lo largo del eje y transversalmente.

En caso de encontrar deficiencias en la compactación de la base, el Contratista deberá corregirlas a su costo. Esto implica escarificar el material en el área defectuosa, volver a conformarlo con el contenido de humedad óptima y compactarlo adecuadamente hasta lograr la densidad especificada.

404-1.06. Materiales. – Agua, Base Clase 4 (explotación, minado, cribado, y cargado).

404-1.07. Mano de obra. – Operador de motoniveladora OP C1, Operador de rodillo OP C2, Chofer tanqueros chofer profesional C1, Peón estructura ocupacional E2, Ayudante de maquinaria estructura ocupacional D2, Maestro de Obra estructura ocupacional C2.

404-1.08. Equipo mínimo. - Herramienta menor 5% M.O, Motoniveladora, Rodillo vibratorio, Tanquero de agua (incl. bomba).

404-1.09. Medición. - El pago por la construcción de la base de agregados se calculará en metros cúbicos (m³), basándose únicamente en el volumen que haya sido realmente ejecutado y aceptado por el Fiscalizador. La medición se realizará en el sitio, una vez completada la compactación. Para determinar la cantidad a pagar, se tomará en cuenta la longitud horizontal real de la capa de base terminada a lo largo del eje del camino, así como el área de la sección transversal especificada en los planos.

404-1.10. Pago. - Las cantidades calculadas, como se explicó antes, se pagarán según los precios acordados en el contrato para cada rubro.

Unidad de medida : Metro cúbico (m³)

Rubro 12 . Asfalto de imprimación (Asfalto RC-250 para imprimación)

Descripción. - Este trabajo implica el suministro y la aplicación de material bituminoso, ya sea asfalto diluido de curado medio o asfalto emulsificado, sobre la superficie de una base o subbase. Es crucial que esta superficie tenga los anchos, alineamientos y pendientes especificados en los planos..

Materiales. - El material bituminoso usado será asfalto diluido o emulsiones asfálticas, cuyo tipo específico se detallará en las disposiciones especiales del contrato. La calidad del asfalto diluido debe cumplir con los requisitos de la subsección 810-3 de estas especificaciones. Las emulsiones asfálticas deben ser de rotura lenta y adherirse a lo estipulado en la subsección 810-4 del MOP-001-F-2002.

Equipo. - El Contratista debe tener el equipo necesario para realizar este trabajo, el cual necesita la aprobación del Fiscalizador. Como mínimo, el equipo incluirá una barredora mecánica, un soplador (integrado o separado) y un distribuidor de asfalto a presión autopropulsado.

El distribuidor de asfalto, montado sobre neumáticos, tendrá una rueda adicional para activar el tacómetro, permitiendo al operador controlar constantemente la aplicación. El riego asfáltico se hará con una bomba de presión independiente para facilitar la regulación. El

asfalto se aplicará uniformemente a través de una barra con boquillas que eviten la atomización. El tanque del distribuidor contará con un sistema de calentamiento regulado y recirculación para mantener una temperatura uniforme en todo el material bituminoso. Además, el distribuidor deberá incluir un rociador manual.

Materiales. – Asfalto rc-250 (incluye transporte), Diesel (incluye transporte).

Mano de obra. – Operador distribución. Asfalto OP C2, Peón estructura ocupacional E2, Operador de barredora OP C2, Ayudante de maquinaria estructura ocupacional D2, Maestro de Obra estructura ocupacional C2.

Equipo mínimo. - Herramienta menor 5% M.O, Distribuidor de asfalto, Escoba mecánica.

Medición. - El pago por el riego de imprimación se calculará por separado para el asfalto y la arena que realmente se hayan usado y que el Fiscalizador haya aceptado. La unidad de medida para el asfalto será el litro (l). Para la medición, el volumen de asfalto utilizado se ajustará a una temperatura de 15.6 °C, usando las tablas de reducción y conversión a peso que se encuentran en la subsección 810-5 de las especificaciones del MOP-001-F-2002.

Pago. - Las cantidades de obra calculadas, según se explicó anteriormente, se pagarán a los precios establecidos en el contrato para los rubros indicados. Estos precios y el pago cubrirán la compensación total por la preparación de la superficie a imprimir, el suministro, transporte, calentamiento y distribución del material asfáltico. Además, incluyen la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y todas las operaciones relacionadas necesarias para completar el trabajo descrito en esta etapa.

Unidad de medida: litro (l)

DRENAJE TRANSVERSAL Y LONGITUDINAL

Rubro 14. Hormigón Ciclópeo 40% piedra y 60% H.S, Clase E $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$

Descripción. - El hormigón ciclópeo es una mezcla de hormigón simple y piedra grande (molón) para crear elementos estructurales que pueden o no necesitar moldes (encofrados) para su construcción.

Para hacerlo, se colocan capas alternas de hormigón y piedra, manteniendo siempre una proporción de 60% de hormigón y 40% de piedra del volumen total. Es importante asegurarse de que no queden espacios vacíos entre el hormigón y la piedra, y que todas las piedras queden completamente cubiertas. La resistencia de esta mezcla debe ser de 180 kg/cm².

Procedimiento de trabajo. - Este trabajo consiste en crear una mezcla de hormigón ciclópeo usando hormigón de cemento y piedras de río (bola) colocadas de forma adecuada. Esto debe seguir las especificaciones actuales, los planos del proyecto y las indicaciones del Fiscalizador. El hormigón ciclópeo estará compuesto por un 60% de hormigón simple y un 40% de piedra, con una resistencia de $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$, a menos que los planos o disposiciones especiales indiquen lo contrario.

Para construirlo, se alternarán capas de hormigón de cemento Portland con capas de piedra, asegurando que las piedras queden completamente rodeadas e incrustadas en el hormigón. Las piedras deben saturarse con agua antes de colocarlas. Hay que tener cuidado al colocar las piedras para no dañar los encofrados ni la capa de hormigón adyacente. El uso de hormigón ciclópeo se determinará según lo que muestren los documentos contractuales del proyecto.

Materiales. – Para el trabajo, necesitarás los siguientes materiales: cemento, ripio (grava), arena, agua, piedra bola (canto rodado), estacas de madera de 20 cm, tablas de encofrado de 2.40 a 2.70 m, y clavos de 2 a 3 pulgadas.

Mano de obra. –Peón Estructura ocupacional E2, Maestro Mayor Ejecución. Obra Civil Estructura ocupacional C1, Albañil EO D2.

Equipo mínimo. - Herramienta menor 5% M.O, Concretera 1 saco.

Medición. – El hormigón ciclópeo se pagará por metros cúbicos (m3).

Pago. - El pago por las cantidades de obra, calculadas como se indicó anteriormente, se realizará según los precios estipulados en el contrato para este rubro. Estos precios y pagos cubrirán la compensación total por todo lo necesario para construir los bordillos: desde el suministro, transporte, mezclado y colocación de todos los materiales, hasta la construcción y retiro de encofrados, la creación de juntas y el curado del hormigón. Además, incluyen la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y cualquier otra operación relacionada necesaria para completar los trabajos descritos en esta sección.

Unidad de medida : metro cubico (m3)

ESCOMBRERA

Rubro 15: Control y reconformación de materiales excedentes en escombreras.

Descripción. - Este trabajo se refiere a la ubicación, tratamiento y mantenimiento de las escombreras o botaderos. Estos lugares recibirán los residuos de cortes de la vía, materiales rocosos desechados, suelos contaminados y otros materiales similares, incluyendo los mencionados en los numerales 303-2.02.4 (Material inadecuado) y 303-2.02.6 (Material excedente) de las especificaciones del MOP-001-F-2002.

Es crucial que bajo ninguna circunstancia estos desechos se arrojen a cauces naturales o a media ladera. En su lugar, se almacenarán en sitios que hayan sido previamente identificados en la evaluación de impactos ambientales o donde lo indique el Fiscalizador. En todos los casos, los trabajos se realizarán asegurando la estabilidad, seguridad y una buena integración con el entorno.

Materiales. – Agua.

Mano de obra. – Operador de motoniveladora Operador de equipo pesado C1, Operador de rodillo Operador de equipo pesado C2, Chofer tanqueros chofer profesional C1, Peón estructura ocupacional E2, Maestro Mayor Ejecución. Obra Civil estructura ocupacional C1, Ayudante de maquinaria estructura ocupacional D2, Operador de tractor OP C1.

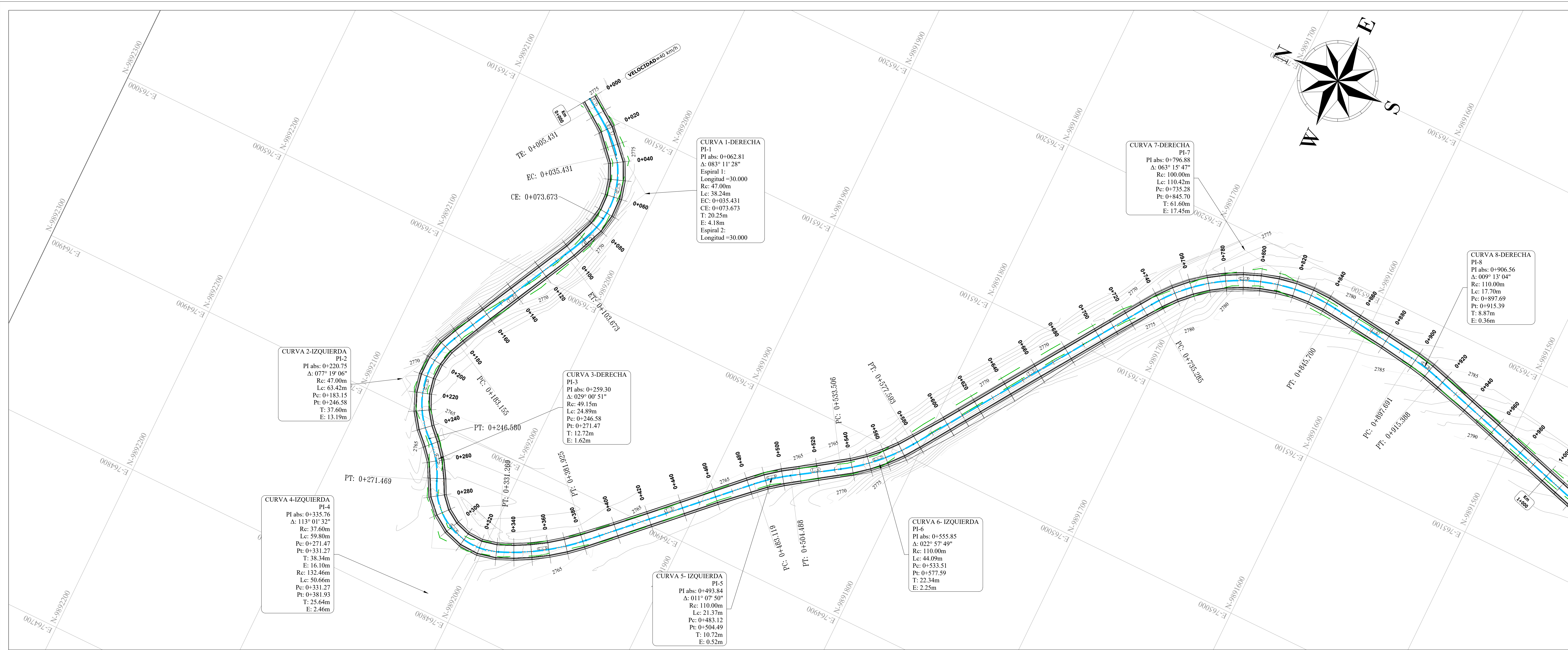
Equipo mínimo. - Herramienta menor 5% M.O, Tractor de orugas, Rodillo vibratorio, Motoniveladora, Tanquero de agua (incl. bomba).

Medición. - La medición implicará la verificación en el sitio de cada uno de los trabajos descritos, los cuales deben contar con la aprobación del Fiscalizador. La cantidad se cuantificará en metros cúbicos (m3).

Pago. - El monto calculado, según lo especificado anteriormente, se pagará al precio acordado en el contrato para el rubro correspondiente.

Unidad de medida : metro cúbico (m3)

ANEXO 6. PLANOS



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
Y MECÁNICA
Carretera de Ingeniería Civil

NOMBRE DEL PROYECTO:
DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA QUE UNE LOS SECTORES SALACHE TIOBAMBA - E35 - SALACHE GRANDE,
DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTACACHI

CONTIENE:
DISEÑO GEOMÉTRICO HORIZONTAL
Y VERTICAL

LAMINA: A0
ESCALA: 1:1000

FECHA:
JUNIO 2025

No° HOJA
01/16

ELABORADO POR:
RAÚL PATRICIO TUCUMBI
MILLINGALLI

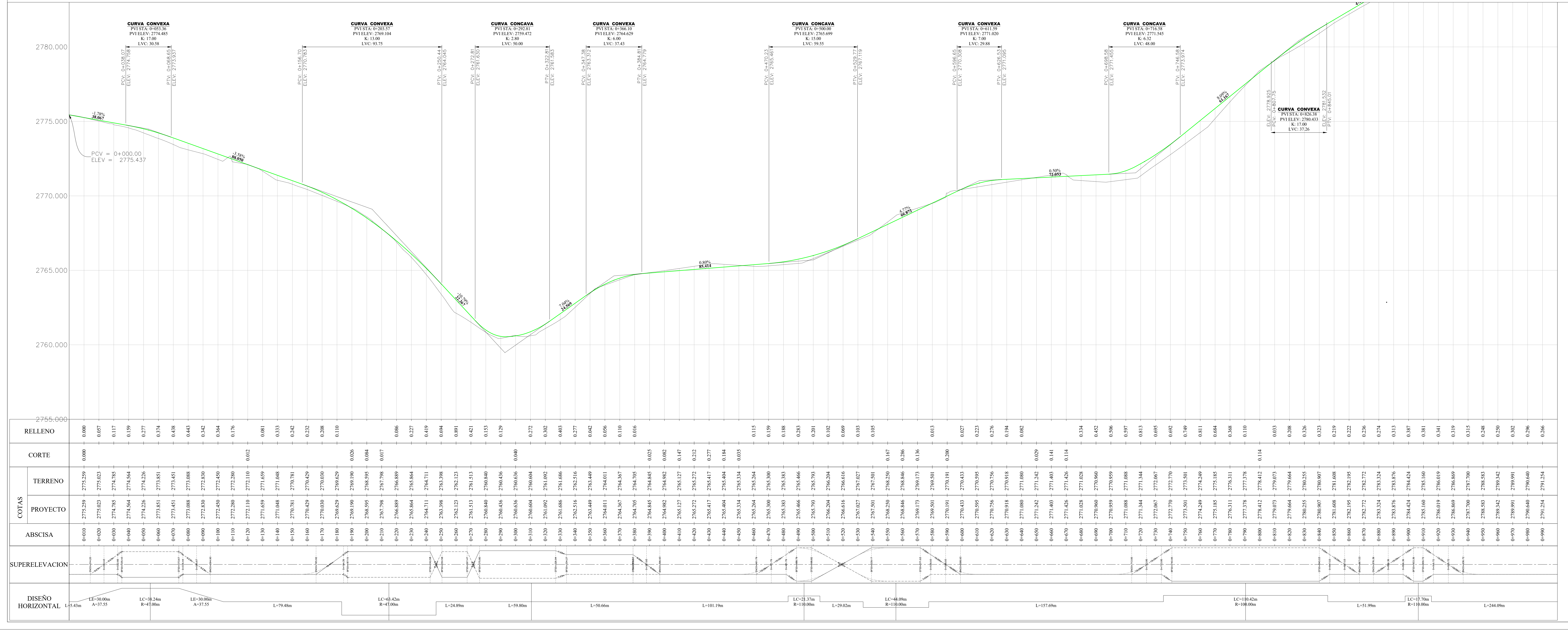
REVISADO POR:
ING. MILTON RODRIGO ALDAS SANCHEZ, PhD

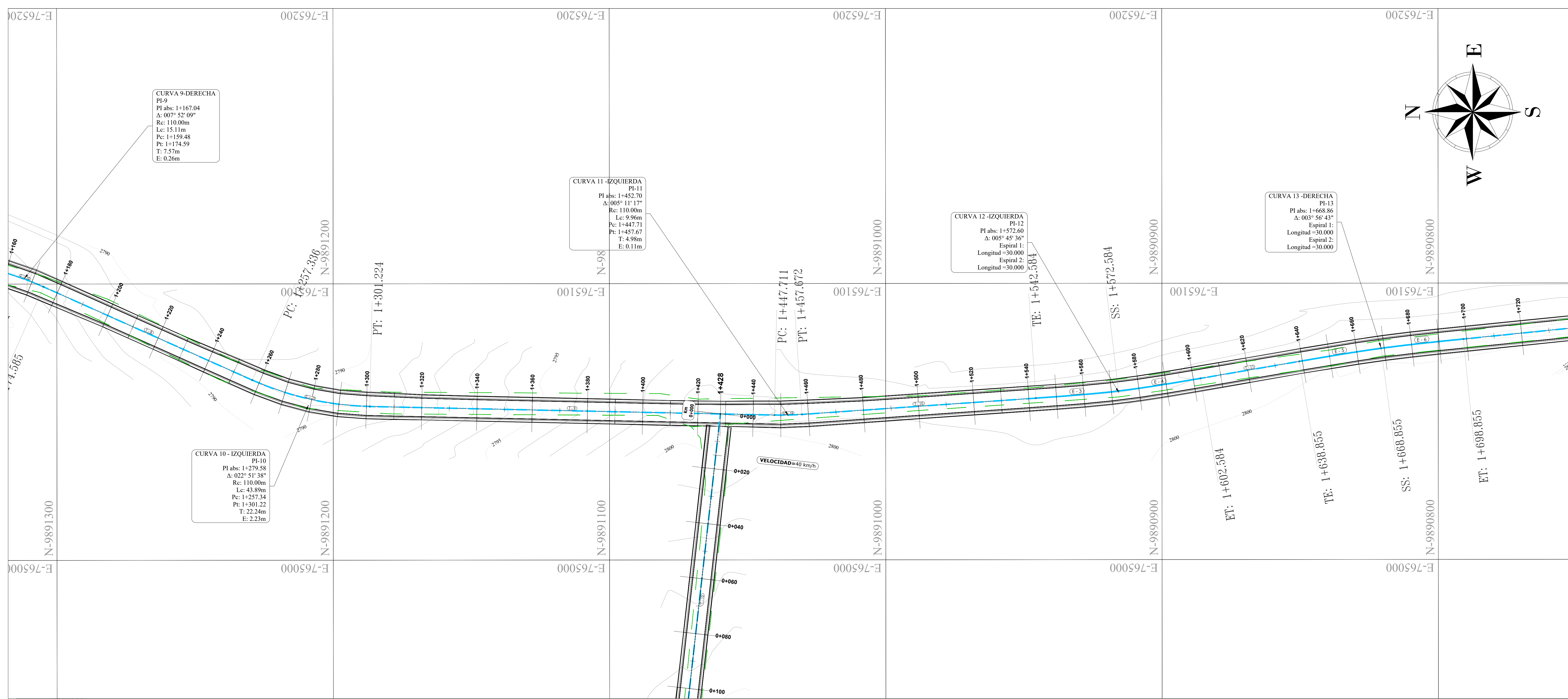
COORDENADAS:
WGS-84
Proyección Cartográfica:UTM
ZONA: 17 SUR

SECCIÓN TÍPICA:

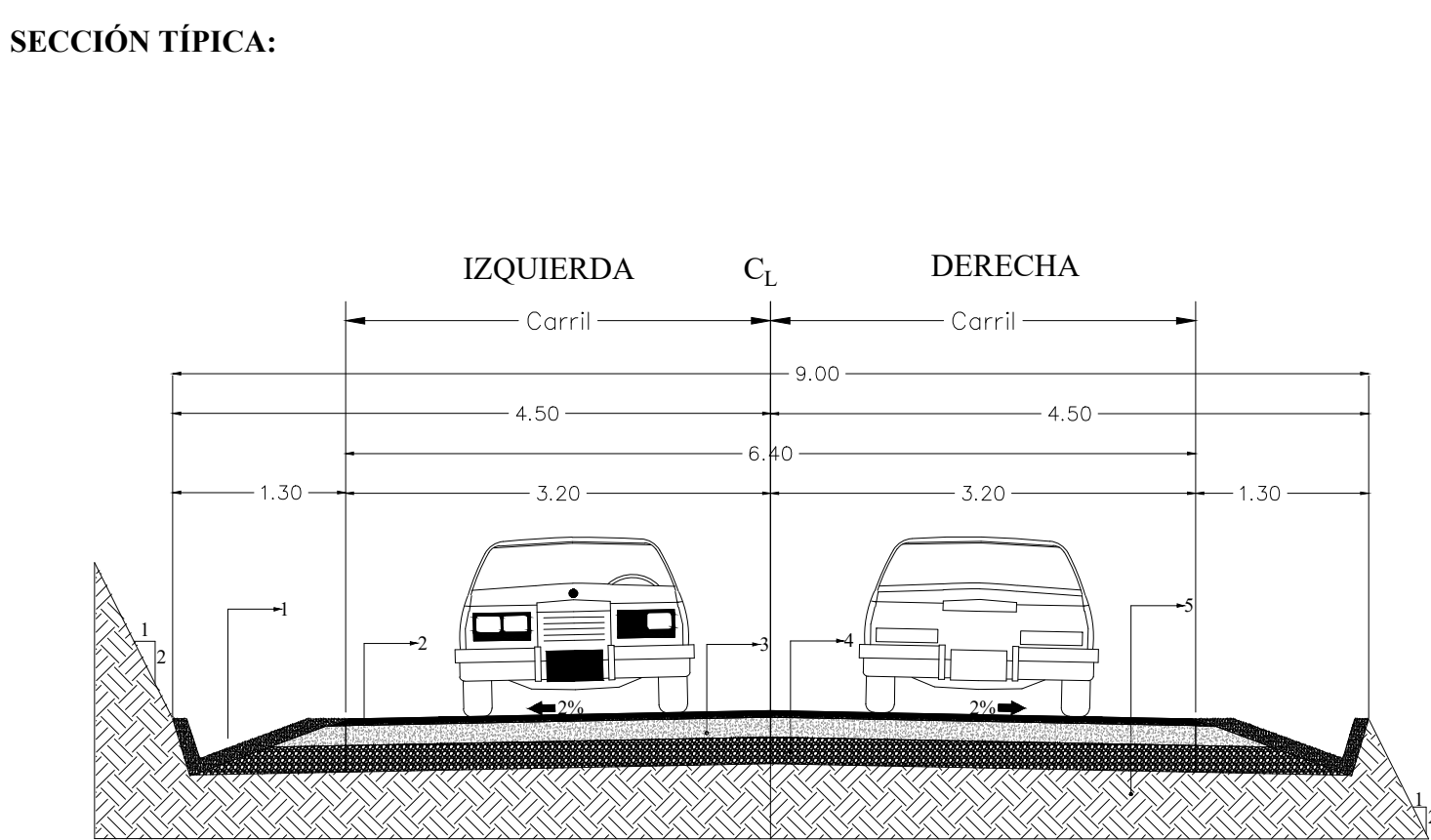
SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA I
CARRETERA CLASE III ONDULADO
ABS: 0+000.00 - 3+461.00
ESC: 1/50

LEVENDA
1: CUNETTA (C=180 kg/m2)
2: CARPETA ASFÁLTICA (4+5cm)
3: BASE CLASE 4a (5cm)
4: SUB-BASE CLASE 3a (20cm)
5: SUELO NATURAL



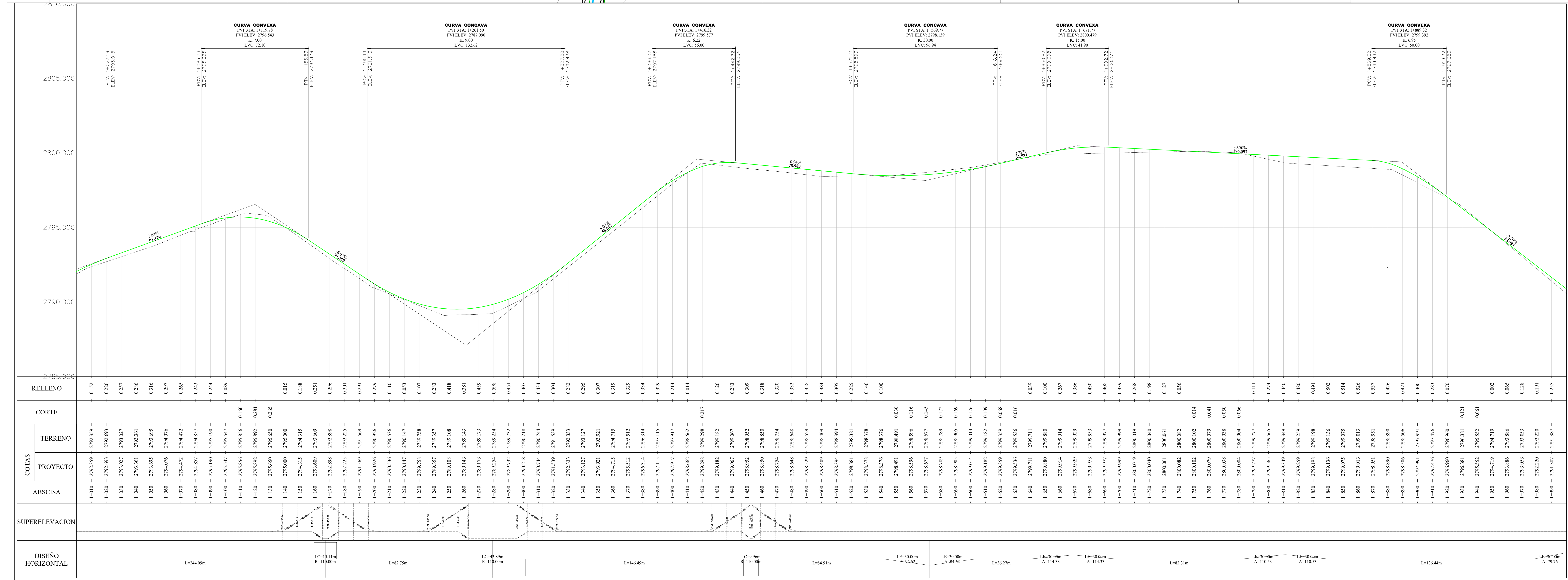


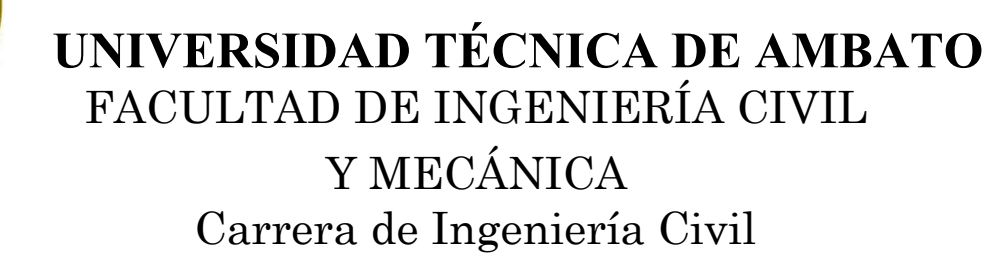
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA Carrera de Ingeniería Civil 			
NOMBRE DEL PROYECTO:			
DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA QUE UNE LOS SECTORES SALACHE TIOBAMBA - E35 - SALACHE GRANDE, DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTACACHI.			
CONTIENE:	LAMINA: A0	FECHA:	No° HOJA
	ESCALA: 1:1000	JUNIO 2025	
DISEÑO GEOMÉTRICO HORIZONTAL Y VERTICAL			02/16
ELABORADO POR:	REVISADO POR:		COORDENADAS:
RAÚL PATRICIO TUCUMBI MILLINGALLI	ING. MILTON RODRIGO ALDAS SANCHEZ, PID		WGS-84 Proyección Cartográfica:UTM ZONA: 17 SUR



SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA I
CARRETERA CLASE III ONDULADO
ABS: 0+000.00 - 3+461.00
ESC: 1:50

- LEYENDA
1. CUNETA (e=100 Agm)
 2. CARPETA ASFALTICA (e=5m)
 3. BASE CLASE 4 (e=15cm)
 4. SUB-BASE CLASE 1 (e=20cm)
 5. SUELO NATURAL





DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA QUE UNE LOS SECTORES
SALACHE TIOBAMBA – E35 - SALACHE GRANDE, DEL CANTÓN
LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI.

CONTIENE:

DISEÑO GEOMÉTRICO HORIZONTAL Y VERTICAL

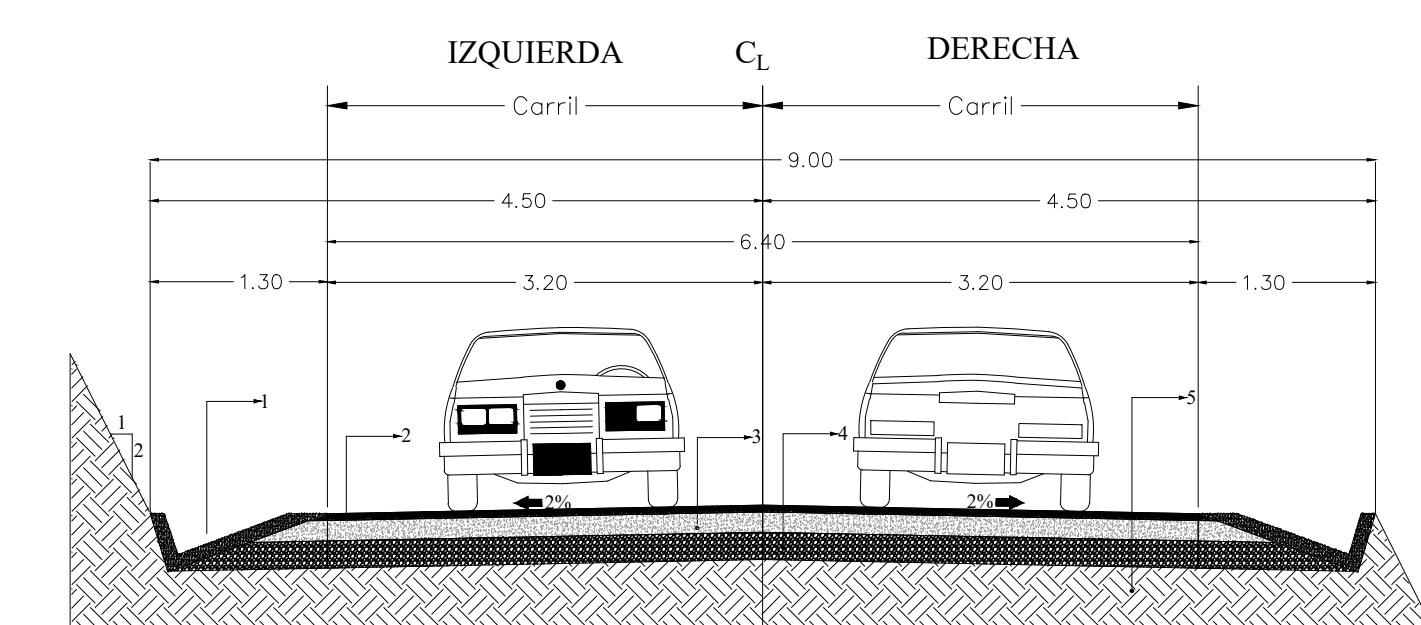
ELABORADO POR:

RAÚL PATRICIO TUCUMBI MILLINGALLI

REVISADO POR:

ING. MILTON RODRIGO ALDÁS SÁNCHEZ, PHD

SECCIÓN TÍPICA:



SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA I
CARRETERA CLASE III ONDULADO
ABS: 0+000.00 - 3+461.00
ESC: _____ 1/50

- LEYENDA
- | | |
|----|--------------------------------------|
| 1: | CUNETA ($f_c=180 \text{ kg/cm}^2$) |
| 2: | CARPETA ASFÁLTICA ($e=5\text{cm}$) |
| 3: | BASE CLASE 4 ($e=15\text{cm}$) |
| 4: | SUB-BASE CLASE 3 ($e=20\text{cm}$) |
| 5: | SUELO NATURAL |

COORDENADAS:

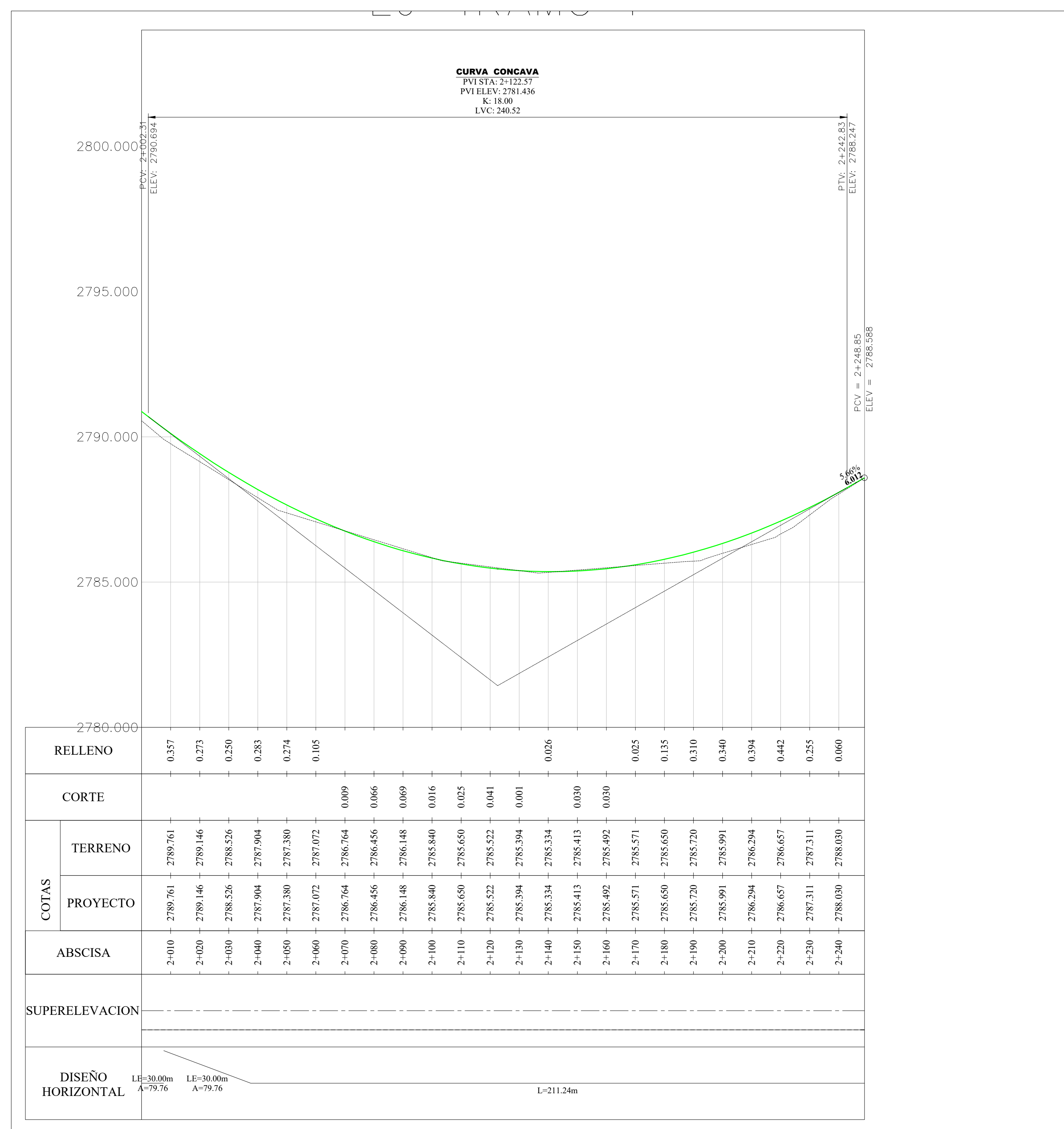
WGS-84
Proyección Cartográfica:UTM
ZONA: 17 SUR

LAMINA: A0

No^o HOJA

03/16

ESCALA: 1:1000



NOMBRE DEL PROYECTO:

DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA QUE UNE LOS SECTORES SALACHE TIOBAMBA – E35 - SALACHE GRANDE, DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI.

CONTIENE:

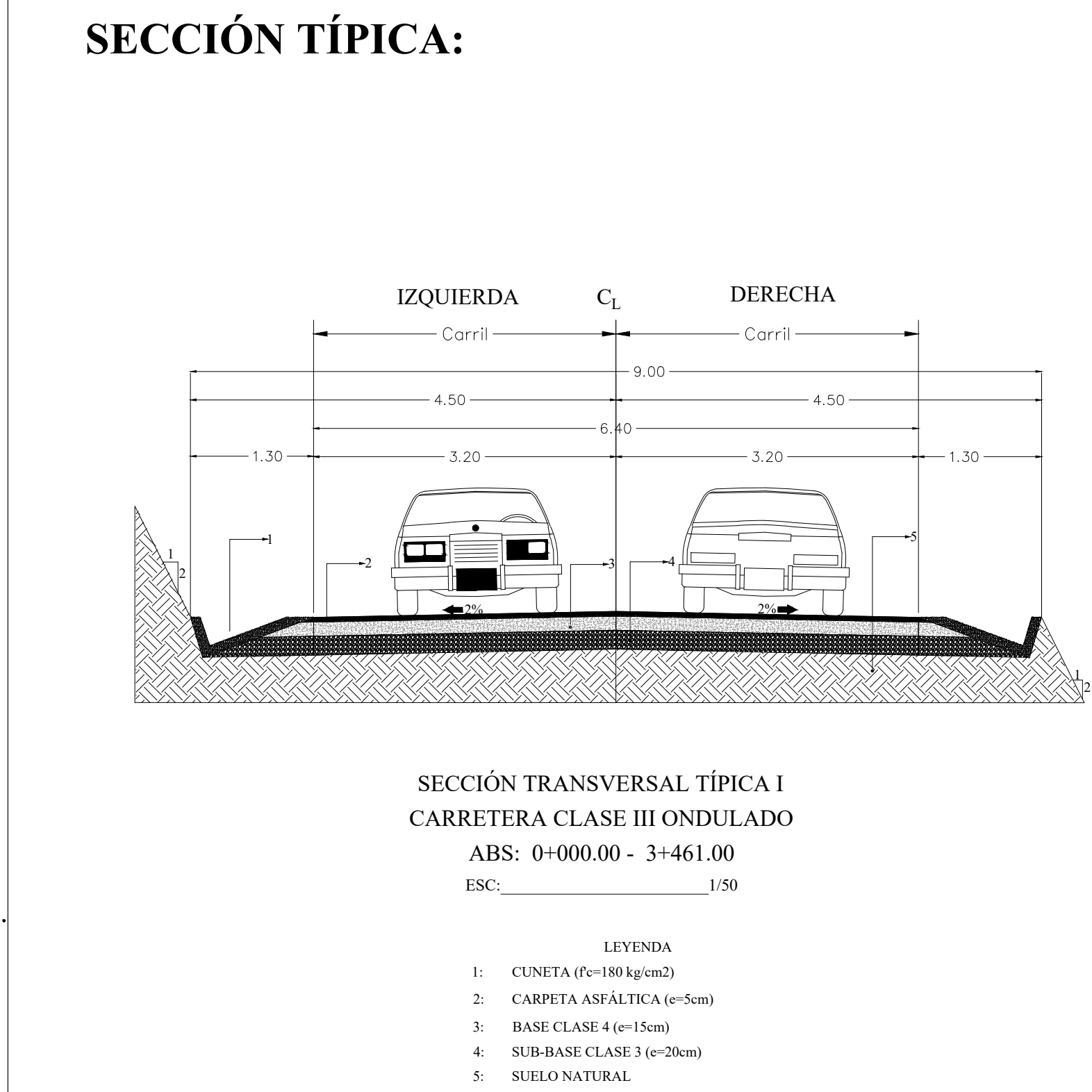
DISEÑO GEOMÉTRICO HORIZONTAL Y VERTICAL

ELABORADO POR:

RAÚL PATRICIO TUCUMBI MILLINGALLI

REVISADO POR:

ING. MILTON RODRIGO ALDÁS SÁNCHEZ, PHD



COORDENADAS:

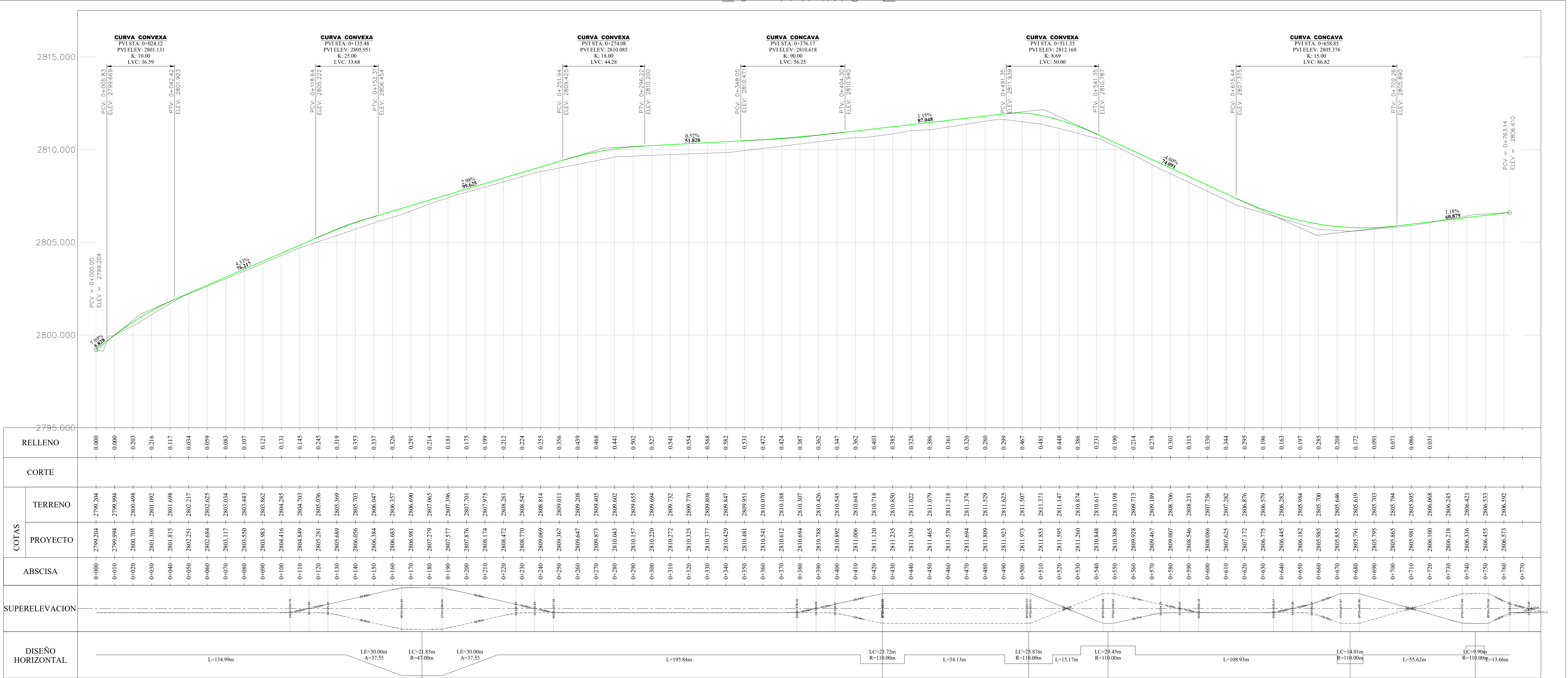
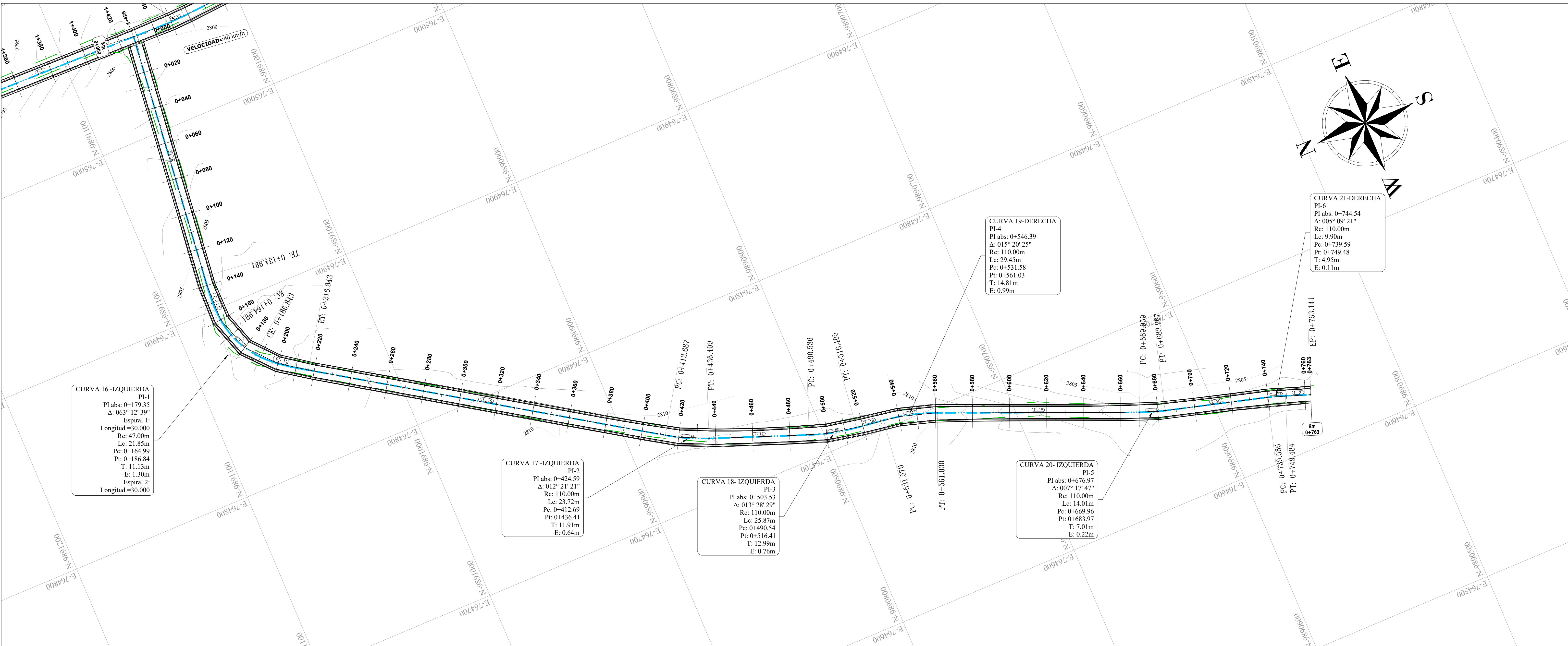
WGS-84
Proyección Cartográfica:UTM
ZONA: 17 SUR

LAMINA: A0

No° HOJA

04/16

ESCALA: 1:1000





NOMBRE DEL PROYECTO:

DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA QUE UNE LOS SECTORES
SALACHE TIOBAMBA – E35 - SALACHE GRANDE, DEL CANTÓN
LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI.

CONTIENE:

SECCIONES TRANSVERSALES TRAMO I

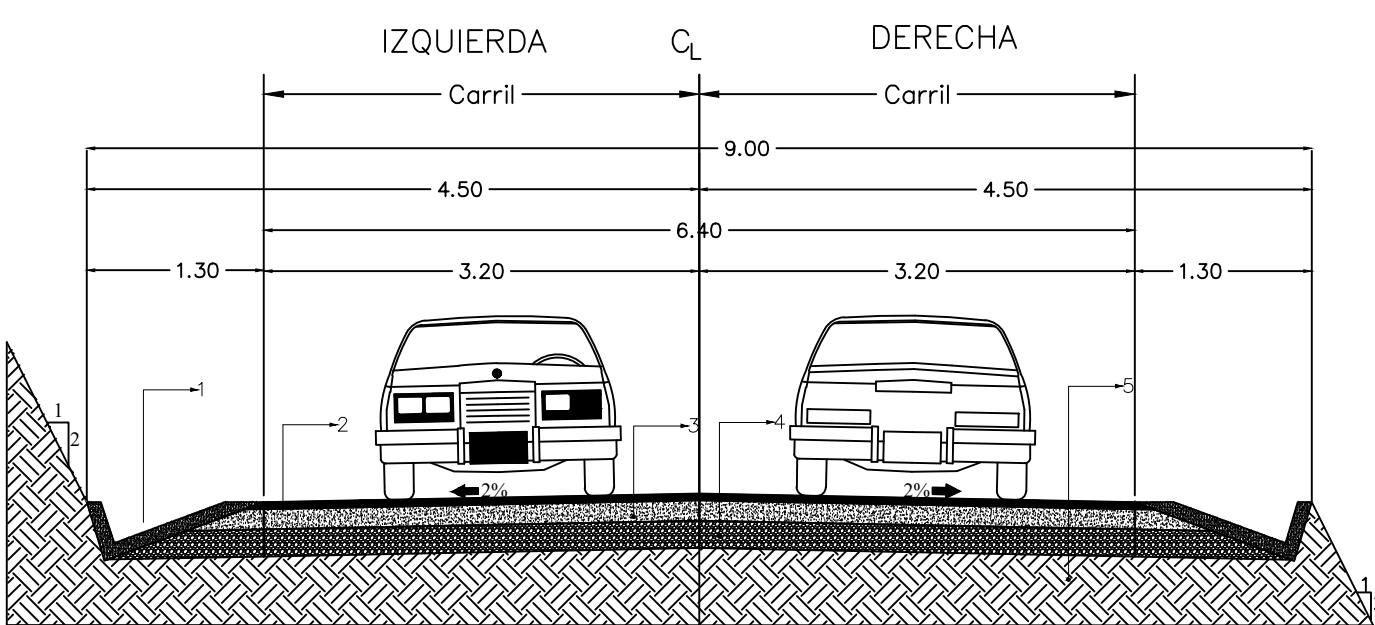
ELABORADO POR:

RAÚL PATRICIO TUCUMBI MILLINGALLI

REVISADO POR:

ING. MILTON RODRIGO ALDÁS SÁNCHEZ, PHD

SECCIÓN TÍPICA:



SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA I
CARRETERA CLASE III ONDULADO
ABS: 0+000.00 – 3+461.00

- LEYENDA
- 1: CUNETA ($f=180$ kg/cm²)
 - 2: CARPETA ASFÁLTICA ($e=5$ cm)
 - 3: BASE CLASE 4 ($e=15$ cm)
 - 4: SUB-BASE CLASE 3 ($e=20$ cm)
 - 5: SUELO NATURAL

COORDENADAS:

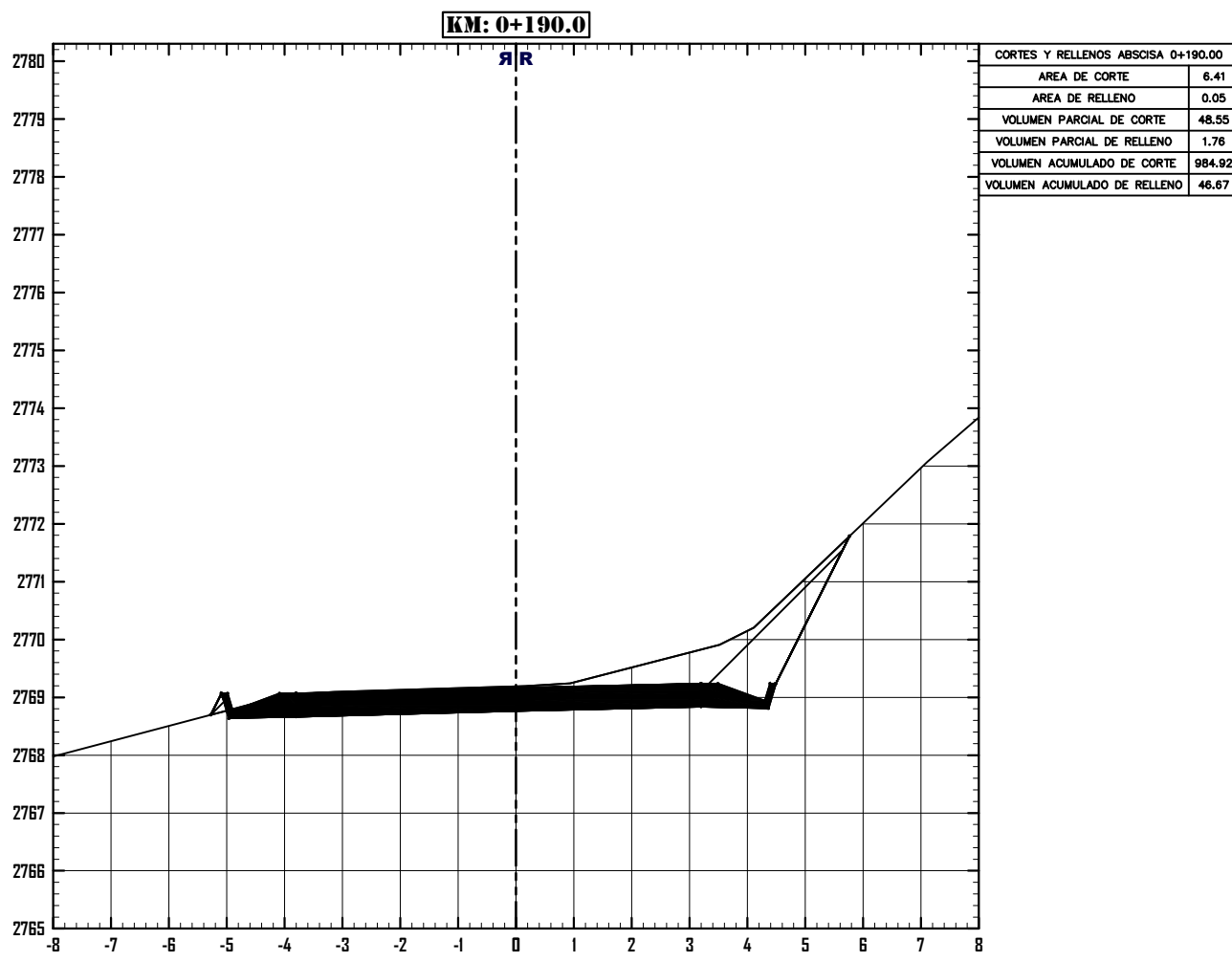
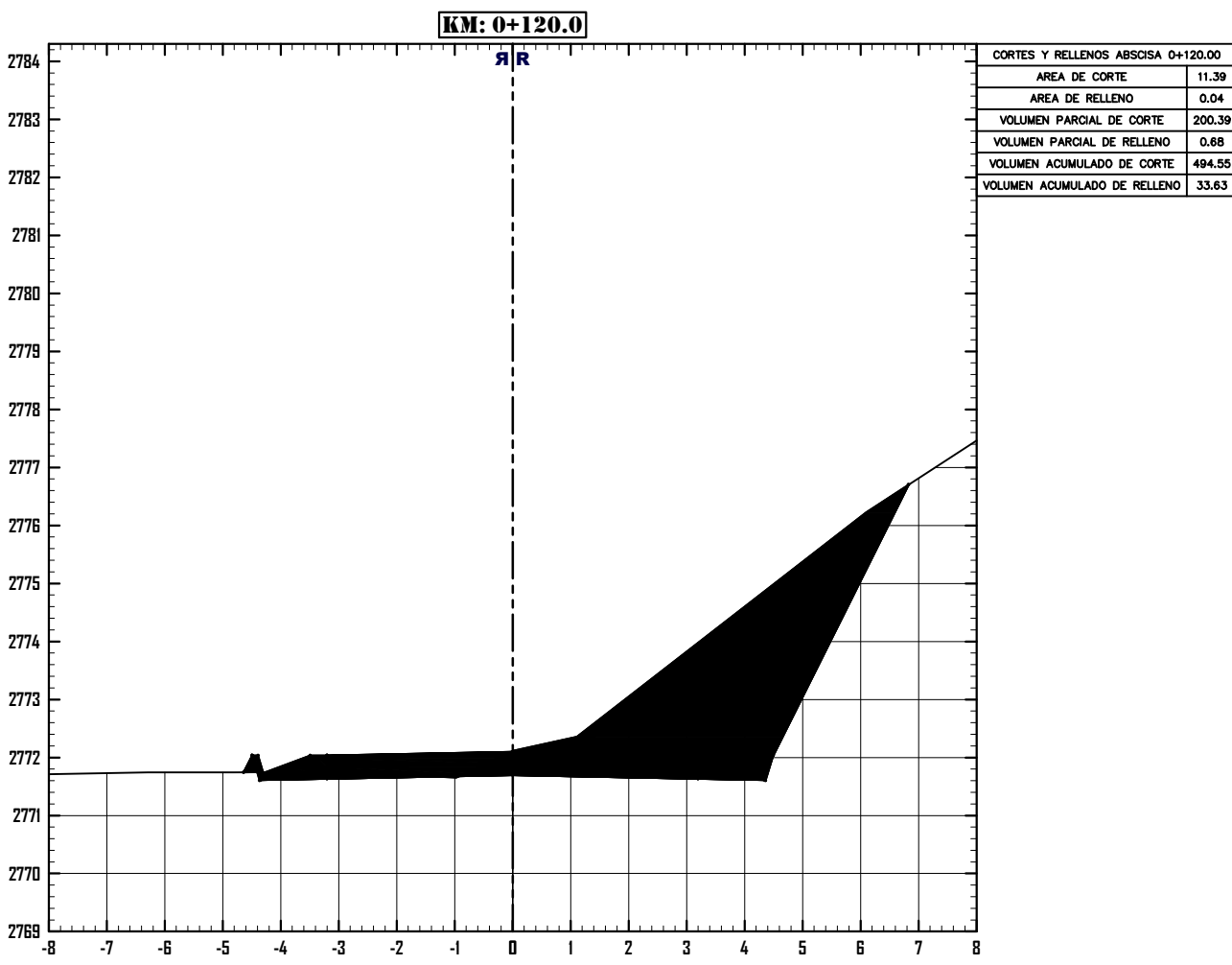
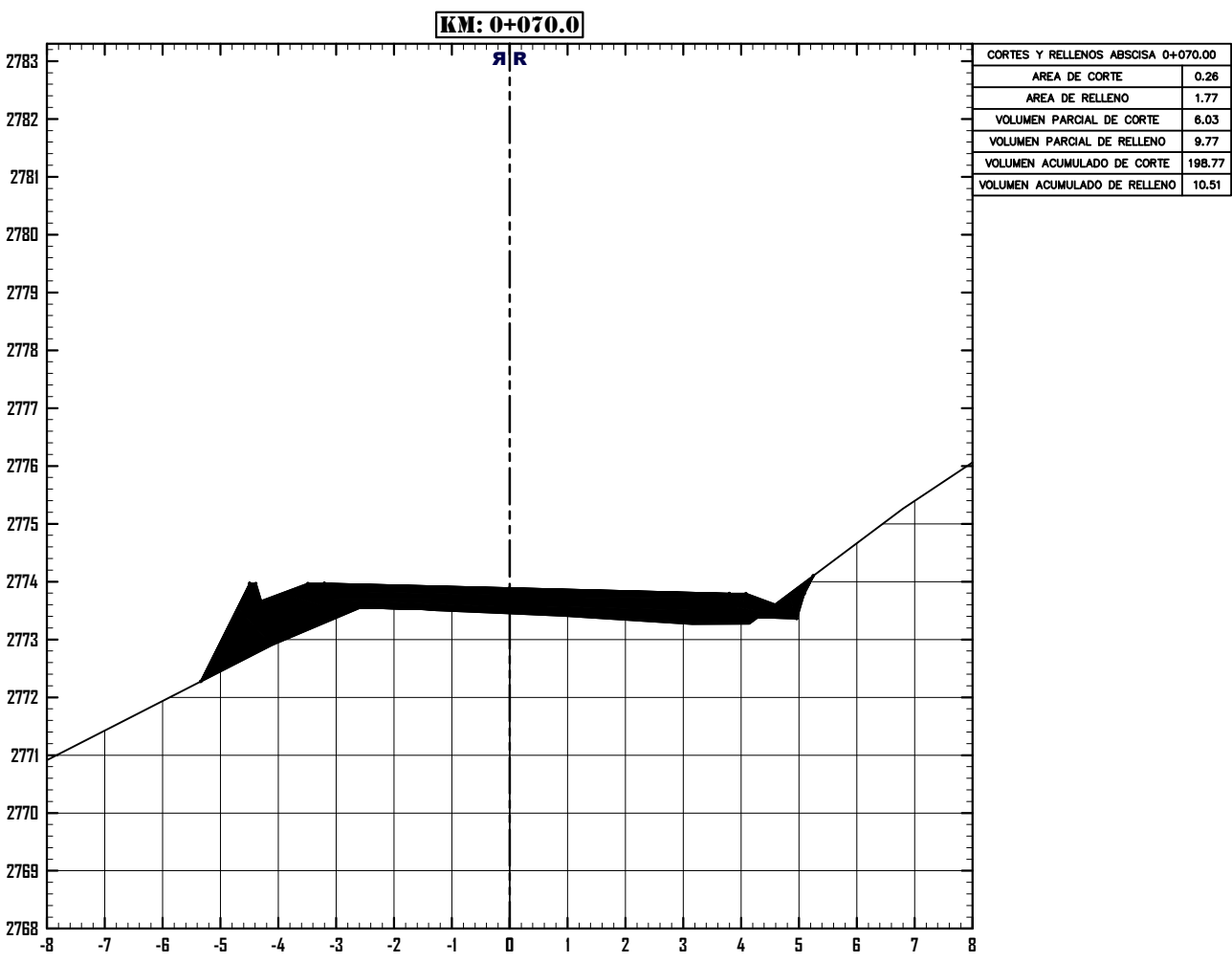
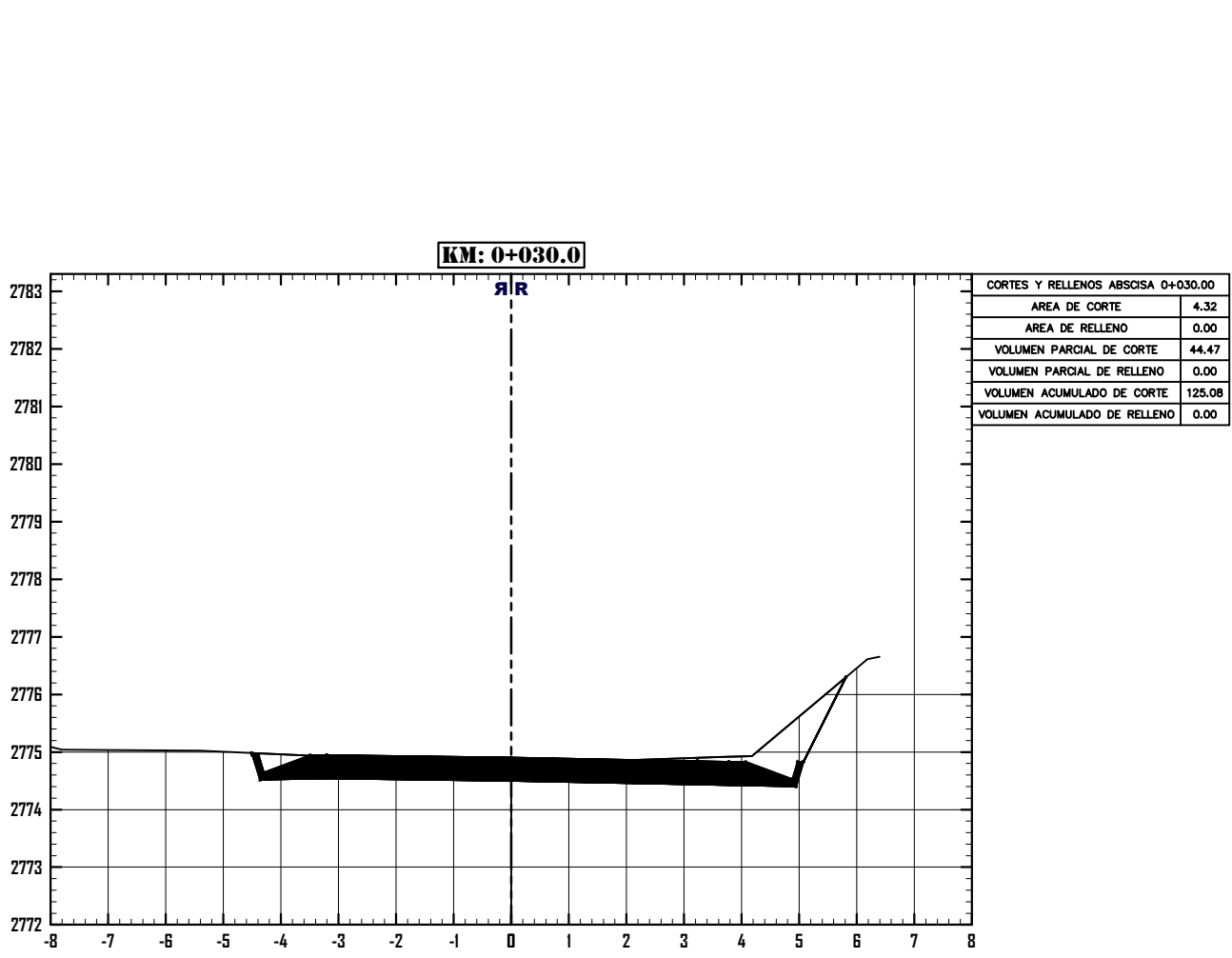
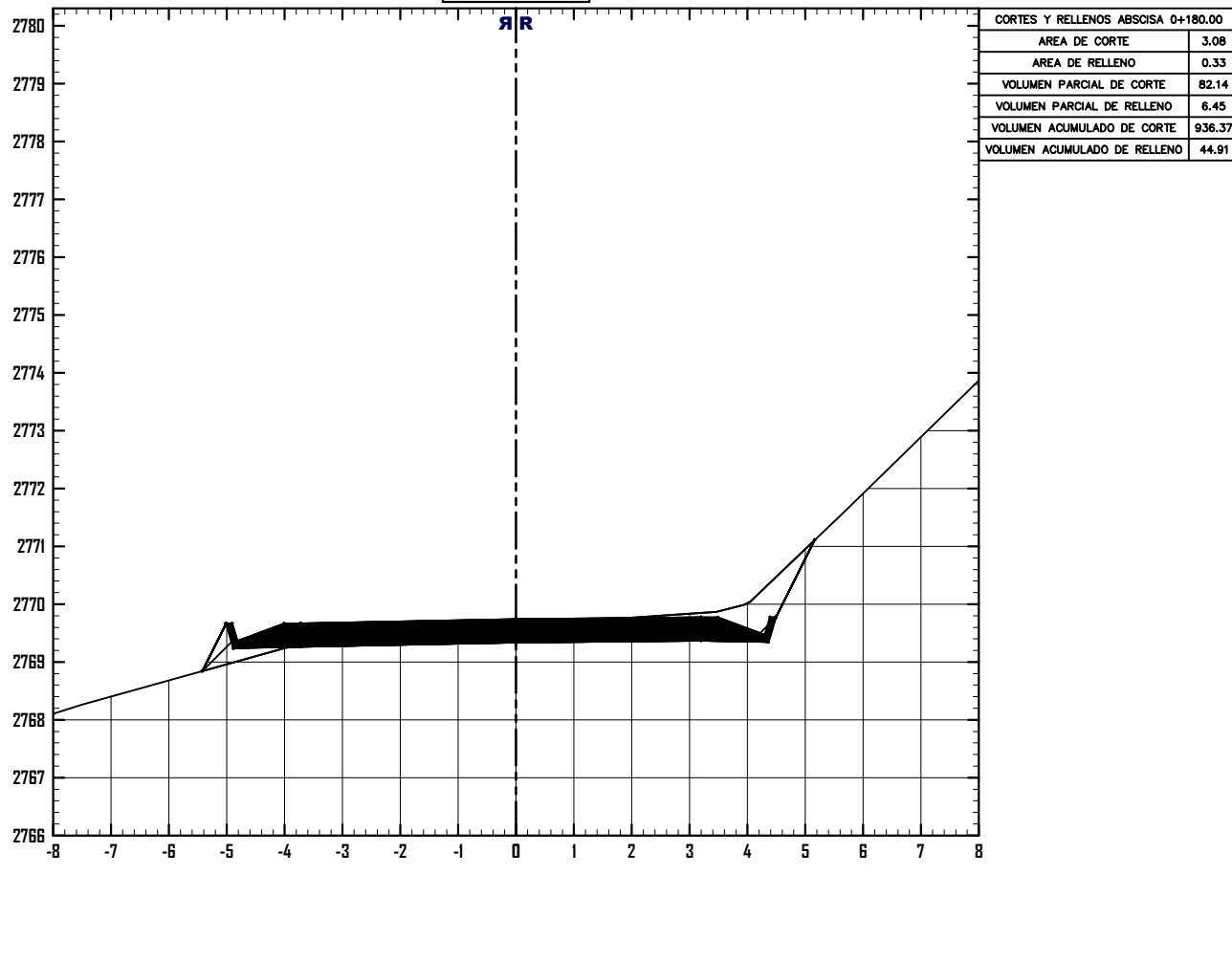
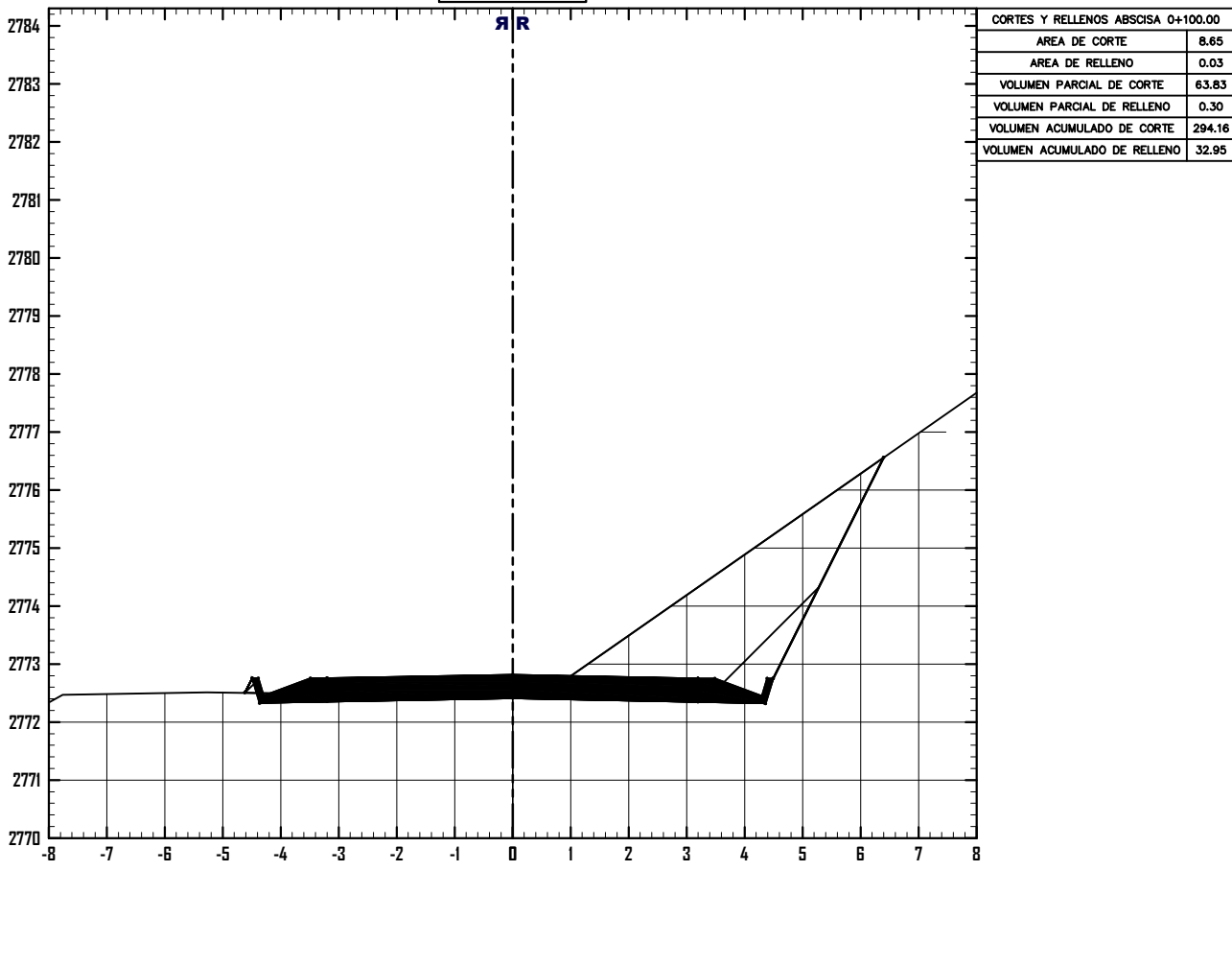
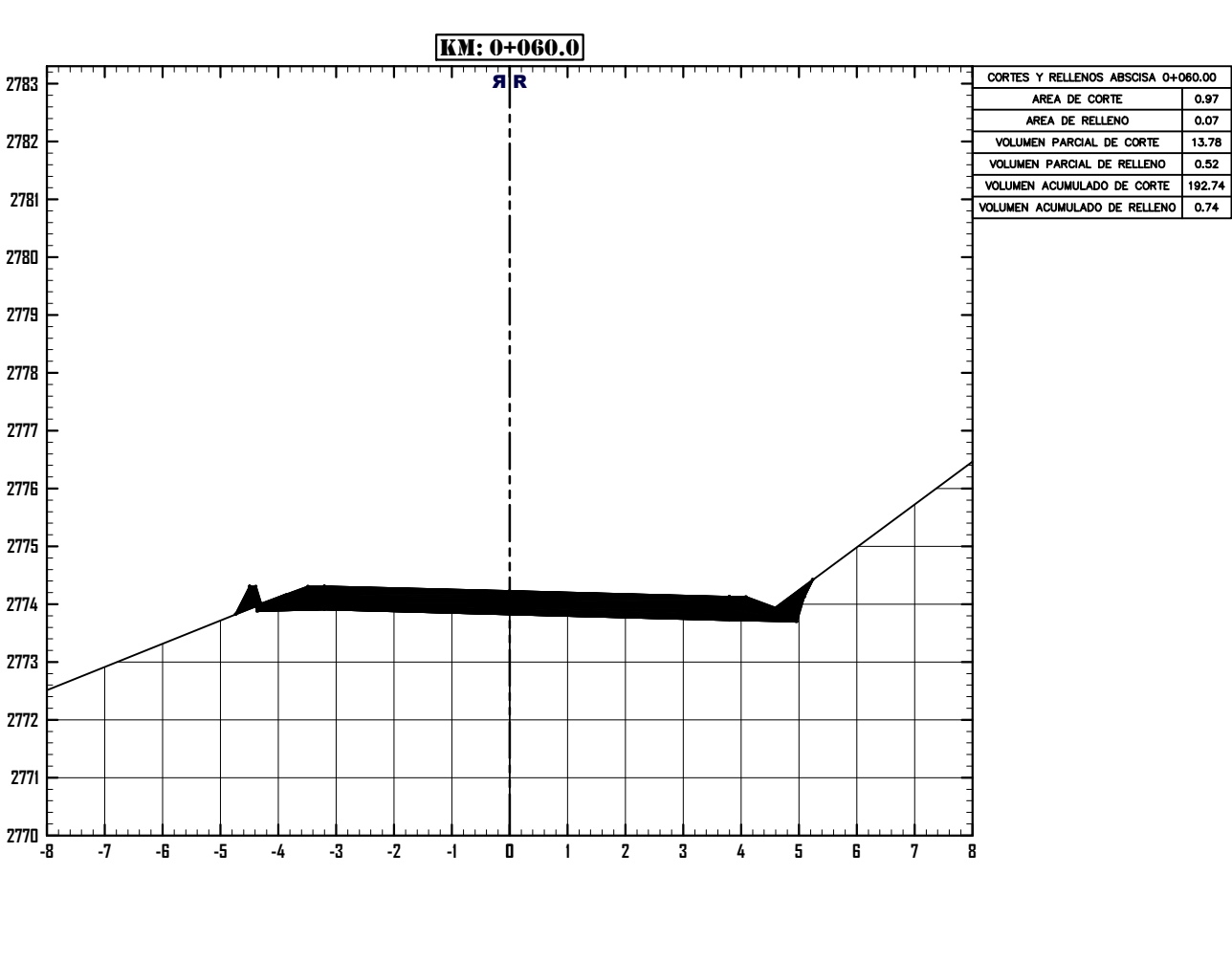
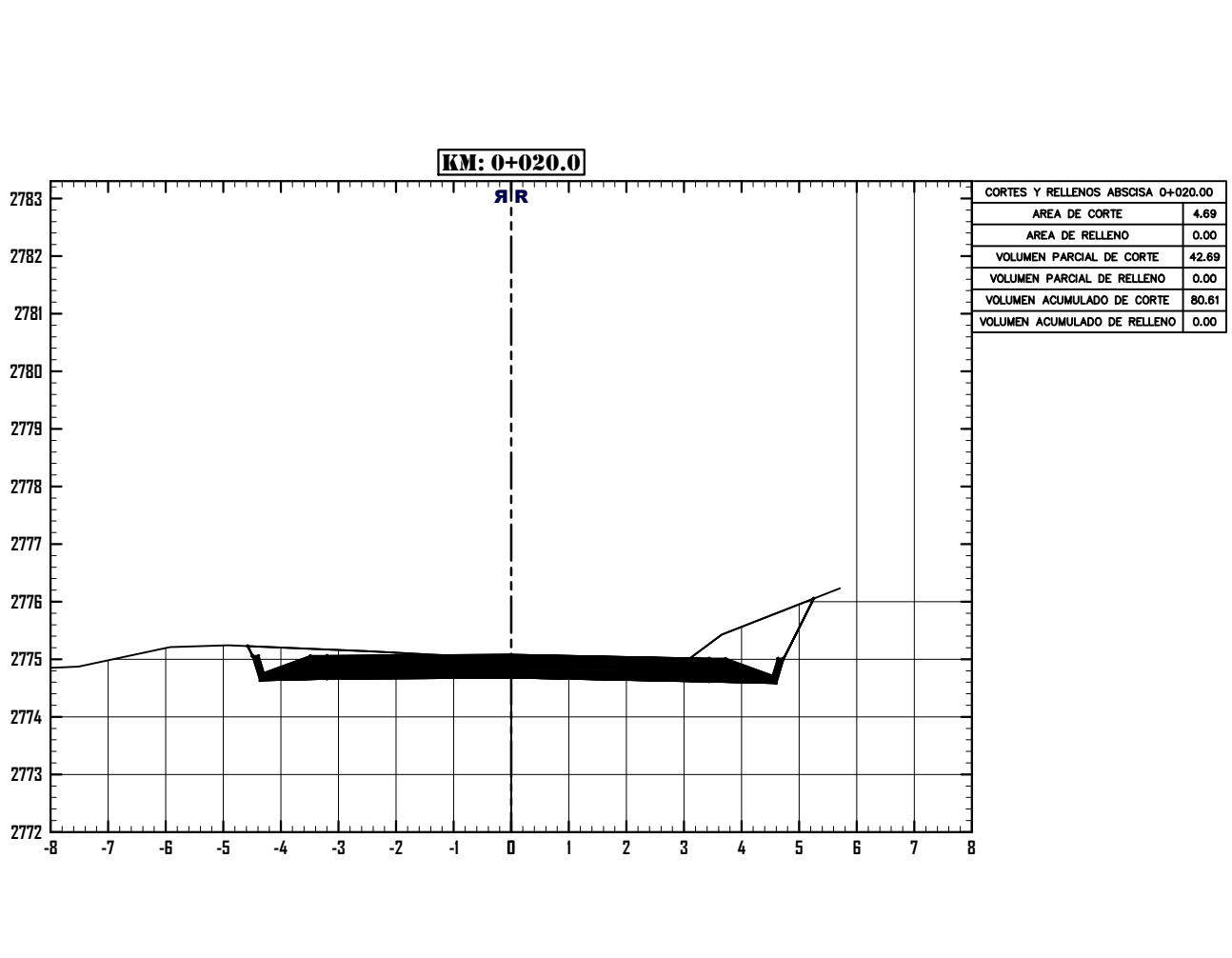
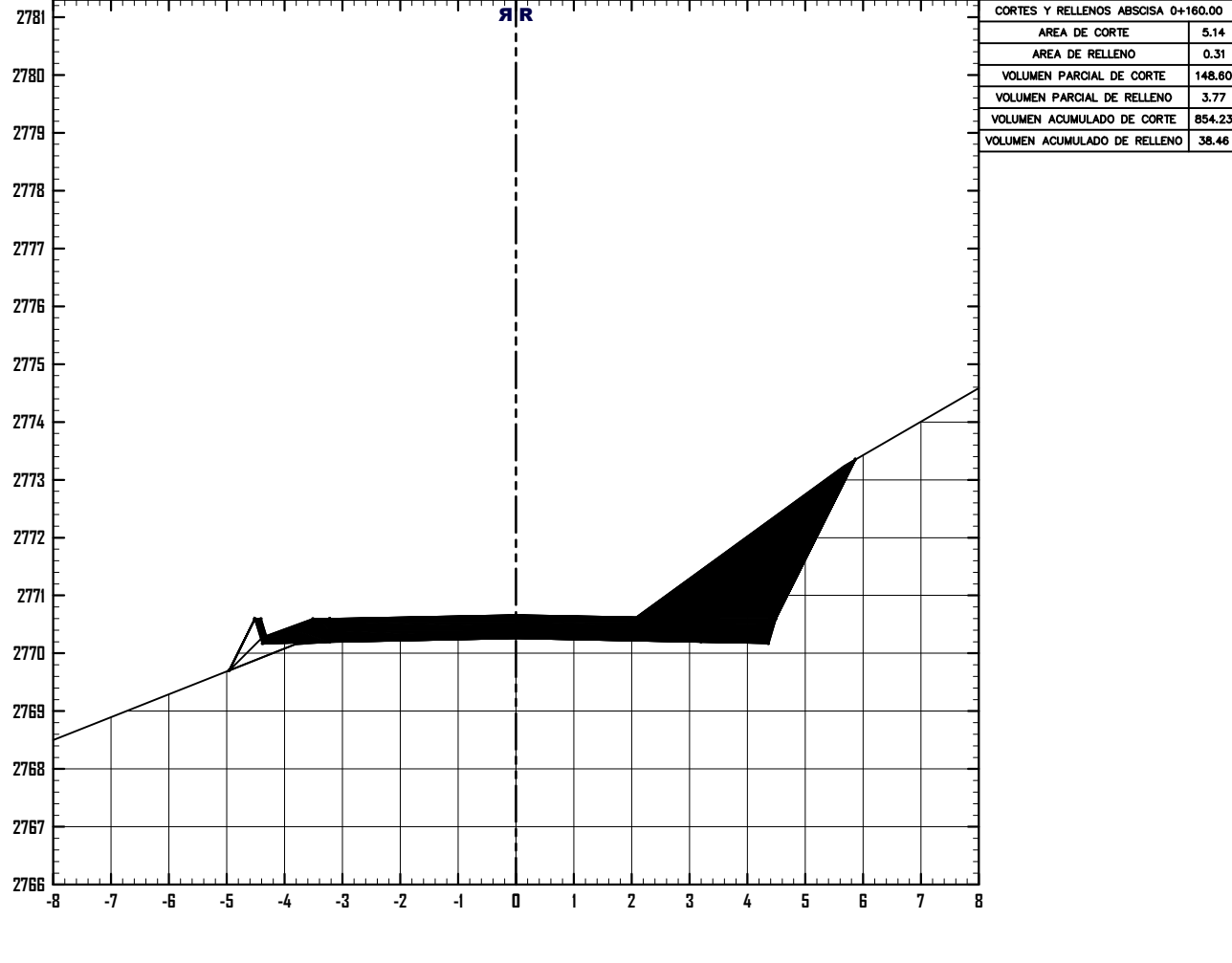
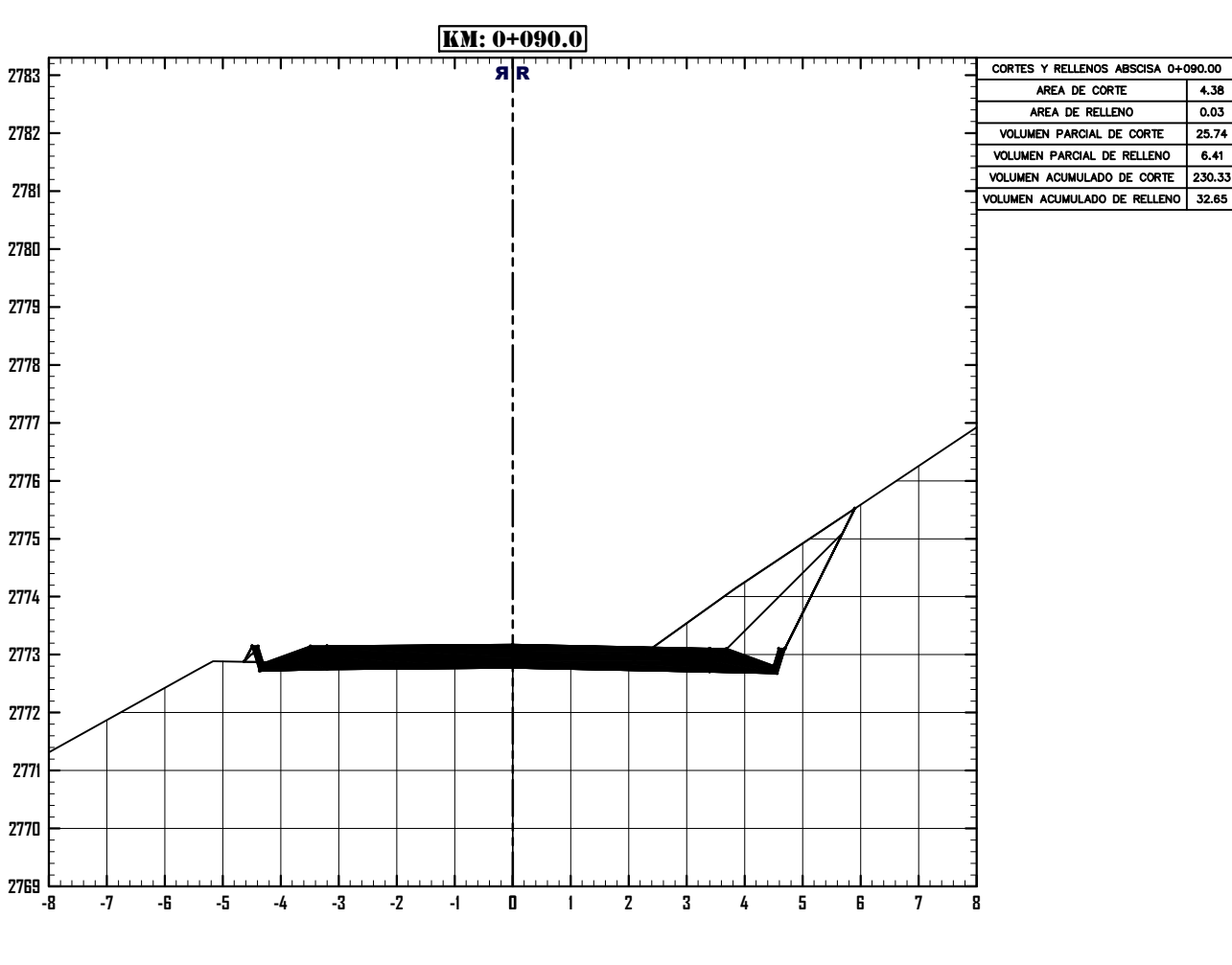
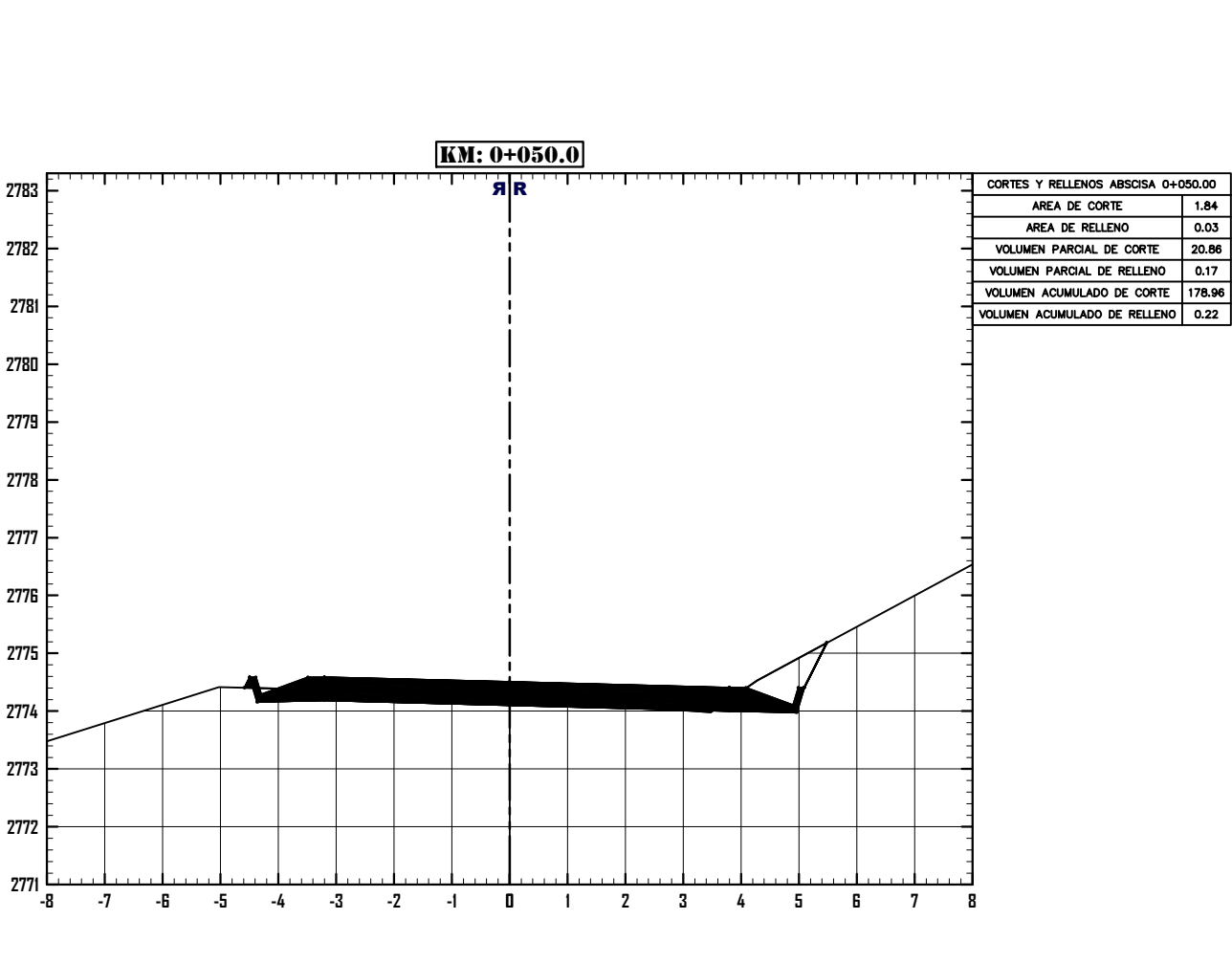
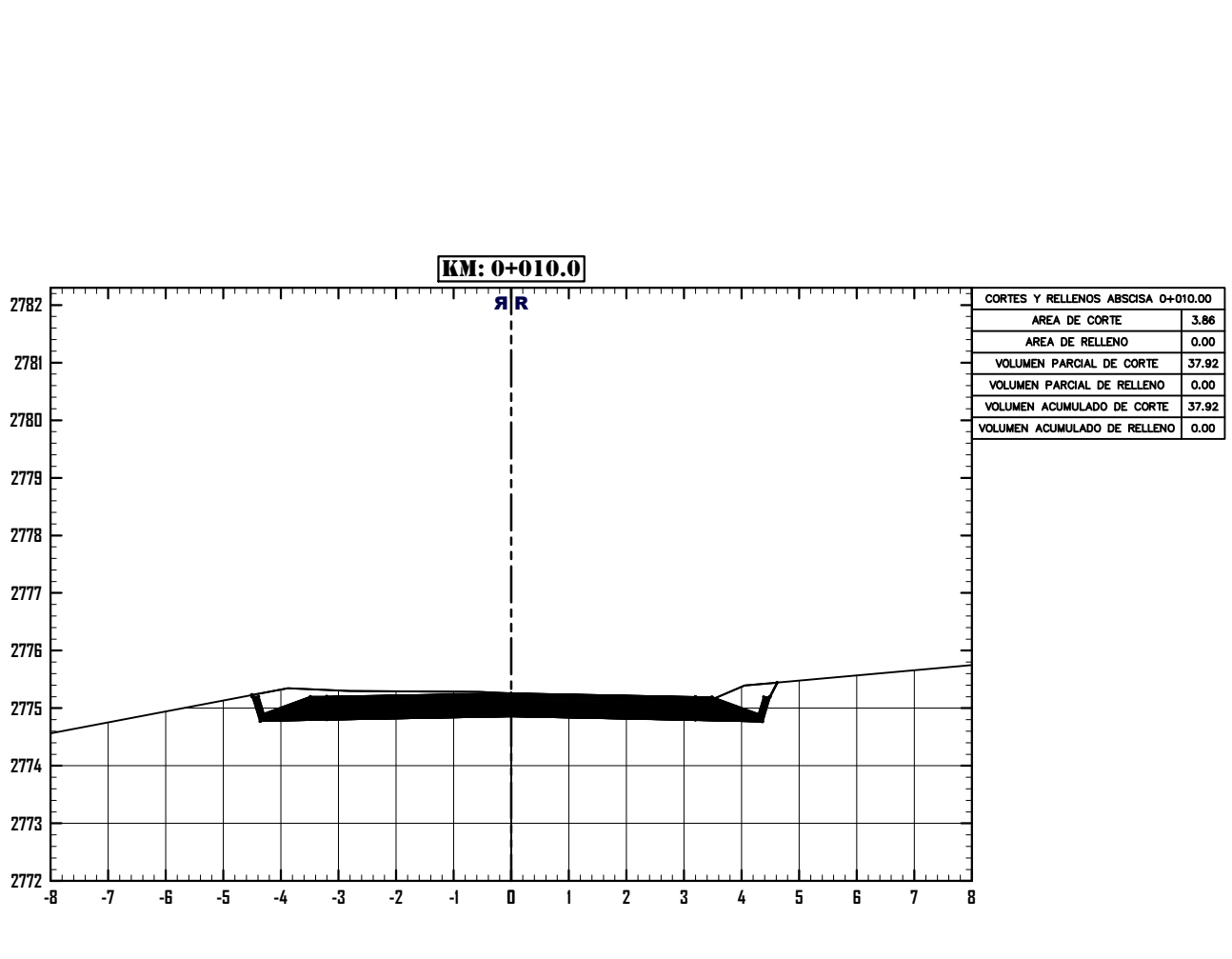
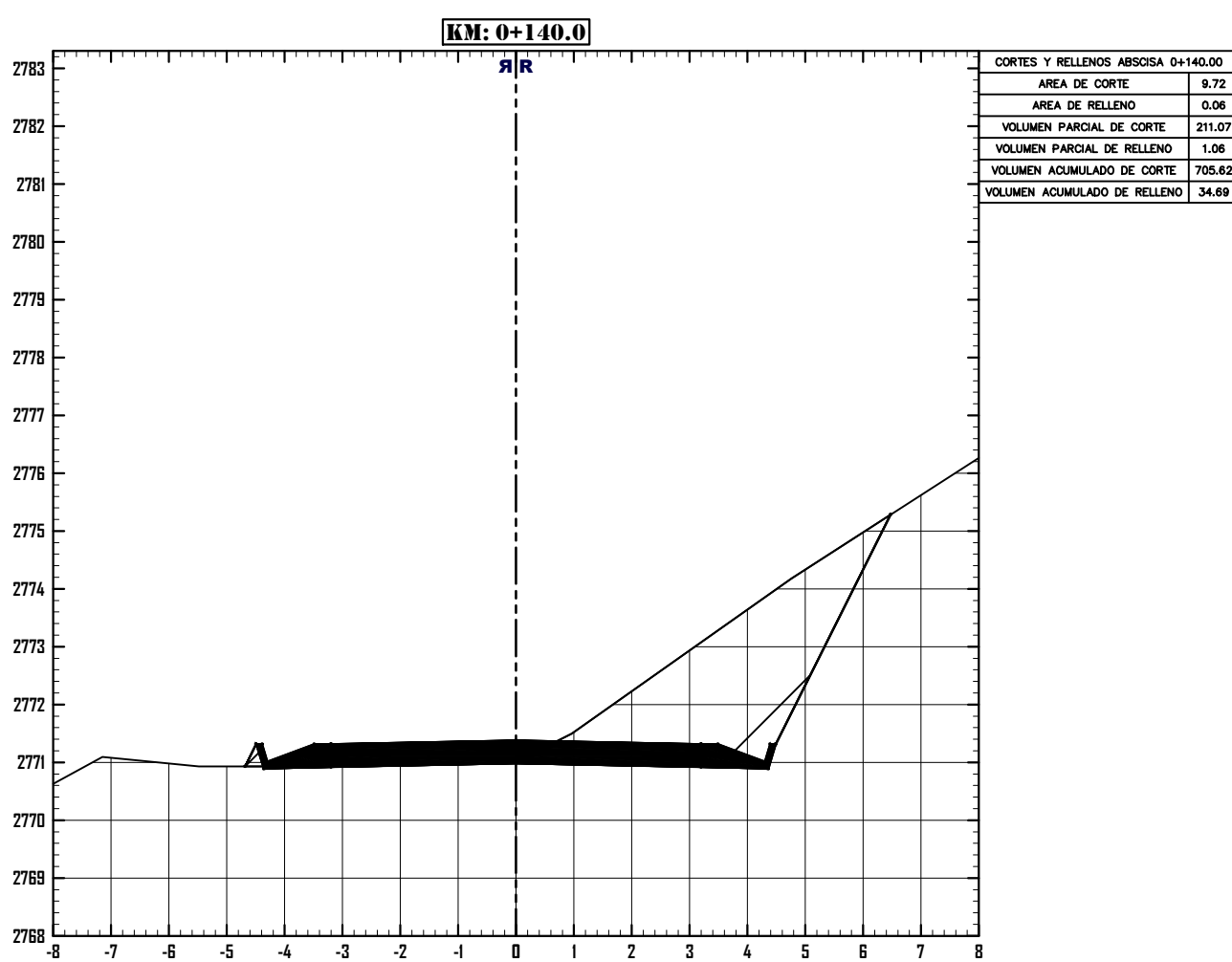
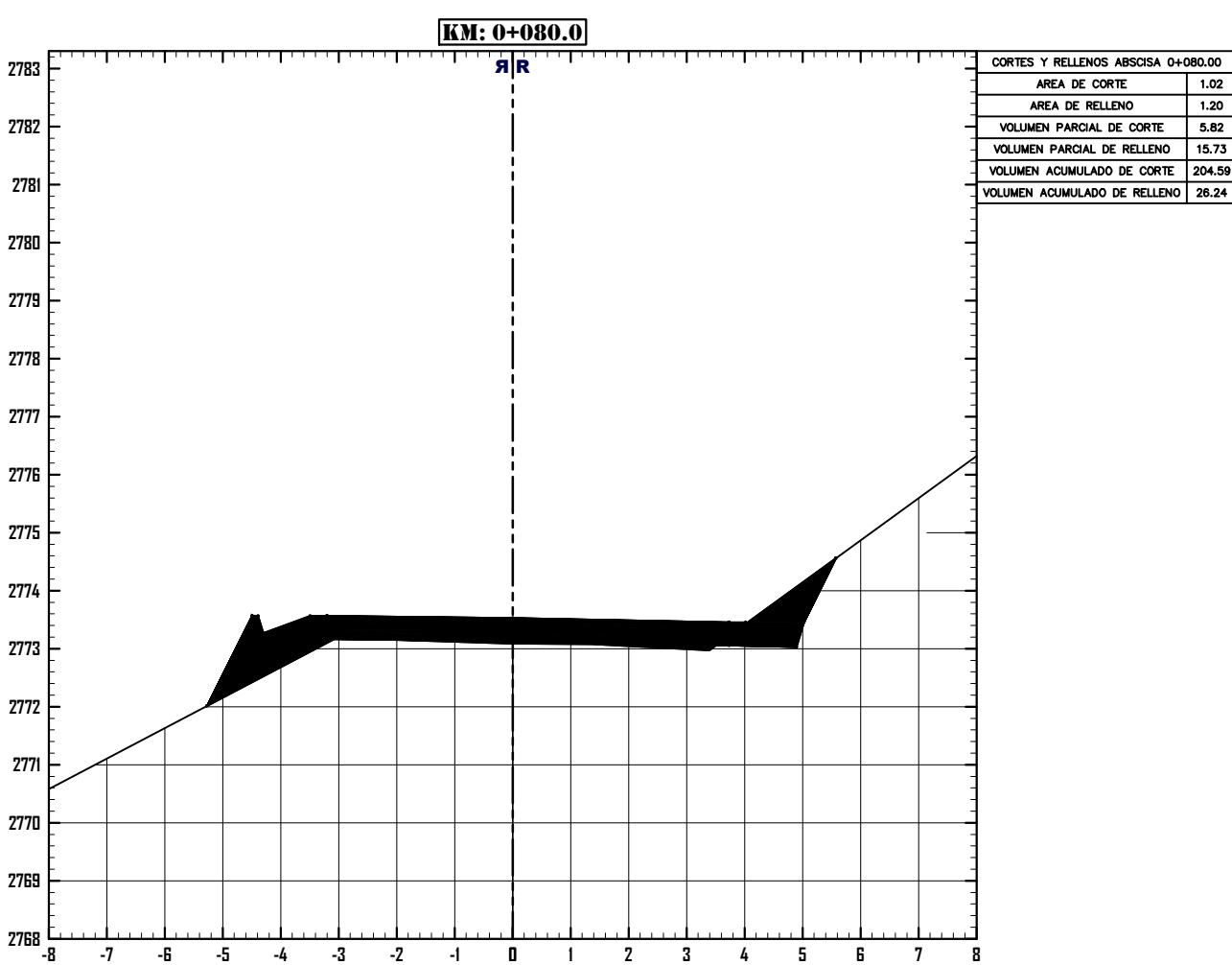
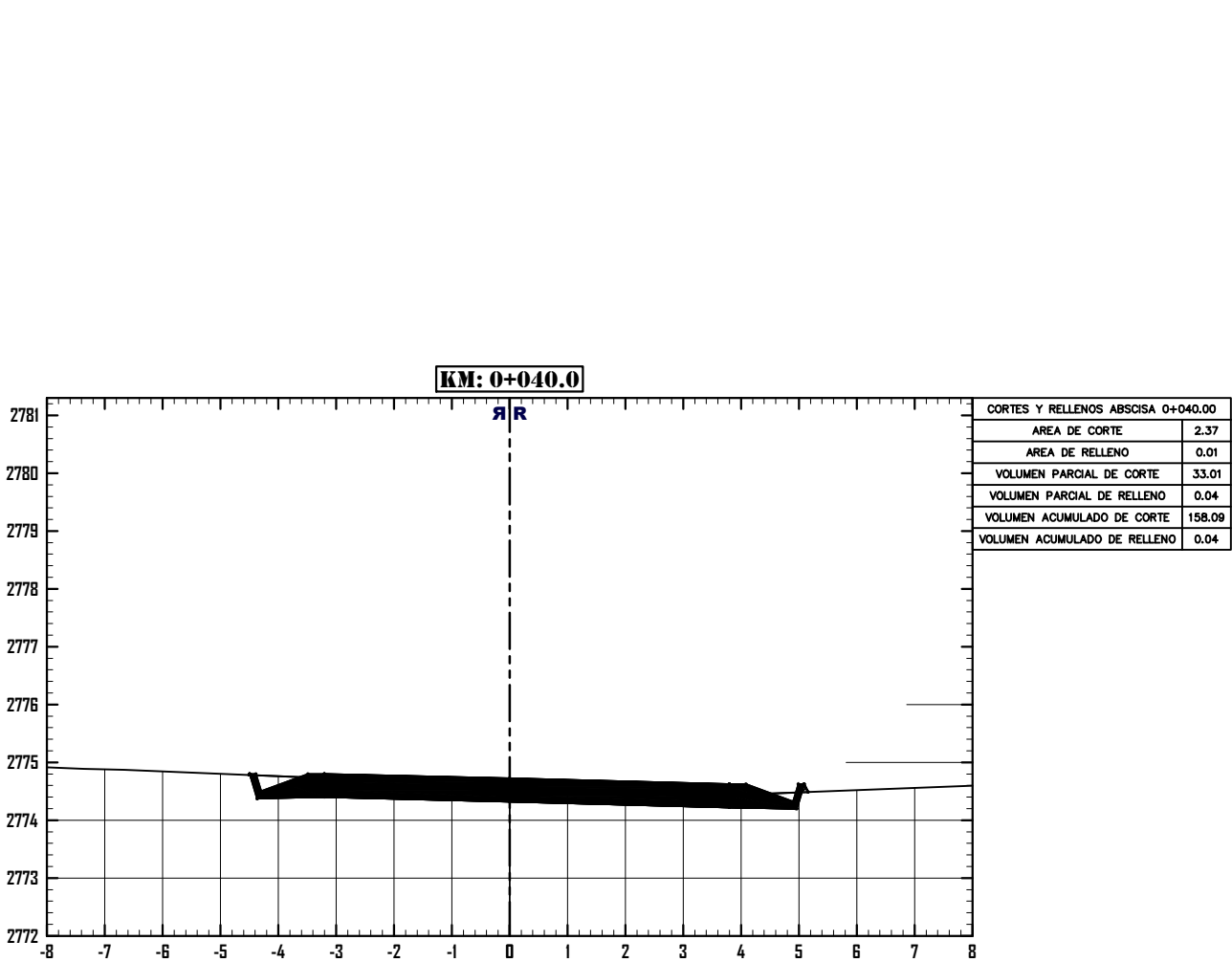
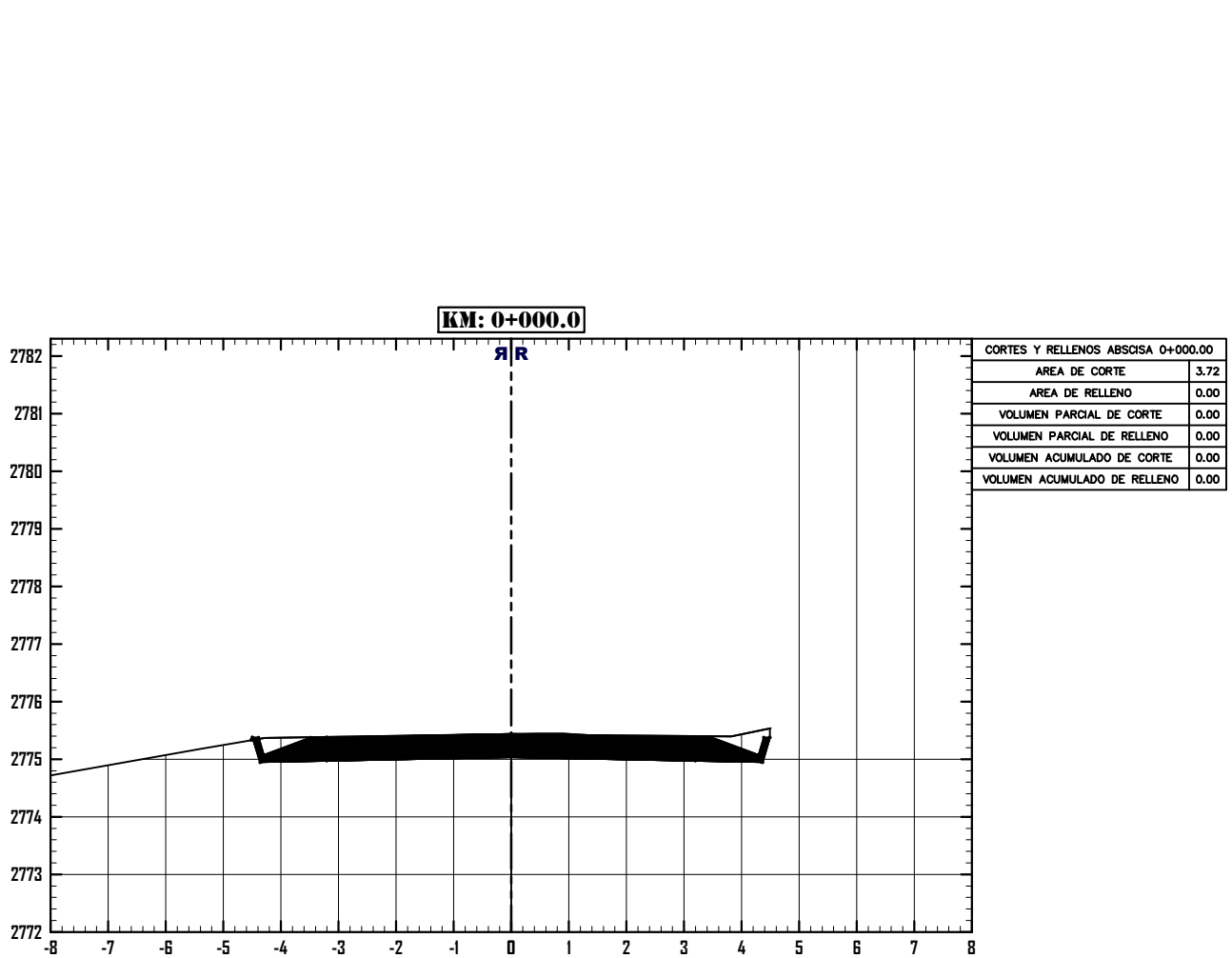
WGS-84
Proyección Cartográfica:UTM
ZONA: 17 SUR

LAMINA: A0

No° HOJA

6/16

ESCALA: 1:1000



NOMBRE DEL PROYECTO:

DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA QUE UNE LOS SECTORES SALACHE TIOBAMBA – E35 - SALACHE GRANDE, DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI.

CONTIENE:

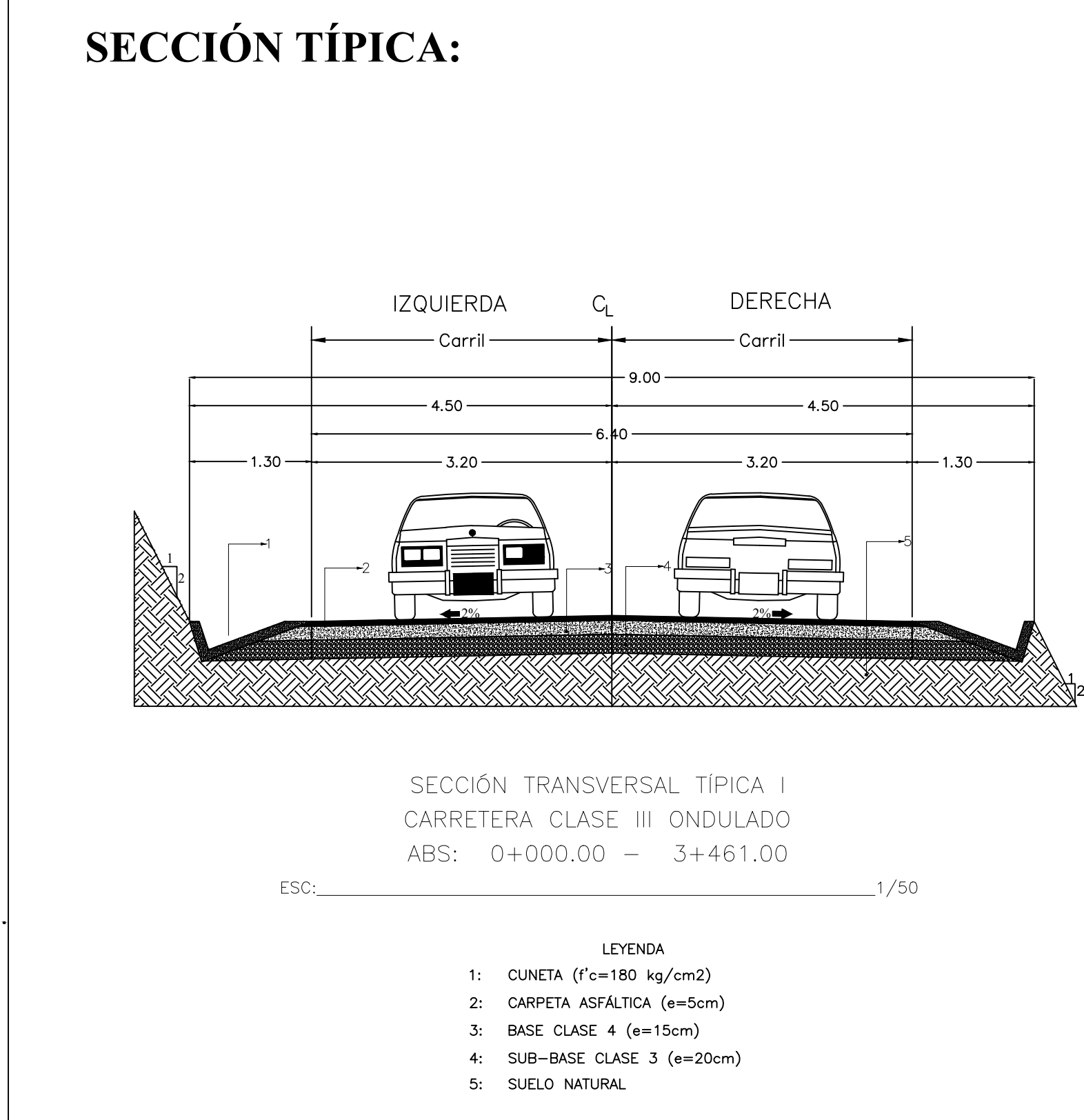
SECCIONES TRANSVERSALES TRAMO I

ELABORADO POR:

RAÚL PATRICIO TUCUMBI MILLINGALLI

REVISADO POR:

ING. MILTON RODRIGO ALDÁS SÁNCHEZ, PHD



COORDENADAS:

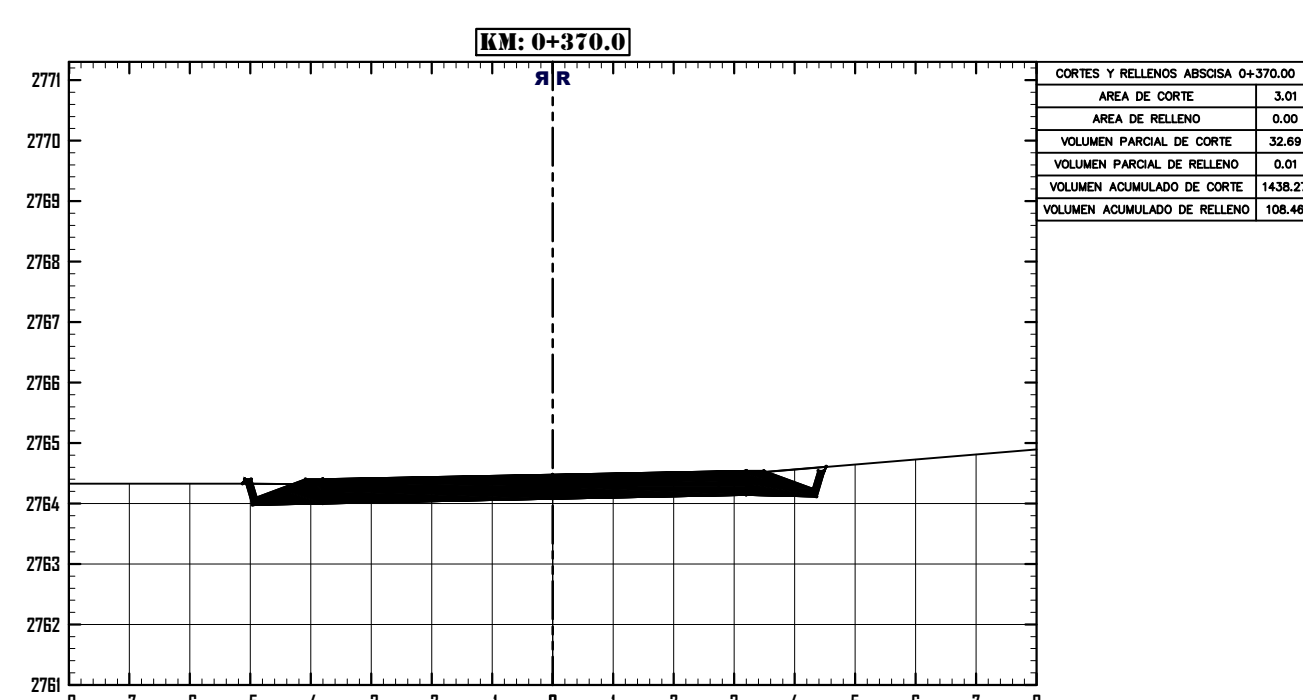
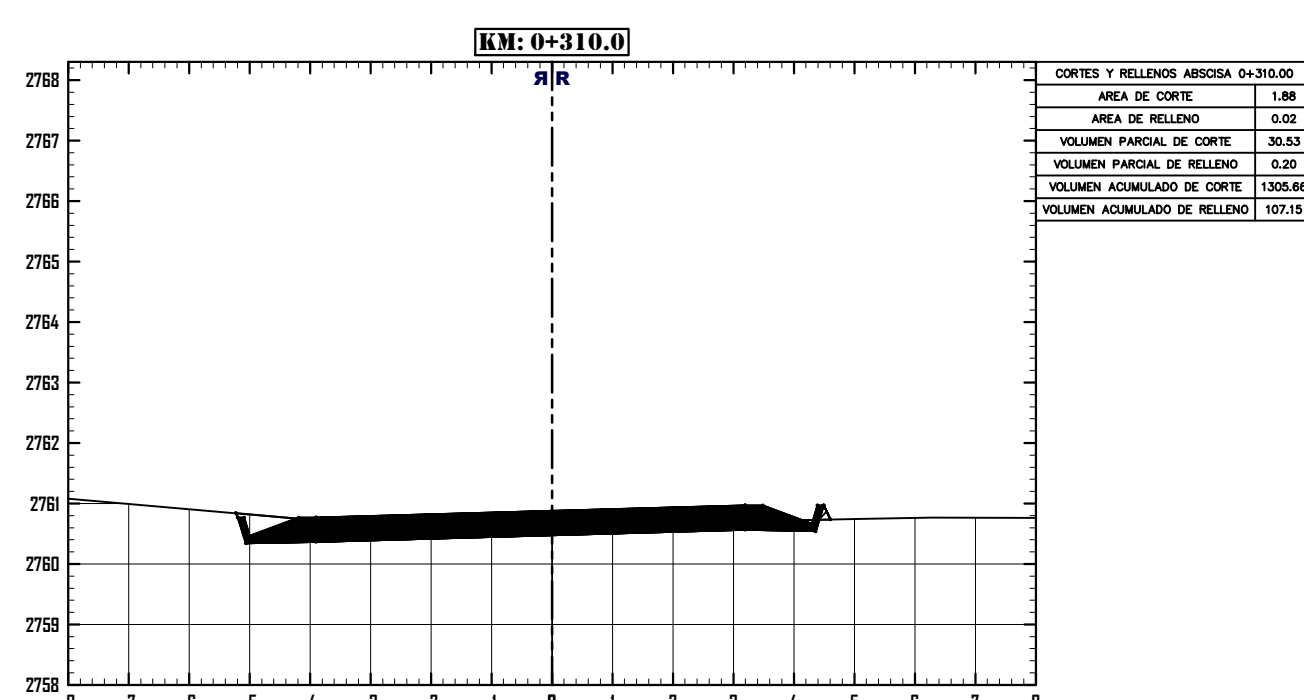
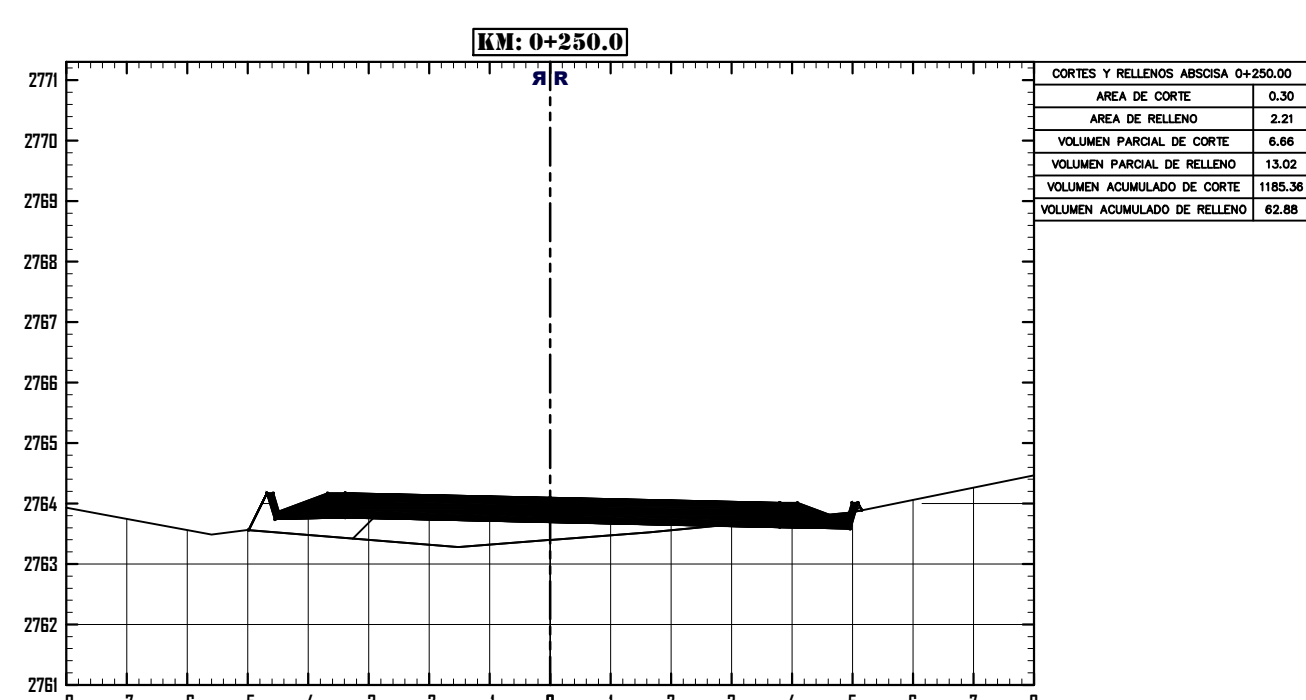
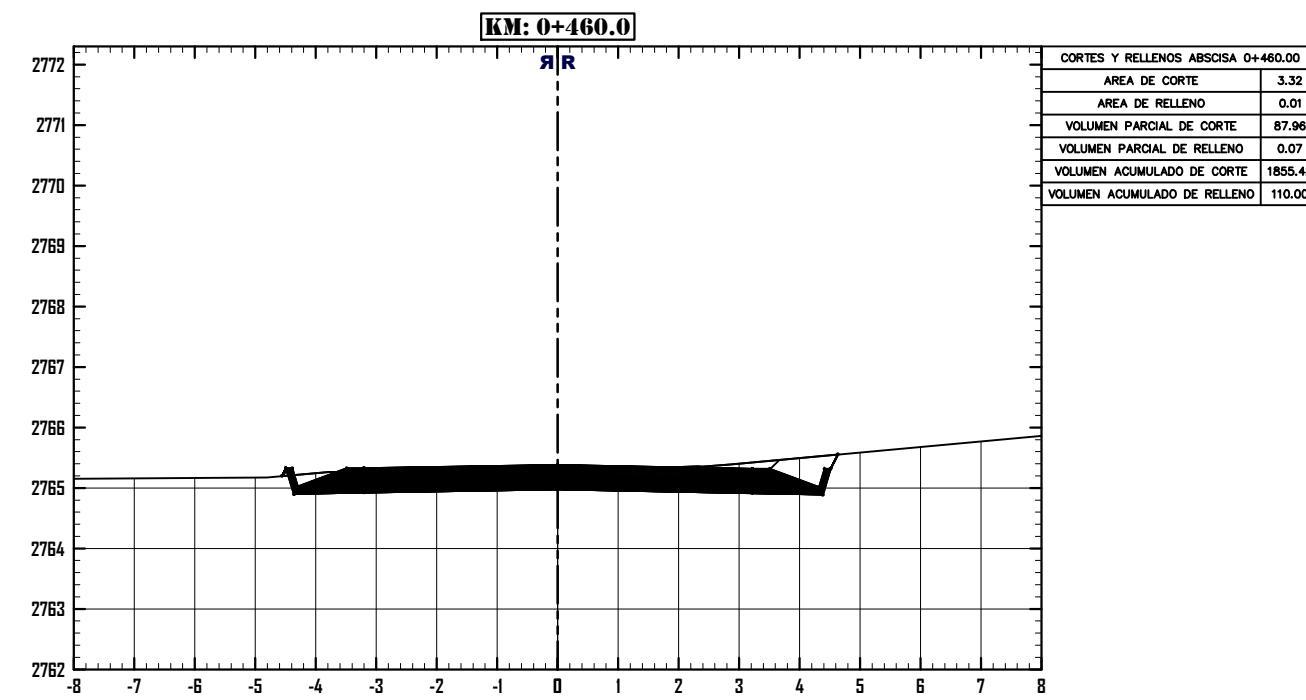
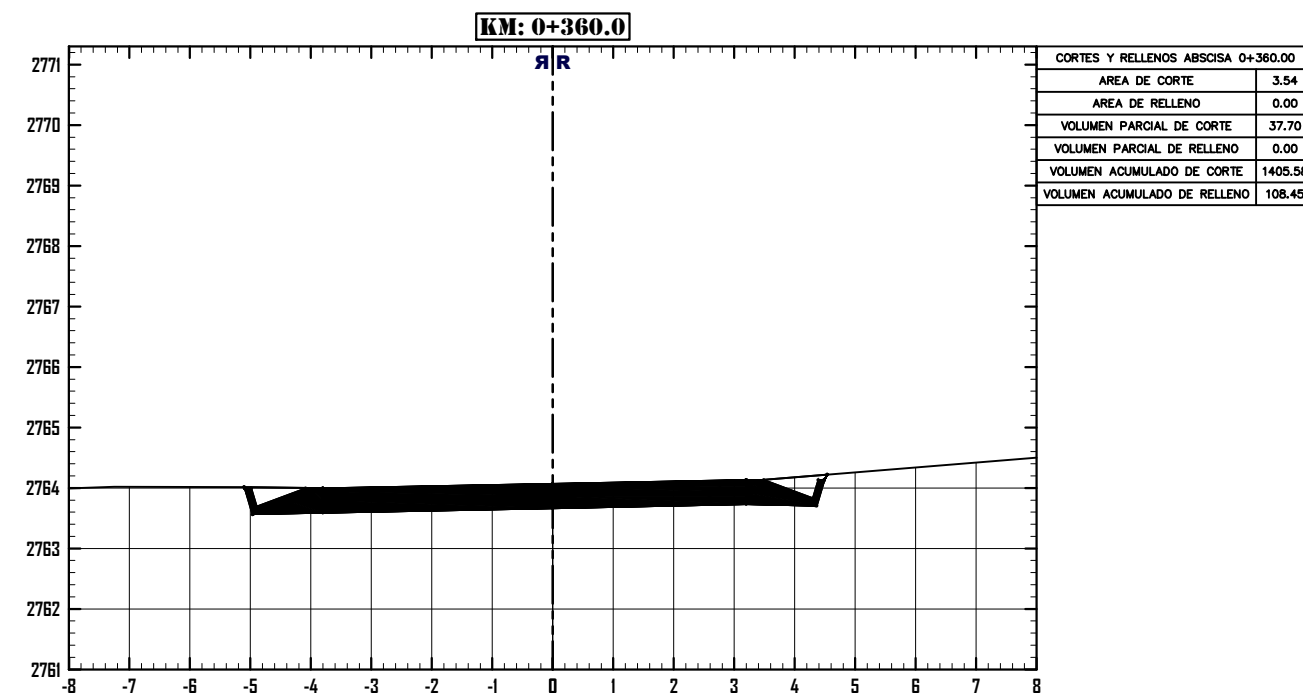
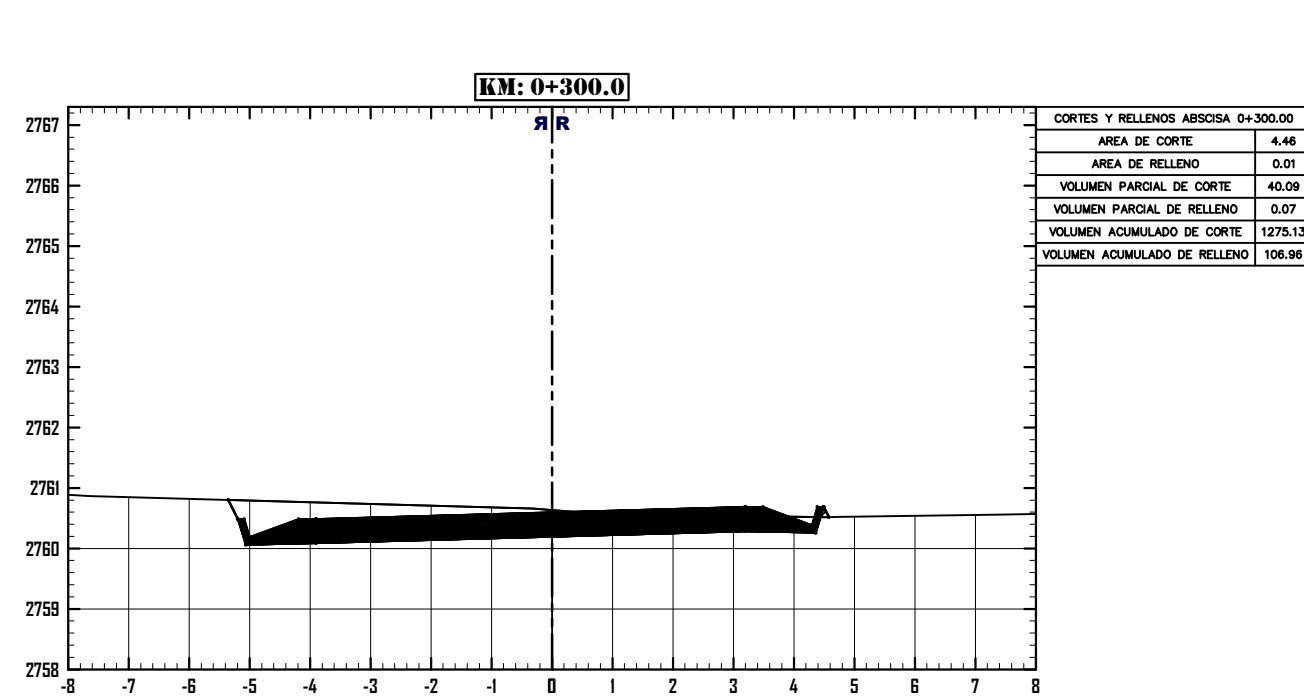
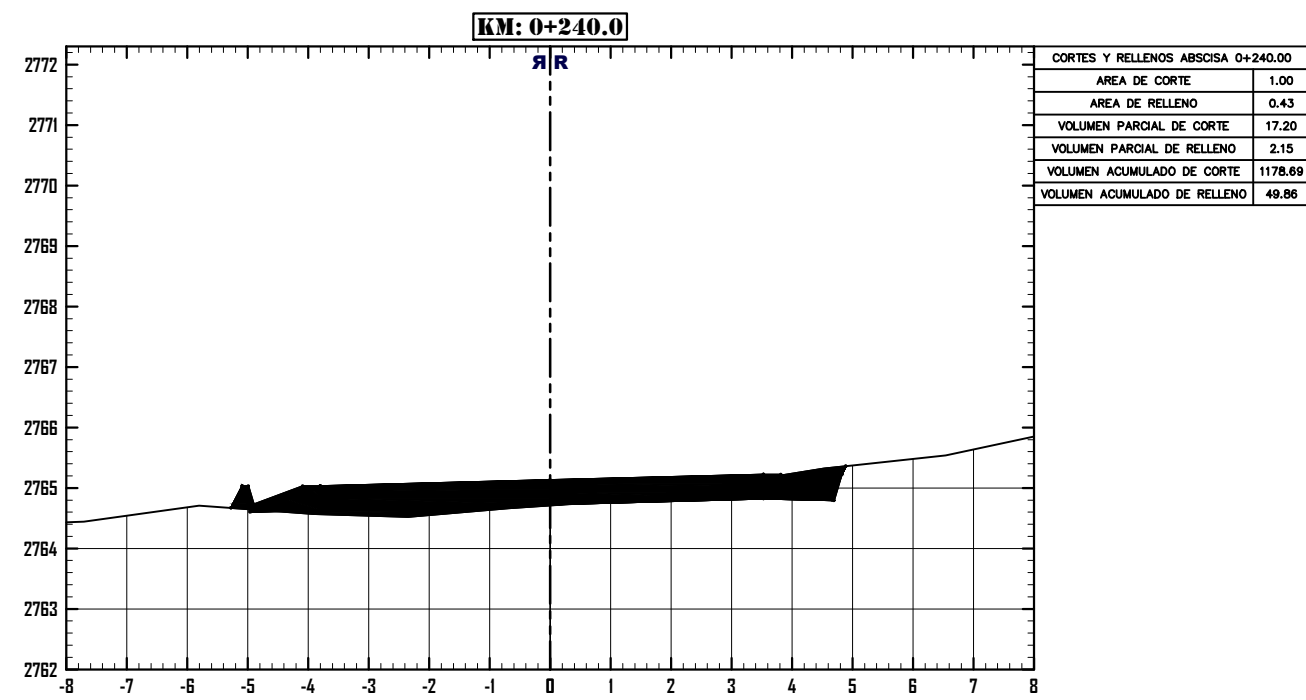
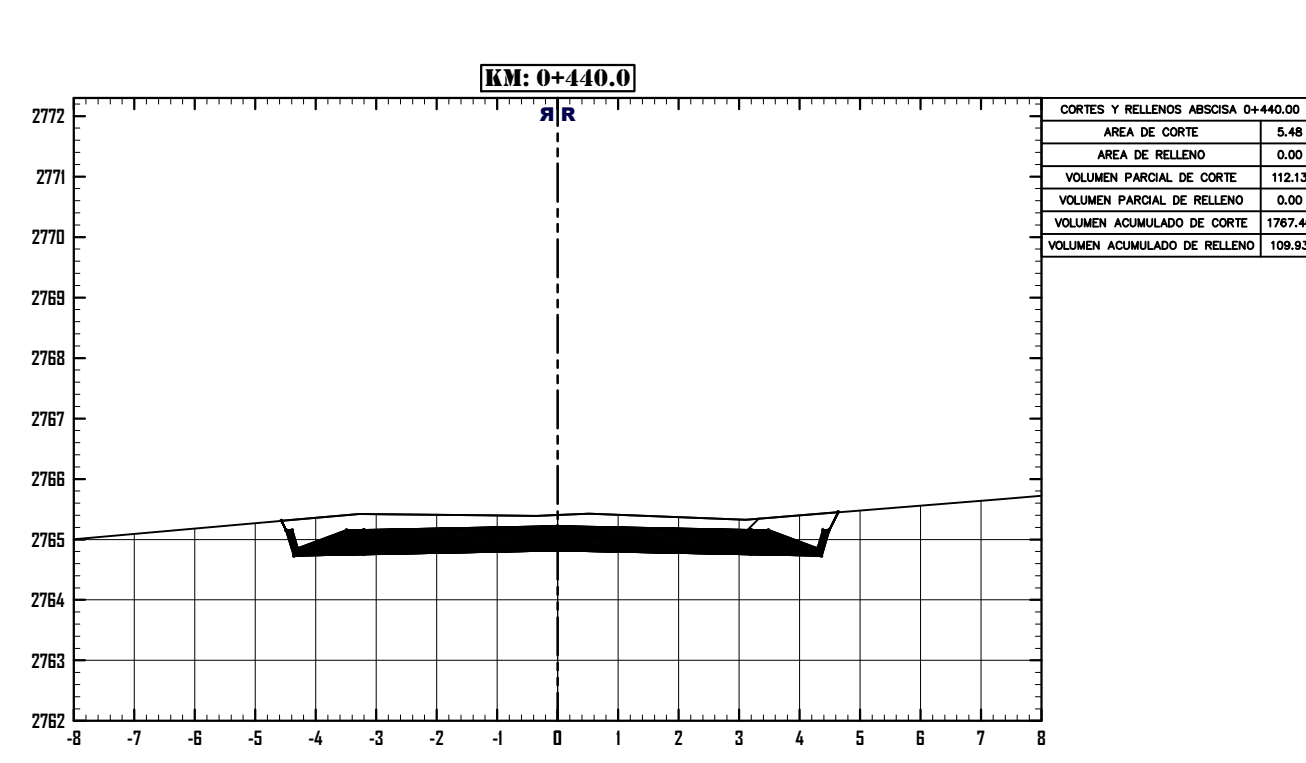
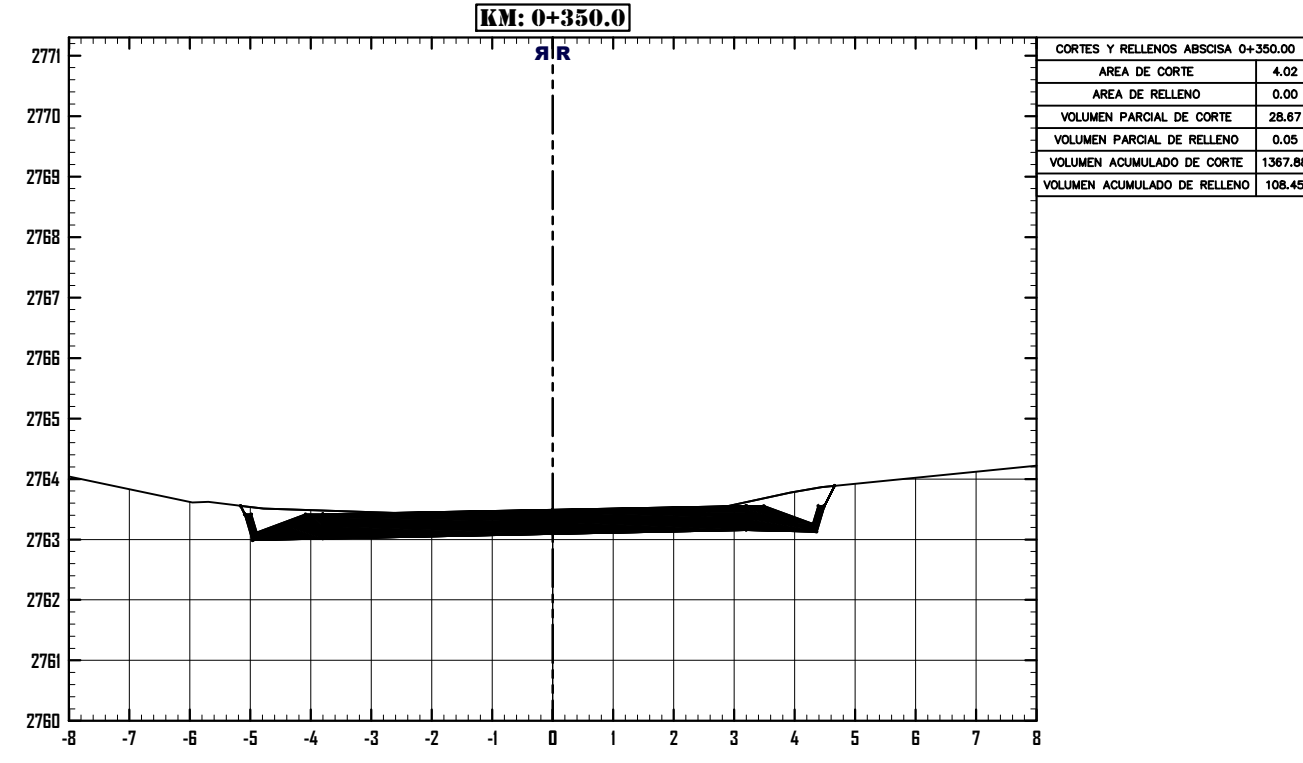
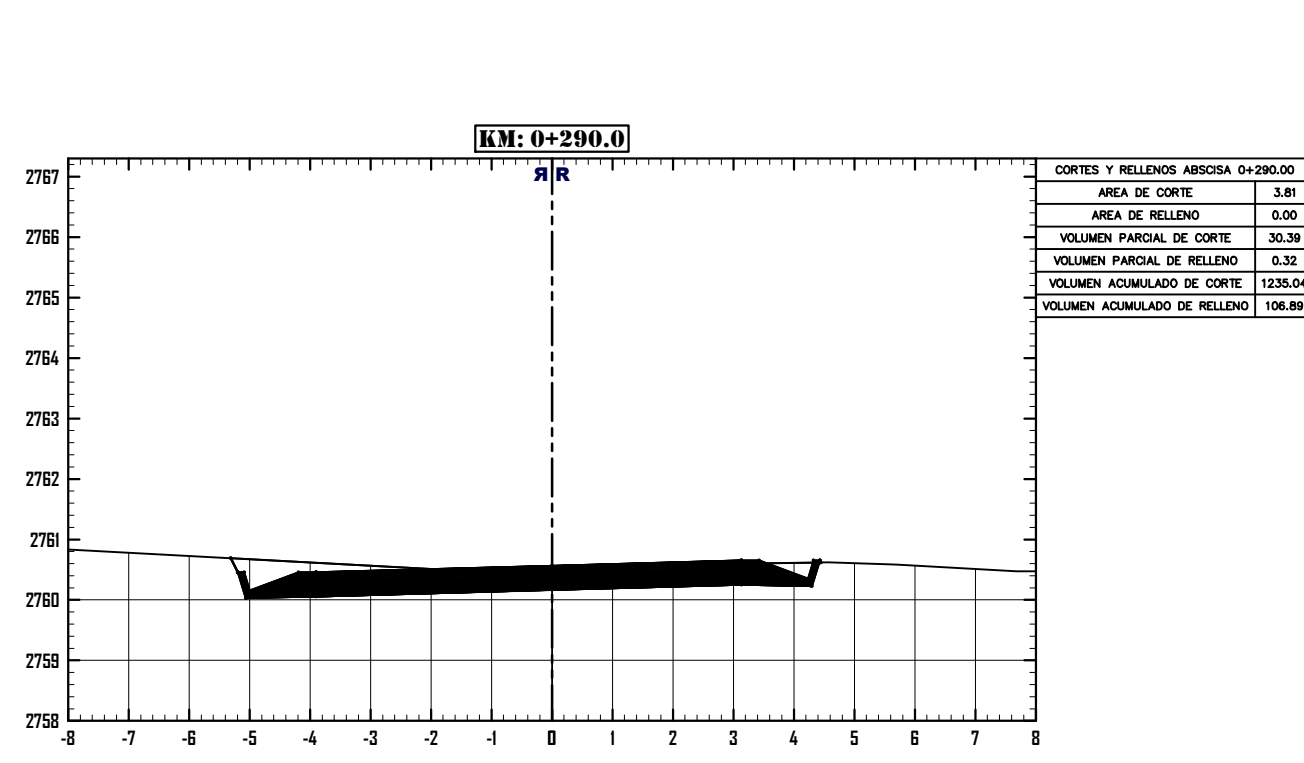
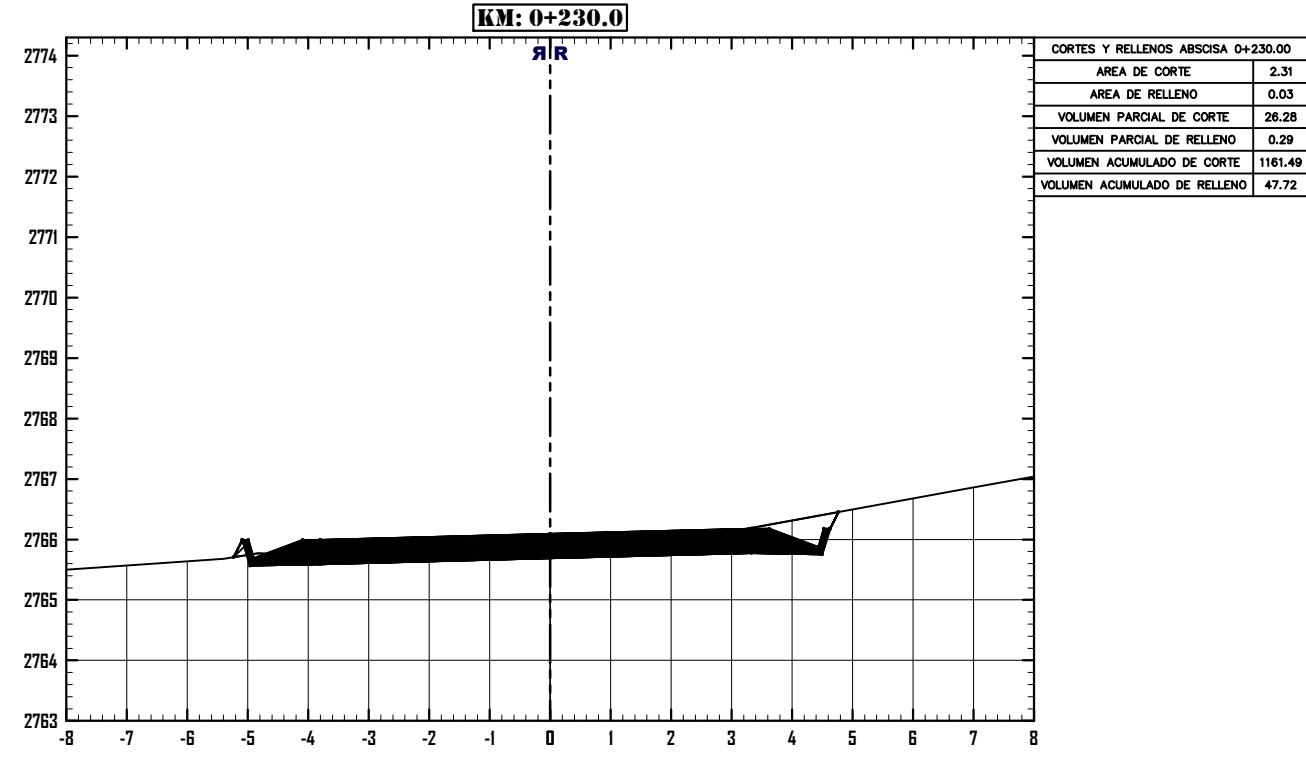
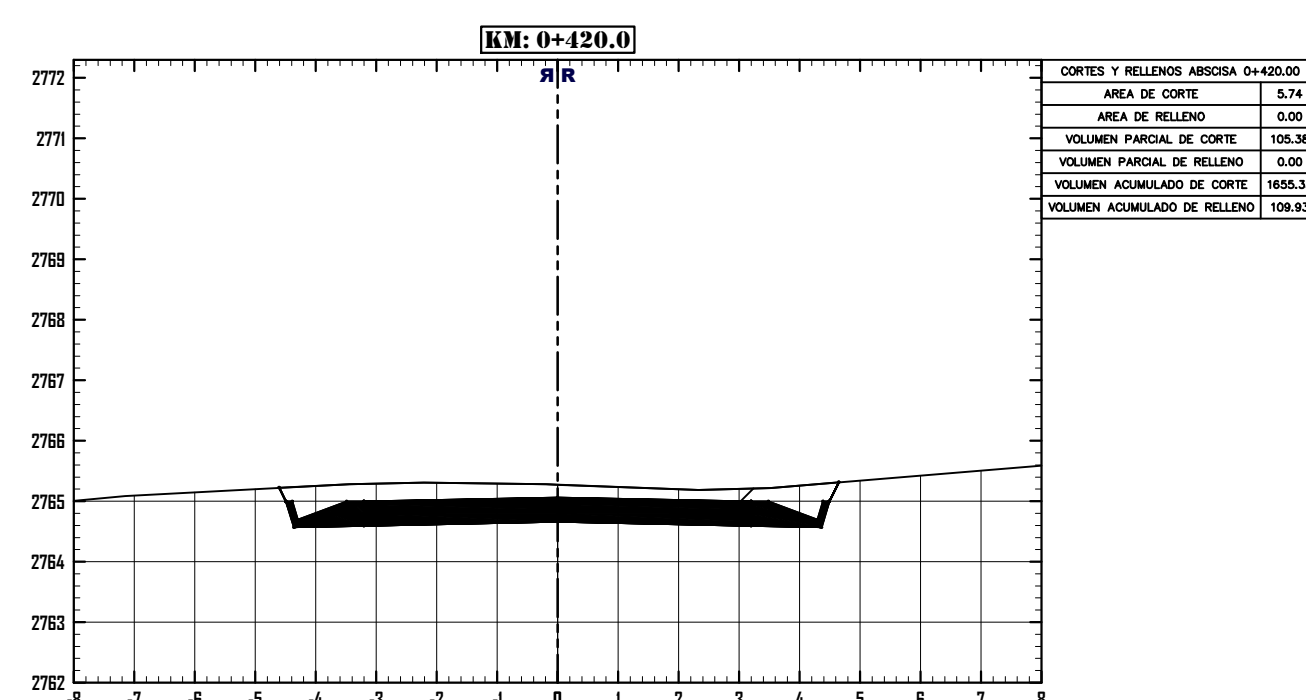
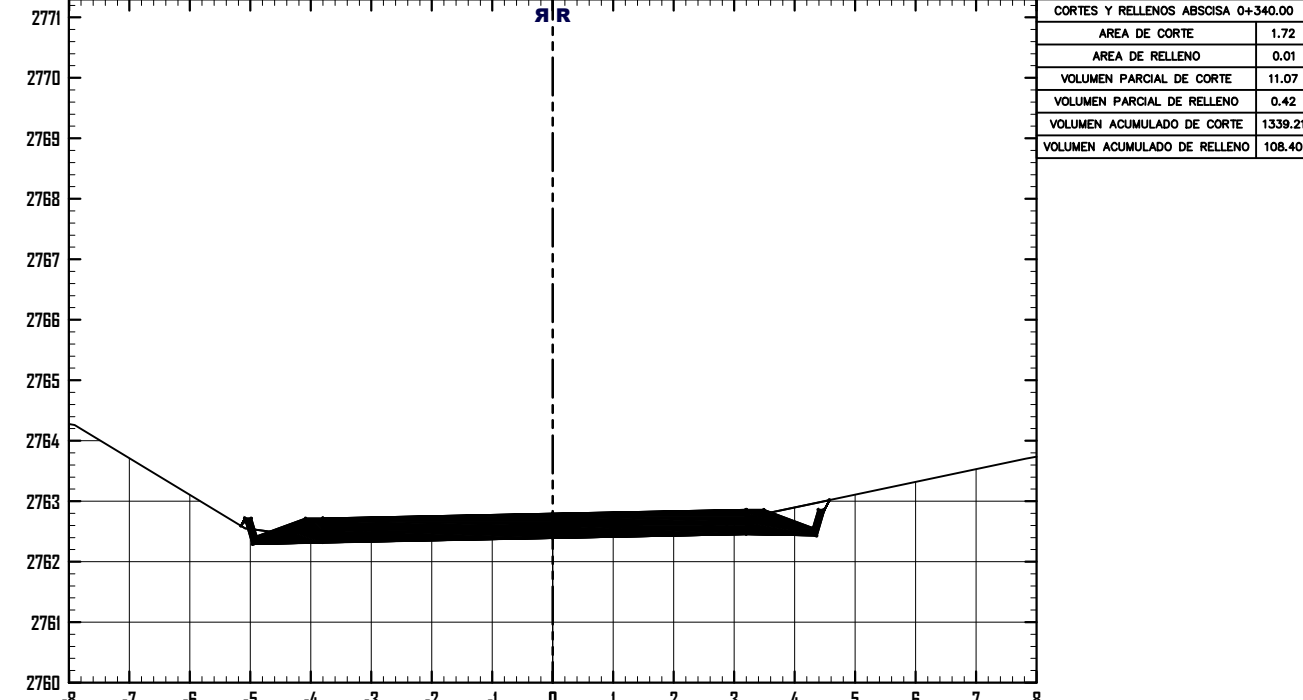
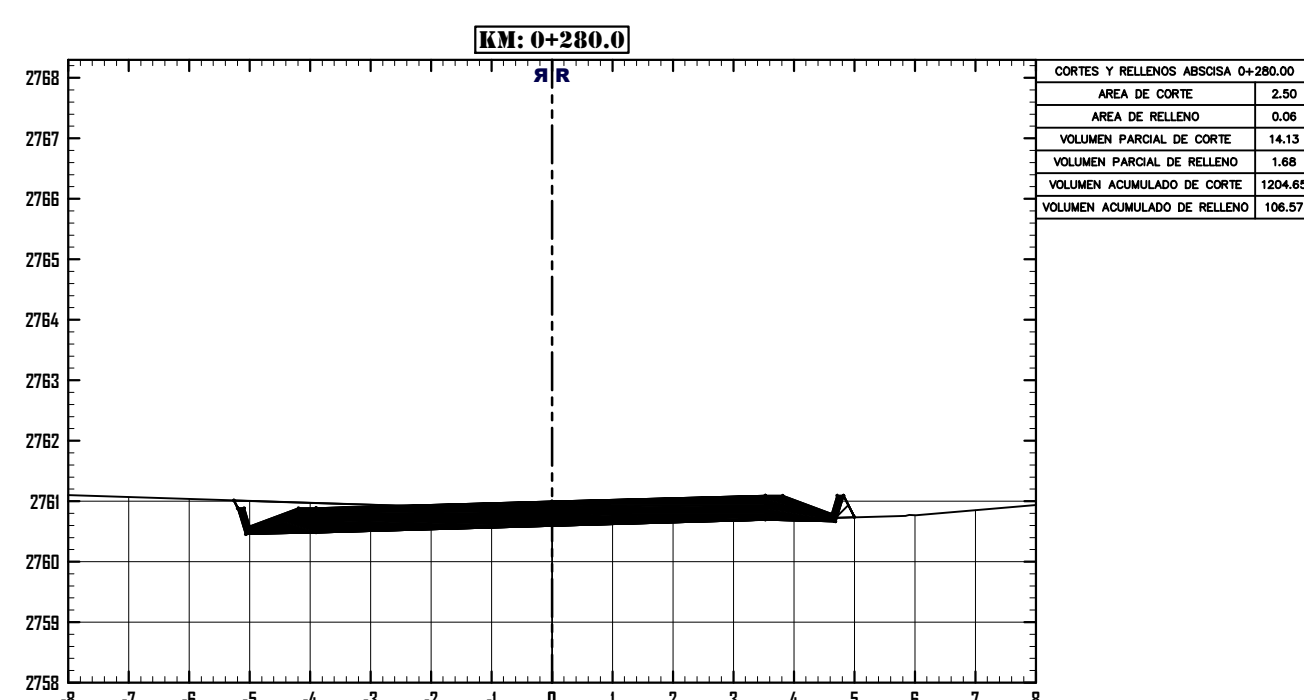
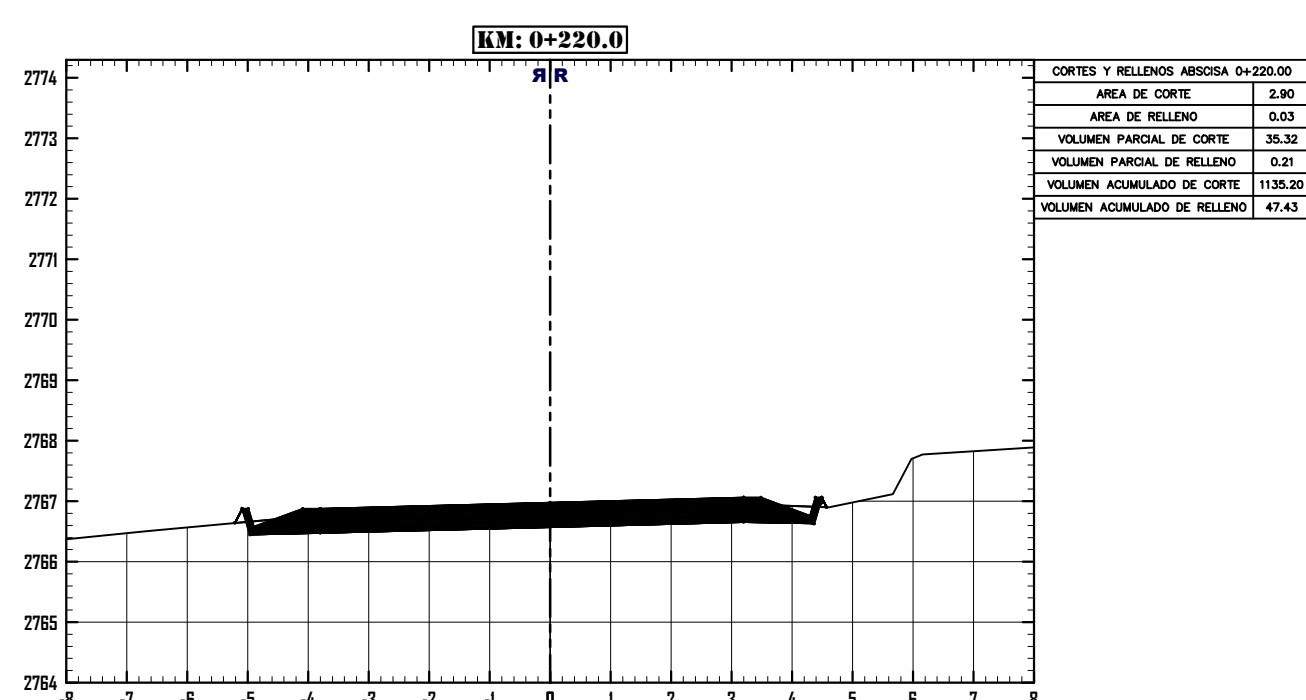
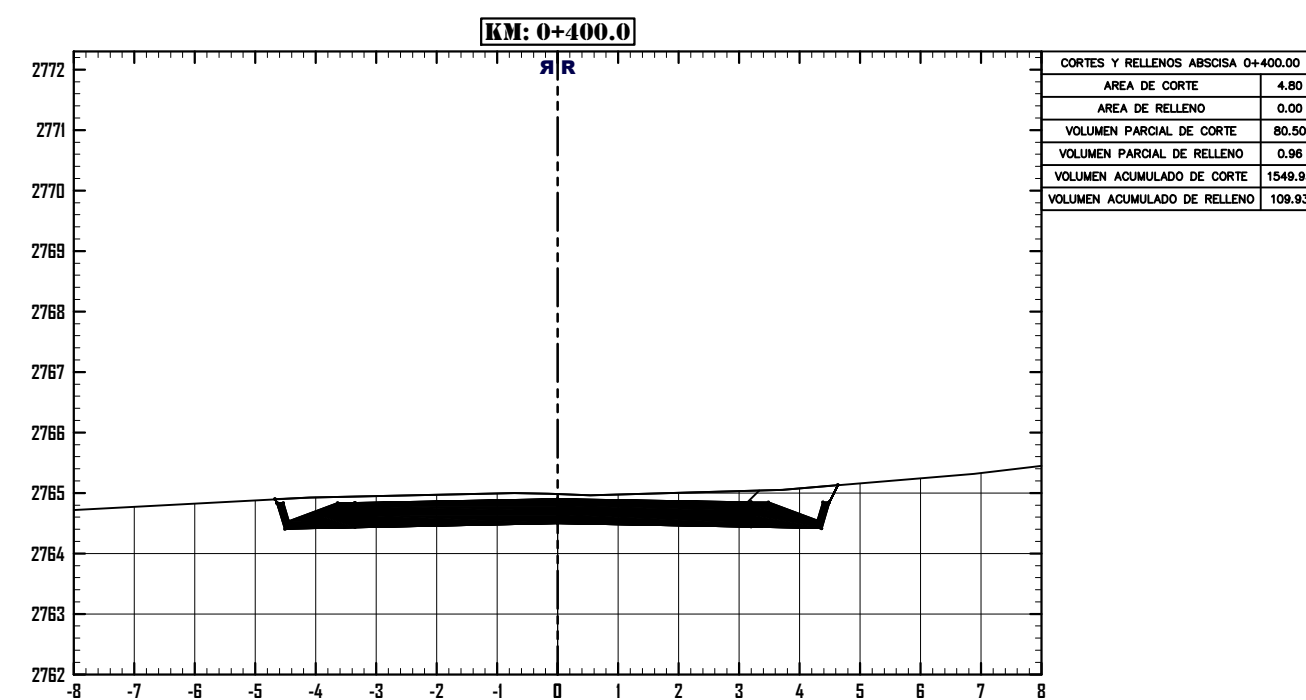
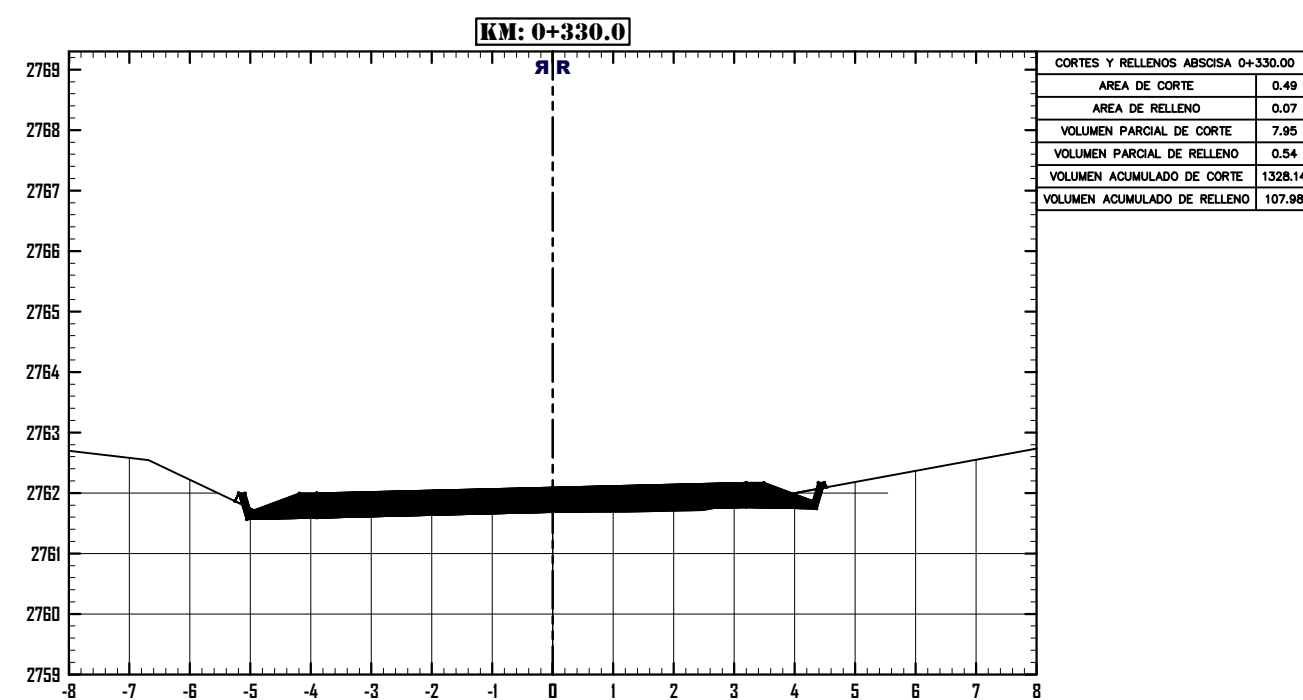
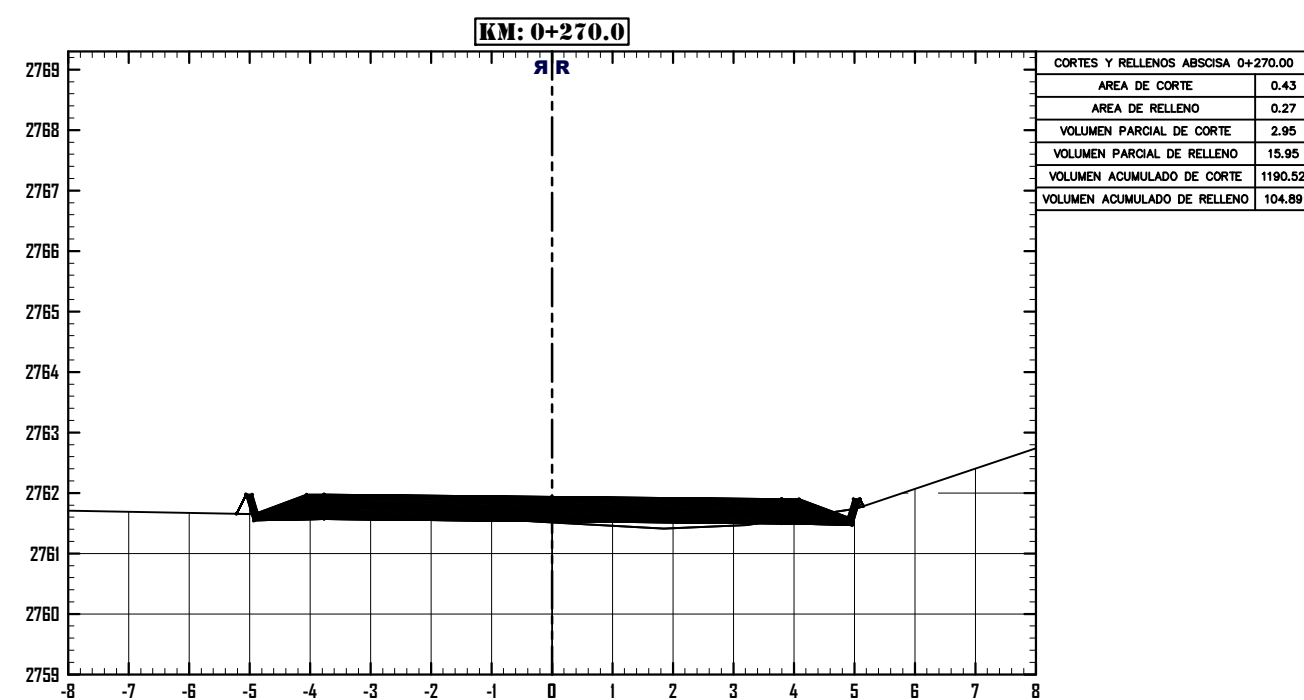
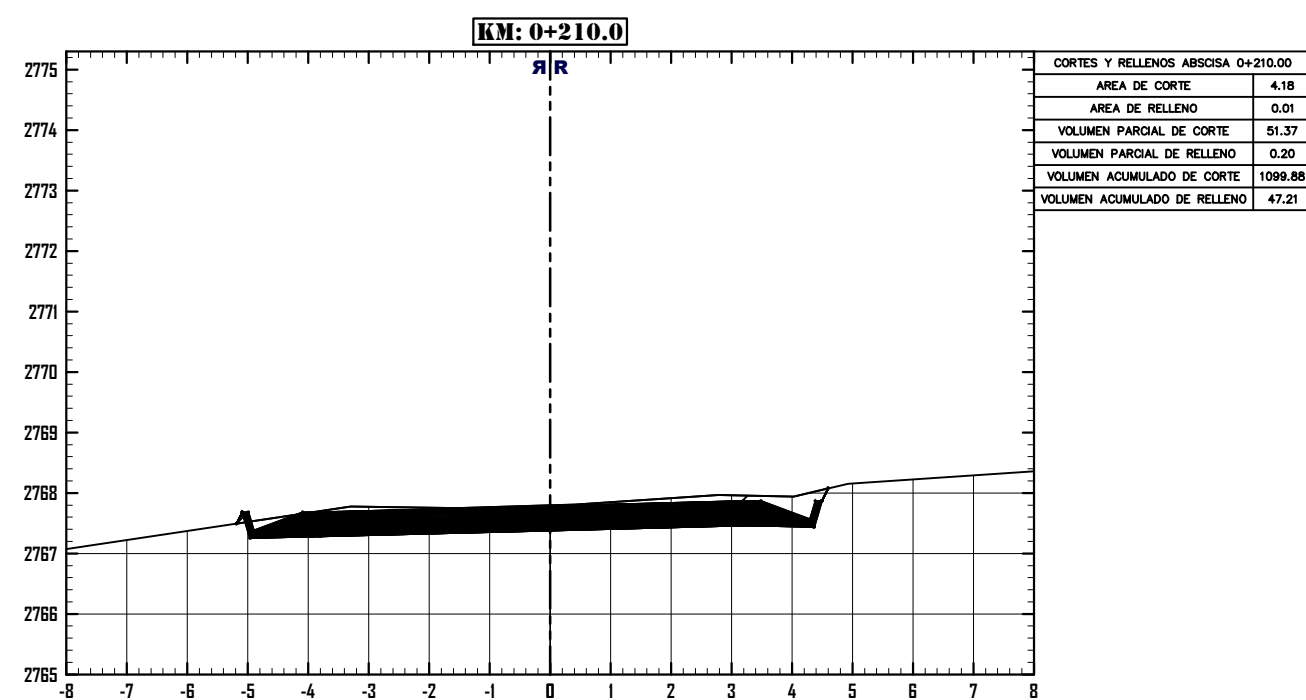
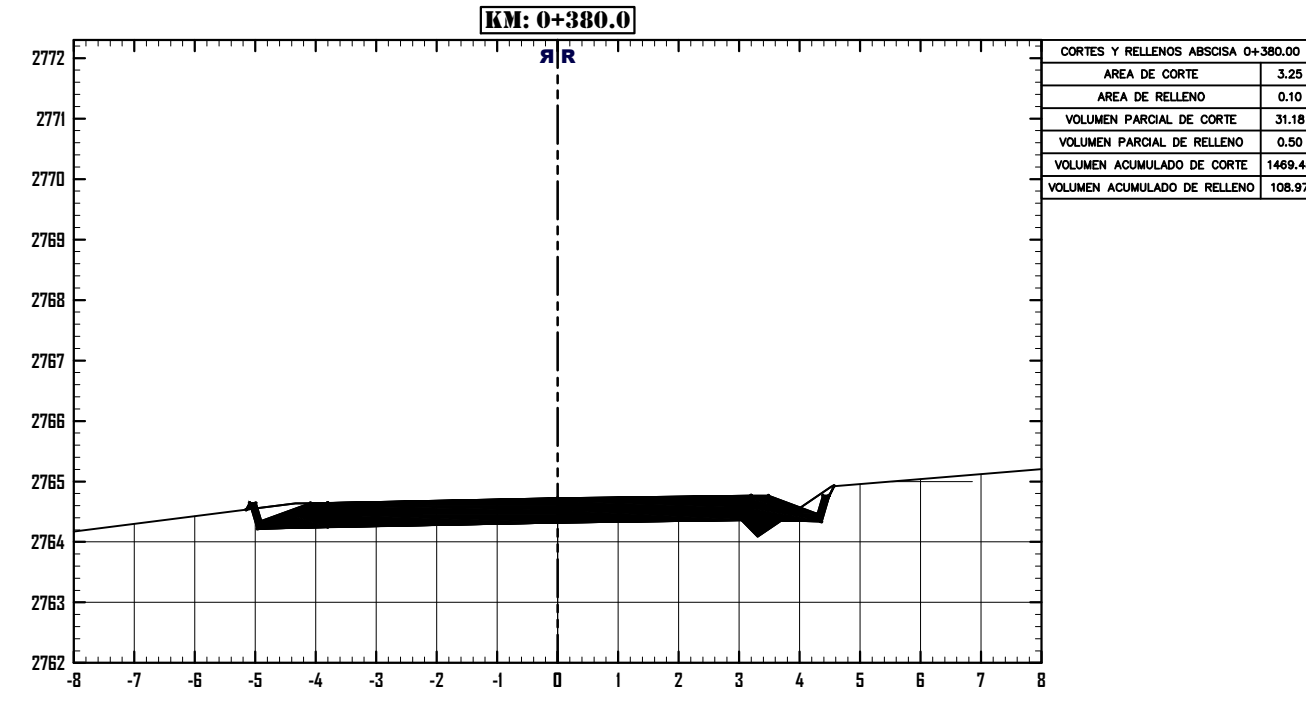
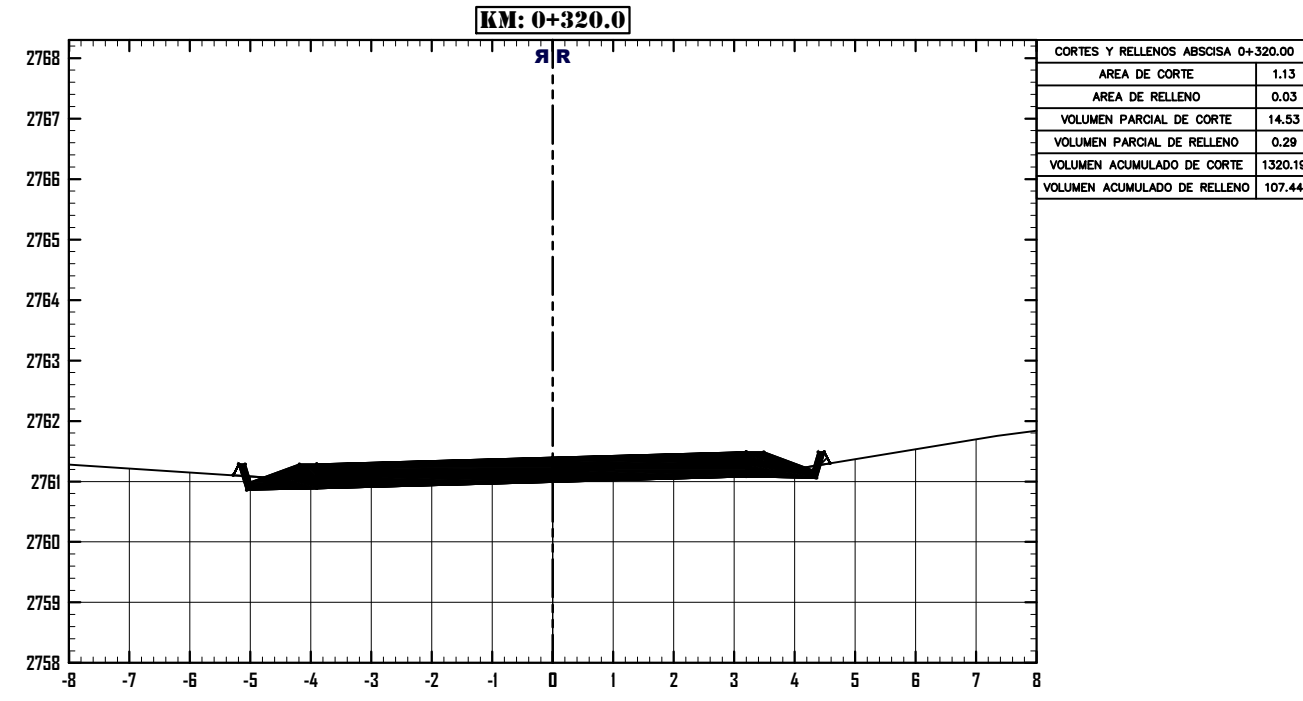
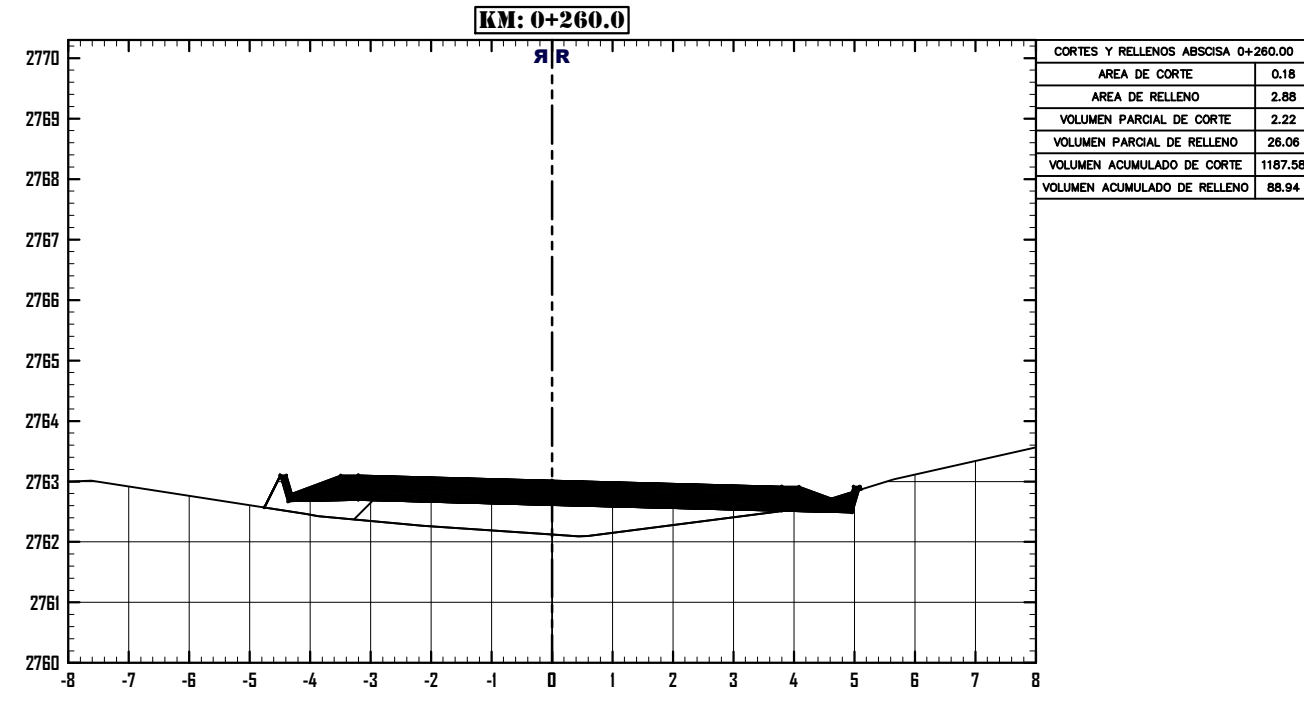
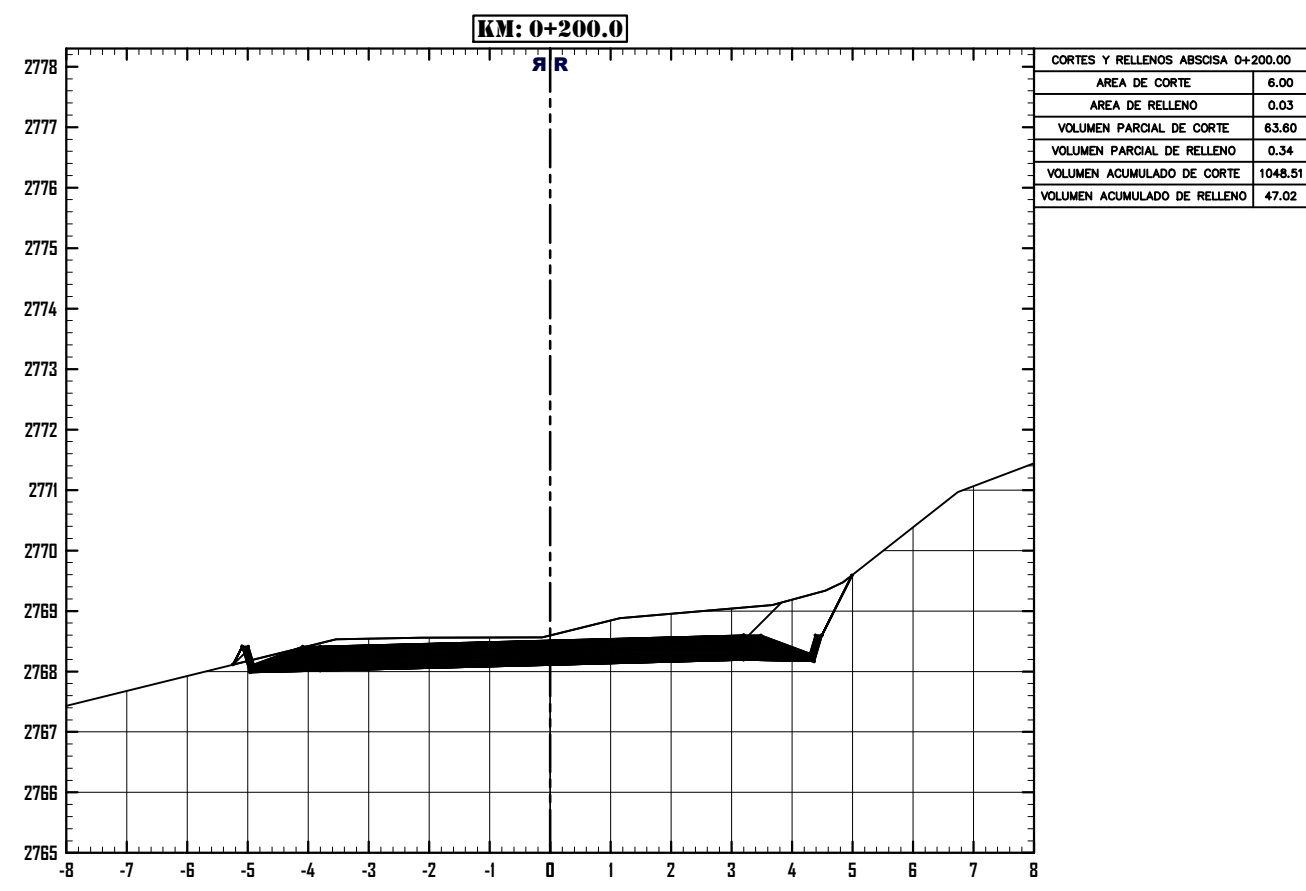
WGS-84
Proyección Cartográfica:UTM
ZONA: 17 SUR

LAMINA: A0

No° HOJA

07/16

ESCALA: 1:1000





NOMBRE DEL PROYECTO:

DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA QUE UNE LOS SECTORES
SALACHE TIOBAMBA – E35 - SALACHE GRANDE, DEL CANTÓN
LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI.

CONTIENE:

SECCIONES TRANSVERSALES TRAMO I

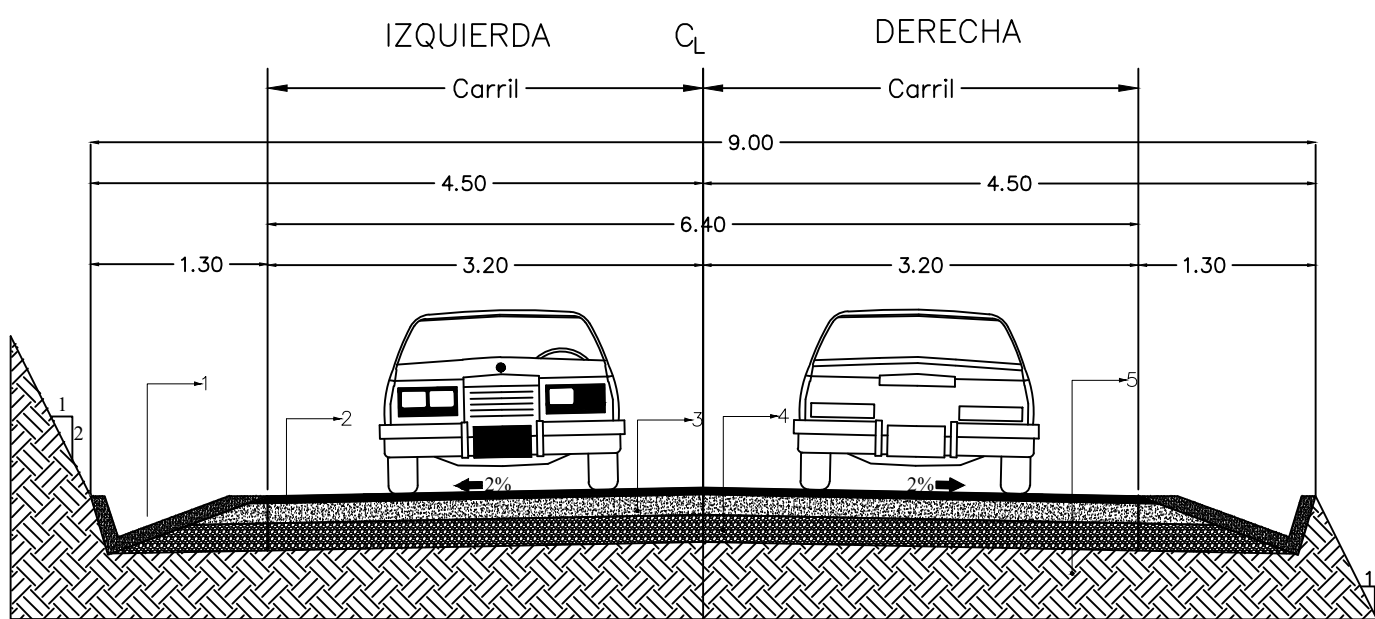
ELABORADO POR:

RAÚL PATRICIO TUCUMBI MILLINGALLI

REVISADO POR:

ING. MILTON RODRIGO ALDÁS SÁNCHEZ, PHD

SECCIÓN TÍPICA:



SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA I
CARRETERA CLASE III ONDULADO
ABS: 0+000.00 — 3+461.00

ESC: 1/50

- LEYENDA
- 1: CUNETTA (f=150 kg/cm²)
 - 2: CARPETA ASFÁLTICA (e=5cm)
 - 3: BASE CLASE 4 (e=15cm)
 - 4: SUB-BASE CLASE 3 (e=20cm)
 - 5: SUELO NATURAL

COORDENADAS:

WGS-84
Proyección Cartográfica:UTM
ZONA: 17 SUR

LAMINA: A0

No° HOJA

ESCALA: 1:1000

7/16



NOMBRE DEL PROYECTO:

DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA QUE UNE LOS SECTORES
SALACHE TIOBAMBA – E35 - SALACHE GRANDE, DEL CANTÓN
LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI.

CONTIENE:

SECCIONES TRANSVERSALES TRAMO I

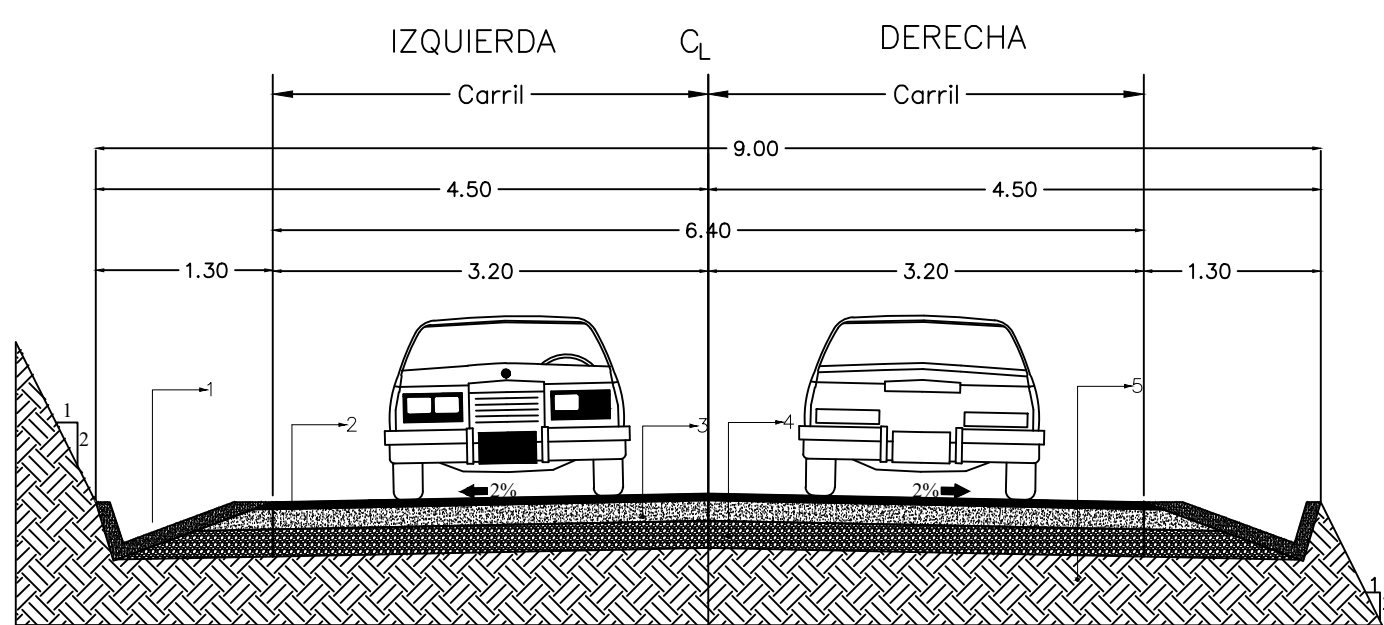
ELABORADO POR:

RAÚL PATRICIO TUCUMBI MILLINGALLI

REVISADO POR:

ING. MILTON RODRIGO ALDÁS SÁNCHEZ, PHD

SECCIÓN TÍPICA:



SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA I
CARRETERA CLASE III ONDULADO
ABS: 0+000.00 – 3+461.00

ESC: 1/50

- LEYENDA
- 1: CUNETAS ($f=180$ kg/cm²)
 - 2: CARPETA ASFÁLTICA ($e=5$ cm)
 - 3: BASE CLASE 4 ($e=15$ cm)
 - 4: SUB-BASE CLASE 3 ($e=20$ cm)
 - 5: SUELO NATURAL

COORDENADAS:

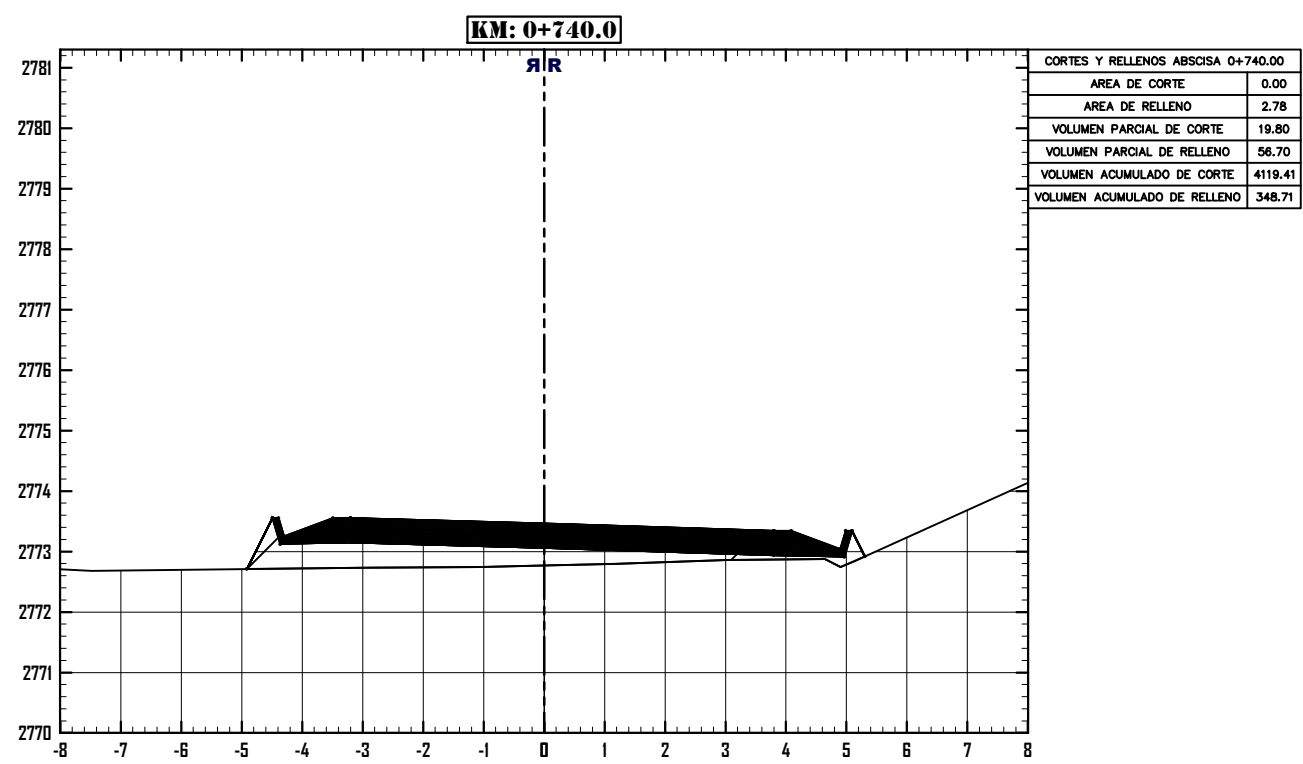
WGS-84
Proyección Cartográfica:UTM
ZONA: 17 SUR

LAMINA: A0

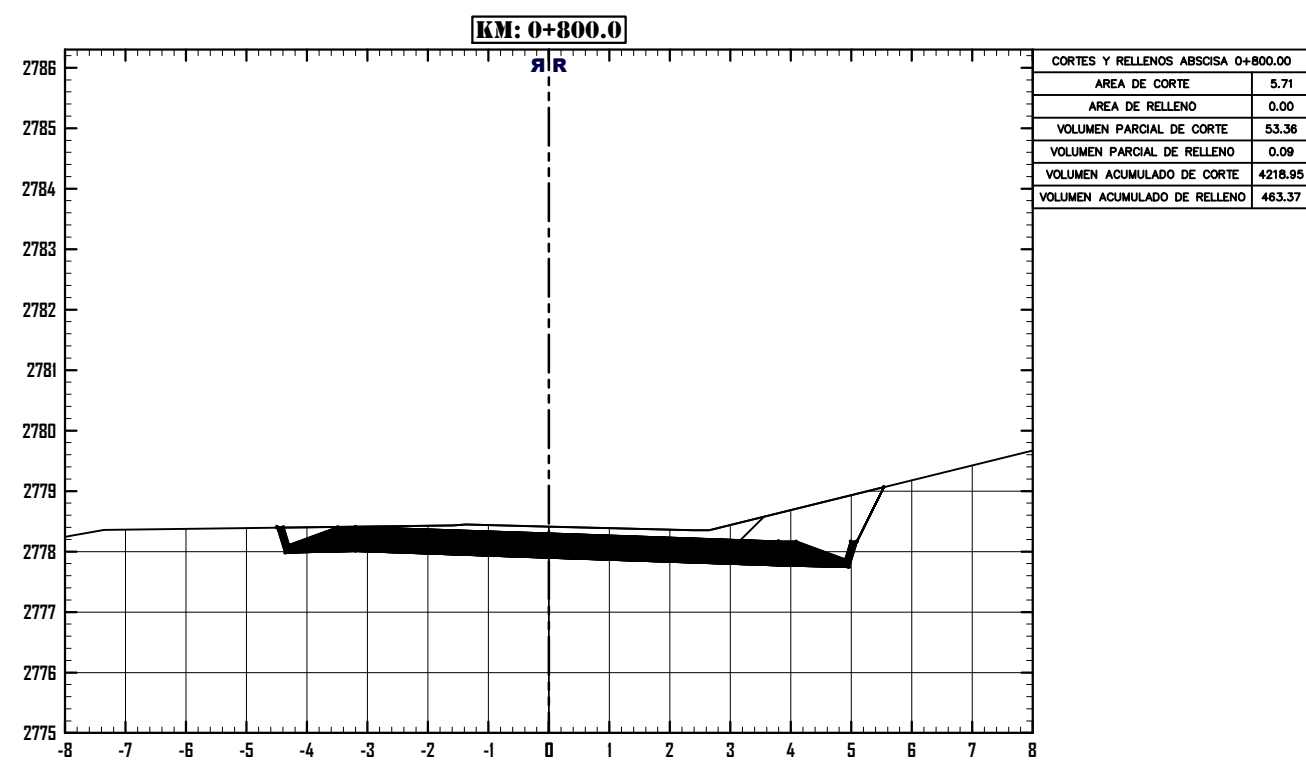
No° HOJA

08/16

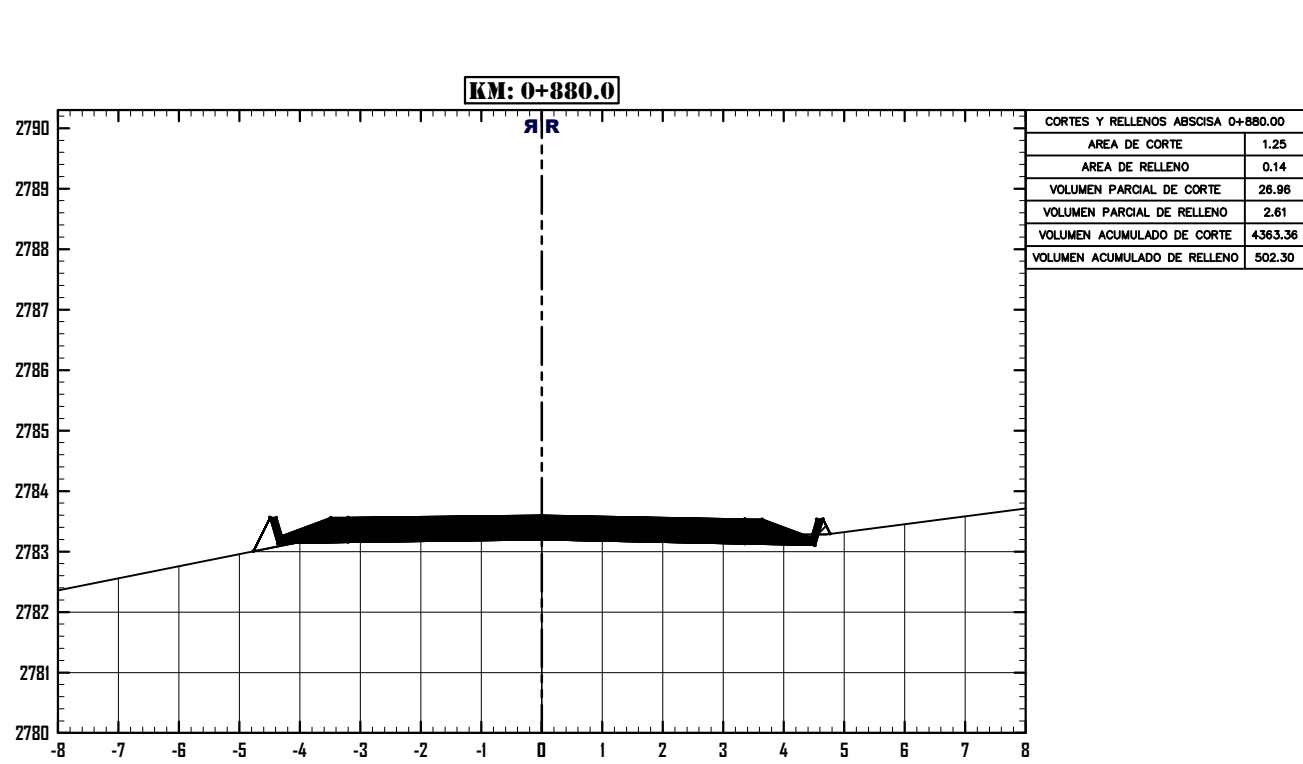
ESCALA: 1:1000



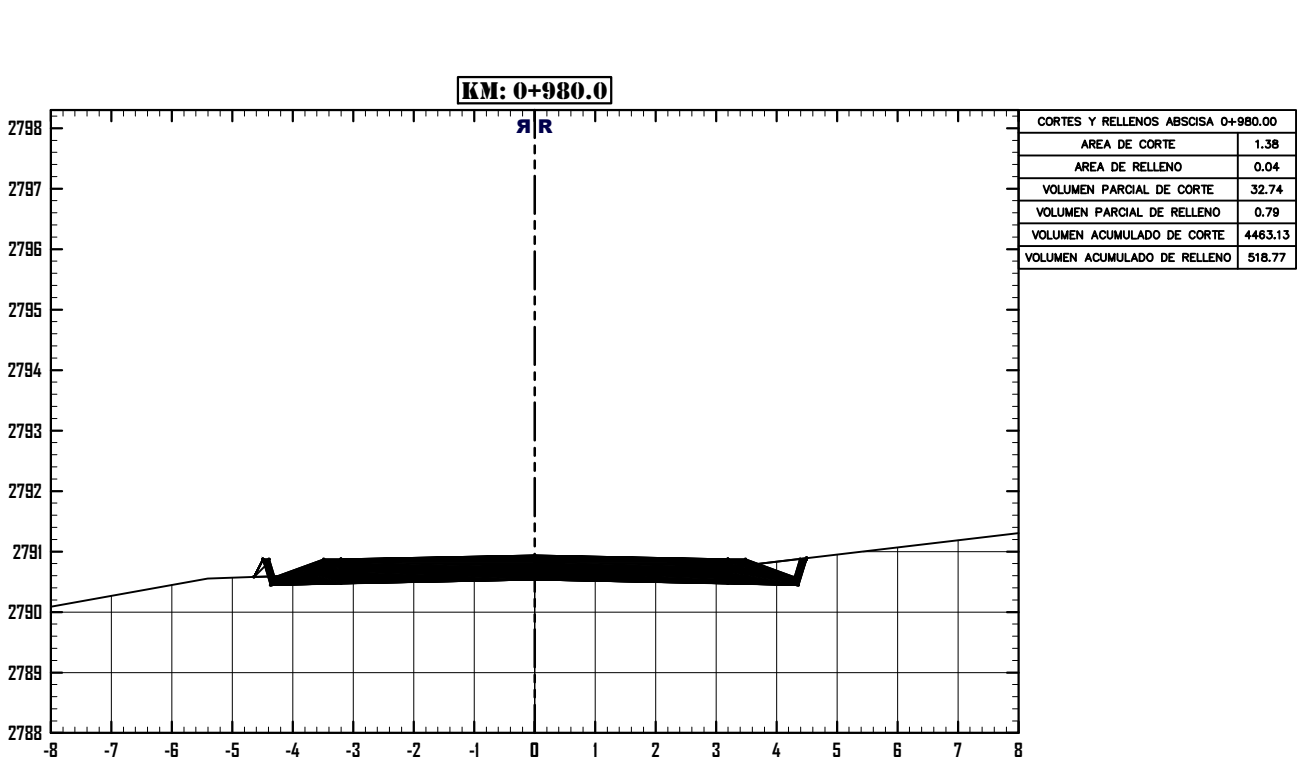
CORTE Y RELLENO AREOLA TUBO 0.0
ÁREA DE CORTE
ÁREA DE RELLENO
VOLUMEN PARALELO DE CORTE
VOLUMEN PARALELO DE RELLENO
VOLUMEN ADJUSTADO DE CORTE
VOLUMEN ADJUSTADO DE RELLENO



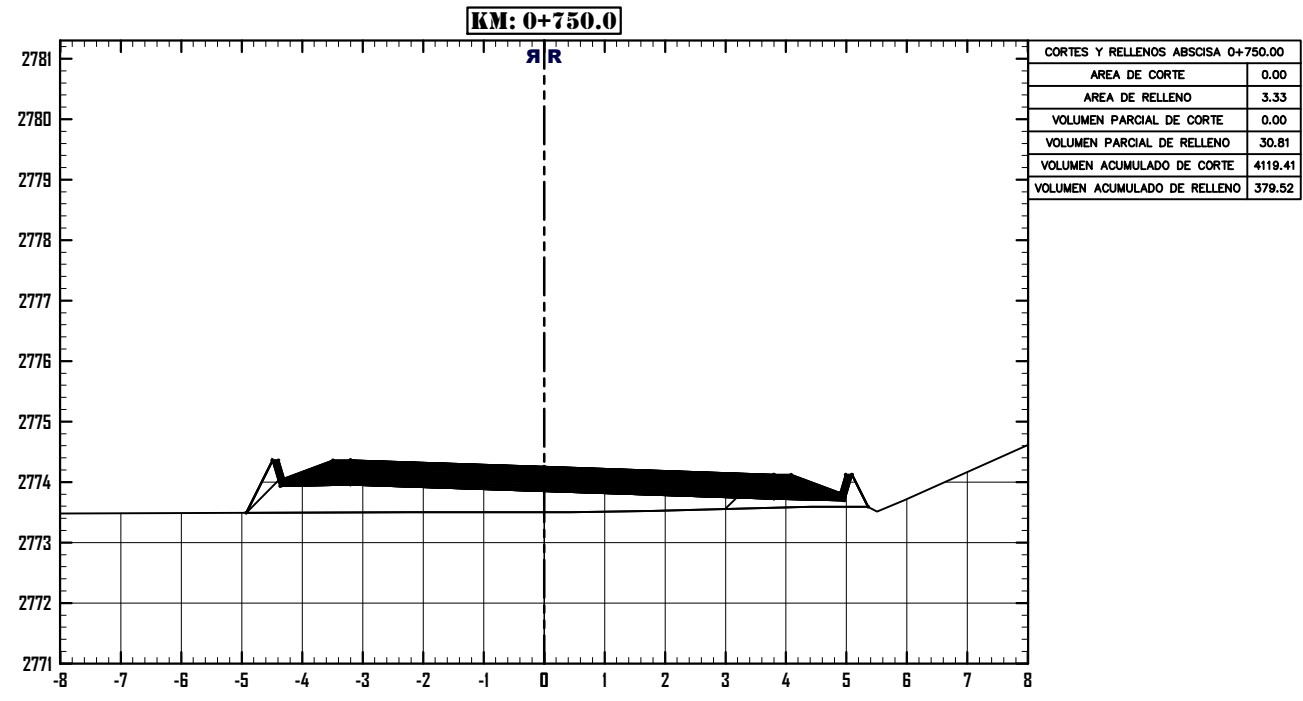
CORTE Y RELLENO AREOLA TUBO 0.0
ÁREA DE CORTE
ÁREA DE RELLENO
VOLUMEN PARALELO DE CORTE
VOLUMEN PARALELO DE RELLENO
VOLUMEN ADJUSTADO DE CORTE
VOLUMEN ADJUSTADO DE RELLENO



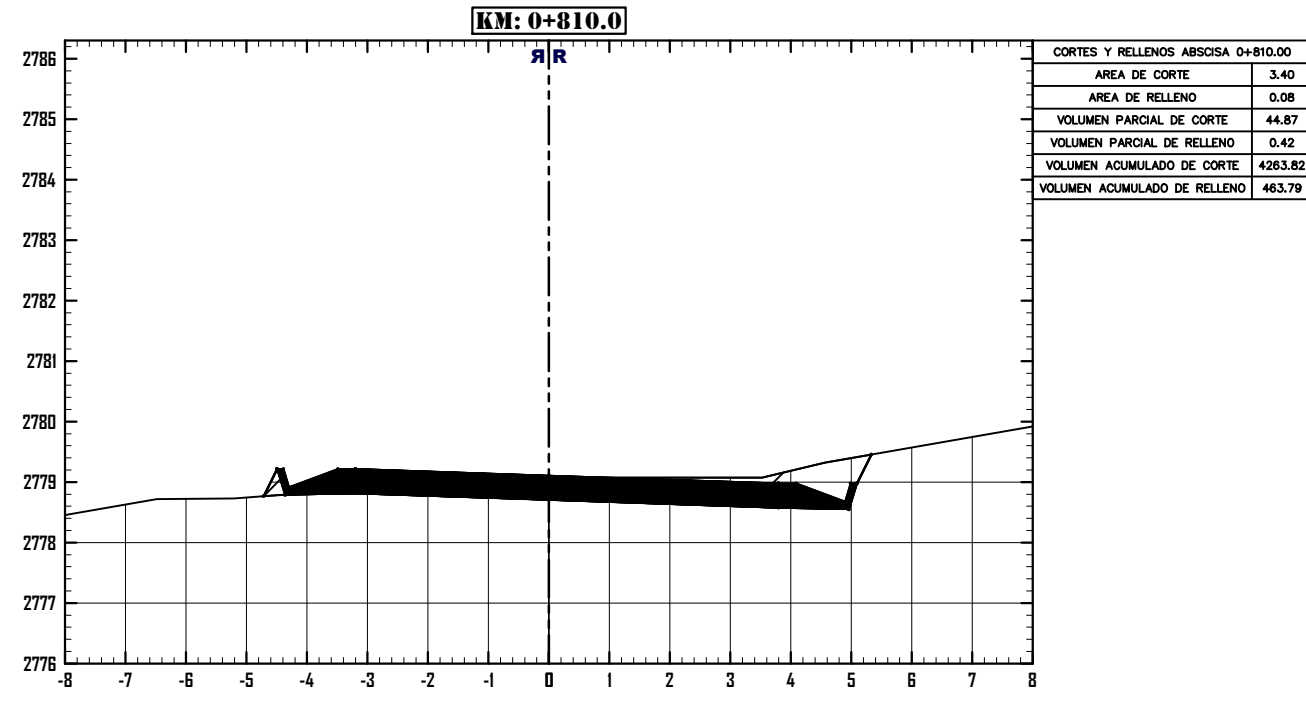
CORTE Y RELLENO AREOLA TUBO 0.0
ÁREA DE CORTE
ÁREA DE RELLENO
VOLUMEN PARALELO DE CORTE
VOLUMEN PARALELO DE RELLENO
VOLUMEN ADJUSTADO DE CORTE
VOLUMEN ADJUSTADO DE RELLENO



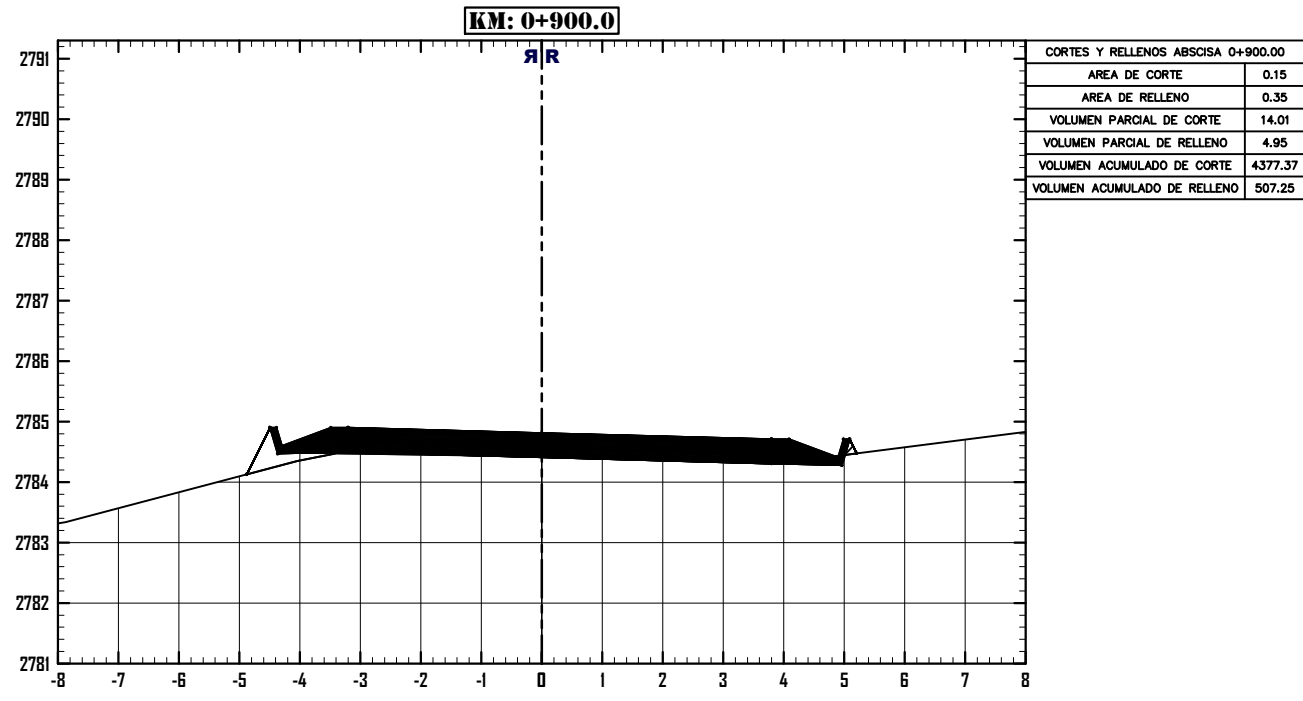
CORTE Y RELLENO AREOLA TUBO 0.0
ÁREA DE CORTE
ÁREA DE RELLENO
VOLUMEN PARALELO DE CORTE
VOLUMEN PARALELO DE RELLENO
VOLUMEN ADJUSTADO DE CORTE
VOLUMEN ADJUSTADO DE RELLENO



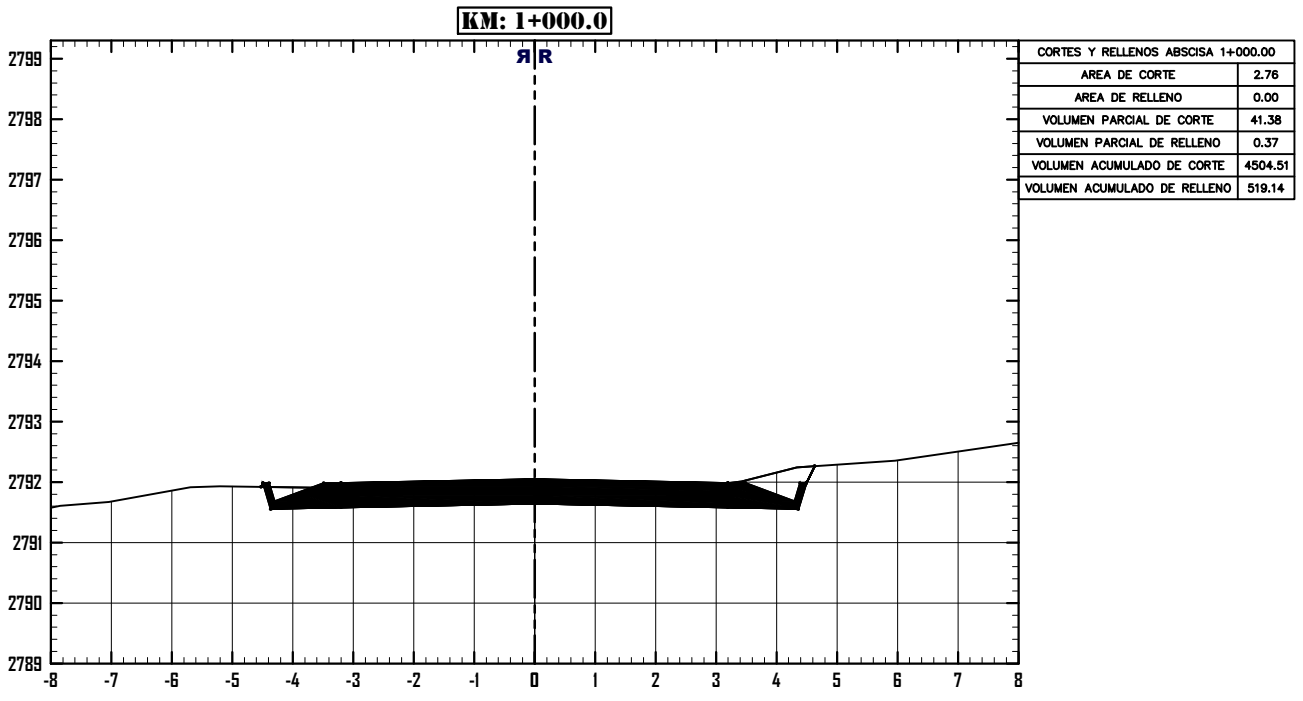
CORTE Y RELLENO AREOLA TUBO 0.0
ÁREA DE CORTE
ÁREA DE RELLENO
VOLUMEN PARALELO DE CORTE
VOLUMEN PARALELO DE RELLENO
VOLUMEN ADJUSTADO DE CORTE
VOLUMEN ADJUSTADO DE RELLENO



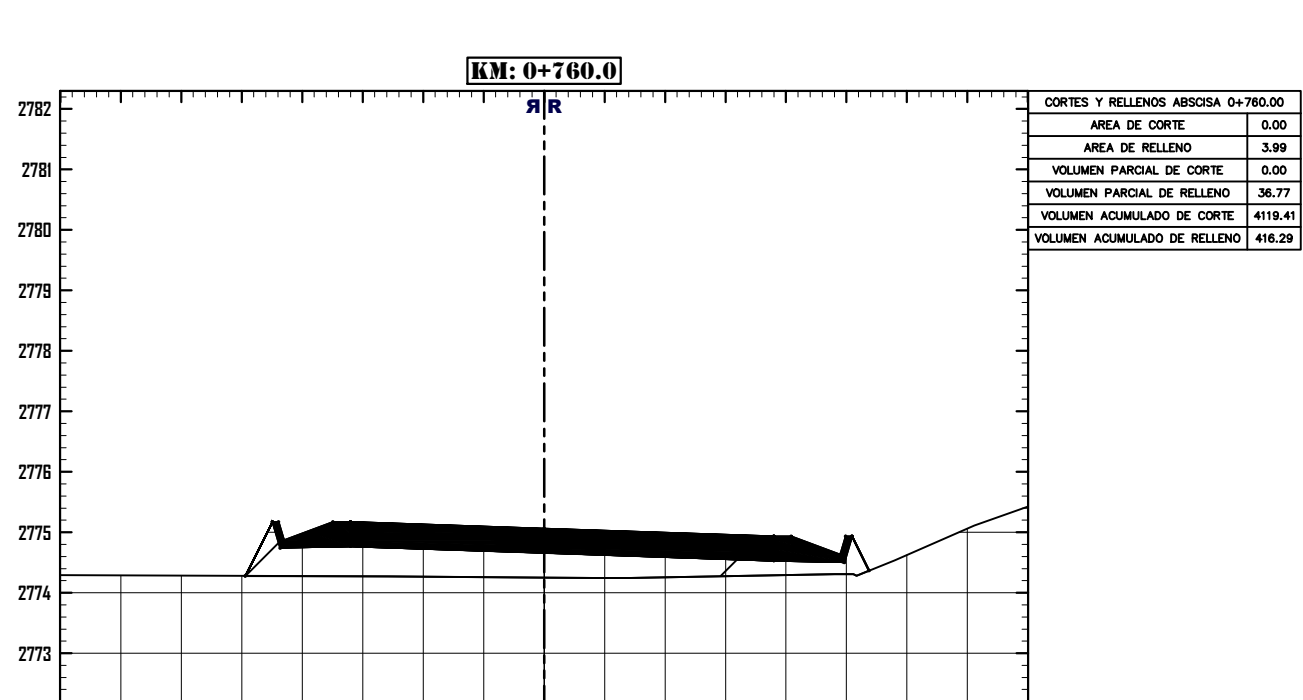
CORTE Y RELLENO AREOLA TUBO 0.0
ÁREA DE CORTE
ÁREA DE RELLENO
VOLUMEN PARALELO DE CORTE
VOLUMEN PARALELO DE RELLENO
VOLUMEN ADJUSTADO DE CORTE
VOLUMEN ADJUSTADO DE RELLENO



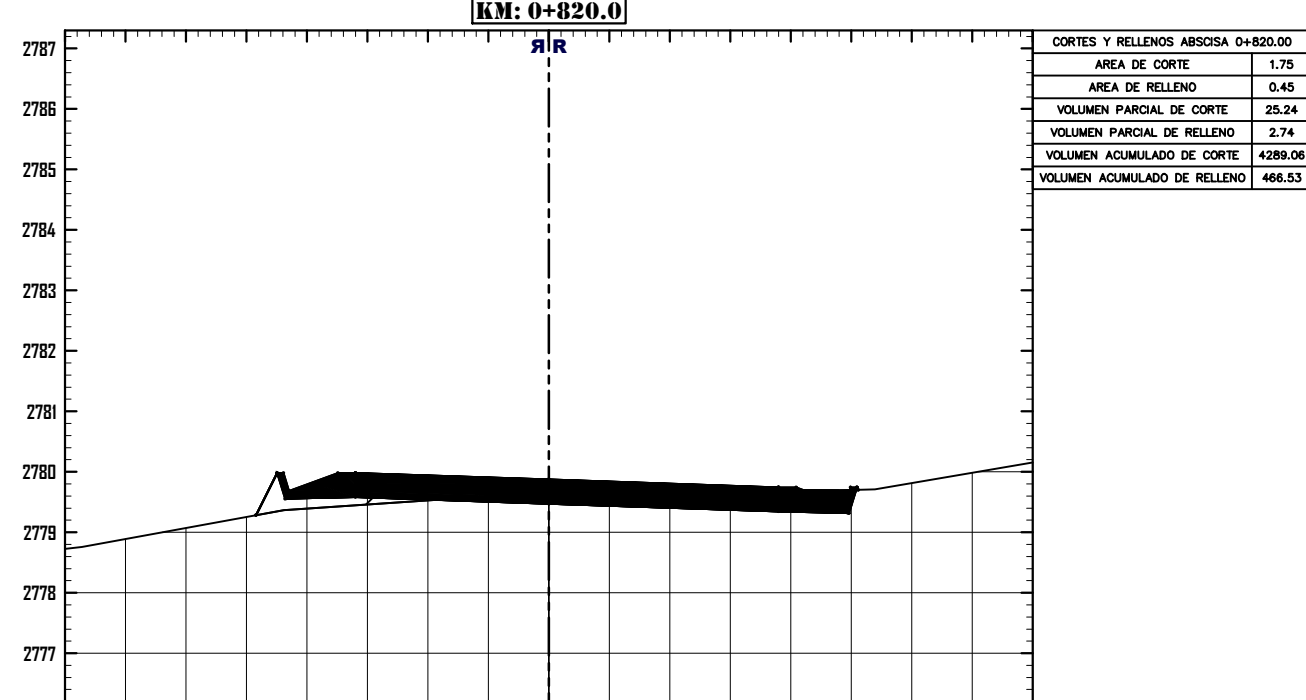
CORTE Y RELLENO AREOLA TUBO 0.0
ÁREA DE CORTE
ÁREA DE RELLENO
VOLUMEN PARALELO DE CORTE
VOLUMEN PARALELO DE RELLENO
VOLUMEN ADJUSTADO DE CORTE
VOLUMEN ADJUSTADO DE RELLENO



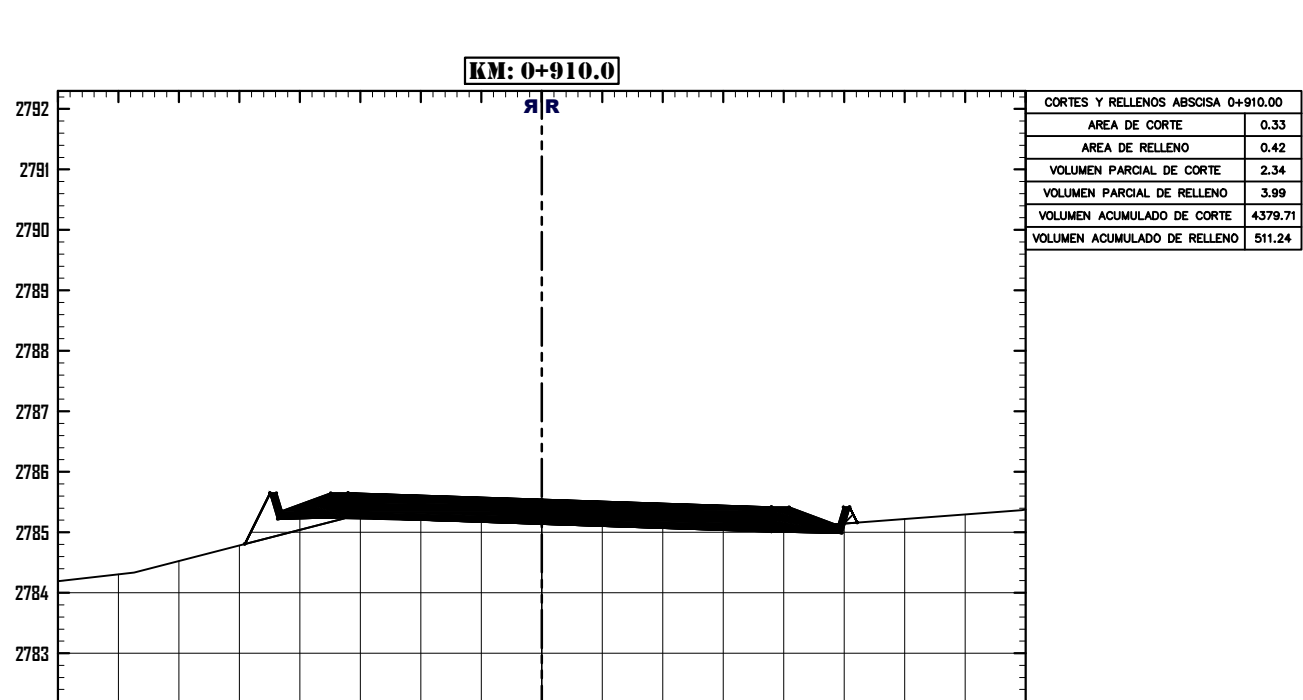
CORTE Y RELLENO AREOLA TUBO 0.0
ÁREA DE CORTE
ÁREA DE RELLENO
VOLUMEN PARALELO DE CORTE
VOLUMEN PARALELO DE RELLENO
VOLUMEN ADJUSTADO DE CORTE
VOLUMEN ADJUSTADO DE RELLENO



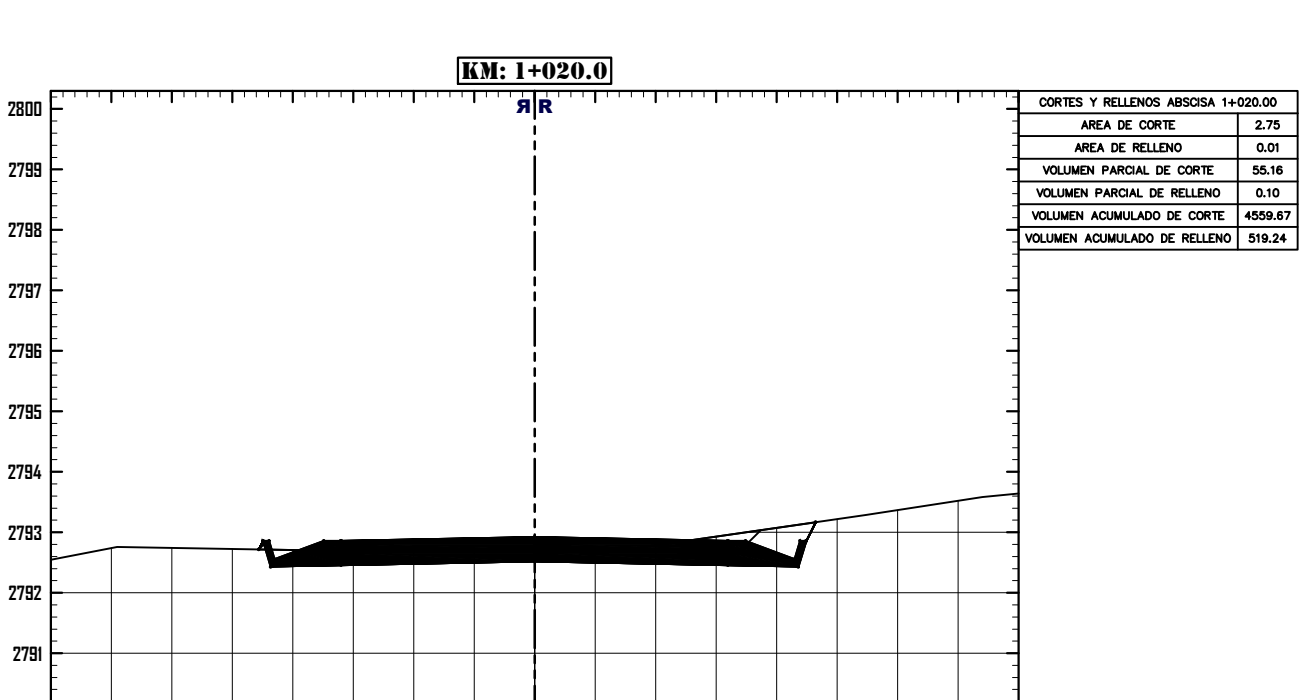
CORTE Y RELLENO AREOLA TUBO 0.0
ÁREA DE CORTE
ÁREA DE RELLENO
VOLUMEN PARALELO DE CORTE
VOLUMEN PARALELO DE RELLENO
VOLUMEN ADJUSTADO DE CORTE
VOLUMEN ADJUSTADO DE RELLENO



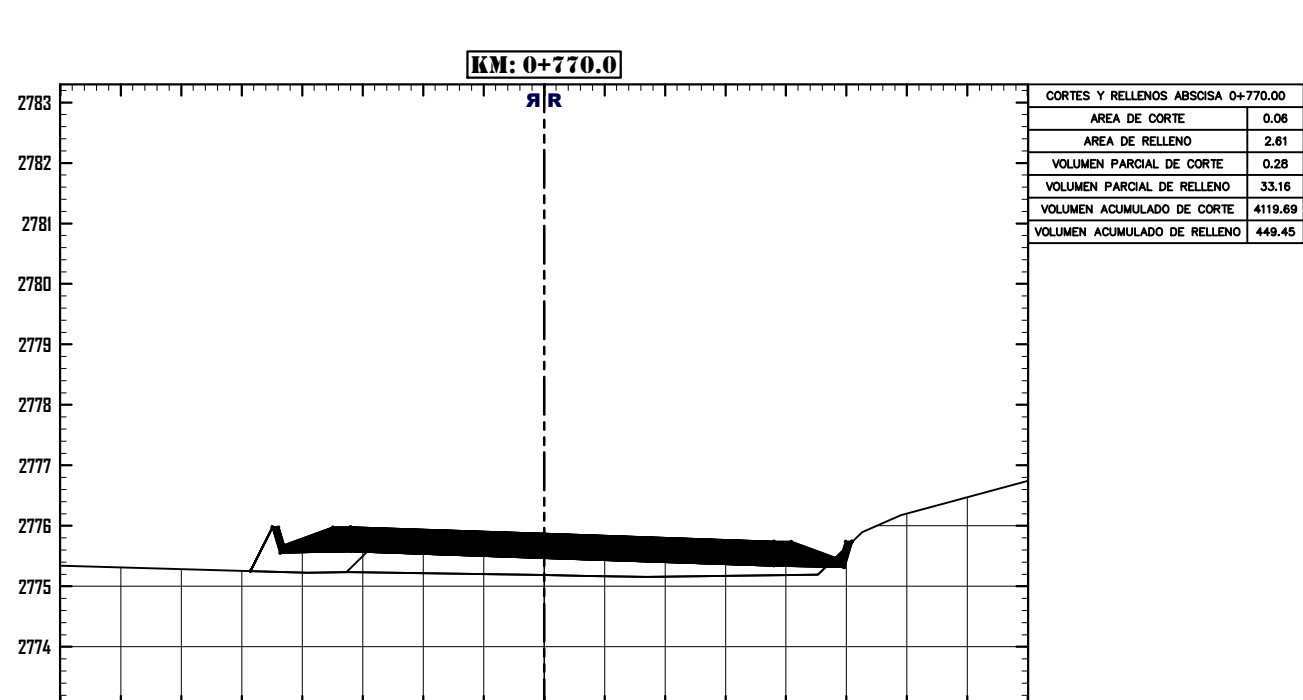
CORTE Y RELLENO AREOLA TUBO 0.0
ÁREA DE CORTE
ÁREA DE RELLENO
VOLUMEN PARALELO DE CORTE
VOLUMEN PARALELO DE RELLENO
VOLUMEN ADJUSTADO DE CORTE
VOLUMEN ADJUSTADO DE RELLENO



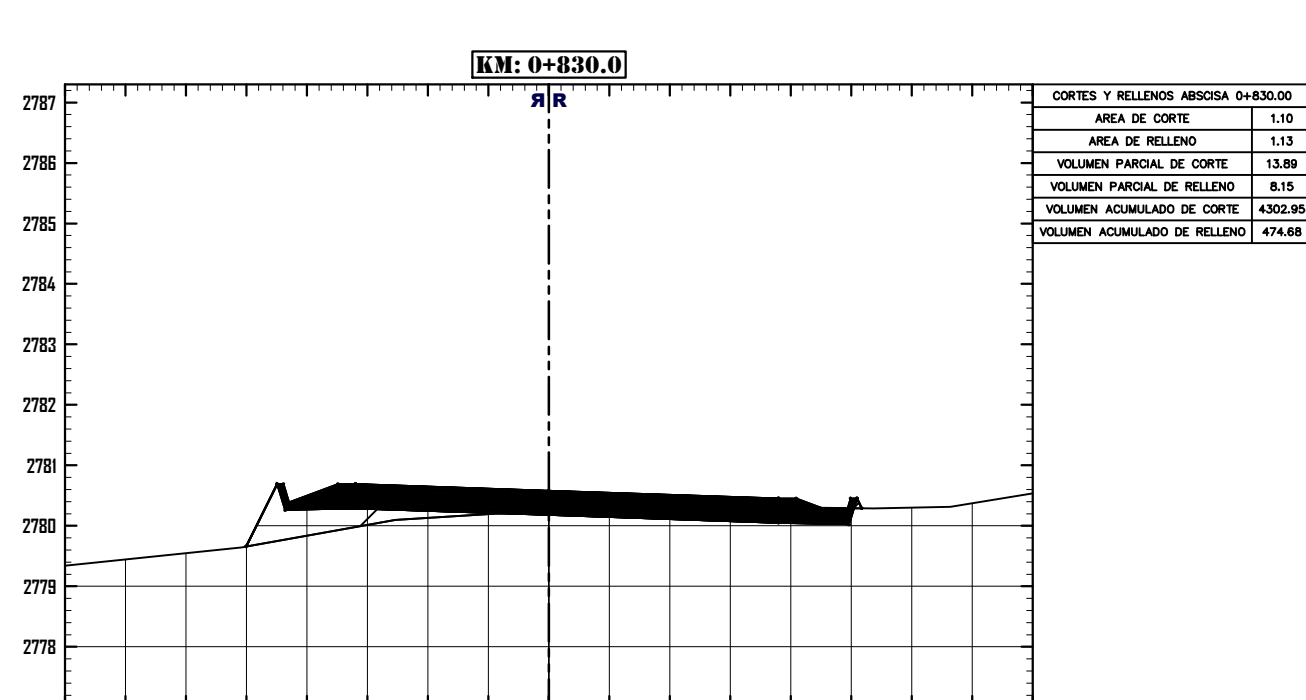
CORTE Y RELLENO AREOLA TUBO 0.0
ÁREA DE CORTE
ÁREA DE RELLENO
VOLUMEN PARALELO DE CORTE
VOLUMEN PARALELO DE RELLENO
VOLUMEN ADJUSTADO DE CORTE
VOLUMEN ADJUSTADO DE RELLENO



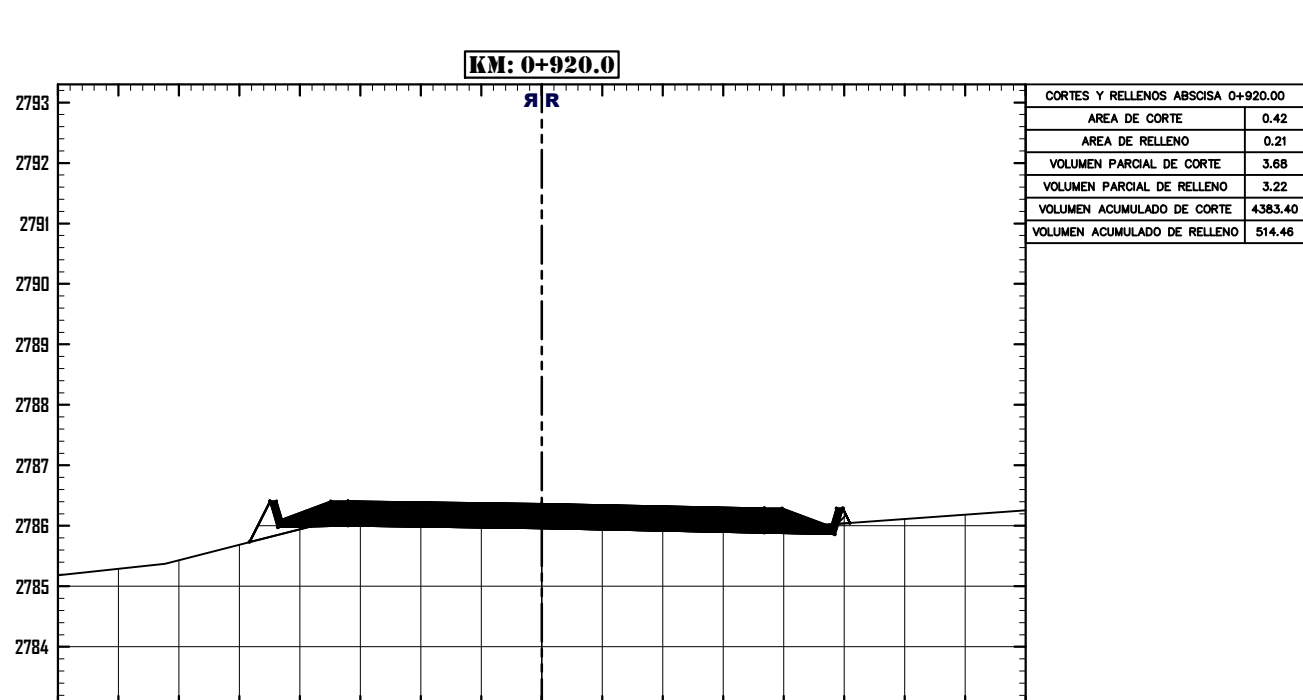
CORTE Y RELLENO AREOLA TUBO 0.0
ÁREA DE CORTE
ÁREA DE RELLENO
VOLUMEN PARALELO DE CORTE
VOLUMEN PARALELO DE RELLENO
VOLUMEN ADJUSTADO DE CORTE
VOLUMEN ADJUSTADO DE RELLENO



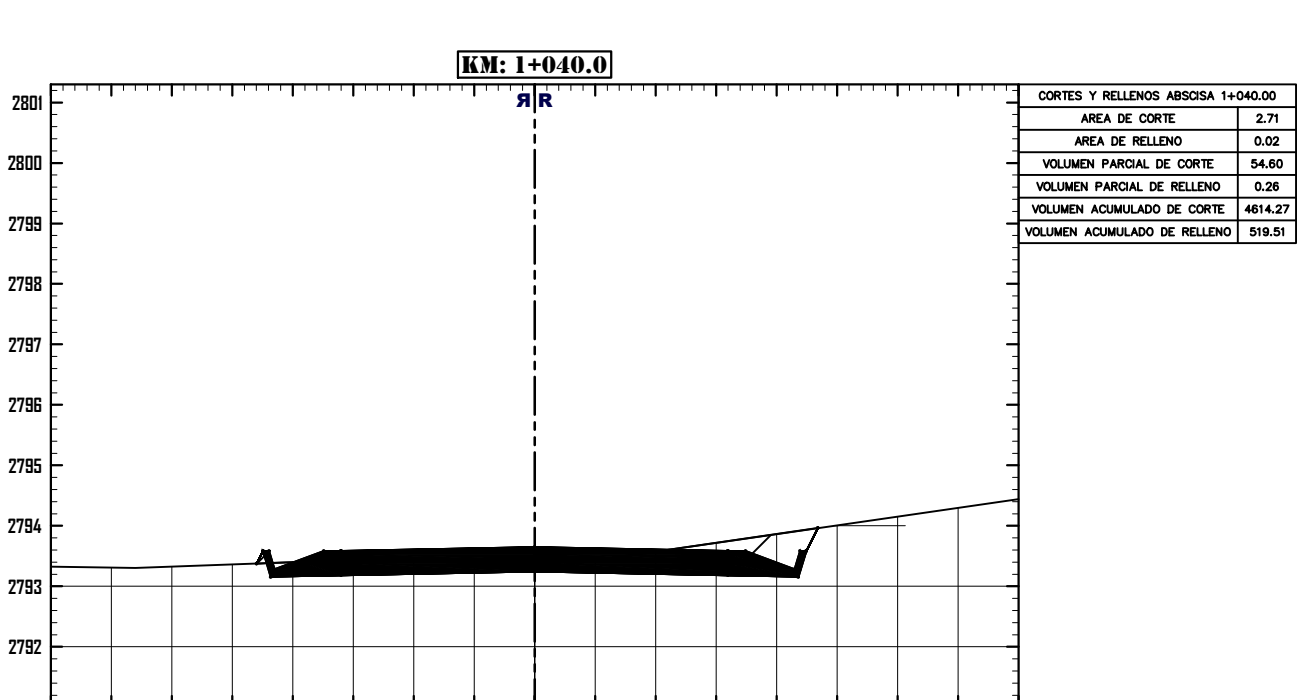
CORTE Y RELLENO AREOLA TUBO 0.0
ÁREA DE CORTE
ÁREA DE RELLENO
VOLUMEN PARALELO DE CORTE
VOLUMEN PARALELO DE RELLENO
VOLUMEN ADJUSTADO DE CORTE
VOLUMEN ADJUSTADO DE RELLENO



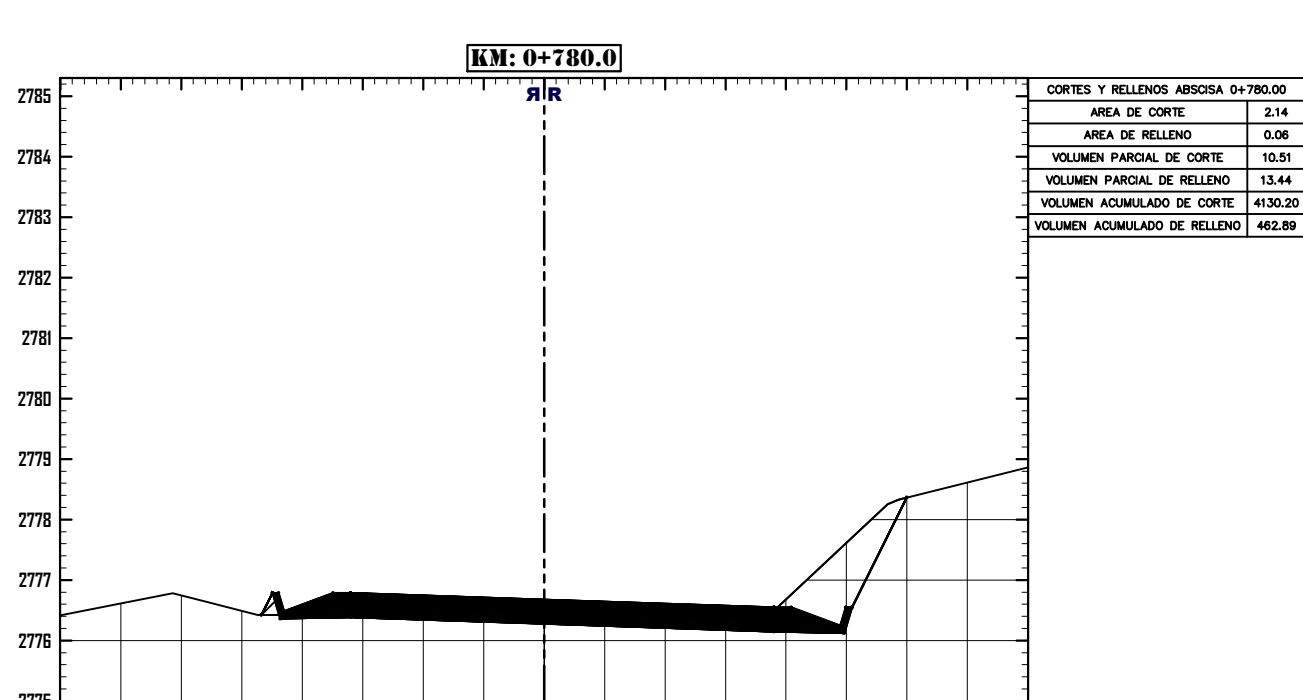
CORTE Y RELLENO AREOLA TUBO 0.0
ÁREA DE CORTE
ÁREA DE RELLENO
VOLUMEN PARALELO DE CORTE
VOLUMEN PARALELO DE RELLENO
VOLUMEN ADJUSTADO DE CORTE
VOLUMEN ADJUSTADO DE RELLENO



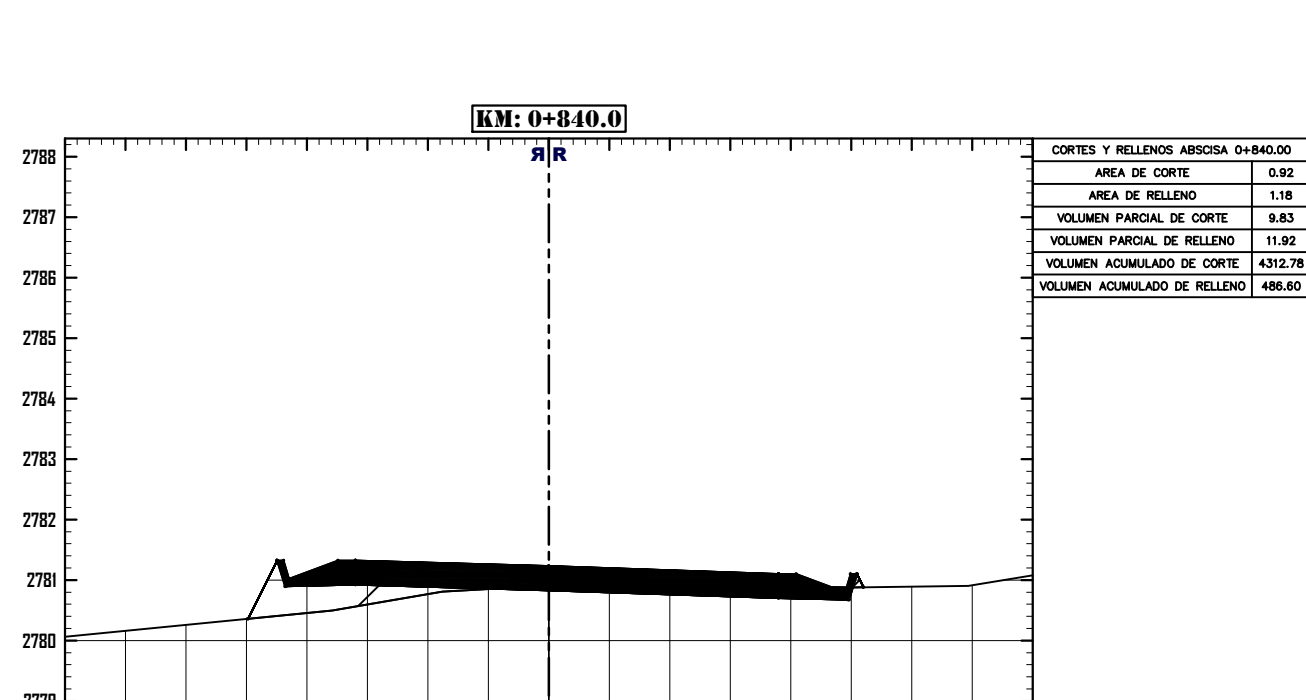
CORTE Y RELLENO AREOLA TUBO 0.0
ÁREA DE CORTE
ÁREA DE RELLENO
VOLUMEN PARALELO DE CORTE
VOLUMEN PARALELO DE RELLENO
VOLUMEN ADJUSTADO DE CORTE
VOLUMEN ADJUSTADO DE RELLENO



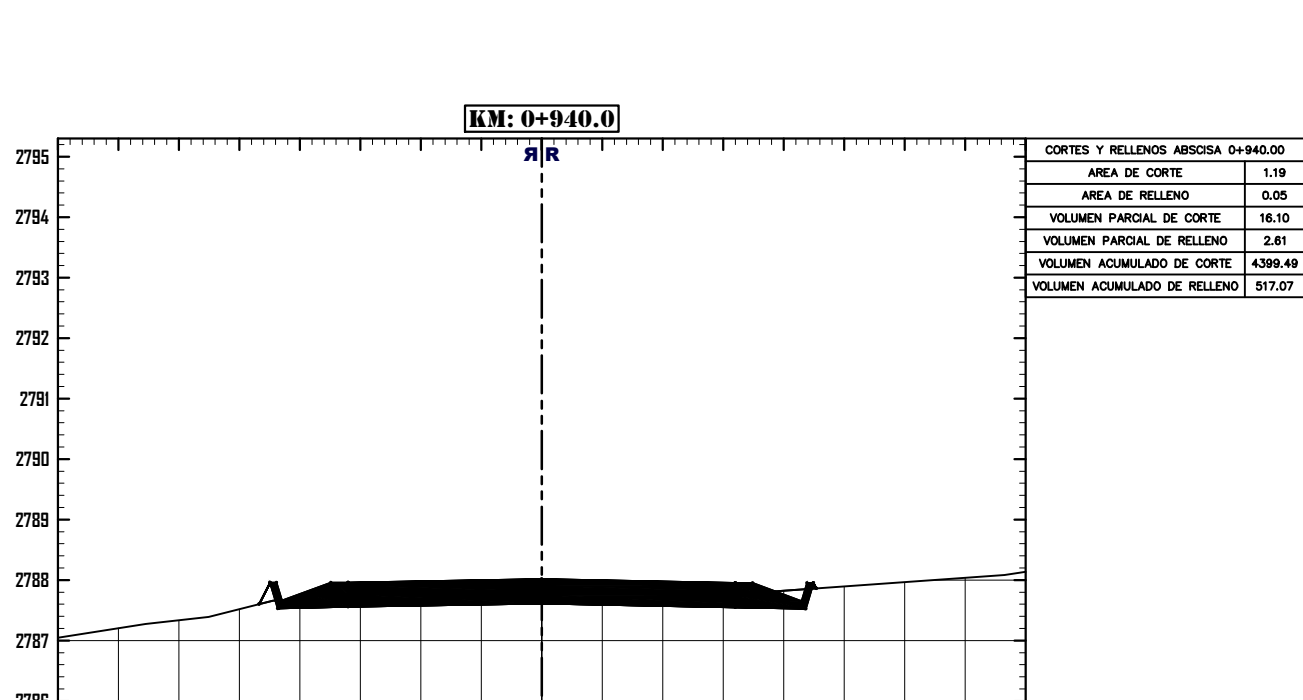
CORTE Y RELLENO AREOLA TUBO 0.0
ÁREA DE CORTE
ÁREA DE RELLENO
VOLUMEN PARALELO DE CORTE
VOLUMEN PARALELO DE RELLENO
VOLUMEN ADJUSTADO DE CORTE
VOLUMEN ADJUSTADO DE RELLENO



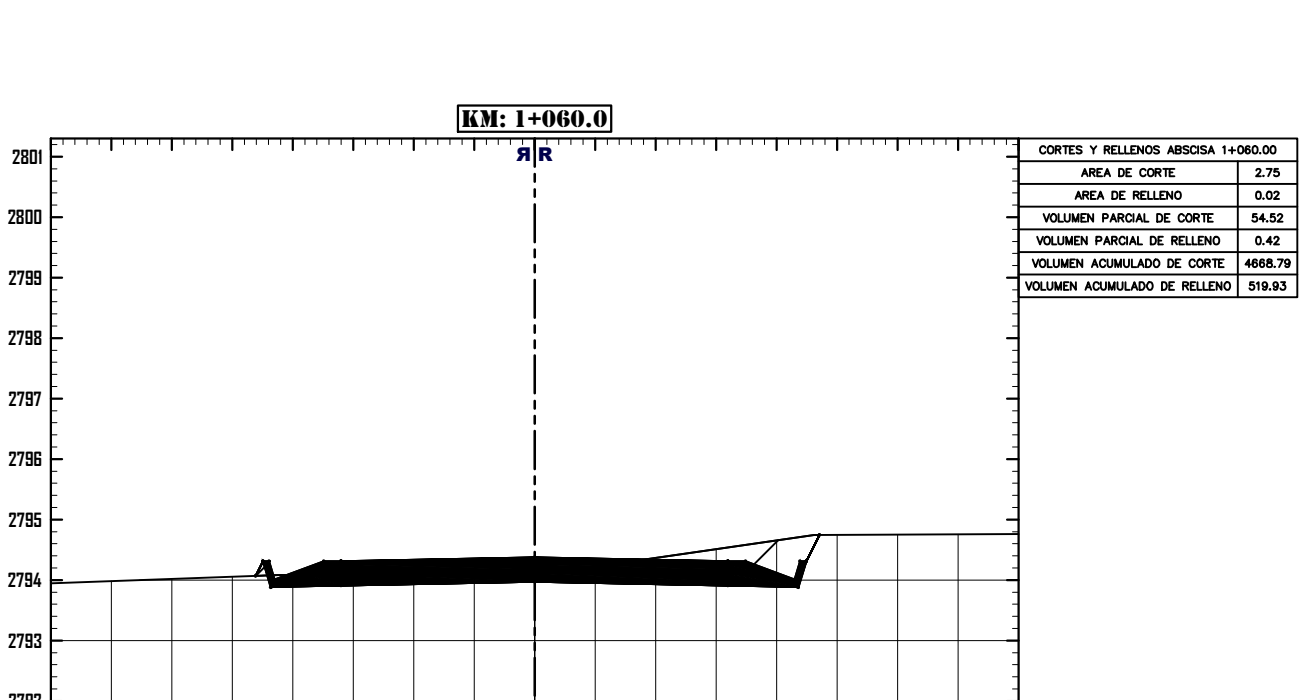
CORTE Y RELLENO AREOLA TUBO 0.0
ÁREA DE CORTE
ÁREA DE RELLENO
VOLUMEN PARALELO DE CORTE
VOLUMEN PARALELO DE RELLENO
VOLUMEN ADJUSTADO DE CORTE
VOLUMEN ADJUSTADO DE RELLENO



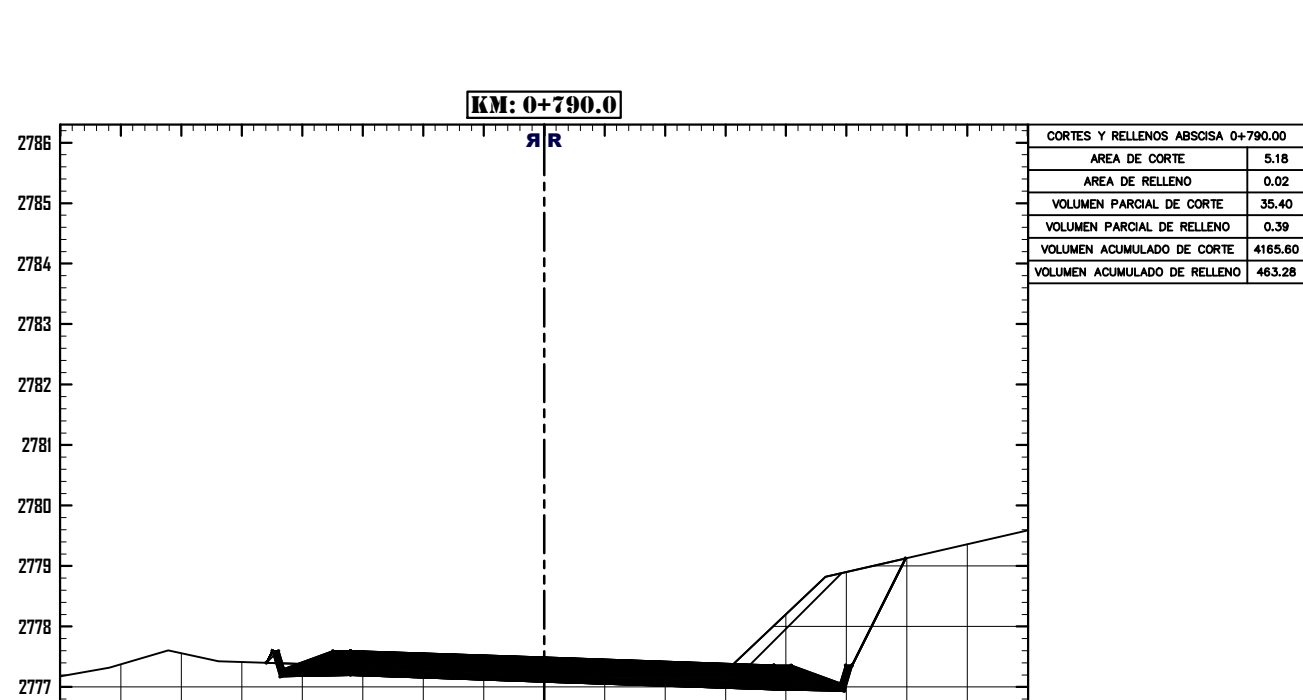
CORTE Y RELLENO AREOLA TUBO 0.0
ÁREA DE CORTE
ÁREA DE RELLENO
VOLUMEN PARALELO DE CORTE
VOLUMEN PARALELO DE RELLENO
VOLUMEN ADJUSTADO DE CORTE
VOLUMEN ADJUSTADO DE RELLENO



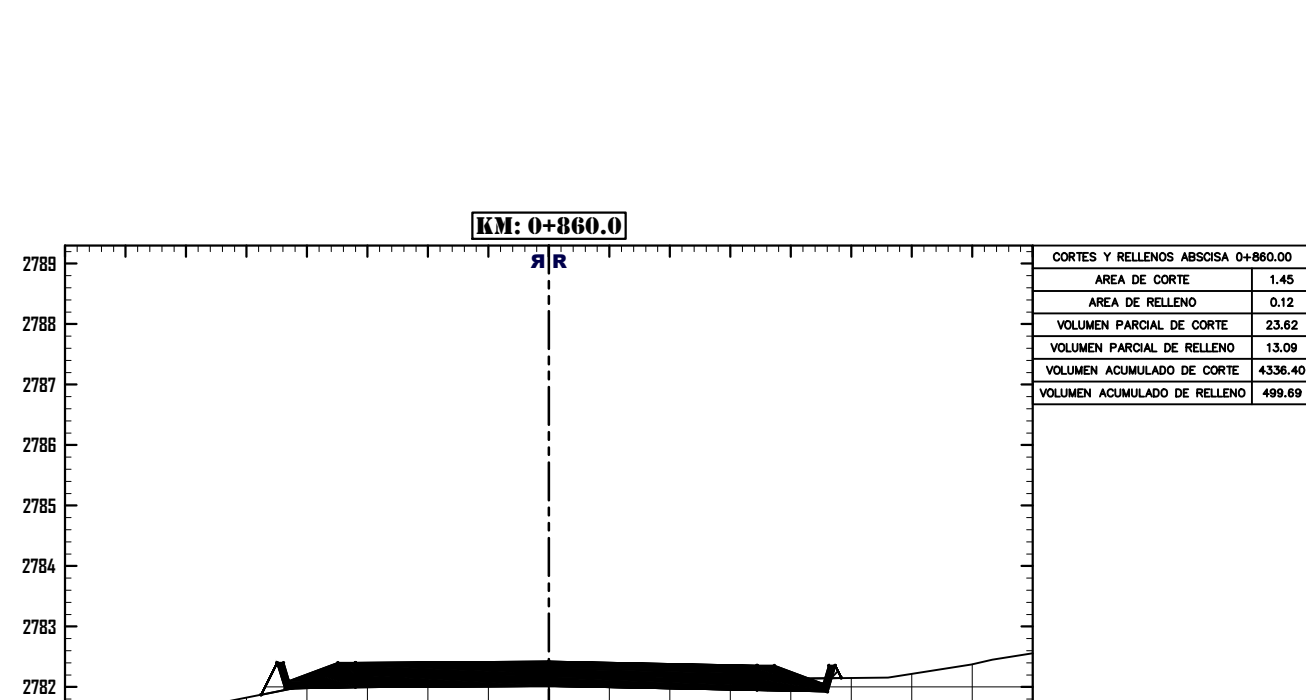
CORTE Y RELLENO AREOLA TUBO 0.0
ÁREA DE CORTE
ÁREA DE RELLENO
VOLUMEN PARALELO DE CORTE
VOLUMEN PARALELO DE RELLENO
VOLUMEN ADJUSTADO DE CORTE
VOLUMEN ADJUSTADO DE RELLENO



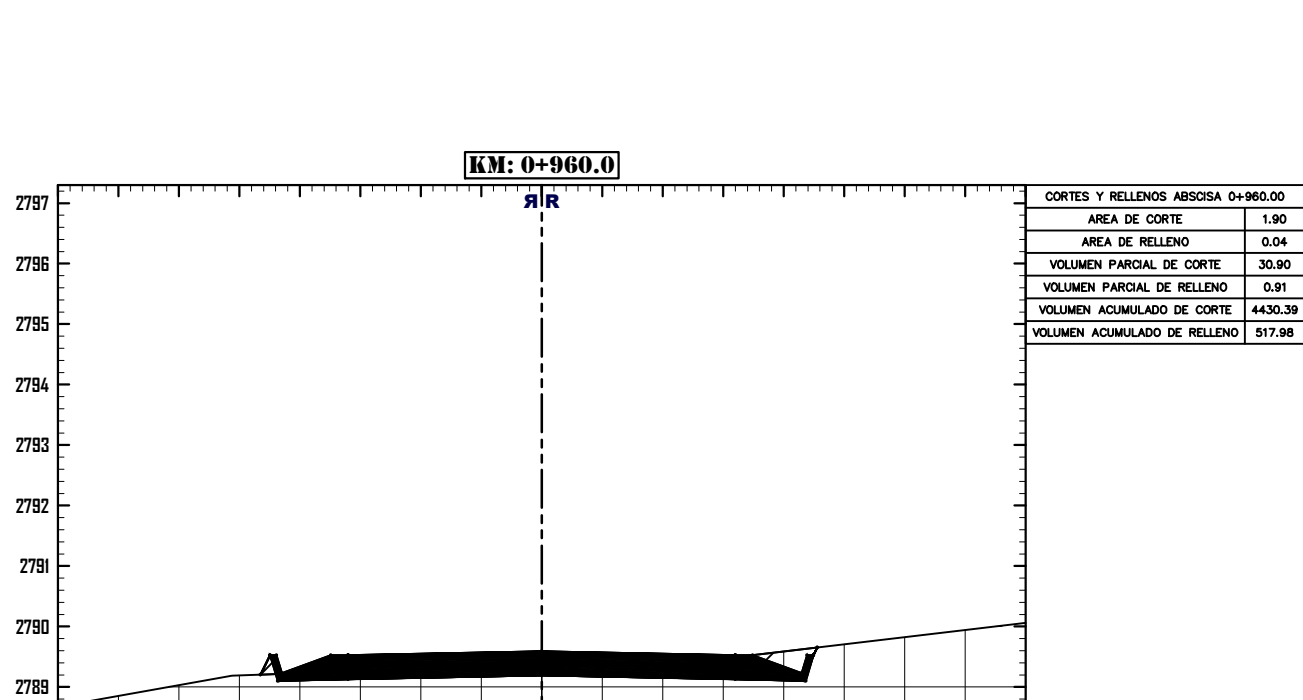
CORTE Y RELLENO AREOLA TUBO 0.0
ÁREA DE CORTE
ÁREA DE RELLENO
VOLUMEN PARALELO DE CORTE
VOLUMEN PARALELO DE RELLENO
VOLUMEN ADJUSTADO DE CORTE
VOLUMEN ADJUSTADO DE RELLENO



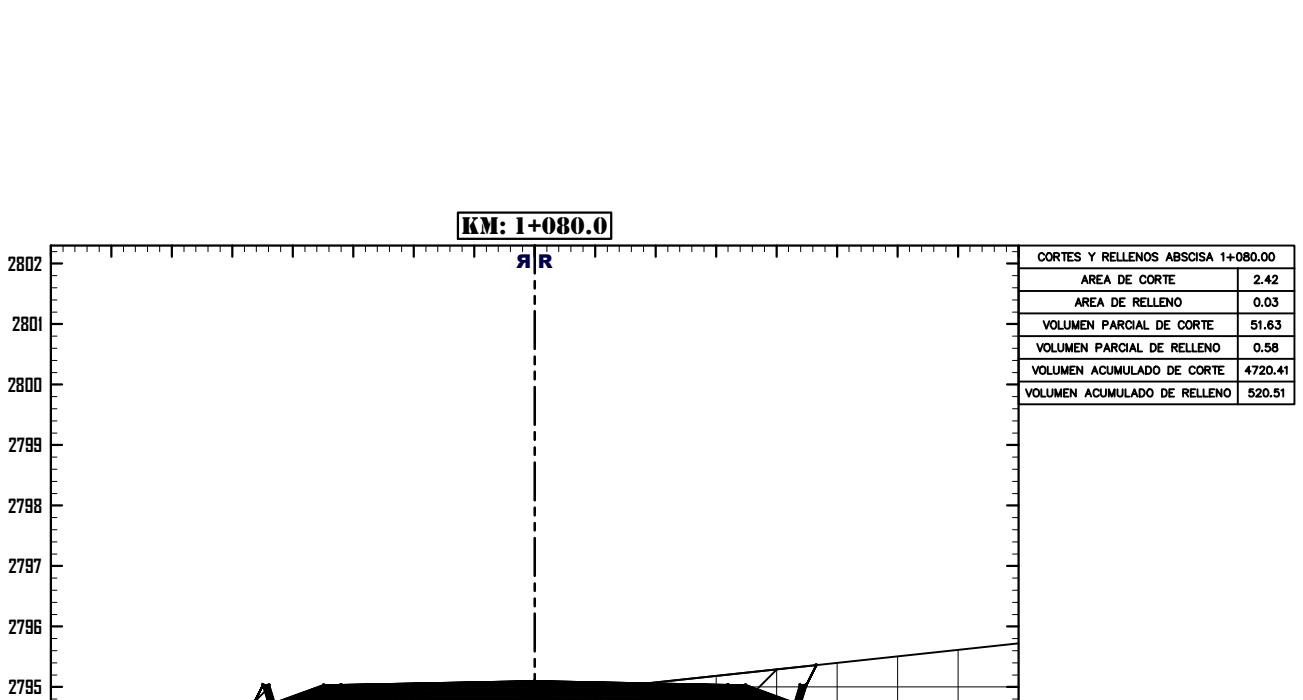
CORTE Y RELLENO AREOLA TUBO 0.0
ÁREA DE CORTE
ÁREA DE RELLENO
VOLUMEN PARALELO DE CORTE
VOLUMEN PARALELO DE RELLENO
VOLUMEN ADJUSTADO DE CORTE
VOLUMEN ADJUSTADO DE RELLENO



CORTE Y RELLENO AREOLA TUBO 0.0
ÁREA DE CORTE
ÁREA DE RELLENO
VOLUMEN PARALELO DE CORTE
VOLUMEN PARALELO DE RELLENO
VOLUMEN ADJUSTADO DE CORTE
VOLUMEN ADJUSTADO DE RELLENO



CORTE Y RELLENO AREOLA TUBO 0.0
ÁREA DE CORTE
ÁREA DE RELLENO
VOLUMEN PARALELO DE CORTE
VOLUMEN PARALELO DE RELLENO
VOLUMEN ADJUSTADO DE CORTE
VOLUMEN ADJUSTADO DE RELLENO



CORTE Y RELLENO AREOLA TUBO 0.0
ÁREA DE CORTE
ÁREA DE RELLENO
VOLUMEN PARALELO DE CORTE
VOLUMEN PARALELO DE RELLENO
VOLUMEN ADJUSTADO DE CORTE
VOLUMEN ADJUSTADO DE RELLENO



NOMBRE DEL PROYECTO:

DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA QUE UNE LOS SECTORES
SALACHE TIOBAMBA – E35 - SALACHE GRANDE, DEL CANTÓN
LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI.

CONTIENE:

SECCIONES TRANSVERSALES TRAMO I

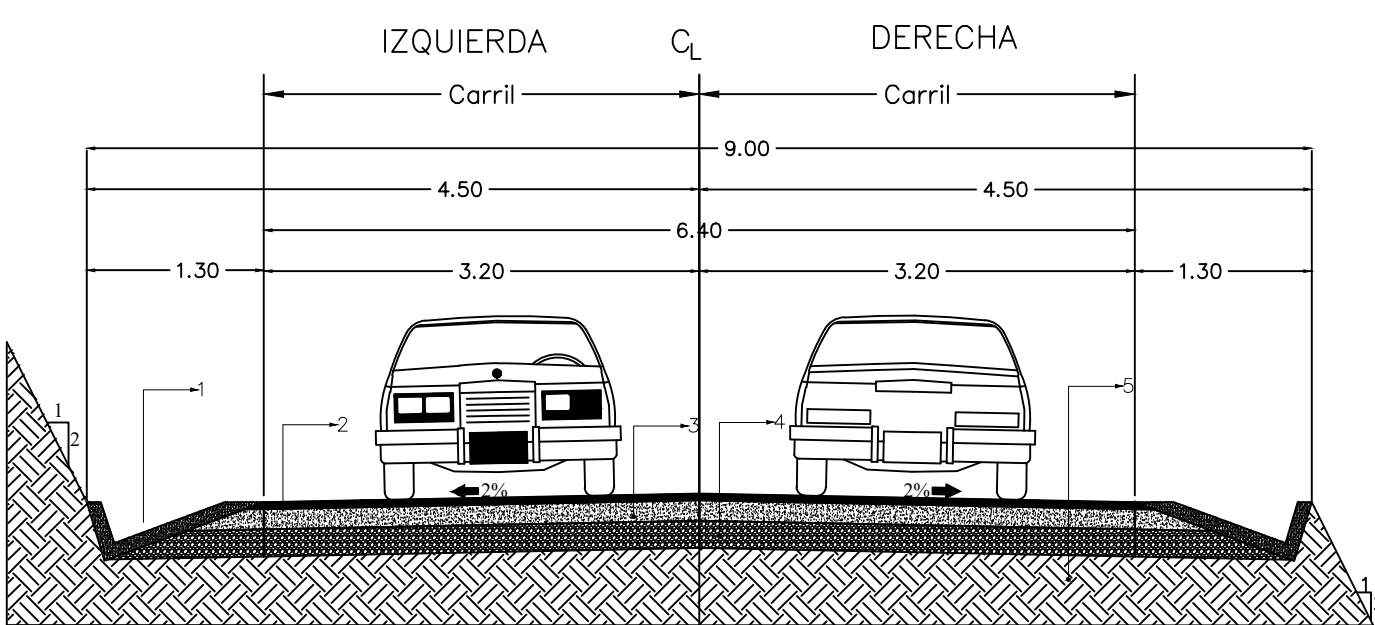
ELABORADO POR:

RAÚL PATRICIO TUCUMBI MILLINGALLI

REVISADO POR:

ING. MILTON RODRIGO ALDÁS SÁNCHEZ, PHD

SECCIÓN TÍPICA:



SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA I
CARRETERA CLASE III ONDULADO
ABS: 0+000.00 – 3+461.00

ESC: 1/50

- LEYENDA
- 1: CUNETA (f=180 kg/cm²)
 - 2: CARPETA ASFÁLTICA (e=5cm)
 - 3: BASE CLASE 4 (e=15cm)
 - 4: SUB-BASE CLASE 3 (e=20cm)
 - 5: SUELO NATURAL

COORDENADAS:

WGS-84
Proyección Cartográfica:UTM
ZONA: 17 SUR

LAMINA: A0

No° HOJA

9/16

ESCALA: 1:1000



NOMBRE DEL PROYECTO:

DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA QUE UNE LOS SECTORES
SALACHE TIOBAMBA – E35 - SALACHE GRANDE, DEL CANTÓN
LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI.

CONTIENE:

SECCIONES TRANSVERSALES TRAMO I

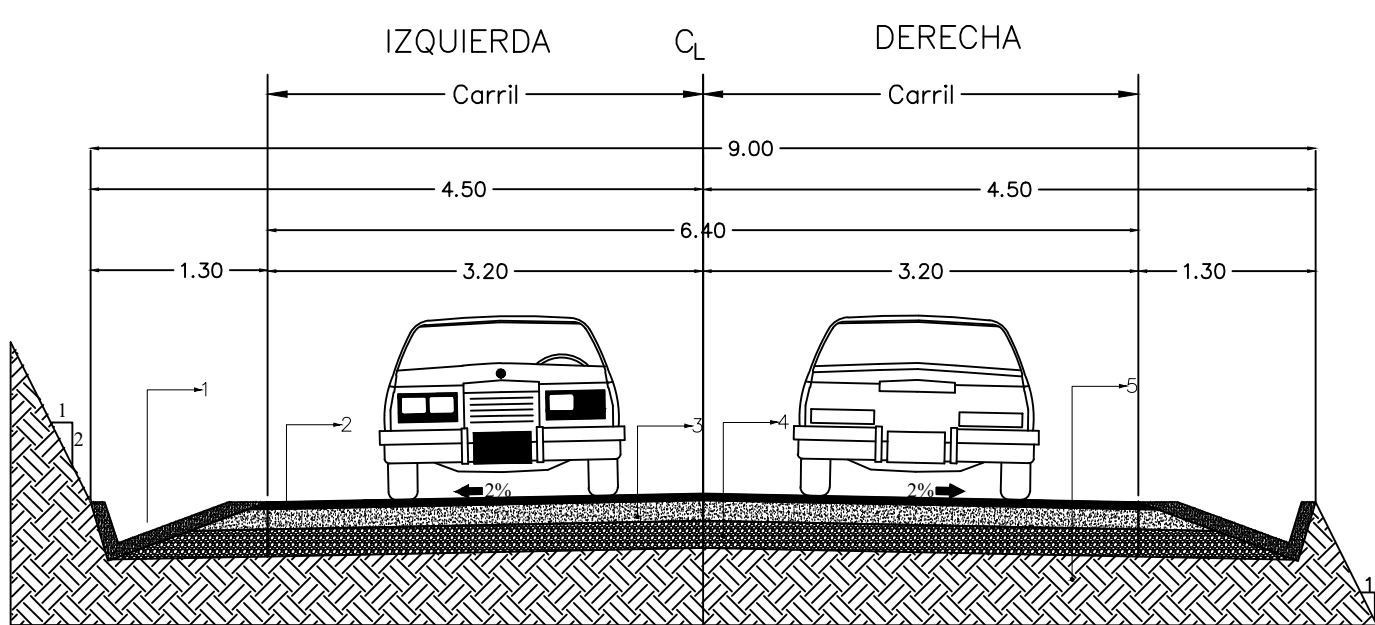
ELABORADO POR:

RAÚL PATRICIO TUCUMBI MILLINGALLI

REVISADO POR:

ING. MILTON RODRIGO ALDÁS SÁNCHEZ, PHD

SECCIÓN TÍPICA:



SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA I
CARRETERA CLASE III ONDULADO
ABS: 0+000.00 – 3+461.00

ESC: _____ 1/50

- LEYENDA
- 1: CUNETTA ($f=150 \text{ kg/cm}^2$)
 - 2: CARPETA ASFÁLTICA ($m=5\text{cm}$)
 - 3: BASE CLASE 4 ($m=15\text{cm}$)
 - 4: SUB-BASE CLASE 3 ($m=20\text{cm}$)
 - 5: SUELO NATURAL

COORDENADAS:

WGS-84
Proyección Cartográfica:UTM
ZONA: 17 SUR

LAMINA: A0

No° HOJA

10/16

ESCALA: 1:1000



NOMBRE DEL PROYECTO:

DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA QUE UNE LOS SECTORES
SALACHE TIOBAMBA – E35 - SALACHE GRANDE, DEL CANTÓN
LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI.

CONTIENE:

SECCIONES TRANSVERSALES TRAMO I

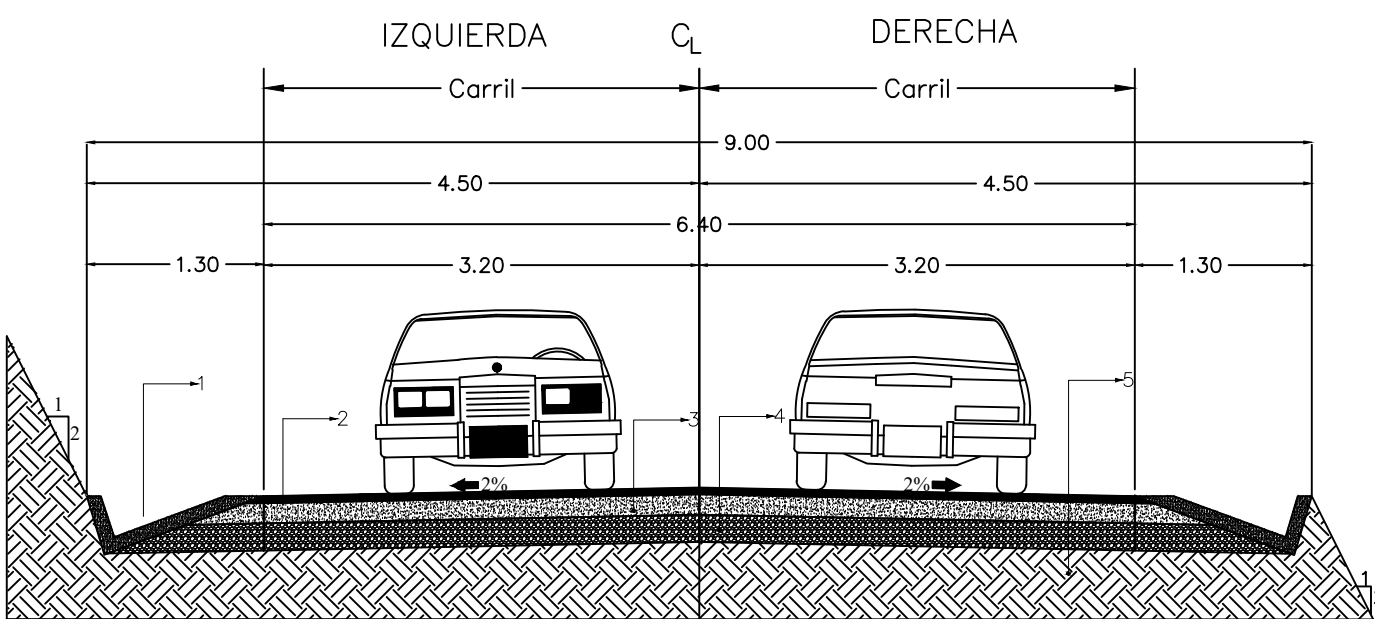
ELABORADO POR:

RAÚL PATRICIO TUCUMBI MILLINGALLI

REVISADO POR:

ING. MILTON RODRIGO ALDÁS SÁNCHEZ, PHD

SECCIÓN TÍPICA:



SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA I
CARRETERA CLASE III ONDULADO
ABS: 0+000.00 – 3+461.00

ESC: 1/50

- LEYENDA
- 1: CUNETA ($f=180$ kg/cm²)
 - 2: CARPETA ASFÁLTICA ($e=5$ cm)
 - 3: BASE CLASE 4 ($e=15$ cm)
 - 4: SUB-BASE CLASE 3 ($e=20$ cm)
 - 5: SUELO NATURAL

COORDENADAS:

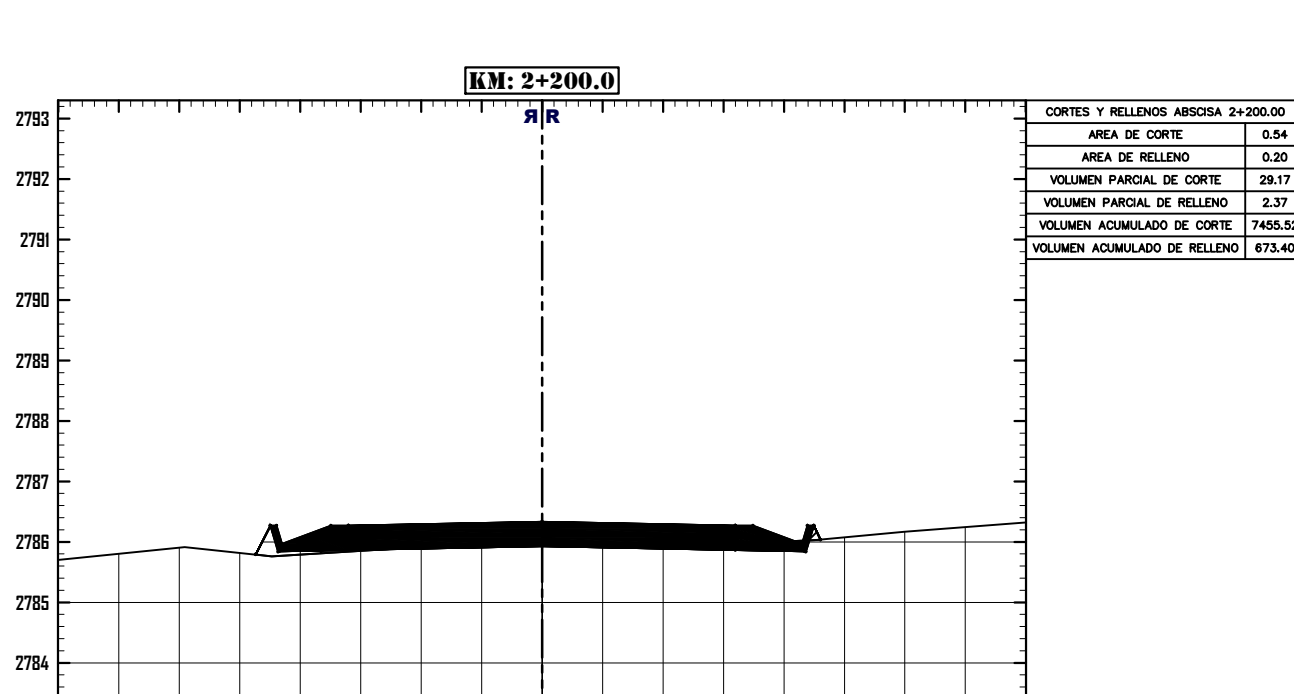
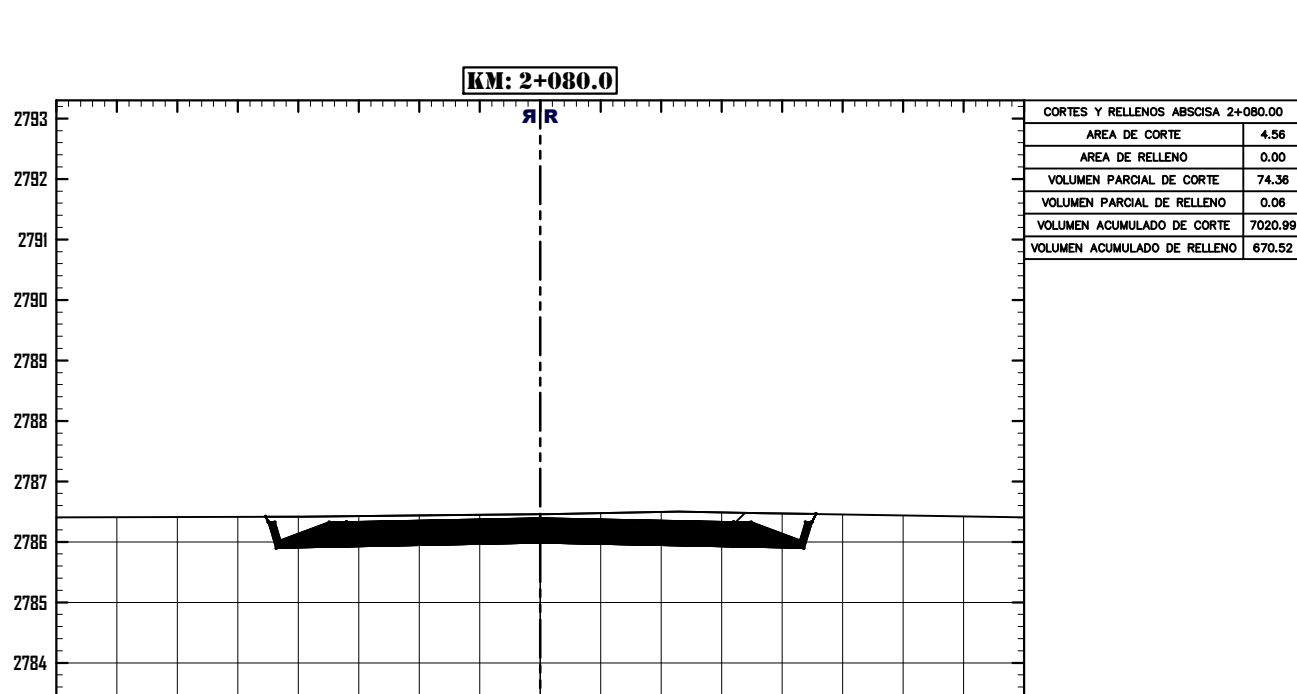
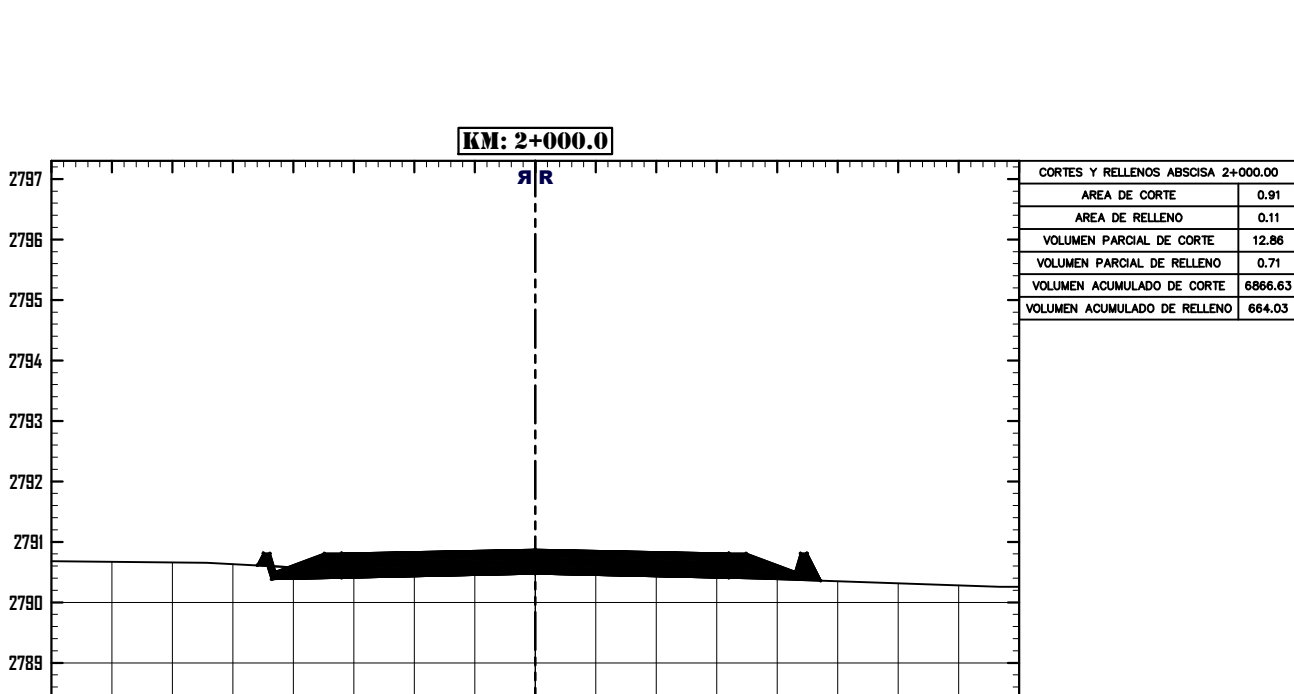
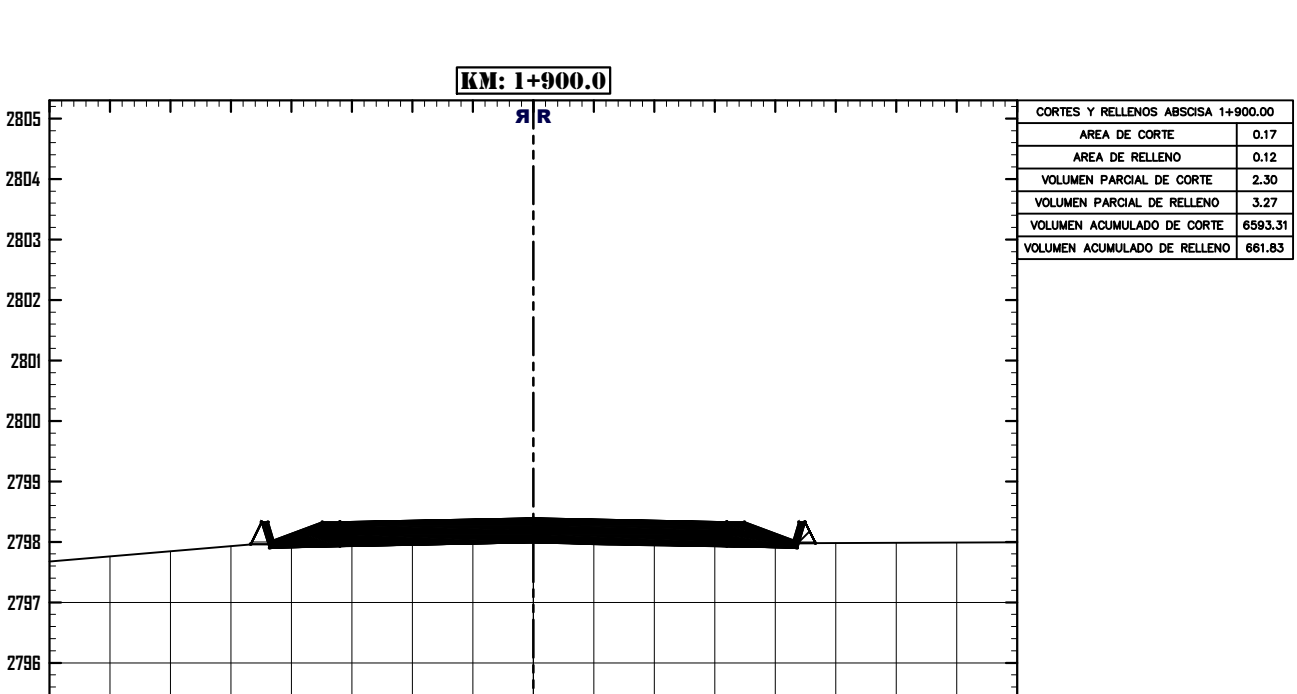
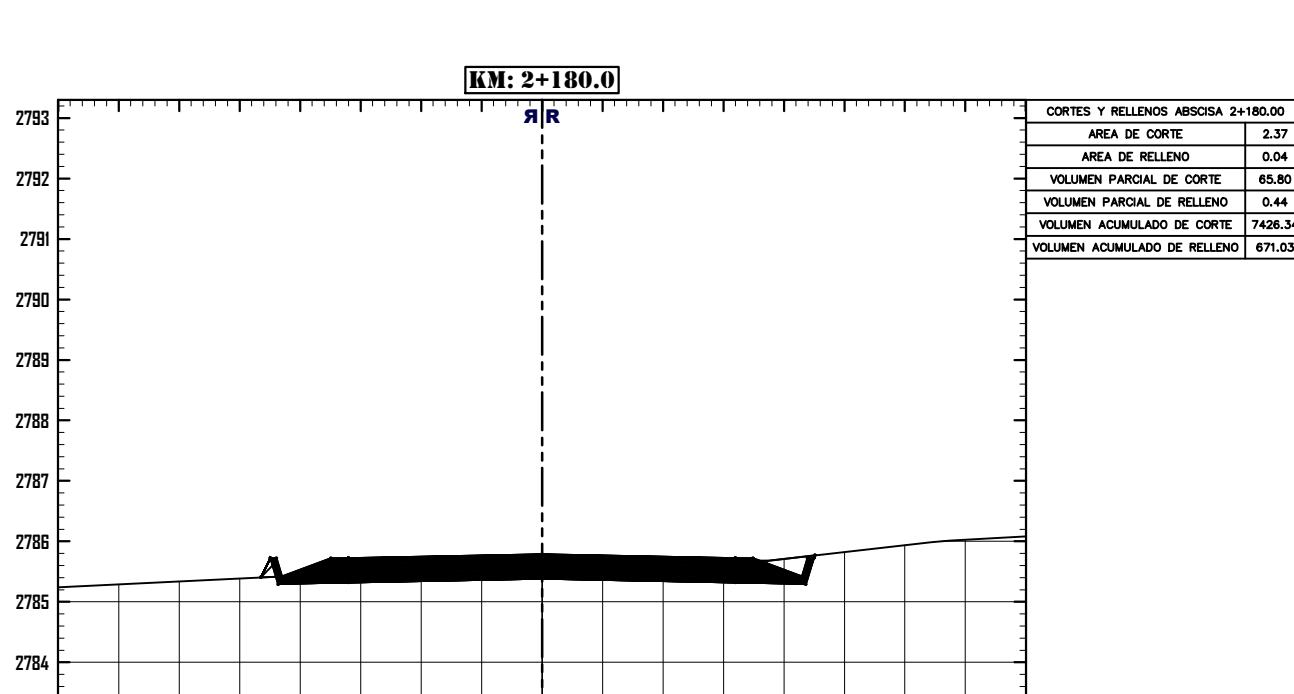
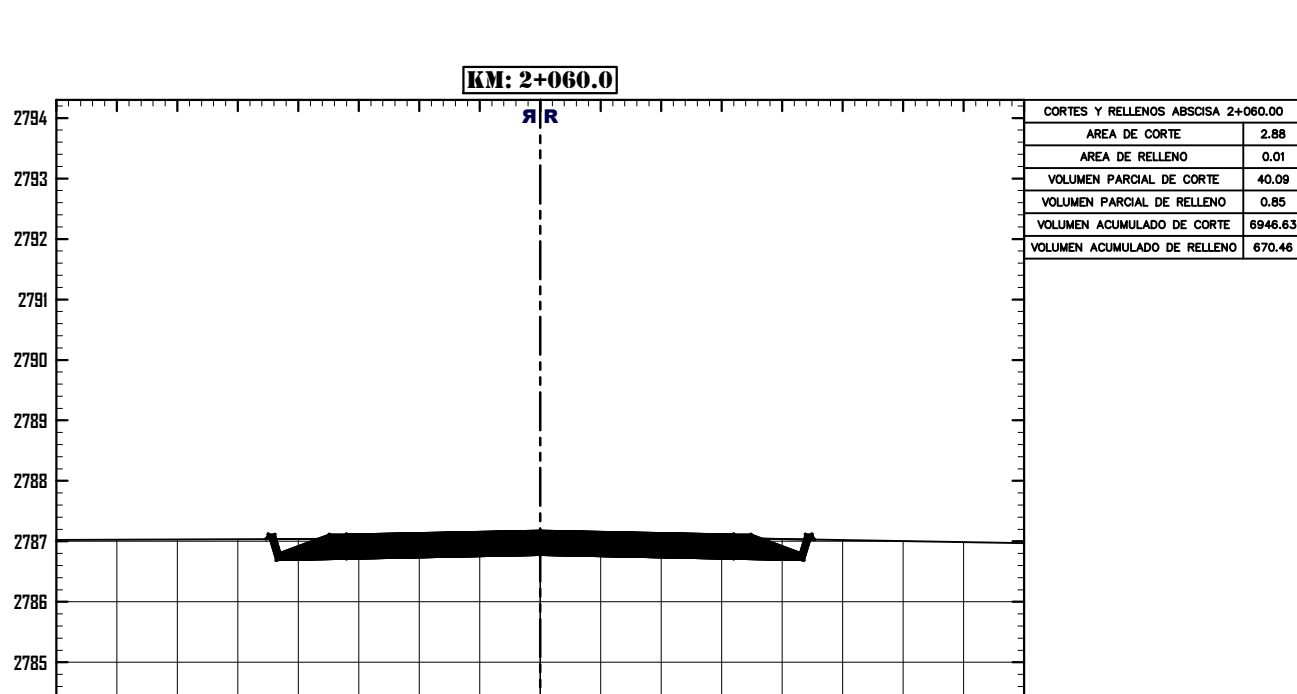
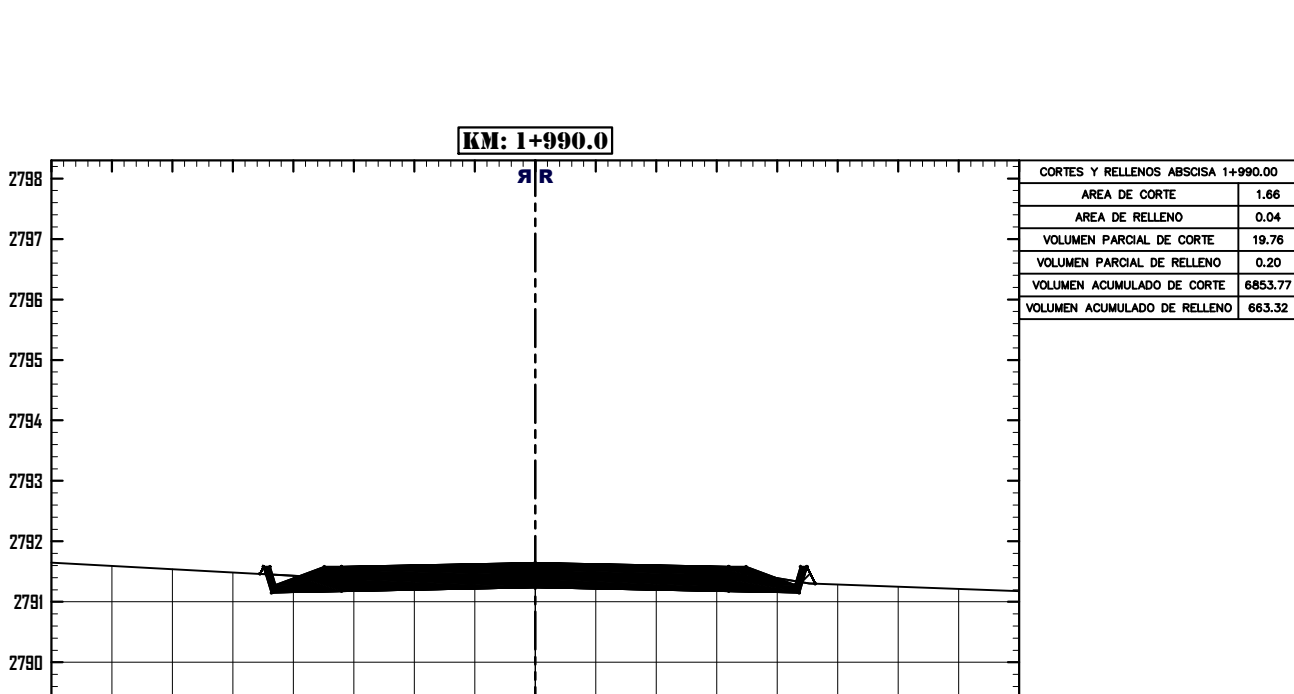
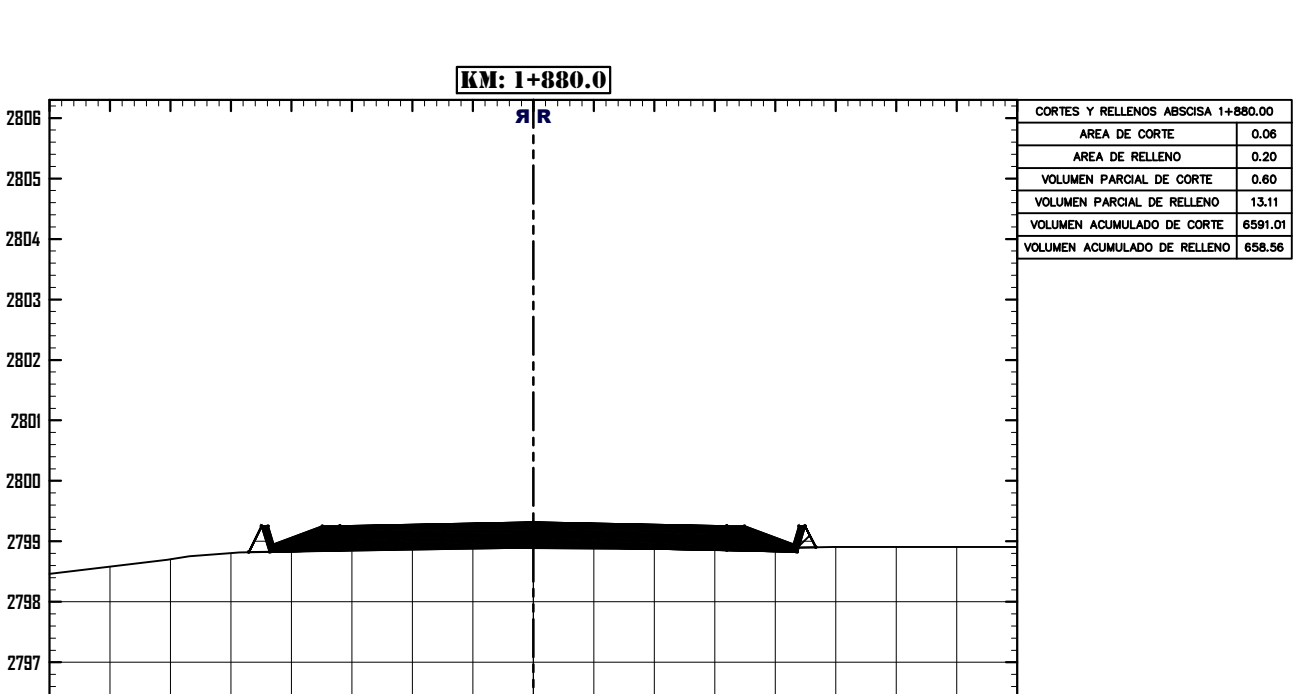
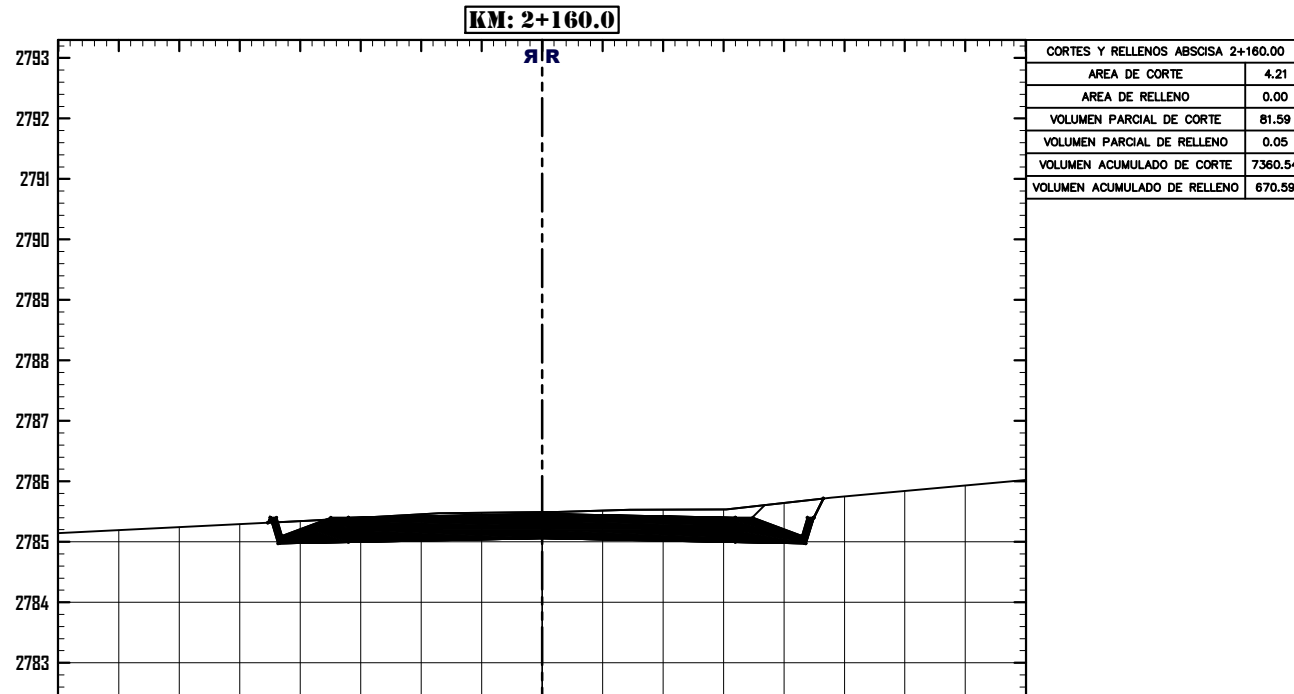
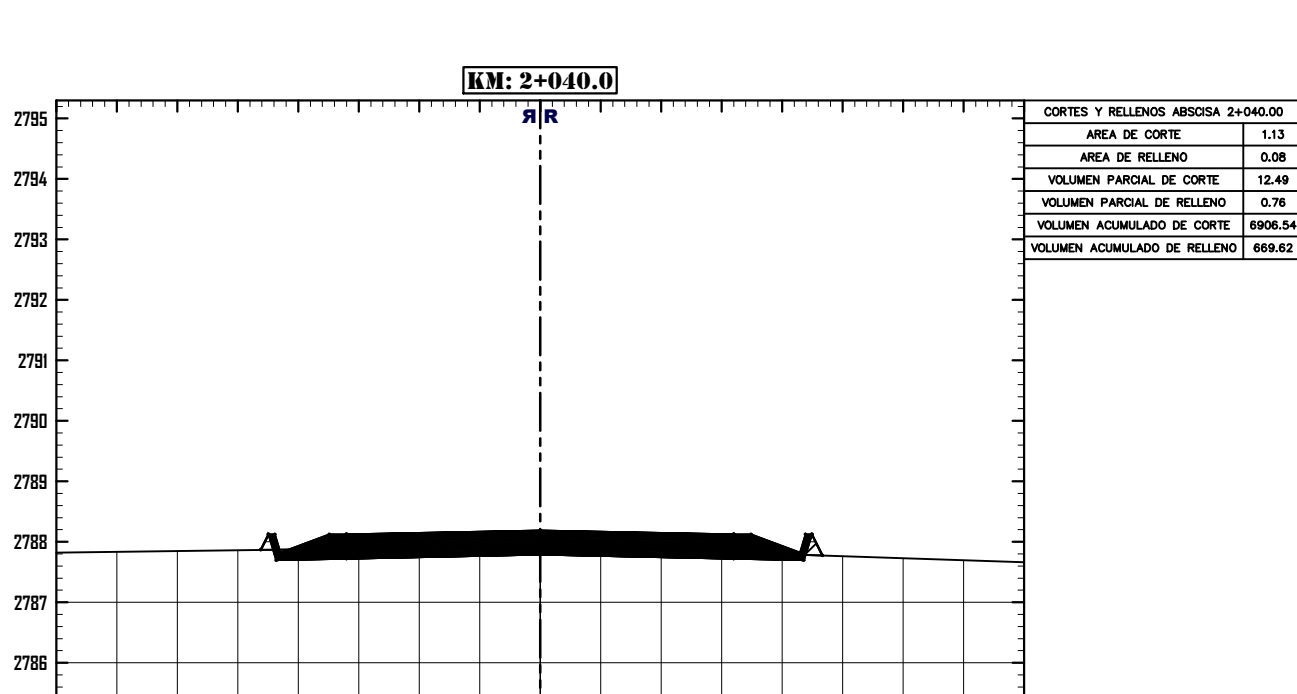
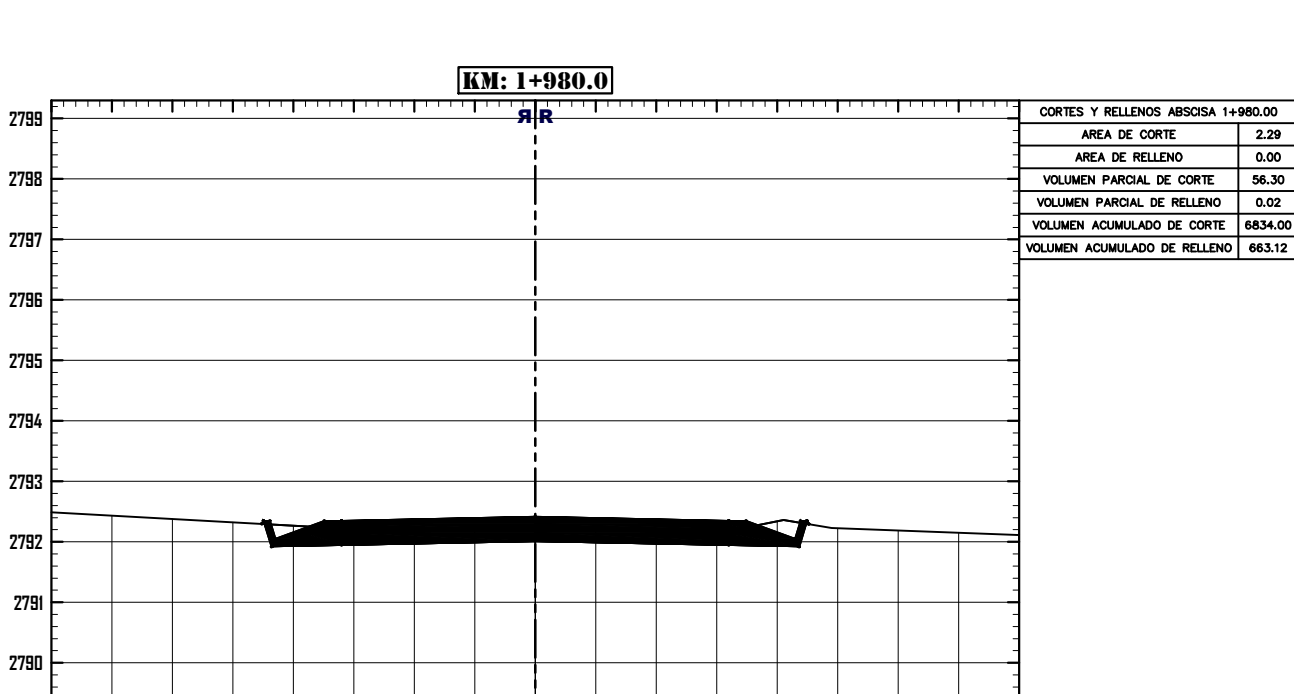
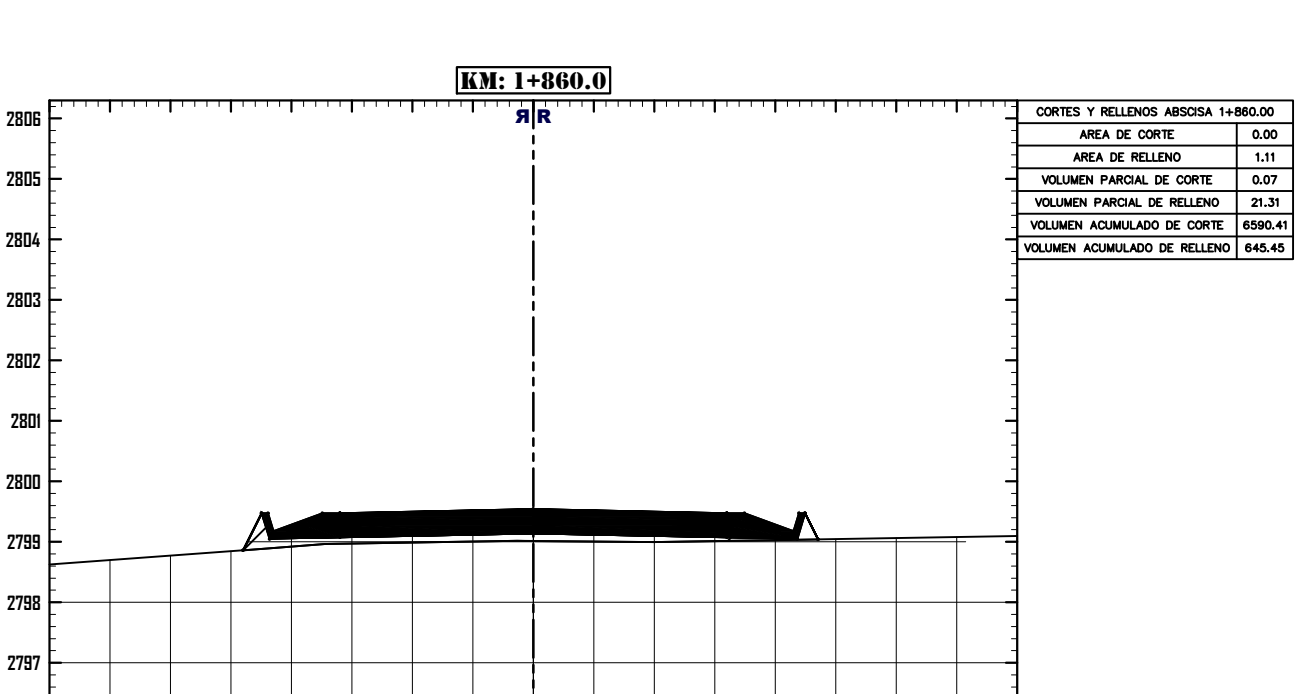
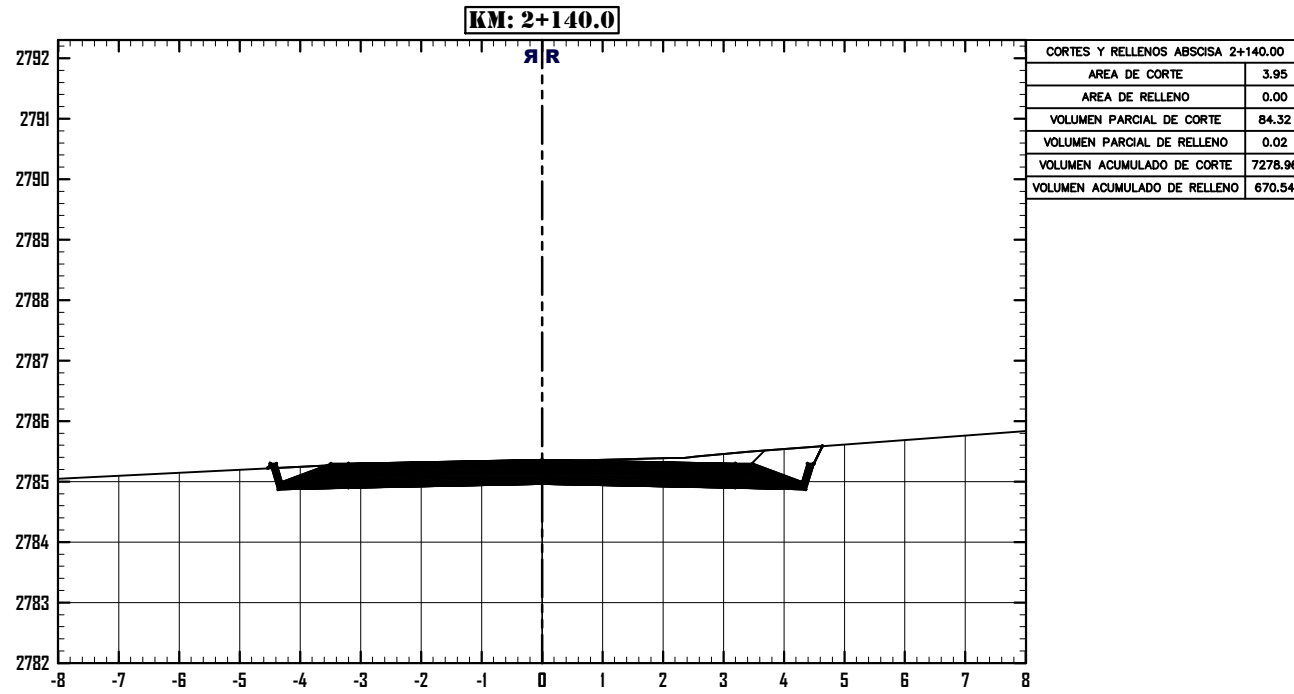
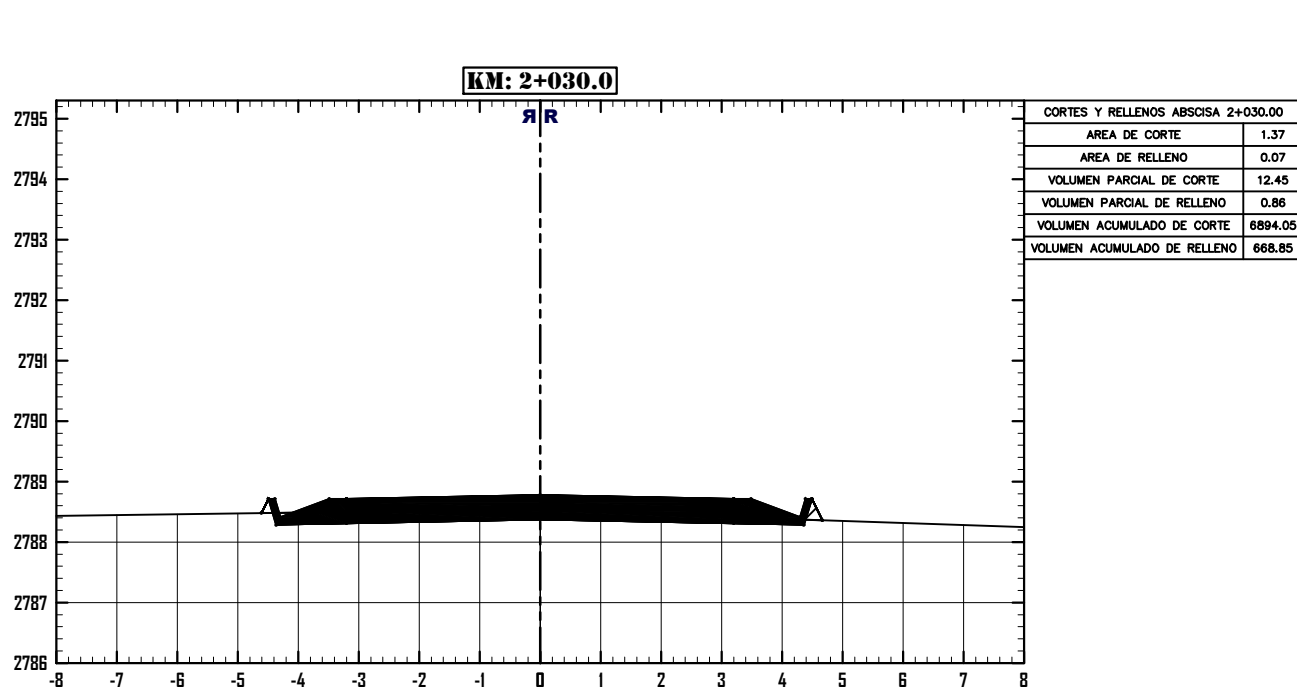
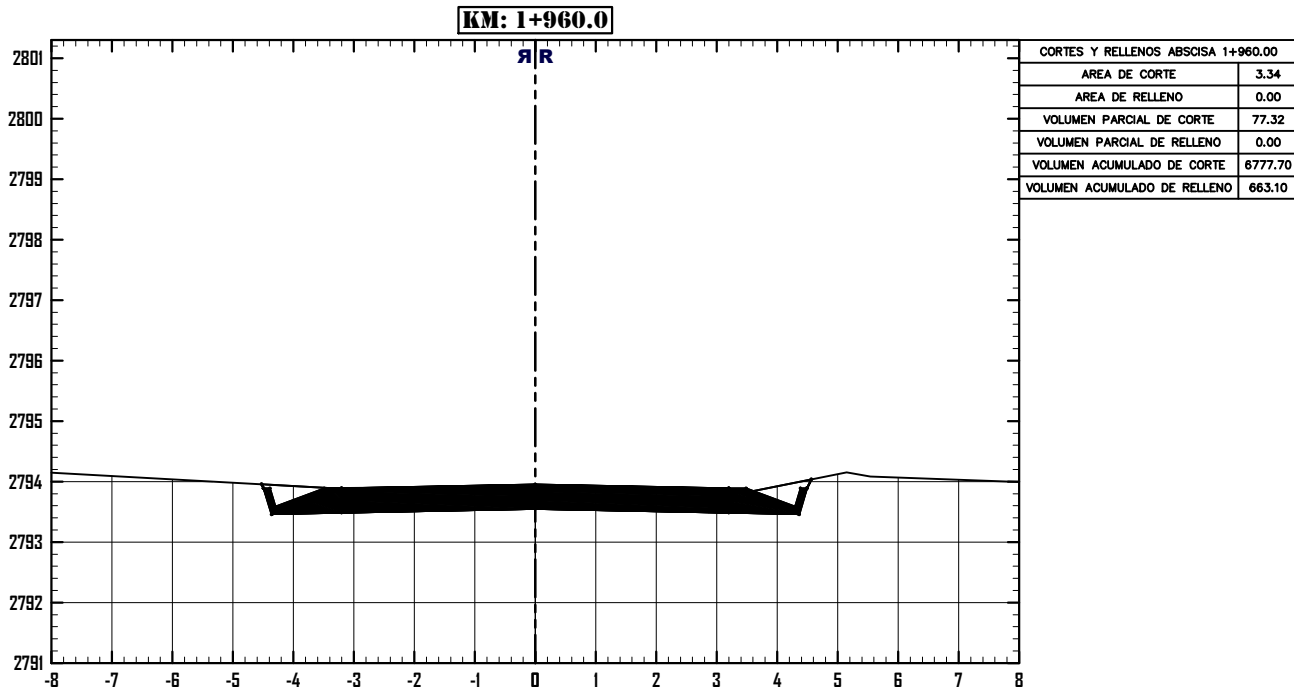
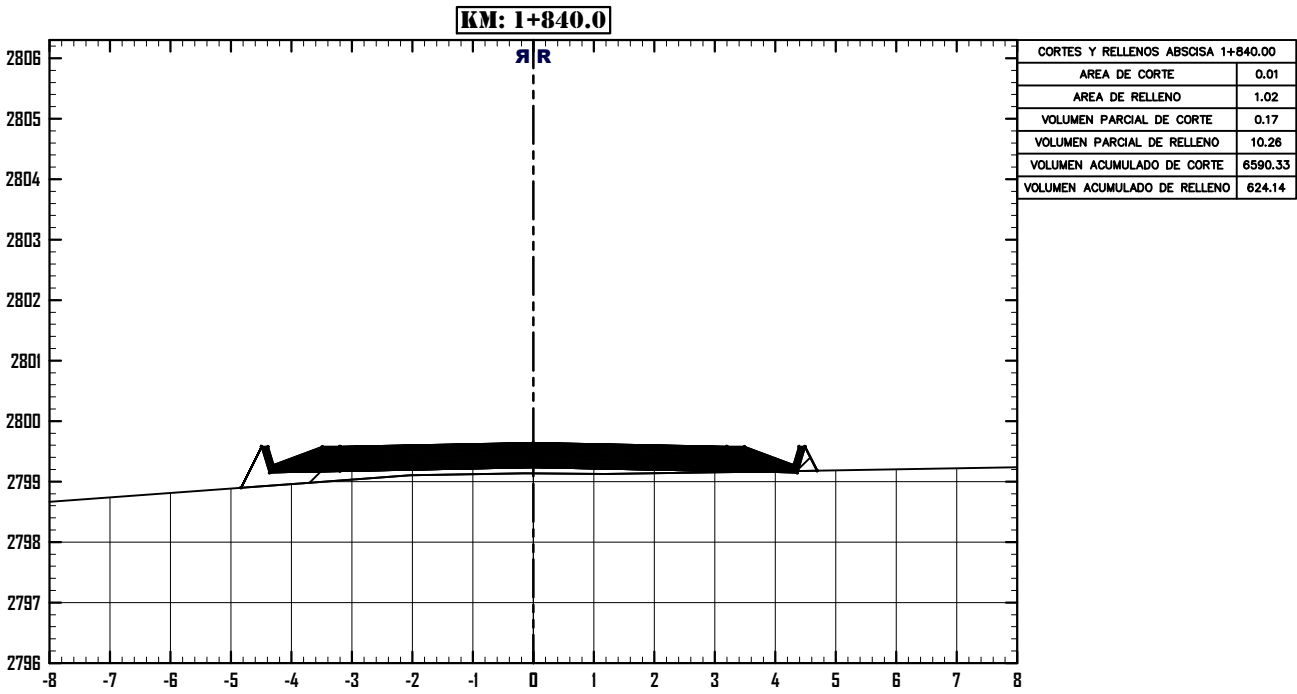
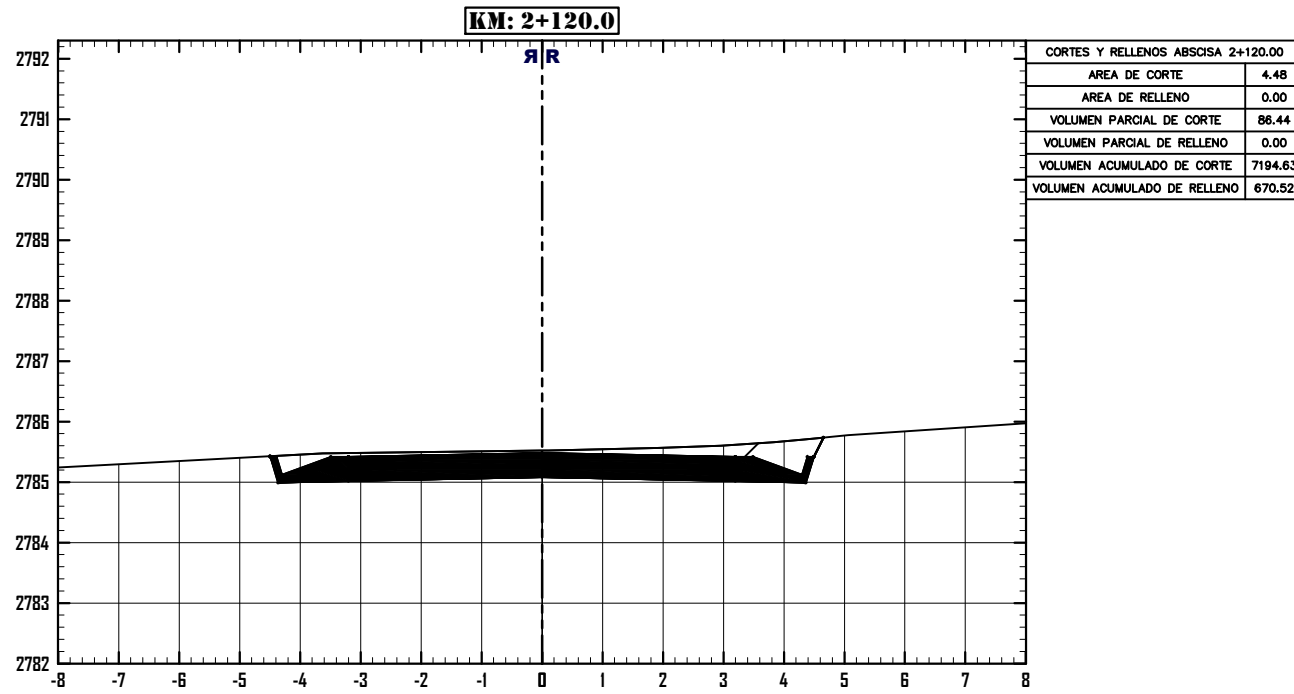
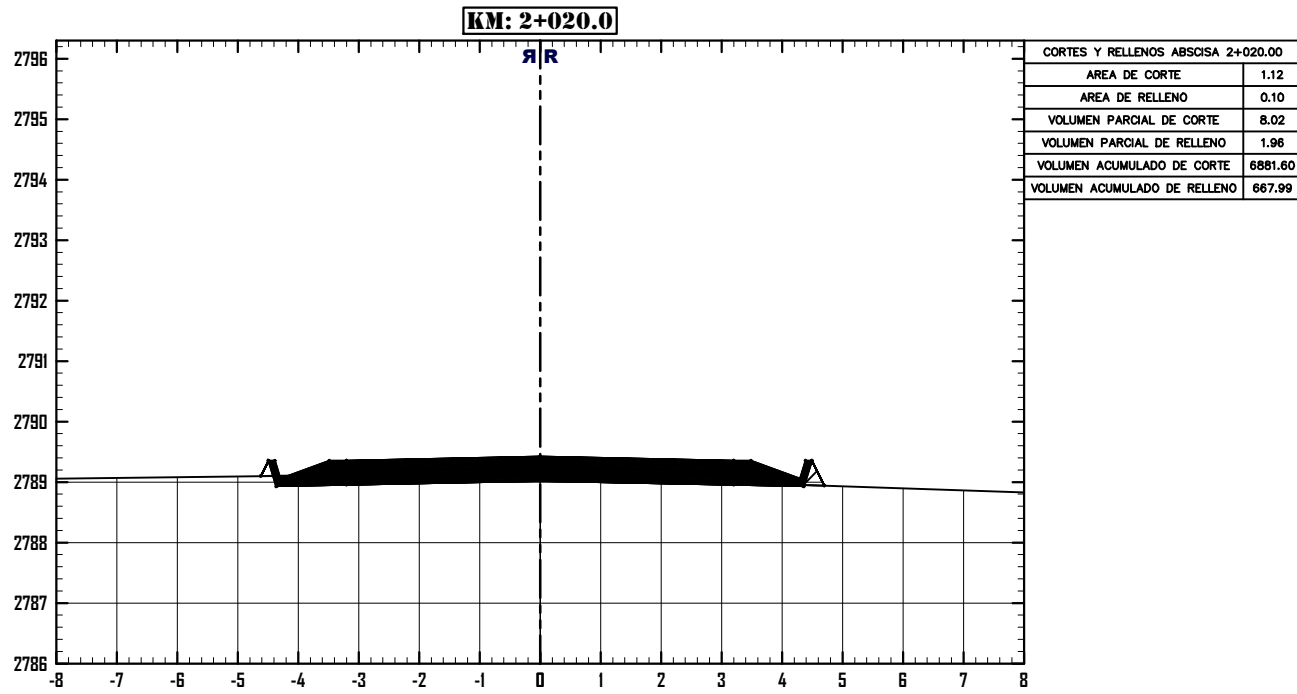
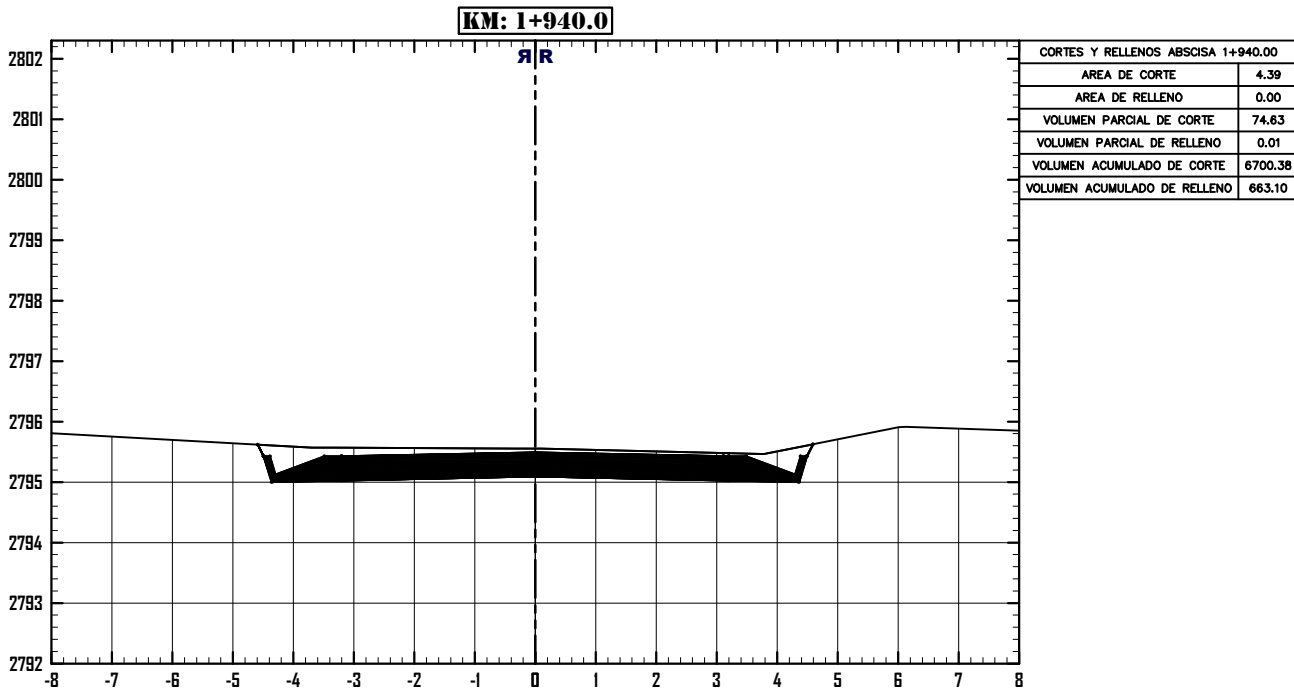
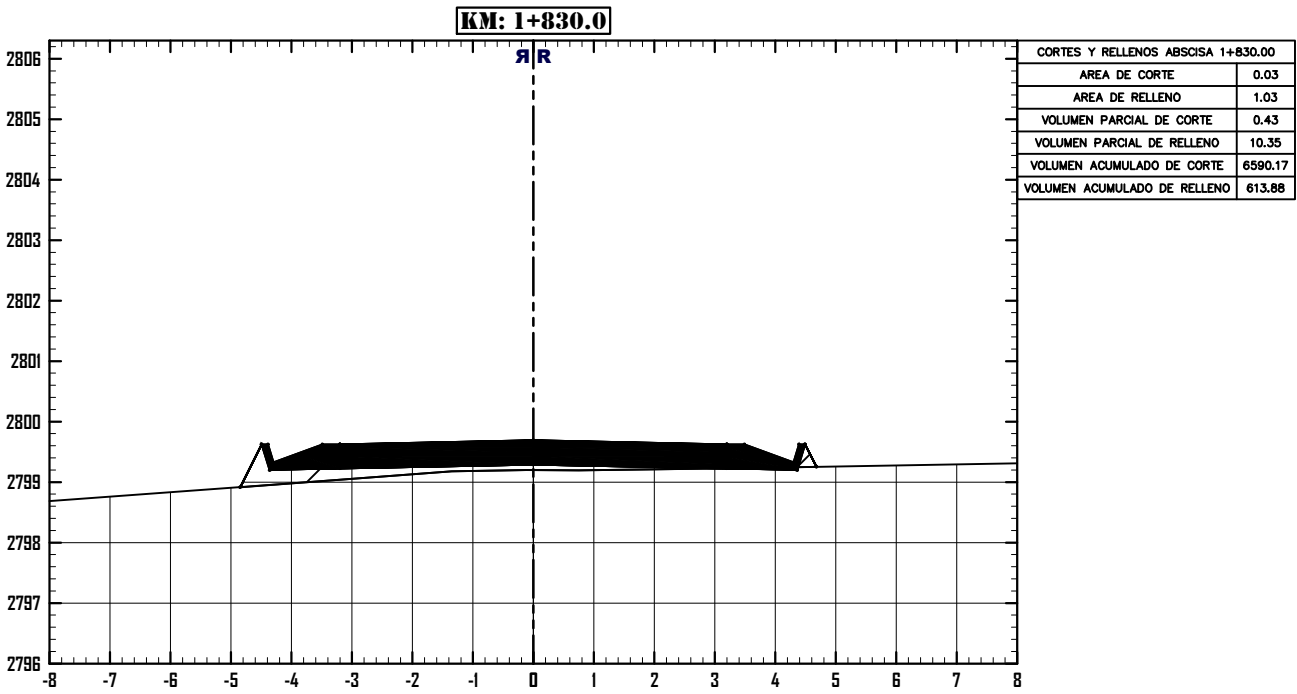
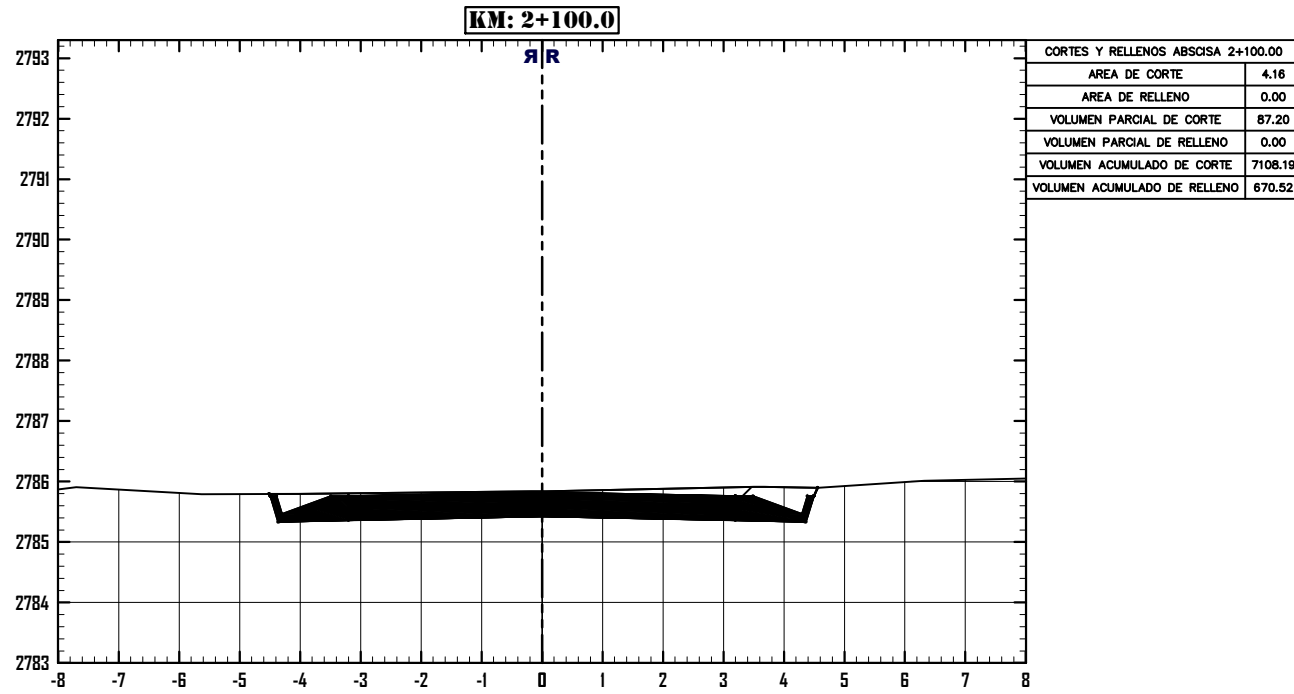
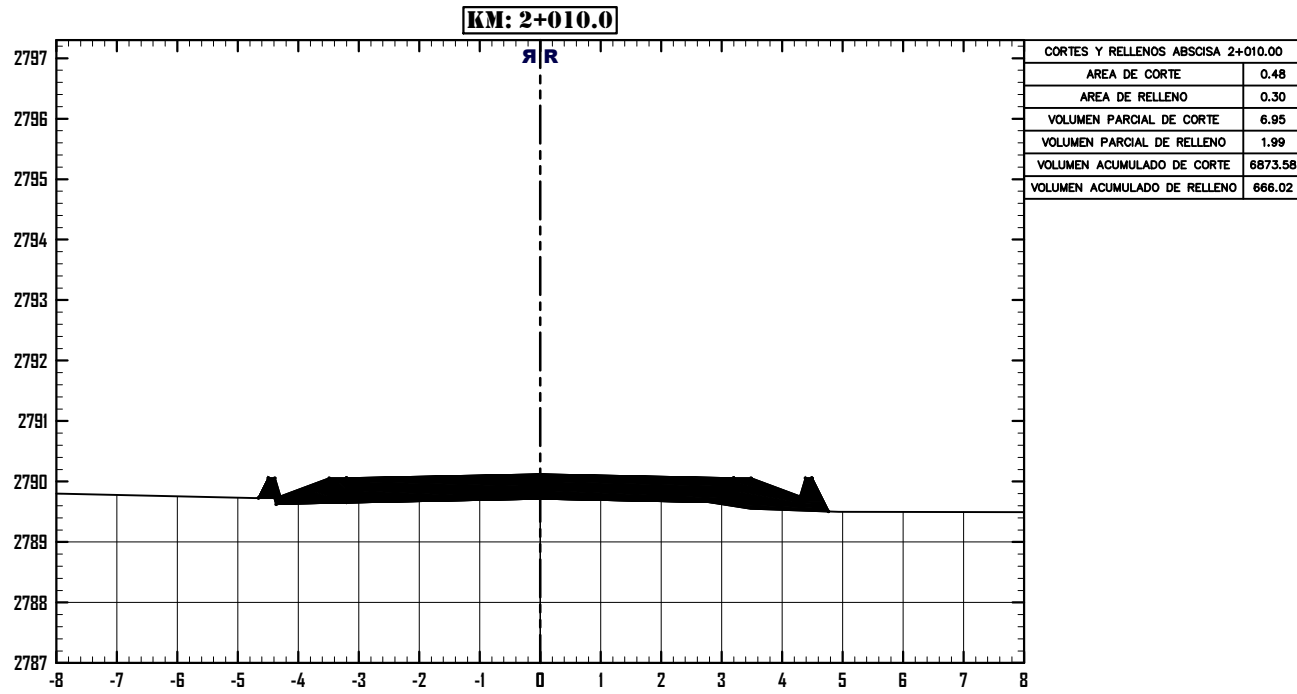
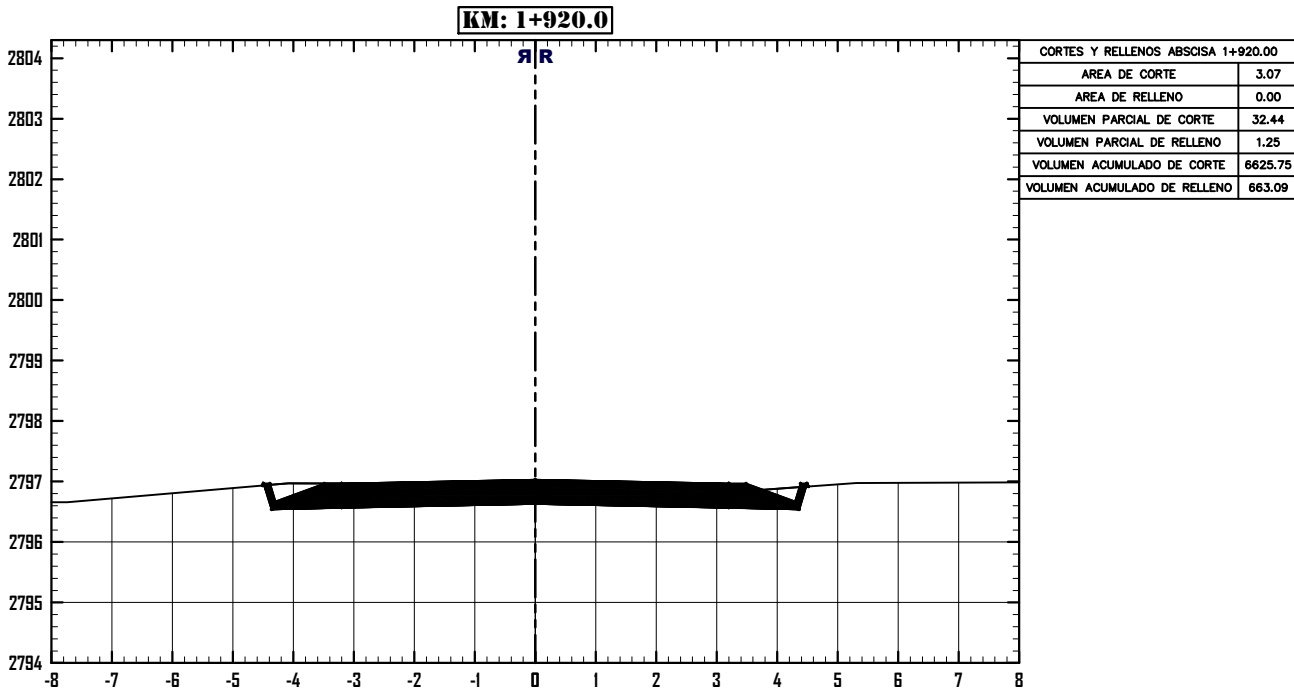
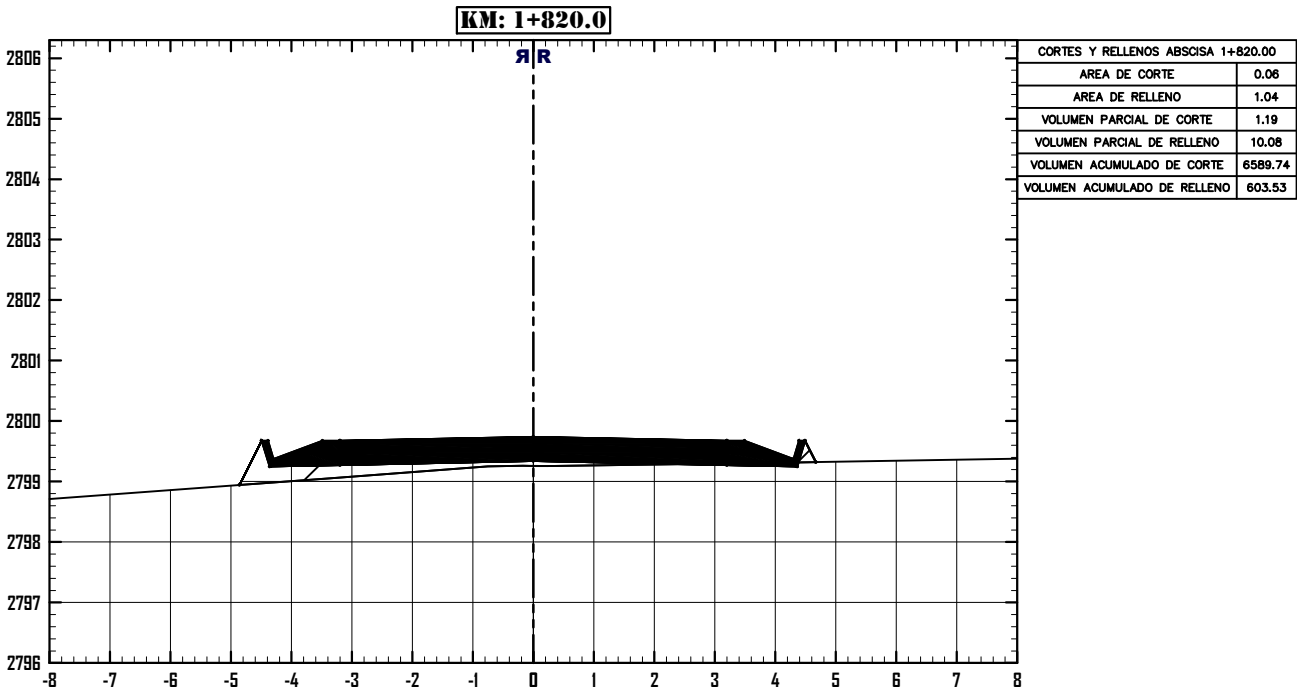
WGS-84
Proyección Cartográfica:UTM
ZONA: 17 SUR

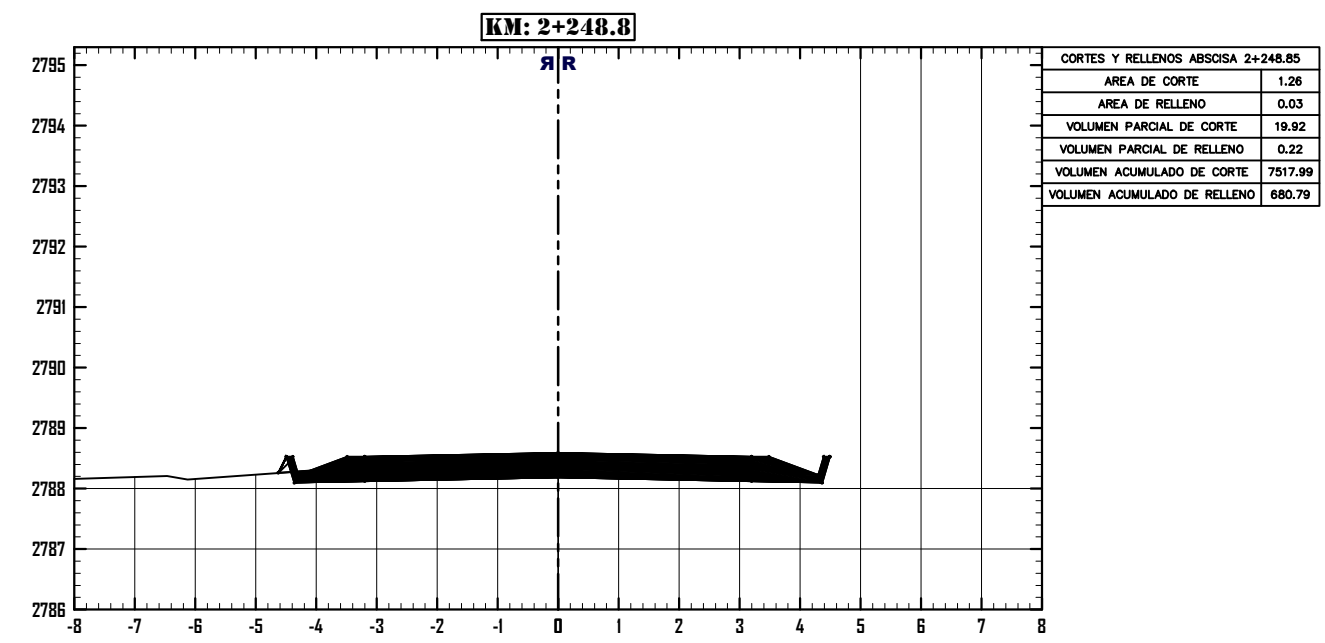
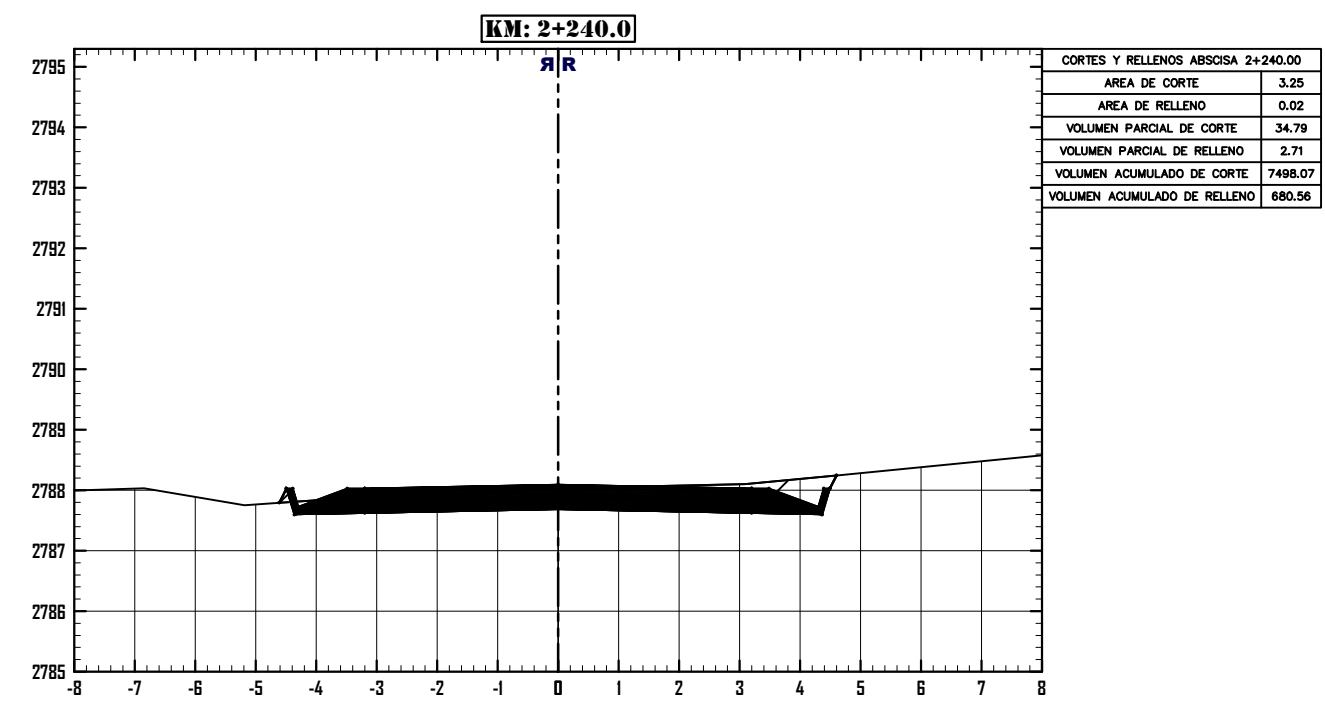
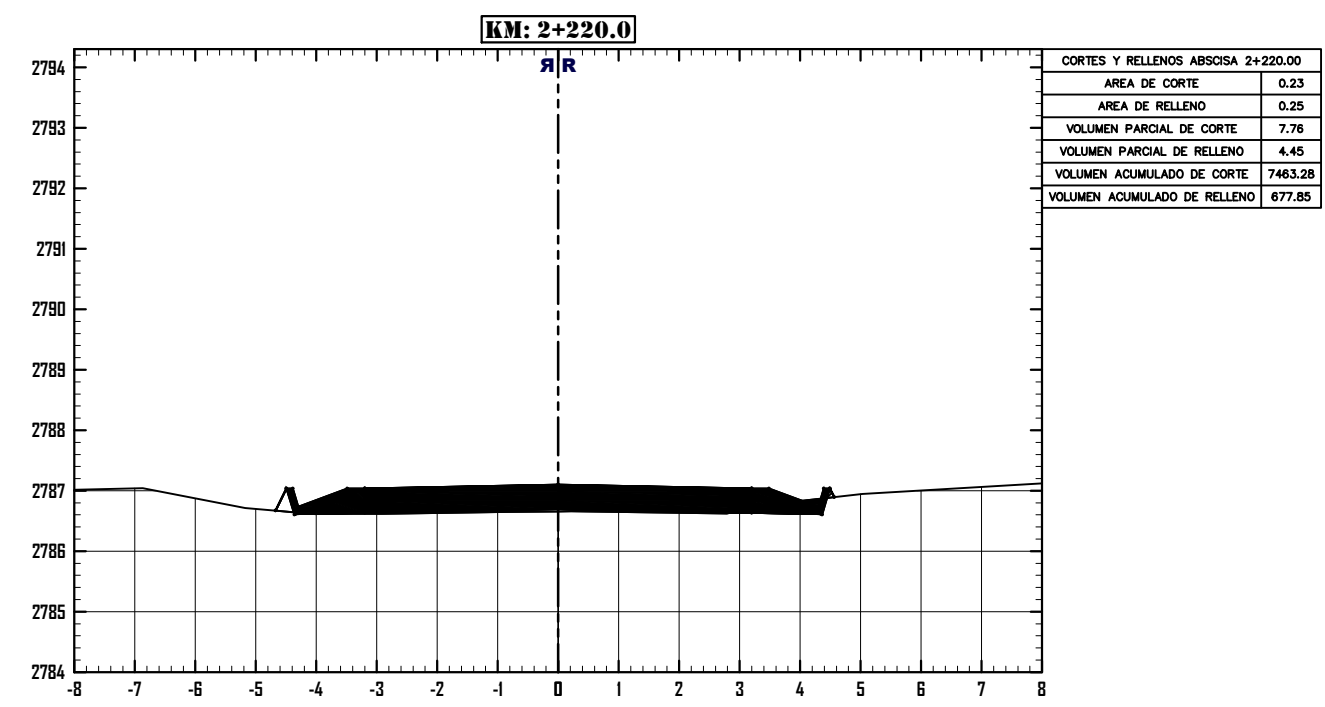
LAMINA: A0

No° HOJA

11/16

ESCALA: 1:1000





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
Y MECÁNICA
Carrera de Ingeniería Civil



NOMBRE DEL PROYECTO:

DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA QUE UNE LOS SECTORES
SALACHE TIOBAMBA – E35 - SALACHE GRANDE, DEL CANTÓN
LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI.

CONTIENE:

SECCIONES TRANSVERSALES TRAMO I

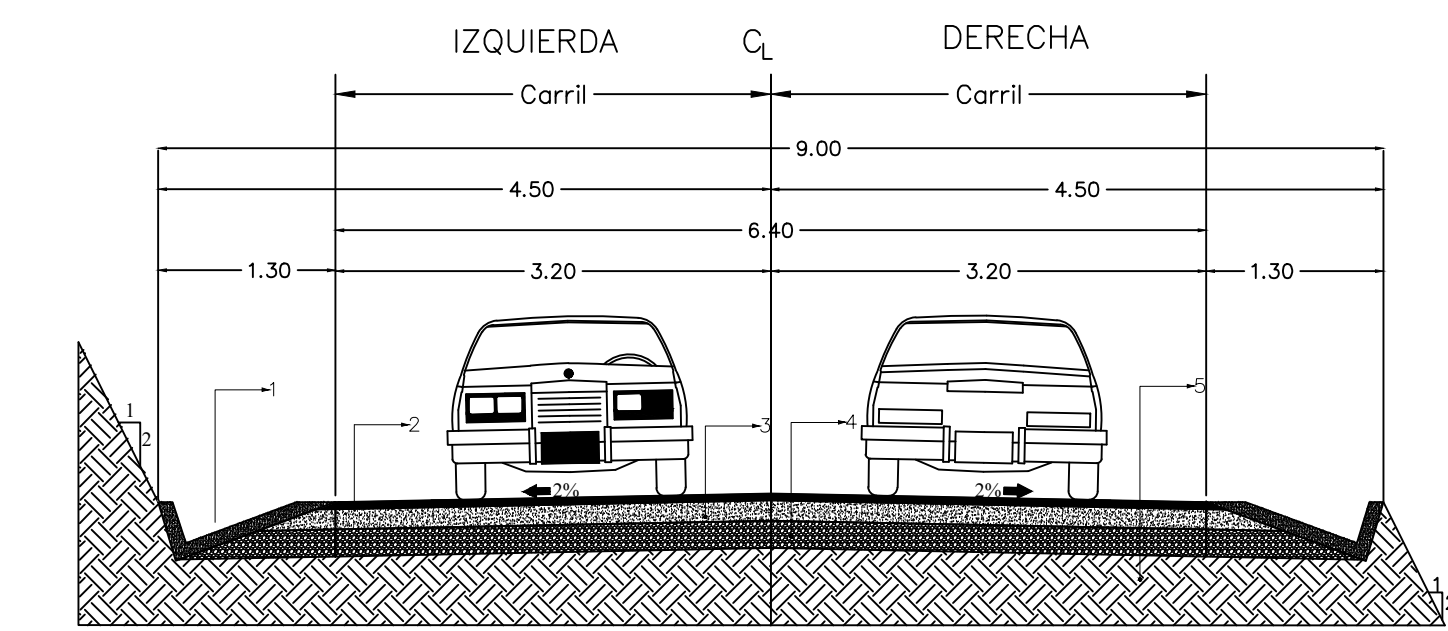
ELABORADO POR:

RAÚL PATRICIO TUCUMBI MILLINGALLI

REVISADO POR:

ING. MILTON RODRIGO ALDÁS SÁNCHEZ, PHD

SECCIÓN TÍPICA:



SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA I
CARRETERA CLASE III ONDULADO
ABS: 0+000.00 — 3+461.00

ESC: 1/50

- LEYENDA
- 1: CUNETTA ($f' = 180 \text{ kg/cm}^2$)
 - 2: CARPETA ASFÁLTICA ($e = 5 \text{ cm}$)
 - 3: BASE CLASE 4 ($e = 15 \text{ cm}$)
 - 4: SUB-BASE CLASE 3 ($e = 20 \text{ cm}$)
 - 5: SUELO NATURAL

COORDENADAS:

WGS-84
Proyección Cartográfica: UTM
ZONA: 17 SUR

LAMINA: A0

ESCALA: 1:1000

No° HOJA

12/16



NOMBRE DEL PROYECTO:

DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA QUE UNE LOS SECTORES
SALACHE TIOBAMBA – E35 - SALACHE GRANDE, DEL CANTÓN
LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI.

CONTIENE:

SECCIONES TRANSVERSALES TRAMO II

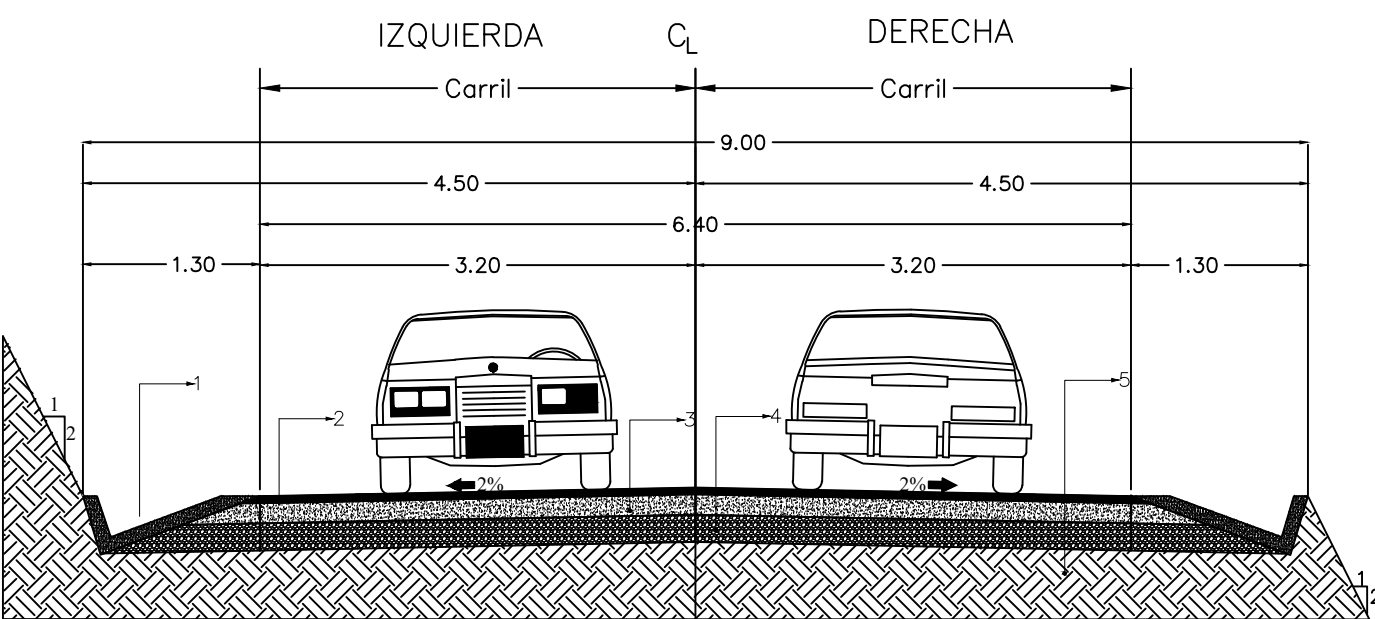
ELABORADO POR:

RAÚL PATRICIO TUCUMBI MILLINGALLI

REVISADO POR:

ING. MILTON RODRIGO ALDÁS SÁNCHEZ, PHD

SECCIÓN TÍPICA:



SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA I
CARRETERA CLASE III ONDULADO
ABS: 0+000.00 – 3+461.00

ESC: 1/50

- LEYENDA
- 1: CUNETTA (V=150 kg/cm²)
 - 2: CARPETA ASFÁLTICA (e=5cm)
 - 3: BASE CLASE 4 (e=15cm)
 - 4: SUB-BASE CLASE 3 (e=20cm)
 - 5: SUELO NATURAL

COORDENADAS:

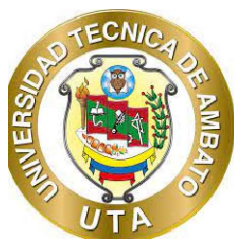
WGS-84
Proyección Cartográfica:UTM
ZONA: 17 SUR

LAMINA: A0

No° HOJA

13/16

ESCALA: 1:1000



NOMBRE DEL PROYECTO:

DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA QUE UNE LOS SECTORES
SALACHE TIOBAMBA – E35 - SALACHE GRANDE, DEL CANTÓN
LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI.

CONTIENE:

SECCIONES TRANSVERSALES TRAMO II

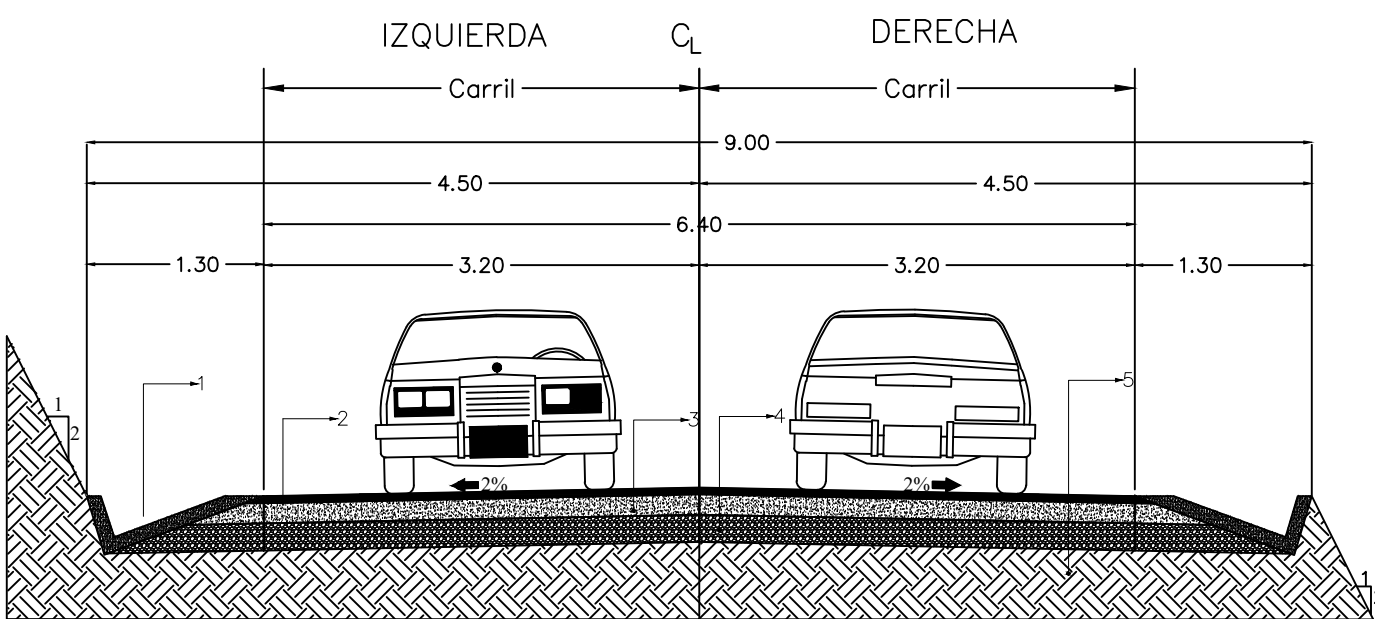
ELABORADO POR:

RAÚL PATRICIO TUCUMBI MILLINGALLI

REVISADO POR:

ING. MILTON RODRIGO ALDÁS SÁNCHEZ, PHD

SECCIÓN TÍPICA:



SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA I
CARRETERA CLASE III ONDULADO
ABS: 0+000.00 – 3+461.00

ESC: 1/50

- LEYENDA
- 1: CUNETA (f=180 kg/cm²)
 - 2: CARPETA ASFÁLTICA (e=5cm)
 - 3: BASE CLASE 4 (e=15cm)
 - 4: SUB-BASE CLASE 3 (e=20cm)
 - 5: SUELO NATURAL

COORDENADAS:

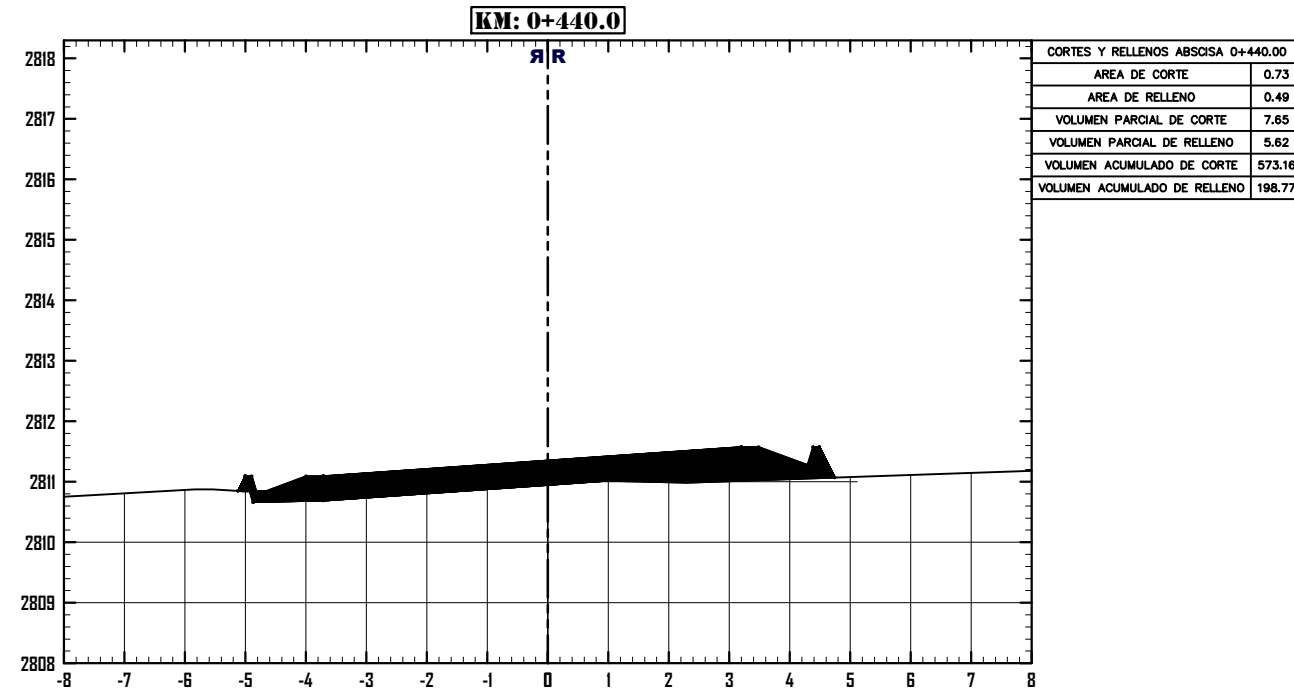
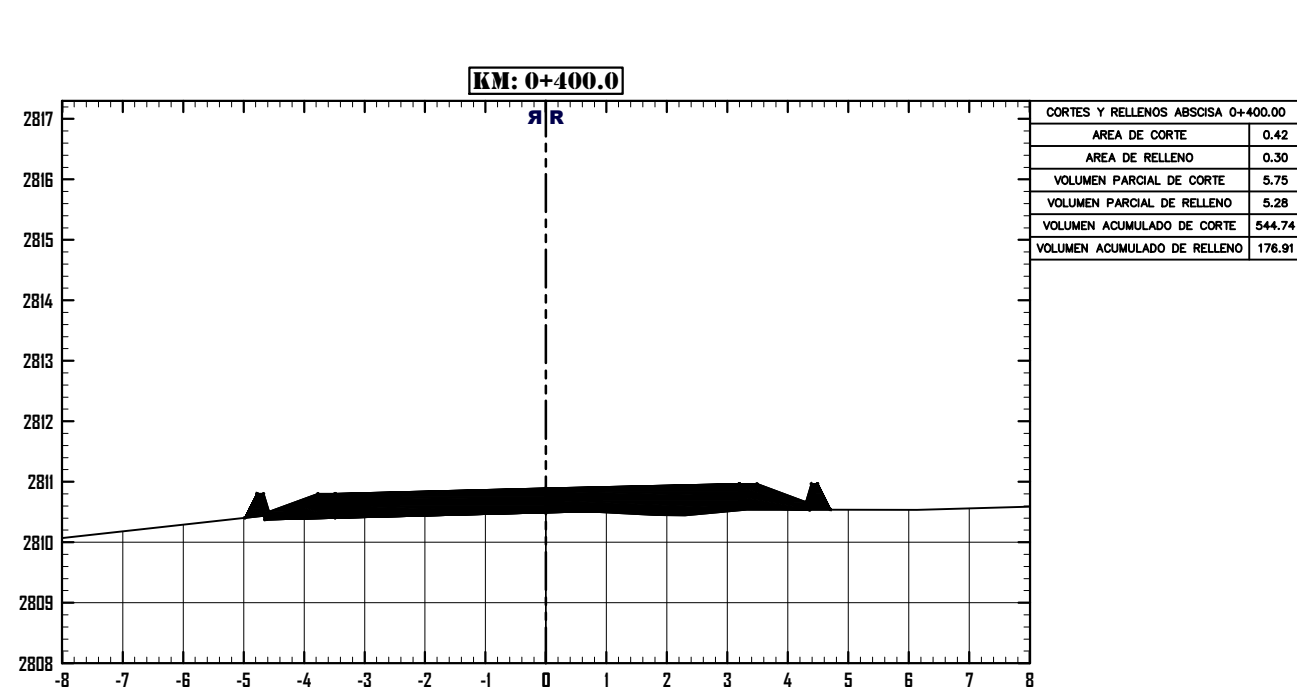
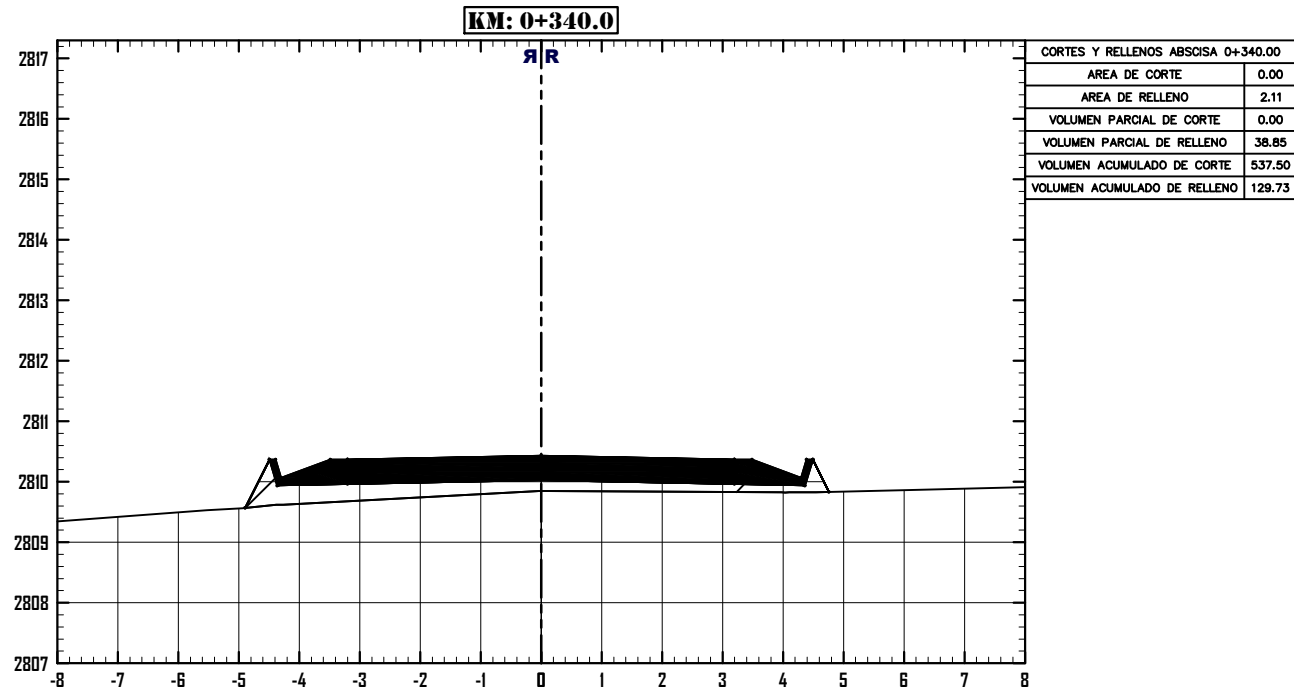
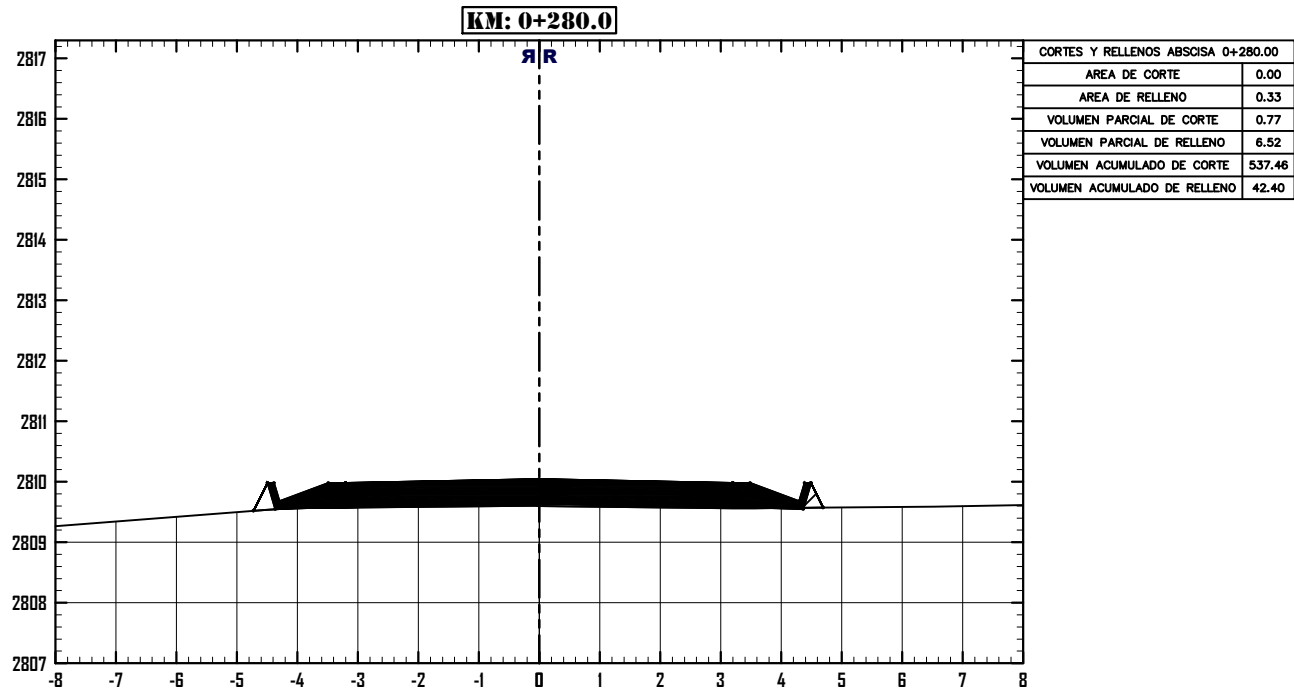
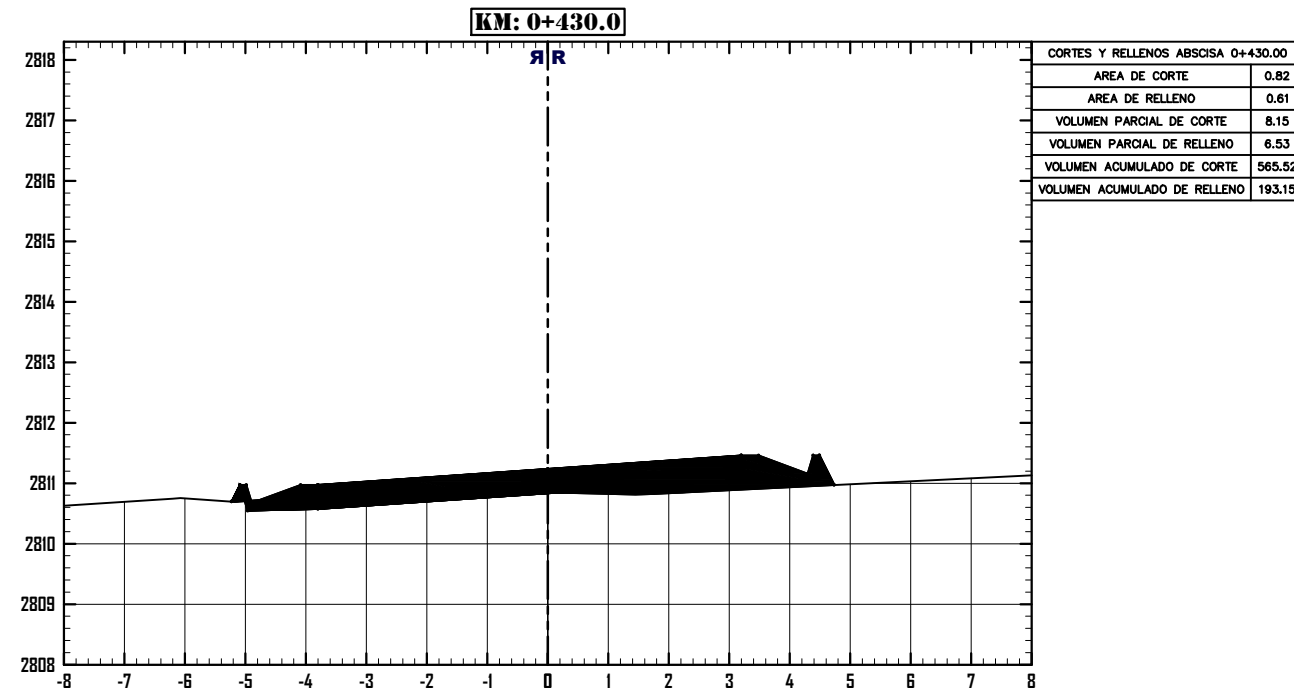
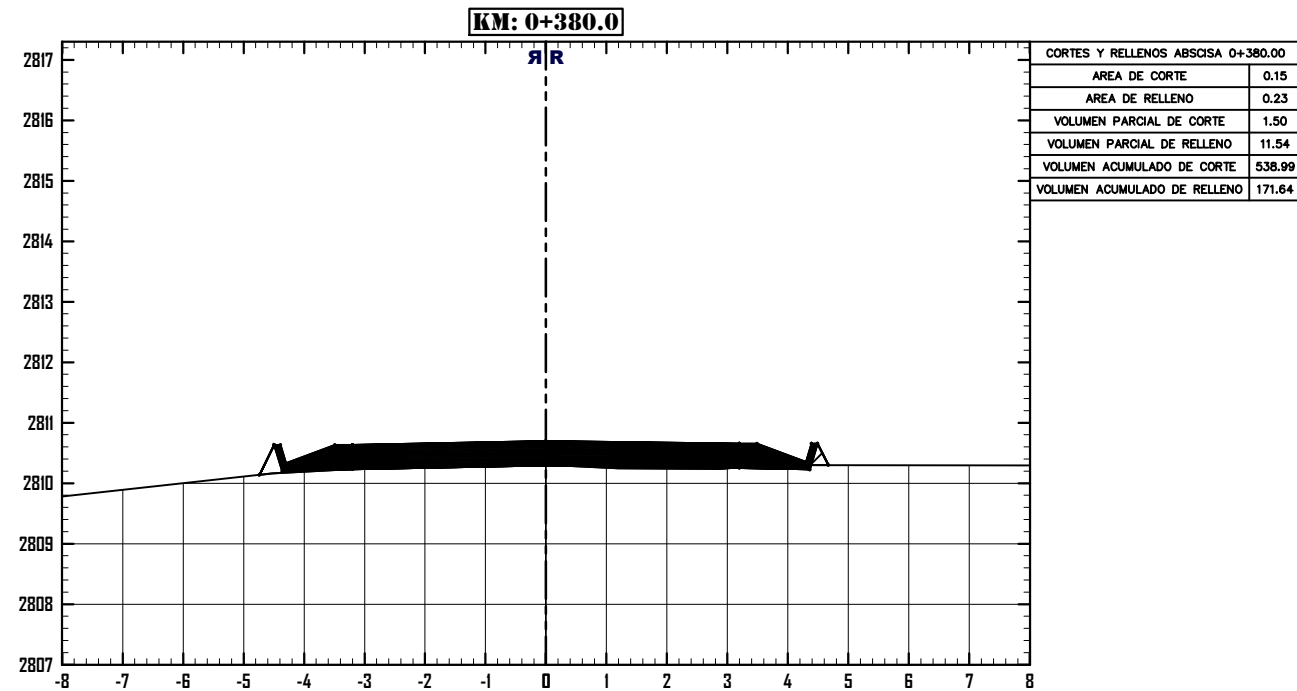
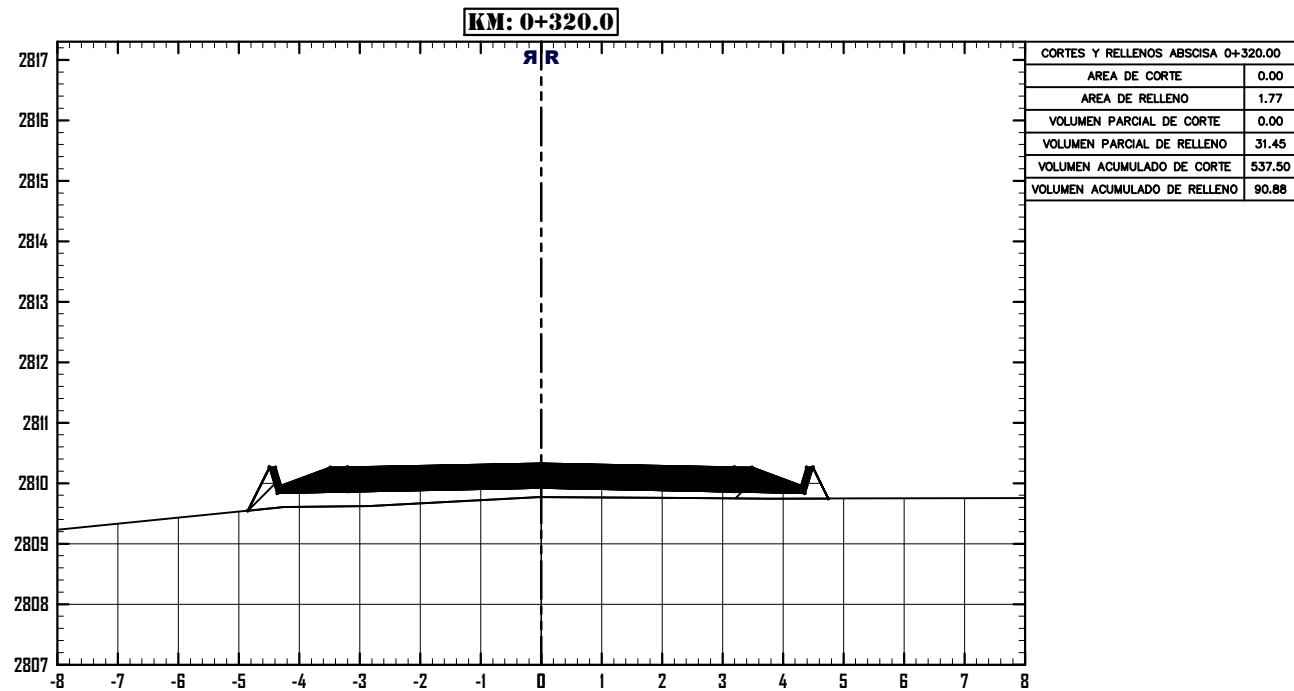
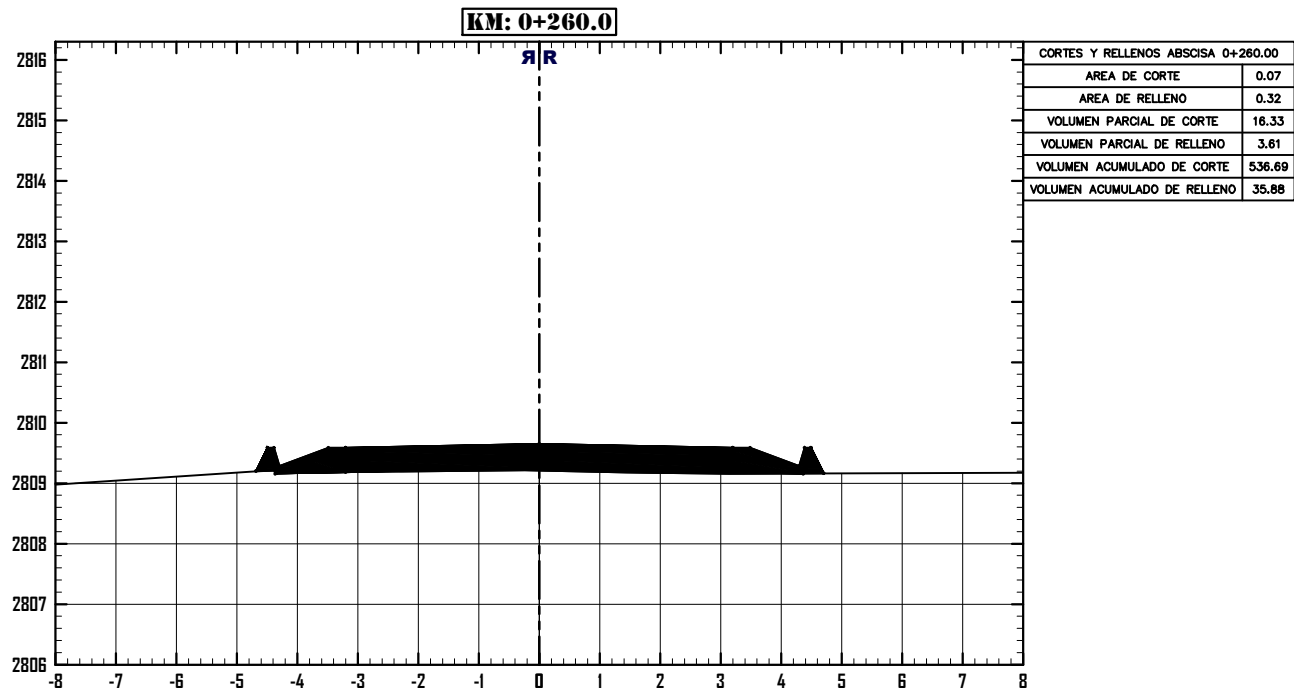
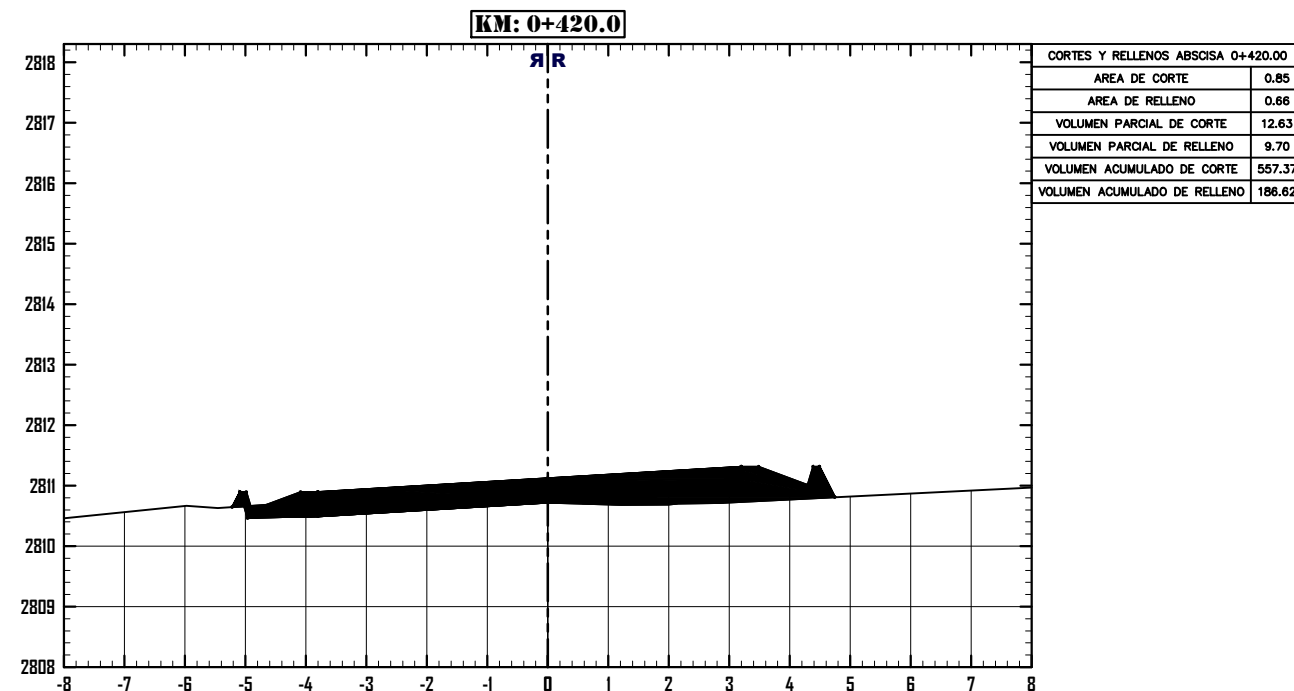
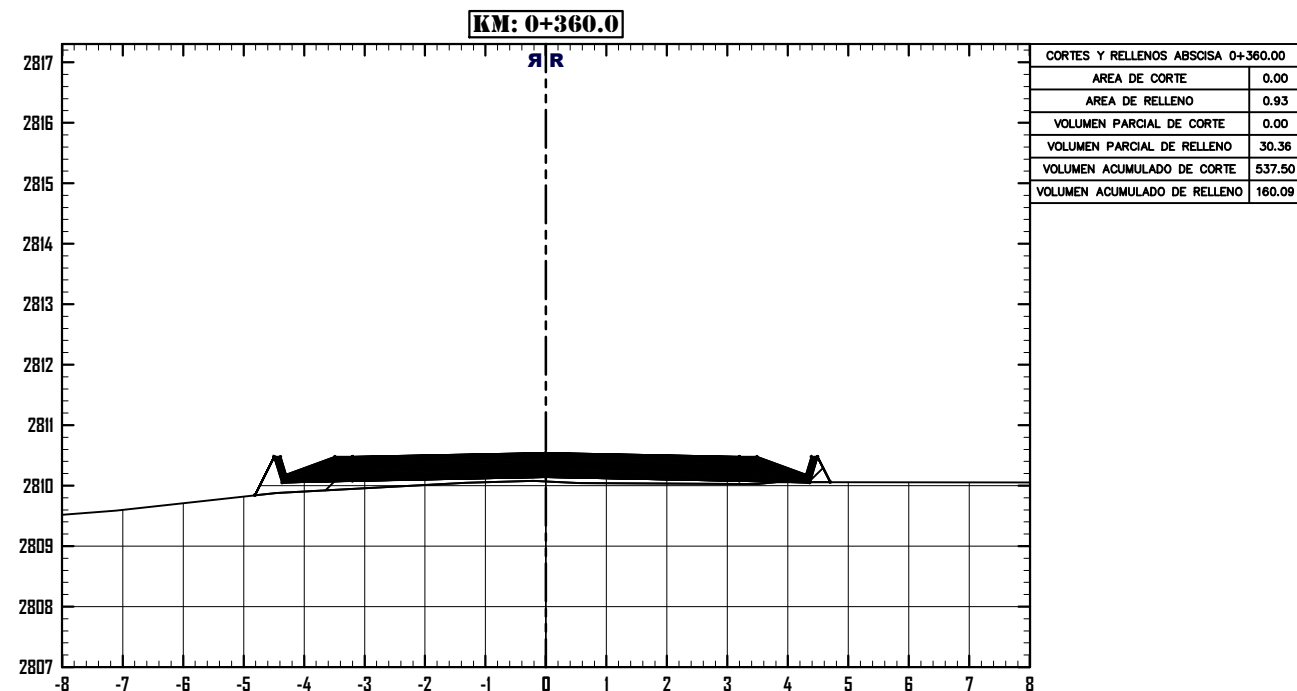
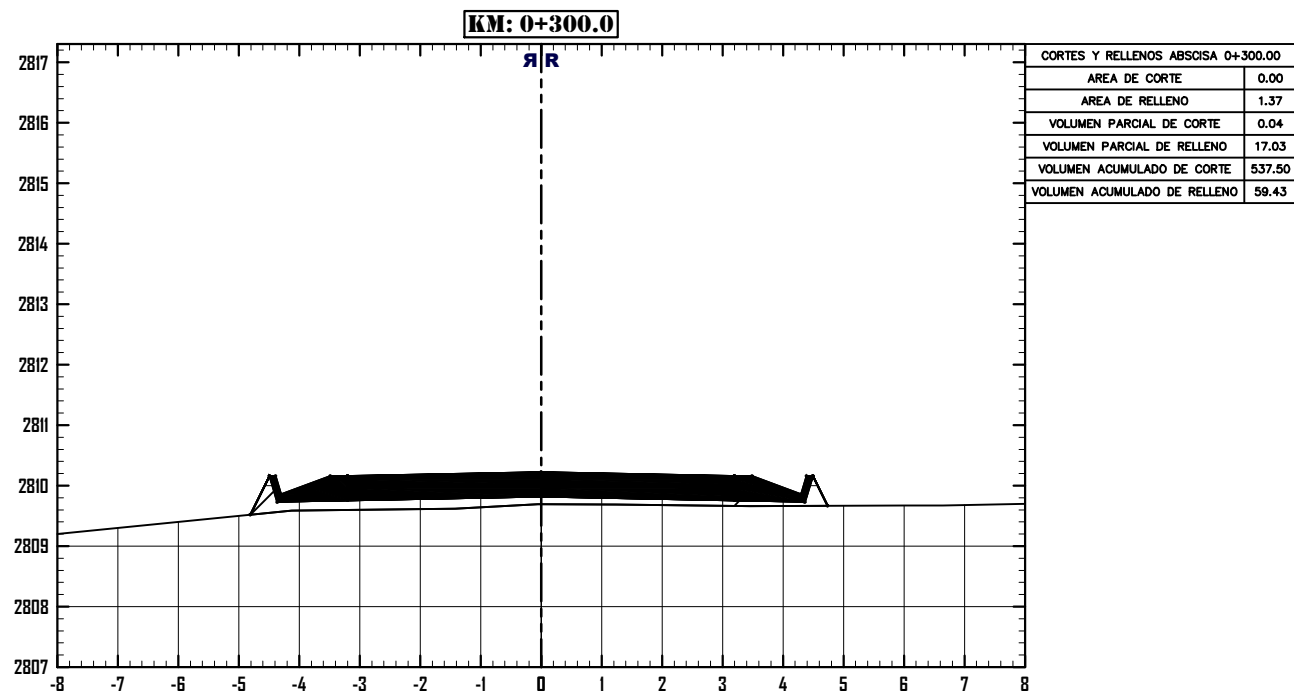
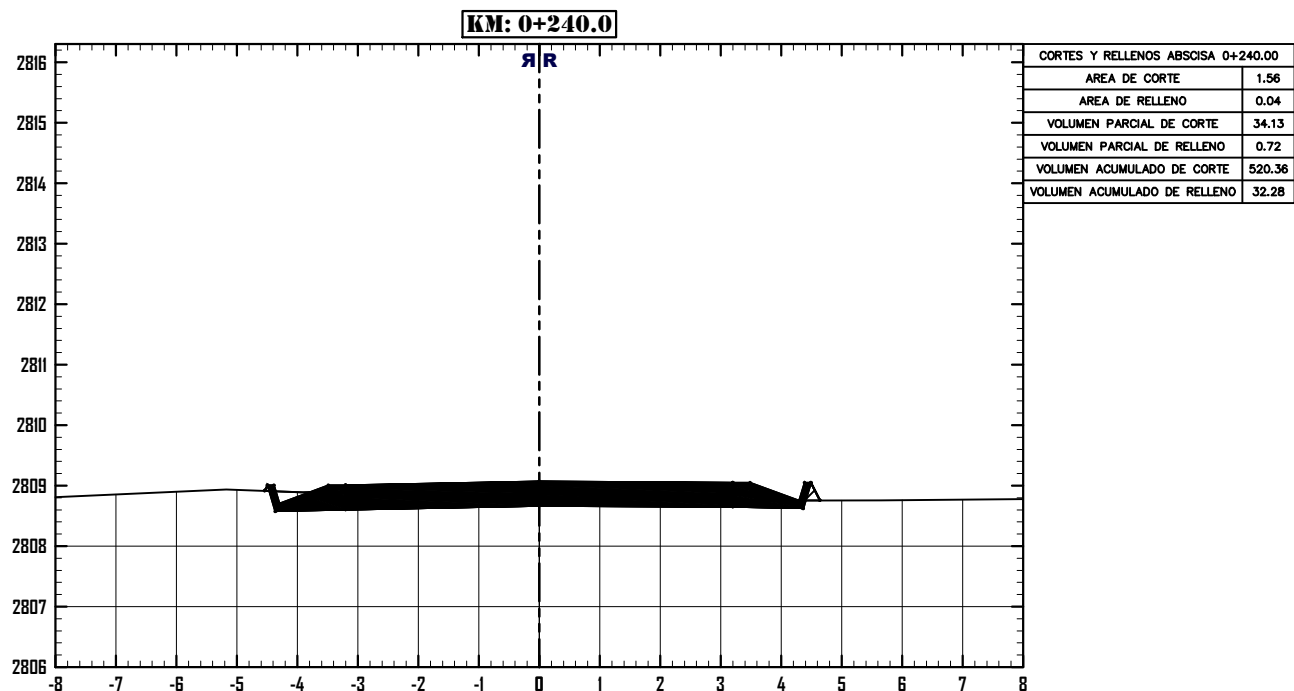
WGS-84
Proyección Cartográfica:UTM
ZONA: 17 SUR

LAMINA: A0

No° HOJA

14/16

ESCALA: 1:1000





NOMBRE DEL PROYECTO:

DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA QUE UNE LOS SECTORES
SALACHE TIOBAMBA – E35 - SALACHE GRANDE, DEL CANTÓN
LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI.

CONTIENE:

SECCIONES TRANSVERSALES TRAMO II

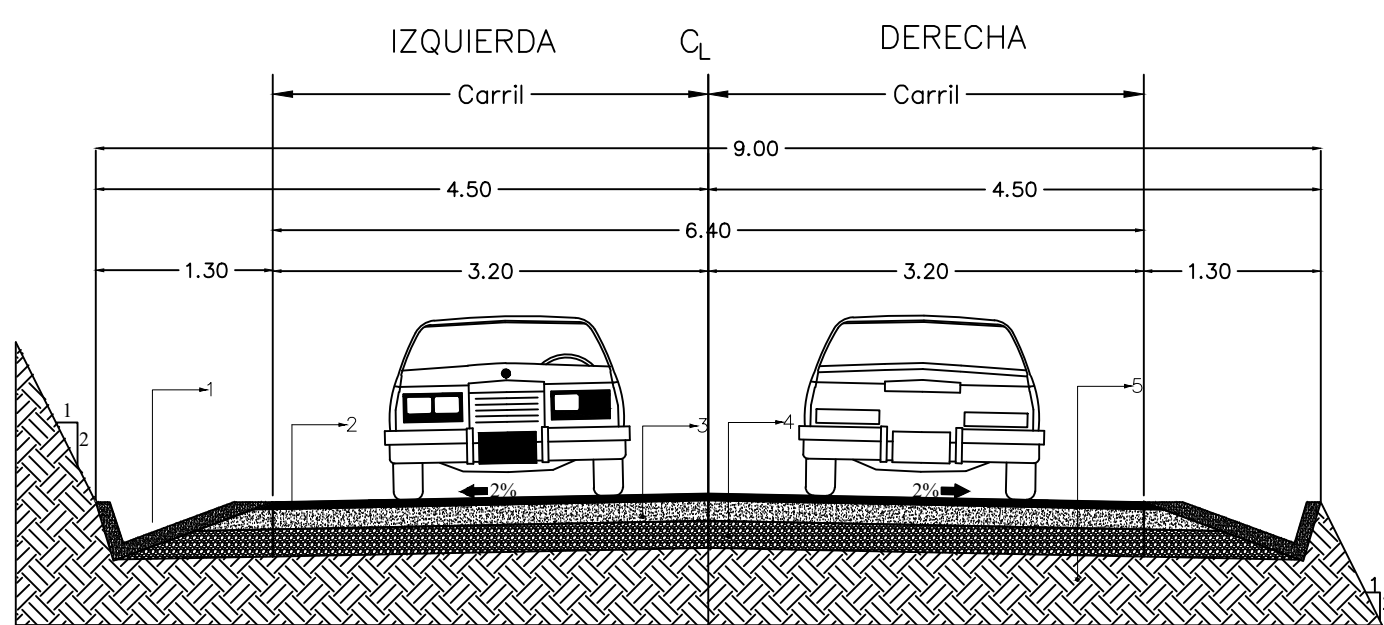
ELABORADO POR:

RAÚL PATRICIO TUCUMBI MILLINGALLI

REVISADO POR:

ING. MILTON RODRIGO ALDÁS SÁNCHEZ, PHD

SECCIÓN TÍPICA:



SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA I
CARRETERA CLASE III ONDULADO
ABS: 0+000.00 — 3+461.00

ESC: 1/50

- LEYENDA
- 1: CUNETA (f=150 kg/cm2)
 - 2: CARPETA ASFÁLTICA (e=5cm)
 - 3: BASE CLASE 4 (e=15cm)
 - 4: SUB-BASE CLASE 3 (e=20cm)
 - 5: SUELO NATURAL

COORDENADAS:

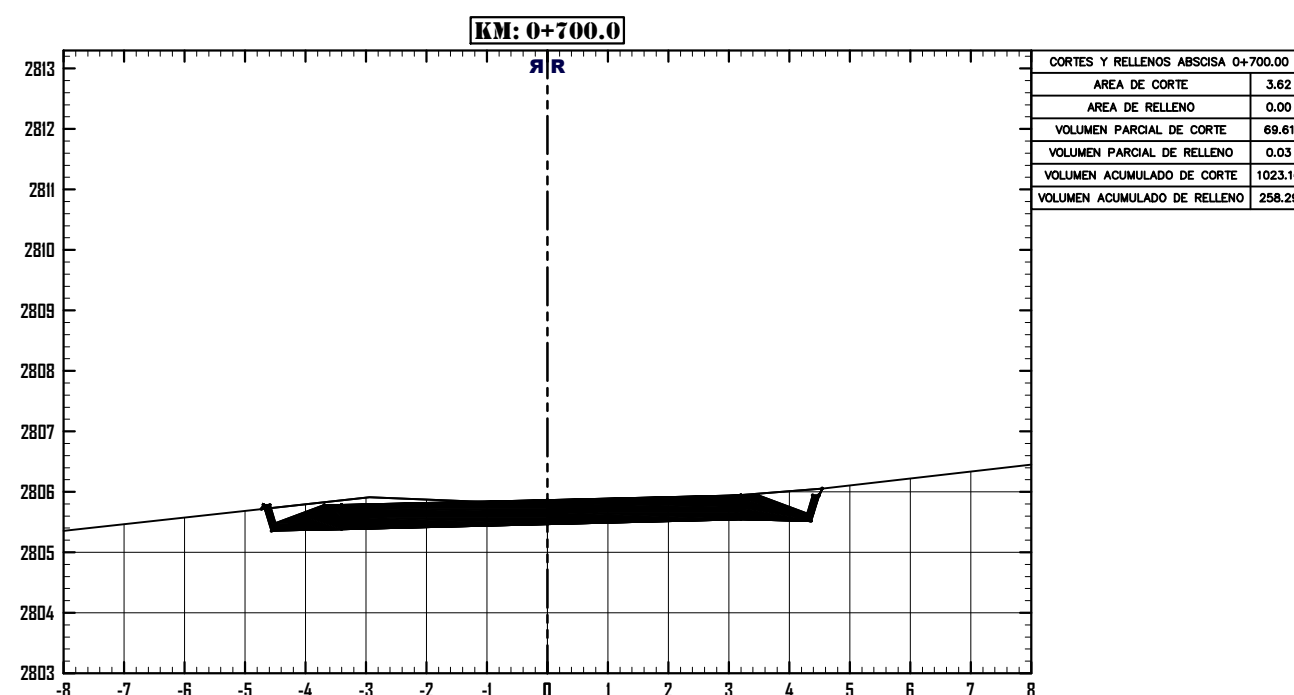
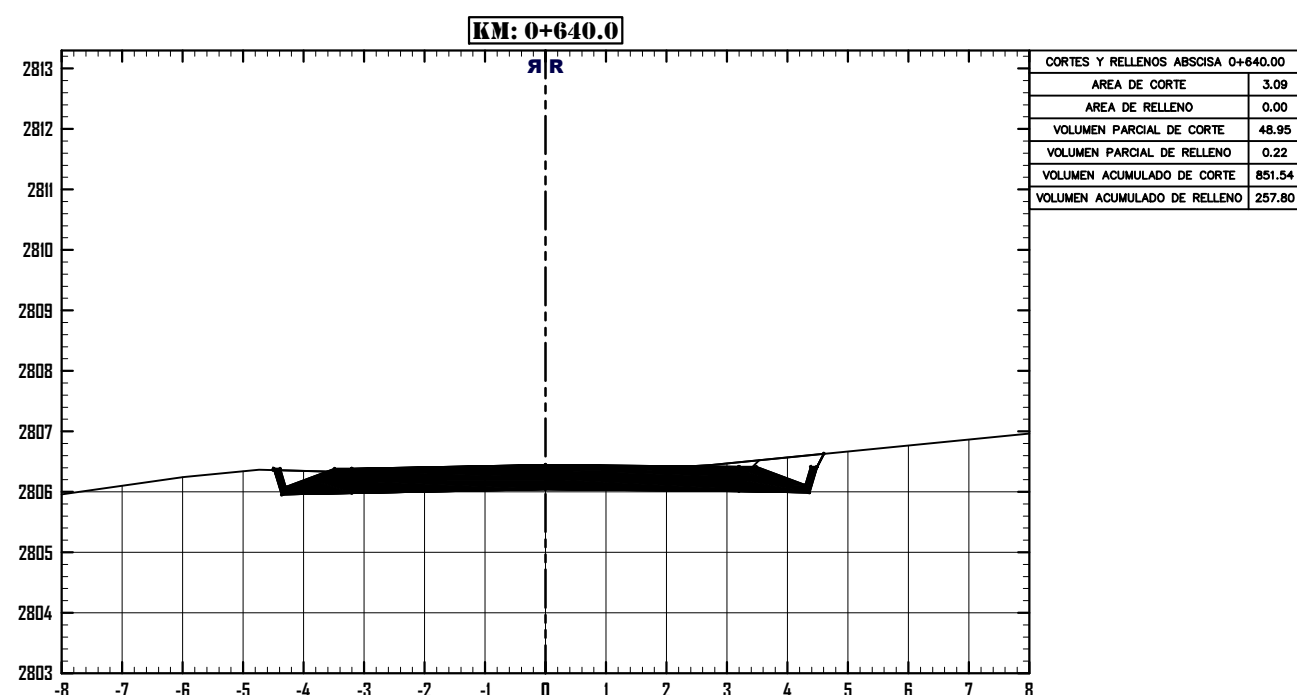
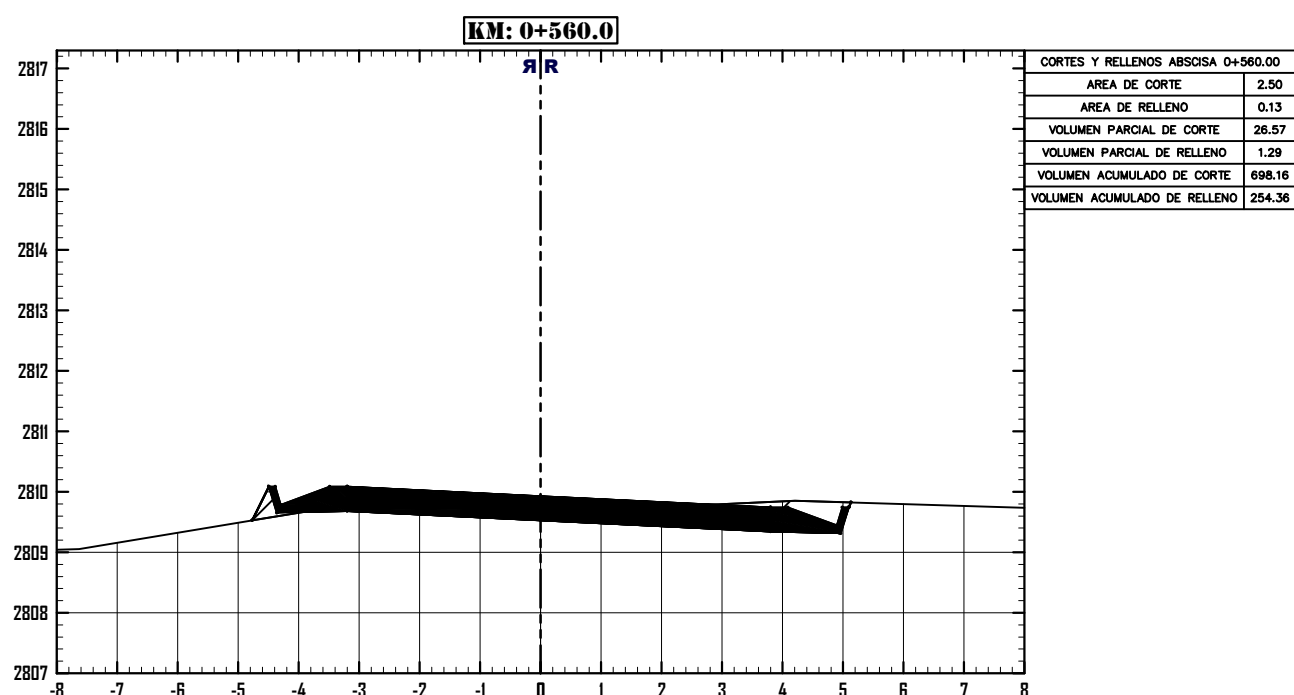
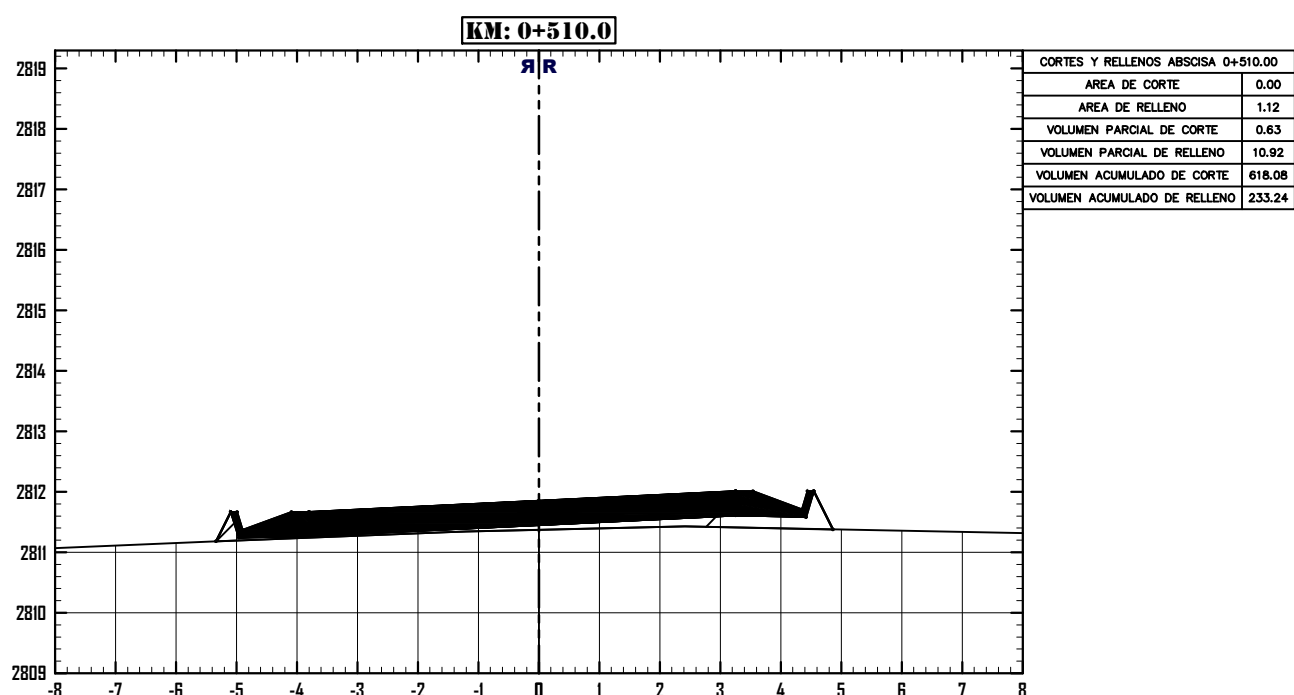
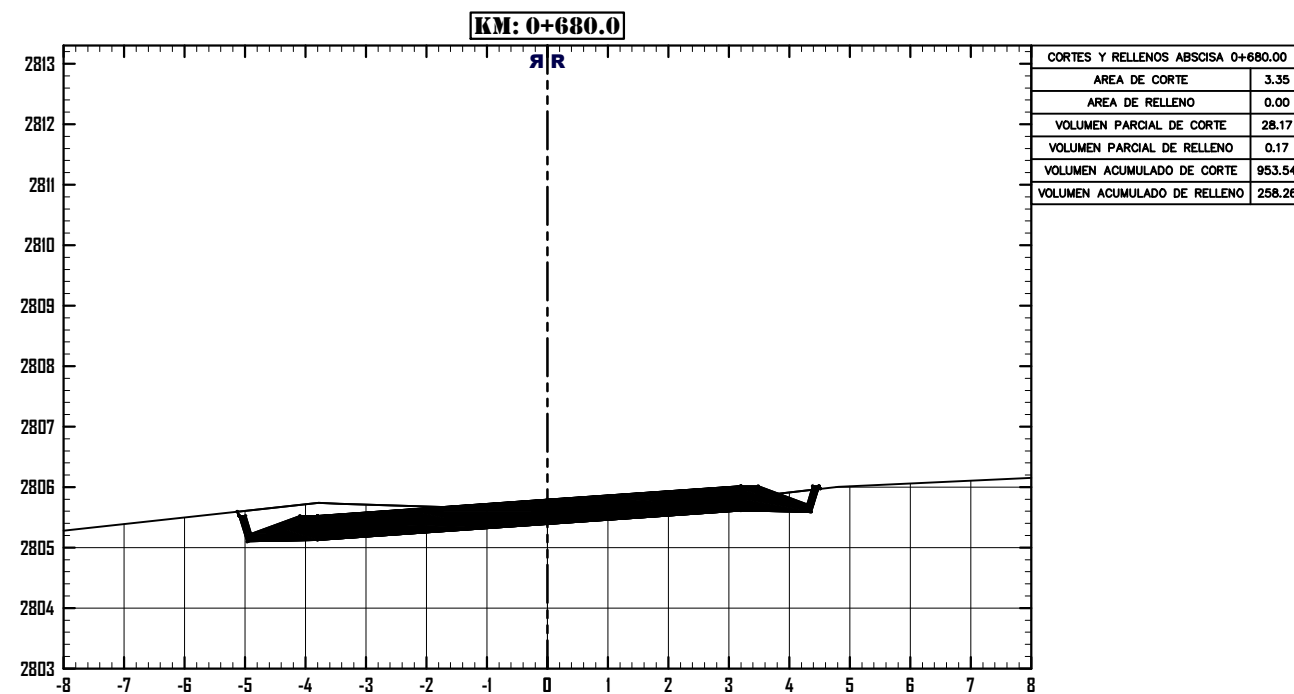
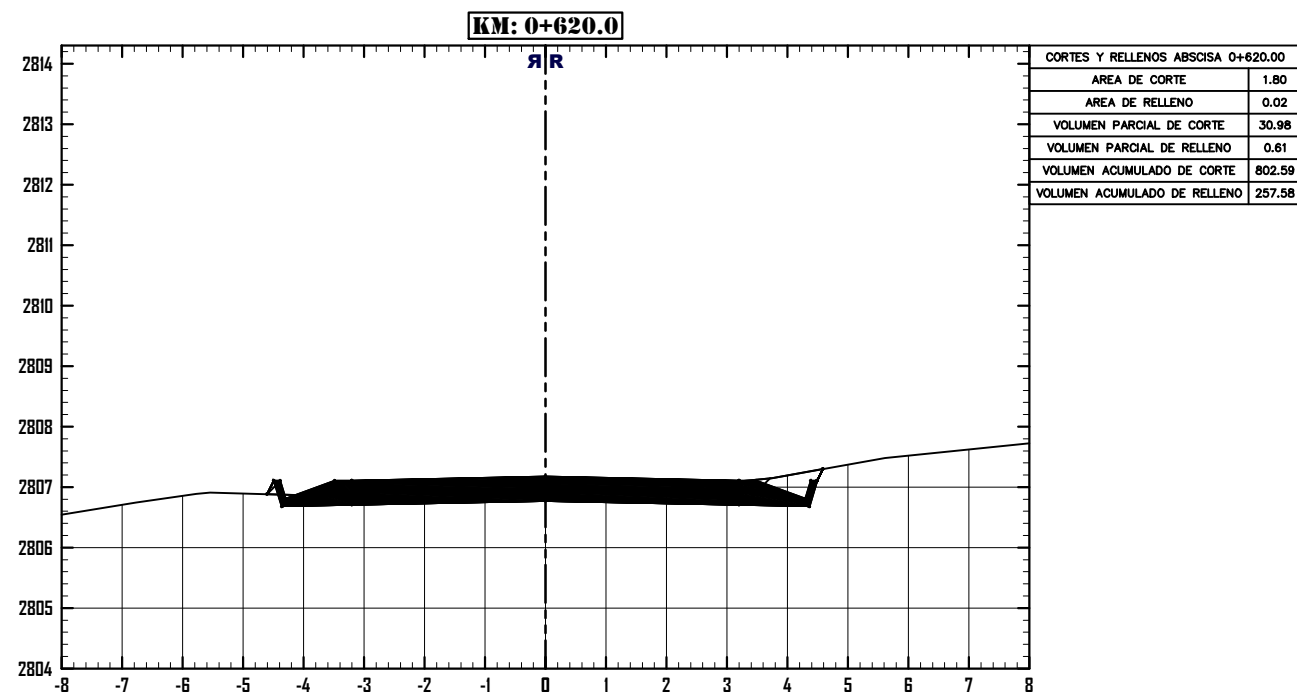
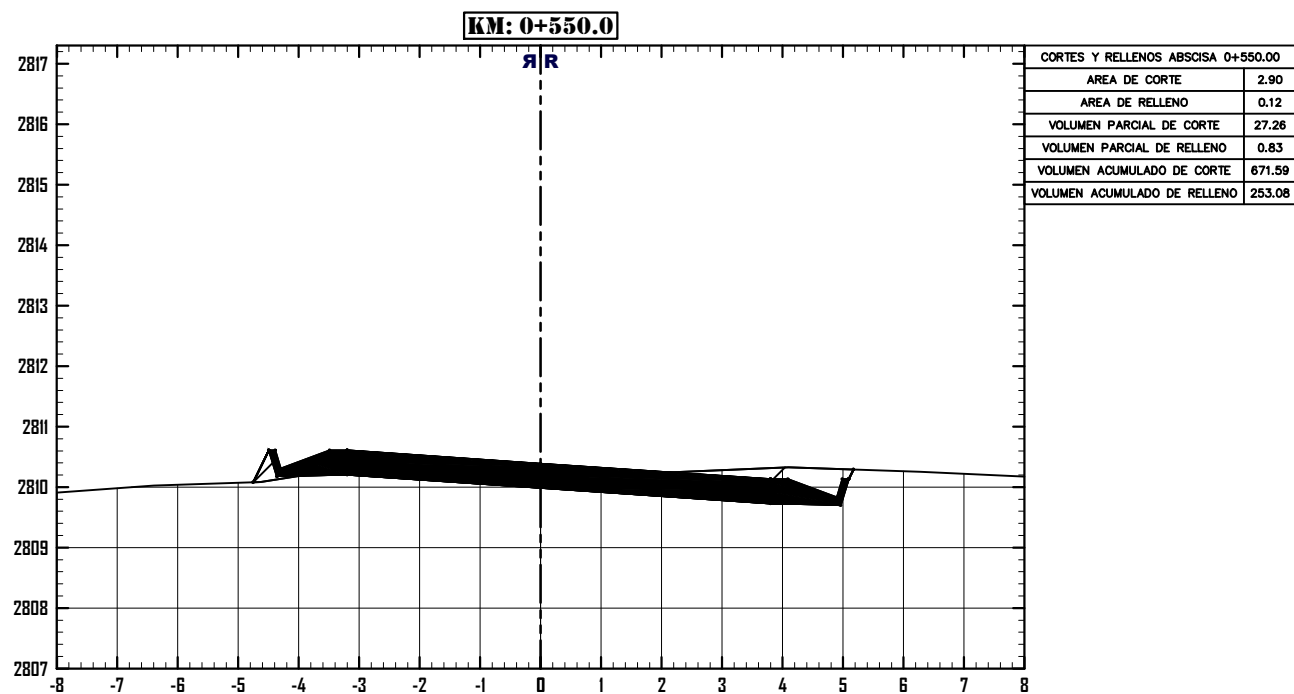
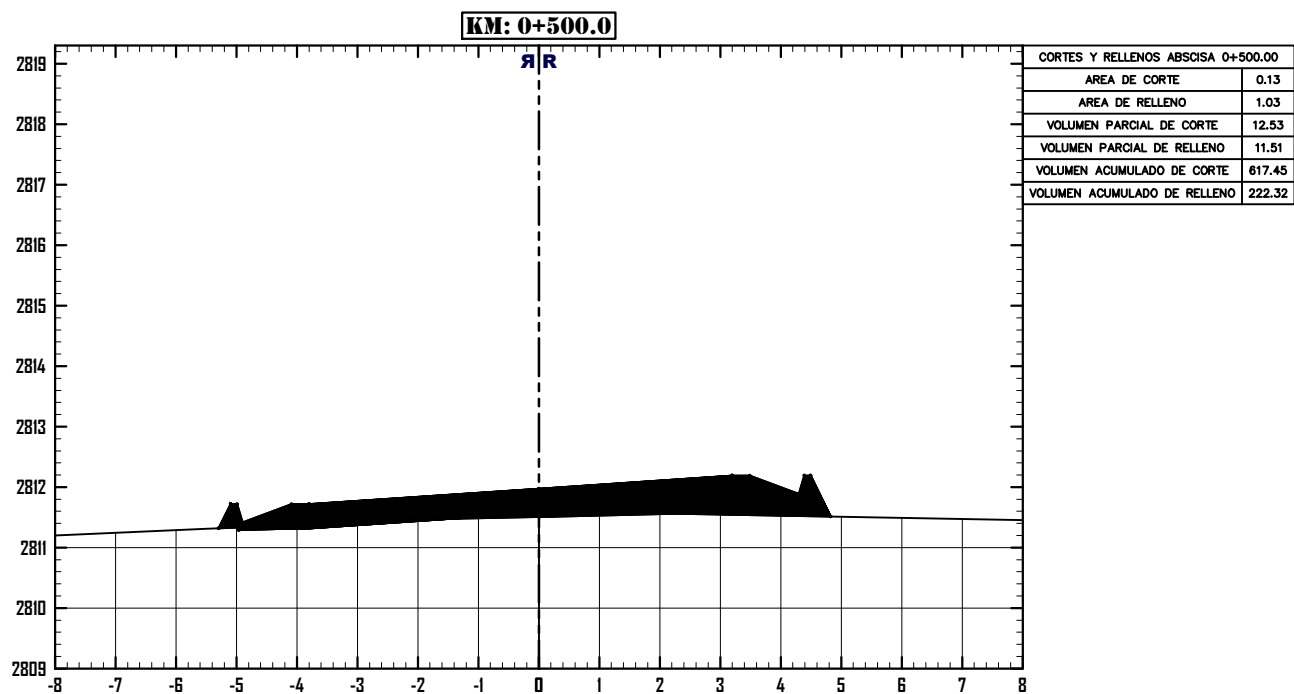
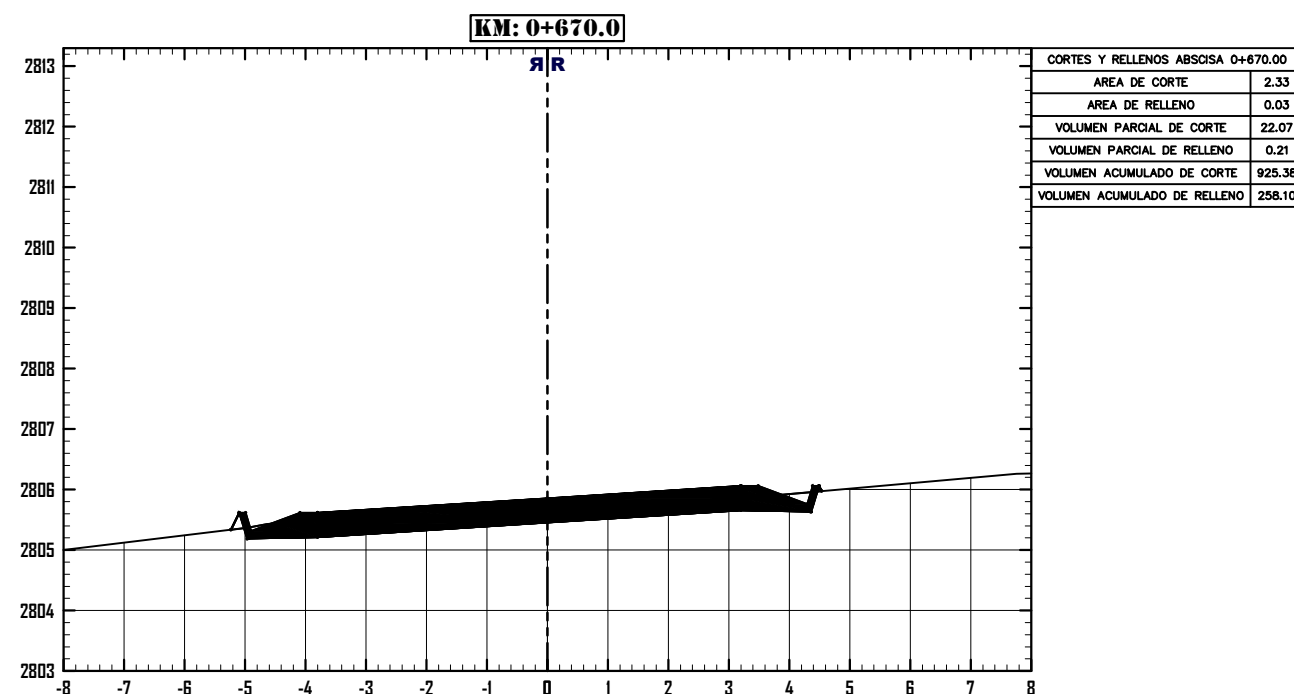
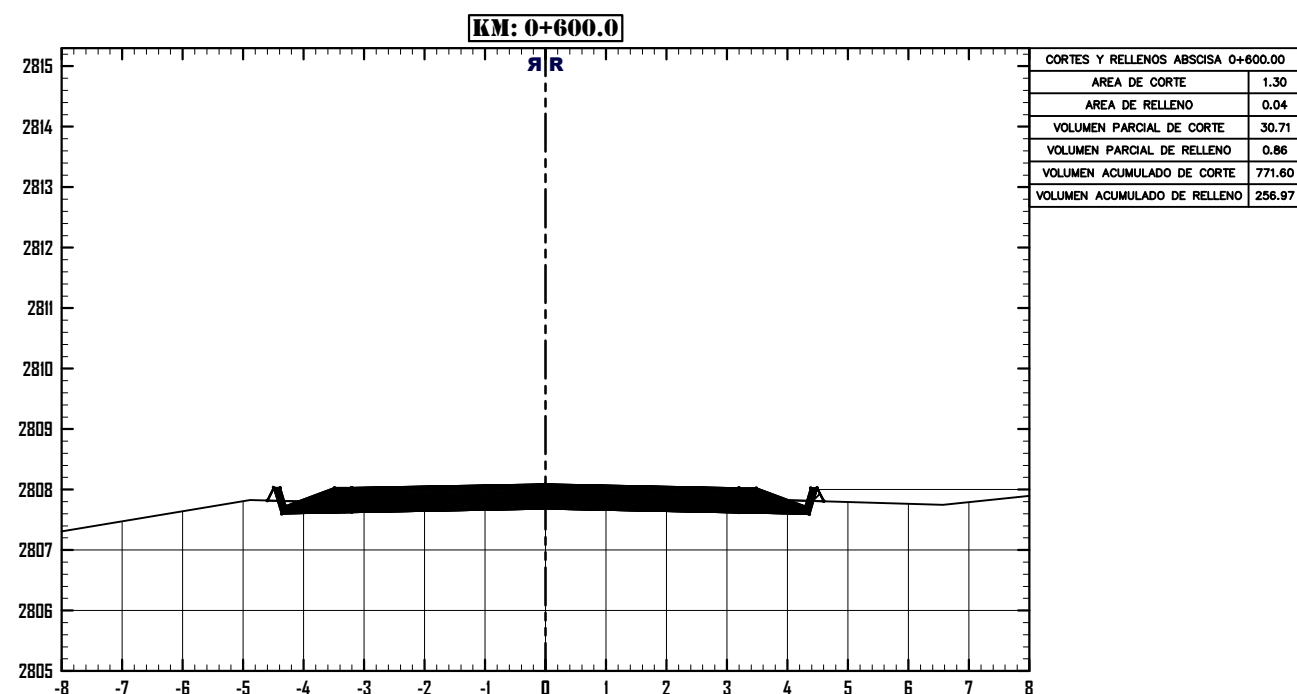
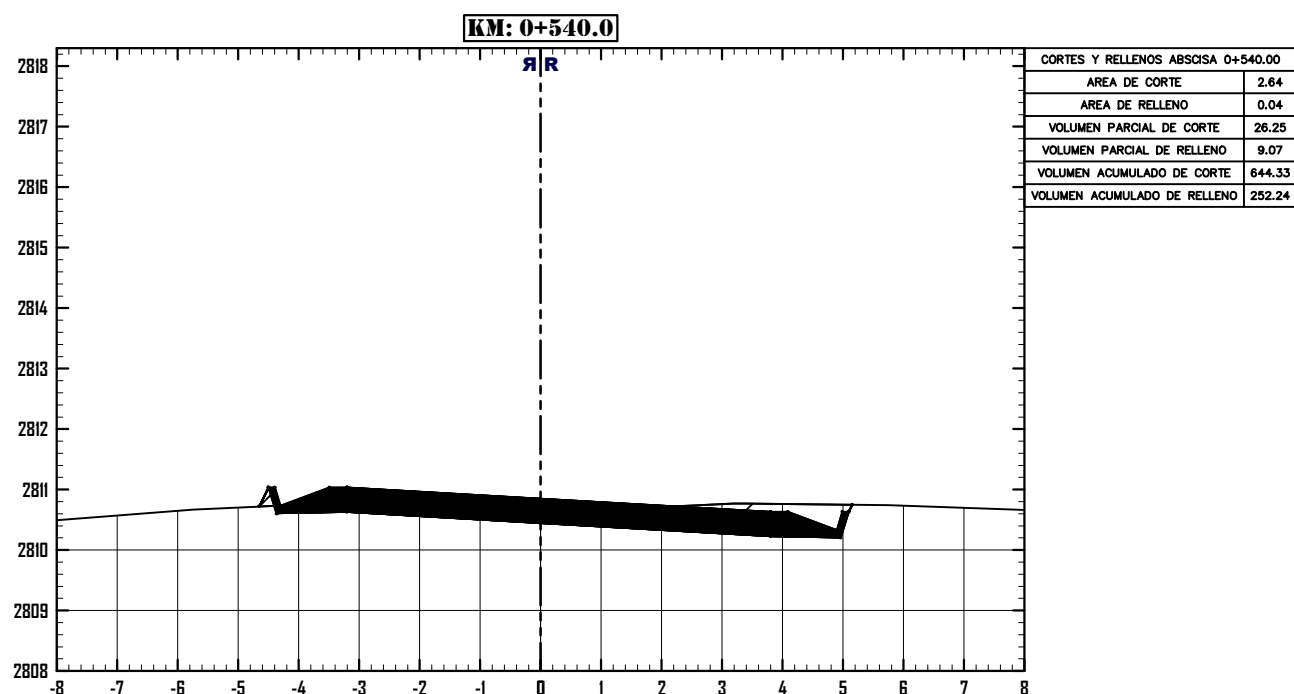
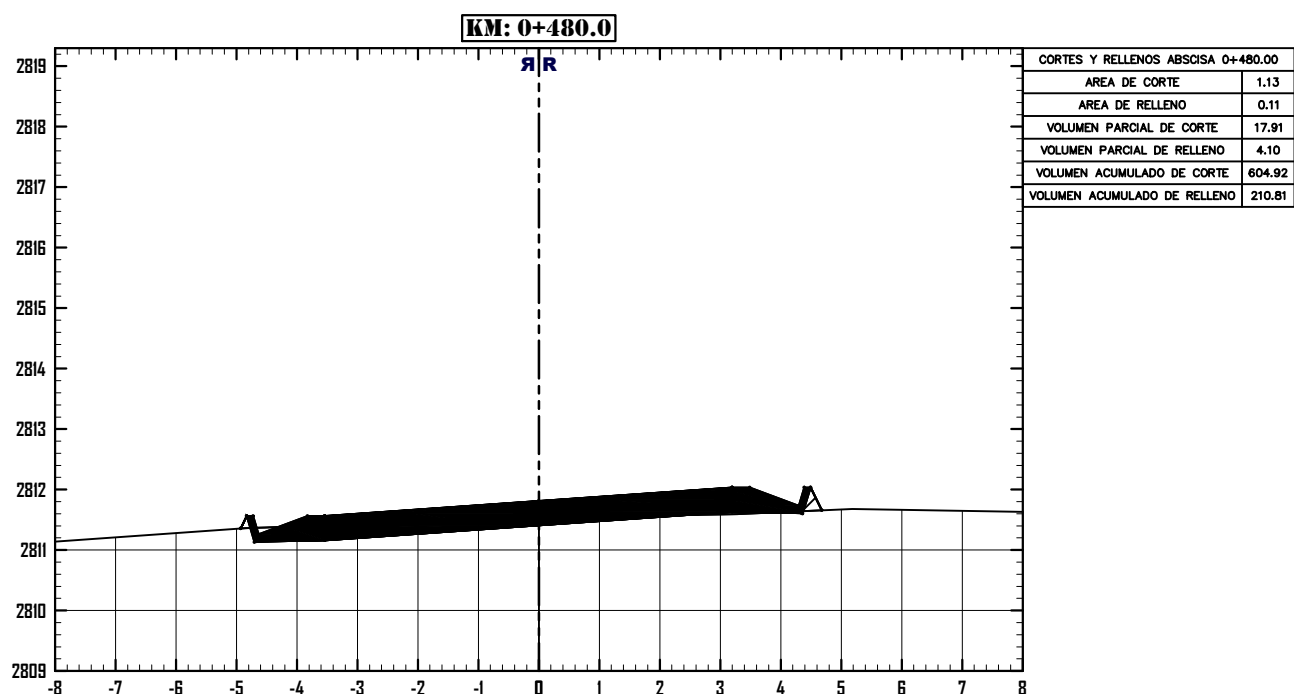
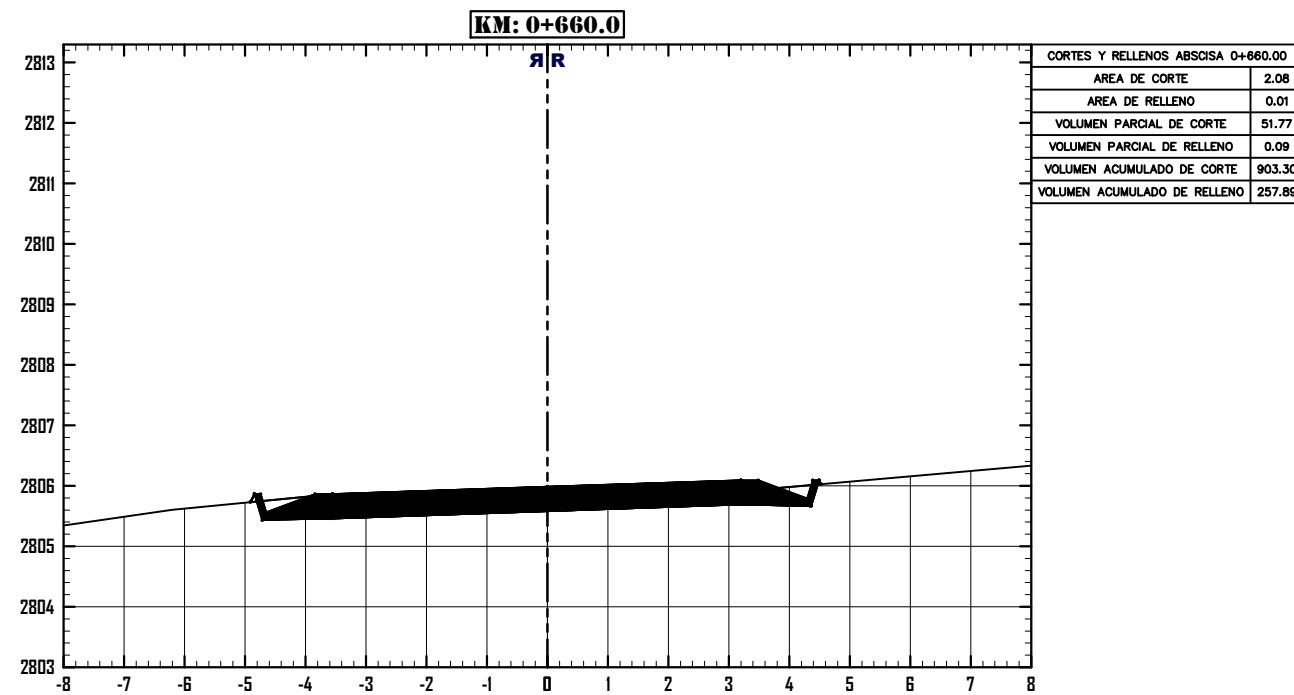
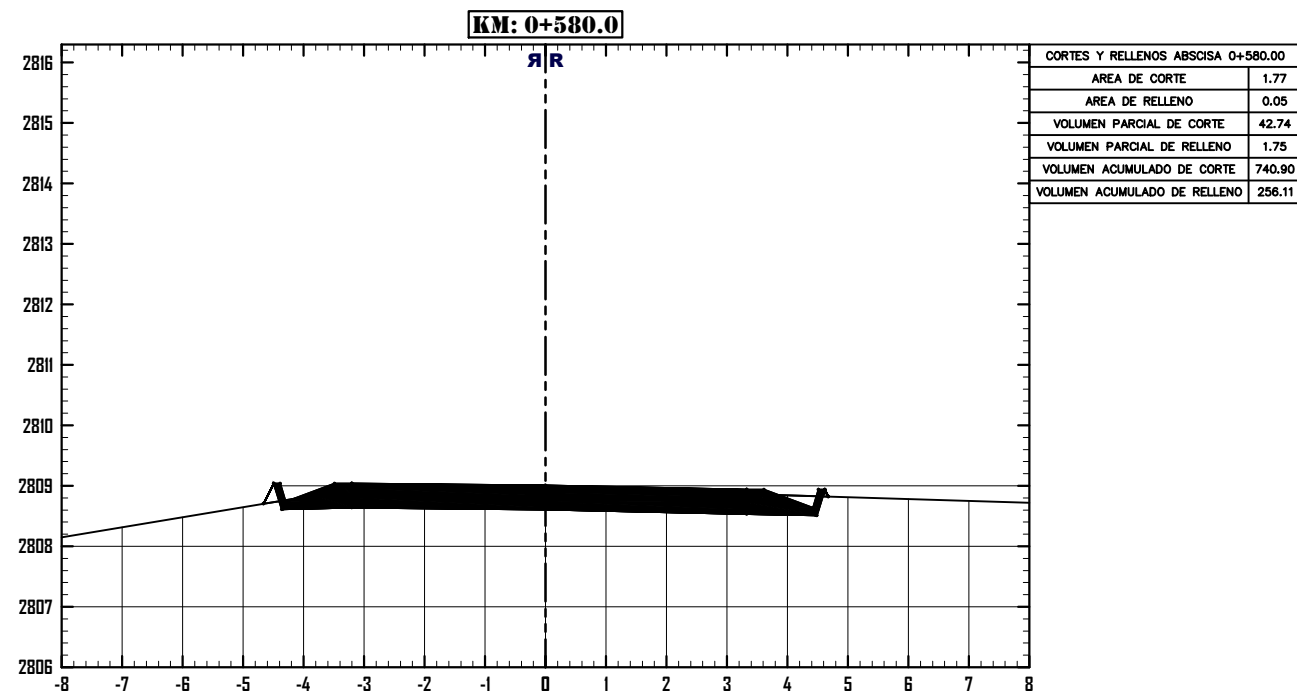
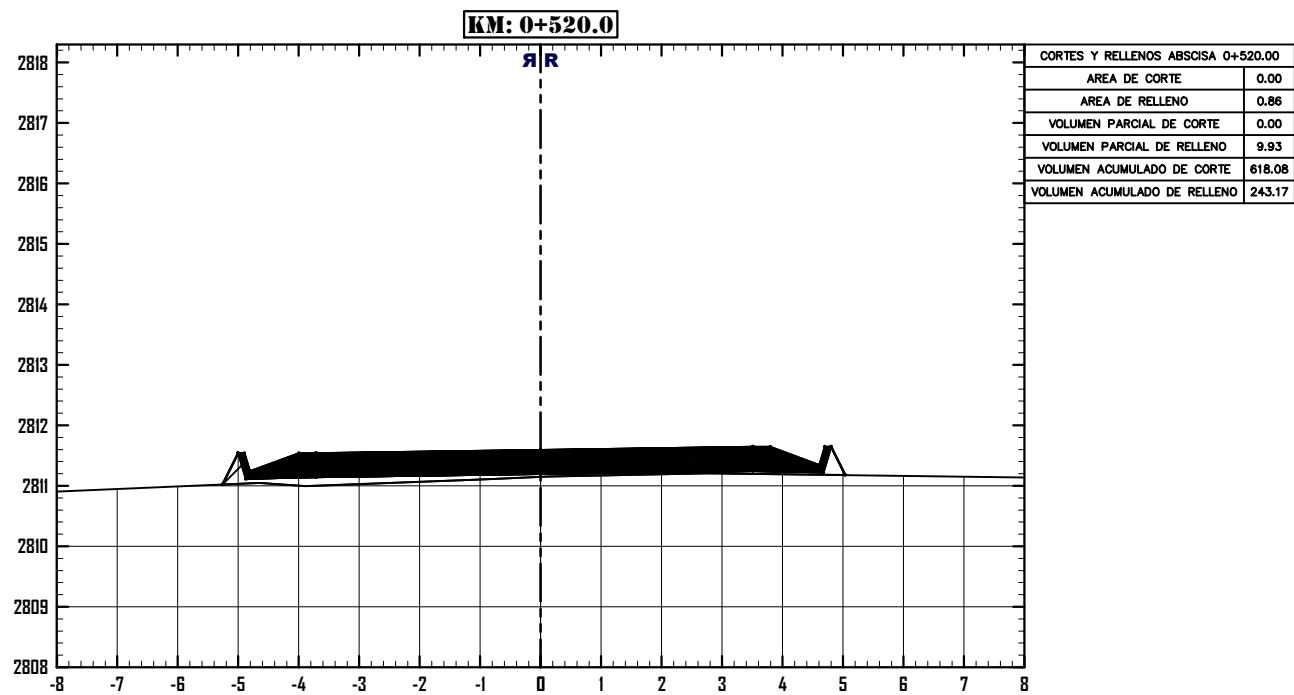
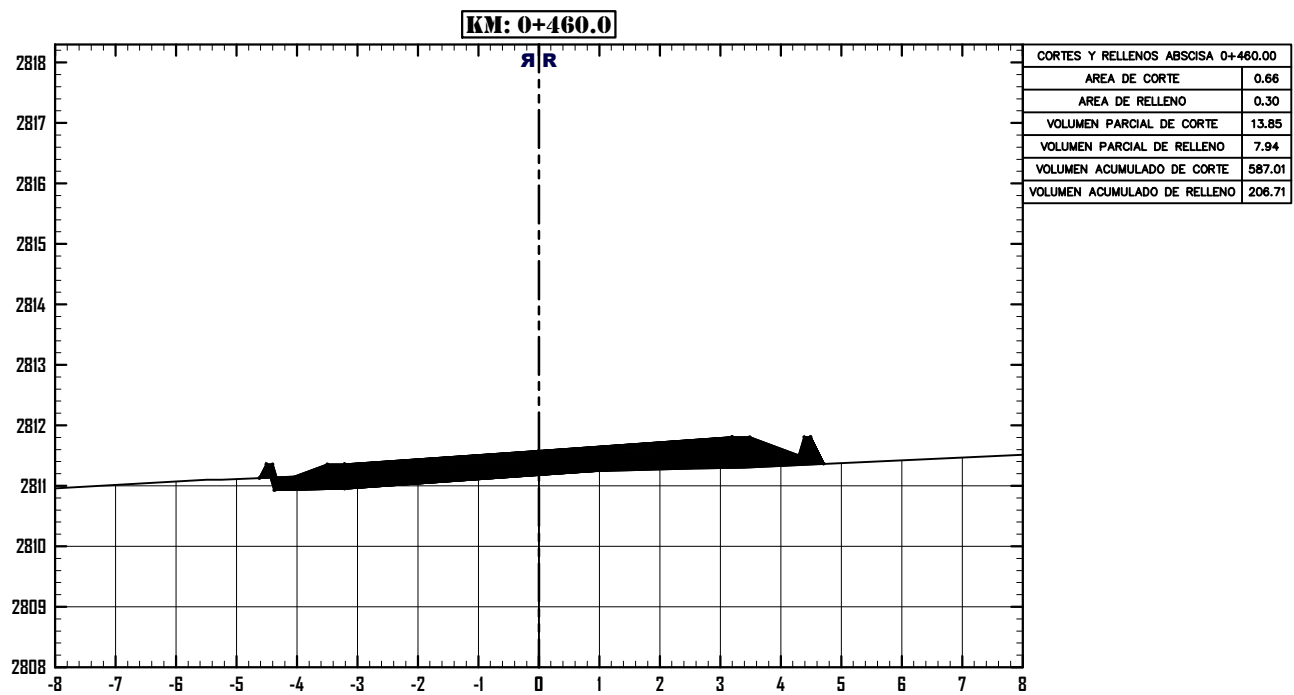
WGS-84
Proyección Cartográfica:UTM
ZONA: 17 SUR

LAMINA: A0

No° HOJA

15/16

ESCALA: 1:1000





NOMBRE DEL PROYECTO:

DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA QUE UNE LOS SECTORES
SALACHE TIOBAMBA – E35 - SALACHE GRANDE, DEL CANTÓN
LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI.

CONTIENE:

SECCIONES TRANSVERSALES TRAMO II

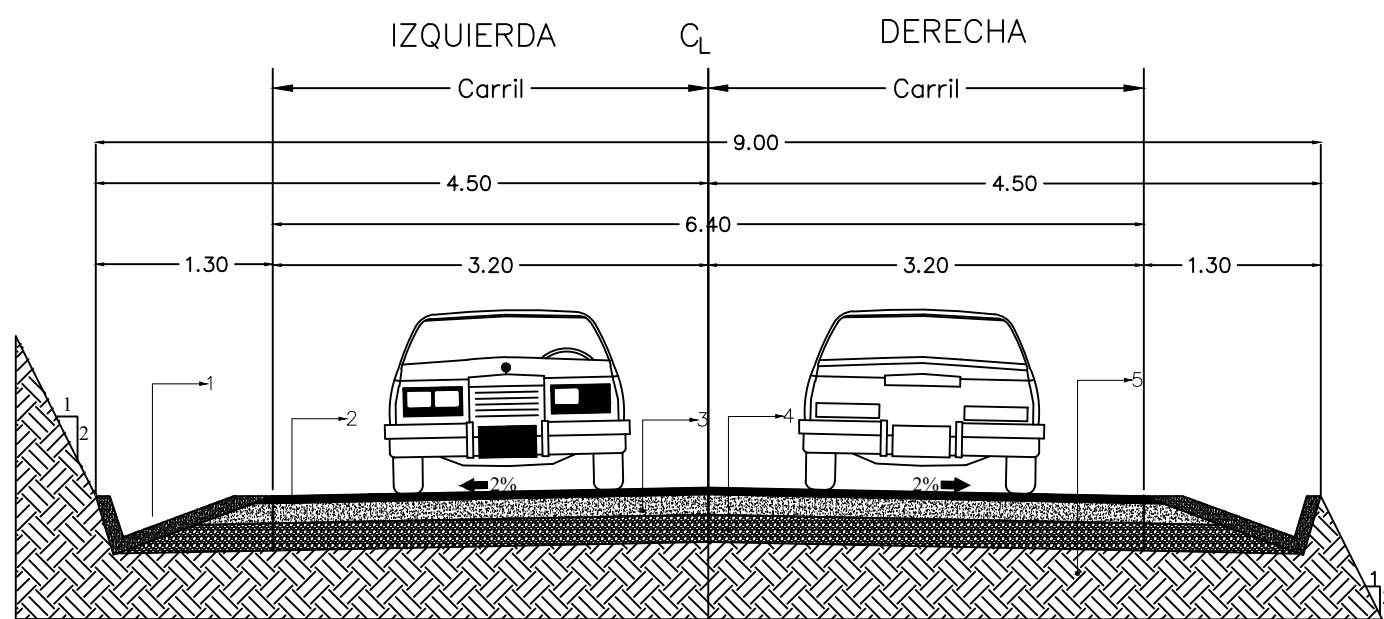
ELABORADO POR:

RAÚL PATRICIO TUCUMBI MILLINGALLI

REVISADO POR:

ING. MILTON RODRIGO ALDÁS SÁNCHEZ, PHD

SECCIÓN TÍPICA:



SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA I
CARRETERA CLASE III ONDULADO
ABS: 0+000.00 – 3+461.00

- LEYENDA
- 1: CUNETAS (f=180 kg/cm²)
 - 2: CARRETERA ASFÁLTICA (e=5cm)
 - 3: BASE CLASE 4 (e=15cm)
 - 4: SUB-BASE CLASE 3 (e=20cm)
 - 5: SUELO NATURAL

COORDENADAS:

WGS-84
Proyección Cartográfica:UTM
ZONA: 17 SUR

LAMINA: A0

No° HOJA

ESCALA: 1:1000

16/16

