



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

**FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL CARRERA DE
INGENIERIA CIVIL**

**Trabajo de Titulación Previo a la Obtención del Título de
Ingeniero Civil.**

ESTUDIO INTEGRAL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA
VIAL EN EL BARRIO DOÑA ANA, SECTORES TUNASPAMBA Y EL JARDÍN,
PARROQUIA GUAYLLABAMBA

MIGUEL ANGEL ALVARADO AGUIRRE

Quito, Enero de 2025



DECLARACION JURAMENTADA

Yo, MIGUEL ANGEL ALVARADO AGUIRRE, con cédula de identidad # 172388026-4, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual que correspondan relacionados a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

.

D. M. Quito, Enero de 2025

Miguel Angel Alvarado Aguirre

C.I. 1723880264

Correo electrónico: miguel.alvarado@uisek.edu.ec



DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación titulado:

**“ESTUDIO INTEGRAL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA
INFRAESTRUCTURA VIAL EN EL BARRIO DOÑA ANA, SECTORES
TUNASPAMBA Y EL JARDÍN, PARROQUIA GUAYLLABAMBA”**

Realizado por:

MIGUEL ANGEL ALVARADO AGUIRRE

como Requisito para la Obtención del Título de:

INGENIERO CIVIL

ha sido dirigido por el profesor

ING. HUGO OTAÑEZ, Msc.

Quien considera que constituye un trabajo original de su autor.

Ing. Hugo Marcelo Otañez Gómez, Msg.

TUTOR



**ESTUDIO INTEGRAL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA
INFRAESTRUCTURA VIAL EN EL BARRIO DOÑA ANA, SECTORES
TUNASPAMBA Y EL JARDÍN, PARROQUIA GUAYLLABAMBA**

Por

Miguel Angel Alvarado Aguirre

Enero, 2025

Aprobado:

Primer Nombre, Inicial, Primer Apellido, Inicial, Tutor

Primer Nombre, Inicial, Primer Apellido, Inicial, Presidente del Tribunal

Primer Nombre, Inicial, Primer Apellido, Inicial, Miembro del Tribunal

Primer Nombre, Inicial, Primer Apellido, Inicial, Miembro del Tribunal

Aceptado y Firmado: _____ día, mes, año
Primer Nombre, Inicial, Primer Apellido, Inicial.

Aceptado y Firmado: _____ día, mes, año
Primer Nombre, Inicial, Primer Apellido, Inicial.

Aceptado y Firmado: _____ día, mes, año
Primer Nombre, Inicial, Primer Apellido, Inicial.

_____ día, mes, año

Primer Nombre, Inicial, Primer Apellido, Inicial.

Presidente(a) del Tribunal

Universidad Internacional SEK



Dedicatoria

A Dios, que en cada paso que dé, se vea reflejada su presencia, para poder ser una gran
persona y profesional.

A mis padres Angel Alvarado y Saida Aguirre que me han apoyado en todo momento
para conseguir este título, por medio de su esfuerzo que día a día lo hacen, me guían y
me enseñan como afrontar la vida.

A mis hermanos Ximena y Matheo que han sido una pieza fundamental para mi
crecimiento, son personas que me dan ejemplo de esfuerzo, dedicación y amor.



Agradecimiento

A Dios por brindarme la oportunidad de poder estudiar y bendecirme cada día para llegar a las metas, cada día protegiéndome con su manto sagrado, dándome salud y vida para poder compartir estos momentos de felicidad con las personas que siempre han estado para mí, también por no dejarme dar por vencido cuando las cosas se complicaron y me lleno de fe y sabiduría para poder avanzar en este camino.

A mi Familia, la cual contribuyó cada uno con un granito de arena para que este camino sea más llevadero y pueda cumplir la meta de ser Ingeniero Civil, sin ellos hubiera sido imposible tener este logro.

Y finalmente a mis profesores de la carrera de Ingeniería Civil, gracias por brindar su conocimiento para que pueda entenderlo de la mejor manera y pueda aplicarlo en la vida profesional, cada enseñanza impartida por ustedes me hará una mejor persona y un gran profesional.



Resumen

Este trabajo de titulación desarrolla el diseño geométrico horizontal y vertical de una vía lastrada ubicada en Guayllabamba, barrio Doña Ana, sector Tunaspamba, siguiendo los lineamientos de la normativa MOP 2003. La vía, de 2.52 km de longitud, se encuentra en una zona agrícola con tránsito mixto de vehículos livianos y pesados, identificado por el estudio de tráfico (TPDA) realizado durante 7 días con registros de 12 horas diarias.

El análisis topográfico identificó un terreno ondulado con pendientes entre el 7% y el 13%, mientras que los estudios geotécnicos clasificaron el suelo como arena limosa (SM), según el sistema SUCS. Con base en estas características, se propone un diseño con una capa de rodadura de adoquines de concreto de 8 cm.

Se elaboró un presupuesto y un análisis de precios unitarios (APUS), complementando el diseño técnico con una visión de factibilidad económica.

Este proyecto busca mitigar problemas asociados al polvo, el deterioro vehicular y las afectaciones a la producción agrícola y a sus habitantes, promoviendo un acceso vial más seguro y eficiente. La información técnica será entregada a la junta parroquial de Guayllabamba, fomentando la integración de la comunidad y así poder mejorar las condiciones de vida.

Palabras clave: Diseño geométrico vial, MOP 2003, capa de rodadura, drenaje longitudinal, TPDA, APUS, Guayllabamba.



Abstract

This degree work develops the horizontal and vertical geometric design of a ballasted road located in Guayllabamba, Doña Ana neighborhood, Tunaspamba sector, following the guidelines of the MOP 2003 regulations. The road, 2.52 km long, is located in an agricultural area with mixed traffic of light and heavy vehicles, identified by the traffic study (TPDA) carried out for 7 days with 12-hour daily records.

The topographic analysis identified undulating terrain with slopes between 7% and 13%, while the geotechnical studies classified the soil as silty sand (SM), according to the SUCS system. Based on these characteristics, a design is proposed with a running layer of 8 cm concrete pavers.

A budget and unit price analysis (APUS) were prepared, complementing the technical design with a vision of economic feasibility.

This project seeks to mitigate problems associated with dust, vehicle deterioration and the effects on agricultural production and its inhabitants, promoting safer and more efficient road access. The technical information will be delivered to the parish council of Guayllabamba, promoting the integration of the community and thus being able to improve living conditions.

Technical keywords: Geometric road design, MOP 2003, wearing course, longitudinal drainage, TPDA, APUS, Guayllabamba.

Tabla de Contenidos

Lista de Tablas.....	xiv
Lista de Figuras	xv
Lista de Ecuaciones	xvii
Capítulo 1: Generalidades	1
1.1 Descripción del problema.....	1
1.2 Justificación del proyecto	2
1.3 Antecedentes:	3
1.4. Hipótesis	4
1.4.1 Hipótesis General.....	4
1.4.2 Hipótesis Específica.....	4
1.5 Objetivos.....	5
1.5.1 Objetivo General.....	5
1.5.2 Objetivos Específicos	5
Capítulo 2: Marco Teórico	6
2.1. Características Físicas y Geográficas Guayllabamba.....	6
2.1.1 Clima.....	6
2.1.2 Recursos Hídricos	6
2.1.3 Limites	7
2.1.4 Demografía	7
2.2. Topografía	8
2.2.1 Levantamiento Topográfico.....	8
2.2.2. Proyección UTM	9

2.2.3. Altimetría.....	9
2.2.4. Replanteo	10
2.2.5 Sistema de información Geográfica (SIG)	11
2.2.6 Elementos Topográficos	12
2.3. Estudio de tráfico.....	14
2.3.1. TPDA del Proyecto.....	15
2.3.3 Tráfico Futuro	17
2.4. Estudios de Suelos.....	18
2.4.1 Curva Granulométrica	18
2.4.2 Plasticidad.....	19
2.4.3 Clasificación de Suelos.....	23
2.4.4 Compactación de Suelo	24
2.4.5 Ensayo Proctor.....	25
2.4.6 Densímetro Nuclear	27
2.4.7 Ensayo CBR	28
2.5 Diseño Geométrico.....	29
2.5.1 Características de la vía según el tipo de terreno.....	29
2.5.2 Velocidad de diseño.....	31
2.5.5 Distancia de frenado o parada.....	32
2.5.6 Distancia de adelantamiento	33
2.6 Diseño horizontal.....	34
2.6.1 Curvas Circulares Simples.....	35
2.6.2 Curva Reversa o de Inflexión	37
2.6.3 Curvas en Serie de Espirales	38
2.6.4 Sobreancho en Curvas Horizontales	39

2.7 Diseño Vertical.....	41
2.7.2 Curvas Verticales Convexas	43
2.7.3 Curvas Verticales Cóncavas	45
2.7.4 Curvas Verticales Asimétricas.....	46
2.7.5 Curvas Verticales Simétricas.....	47
2. 8 Capa de Rodadura.....	48
2.8.1 Estructura pavimento flexible.....	48
2.8.2 Estructura pavimento rígido	49
2.8.3 Estructura de pavimentos adoquinados	50
Capítulo 3: Levantamiento de Información.....	51
3.1 Topografía Barrio Doña Ana.....	52
3.1.1 Colocación GPS trayecto vial.....	52
3.1.2 Levantamiento estación total.....	53
3.2 Procesamiento de Datos – Civil 3D.....	55
3.2.1 Alineamientos principales a los tramos del proyecto	60
3.3 Estudio de suelos	62
3.3.1 Obtención de muestras de suelo y DCP en campo	62
3.3.2 Ensayo en laboratorio	64
3.4 Estudio de tráfico.....	73
3.4.1 Análisis del volumen de tráfico	73
3.4.2 Proyección tráfico futuro	75
3.4.3 Ejes equivalentes	76
Capítulo 4: Cálculo y Resultados	81
4.1 Clasificación de vía	81
4.2 Análisis de Capacidad de Soporte CBR en la Subrasante	83

4.3 Diseño del adoquinado	85
4.4 Diseño Transversal de la Vía.....	92
4.5 Presupuesto General del Proyecto y Desglose de Precios Unitarios	95
Conclusiones y Recomendaciones	98
Conclusiones.....	98
Recomendaciones	100
Bibliografía.....	102
ANEXOS	106
Anexo 1: Monografías GPS y Sistema de Referencia Geodésico del Instituto	
Geográfico Militar	106
Monografía GPS1	106
Monografía GPS2	107
Monografía GPS3.....	108
Monografía GPS4.....	109
Monografía AUX 4.....	110
Monografía GPS5.....	111
Monografía AUX5.....	112
Sistema de Referencia Geodésico del Instituto Geográfico Militar	113
Anexo 2: Ensayos de laboratorio Clasificación SUCS y humedad	114
Ensayo Laboratorio Muestra 1	114
Ensayo Laboratorio Muestra 2	115
Ensayo Laboratorio Muestra 3	116
Anexo 3: Contabilización Tráfico Vehicular	117
Anexo 4: Determinación de Ejes Equivalentes	118

Anexo5: Registros Ensayo Cono Dinámico.....	119
DCP 1	119
DCP 2	120
DCP 3	121
Anexo 6: Presupuesto General y APUS.....	122
Presupuesto.....	122
Análisis de precios unitarios.....	123
Anexo: Planos del Proyecto	143

Lista de Tablas

Tabla 1: Limites Parroquia Guayllabamba.....	7
Tabla 2. Proyección poblacional Guayllabamba	8
Tabla 3. Tamices Aberturas.....	18
Tabla 4. Diferentes tipos de terrenos con sus características	29
Tabla 5. Valores mínimos de parada MOP	33
Tabla 6. Distancia Rebasamiento de un vehículo.....	33
Tabla 7. Gradientes Longitudinales Máximas en Porcentaje	42
Tabla 8. Valores mínimos del coeficiente K	44
Tabla 9. Muestras Granulometría	66
Tabla 10. Pesos Acumulados Tamices	69
Tabla 11. Pesos húmedos y secos de muestras de suelo.....	71
Tabla 12. Tasas de crecimiento vehicular	75
Tabla 13. Proyección Tráfico futuro 10 años	76
Tabla 14. Valores de Diseño Clase IV MOP.....	81
Tabla 15. Muestras Ensayo Cono Dinámico con su CBR.....	84
Tabla 16. Percentiles de CBR.....	84

Lista de Figuras

Figura 1. Condiciones climáticas Guayllabamba	6
Figura 2. Recurso Hídrico Guayllabamba	7
Figura 3. Estación total y trípode	12
Figura 4. Accesorios Topografía estacas y clavos.....	13
Figura 5. Anteojo Topográfico	14
Figura 6. Diámetro Partícula norma ASTM E11.....	19
Figura 7. Límites Plástico, Líquido y Contracción.....	21
Figura 8. Ensayo Casagrande	22
Figura 9. Porcentaje de Clasificación de Suelos	24
Figura 10. Equipo ensayo Proctor	27
Figura 11. Densímetro Nuclear	28
Figura 12. Valores de diseño recomendado MOP 2003.....	32
Figura 13. Componentes Alineamiento Horizontal.....	35
Figura 14. Curva circular simple	36
Figura 15. Curva de inflexión.....	37
Figura 16. Curvas Serie de Espirales.....	38
Figura 17. Sobreancho de curva	40
Figura 18. Longitudes de ejes para sobreanchos	41
Figura 19. Curvas convexas	45
Figura 20. Curva Cóncava.....	46
Figura 21. Curva Vertical Asimétrica	46
Figura 22. Curva Vertical Simétrica.....	48
Figura 23. Estructura Pavimento flexible	49

Figura 24. Estructura pavimento Rígido	49
Figura 25. Estructura Adoquinado	50
Figura 26. Limites Vía Barrio Doña Ana	51
Figura 27. GPS en Campo	53
Figura 28. Colocación estación total en campo	55
Figura 29. Coordenadas Estación Total.....	56
Figura 30. Importar puntos Civil 3D	57
Figura 31. Propiedades Estilo etiqueta Civil 3D	57
Figura 32. Puntos de Estación Total en Civil 3D	58
Figura 33. Especificación Curvas de nivel	59
Figura 34. Seleecion todos los puntos recogidos en campo	59
Figura 35. Creación de Superficie total del proyecto	59
Figura 36. Alineamiento Tramo principal	60
Figura 37. Alineamiento Tramo brazo derecho.....	61
Figura 38. Alineamiento brazo izquierdo	61
Figura 39. Obtención de muestra de suelo in situ	63
Figura 40. Ensayo cono Dinámico en campo	64
Figura 41. Muestras de suelo en laboratorio	65
Figura 42. Peso muestras de suelo.....	66
Figura 43. Lavado muestras de suelo a través del tamiz #200	67
Figura 44. Secado en horno de muestras	67
Figura 45. Muestras Secas.....	68
Figura 46. Proceso tamizado	68
Figura 47. Prueba Plasticidad Suelo	70
Figura 48. Peso de Tarros.....	71

Figura 49. Peso húmedo de suelo	72
Figura 50. Peso seco muestras de suelo.....	72
Figura 51. Función de la vía	83
Figura 52. Valor CBR.....	85
Figura 53. Tipos de Adoquines	87
Figura 54. Ficha técnica Adoquín	88
Figura 55. Trabazón Adoquín.....	89
Figura 56.Método de diseño australiano	91
Figura 57. Sección Transversal para el Barrio Doña Ana	93
Figura 58. ABS 0+000 del proyecto.....	94

Lista de Ecuaciones

Ecuación 1. Tráfico Promedio diario anual	15
Ecuación 2. Tráfico Promedio Diario Mensual	15
Ecuación 3. Tráfico Promedio Diario Semanal	15
Ecuación 4. TPDA con factores	17
Ecuación 5. Tráfico Futuro.....	17
Ecuación 6. Ensayo CBR	29
Ecuación 7. Sobreancho curvo	40
Ecuación 8. Longitud mínima Curva vertical.....	44
Ecuación 9. Diferencia Gradiente Curva Vertical Asimétricas.....	47
Ecuación 10. Elevación de Curva Asimétrica	47
Ecuación 11. Elevación Curva Simétrica	47
Ecuación 12. Factor de crecimiento vehicular	77
Ecuación 13. Factor camión eje equivalente	78

Capítulo 1: Generalidades

1.1 Descripción del problema

El barrio Doña Ana, ubicado en el sector Tunaspamba de Guayllabamba, enfrenta serias limitaciones en su infraestructura vial, específicamente en la vía lastrada que conecta a esta comunidad. Esta situación genera múltiples problemas que afectan tanto la calidad de vida de sus habitantes como la productividad agrícola de la zona. Entre los principales inconvenientes se destacan:

- **Polvo en suspensión:** La vía actual, al ser lastrada, genera altos niveles de polvo debido al tránsito de vehículos livianos y pesados. Este polvo no solo afecta la salud de los residentes, provocando enfermedades respiratorias, sino que también contamina los productos agrícolas, reduciendo su calidad y su valor en el mercado.
- **Deterioro de vehículos:** Las condiciones de la vía, con irregularidades y falta de mantenimiento, aceleran el desgaste de los vehículos que transitan por ella, incrementando los costos de reparación y mantenimiento para los usuarios.
- **Dificultades en la movilidad:** La vía no cuenta con un diseño adecuado para soportar el tránsito mixto que caracteriza a la zona, lo que genera incomodidad, retrasos y riesgos en el desplazamiento tanto de personas como de productos agrícolas hacia los mercados locales.
- **Impacto socioeconómico:** La falta de una vía adecuada afecta negativamente la economía local, ya que limita el acceso a mercados para la comercialización de productos agrícolas y restringe el desarrollo de actividades productivas y sociales en la comunidad.

Este contexto evidencia la necesidad de un estudio integral para el mejoramiento de la infraestructura vial en este sector, que mejore las condiciones de transitabilidad que reduzca los impactos negativos en la salud, la agricultura y costos vehiculares, y así poder fomentar el desarrollo sostenible del barrio Doña Ana y sus alrededores.

1.2 Justificación del proyecto

El estudio integral para el mejoramiento de la infraestructura vial en el barrio Doña Ana, se justifica como una intervención prioritaria para atender las necesidades de la comunidad, mejorar su calidad de vida y promover el desarrollo sostenible en la zona. Actualmente, las condiciones precarias de la vía afectan de manera directa la salud, la economía y la conectividad de los habitantes, quienes dependen de esta infraestructura para sus actividades diarias y productivas.

Desde un enfoque técnico, el proyecto busca proporcionar una solución integral que garantice la durabilidad y funcionalidad de la vía a través del cumplimiento de la normativa MOP 2003, ajustada a las condiciones topográficas, geotécnicas y climáticas de la región. La propuesta incluye un diseño con adoquines de concreto, que mejora significativamente la resistencia al paso vehicular y a tener mantenimiento a largo plazo.

Desde una perspectiva social, el proyecto tiene como objetivo principal mitigar los problemas derivados del polvo, que afectan la salud de los habitantes y contaminan los productos agrícolas, y resolver las dificultades de movilidad, garantizando un acceso seguro y eficiente tanto para personas como para vehículos de carga. Esto permitirá un mayor desarrollo económico, al facilitar el transporte de productos agrícolas hacia los mercados locales y regionales, mejorando los ingresos de las familias que dependen de estas actividades.

Finalmente, el proyecto es esencial para fortalecer la infraestructura básica del barrio Doña Ana, promoviendo su integración con otras comunidades y elevando la

calidad de vida de sus habitantes. La entrega del estudio técnico a la junta parroquial de Guayllabamba busca garantizar la factibilidad y posterior ejecución del proyecto, contribuyendo a un desarrollo planificado y sostenible en beneficio de la población actual y futura.

1.3 Antecedentes:

Las vías representan un elemento esencial para la conexión entre comunidades, favoreciendo el desarrollo económico y social.

Históricamente, la construcción de caminos y puentes en buen estado ha sido un motor de progreso, facilitando el intercambio de productos, conocimientos y recursos entre comunidades.

Actualmente, disponer de infraestructura vial adecuada resulta fundamental para mejorar la calidad de vida de los habitantes y potenciar el crecimiento de zonas rurales y agrícolas.

En el barrio Doña Ana, sector Tunaspamba, Guayllabamba, la ausencia de una vía en un buen estado ha restringido las oportunidades de desarrollo socioeconómico.

Como zona agrícola, los productos locales enfrentan dificultades para ser transportados hacia mercados debido al mal estado de la vía, lo que afecta tanto la economía de los agricultores como la calidad de vida de la población.

Además, las viviendas cercanas a la vía sufren constantes molestias, como el polvo generado por el tránsito vehicular, lo que impacta negativamente en la salud de los habitantes.

La proyección de una vía adoquinada, diseñada a una vida útil estimada de 10 años, permitirá mejorar la conectividad, reducir los costos de transporte, facilitar el tránsito de personas y vehículos, y estimular la actividad económica de la zona. Este proyecto es clave para promover un entorno más seguro, limpio y funcional, beneficiando

tanto a los habitantes actuales como a las generaciones futuras, con un enfoque en el desarrollo sostenible de la comunidad.

1.4. Hipótesis

1.4.1 Hipótesis General

El diseño vial proyectado en AutoCAD Civil 3D, con la incorporación de un adoquinado de concreto y basado en las especificaciones técnicas de la normativa MOP 2003, mejorará la funcionalidad, seguridad y durabilidad de la vía, optimizando las condiciones de transitabilidad y favoreciendo el desarrollo socioeconómico del barrio Doña Ana, sector Tunaspamba.

1.4.2 Hipótesis Específica

- El uso de AutoCAD Civil 3D como herramienta principal para el diseño geométrico asegurará la precisión en los cálculos y la compatibilidad con las normativas vigentes, facilitando la elaboración de un proyecto técnicamente viable.
- La implementación de una capa de rodadura con adoquines de concreto de 8 cm proporcionará una solución duradera y de bajo mantenimiento, mejorando la funcionalidad de la vía al reducir los problemas de polvo, lo que tendrá un impacto positivo en la salud de los habitantes y en la protección de los productos agrícolas del sector.
- La implementación del proyecto incrementará la accesibilidad al sector, reduciendo costos asociados al deterioro vehicular y mejorando las condiciones de transporte para la población local. Además, fortalecerá la conectividad con barrios aledaños, fomentando el desarrollo socioeconómico mediante un mayor intercambio de bienes, servicios y oportunidades.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Diseñar el trazado geométrico horizontal y vertical de una vía de 2,52 km de longitud en el sector Tunaspamba, parroquia Guayllabamba, barrio Doña Ana, utilizando AutoCAD Civil 3D, siguiendo la normativa MOP 2003, para mejorar la circulación y la calidad de vida de los habitantes, mediante una solución técnica eficiente y adecuada a las características del terreno y del tránsito local.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Realizar el diseño geométrico horizontal y vertical de la vía en AutoCAD Civil 3D, considerando las condiciones topográficas del terreno y los lineamientos establecidos en la normativa MOP 2003, para garantizar la seguridad y funcionalidad de la vía.
- Analizar el Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) basado en un estudio de tráfico de 7 días para determinar el volumen vehicular y la capacidad de la vía proyectada, asegurando su funcionalidad durante su vida útil de 10 años.
- Diseñar una capa de rodadura de adoquines de concreto de 8 cm como alternativa de bajo mantenimiento y alta durabilidad, adecuada a las características del tránsito y las condiciones del suelo del lugar.
- Elaborar un presupuesto detallado y un análisis de precios unitarios (APUS) para evaluar la factibilidad económica del proyecto, asegurando que sea viable para la implementación por parte de la junta parroquial de Guayllabamba.

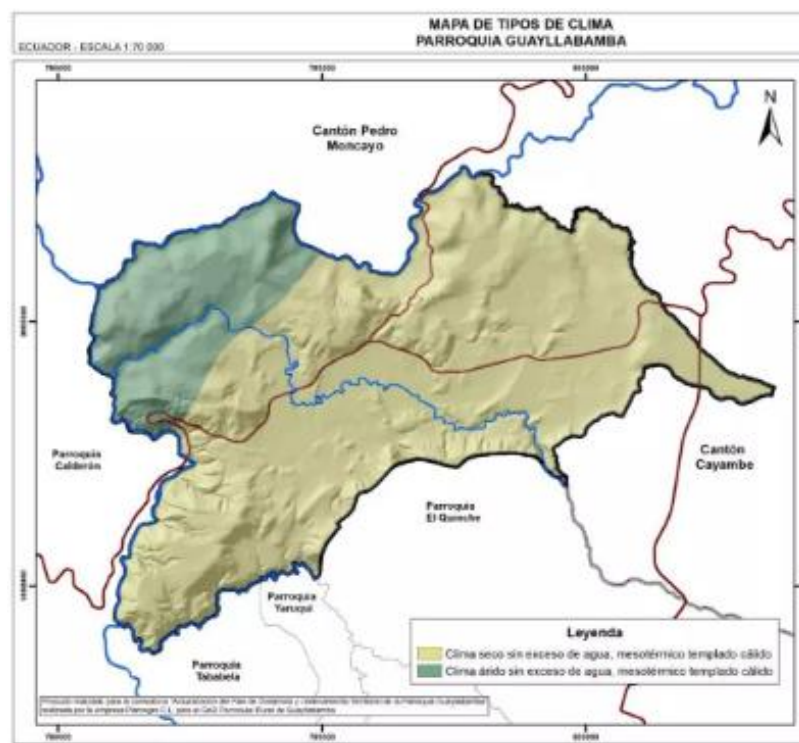
Capítulo 2: Marco Teórico

2.1. Características Físicas y Geográficas Guayllabamba

2.1.1 Clima

El clima en Guayllabamba se caracteriza por ser un clima ecuatorial mesotérmico seco se caracteriza por temperaturas que varían entre 14° y 19°C (GOBIERNO DE PICHINCHA, 2019).

Figura 1. Condiciones climáticas Guayllabamba

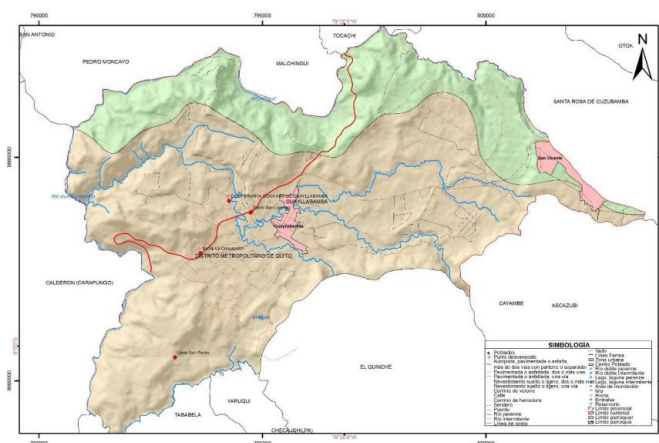


Nota. Tomado de (GOBIERNO DE PICHINCHA, 2019).

2.1.2 Recursos Hídricos

La parroquia de Guayllabamba dispone de recursos hídricos como el río Guayllabamba, Pisque y Uravia, además de diversas vertientes que abastecen a sectores como Santo Domingo de los Duques, Barrio El Molino y Coyago, estas fuentes son aprovechadas mediante tomas de agua que benefician a la comunidad, para satisfacer las necesidades básicas de toda la parroquia (Gobierno de Pichincha, 2019).

Figura 2. Recurso Hídrico Guayllabamba



Nota. Tomado de (GOBIERNO DE PICHINCHA, 2019)

2.1.3 Límites

La parroquia de Guayllabamba se encuentra ubicada en la provincia de Pichincha, en sentido noreste del Distrito Metropolitano de Quito (GOBIERNO DE PICHINCHA, 2019).

Tabla 1: Límites Parroquia Guayllabamba

Punto de límites	Descripción
Norte	Cantón Pedro Moncayo
Sur	Parroquias: Quinche, Yaruqui, Tababela
Este	Cantón Cayambe
Oeste	Parroquia Calderón

Nota. Tomado de (GOBIERNO DE PICHINCHA, 2019)

2.1.4 Demografía

De acuerdo con los censos realizados en Guayllabamba por el INEC, el crecimiento poblacional ha presentado distintas variaciones a lo largo del tiempo. Entre 1990 y 2001, se registró un aumento del 41,92 %. A continuación, se detalla una tabla con los valores registrados hasta el año 2020. Además, las proyecciones poblacionales indican un crecimiento estimado del 21,41 % (Gobierno de Pichincha, 2019).

Tabla 2. Proyección poblacional Guayllabamba

Años	Proyecciones Poblacionales	Tasa de Crecimiento (%)
1990	7103	
2001	12227	41.91%
2010	16213	24.59%
2011	17131	5.36%
2012	17467	1.93%
2013	17804	1.89%
2014	18140	1.85%
2015	18476	1.82%
2016	18811	1.78%
2017	19145	1.75%
2018	19478	1.71%
2019	19810	1.68%
2020	20141	1.64%

Nota. Tomado de (Gobierno de Pichincha, 2019)

2.2. Topografía

2.2.1 Levantamiento Topográfico

En todo tipo de proyecto civil, se necesita una representación precisa del terreno, en donde se va a ejecutar ya sea un tramo de una vía o una simple línea de diseño eléctrico, en todo levantamiento topográfico existen dos fases la cuales son; primera fase tener la topografía para conseguir el plano donde se va a ejecutar la obra, delimitaciones del terreno, mientras que la segunda fase es un replanteo, que es señalar en el terreno lo

conseguido por medio de análisis topográfico , con técnicas que nos permitan ver en obra que dejo del plano topográfico (García Martín, 2014).

La Topografía se representa en dos dimensiones de la realidad observada, proyectando de forma ortogonal a un plano horizontal, esta proyección en el plano “xy” permite ubicar cualquier punto y representar en detalle todas las características en planta, también se necesita recopilar información correspondiente al eje “z”, por lo tanto, el gráfico se divide en dos fases la planimetría y la altimetría (García Martín, 2014).

2.2.2. Proyección UTM

La proyección UTM, es la más usada en la actualidad al ser un sistema universal, accesible a nivel mundial, en la que se escoge el meridiano de tangencia para empezar la proyección, esta proyección tiene un método en donde se proyecta la superficie por medio de un cilindro de tangente a la elipsoide, su nombre específico se denomina transversa ya que la tangencia se la realiza hacia un meridiano, la proyección de los puntos del elipsoide sobre el cilindro se realiza mediante la ley analítica específica, que difiere a la proyección geométrica convencional, mientras que el sistema de coordenadas cartesiana resultante en el Ecuador se proyecta una línea horizontal que sirve como eje de las coordenadas “x”, mientras que el meridiano de tangencia se proyecta como una línea vertical utilizada como eje de las coordenadas “y” (García Martín, 2014).

2.2.3. Altimetría

Para esto es esencial utilizar una referencia que ayudará a relacionar los diferentes levantamientos altimétricos que se tengan, la referencia común se guía en la superficie que corresponde al nivel medio del mar de diferentes regiones de la Tierra y su gran amplitud bajo los continentes, denominada también geoide (García, 2014).

En términos topográficos, la altitud hace referencia a la altura de un punto con respecto a otro, en este caso a la superficie de nivel de referencia establecida, las altitudes son coordenadas en el eje “z” de manera absoluta, por otra parte, la cota representa la altura de un punto respecto a la superficie de nivel impuesta, esto es diferente a la tomada de referencia, por consiguiente, son coordenadas en el eje “z” relativas (García, 2014).

Los instrumentos topográficos ayudan a evaluar el desnivel, que prácticamente es la diferencia en altitud o en cota que hay entre dos puntos, donde la estación es colocada y va arrojando las curvas o datos, al utilizar los desniveles, se puede conocer las altitudes o cotas de los puntos observados, en donde se arrastra las coordenadas “z” desde los puntos conocidos (García Martín, 2014).

Para obtener la nivelación adecuada existen tres formas: nivelación por alturas o geométrica, usando el nivel, nivelación por medio de pendientes o trigonométrica, se usa estación total y nivelación barométrica que se tiene como instrumento el altímetro, entre estas técnicas la geométrica es la más precisa y usada (García Martín, 2014).

2.2.4. Replanteo

Replantar implica llevar a cabo sobre el terreno la ubicación precisa de puntos o también un conjunto de puntos que crean ya sea una curva o recta, cuya posición en relación con los otros puntos ya está determinada, por lo tanto, el replanteo se diferencia al levantamiento topográfico por colocar en campo los datos necesarios para ejecutar la obra (Gallego Salguero, 2014).

Existen diversas razones para realizar un replanteo, como reponer un vértice desaparecido, situar un proyecto de obra civil, establecer límites exactos, entre otras, en cada caso, el replanteo implica materializar puntos que tienen significado por sí mismos o que forman parte de estructuras más complejas (Gallego Salguero, 2014).

Los datos necesarios para este proceso varían según el objetivo específico del replanteo, en algunos casos, se utilizan las coordenadas conocidas de los puntos a replantear, lo cual proporciona una precisión mayor en comparación a basarse en medidas obtenidas desde un plano, ya que los errores inherentes al levantamiento topográfico y a la elaboración del plano se suman a los errores introducidos al realizar las mediciones sobre el mismo (Balaguer Beser, 2004).

La precisión final del replanteo se da por la precisión y calidad de los puntos conocidos o coordenadas y el plano utilizado, los errores serán más significativos cuanto menor sea la escala del plano (González Cabezas, 2013).

La posición absoluta de un punto replanteado se refiere a su ubicación exacta según el sistema de coordenadas utilizado, la posición relativa de un punto dentro de un proyecto se define por su relación con otros puntos del mismo proyecto, ambas posiciones son cruciales al verificar un replanteo, por lo tanto el ajuste de un proyecto se refiere a una serie de modificaciones menores y necesarias para asegurar que el proyecto se integre correctamente a su entorno, estos cambios se da por cambios en el terreno después de la planificación inicial, errores en el plano topográfico base, o elementos omitidos durante la fase de diseño inicial (Balaguer Beser, 2004).

2.2.5 Sistema de información Geográfica (SIG)

El Sistema de Información Geográfica (SIG o GIS Geographical Information System), resulta un implemento informático diseñado para almacenar, visualizar, gestionar y analizar información que posee la referencia geográfica específica, la gestión de datos geográficos se daba por mapas temáticos impresos, que eran estáticos y tenían un contenido limitado, con el aumento de la demanda por acceder a información territorial de manera rápida, precisa y actualizada, los SIG han emergido como soluciones efectivas (Balaguer Beser, 2004).

Los SIG representan una evolución significativa respecto a los métodos tradicionales de gestión de información geográfica, proporcionando herramientas avanzadas en toma de decisiones recopilando datos espaciales y facilitando el acceso a información actualizada de manera eficiente (Gallego Salguero, 2014).

SIG es un modelo informático que arroja datos reales, en un área geográfica específica, creado para satisfacer necesidades mediante la integración de datos espaciales y temáticos en un sistema de coordenadas determinado (Gallego Salguero, 2014).

Un SIG tiene información como usos del suelo, divisiones administrativas, red hidrográfica, carreteras, poblaciones, entre otros, mientras que la información temática se encuentra en capas, como lo son la altimetría y edificaciones, esto se combina cuando se necesita el modelo completo (Gallego Salguero, 2014).

2.2.6 Elementos Topográficos

Por lo general, en los trabajos topográficos es necesario establecer puntos en el terreno desde los cuales se obtendrán coordenadas e ir uniando puntos, estos puntos deben estar marcados todo el tiempo cuando se está haciendo el levantamiento de información, en ocasiones, deben permanecer accesibles para futuros trabajos (Gallego Salguero, 2014).

Figura 3. Estación total y trípode



Nota. Tomado de (Gallego Salguero, 2014)

Figura 4. Accesorios Topografía estacas y clavos



Nota. Tomado de (Gallego Salguero, 2014)

Los instrumentos son, estacas de madera, clavos y otros elementos importantes como el trípode de la estación total, este debe estar a una altura óptima y verificar que se mantenga en una posición fija, las patas del trípode suelen ser de metal y se introducen en el suelo, también se usa una plomada física o laser para verificar la verticalidad de un punto (García, 2014).

Otro elemento importante son los tornillos de presión en la base o instrumento que permiten fijar el movimiento y asegurar precisión en los puntos, los elementos de nivelación en el instrumento topográfico son generalmente una burbuja, que se encuentra en un vidrio circular lleno de líquido, la burbuja debe estar nivelada con el círculo, también conocido como ojo de buey, para verificar que todos los movimientos estén nivelados (García, 2014).

Además de la estación total y sus elementos complementarios, existen elementos externos que complementan el levantamiento topográfico, como el anteojo topográfico, que devuelve una imagen para tener precisión al superponer la imagen observada, también están los jalones, generalmente de metal y de dos a tres metros de altura, pintados con franjas rojas y blancas para facilitar la visibilidad de los puntos medidos, finalmente tenemos las miras que ayudan en el cálculo de desniveles y permiten realizar la medición exacta desde la estación con la referencia descrita (García, 2014).

Figura 5. Anteojo Topográfico



Nota. Tomado de (García, 2014).

2.3. Estudio de tráfico

Para el diseño de una carretera, es fundamental basarse en bases de datos existentes del sector para analizar el tipo de vehículos que circulan por la zona, esto permite determinar la capacidad y el volumen vehicular que la vía deberá absorber, de este modo, el tráfico vehicular se convierte en un elemento clave que debe alinearse con el diseño geométrico que se proyectará (MTOP, 2003).

Si la zona cuenta con una población establecida y existe una circulación constante de vehículos, el pronóstico de la demanda vehicular actual y futura será más preciso y rápido de obtener, en contraste, si el área no está habitada, como ocurre en algunas regiones del país donde se planifican nuevas vías sin presencia de viviendas cercanas y únicamente con cobertura vegetal, el análisis puede presentar mayores dificultades (MTOP, 2003).

En cualquier caso, es imprescindible realizar un estudio de tráfico que permita evaluar la capacidad de la vía y determinar el período durante el cual la estructura podrá soportar las demandas vehiculares previstas, considerando los respectivos planes de mantenimiento necesarios para garantizar su funcionalidad a largo plazo (MTOP, 2003).

2.3.1. TPDA del Proyecto

El TPDA, o tráfico promedio diario anual, se calcula dividiendo el volumen de tránsito anual entre 365 días, este dato es crucial para justificar los costos en los análisis económicos y para diseñar futuros elementos estructurales que mejoren al tiempo de duración que va a tener carretera, para los conteos anuales, semanales y diarios están las siguientes fórmulas (MTOP, 2003):

Ecuación 1. Tráfico Promedio diario anual

$$TPDA = \frac{\text{Num. Vehiculos}}{365 \text{ días}}$$

Nota. Tomado de (MTOP, 2003)

Ecuación 2. Tráfico Promedio Diario Mensual

$$TPDM = \frac{\text{Num. Vehiculos}}{30 \text{ días}}$$

Nota. Tomado de (MTOP, 2003)

Ecuación 3. Tráfico Promedio Diario Semanal

$$TPDS (\text{anual}) = \frac{\text{Num. Vehiculos}}{7 \text{ días}}$$

Nota. Tomado de (MTOP, 2003)

Para todo estudio de tráfico se debe tener en consideración:

- Cuando es una vía en un solo sentido, el tráfico solo será contado en ese sentido
- Si son vías de dos sentidos, se observará las dos direcciones, detallando carril derecho e izquierdo, al final del día será parecido el conteo de los dos sentidos

- En autopistas, se dará por medio de flujo direccional en cada sentido de circulación, ya si se determinara el porcentaje de vehículos en cada sentido de la vía (MTOP, 2003).

Para calcular el Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA), es ideal disponer de datos obtenidos a través de estaciones de conteo vehicular permanentes, ya que estas permiten analizar las fluctuaciones del tráfico en períodos diarios, semanales y estacionales y así contar con un registro histórico de varios años ofrecería una base sólida para proyectar de manera precisa el crecimiento del tráfico a futuro, no obstante, dado que no es común la presencia de estaciones permanentes en todas las rutas, una alternativa práctica consiste en estimar el TPDA semanal mediante muestreos realizados durante 24 horas consecutivas, o un mínimos de 12 horas, abarcando al menos 4 días por semana, incluidos sábados y domingos (MTOP, 2003).

La información recolectada a través de los conteos de campo debe ser procesada con el objetivo de evaluar la relación existente entre los volúmenes vehiculares registrados durante los días laborables y los fines de semana, este análisis es fundamental para realizar los ajustes correspondientes que permitan calcular de manera precisa el TPDS (MTOP, 2003).

Por lo cual, se debe realizar al menos un conteo manual de 7 días consecutivos en una semana que no esté influenciada por eventos especiales o atípicos (MTOP, 2003).

El cálculo del TPDA involucra varios factores que transforman los datos recolectados en información útil para el análisis del tráfico:

- Factor Horario (FH): permite convertir los volúmenes registrados durante horas específicas en el volumen diario promedio
- Factor Diario (FD): convierte el volumen diario promedio en el volumen semanal promedio

- Factor Semanal (FS): transforma el volumen semanal promedio en el volumen mensual promedio
- Factor Mensual (FM): permite convertir el volumen mensual promedio en el volumen anual o en un período mayor, según los requerimientos del análisis (MTOP, 2003).

Ecuación 4. TPDA con factores

$$TPDA = To \times FH \times FD \times FS \times FM$$

$$To = \text{Tráfico observado}$$

Nota. Tomado de (MTOP, 2003)

2.3.3 Tráfico Futuro

El pronóstico del volumen y la composición del tráfico se basa en los datos actuales de circulación vehicular, por lo tanto los diseños viales se desarrollan considerando proyecciones de tráfico a un horizonte de 10 a 20 años, tomando en cuenta el crecimiento natural del tráfico, el tráfico inducido y el generado por el desarrollo de la zona, estas proyecciones son fundamentales para clasificar las carreteras y para definir parámetros clave como la velocidad de diseño y otros aspectos geométricos del proyecto, de igual manera, la estimación del tráfico permite determinar el momento adecuado para mejorar la superficie de rodadura o incrementar la capacidad de la vía (MTOP, 2003).

Para la proyección se utiliza la siguiente fórmula estadística:

Ecuación 5. Tráfico Futuro

$$Tf = Ta (1 + i)^2$$

Nota. Tomado de (MTOP, 2003)

Donde:

Tf: Tráfico proyectado o futuro

Ta: Tráfico actual observado

i: Tasa de crecimiento de tráfico

n: número de años proyectado

2.4. Estudios de Suelos

2.4.1 Curva Granulométrica

Para construir la curva granulométrica, se utilizan datos obtenidos del ensayo de tamizado, en este ensayo la muestra que se obtiene del suelo y pasa a tamices en serie colocados, los cuales están sometidos a vibración manual o automática, cada tamiz tiene aberturas de tamaño específico que permiten el paso de partículas de un tamaño determinado, la cantidad de suelo que queda retenida en cada tamiz representa las partículas que no pudieron pasar a través de sus aberturas, determinando el tipo de suelo (Villalobos Jara, 2016).

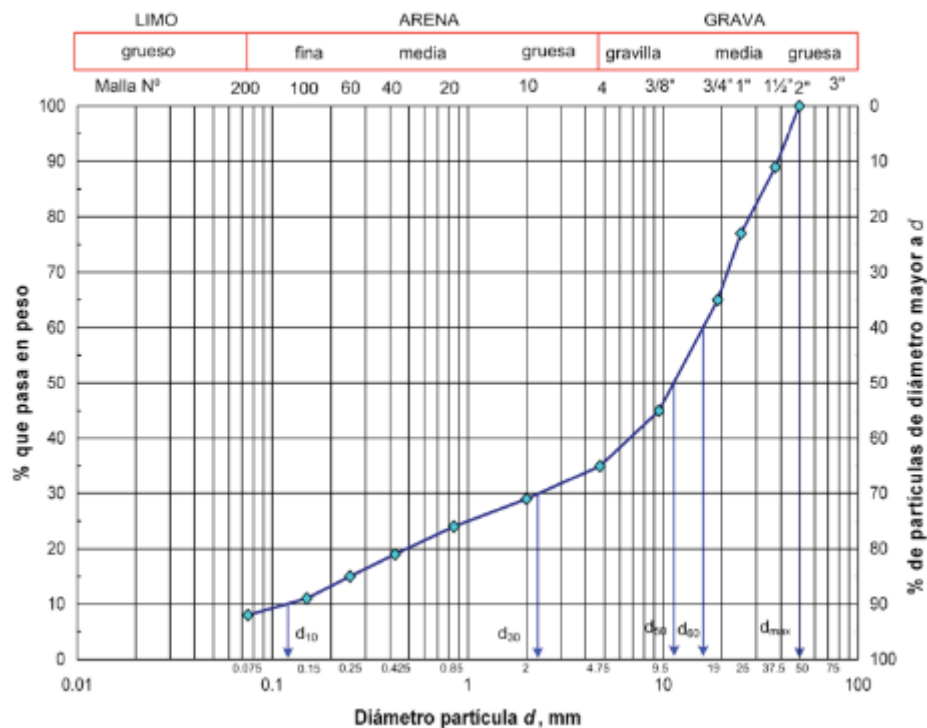
Tabla 3. Tamices Aberturas

Malla N°	Abertura mm
3"	75
2"	50
1 $\frac{1}{2}$ "	37.5
1"	25
$\frac{3}{4}$ "	19
$\frac{3}{8}$ "	9.5
N° 4	4.75
Pasa N° 4 Total, Grueso	
N° 10	2
N° 20	0.85
N° 40	0.425
N° 60	0.250
N° 100	0.150
N° 200	0.075
Pasa N° 200 Total, Fino	

Tomado de (Villalobos Jara, 2016)

Los datos de las aberturas de los tamices corresponden a los estándares establecidos por la norma ASTM E11 (2009), la cual especifica los rangos posibles de variación para las aberturas y el diámetro de los cables que forman la malla del tamiz, estos valores de aberturas se expresan en milímetros, especificado por la norma (Villalobos Jara, 2016).

Figura 6. Diámetro Partícula norma ASTM E11



Nota. Tomado de (Villalobos Jara, 2016).

2.4.2 Plasticidad

La Mecánica de suelos busca establecer relaciones empíricas y teóricas entre dos factores que son la plasticidad y las propiedades fisicoquímicas y así establecer el comportamiento mecánico de las arcillas, por lo general la plasticidad se ve en la capacidad de los minerales como la montmorillonita, caolinita, e illita, que componen la arcilla, y su interacción con el agua, mientras que la forma laminar de las partículas de arcilla influye significativamente en la compresibilidad, y el tamaño reducido se dirige a la permeabilidad del suelo, estas y otras características deben ser estudiadas si el estudio o construcción se basa en suelos arcillosos (Villalobos Jara, 2016).

La humedad cambia en consistencia por lo que pasa de un estado a otro, según la cantidad y minerales de arcilla presentes en la muestra de suelo, para medir la humedad, se hace por medio de clasificación de tipo de arcillas y la humedad límite a la que puede llegar, estos límites son conocidos como límites de Atterberg (1911), denominados así por el investigador que los propuso, inicialmente con fines agrícolas (Villalobos Jara, 2016).

2.4.2.1 Límites de Atterberg

Si el suelo arcilloso se combina con excesiva de agua, puede comportarse como líquido viscoso e incluso escurrirse de las manos tal cual un líquido, si posteriormente el suelo se seca en forma gradual, tendrá un comportamiento sólido, semisólido o plástico, conforme al contenido de agua que tengan, los puntos específicos donde el suelo cambia de estado se definen mediante ciertos contenidos de agua en porcentaje (Villalobos Jara, 2016) :

- Contenido de agua en el cual un suelo pasa de estado plástico a líquido se denomina Límite Líquido (LL o wL).
- Contenido de agua en el cual un suelo pasa de estado plástico a semisólido se llama Límite Plástico (LP o wp).
- Contenido de agua de un suelo pasa de estado semisólido a sólido se conoce como Límite de Contracción (LC o wc) (Villalobos Jara, 2016).

Figura 7. Límites Plástico, Líquido y Contracción

Estado	Sólido	Semi-Sólido	Plástico	Líquido	Suspensión
Agua	← w decrece				
Volumen	constante	← V decrece			
Condición	rígida	trabajable	pegagosa	pastosa	agua
Resistencia al corte, kPa	← τ aumenta			Despreciable a cero	
	Suelo seco	Contracción LC	Plástico LP	Líquido LL	
Humedad	0	w_C	w_P	w_L	

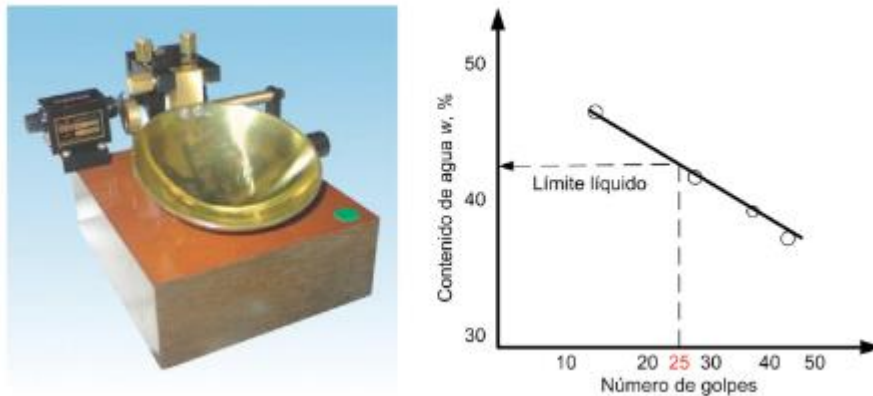
Nota. Tomado de (Villalobos Jara, 2016).

2.4.2.2 Límite Líquido

El límite líquido es un procedimiento estandarizado desarrollado por Casagrande (1932), este método implica colocar una cantidad específica de suelo previamente humedecido y amasado sobre un instrumento conocido como cucharón de Casagrande, como se muestra en la Figura 2.20(a). Se nivela la superficie del material y luego se realiza una hendidura con un ranurador que alcanza el fondo del cucharón de bronce. Este ranurador tiene medidas estandarizadas de 2 mm de ancho en la base en contacto con el cucharón y 11 mm de ancho a 8 mm en altura según la muestra, siempre centrado en el cucharón, todo esto se basa en la normativa ASTM D 4318, 2010 y Juárez Badillo y Rico Rodríguez, 1996) (Villalobos Jara, 2016).

Después de ranurar la muestra, el cucharón se somete a una serie de golpes sucesivos mediante una manivela que levanta y deja caer el cucharón, estos golpes se detienen cuando la ranura se cierra, lo cual indica que las dos partes simétricas del suelo se han juntado debido a la humedad presente, la humedad se calcula extrayendo el material del cucharón, pesándolo, secándolo en un horno y luego pesándolo nuevamente (Villalobos Jara, 2016).

Figura 8. Ensayo Casagrande



Nota. Tomado de (Villalobos Jara, 2016)

El golpeteo del cucharón a una frecuencia de 2 golpes por segundo según la normativa ASTM D 4318-10 provoca el movimiento de las dos partes del suelo, siendo contrarrestado el deslizamiento por la adherencia entre el suelo y el cucharón de bronce, de esta manera, el ensayo tiene como objetivo medir la resistencia al corte no drenado de manera dinámica (Villalobos Jara, 2016).

2.4.2.3 Determinación del Límite Plástico

El ensayo límite plástico, se toma aproximadamente 20 g de suelo fino y se moldea a mano hasta que comienza a secarse, lo cual se observa por la aparición de ligeras fisuras, esta muestra se divide en dos partes de aproximadamente 10 g cada una, cada una de estas partes se divide nuevamente en cuatro pequeñas muestras, luego las muestras se amasa para formar una pequeña bola que se hace rodar sobre una lámina de vidrio hasta obtener varillas cilíndricas de diámetro aproximadamente de 3 mm, durante este proceso, se aplica una ligera presión con la palma y los dedos para continuar el rodado hasta alcanzar el diámetro deseado (Guerra Torralbo, 2018).

Si la varilla comienza a desmoronarse al llegar a los 3 mm de diámetro, se recogen los fragmentos y se colocan en un recipiente hermético, este procedimiento es repetitivo para las otras tres muestras, y luego se combinan los fragmentos de las varillas rotas de

las cuatro muestras para determinar el contenido de humedad conjunto (Guerra Torralbo, 2018).

Se realiza el mismo procedimiento con la otra parte de 10 g de la muestra original, el promedio es de los dos contenidos de humedad obtenidos y se registra como el límite plástico (Guerra Torralbo, 2018).

2.4.3 Clasificación de Suelos

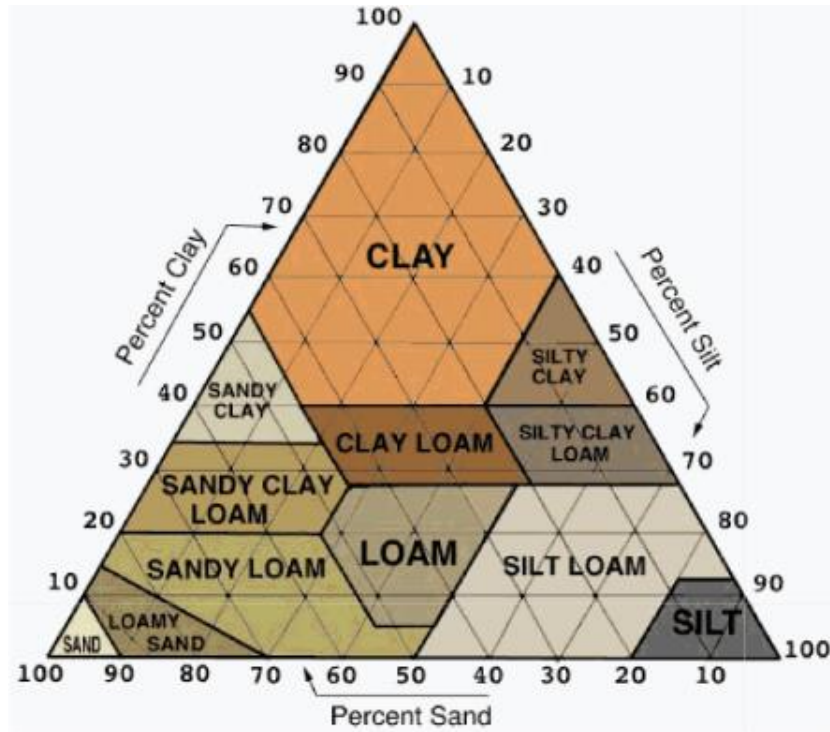
El sistema unificado USCS (Unified Soil Classification System) o SUCS tiene su origen en la clasificación de suelos para aeropuertos planteado por Casagrande, con algunas modificaciones menores, el sistema clasifica tanto suelos gruesos como finos, separándolos mediante el tamizado por medio de la malla número #200 (0.075 mm), en cambio las partículas gruesas no pasan a través de esta malla, mientras que las finas sí lo hacen, por lo general el suelo se estima como grueso si el 50% o más de sus partículas en peso se encuentran gruesas, y se clasifica como fino si la mitad de sus partículas en peso se encuentran finas (Guerra Torralbo, 2018).

SUCS utiliza símbolos de dos letras para clasificar los suelos: la primera inicial indica el tipo de suelo, donde G es para grava (Gravel), S para arena (Sand), M para limo (silt), C para arcilla (Clay) y O para materia orgánica, la segunda letra caracteriza más específicamente el tipo de suelo, por ejemplo, W (Well) y P (Poorly) indican si la curva granulométrica está bien graduada y tiene un amplio rango de tamaños de partículas, curva extendida o pobremente graduada es una curva uniforme, casi vertical, con un nivel estrecho de tamaños de partículas, L (Low) y H (High) se refieren a la baja y alta plasticidad respectivamente, si se usa M o C como segunda letra, indica si el suelo es limoso o arcilloso en una matriz de arena o grava (Guerra Torralbo, 2018).

La clasificación de suelos según el USCS está estandarizada por la norma ASTM D 2487-11, es importante notar que pueden existir símbolos dobles e incluso triples si el

porcentaje que pasa la malla 200 se encuentra entre el 5% y el 12% (Guerra Torralbo, 2018).

Figura 9. Porcentaje de Clasificación de Suelos



Nota. Tomado de (Guerra Torralbo, 2018).

2.4.4 Compactación de Suelo

La compactación de suelos busca reducir los vacíos entre las partículas del suelo mediante energía aplicada, como medios mecánicos de amasado o impacto, evolucionados con el tiempo, el aumento en la interconexión de partículas mejora las propiedades geomecánicas y geo hidráulicas, incrementando la densidad y la capacidad de soporte del suelo (Galván Ceballos, 2015).

Existen varias técnicas complementarias de mejora de suelos, como la compactación dinámica, la sobrecarga, la vibro compactación, el uso de explosivos, inyecciones, geo refuerzos, y mezclas químicas con cemento, cal, cenizas o incluso biológicas con bacterias y polisacáridos, cada una de estas técnicas se adapta según las necesidades específicas de la obra (Galván Ceballos, 2015).

Las ventajas de la compactación incluyen el aumento del peso unitario y la densidad relativa del suelo, la reducción del índice de vacíos y porosidad, el incremento de la capacidad de soporte estática y dinámica de las fundaciones, y la disminución de los asentamientos de las estructuras, de igual manera contribuye a la reducción de la permeabilidad del suelo, evitando escurrimientos e infiltraciones, y mitiga problemas como el hinchamiento en invierno y la contracción en verano de suelos cohesivos (Galván Ceballos, 2015).

2.4.5 Ensayo Proctor

En el laboratorio, la compactación del suelo se evalúa mediante dos ensayos normalizados: el ensayo Proctor Estándar y el ensayo Proctor Modificado, la diferencia clave entre ambos radica en la cantidad de energía utilizada durante la compactación, lo cual se traduce en un mayor peso y altura de caída del pisón empleado en el ensayo Modificado (Villalobos Jara, 2016).

Estos ensayos permiten determinar la máxima densidad seca que puede alcanzarse para un suelo bajo condiciones específicas de humedad (Villalobos Jara, 2016).

Cuando hay material retenido en la malla de 3/8", se debe determinar la humedad óptima y el peso unitario seco máximo utilizando el ensayo Proctor Estándar, el grado de compactación de un suelo se expresa generalmente como un porcentaje respecto al ensayo Proctor estándar, por lo cual, una compactación del 95% del Proctor Estándar significa que se ha alcanzado el 95% de la máxima densidad posible en condiciones de laboratorio (Villalobos Jara, 2016).

Es importante tener en cuenta que las condiciones en el terreno pueden variar respecto a las condiciones de laboratorio, especialmente en términos de granulometría, humedad y posibles reacciones químicas, especialmente en suelos arcillosos, estas

discrepancias pueden plantear problemas contractuales si las mediciones en el terreno no coinciden con las especificaciones establecidas por el proyecto, afectando la calidad y el rendimiento esperado de la obra (Guerra Torralbo, 2018).

Las principales normativas que definen los ensayos Proctor estándar y modificado, así como sus parámetros principales:

- ASTM D 698 (2012) - Norma ASTM para el ensayo Proctor estándar.
 - ASTM D 1557 (2012) - Norma ASTM para el ensayo Proctor modificado.
 - AASHTO T-99 (2010) - Norma de la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) para el ensayo Proctor estándar.
 - AASHTO T-180 (2010) - Norma de la AASHTO para el ensayo Proctor modificado.
 - DIN 18127 (2012) - Norma alemana para el ensayo Proctor
 - BS 1377-4 (1990) - Norma británica para el ensayo Proctor
- (Guerra Torralbo, 2018).

Estas normas especifican los procedimientos detallados para la determinación de la máxima densidad seca y la humedad óptima del suelo mediante los ensayos Proctor estándar y modificado (Villalobos Jara, 2016).

El ensayo Proctor Estándar utiliza una energía de 600 kNm/m³, diseñada para reflejar los niveles de energía típicos de los equipos de compactación de las décadas de 1940 y 1950, mientras que el ensayo Proctor Modificado debía aplicar una energía cercana a los 2700 kNm/m³, más representativa de los niveles actuales de energía aplicada por los modernos equipos de compactación, convirtiéndolo en el ensayo más utilizado en la actualidad (Guerra Torralbo, 2018).

Figura 10. Equipo ensayo Proctor



Nota. Tomado de (Guerra Torralbo, 2018).

2.4.6 Densímetro Nuclear

La norma ASTM D6938-96 (1996) detalla los procedimientos para el uso, la calibración y la medición de equipos nucleares utilizados en la determinación de la densidad y humedad del suelo (Guerra Torralbo, 2018).

Para medir la humedad, el equipo emite neutrones de americio o berilio, que interaccionan con los átomos de hidrógeno presentes en el agua del suelo, y esta interacción es detectada por un detector térmico de neutrones, es importante calibrar el equipo al menos una vez al año debido al potencial envejecimiento de los elementos químicos radiactivos, lo cual podría afectar las mediciones (Guerra Torralbo, 2018).

El equipo debe almacenarse en una sala especial aislada, y se debe emitir un documento oficial por la máxima autoridad de la empresa o institución responsabilizándose por cualquier inconveniente que pueda surgir (Guerra Torralbo, 2018).

Figura 11. Densímetro Nuclear



Nota, Tomado de (Guerra Torralbo, 2018).

2.4.7 Ensayo CBR

En vialidad utilizan penetrómetros de punta cónica para evaluar el grado de compactación según los milímetros de penetración por golpe, este parámetro suele correlacionarse con el CBR (Coeficiente de Rodadura de California), que indica la penetración en milímetros de un pistón estandarizado bajo una carga específica, por lo general el CBR se expresa en porcentaje, siendo un CBR del 100% equivalente a la penetración de 2.54 mm o 0.1 pulgadas y 5.08 mm o 0.2 pulgadas (Villalobos Jara, 2016).

El CBR es un índice de resistencia al corte que se emplea típicamente para evaluar materiales de subrasante, subbase y base de caminos, en el proceso, se preparan tres muestras compactadas con diferentes números de golpes de 56, 25 y 10, con humedades cercanas a las óptimas (Villalobos Jara, 2016).

Posteriormente, se lleva a cabo el ensayo penetrando un pistón estandarizado hasta una profundidad de 10 mm (0.4 pulgadas) e ir construyendo el grafico de numero de golpes con los valores de CBR en función de la densidad compactada seca o peso unitario seco (Villalobos Jara, 2016).

El valor de CBR se calcula según la fórmula:

Ecuación 6. Ensayo CBR

$$CBR = \frac{\text{tensión pistón}}{\text{tensión chancado}} \cdot 100$$

Nota. Tomado de (Villalobos Jara, 2016).

2.5 Diseño Geométrico

El diseño geométrico de vías consiste en correlacionar las características físicas de una carretera con el comportamiento de los vehículos mediante principios de física y geometría, este proceso resulta en la creación tridimensional que es; planta, perfil y sección transversal, de un corredor vial, es crucial que la vía diseñada sea económicamente viable, minimizando los costos de construcción sin comprometer su funcionalidad a largo plazo, hay que evitar que la carretera se vuelva obsoleta prematuramente, lo cual requeriría reconstrucciones anticipadas, y mantener bajos los costos de mantenimiento durante toda su vida útil (Muñoz, 2014).

2.5.1 Características de la vía según el tipo de terreno

Tabla 4. Diferentes tipos de terrenos con sus características

Terreno	Inclinación máxima media de las líneas de máxima pendiente (%)	Movimiento de Tierras
Plano (P)	0 a 5	Mínimo movimiento de tierras, por lo que no presenta dificultad ni en el trazado ni en la explanación de una carretera

Ondulado (O)	5 a 25	Moderado movimiento de tierras, que permite alineamientos más o menos rectos, sin mayores dificultades en el trazado y explanación de una carretera
Montañoso (M)	25 a 75	Las pendientes longitudinales y transversales son fuertes, aunque no las máximas que se puedan presentar en una dirección considerada. Hay dificultades en el trazado y explanación de una carretera
Escarpado (E)	>75	Máximo movimiento de tierras, con muchas dificultades para el trazado y la explanación, pues los alineamientos están prácticamente definidos por divisorias de aguas en el recorrido de una vía

Nota. Tomado de (Muñoz, 2014).

Como se puede visualizar en la Tabla 4, se tiene todos los tipos de terreno que se tiene en una vía según su tipología, y los que nos interesa es la inclinación máxima que esta puede tener para su diseño y como se debe ir realizando el movimiento de tierras en este tipo de terrenos (Muñoz, 2014).

2.5.2 Velocidad de diseño

Para evaluar la distribución de velocidades en cada sección, se mantendrán constantes los factores relacionados con la categoría de la carretera y los límites de velocidad asociados, así como las características específicas de las secciones adyacentes, se considerarán como variables principales la composición del tráfico, especialmente el porcentaje de vehículos pesados, y la relación entre la intensidad del tráfico y la capacidad de la carretera (Muñoz, 2014).

La velocidad de diseño se determina en función del tipo de terreno, según la topografía analizada, para ello, se evalúa la morfología del trayecto a lo largo de toda la vía, clasificándola según las categorías establecidas, este análisis se complementa con el cálculo del Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA), obtenido mediante los estudios de tráfico realizados en el sitio, con estos dos parámetros, la vía será clasificada de acuerdo con las especificaciones establecidas en la normativa del MOP 2003, la cual define los criterios y parámetros necesarios para definir la velocidad de diseño que tendrá la vía (MOP, 2003).

Figura 12. Valores de diseño recomendado MOP 2003



República del Ecuador
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

VALORES DE DISEÑO RECOMENDADOS PARA CARRETERAS DE
DOS CARRILES Y CAMINOS VECINALES DE CONSTRUCCIÓN

NORMAS	CLASE I 3 000 - 8 000 TPDA ⁽¹⁾						CLASE II 1 000 - 3 000 TPDA ⁽¹⁾						CLASE III 300 - 1 000 TPDA ⁽¹⁾						CLASE IV 100 - 300 TPDA ⁽¹⁾						CLASE V MENOS DE 100 TPDA ⁽¹⁾																																			
	RECOMENDABLE		ABSOLUTA		RECOMENDABLE		ABSOLUTA		RECOMENDABLE		ABSOLUTA		RECOMENDABLE		ABSOLUTA		RECOMENDABLE		ABSOLUTA		RECOMENDABLE		ABSOLUTA		RECOMENDABLE		ABSOLUTA																																	
	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M																														
Velocidad de diseño (K.P.H.)	110	100	80	100	80	60	100	90	70	90	80	50	90	80	60	60	40	80	60	50	60	35	25 ⁽²⁾	60	50	40	50	35	25	20	10	10	5	25																										
Radio mínimo de curvas horizontales (m)	430	350	210	350	210	110	350	275	160	275	210	75	275	210	110	210	110	42	210	110	75	110	30	20	110	75	42	75	20	10	10	5	35	25																										
Distancia de visibilidad para parada (m)	180	160	110	160	110	70	160	135	90	135	110	55	135	110	70	110	70	40	110	70	55	70	35	25	70	55	40	55	35	25	20	10	10	5	35																									
Distancia de visibilidad para rebasamiento (m)	830	690	565	690	565	415	690	640	490	640	565	345	640	565	415	565	415	270	480	290	210	290	150	110	290	210	150	110	50	110	50	110	50	110																										
Peralte	MAXIMO = 10%																														10% (Para V > 50 K.P.H.) 8% (Para V < 50 K.P.H.)																													
Coefficiente "K" para: ⁽²⁾																																																												
Curvas verticales convexas (m)	80	60	28	60	28	12	60	43	19	43	28	7	43	28	12	28	12	4	28	12	7	12	3	2	12	7	3	12	3	2	1	7	3	2	1																									
Curvas verticales cóncavas (m)	43	38	24	38	24	13	38	31	19	31	24	10	31	24	13	24	13	6	24	13	10	13	5	3	13	10	6	10	5	3	3	10	6	10	5	3																								
Gradiante longitudinal ⁽³⁾ máxima (%)	3	4	6	3	5	7	3	4	7	4	6	8	4	6	7	6	7	9	5	6	8	6	8	12	5	6	8	6	8	6	8	6	8	6	8	6	8																							
Gradiante longitudinal ⁽⁴⁾ mínima (%)	0,5%																																																											
Ancho de pavimento (m)	7,3						7,3						7,0						6,70						6,00						6,00						4,00 ⁽⁵⁾																							
Clase de pavimento	Carpeta Asfáltica y Hormigón										Carpeta Asfáltica										Carpeta Asfáltica o D.T.S.B.										D.T.S.B, Capa Granular o Empedrado										Capa Granular o Empedrado																			
Ancho de espaldones ⁽⁷⁾ estables (m)	3,0	2,5	2,0	2,5	2,0	1,5	3,0	2,5	2,0	2,5	2,0	1,5	2,0	1,5	1,0	1,5	1,0	0,5	0,60 (C.V. Tipo 6 y 7)											---																														
Gradiante transversal para pavimento (%)	2,0										2,0										2,0										2,5 (C.V. Tipo 6 y 7)										4,0																			
Gradiante transversal para espaldones (%)	2,0 ⁽⁸⁾ - 4,0										2,0 - 4,0										2,0 - 4,0										4,0 (C.V. Tipo 5 y 5E)										4,0 (C.V. Tipo 5 y 5E)										---									
Curva de transición	USENSE ESPIRALES CUANDO SEA NECESARIO																																																											
Puentes	HS - 20 - 44; HS - MOP, HS - 25																																																											
	SERA LA DIMENSION DE LA CALZADA DE LA VIA INCLUIDOS LOS ESPALDONES																																																											
	0,50 m mínimo a cada lado																																																											
Según el Art. 3º de la Ley de Caminos y el Art. 4º del Reglamento aplicativo de dicha Ley																																																												
Mínimo derecho de vía (m)																																																												
LL - TERRENO PLANO 0 - TERRENO ONDULADO M - TERRENO MONTAÑOSO																																																												

Tomado de (MOP, 2003)

La velocidad máxima que puede mantenerse de manera segura y cómoda en un segmento de carretera considerado de forma aislada, cuando el pavimento está mojado y los neumáticos en buen estado, siempre que las condiciones meteorológicas, de tráfico y legales no restrinjan la velocidad (Muñoz, 2014).

2.5.5 Distancia de frenado o parada

Este concepto se refiere a la distancia mínima necesaria para que un vehículo pueda detenerse antes de chocar con un obstáculo que aparezca de manera inesperada en la carretera, mientras circula a la velocidad de diseño y teniendo en cuenta las condiciones actuales del tráfico (Muñoz, 2014).

Para realizar diversas maniobras de manera segura, se requiere una visibilidad mínima, la cual depende de la velocidad de los vehículos y del tipo de maniobra, la visibilidad de parada se define como la distancia a lo largo de un carril entre un obstáculo en la calzada y la posición de un vehículo que se dirige hacia dicho obstáculo, sin la interferencia de otros vehículos, en el momento en que el conductor lo puede ver sin que desaparezca de su vista hasta llegar a él, según la normativa, las alturas del obstáculo y del punto de vista del conductor (Muñoz, 2014).

Tabla 5. Valores mínimos de parada MOP

Clase de Carretera		Valor Recomendable			Valor Absoluto		
		L	O	M	L	O	M
R-I	O R-II > 8000 TPDA	220	180	135	180	135	110
I	3000 a 8000	180	160	110	160	110	70
II	1000 a 3000	160	135	90	135	110	55
III	300 a 1000	135	110	70	110	70	40
IV	100 a 300	110	70	55	70	35	25
V	< 100	70	55	40	55	35	25

Tomado de (MOP, 2003).

2.5.6 Distancia de adelantamiento

La distancia necesaria para que un vehículo pueda adelantar o rebasar a otro que viaja en la misma dirección a una velocidad inferior, antes de encontrarse con un vehículo que viene en sentido contrario, la tabla muestra las distancias mínimas de visibilidad requeridas para el adelantamiento, según la velocidad de diseño (Muñoz, 2014)

Tabla 6. Distancia Rebasmiento de un vehículo

Vo, km/h	Velocidades de los vehículos km/h		Distancia mínima de rebasamiento (m)	
	Rebasado	Rebasante	Calculada	Recomendada ("Caminos vecinales")
25	24	40	—	— (80)
30	28	44	—	— (110)
35	33	49	—	— (130)
40	35	51	268	270 (150)

45	39	55	307	310 (180)
50	43	59	345	345 (210)

Tomado de (MOP, 2003).

2.6 Diseño horizontal

El trazado en planta de un tramo se compone de la combinación adecuada de elementos como rectas, curvas circulares y curvas de transición, la definición del trazado en planta se refiere al trazado por el eje y se representa mediante un punto en cada sección transversal de la vía, en carreteras de calzadas separadas, la definición del eje se adopta de la siguiente manera (MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PÚBLICAS DEL ECUADOR, 2013) :

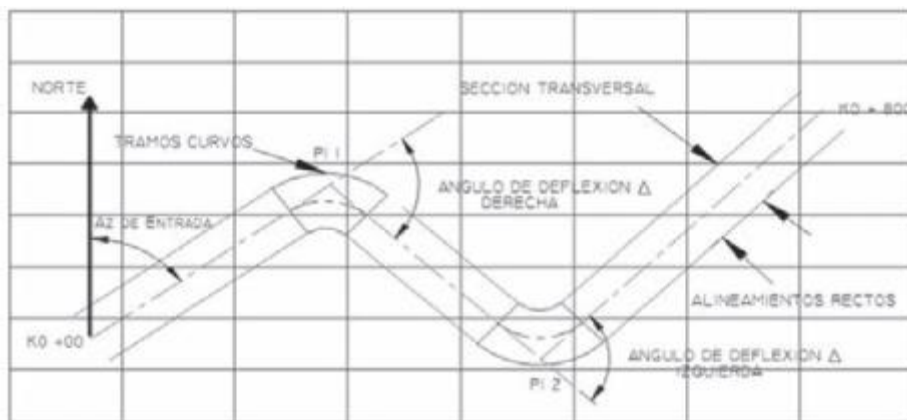
- El centro de la mediana, si está fuera del ancho constante o con una variación de ancho aproximadamente simétrica
- El borde interior de la calzada a proyectar en el caso de duplicaciones
- El borde interior de cada calzada en cualquier otro caso

En carreteras de calzada única, se adopta el centro de la calzada, sin tener en cuenta eventuales carriles adicionales (MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PÚBLICAS DEL ECUADOR, 2013).

Las rectas son elementos de trazado recomendados en carreteras de dos carriles para ofrecer suficientes oportunidades de adelantamiento y en cualquier tipo de carretera para adaptarse a condicionamientos externos como infraestructuras preexistentes, condiciones urbanísticas y terrenos llanos, para evitar problemas relacionados con el cansancio, deslumbramientos y excesos de velocidad, es deseable limitar las longitudes máximas de las alineaciones rectas, además, para facilitar la acomodación y adaptación a la conducción, es necesario establecer longitudes mínimas para estas alineaciones (MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PÚBLICAS DEL ECUADOR, 2013).

En general, en carreteras de calzadas separadas se utilizarán alineaciones rectas en tramos singulares que así lo requieran, especialmente en terrenos planos, en valles con configuración recta, por conveniencia de adaptación a otras infraestructuras lineales, o en proximidades de cruces y zonas de detención obligada (MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PÚBLICAS DEL ECUADOR, 2013).

Figura 13. Componentes Alineamiento Horizontal



Nota. Tomado de (MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PÚBLICAS DEL ECUADOR, 2013).

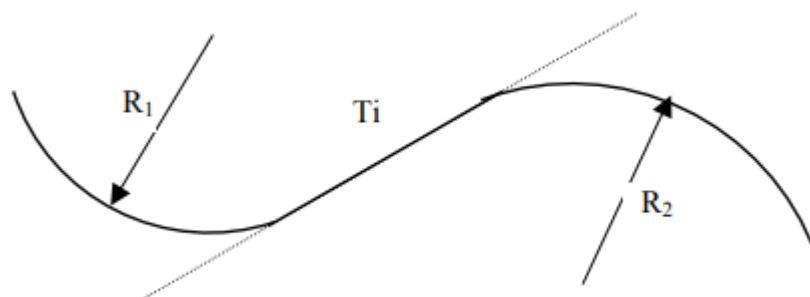
2.6.1 Curvas Circulares Simples

Las curvas circulares simples se describen como arcos de circunferencia con un solo radio, utilizados para conectar dos alineaciones rectas en una vía, estas curvas mantienen un grado de curvatura constante desde el inicio hasta el final de la curva (MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PÚBLICAS DEL ECUADOR, 2013).

- GC Grado de curvatura de la curva circular: indica la medida de curvatura en función del ángulo central y el radio
- RC Radio de la curva circular: es la distancia desde el centro del círculo hasta cualquier punto de la curva
- T Tangente de la curva circular: Es la distancia desde el PI hasta el PC o PT, facilita el posicionamiento geométrico de la curva
- E (External): representa la distancia perpendicular desde el PI hasta el punto más alejado de la curva
- M (Ordenada media): define la altura máxima desde la cuerda al arco en el punto medio, ayuda a verificar la geometría de la curva.
- C Cuerda: es la distancia recta entre el PC y el PT, sirve para definir la proyección horizontal de la curva
- CL Cuerda larga: se refiere a la distancia recta entre dos puntos de la curva que abarcan un ángulo mayor al del tramo de la cuerda estándar
- L Longitud de un arco: es la distancia real a lo largo de la curva entre dos puntos
- Lc Longitud de la curva circular: corresponde a la longitud total de la curva entre el PC y el PT (MOP, 2003).

2.6.2 Curva Reversa o de Inflexión

Figura 15. Curva de inflexión



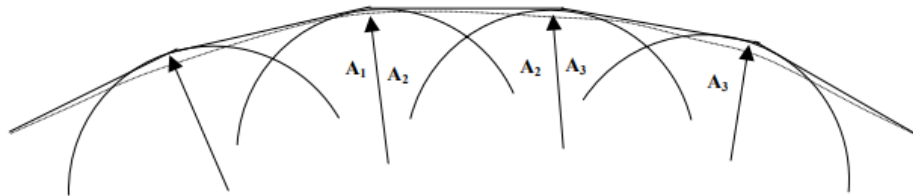
Nota. Tomada de (MOP, 2003).

Esta curva de transición, utilizada en el diseño geométrico vial para conectar dos curvas circulares de diferente radio R_1 y R_2 o para unir una curva con una tangente, a continuación, se describe los elementos principales que se observan en la figura 15:

- R_1 : Es el radio de la primera curva circular
- R_2 : Es el radio de la segunda curva circular, que tiene un valor diferente al de R_1 .
- Tangente intermedia (Ti): es el segmento recto o tangente entre las dos curvas circulares, representa la conexión entre ambas curvas para suavizar la transición
- Ángulo de deflexión: representa el cambio de dirección entre las tangentes de entrada y salida de las curvas (MOP, 2003).

2.6.3 Curvas en Serie de Espirales

Figura 16. Curvas Serie de Espirales



Nota. Tomado de (MOP, 2003)

La serie de espirales, también conocida como serie de clotoides, en el diseño geométrico da una transición suave entre tramos rectos y curvas circulares, este tipo de diseño se caracteriza por una variación progresiva de la curvatura a lo largo de la trayectoria, lo que permite reducir los efectos de las fuerzas centrífugas en los vehículos y mejorar la comodidad de los usuarios (MOP, 2003).

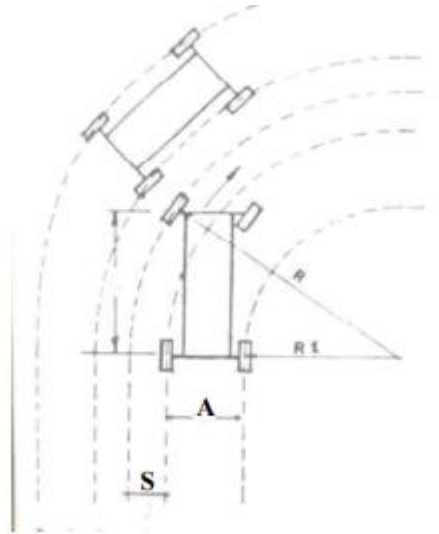
Los elementos se detallan a continuación:

- Arcos con parámetros distintos (A_1 , A_2 , A_3): cada arco de la serie tiene una curvatura creciente o decreciente, diseñada para mantener una transición continua y suave entre tramos
- Curvatura progresiva y en el mismo sentido: la clotoide se caracteriza por tener una curvatura que cambia de forma progresiva a lo largo de su longitud, lo que facilita la adaptación de los vehículos a las curvas.
- Tangentes comunes: las tangentes inicial y final de la espiral son continuas, evitando discontinuidades en la trayectoria y asegurando un diseño geométrico adecuado
- Curvatura constante entre arcos sucesivos: cada arco está diseñado para mantener la misma relación de curvatura con respecto al siguiente, garantizando una transición uniforme (MOP, 2003).

2.6.4 Sobreancho en Curvas Horizontales

El diseño geométrico de las curvas horizontales en una carretera requiere la implementación de un sobreancho para garantizar la seguridad y comodidad del tránsito vehicular, este ajuste consiste en ampliar la sección transversal del carril en las curvas, ya que los vehículos requieren más espacio al cambiar de trayectoria, la necesidad del sobreancho se fundamenta en las siguientes razones principales (MOP, 2003):

Figura 17. Sobreancho de curva



Nota. Tomado de (MOP, 2003)

Al describir una curva, las ruedas traseras de un vehículo tienden a seguir una trayectoria más interna que las ruedas delanteras, fenómeno conocido como deslizamiento lateral del eje trasero, simultáneamente, el extremo lateral delantero del vehículo describe una trayectoria exterior, lo que aumenta el espacio requerido (MOP, 2003).

Los conductores enfrentan mayor dificultad para mantener el vehículo centrado dentro del carril en curvas, particularmente a altas velocidades y es más notable en curvas con radios pequeños, ya que reducen el margen de error y aumentan la probabilidad de invadir carriles adyacentes (MOP, 2003).

El sobreancho puede determinarse mediante expresiones geométricas simplificadas que relacionan el radio de la curva, el ancho del vehículo y la longitud entre ejes. Para vehículos representativos, como tractocamiones de dos ejes y semirremolques, se emplea una fórmula ajustada (MOP, 2003):

Ecuación 7. Sobreancho curva

$$S = 2 \left[R - \sqrt{R^2 - (L_2^2 + L_3^2)} \right] + \left[\sqrt{R^2 + L_1(L_1 + 2L_2)} - R \right] + \frac{v}{10\sqrt{R}}$$

S = Sobreancho (m)

n = número carril

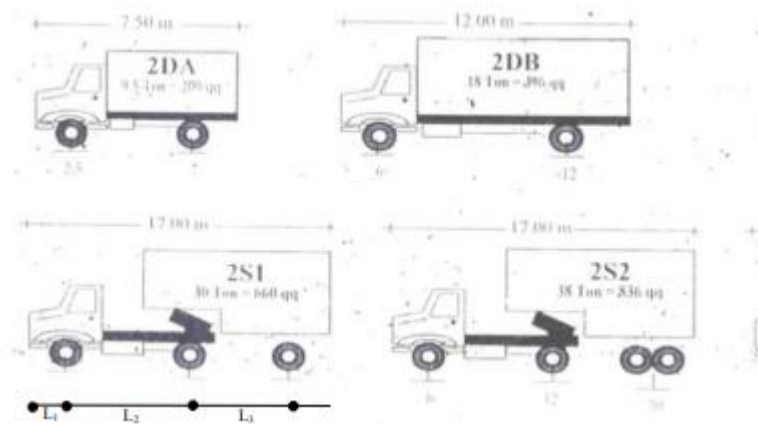
R = radio de la curva circular (m)

L = longitud entre la parte frontal y el eje posterior del vehículo de diseño (m)

V = Velocidad de diseño, km/hora

Tomado de (MOP, 2003).

Figura 18. Longitudes de ejes para sobreanchos



Tomado de (MOP, 2003).

El ensanchamiento en curvas horizontales es un ajuste necesario en el diseño geométrico de carreteras para garantizar que la trayectoria de los vehículos se alinee correctamente con los bordes del pavimento, minimizando el riesgo de accidentes y proporcionando comodidad en la conducción, este ensanchamiento debe desarrollarse de manera gradual, comenzando desde los accesos a la curva y extendiéndose hacia el interior y asegura un alineamiento suave y razonable entre la tangente y la curva circular (MOP, 2003).

2.7 Diseño Vertical

Al diseñar la carretera en planta, con sus curvas y tangencias, es necesario dibujar simultáneamente el perfil correspondiente para considerar las especificaciones de

pendiente, cortes y terraplenes, al trazar el perfil se debe cumplir con las especificaciones de pendiente, corte y terraplén (MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PÚBLICAS DEL ECUADOR, 2013).

2.7.1 Gradientes

Las gradientes longitudinales en el diseño vial son un factor crítico que debe considerar la topografía del terreno y las características del tráfico vehicular, de acuerdo con las normas, se deben adoptar valores bajos en lo posible, a fin de permitir velocidades de circulación razonables y garantizar una operación segura de los vehículos (MOP, 2003).

El cuadro VII-1 presenta los valores de diseño de las gradientes longitudinales máximas, recomendados y absolutos, en función de la clase de carretera, el Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA), y las condiciones topográficas: terreno llano (L), ondulado (O), y montañoso (M). Estos valores permiten asegurar un equilibrio entre la velocidad de diseño y las limitaciones topográficas.

Tabla 7. Gradientes Longitudinales Máximas en Porcentaje

Clase de Carretera		Valor Recomendable			Valor Absoluto		
		L	O	M	L	O	M
R-I	O R-II > 8000 TPDA	2	3	4	3	4	6
I	3000 a 8000	3	4	6	3	5	7
II	1000 a 3000	3	4	7	4	6	8
III	300 a 1000	4	6	7	6	7	9
IV	100 a 300	5	6	8	6	8	12
V	< 100	5	6	8	6	8	14

Nota. Tomado de (MOP, 2003).

La gradiente longitudinal mínima generalmente aceptada es del 0,5%, sin embargo, en casos específicos, como rellenos con una altura igual o superior a 1 metro

y pavimentos que cuenten con una pendiente transversal adecuada para el drenaje lateral de aguas pluviales, se puede utilizar una gradiente de 0% (MOP, 2003).

2.7.2 Curvas Verticales Convexas

En el perfil se deben incluir las curvas verticales, que tienen el objetivo de conectar tramos con pendientes diferentes, mejorando la visibilidad y la seguridad en el tránsito, estas curvas deben estar contenidas dentro de las curvas horizontales y se ajustan a una parábola de eje vertical, ya que son las que mejor se adaptan al cambio gradual en la pendiente de la tangente de entrada a la tangente de salida (Muñoz, 2014).

Las curvas verticales sirven para conectar tramos o alineamientos verticales, el inicio de la curva vertical se denomina PCV (punto de comienzo de la curva vertical), y el final se llama PTV (punto final de la curva vertical), el punto de intersección de los alineamientos se denomina PIV (punto de intersección vertical), y la diferencia algebraica entre los alineamientos (MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PÚBLICAS DEL ECUADOR, 2013).

Las curvas verticales convexas son elementos fundamentales en el diseño del perfil longitudinal de una carretera, ya que permiten la transición suave entre dos gradientes ascendentes y descendentes consecutivas, estas curvas se diseñan para cumplir con los requisitos de visibilidad y seguridad, garantizando que los conductores puedan detenerse adecuadamente en caso de obstáculos imprevistos (MOP, 2003).

La curva vertical más usual en el diseño vial es la parábola simple, que se aproxima a una curva circular, esta aproximación es adecuada debido a que las mediciones longitudinales de la carretera se realizan en un plano horizontal y las gradientes suelen ser relativamente planas, por lo tanto, la adopción de la parábola simple prácticamente no introduce errores significativos (MOP, 2003).

Las ordenadas de la parábola respecto a sus tangentes varían con el cuadrado de la distancia, lo que asegura una transición suave y progresiva entre las gradientes (MOP, 2003).

En su forma más simple, la longitud puede expresarse como:

Ecuación 8. Longitud mínima Curva vertical

$$L = k \cdot A$$

Nota. Tomado de (MOP, 2003)

Donde:

L: Longitud de la curva vertical convexa (m)

A: diferencia algebraica de las gradientes, en porcentaje

k: es un coeficiente específico determinado por la clase de carretera, la velocidad de diseño y la topografía

Los valores del coeficiente K se detallan a continuación en la Tabla 8:

Tabla 8. Valores mínimos del coeficiente K

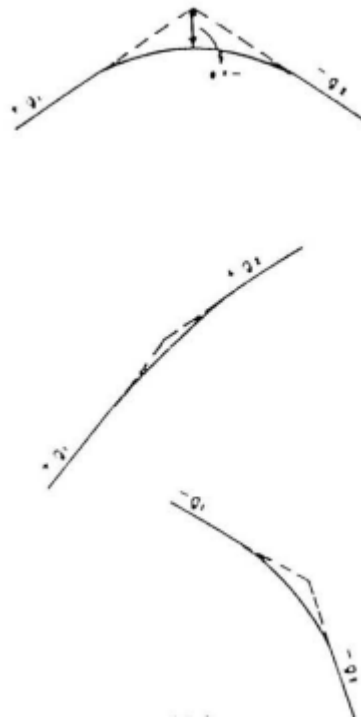
Clase de Carretera		Valor Recomendable			Valor Absoluto		
		L	O	M	L	O	M
R-I	O R-II > 8000 TPDA	115	80	43	80	43	28
I	3000 a 8000	80	60	28	60	28	12
II	1000 a 3000	60	43	19	43	28	7
III	300 a 1000	43	28	12	28	12	4
IV	100 a 300	28	12	7	12	3	2
V	< 100	12	7	4	7	3	2

Tomado de (MOP, 2003).

A velocidades mayores, los valores de “K” aumentan, ya que se requiere una mayor longitud de curva para garantizar visibilidad y comodidad, los valores de K se

ajustan dependiendo de si el terreno es llano, ondulado o montañoso, en terrenos montañosos, los valores de K suelen ser menores debido a restricciones topográficas (MOP, 2003).

Figura 19. Curvas convexas

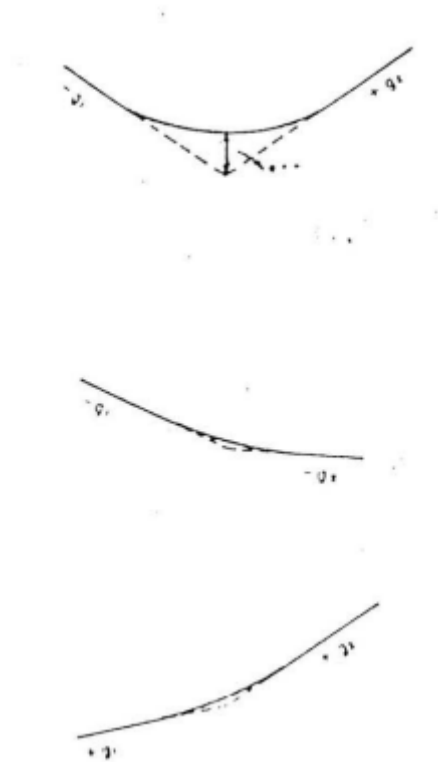


Nota. Tomado de (MOP, 2003).

2.7.3 Curvas Verticales Cóncavas

Las curvas verticales cóncavas, son esenciales para garantizar la seguridad del usuario, especialmente en condiciones de visibilidad nocturna, donde los faros del vehículo juegan un papel crítico en la identificación de obstáculos, de igual manera tiene la misma fórmula y valores k que la curva convexa, las curvas cóncavas son lo suficientemente largas para que la longitud de los rayos de luz proyectados por los faros de un vehículo sea al menos igual a la distancia de visibilidad necesaria para detenerse con seguridad (MOP, 2003).

Figura 20. Curva Cóncava

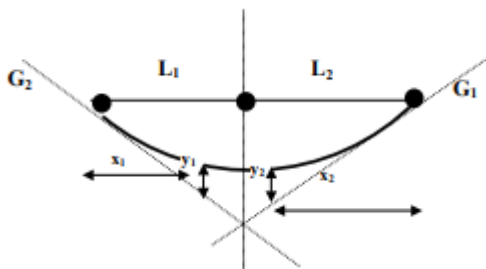


Nota. Tomado de (MOP, 2003).

2.7.4 Curvas Verticales Asimétricas

Las curvas verticales asimétricas son aquellas en las que las longitudes de las pendientes de entrada y salida (L_1 y L_2) son diferentes, resultando en un diseño más versátil que las curvas simétricas, este tipo de curva se utiliza principalmente para adaptarse a condiciones específicas, como ajustes a rasantes existentes (MOP, 2003).

Figura 21. Curva Vertical Asimétrica



Nota. Tomado de (MOP, 2003).

Los datos necesarios para el cálculo:

Gradientes de entrada (G_1) y salida (G_2)

Abscisa y cota del Punto de Inflexión Vertical (PIV)

Longitud del Punto de Curvatura Vertical (PCV) al PIV (L1)

Longitud del PIV al Punto de Terminación Vertical (PTV) (L2) (MOP, 2003).

Para el cálculo de la curva:

Ecuación 9. Diferencia Gradiente Curva Vertical Asimétricas

$$A = G2 - G1 \text{ (en porcenatje \%)}$$

Nota. Tomado de (MTOP, 2003)

Y de igual manera la elevación:

Ecuación 10. Elevación de Curva Asimétrica

$$Y = \frac{A}{L_1 + L_2} \cdot \frac{L_2}{L_1} \cdot \frac{x^2}{200}$$

Nota. Tomado de (MTOP, 2003)

Estas curvas son útiles cuando se requiere flexibilidad en el diseño geométrico para adaptarse a topografías irregulares o restricciones espaciales (MOP, 2003).

2.7.5 Curvas Verticales Simétricas

Las curvas verticales simétricas son aquellas donde las longitudes de las gradientes de entrada y salida son iguales, en estas curvas, el PIV se encuentra en el centro geométrico de la curva, facilitando su diseño y análisis (MOP, 2003).

La Ecuación de elevación es:

Ecuación 11. Elevación Curva Simétrica

$$Tf = Ta (1 + i)^2$$

Nota. Tomado de (MTOP, 2003)

Donde:

Y: Elevación de la curva en un punto dado.

A: Diferencia algebraica de gradientes ($G_2 - G_1$).

L: Longitud total de la curva.

X: Distancia horizontal desde el PCV.

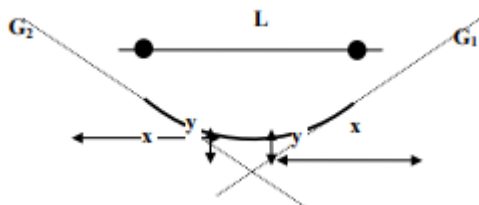
Y de la altura máxima de la curva (H):

$$Tf = Ta (1 + i)^2$$

Nota. Tomado de (MTOP, 2003)

Son ideales para tramos de carretera donde las condiciones topográficas y geométricas permiten un diseño estándar y balanceado (MOP, 2003).

Figura 22. Curva Vertical Simétrica



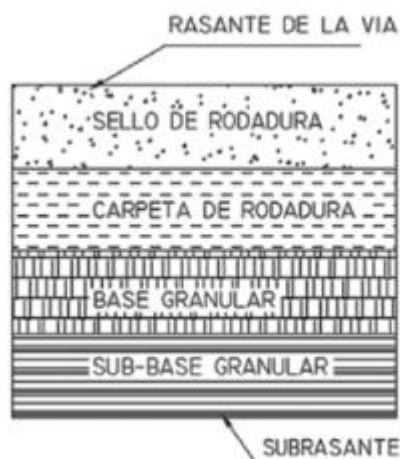
Nota. Tomado de (MOP, 2003).

2.8 Capa de Rodadura

2.8.1 Estructura pavimento flexible

Generalmente, se coloca sobre una base de material granular compuesta por subbase y base granular, sobre estas capas se instala una carpeta asfáltica que contiene una mezcla de materiales finos y gruesos granulares, combinados con aglomerantes bituminosos (MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PÚBLICAS DEL ECUADOR, 2013).

Figura 23. Estructura Pavimento flexible



Nota. Tomado de (MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PÚBLICAS DEL ECUADOR, 2013)

2.8.2 Estructura pavimento rígido

Se trata de una losa de concreto Portland que puede incluir refuerzo de acero, dependiendo de las demandas del tráfico, esta losa se coloca sobre una base granular típicamente, los pavimentos rígidos se categorizan según la presencia de juntas o refuerzo dovelas, o pueden ser pavimentos de larga duración PLV (MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PÚBLICAS DEL ECUADOR, 2013).

Figura 24. Estructura pavimento Rígido



Nota. Tomado de (MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PÚBLICAS DEL ECUADOR, 2013)

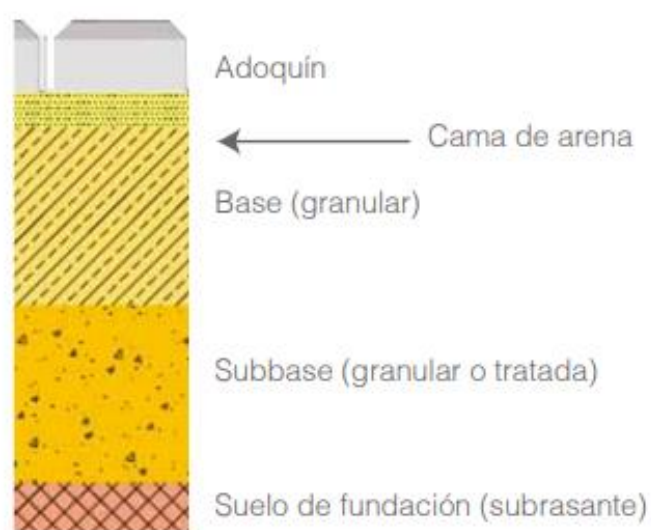
2.8.3 Estructura de pavimentos adoquinados

El adoquinado tiene la particularidad de que son bloques rígidos, el sistema articulado permite cierta flexión para adaptarse a movimientos del terreno, así puede transferir y distribuir cargas a través de los adoquines, que trabajan en conjunto mediante las juntas, sin necesidad de estar monolíticamente unidas como en un pavimento rígido (ICH, 2013).

Por lo general se usa en zonas rurales y urbanas ya que es una solución eficiente para comunidades con tránsito moderado, de igual manera para zonas peatonales, proporcionando estética y confort para el tráfico de personas (ICH, 2013).

El Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP) incluyen directrices específicas para su diseño y construcción, tomando en cuenta factores como la capacidad portante del terreno, el tipo de tráfico y el clima, de igual manera normas internacionales como ASTM y AASHTO son frecuentemente aplicadas en combinación con criterios locales para garantizar la funcionalidad y durabilidad del pavimento (MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PÚBLICAS DEL ECUADOR, 2013).

Figura 25. Estructura Adoquinado



Nota. Tomado de (ICH, 2013).

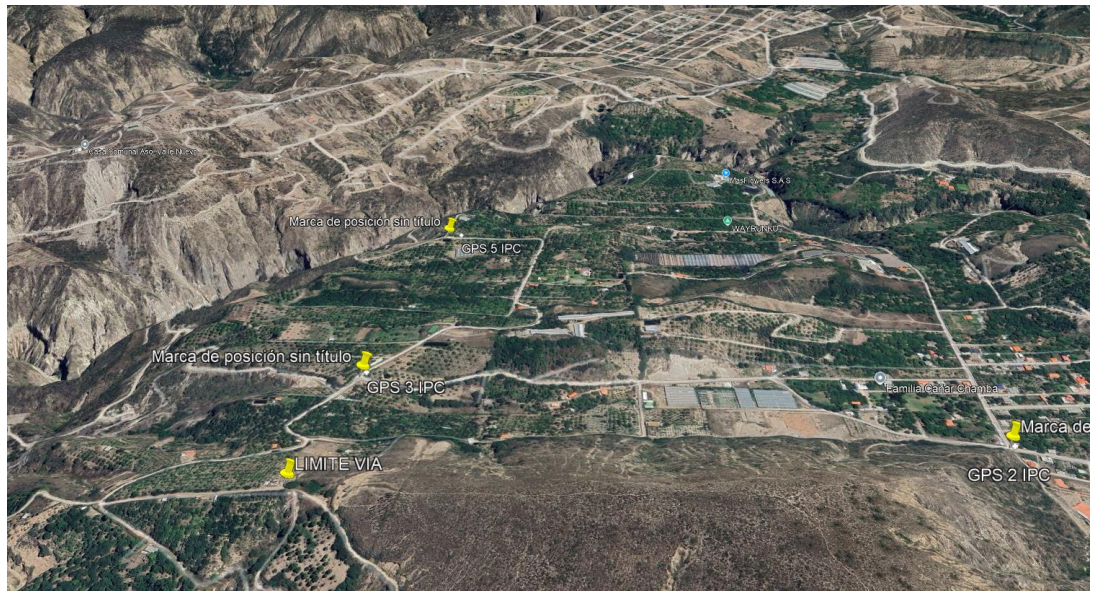
Capítulo 3: Levantamiento de Información

El trazado preliminar de la vía proyectada en el sector Tunaspamba, barrio Doña Ana, parroquia de Guayllabamba, se presenta en la Figura 26.

El análisis del trayecto fue desarrollado utilizando herramientas de georreferenciación en Google Earth Pro, donde se delimitaron puntos de control del alineamiento con marcadores geográficos destacados como tachuelas amarillas, detallado el trayecto que se va a realizar.

El recorrido, con una longitud de 2.52 km, abarca un área agrícola con topografía de pendientes moderadas. Este trazado preliminar constituye la base para el desarrollo del diseño geométrico de la vía, que ira alineada con los requerimientos técnicos establecidos por la normativa vigente.

Figura 26. Limites Vía Barrio Doña Ana



3.1 Topografía Barrio Doña Ana

3.1.1 Colocación GPS trayecto vial

Para iniciar cualquier proyecto civil, es fundamental conocer las condiciones del terreno y cuantificar todas las medidas necesarias para planificar adecuadamente el proyecto. En este caso, se comenzó instalando 7 dispositivos GPS a lo largo del trayecto de la vía en estudio. Los dos primeros GPS fueron colocados en el inicio de la vía, identificada donde termina el adoquinado de la calle Tunaspamba. Estos dispositivos se colocaron para instalar la estación total de topografía y georreferenciar las coordenadas exactas, garantizando que el levantamiento topográfico sea preciso y que las mediciones sean confiables.

La Prefectura de Pichincha exige la colocación de GPS para cualquier tipo de proyecto, lo que asegura que la topografía esté correctamente realizada. El principal dato obtenido de los GPS son las coordenadas en el sistema WGS84, que proporcionan la ubicación exacta en términos de Norte, Este y altitud.

Los datos obtenidos mediante GPS se contrastan con la base de datos del Instituto Geográfico Militar del Ecuador, la cual se incluye como Anexo. Tanto las siete monografías de los equipos GPS como la información de la base de datos del Instituto Geográfico Militar se detallan en el Anexo 1 de este trabajo de titulación.

A partir de esta comparación, se obtienen las coordenadas precisas del proyecto, fundamentales para el desarrollo de este estudio.

Figura 27. GPS en Campo

La Figura 27 muestra la disposición en campo de los equipos GPS utilizados a lo largo del trayecto de la vía. En total, se emplearon siete puntos de control georreferenciados: desde el GPS 1 hasta el GPS 5, complementados con dos equipos auxiliares asociados a los puntos GPS 4 y GPS 5.

3.1.2 Levantamiento estación total

El levantamiento topográfico en campo se realizó utilizando una estación total. En un inicio, la estación fue ubicada en el punto GPS 1 y orientada hacia el GPS 2 para llevar a cabo la "puesta a estación" o proceso de cero, cumpliendo con los protocolos de vista hacia atrás establecidos para el ingreso de datos en el equipo. Este procedimiento se repetía cada vez que era necesario reubicar la estación, ya sea por el avance del trayecto o por dificultades en la toma de puntos, como en el caso de curvas pronunciadas o áreas con densa vegetación.

Este proceso permitió la captura de múltiples puntos a lo largo del trazado de la vía. Dado que la vía contaba con un trayecto fijo, el levantamiento se inició desde la cota inicial, ubicada al final del adoquinado, y continuó hacia adelante, abarcando elementos

como linderos de propiedades privadas, eje vial, vegetación, postes de iluminación, taludes y canaletas de agua de riego.

Todos estos elementos fueron levantados con precisión y registrados en la estación total para su posterior procesamiento.

Para garantizar un levantamiento eficiente y un registro organizado, se asignó una codificación numérica a cada elemento relevante, la cual fue anotada tanto en una hoja de registro como en el equipo de la estación total. Las codificaciones utilizadas fueron las siguientes:

1. Eje de vía – Vía
2. Canaleta de agua de riego
3. Linderos
4. Postes
5. Talud – Desbanque de tierras

El equipo de levantamiento estuvo compuesto por dos cadeneros y un operador de la estación total, quien en ocasiones también apoyaba como cadenero. Adicionalmente, se emplearon dos prismas para la medición de puntos, un combo para la colocación de estacas de referencia en el terreno, así como clavos y pintura para marcar las estaciones de manera precisa.

Estos instrumentos permitieron garantizar la precisión y continuidad del levantamiento topográfico durante cada jornada.

A continuación, en la figura 28, se presentan imágenes del proceso de levantamiento en campo, llevado a cabo a lo largo del trayecto previsto para el diseño vial.

Figura 28. Colocación estación total en campo



Para el desarrollo del levantamiento topográfico del proyecto, se establecieron un total de 29 estaciones a lo largo del tramo de la vía. En cada estación, se colocó cuidadosamente el equipo topográfico y se verificaron las coordenadas del punto de referencia posterior, asegurando así la precisión en la ubicación. Posteriormente, se procedió a tomar las coordenadas de los puntos restantes que abarcaban toda la longitud del trazado de la vía. Este procedimiento permitió recopilar información detallada y precisa del terreno, garantizando una base confiable para el diseño y planificación de la obra.

3.2 Procesamiento de Datos – Civil 3D

Una vez culminado el levantamiento topográfico, se descargaron los datos desde la estación total en formato .DAT, los cuales se abrieron en un editor de texto como el Bloc de Notas. Este archivo detalla los puntos, las coordenadas en X, Y, Z, y su descripción, siguiendo la codificación previamente establecida para asegurar la correcta representación gráfica en el proyecto.

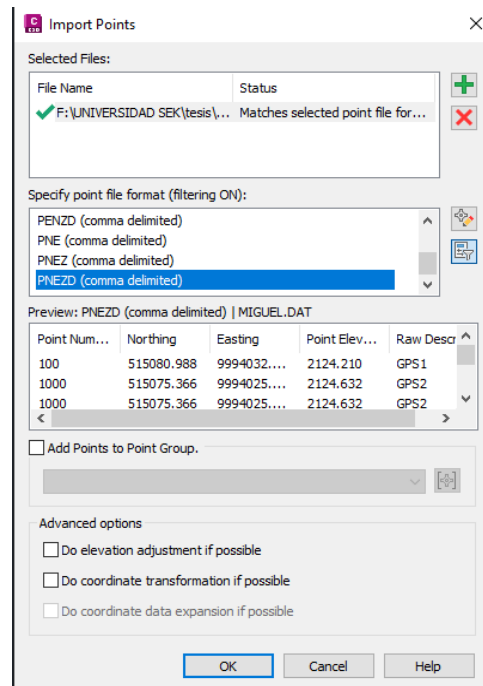
Figura 29. Coordenadas Estación Total

MIGUEL.DAT: Bloc de notas

Archivo	Edición	Formato	Ver	Ayuda
100,515080.988,9994032.940,2124.210,GP51				
1000,515075.366,9994025.995,2124.632,GP52				
1000,515075.366,9994025.995,2124.632,GP52				
100,515080.988,9994032.940,2124.210,GP51				
1000,515075.366,9994025.995,2124.632,GP52				
100,515080.988,9994032.940,2124.210,GP51				
1000,515075.366,9994025.995,2124.632,GP52				
1000,515075.366,9994025.995,2124.632,GP52				
100,515080.988,9994032.940,2124.210,GP51				
1000,515075.366,9994025.995,2124.632,GP52				
1001,515104.781,9994024.860,2124.621,ADO				
1002,515104.798,9994024.855,2124.621,ADO				
1003,515103.443,9994020.998,2124.719,ADO				
1004,515102.273,9994017.194,2124.604,ADO				
1005,515105.721,9994026.560,2124.536,LIN				
1006,515101.713,9994015.375,2124.826,LIN				
1007,515089.264,9994025.671,2124.471,ADO				
1008,515090.737,9994029.604,2124.293,LIN				
1009,515091.478,9994031.322,2124.364,LIN				
1010,515088.197,9994021.924,2124.452,LIN				
1011,515087.614,9994020.012,2124.698,LIN				
1012,515079.678,9994028.817,2124.284,ADO				
1013,515074.374,9994030.953,2124.086,ADO				
1014,515075.666,9994034.583,2123.903,ADO				
1015,515073.007,9994026.966,2124.236,ADO				
1016,515075.573,9994036.658,2123.581,LIN				
1017,515072.398,9994025.137,2124.628,LIN				
1018,515067.134,9994028.933,2124.117,LIN				
1019,515067.116,9994026.766,2124.610,LIN				
100,515080.988,9994032.940,2124.210,GP51				
1000,515075.366,9994025.995,2124.632,GP52				
1020,515065.782,9994040.191,2123.464,4				
1021,515064.333,9994034.369,2123.934,1				
1022,515064.032,9994029.765,2124.333,4				
1023,515065.137,9994039.160,2123.552,3				
1024,515062.161,9994031.515,2124.219,2				
1025,515061.276,9994031.758,2124.235,2				
1026,515060.791,9994032.361,2124.108,2				
1027,515057.789,9994032.211,2124.144,2				
1028,515057.905,9994031.691,2124.077,2				
1029,515054.620,9994032.395,2124.225,2				
1030,515051.100,9994032.106,2124.161,2				
1031,515047.662,9994033.044,2124.147,2				
1032,515049.120,9994038.126,2123.996,1				
1033,515050.282,9994041.966,2123.877,3				
1034,515031.721,9994037.582,2124.056,2				
1035,515032.552,9994042.072,2123.751,1				
1036,515033.468,9994045.607,2123.667,3				
1037,515014.918,9994038.852,2124.006,2				
1038,515015.784,9994044.362,2123.745,1				
1039,515016.544,9994049.093,2123.672,3				
1040,515004.701,9994039.092,2124.167,2				
1041,515000.090,9994051.274,2123.748,3				

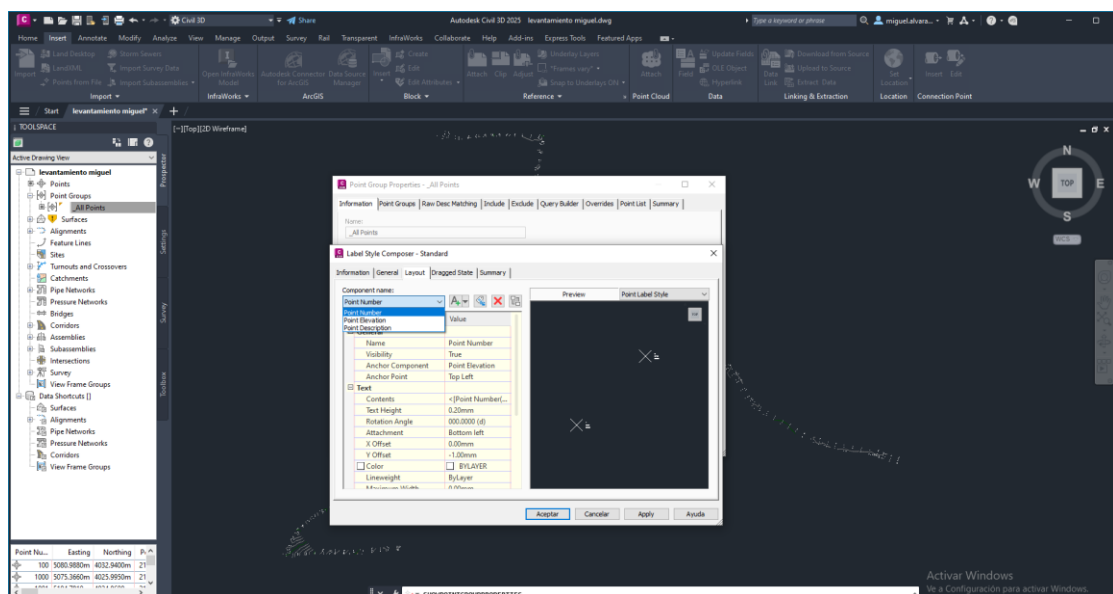
Posteriormente, estos datos se importaron en Civil 3D, seleccionando el archivo correspondiente y especificando el formato PENZD (comma delimited) para que el software interprete adecuadamente las coordenadas y descripciones.

Figura 30. Importar puntos Civil 3D



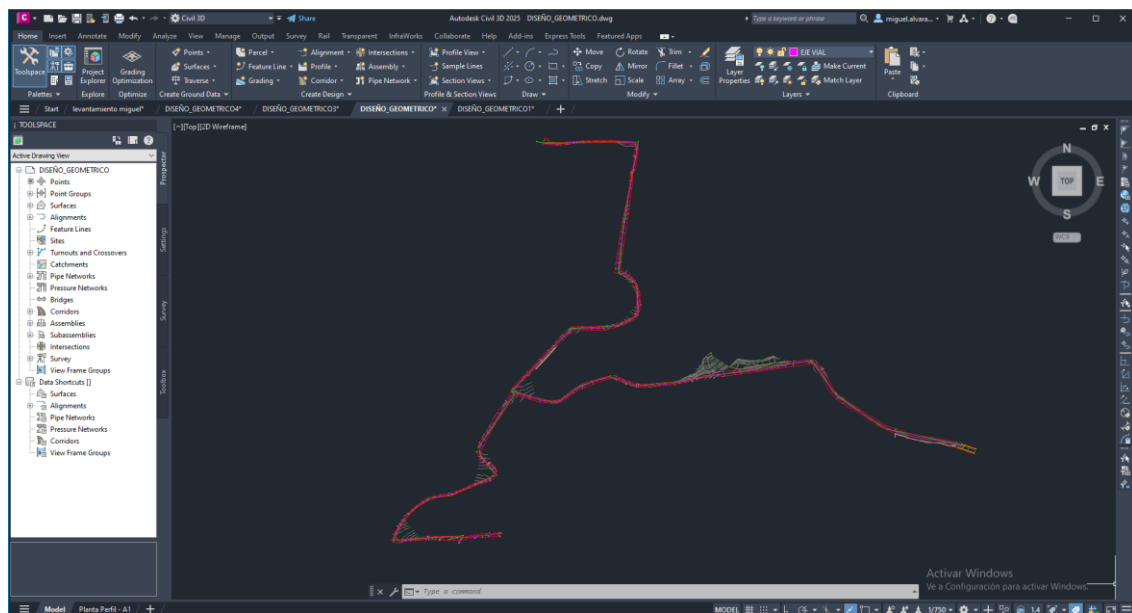
En propiedades de puntos, se modificaron las propiedades del estilo de etiqueta (Point Label Style) en la pestaña Layout, ajustando el tamaño del texto, el tamaño del punto y su ubicación, con el objetivo de mantener un orden que facilite la conexión del trayecto.

Figura 31. Propiedades Estilo etiqueta Civil 3D



Una vez los puntos son visibles en el plano, se procede a conectarlos, comenzando por las estaciones obtenidas en el campo. A medida que se conectan, se va revelando el trayecto completo del levantamiento. Posteriormente, se dibujan los linderos y el eje vial. Cabe resaltar que el levantamiento se realizó con una separación de 20 metros entre puntos, lo que garantiza una cobertura precisa de la vía y una adecuada cantidad de datos.

Figura 32. Puntos de Estación Total en Civil 3D



De igual manera, se crea la superficie del proyecto, permitiendo visualizar las curvas de nivel de la zona y agrupar todos los datos del proyecto. Para ello, en la herramienta de superficies, se selecciona Surface y luego Create Surface – Point Groups – All Points para definir toda la zona del levantamiento y generar la superficie con curvas de nivel detalladas a cada metro, el proceso se presenta en la figura 33, 34 y 35.

Figura 33. Especificación Curvas de nivel

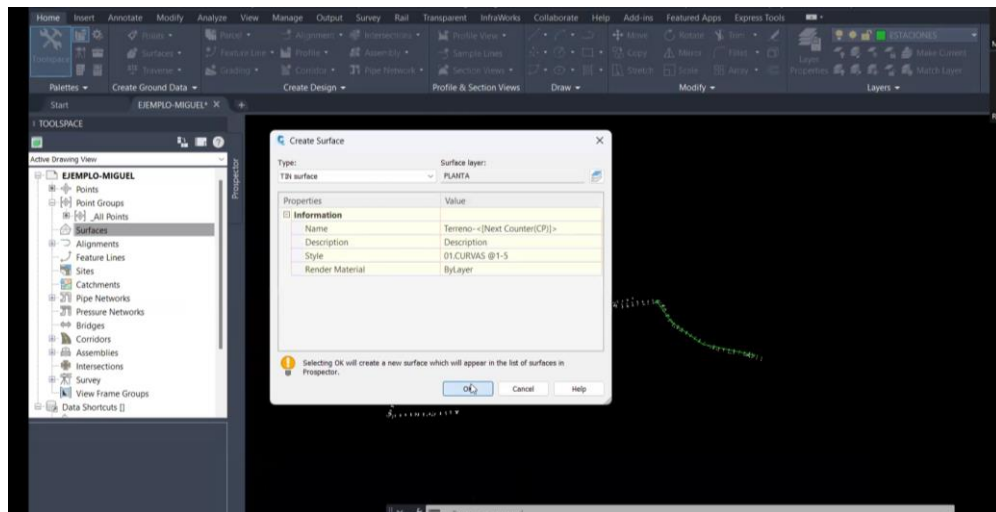


Figura 34. Seleccion todos los puntos recogidos en campo

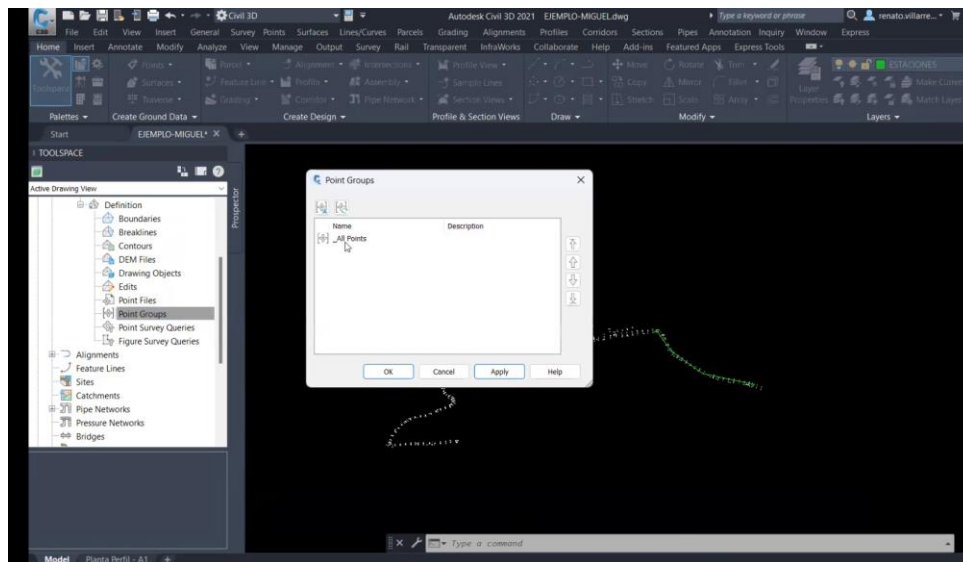
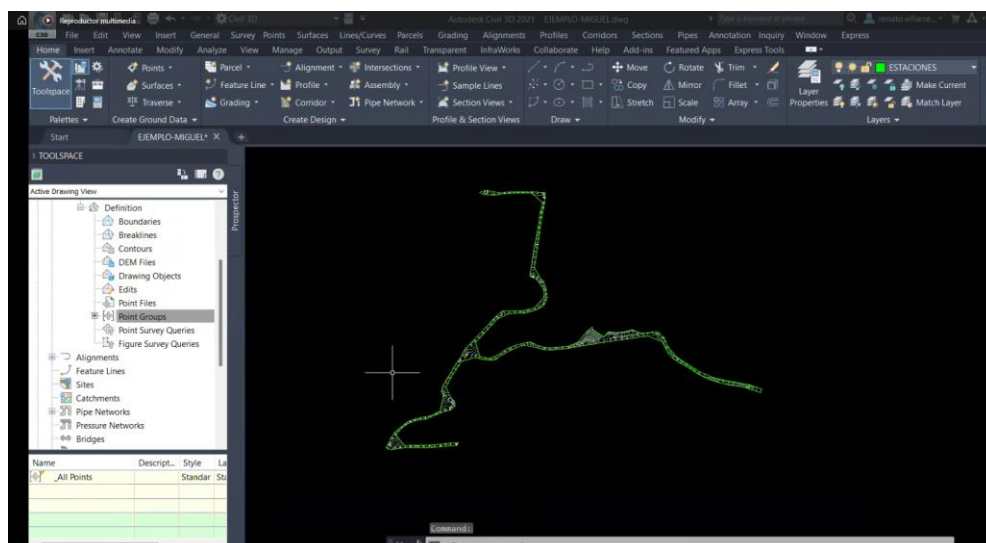


Figura 35. Creación de Superficie total del proyecto



3.2.1 Alineamientos principales a los tramos del proyecto

En el proyecto se definirán tres trayectos: el trayecto principal, el brazo derecho y el brazo izquierdo. En cada una de estas tres etapas se realizará el diseño horizontal y vertical correspondiente, lo que permitirá que el proyecto pueda ser ejecutado por fases, brindando una mejor organización tanto en la ejecución de la obra como en la planificación de cronogramas. Este enfoque por etapas facilita el control del avance del proyecto y optimiza la asignación de recursos, garantizando una ejecución más eficiente y ordenada.

Figura 36. Alineamiento Tramo principal

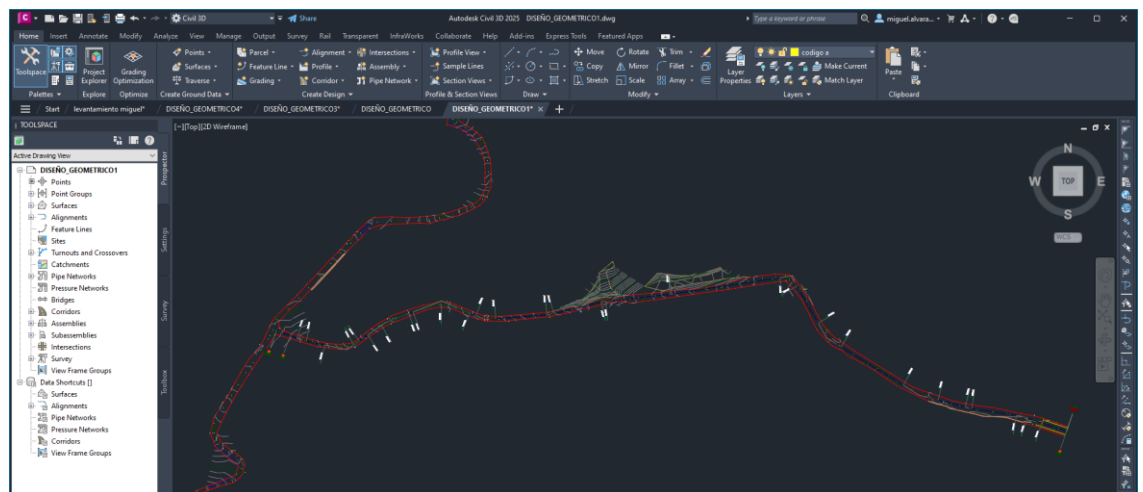


Figura 37. Alineamiento Tramo brazo derecho

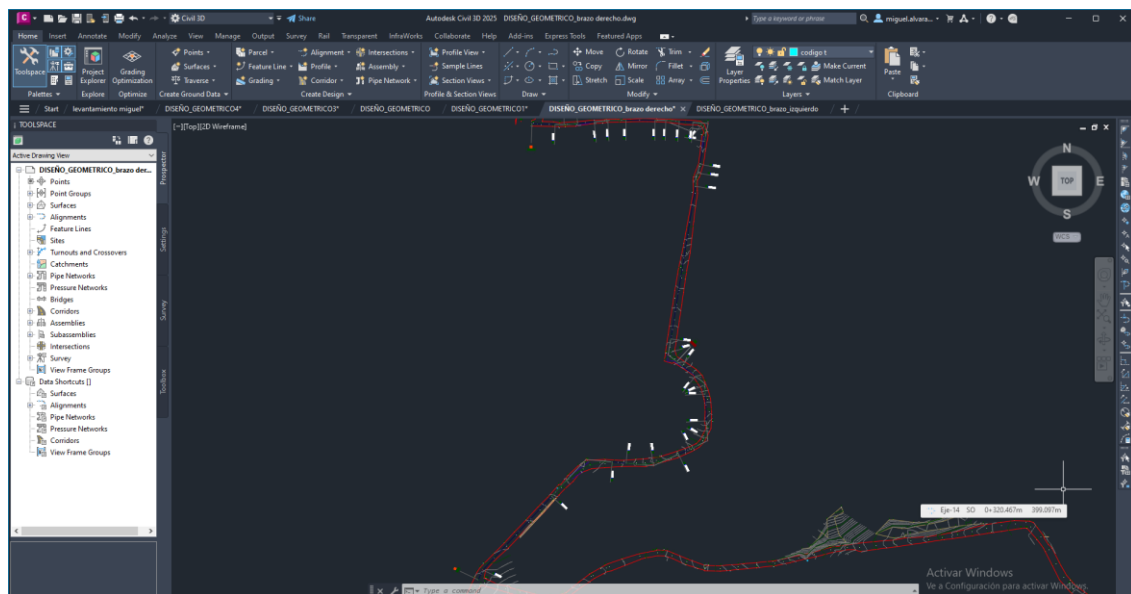
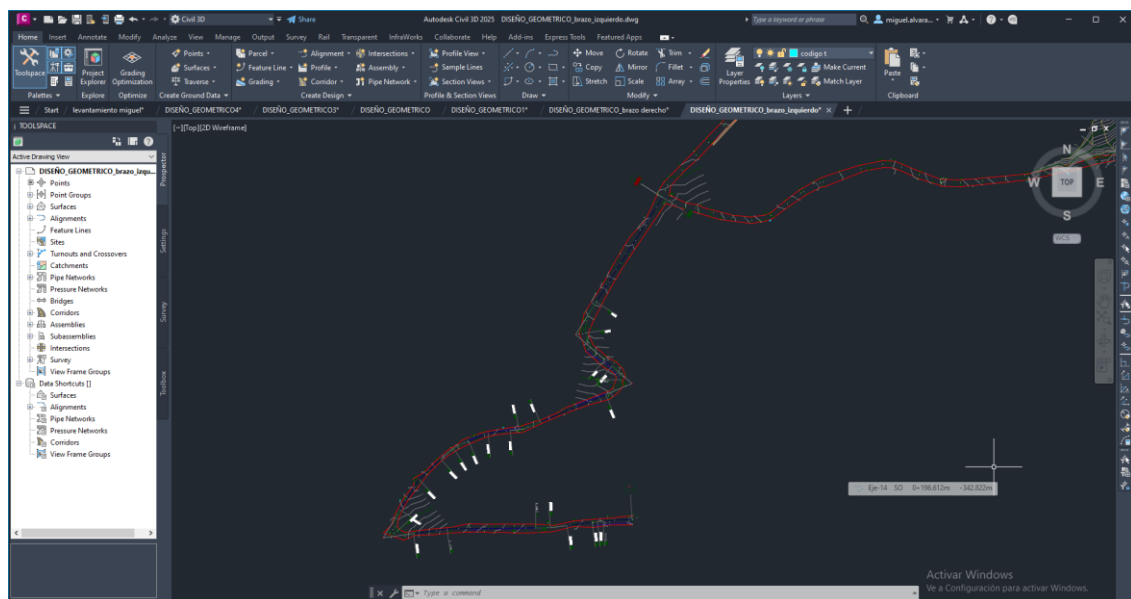


Figura 38. Alineamiento brazo izquierdo



El trazado del alineamiento para los tres tramos del proyecto se ha definido procurando el uso de líneas rectas que se ajustan a los límites establecidos por los polígonos de los linderos de la zona de estudio. Este procedimiento busca generar un eje vial compuesto por curvas que garanticen una transición adecuada, evitando diseños con curvas repetitivas y cerradas que puedan comprometer la funcionalidad del tránsito y la eficiencia del diseño geométrico. Con base en este trazado preliminar, se desarrolla el diseño geométrico horizontal y vertical de la vía mediante el uso de AutoCAD Civil 3D,

cuyos resultados serán expuestos en el capítulo correspondiente del presente trabajo de titulación.

3.3 Estudio de suelos

3.3.1 Obtención de muestras de suelo y DCP en campo

En el presente trabajo de titulación se realizaron tres muestreos de suelo a lo largo del trazado de la vía. A través de una inspección visual y táctil, se observó que el comportamiento del suelo es homogéneo en todo el recorrido. Por lo tanto, los puntos de muestreo fueron seleccionados en las zonas más accesibles del proyecto. Dado que la vía ha sido modificada previamente con material de lastre, se prestó especial atención en localizar el suelo natural, con el máximo rigor. Esto permitió obtener los parámetros geotécnicos adecuados para el diseño de la vía, garantizando una estructura que responda correctamente a las características del terreno.

A continuación, se describe el procedimiento seguido para la extracción de muestras de suelo y la realización del ensayo de penetración de cono dinámico (DCP), con el fin de obtener el Índice de Capacidad de Soporte (CBR) y continuar con el estudio correspondiente.

Las abscisas de las muestras de suelo, enviadas al laboratorio para su clasificación SUCS, límites de Atterberg y humedad, fueron las siguientes:

Muestras:	Abscisa (ABS):
------------------	-----------------------

Muestra 1	0+120
-----------	-------

Muestra 2	1+200
-----------	-------

Muestra 3	2+200
-----------	-------

Para cada una de las abscisas, se excavó un cuadrado a una profundidad de 0.50 metros y dimensiones de 0.40 x 0.40 m, con el propósito de obtener suelo natural

representativo de la zona. El suelo extraído fue colocado en doble funda plástica para su transporte al laboratorio, evitando la pérdida de humedad y asegurando que los ensayos se realizaran en condiciones óptimas.

En la misma excavación, se instaló el equipo de penetración de cono dinámico (DCP) y se procedió a realizar los golpes normalizados, conforme a la normativa técnica vigente, con el fin de evaluar las propiedades mecánicas del suelo in situ.

Muestra Laboratorio:

Figura 39. Obtención de muestra de suelo in situ



Penetración de cono dinámico (DCP):

Figura 40. Ensayo cono Dinámico en campo



Los datos obtenidos durante el ensayo de penetración de cono dinámico (DCP) fueron registrados en una hoja de control, anotando el descenso del cono en milímetros cada 5 golpes del martillo, hasta alcanzar una profundidad de un metro. Posteriormente, estos datos fueron ingresados en una hoja de cálculo para realizar los cálculos correspondientes y obtener el Índice de Capacidad de Soporte (CBR) en la subrasante, estos registros serán presentados en el capítulo de resultados del presente trabajo de titulación, mientras que los resultados de los ensayos de laboratorio se presentan a continuación.

3.3.2 Ensayo en laboratorio

En esta etapa, se busca determinar las características geotécnicas del suelo presente en la zona de estudio, incluyendo su clasificación según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), contenido de humedad natural y límites de consistencia (límites de Atterberg).

Estos parámetros son fundamentales para evaluar el comportamiento del suelo bajo condiciones de carga y diseñar adecuadamente la estructura del pavimento.

3.3.2.1 Granulometría (Por lavado):

En esta sección se describen los procedimientos realizados en laboratorio para determinar la clasificación del suelo. Se recolectaron tres muestras representativas, las cuales fueron organizadas y etiquetadas correctamente para su identificación. Cada muestra fue colocada en bandejas separadas para evitar contaminación cruzada. Posteriormente, se pesaron 200 gramos de cada muestra utilizando una balanza de precisión, y las fracciones obtenidas fueron transferidas a recipientes individuales, asegurando su adecuada conservación para el análisis posterior.

Figura 41. Muestras de suelo en laboratorio



Figura 42. Peso muestras de suelo



Tabla 9. Muestras Granulometría

MUESTRA1 0+120	
TARRO	Peso (gr)
3	200

MUESTRA2 1+200	
TARRO	Peso (gr)
4	200

MUESTRA3 2+200	
TARRO	Peso (gr)
5	200

En primera instancia, las muestras fueron dejadas en remojo durante un periodo de 24 horas, con el objetivo de permitir que las partículas finas presentes en el material se disolvieran completamente y facilitaran su separación en etapas posteriores. Este paso inicial es fundamental para asegurar que el análisis granulométrico refleje con precisión la composición del suelo.

Al completarse el tiempo de remojo, se procedió a lavar las muestras cuidadosamente a través de un tamiz #200, lo que permitió separar y retener las partículas más finas. Este procedimiento se realizó bajo condiciones controladas para minimizar la

pérdida de material y asegurar la integridad de las muestras. Tras el lavado, el material retenido y el que pasó a través del tamiz fueron colectados y preparados para la siguiente etapa del análisis.

Figura 43. Lavado muestras de suelo a través del tamiz #200



Posteriormente, las muestras fueron sometidas a un proceso de secado en horno a una temperatura constante de 110°C durante un periodo de 24 horas. Este paso es crucial para eliminar toda la humedad residual y obtener un material completamente seco, necesario para garantizar la uniformidad y reproducibilidad de los ensayos posteriores. Una vez finalizado el secado, las muestras fueron retiradas del horno y dejadas enfriar a temperatura ambiente para evitar alteraciones debido al calor residual.

Figura 44. Secado en horno de muestras



Con las muestras secas y listas para el análisis, se procedió a realizar el tamizado para evaluar la composición granulométrica del suelo. Este análisis se llevó a cabo siguiendo los lineamientos establecidos por el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), lo que permitió identificar el tipo de suelo y determinar sus propiedades fundamentales, tales como la distribución de tamaños de partículas y la proporción de finos. Estos resultados son indispensables para clasificar el suelo y comprender su comportamiento bajo condiciones de carga, información que será utilizada en el diseño geométrico del proyecto vial.

Figura 45. Muestras Secas



Figura 46. Proceso tamizado



Los pesos acumulados retenidos en cada tamiz permiten determinar la distribución granulométrica del suelo, información clave para su clasificación y análisis.

A continuación, se detallan los datos correspondientes a las muestras analizadas.

Tabla 10. Pesos Acumulados Tamices

Muestra 1

Tamices	Abertura (mm)	Peso Acumulado (gr)
3/8"	9,5	0
N #4	4,76	6,65
N #10	0,84	15,2
N #40	0,425	52,28
N #200	0,075	139,45

Muestra 2

Tamices	Abertura (mm)	Peso Acumulado (gr)
3/8"	9,5	0
N #4	4,76	6,65
N #10	0,84	15,2
N #40	0,425	52,28
N #200	0,075	139,45

Muestra 3

Tamices	Abertura (mm)	Peso Acumulado (gr)
3/8"	9,5	0
N #4	4,76	6,65
N #10	0,84	15,2
N #40	0,425	52,28
N #200	0,075	139,45

El análisis granulométrico se ha realizado de acuerdo con la norma ASTM D422-63, que regula el método estándar para la determinación de la distribución de tamaños de partículas en suelos mediante tamizado.

Los resultados obtenidos de las tres muestras permiten clasificar el suelo como Arena Limosa (SM), según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).

Este tipo de suelo presenta una mezcla de arena con una fracción significativa de limo, lo cual influye en sus propiedades mecánicas y su comportamiento en sus aplicaciones. Los ensayos completos y los datos adicionales se encuentran adjuntos en el Anexo 2 del presente trabajo de titulación.

3.3.2.2 Límites Atterberg:

Durante el análisis del suelo, se intentó determinar los límites de Atterberg, pero el suelo resultó ser No Plástico (NP). Esto se debe a que, al tratarse de una arena, no fue posible definir los límites de Atterberg, ya que estos ensayos son aplicables principalmente a suelos arcillosos que exhiben plasticidad. Dado que el suelo en las tres muestras corresponde a una Arena Limosa (SM), como se mencionó previamente, su comportamiento no plástico es característico de este tipo de material.

Figura 47. Prueba Plasticidad Suelo



Este resultado refuerza la clasificación del suelo como NP (No Plástico), lo que indica que no posee las propiedades necesarias para ser moldeado ni presenta consistencia plástica, propias de suelos con mayor contenido de arcilla.

3.3.2.3 Contenido de humedad:

Finalmente, se determinó el contenido de humedad de cada muestra. Para ello, se pesaron los tarros vacíos en la balanza, seguidos por el peso húmedo de las muestras.

Posteriormente, las muestras se colocaron en el horno a una temperatura de 110°C durante 24 horas, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 11. Pesos húmedos y secos de muestras de suelo

MUESTRA1 0+120

TARRO	Peso del Tarro(gr)	Peso húmedo (gr)	Peso Seco (gr)
1	21,48	76,81	73,89
2	21,83	78,89	75,88

MUESTRA2 1+200

TARRO	Peso del Tarro(gr)	Peso húmedo (gr)	Peso Seco (gr)
4	21,67	67,8	65,36
6	21,14	64,2	61,86

MUESTRA3 2+200

TARRO	Peso del Tarro(gr)	Peso húmedo (gr)	Peso Seco (gr)
7M	15,37	69,53	64,46
57	15,79	65,77	61,27

Figura 48. Peso de Tarros



Figura 49. Peso húmedo de suelo



Figura 50. Peso seco muestras de suelo



Los resultados obtenidos para el contenido de humedad fueron los siguientes: la Muestra 1 presentó un contenido de humedad del 6%, mientras que la Muestra 2 arrojó el mismo 6% de humedad, por otro lado, la Muestra 3 registró un contenido de humedad del 10%.

Estos resultados, junto con los detalles completos del ensayo de laboratorio, se encuentran adjuntos en el Anexo 2, donde se especifica tanto el contenido de humedad como la granulometría de las muestras de suelo.

3.4 Estudio de tráfico

3.4.1 Análisis del volumen de tráfico

El objetivo principal de este estudio es determinar el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA), que permitirá categorizar funcionalmente la vía, y con ello desarrollar un diseño geométrico adecuado a las condiciones del terreno. Para la estimación del volumen de tráfico existente, se utilizó un método manual de conteo vehicular, registrando tanto vehículos livianos como pesados que transitan por la zona. Este análisis se realizó con el fin de visualizar y clasificar el tránsito vehicular de acuerdo con las normativas técnicas.

Los vehículos observados en el conteo se clasificaron de la siguiente manera:

- Vehículos livianos: automóviles, camionetas, motocicletas, cuadrones y furgonetas.
- Vehículos pesados: autobuses y camiones pequeños.

La clasificación vehicular se realizó conforme a las especificaciones del MTOP (Ministerio de Transporte y Obras Públicas).

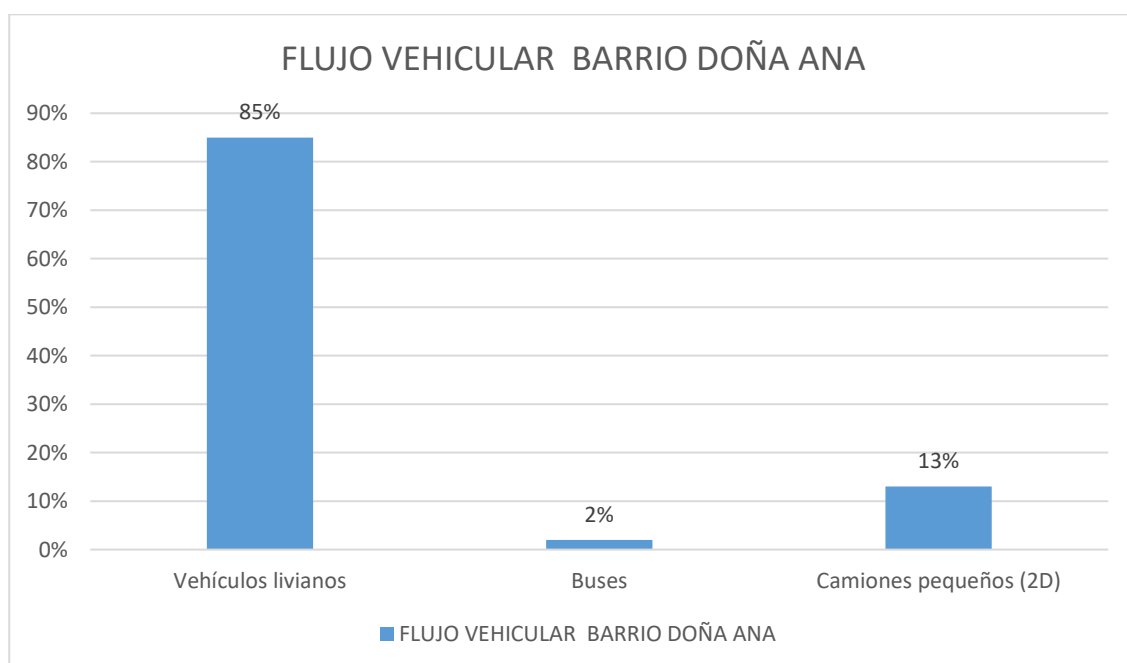
El conteo vehicular se llevó a cabo durante 12 horas diarias a lo largo de 7 días consecutivos, cumpliendo los lineamientos establecidos en la normativa del MTOP. Este procedimiento se efectuó considerando ambos sentidos de circulación y clasificando los tipos de vehículos que transitaban por cada carril.

A partir del conteo se determinaron los siguientes parámetros:

- Tráfico Promedio Diario Semanal (TPDS): 94 vehículos/día (ambos sentidos).
- Índice Medio Diario Anual (IMDA) (TPDA): Este valor se calculó aplicando un factor de corrección estacional ($F_e = 1,011$) proporcionado por la Prefectura de Pichincha, basado en datos de estaciones de peaje. El resultado obtenido fue $IMDA = 99$ vehículos/año.

En el anexo 3, se incluye el detalle del conteo vehicular realizado para determinar el TPDA proyectado al año 2025, año de inicio de la ejecución de la obra.

Tras llevar a cabo un análisis exhaustivo del tráfico vehicular durante un periodo continuo de una semana, y calcular los indicadores clave necesarios, se determinó la distribución porcentual del tránsito vehicular. Este análisis permitió identificar las principales categorías de vehículos que circulan por la vía, obteniendo los siguientes resultados:



- **Vehículos livianos:** Representan el 85% del total semanal. Esta categoría incluye automóviles, camionetas, motos, cuadrones, furgonetas y similares. Su alto porcentaje evidencia que el tránsito predominante corresponde al uso privado y ligero, asociado a las necesidades de movilidad cotidiana de la población y las actividades agrícolas de la zona.
- **Buses:** Constituyen únicamente el 2% del tráfico semanal. Este bajo porcentaje indica que el transporte público tiene una incidencia limitada en la vía debido a que no es una ruta principal para este tipo de vehículos.

- **Camiones pequeños (Camión 2D):** Representan el 13% del tráfico semanal. Su presencia está vinculada a la actividad económica de la zona, como el transporte de productos agrícolas o bienes locales, lo que subraya la importancia de considerar este tipo de vehículos en el diseño estructural de la vía.

3.4.2 Proyección tráfico futuro

Para la proyección del tráfico futuro, se adoptaron tasas de crecimiento vehicular basadas en estudios del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP), debido a la ausencia de datos continuos sobre vehículos matriculados en el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). Estas tasas de crecimiento, correspondientes al año de aplicación del proyecto, son las siguientes: 3,45% para vehículos livianos, 1,62% para buses y 1,58% para camiones pequeños.

La elección de estas tasas responde a la necesidad de contar con una base confiable para las proyecciones de tráfico, evitando la sobredimensión de los volúmenes vehiculares. El INEC, al no disponer de información completa y actualizada sobre el parque automotor matriculado, limita el análisis con datos históricos continuos. Por esta razón, se recurrió a los estudios viales del MTOP, que ofrecen estimaciones más consistentes y específicas para la planificación vial.

Tabla 12. Tasas de crecimiento vehicular

PERÍODO	LIVIANO	BUS	CAMION
2020-2025	3,57	1,78	1,74
2025-2030	3,25	1,62	1,58
2030-2035	2,88	1,44	1,39
2035-2040	2,52	1,27	1,21

Nota. Tomada de (MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PÚBLICAS DEL ECUADOR, 2013)

El análisis se realizó considerando un periodo de diseño de 10 años, correspondiente a la vida útil proyectada para la vía adoquinada. Este horizonte temporal se definió en función del crecimiento estimado de la población actual y de las mejoras

esperadas en sus condiciones de vida, las cuales podrían incrementar las demandas de movilidad en el futuro. Este periodo se considera el límite razonable para asegurar que la vía pueda responder de manera eficiente a las necesidades actuales y proyectadas.

Tabla 13. Proyección Tráfico futuro 10 años

AÑO	n	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
			2 EJES	2 EJES	
2024	2024	83	2	14	99
2025	1	86	2	14	102
2026	2	89	2	14	106
2027	3	92	2	15	109
2028	4	96	2	15	113
2029	5	99	2	15	116
2030	6	102	2	16	120
2031	7	106	2	16	124
2032	8	110	2	16	128
2033	9	114	2	16	133
2034	10	118	2	17	137
2035	11	122	2	17	141

La proyección obtenida para el tránsito en la vía estudiada es de 141 vehículos mixtos/día en ambos sentidos, basada en los registros de tráfico realizados. Este valor servirá como referencia para orientar el diseño vial conforme a las especificaciones técnicas establecidas en la normativa del Ministerio de Obras Públicas (MOP 2003).

En función de esta proyección, se determinarán los parámetros necesarios para garantizar que la vía cumpla con los estándares requeridos en términos de capacidad, funcionalidad y durabilidad, asegurando así que pueda satisfacer las necesidades de los usuarios durante su vida útil proyectada.

3.4.3 Ejes equivalentes

Para la contabilización y análisis del flujo vehicular en el tramo de estudio del barrio Doña Ana, se utilizó una plantilla basada en la normativa de tránsito peruana. Esta herramienta permitió clasificar y cuantificar detalladamente el tráfico, identificando las categorías vehiculares predominantes y su respectiva frecuencia. Los datos obtenidos

fueron complementados con la metodología AASHTO 93, asegurando consistencia y representatividad en los valores utilizados para los cálculos de diseño.

Para determinar el número total de Ejes Equivalentes (ESALs) que circularán durante la vida útil proyectada de la vía, se utilizó como base el conteo manual de vehículos realizado en campo, expresado inicialmente en vehículos/día, correspondientes al año de ejecución del proyecto (2025). Estos valores se proyectaron a vehículos/año mediante la multiplicación por 365 días, lo que permitió obtener el tráfico anual promedio.

Posteriormente, se aplicó la tasa de crecimiento vehicular para estimar el aumento progresivo del tráfico durante el período de diseño seleccionado, que corresponde a 10 años. El factor de crecimiento (Fcr) calculado con la fórmula establecida en la AASHTO 93:

Ecuación 12. Factor de crecimiento vehicular

$$Fcr = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

Nota. Tomado de (AASHTO 93, 1998)

Donde:

P: tasa de crecimiento vehicular MTOP

n: periodo de proyección, en años (10 años)

De igual manera, se consideró el factor de dirección, el cual representa la proporción del flujo vehicular que circula en cada sentido de la vía. Según la AASHTO 93 y la normativa ecuatoriana NEVI, para vías de dos carriles con tráfico bidireccional, se adopta un valor de 0.5, este valor se justifica en que el flujo vehicular se distribuye equitativamente en ambas direcciones. Sin embargo, en casos donde el tráfico se

concentre en un solo sentido, este factor debe ajustarse mediante estudios específicos de tránsito que permitan reflejar con mayor precisión las condiciones reales de operación.

Por otra parte, se evaluó el factor de distribución, que hace referencia a la proporción de la carga vehicular que actúa en cada carril de la vía. La AASHTO 93 establece que, para vías con dos carriles, el factor de distribución se asume como 1.0, ya que toda la carga vehicular es compartida en ambos carriles. Este criterio es respaldado por la normativa ecuatoriana NEVI, donde se considera que, en vías rurales de bajo volumen vehicular, la carga tiende a distribuirse de manera uniforme. En vías con más de dos carriles, la AASHTO proporciona valores menores de distribución, debido a que la carga se reparte entre un mayor número de carriles, lo que reduce el impacto por eje en cada uno.

Finalmente, se incluyó el factor camión, que permite determinar el daño relativo que generan los vehículos pesados al pavimento, en comparación con un eje estándar de 18,000 libras (80 kN). La AASHTO 93 establece que el daño provocado por las cargas vehiculares depende de la magnitud de la carga por eje y del número de ejes del vehículo.

Este daño se cuantifica utilizando la fórmula:

Ecuación 13. Factor camión eje equivalente

$$ESAL = \left(\frac{P}{P_o} \right)^4$$

Nota. Tomado de (AASHTO 93, 1998).

Donde:

P: carga transmitida por el eje del vehículo

Po: carga estándar del eje, equivalente a 18,000lb.

El análisis se complementa proporcionando valores específicos para las cargas por eje de cada tipo de vehículo (livianos, camiones de dos ejes y ómnibus). Para el caso de estudio, se determinaron las cargas características:

Vehículos livianos: carga aproximada de 2 200 lb por eje.

Camión de dos ejes: 15 400 lb en el eje delantero y 24 200 lb en el eje trasero.

Ómnibus de dos ejes: 15 400 lb en el eje delantero y 24 200 lb en el eje trasero

El factor camión obtenido para cada categoría vehicular representa el daño acumulado que estos vehículos transmiten a la estructura del pavimento.

La combinación de estos factores (dirección, distribución, camión y crecimiento), junto con el número de vehículos diarios multiplicado por 365 días, permite calcular de manera precisa los Ejes Equivalentes (ESALs) para cada categoría vehicular, incluyendo vehículos livianos, camiones pequeños y vehículos pesados. Este proceso asegura que el daño relativo causado por cada tipo de vehículo en la estructura del pavimento sea correctamente cuantificado, de acuerdo con las condiciones reales de operación.

Los cálculos detallados que respaldan estos resultados se encuentran en el Anexo 4, del presente trabajo de titulación, donde se explican en los procedimientos aplicados y los valores obtenidos para cada categoría vehicular.

Como se puede visualizar en el Anexo 4, el cálculo de los Ejes Equivalentes (ESALs) para el proyecto arroja un valor de 121 274.93, correspondiente a un período de diseño de 10 años. Este resultado sirve como base para proponer un diseño de pavimento adoquinado que cumpla con los requisitos estructurales necesarios para soportar las cargas proyectadas durante su vida útil.

El diseño del adoquinado se fundamenta directamente en el valor de los ESALs obtenido, garantizando que la solución estructural sea adecuada para la clasificación de la vía conforme a las disposiciones de la normativa MOP 2003. Este tipo de pavimento,

además de satisfacer las demandas técnicas, contribuye al mejoramiento de las condiciones de la comunidad del barrio Doña Ana, que actualmente enfrenta dificultades asociadas al mal estado de la vía, como problemas en el transporte, afectaciones a la agricultura y una reducción en su calidad de vida.

Capítulo 4: Cálculo y Resultados

4.1 Clasificación de vía

Los resultados obtenidos a partir de la recopilación de datos permiten clasificar la vía de estudio como de clase IV, de acuerdo con la normativa MOP 2003, basada en el tráfico proyectado de 141 vehículos. Esta clasificación considera el volumen vehicular registrado durante el conteo y su proyección, siendo un aspecto clave en la definición de los parámetros de diseño vial.

La vía se encuentra en un terreno ondulado, con pendientes moderadas que varían entre el 7 % y el 13 %, características propias del sector. Todas las medidas y parámetros adoptados en el diseño se establecen en valores absolutos, conforme a lo estipulado por la normativa aplicable.

Este análisis inicial es fundamental para garantizar que el diseño cumpla con los requerimientos técnicos y proporcione una solución eficiente y acorde con las condiciones específicas del barrio Doña Ana, sector Tunaspamba.

Tabla 14. Valores de Diseño Clase IV MOP

Norma MOP-001-E	CLASE IV
	DE 100 -300 TPDA (1)
Velocidad de diseño (K.P.H.)	35
Radio mínimo de curvas horizontales (m)	30
Distancia de visibilidad para parada (m)	35
Distancia de visibilidad para rebasamiento (m)	150

Peralte	8% (Para V < 50 K.P.H.)
Coeficiente “K” para: (2)	
Curvas verticales convexas (m)	3
Curvas verticales cóncavas (m)	5
Gradiente longitudinal (3) máxima (%)	8
Gradiente longitudinal (4) mínima (%)	0,5%
Ancho de pavimento (m)	6
Clase de pavimento	D.T.S.B, Capa Granular o Empedrado
Ancho de espaldones (5) estables (m)	0,60 (C.V, Tipo 6 y 7)
Gradiente transversal para pavimento (%)	2,5 (C.V, Tipo 6 y 7) 4,0 (C.V, Tipo 5 y 5E)
Gradiente transversal para espaldones (%)	4,0 (C.V, Tipo 5 y 5E)
Curva de transición	USENSE ESPIRALES CUANDO SEA NECESARIO

Tomado de (MOP, 2003).

En este apartado se analizaron las características de diseño utilizadas en los tres tramos que componen la vía. El proyecto se desarrolló en tramos específicos: el tramo principal de 986.41 metros, el brazo derecho de 870.35 metros y el brazo izquierdo de 666.32 metros. Durante el diseño, se priorizó minimizar cortes y rellenos innecesarios. En los casos donde un lado de la vía presentaba precipicios y el otro contaba con suficiente área de terreno, las curvas horizontales se ajustaron hacia el lado con mayor área disponible, logrando un trazado más eficiente y seguro.

De igual manera se adoptó la subrasante como base principal del diseño vertical, lo que permitió reducir movimientos de tierra excesivos y mantener una transición

adecuada entre los diferentes tramos. En el diseño horizontal, se ajustaron los trazados para evitar trayectos complicados, respetando siempre los parámetros establecidos por la normativa MOP 2003 y a la propiedad privada existente.

Todas las gradientes y elementos utilizados corresponden a los valores recomendados para vías de clase IV, asegurando que la vía cumpla con los requisitos técnicos y normativos para un funcionamiento seguro y eficiente.

De igual manera, al tratarse de una vía clasificada como de tipo IV según la normativa del MOP, se detalla su clasificación, la cual establece que pertenece a una vía colectora vecinal debido a las características de circulación vehicular.

Figura 51. Función de la vía

FUNCION	CLASE DE CARRETERA (según MOP)	TPDA (1) (AÑO FINAL DE DISEÑO)
CORREDOR ARTERIAL	RI - RII (2)	>8000
	I	3000 – 8000
COLECTORA	II	1000 – 3000
	III	300 – 1000
VECINAL	IV	100 – 300
	V	< 100

Tomado de (MOP, 2003)

En el Anexo denominado Planos del Proyecto, se incluyen los planos correspondientes al diseño vertical y horizontal del eje principal, así como de los brazos derecho e izquierdo, desarrollados como parte de este trabajo de titulación.

4.2 Análisis de Capacidad de Soporte CBR en la Subrasante

Aunque ya se conoce el tipo de suelo predominante en la zona, clasificado como arena limosa (SM) según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), es fundamental analizar los resultados obtenidos del ensayo de cono dinámico (DCP) realizado en campo, que se presenta como Anexo 5 en el presente trabajo de titulación. Este ensayo permite evaluar de manera precisa la capacidad portante del suelo, información esencial para el diseño adecuado de la estructura vial proyectada.

En normativas internacionales, como la AASHTO, y en guías técnicas como el Manual MOP 2003 de Ecuador, se recomienda el uso de percentiles representativos, como el 60% o 65%, para establecer el CBR de diseño. Esta metodología permite considerar las condiciones predominantes del suelo, evitando tanto la sobreestimación como la subestimación de su capacidad portante.

Dado que los suelos no son homogéneos y presentan variabilidad significativa en una misma zona, el percentil 60% ofrece un valor que representa de manera adecuada el comportamiento general del terreno. Además, seleccionar un valor promedio o inferior podría conducir al diseño de espesores insuficientes en zonas críticas, lo que comprometería la estabilidad y durabilidad de la estructura del pavimento.

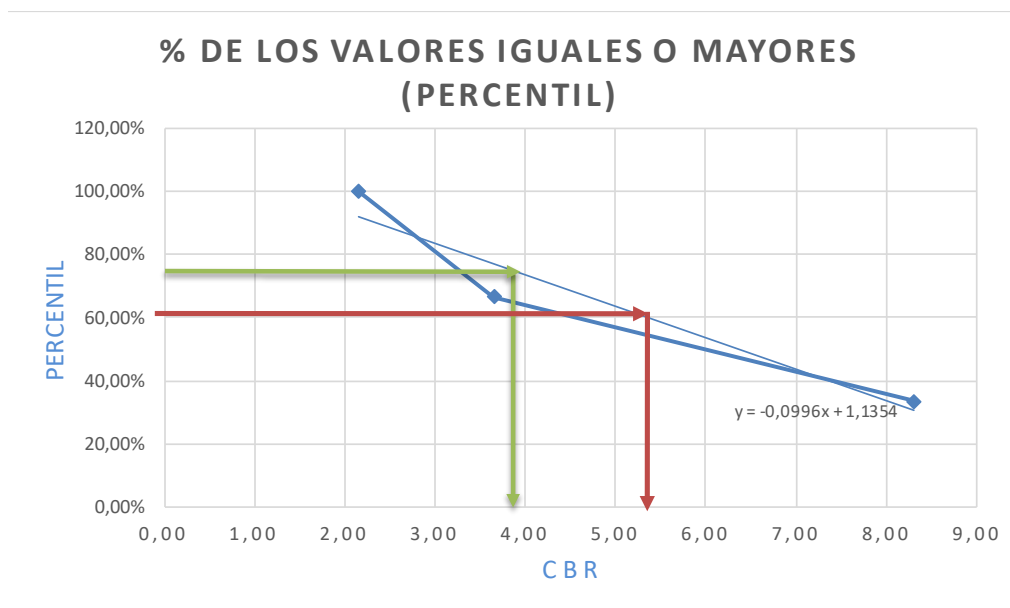
Tabla 15. Muestras Ensayo Cono Dinámico con su CBR

MUESTRA DCP	ABSCISA	CBR
DCP-1	0+120	2,16
DCP-2	1+200	8,31
DCP-3	2+200	3,65
T O T A L		3

Tabla 16. Percentiles de CBR

C B R MAYOR (%)	Número de Valores iguales o mayores	CBR	% de los valores iguales o mayores (PERCENTIL)
2,16	3	2,16	100,00%
3,65	2	3,65	66,67%
8,31	1	8,31	33,33%

Figura 52. Valor CBR



Como se puede observar en las muestras analizadas, se obtuvo un valor de CBR del 5.4%, lo que representa una capacidad portante moderada del suelo. Este valor se empleará como base para el diseño de la estructura del pavimento, siguiendo los lineamientos establecidos en el MTOP y la bibliografía especializada en pavimentos adoquinados.

De acuerdo con este resultado, el diseño estructural considerará la incorporación de capas como subbase y base granular que garanticen una adecuada distribución de las cargas, asegurando la estabilidad y funcionalidad de la vía a lo largo de su vida útil.

El CBR obtenido respalda la necesidad de una estructura de pavimento que cumpla con los requerimientos técnicos para soportar el tráfico proyectado, permitiendo así la correcta ejecución de la capa de rodadura de adoquines y asegurando su desempeño en términos de resistencia y durabilidad.

4.3 Diseño del adoquinado

En este apartado, se tomará como referencia el Manual de Diseño de Pavimentos de Adoquines de Chile, complementando con los datos obtenidos sobre las características del suelo y el tráfico proyectado para determinar la estructura del pavimento. Si bien el

valor de CBR de la subrasante es un dato importante, este será considerado como un parámetro adicional para decidir si es necesario incorporar una subbase o base granular, o realizar algún mejoramiento del suelo.

El diseño de la estructura se ajustará a las condiciones específicas del mercado ecuatoriano, priorizando una solución constructiva que sea técnica y económicamente viable.

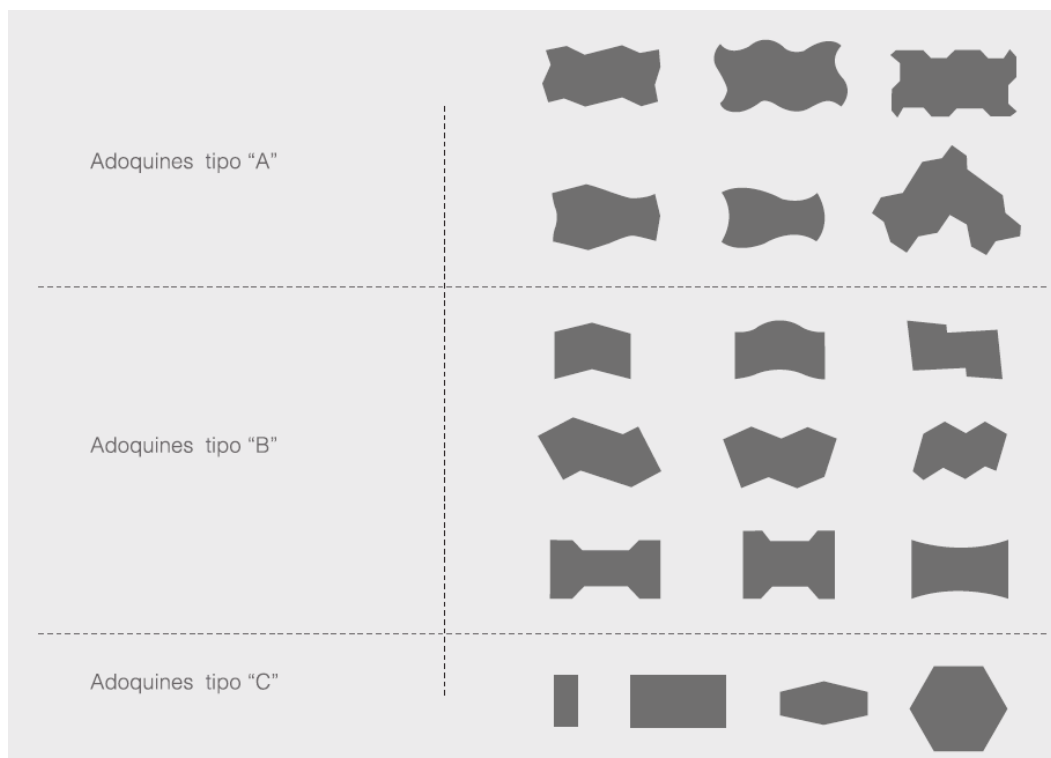
De acuerdo con el manual, se evaluarán las capas requeridas y su interacción con el tipo de suelo y las condiciones de tráfico, asegurando que la capa de rodadura de adoquines cumpla con los estándares de estabilidad y durabilidad.

A continuación, se describen los métodos aplicados y las especificaciones técnicas empleadas para estructurar el pavimento adoquinado.

El manual de diseño de adoquines de Chile destaca las ventajas del uso de adoquines en las vías. Al ser elementos prefabricados, su calidad está garantizada para cumplir con la resistencia especificada en su ficha técnica, además de permitir una rápida ejecución de la obra. Asimismo, el manual señala que el uso de adoquines, debido a su estructura, es adecuado para vías con velocidades de circulación de hasta 50 km/h.

Además, se detallan tres tipos de adoquines (A, B y C), tal como se muestra en la figura 52.

Figura 53. Tipos de Adoquines



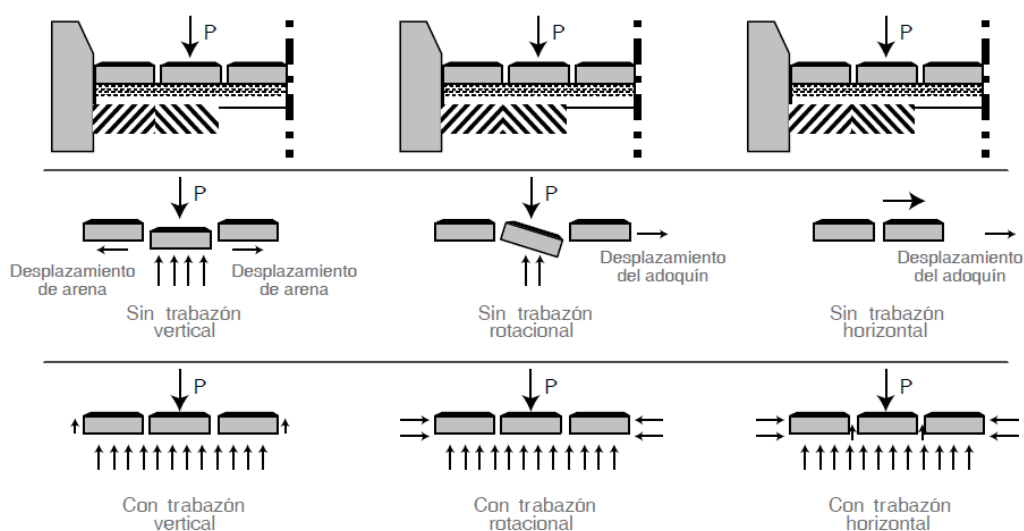
Tomado de (ICH, 2013).

En nuestro caso, se utilizará el adoquín tipo C, adquirido de la casa comercial Hormipisos, reconocida en el mercado ecuatoriano por la calidad de sus productos. A continuación, se detalla la ficha técnica del bloque de hormigón modelo Florencia de 8 cm, que será utilizado en el proyecto. En esta ficha se especifican las características del adoquín, como su disposición en campo, resistencia y algunas recomendaciones técnicas para su correcta instalación y uso.

En nuestro modelo se utilizará el adoquín de 8 cm detallado anteriormente, sobre una cama de arena de 5 cm. Según Knapton, en un ensayo ampliamente utilizado para evaluar las cargas sobre adoquines, se comprobó que una capa combinada de adoquines de 80 mm y arena de 50 mm es equivalente a 160 mm de material bituminoso. Esto valida que, al evaluar las cargas en distintos diseños, se utilizan metodologías y hojas de cálculo similares a las empleadas para estructuras de pavimento flexible. Esto se debe a que el comportamiento del adoquinado, en términos de distribución de cargas, es comparable al de una capa de pavimento flexible, lo que facilita su incorporación en análisis estructurales convencionales.

La interacción mecánica entre la arena y el adoquín es fundamental, ya que permite impedir tres tipos de movimientos: en el eje vertical, rotacional y horizontal. Estos aspectos se detallan en la figura 55.

Figura 55. Trabazón Adoquín



Tomado de (ICH, 2013).

El ancho de junta recomendado entre los adoquines debe estar entre 2 y 7 mm. Un ancho menor a 2 mm dificulta la unión efectiva de las juntas, incluso con compactación, mientras que un ancho superior a 7 mm compromete la tracción mecánica, reduciendo la estabilidad del pavimento.

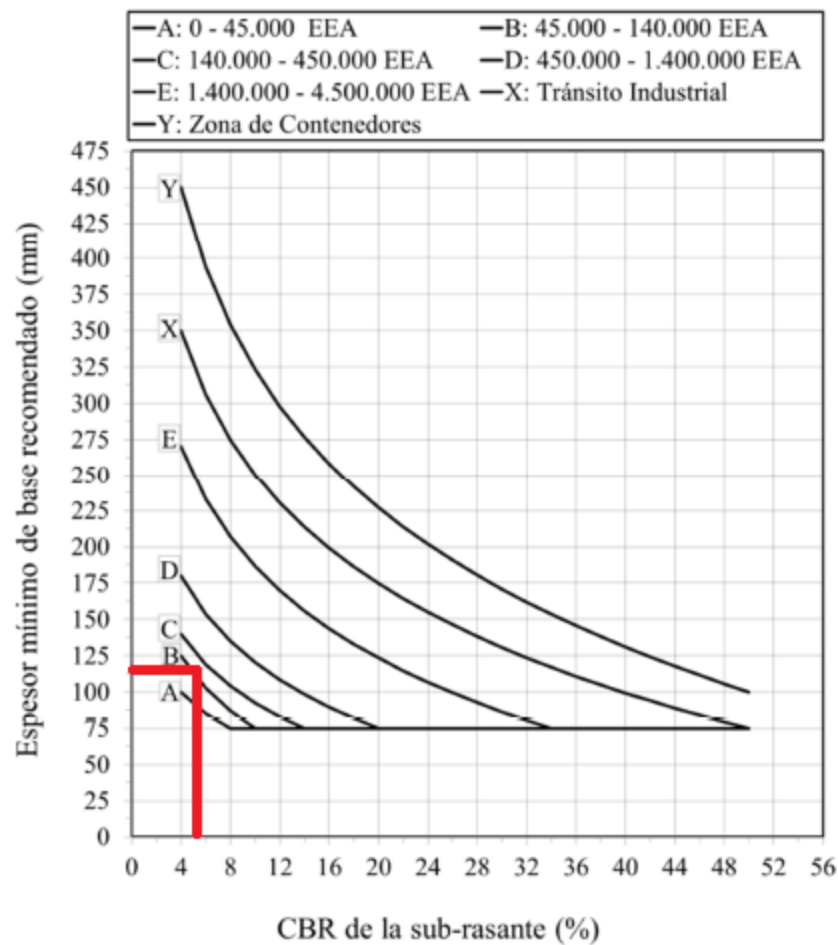
En la cama de arena, se debe utilizar un porcentaje de finos que no supere el 5%, y la humedad debe limitarse a un máximo del 6% para evitar que la capa alcance la saturación, lo cual podría afectar su desempeño estructural.

Para la base o subbase, los espesores recomendados varían entre 10 y 15 cm, lo que permite controlar las deformaciones. Con estos espesores se asegura un CBR (Índice de Capacidad de Soporte) de al menos 40% para la subbase y 60% para la base, garantizando una capacidad adecuada para soportar las cargas vehiculares previstas.

Para complementar el análisis estructural de pavimentos, se considerará el método de diseño de pavimentos de hormigón utilizado en países como Australia, Japón, Estados Unidos, Reino Unido e India. Este enfoque se basa en determinar un diseño mínimo fundamentado en los ejes equivalentes que circulan por la vía y la capacidad de soporte del suelo o CBR de la subrasante. Este método también es ampliamente utilizado en Chile y es una propuesta clave en Australia.

En el método australiano, se establecen cinco niveles de tránsito vehicular (A, B, C, D y E). Cada nivel de tránsito cuenta con una curva de diseño específica, que permite determinar el espesor de la base granular en función del CBR de la subrasante. Para nuestro caso, con un CBR de 5,4% y un tránsito anual equivalente de 121 274.93 ejes (clasificación nivel B), se debe establecer la relación adecuada para determinar el espesor de la base granular. A continuación, se detalla la gráfica correspondiente a este análisis.

Figura 56. Método de diseño australiano



Tomado de (Bahamondes, 2013)

En este método, al igual que en nuestro estudio, se considera un tránsito equivalente acumulado ($EEA \times 10^6$) menor a 0.5, de acuerdo con los datos obtenidos. En estos casos, no es necesario proponer una subbase, ya que varios modelos prescinden de esta capa. En nuestro caso particular, al contar con un CBR moderado y considerando que la vía ya está lastrada y modificada previamente para soportar cargas, se puede asumir que el terreno ha sido mejorado y cumple la función de una subrasante estabilizada. Por esta razón, se plantea una estructura que incluya únicamente base, cama de arena y adoquines.

El análisis realizado indica que el espesor de la base debe estar entre 11 y 12.5 cm y para poder alinearse con los estándares del MTOP y que cumpla con un mínimo

tecnológico, el espesor mínimo debe ser 15 cm para poder garantizar una compactación adecuada, conforme a las especificaciones del MTOP. Por lo tanto, la estructura propuesta para el diseño, con una proyección de vida útil de 10 años, será la siguiente:

- **Adoquín:** 8 cm de espesor.
- **Cama de arena:** 5 cm de espesor.
- **Emporado Juntas Adoquines:** 2 mm entre adoquín.
- **Base granular clase II:** 15 cm de espesor.

Esta configuración cumple con los requisitos técnicos necesarios para garantizar la estabilidad y el desempeño estructural del pavimento.

4.4 Diseño Transversal de la Vía

Una vez definida la estructura de la capa de rodadura para los tres tramos del proyecto, se procederá a simularla en Civil 3D con el fin de obtener datos precisos sobre las cantidades de volúmenes y plantear el proyecto de manera detallada y realista. Para ello, será necesario definir la sección transversal que tendrá el proyecto.

Se adoptará la misma sección que actualmente tiene el barrio Doña Ana, hasta donde llega su adoquinado, la cual incluye bordillos y aceras, de acuerdo con lo establecido en el Régimen Administrativo del Suelo en el Distrito Metropolitano de Quito. En dicho régimen se especifica la sección tipo G, que será utilizada como base para el diseño del proyecto.

Figura 57. Sección Transversal para el Barrio Doña Ana

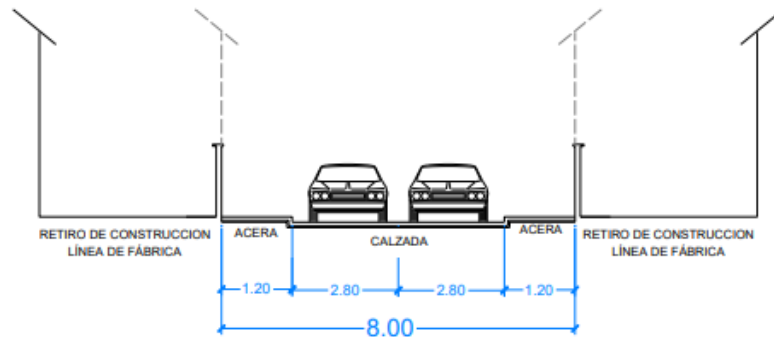


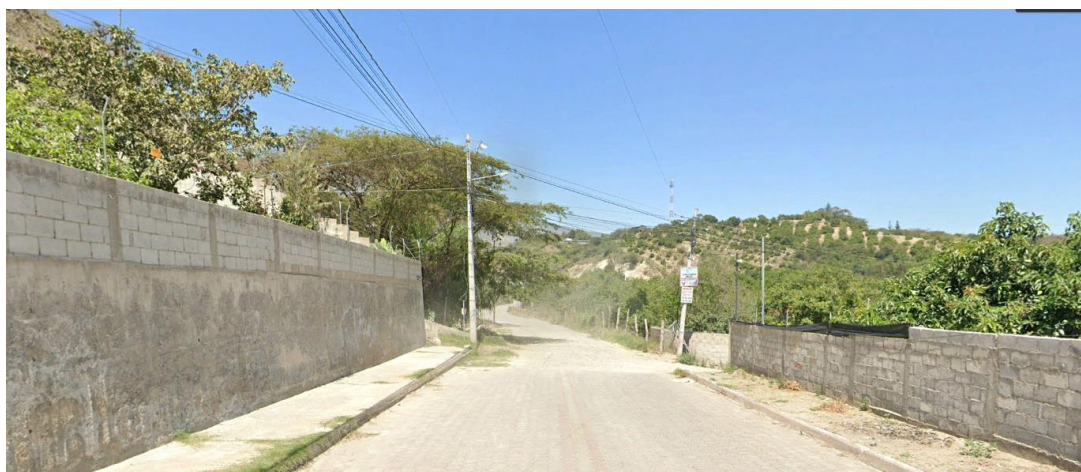
Gráfico No. 13: LOCAL "G" 8,00 m

Tomado de (DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO, 2023).

Se utilizó esta sección porque es la que actualmente tiene el barrio Doña Ana, donde ya se implementó el adoquinado, como se muestra a continuación. Por esta razón, se decidió continuar con la misma sección para garantizar la uniformidad y compatibilidad del diseño.

Es importante mencionar que, en este proyecto, no se considerará la red de alcantarillado sanitario ni la de agua potable. En particular, la red de alcantarillado pluvial, que recoge el agua de lluvia mediante sumideros, no forma parte del alcance de esta tesis. Sin embargo, se incluirán recomendaciones al respecto para futuras intervenciones.

Figura 58. ABS 0+000 del proyecto



Además de la estructura del pavimento, la sección transversal se complementa con el diseño del talud que acompañará a la vía, planteando una relación tal como lo recomienda MOP según el tipo de clase en este caso IV.

Y también con las evaluaciones realizadas en el Distrito Metropolitano de Quito, en la que los factores de seguridad calculados para los taludes diseñados cumplen con los requisitos normativos. En particular, se validó el diseño de pendientes de 1.5:1 (H:V) como el más adecuado, conforme a las recomendaciones normativas y los análisis de estabilidad realizados. Alternativas con pendientes más pronunciadas, como 2.0:1 (H:V) o 3.0:1 (H:V), no lograron cumplir con los factores de seguridad establecidos, demostrando su inadecuación para el proyecto.

Para este diseño, se adopta una relación de 1:1 tanto en corte como en relleno, lo que garantiza la estabilidad a largo plazo del proyecto. Este enfoque asegura que el diseño cumpla con las mejores prácticas ingenieriles, contribuyendo a la funcionalidad y durabilidad de la infraestructura proyectada.

Según la sección planteada, se incluye una acera con un ancho de 1.20 m y un espesor de 8 cm. Esta acera contará con una subbase de clase III colocada debajo,

diseñada para proporcionar el soporte necesario, considerando que esta opción resulta más económica y eficiente.

El bordillo tendrá dimensiones de 0.20 m de ancho y 0.50 m de altura, valores establecidos conforme a las especificaciones técnicas del Ministerio de Obras Públicas (MOP). Es importante detallar que todas las especificaciones técnicas para la construcción de estos elementos se basan en los lineamientos establecidos por dicha entidad, asegurando que cumplan con los estándares requeridos.

Los valores obtenidos mediante la simulación en Civil 3D serán presentados en el trabajo de titulación como parte del Anexo Planos del Proyecto.

En este apartado estará detallado además del diseño geométrico vertical y horizontal, los volúmenes de corte y relleno calculados, los cuales se basan en la sección transversal planteada. Estos datos serán fundamentales para la elaboración del presupuesto del proyecto, proporcionando información precisa y respaldando la viabilidad técnica y económica de la propuesta.

4.5 Presupuesto General del Proyecto y Desglose de Precios Unitarios

Una vez recopilados todos los datos del proyecto, se procederá a calcular el presupuesto general para los tres tramos de la vía, consolidando los costos en lugar de desglosar por tramo. Este enfoque permitirá evaluar de manera integral la factibilidad económica del proyecto, considerando los rendimientos y optimizando los recursos para garantizar una ejecución eficiente.

Es importante señalar que los tres tramos fueron planteados estratégicamente para facilitar la construcción y minimizar los inconvenientes para los habitantes de la zona. Al compartir las mismas características constructivas, se elaborará un presupuesto único que refleje el costo total de la obra. Este presupuesto estará respaldado por los análisis de precios unitarios (APUs) de las actividades principales del proyecto.

Tanto el presupuesto como el análisis de precios unitarios (APU) están estructurados en base a los siguientes ejes principales, que agrupan las actividades esenciales para la ejecución del proyecto:

Preliminares

Incluyen actividades como la preparación del terreno, limpieza del área, replanteo topográfico y colocación de señalización temporal. Estas tareas garantizan condiciones adecuadas de trabajo y la seguridad de los operarios y transeúntes.

Movimientos de Tierra

Comprenden las actividades de excavación, corte, relleno y compactación del terreno, ejecutadas de acuerdo con el diseño geométrico proyectado.

Estructuras de Pavimento

Esto abarca la capa de rodadura de adoquines de 8 cm, una base granular estabilizada, diseñadas conforme a las especificaciones técnicas del Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

Bordillos y Aceras

Este análisis abarca la construcción de bordillos y aceras, diseñados para cumplir con los estándares de accesibilidad, seguridad peatonal y delimitación adecuada de la vía. Estos elementos contribuyen a ordenar el tránsito vehicular y peatonal, además de mejorar la integración urbana.

Señalización

Comprende la ejecución de trabajos relacionados con la señalización vial, tanto horizontal como vertical. Incluye la demarcación de líneas divisorias e instalación de señales reglamentarias y preventivas.

Rubros Ambientales

Este análisis asegura que la obra se desarrolle en armonía con el entorno natural y en cumplimiento con la legislación ambiental vigente.

Luego de haber identificado los ejes principales que estructuran el proyecto, los mismos se desglosan en detalle a través de rubros en los análisis de precios unitarios (APUs) y el presupuesto general. Estos documentos técnicos permiten una descripción específica de cada rubro involucrado, asegurando que todos los costos y actividades necesarias para la ejecución del proyecto estén claramente definidos y justificados.

En el Anexo 6, se presenta tanto el presupuesto general como los APU's correspondientes a cada uno de los rubros considerados para la construcción de la vía adoquinada. Este desglose técnico y financiero no solo facilita la evaluación detallada de los costos asociados, sino que también garantiza la transparencia y viabilidad del proyecto.

Para el presente trabajo de titulación, el presupuesto estimado para la ejecución de la obra asciende a 695 954.82 dólares (SEISCIENTOS NOVENTA Y CINCO MIL NOVECIENTOS CINCUENTA Y CUATRO DÓLARES CON 82/100 CENTAVOS). Este monto está sujeto a posibles reajustes de precios, que podrían ser determinados por el fiscalizador de la obra y el contratista durante el proceso de ejecución, en función de las variaciones del mercado o condiciones específicas del proyecto.

La entidad contratante en este caso la Prefectura de Pichincha en unión a la Junta Parroquial de Guayllabamba, podrá tomar este presupuesto como referencia para la ejecución del proyecto, garantizando su alineación con los análisis y cálculos realizados.

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

- El diseño geométrico horizontal y vertical se elaboró de acuerdo con los lineamientos establecidos en la normativa MOP 2003, cumpliendo con parámetros óptimos de seguridad vial, funcionalidad y comodidad para los usuarios. De esta manera, se garantiza que la vía proyectada satisface los estándares técnicos requeridos para una vía vecinal colectora de clase IV, asegurando su adecuado desempeño y sostenibilidad en el contexto local.
- La realización de la topografía con GPS permitió georreferenciar la zona del proyecto con coordenadas exactas, cumpliendo con los requisitos solicitados por el Gobierno Provincial de Pichincha para proyectos de infraestructura vial.
- Dado que la vía en estudio sigue un trazado ya definido a lo largo de toda su longitud, el diseño propuesto priorizó respetar los linderos y cercas existentes. Esto permitió evitar expropiaciones, manteniendo la armonía con las propiedades colindantes y reduciendo costos y conflictos sociales.
- El proyecto abarca una vía con pendientes moderadas que varían entre el 7% y el 13%, clasificando como terreno Ondulado.
- La zona del barrio Doña Ana es predominantemente agrícola y rural, lo que influenció el diseño del proyecto para adaptarse a estas condiciones.

- Los estudios de suelos de laboratorio determinaron que la subrasante del proyecto corresponde a un suelo tipo arena limosa (clasificación SM), con un CBR promedio de 5.4%.
- La subrasante mejorada, gracias al estado previo de la vía lastrada, permitió prescindir de una subbase en el diseño, optimizando costos sin comprometer la calidad estructural.
- El estudio de tráfico realizado durante 7 días determinó un Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) de 121 vehículos, clasificando la vía como colectora vecinal Clase IV, según el MOP.
- Este nivel de tránsito, proyectado a 10 años, se considera adecuado para el diseño propuesto, especialmente en un área con crecimiento moderado como el barrio Doña Ana.
- El diseño estructural propuesto incluye una capa de rodadura de adoquines de 8 cm, una cama de arena de 5 cm y una base granular de 15 cm. Este diseño cumple con las especificaciones técnicas del MOP y es capaz de soportar un tránsito proyectado de 121 274.93 ejes equivalentes en un periodo de 10 años.
- La consolidación de un presupuesto general basado en análisis de precios unitarios (APUs) permitió estimar un costo total de 695 954.82 dólares (SEISCIENTOS NOVENTA Y CINCO MIL NOVECIENTOS CINCUENTA Y CUATRO DÓLARES CON 82/100 CENTAVOS), para la ejecución del proyecto. Este enfoque optimizó los recursos, garantizando un diseño técnicamente viable y económicamente factible.
- La vía adoquinada propuesta reduce significativamente el deterioro de los vehículos al mejorar las condiciones de tránsito, eliminando la dificultad

de acceso y prolongando la vida útil de los vehículos, disminuyendo los costos de mantenimiento y reparación para la comunidad.

- El proyecto mejora la conectividad de la zona, facilitando el transporte de productos agrícolas y reduciendo los costos logísticos, lo que fortalece la economía local.
- El adoquinado disminuye el levantamiento de polvo, mejorando las condiciones ambientales, eliminando la contaminación hacia los productos agrícolas y para los habitantes protegiendo su salud ya que mejora la calidad del aire, reduciendo enfermedades respiratorias.

Recomendaciones

- Para garantizar la precisión en la ejecución de la obra, se recomienda realizar un replanteo de las estaciones topográficas establecidas en el proyecto inicial. Este proceso permitirá ajustar los datos al estado real del terreno y asegurar que las obras se desarrollen conforme a los planos proyectados.
- Se sugiere incluir ensayos adicionales, como el Proctor Modificado, para garantizar el cumplimiento de los estándares de compactación en la base y subrasante de la vía. Estos controles de calidad asegurarán la durabilidad y estabilidad del pavimento adoquinado.
- En caso de una futura ampliación de la vía, se deberá considerar la normativa vigente relacionada con el derecho de vía. Esto permitirá garantizar el uso adecuado del espacio público y evitar conflictos legales con los propietarios de terrenos colindantes.
- El adoquinado fue seleccionado como capa de rodadura por su facilidad para integrar redes de agua potable y alcantarillado en el futuro. A

diferencia del pavimento asfáltico, los adoquines pueden retirarse y reutilizarse después de instalar dichos servicios, evitando desperdicios y costos elevados.

- Se recomienda que, previo al inicio de las obras viales, se priorice la ejecución de las redes de agua potable y alcantarillado.
- Aunque los taludes diseñados no presentan alturas críticas, se recomienda realizar ensayos de cohesión y ángulo de fricción del suelo para verificar la estabilidad de las pendientes y garantizar la seguridad a largo plazo, especialmente en zonas con mayores riesgos de erosión.
- Es fundamental involucrar a la comunidad en el mantenimiento y conservación de la vía adoquinada. Esto incluye capacitaciones sobre la importancia del cuidado de la infraestructura y la correcta disposición de residuos para evitar obstrucciones en futuras redes de alcantarillado. Además, fomentar la participación de los habitantes en el monitoreo del estado de la vía fortalecerá el sentido de pertenencia hacia la obra.

Bibliografía

AASHTO 93. (1998). Diseño de Pavimentos.

Bahamondes, R. (2013). Análisis de métodos de diseño de pavimentos de adoquines de hormigón. Chile: Revista de la Construcción.

Balaguer Beser, Á. (2004). *Fundamentos geométricos para la topografía*. Obtenido de <https://elibro.net/es/lc/uiskecuador/titulos/60592>

DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO. (2023). *LIBRO INNUMERADO "DEL RÉGIMEN ADMINISTRATIVO DEL SUELO EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO"*. Obtenido de https://www7.quito.gob.ec/mdmq_ordenanzas/Administraci%C3%B3n%2019-2023/Resoluciones%20de%20Alcald%C3%ADa/RA-2023/RA-007-2023%20Reglas%20Arquitect%C3%B3nicas%20de%20arquitectura%20y%20urbanismo.pdf

EMAAP-Q. (2009). *NORMAS DE DISEÑO DE SISTEMAS DE ALCANTARILLA OD PARA LA EMAAP-Q*. Obtenido de https://www.aguaquito.gob.ec/Alojamientos/PROYECTO%20LA%20MERCE D/ANEXO%20%20NORMAS_ALCANTARILLADO_EMAAP.pdf

Gallego Salguero, Á. &. (2014). *Manual de topografía en ingeniería*. Obtenido de <https://elibro.net/es/lc/uiskecuador/titulos/57376>

Galván Ceballos, M. (2015). *Mecánica de rocas: correlación entre la resistencia a carga puntual y la resistencia a compresión simple*. Obtenido de Programa Editorial Universidad del Valle: <https://elibro.net/es/lc/uiskecuador/titulos/70339>

García Martín, A. (2014). *Topografía*. Obtenido de

https://elibro.net/es/ereader/wisekecuador/59887?as_all=topografia&as_all_op=unaccent__icontains&prev=as

García, D. A. (2014). *Topografía y sus aplicaciones*. Obtenido de Grupo Editorial

Patria: <https://elibro.net/es/lc/wisekecuador/titulos/98297>

GOBIERNO DE PICHINCHA. (Abril de 2013). *GENERACIÓN DE*

GEOINFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL TERRITORIO A NIVEL

NACIONAL ESCALA 1:25.000. Obtenido de

https://www.geoportaligm.gob.ec/geodescargas/pedro_moncayo/mt_pedro_moncayo_clima_hidrologia.pdf

GOBIERNO DE PICHINCHA. (2019). *ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE*

DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL GOBIERNO

AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO PARROQUIAL GUAYLLABAMBA .

Obtenido de

http://sitp.pichincha.gob.ec/repositorio/disenio_paginas/archivos/PDOT%20GUAYLLABAMBA%202015.pdf

González Cabezas, A. M. (2013). *Lecciones de topografía y Replanteos*. Obtenido de

<https://elibro.net/es/lc/wisekecuador/titulos/62294>

Guerra Torralbo, J. C. (2018). *Mecánica de suelos: conceptos básicos y aplicaciones*.

Obtenido de Dextra Editorial:

<https://elibro.net/es/lc/wisekecuador/titulos/131540>

Hormipisos. (2024). *Adoquin Florencia 8cm* . Obtenido de

<https://hormipisos.com/producto/florencia-8cm/>

Hormipisos. (2024). *Adoquines de Hormigon*. Obtenido de

<https://hormipisos.com/categoria-producto/adoquines-10-cm/>

- ICH. (2013). *MANUAL DE DISEÑO DE PAVIMENTOS DE ADOQUINES DE HORMIGON*. Obtenido de <https://www.bottai.cl/wp-content/uploads/2016/10/Manual-y-Normativa-Adoquines.pdf>
- INAMHI. (2016). *PUBLICACIÓN DE LA INFORMACIÓN GENERADA POR LAS 35 ESTACIONES HIDROLÓGICAS AUTOMÁTICAS*. Obtenido de <https://www.inamhi.gob.ec/biblioteca/>
- INAMHI. (2019). *Determinación de Ecuaciones para el cálculo de intensidades máximas de precipitación*. Obtenido de https://www.inamhi.gob.ec/Publicaciones/Hidrologia/ESTUDIO_DE_INTENSIDADES_V_FINAL.pdf
- INAMHI. (2024). *Diseño Hidrológico*. Obtenido de <https://www.inamhi.gob.ec/>
- INEC. (2023). Obtenido de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/Estadistica%20de%20Transporte/veh_matriculados/2023/2023_Resultados_Vehiculos.pdf
- MAGAP. (2024). *MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA*. Obtenido de <https://www.agricultura.gob.ec/>
- Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones. (2002). *ESPECIFICACIONES GENERALES RA LA CONSTRUCCION PARA LA CONSTRUCCION DE CAMINOS Y PUENTES*. Obtenido de https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/01/MPR_Chimborazo_Cumanda_Especificaciones-Tecnicas-MOP-001-F-2002.pdf
- MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PÚBLICAS DEL ECUADOR. (2013). *NORMA PARA ESTUDIOS Y DISEÑOS VIALES* . Obtenido de https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_2A.pdf

MOP. (2003). *NORMAS DE DISEÑO GEOMETRICO* . Obtenido de

https://sjnavarro.wordpress.com/wp-content/uploads/2011/08/manual-dedisec3b1o-de-carretera_2003-ecuador.pdf

MTOP. (2003). *Normas de Diseño Geometrico de Carreteras*. Obtenido de

<file:///F:/UNIVERSIDAD%20SEK/2/PROYECTO%20VIALES/NORMAS%20DE%20DISE%C3%91O%20GEOMETRICO.pdf>

Muñoz, W. (2014). *Diseño geométrico de vías con aplicaciones en Excel y AutoCAD*.

Obtenido de <https://elibro.net/es/ereader/uisekecuador/152075?page=208>

Villalobos Jara, F. A. (2016). *Mecánica de suelos: (2 ed.* Obtenido de Editorial ebooks

Patagonia - Ediciones UCSC.:

<https://elibro.net/es/ereader/uisekecuador/196179?page=123>

ANEXOS

Anexo 1: Monografías GPS y Sistema de Referencia Geodésico del Instituto Geográfico Militar

Monografía GPS1

MONOGRAFIA DE PUNTO DE CONTROL GEODÉSICO					
					
ENTIDAD EJECUTORA: GEOJ ECUADOR					
PROYECTO: TUNAS PAMBA			MÉTODO: EST. DIFERENCIAL	NUMERO PUNTO:GPS-01	
DATUM HORIZONTAL: WGS 84			NUMERO DE SESIONES:UNA		
LOCALIZACION DEL PUNTO:					
PAIS	PROVINCIA	CANTÓN	PARROQUIA	BARRIO	CALLE
ECUADOR	PICHINCHA	QUITO	GUAYLLABAMBA	EL JARDIN	TUNAS PAMBA
INFORMACIÓN DE LA OBSERVACIÓN -DATUM					
FECHA DETERMINACIÓN	19/5/2024	COORDENADAS WGS84		COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
ORDEN	2DO	ZONA:	17 SUR	LATITUD °'":	0°03'14.18181"S
ELIPSOIDE	EGM 96	NORTE (m):	9994032.94	Longitud °'":	78°21'52.51437"W
EPOCA DE REFERENCIA	2016.4	ESTE (m):	515080.988	ALTURA ELIPSOIDAL:	2146.291
DATUM VERTICAL	NIV. MEDIO DEL MAR	ALTURA:	2124.21		
FOTOGRAFÍA			DIAGRAMA		
					
ACCESO : POR VIA PRINCIPAL RIO COYAGO					
MATERIALIZACIÓN		INCRIPCIÓN		OBSERVACIONES	
CLAVO DE ACERO		G.P.S-01		ÁREA PÚBLICA	
CÁLCULO Y POS PROCESO			FIRMA		
GEO.JAIRO OSEJO C.					

Monografía GPS2

MONOGRAFIA DE PUNTO DE CONTROL GEODÉSICO					
					
ENTIDAD EJECUTORA			GEOJ ECUADOR		
PROYECTO: TUNAS PAMBA		MÉTODO: EST. DIFERENCIAL		NUMERO PUNTO:GPS-02	
DATUM HORIZONTAL: WGS 84		NUMERO DE SESIONES:UNA			
LOCALIZACIÓN DEL PUNTO:					
PAIS	PROVINCIA	CANTÓN	PARROQUIA	BARRIO	CALLE
ECUADOR	PICHINCHA	QUITO	GUAYLLABAMBA	EL JARDÍN	TUNAS PAMBA
INFORMACIÓN DE LA OBSERVACIÓN -DATUM					
FECHA DETERMINACIÓN	19/5/2024	COORDENADAS WGS84		COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
ORDEN	2DO	ZONA:	17 SUR	LATITUD °'":	0°03'14,18181"S
ELIPSOIDE	EGM 96	NORTE (m):	9994025.995	Longitud °'":	78°21'52,51437"W
EPOCA DE REFERENCIA	2016.4	ESTE (m):	515075.366	ALTURA ELIPSOIDAL:	2146.291
DATUM VERTICAL	NIV. MEDIO DEL MAR	ALTURA:	2124.632		
FOTOGRAFÍA			DIAGRAMA		
					
ACCESO :			POR VIA PRINCIPAL		
MATERIALIZACIÓN		INCRIPCIÓN		OBSERVACIONES	
CLAVO DE ACERO		G.P.S-02		ÁREA PÚBLICA	
CÁLCULO Y POS POROCESO			FIRMA		
GEO.JAIRO OSEJO C.					

Monografía GPS3

MONOGRAFIA DE PUNTO DE CONTROL GEODÉSICO					
					
ENTIDAD EJECUTORA			GEOJ ECUADOR		
PROYECTO: TUNAS PAMBA		MÉTODO: EST. DIFERENCIAL		NUMERO PUNTO:GPS-03	
DATUM HORIZONTAL: WGS 84		NUMERO DE SESIONES:UNA			
LOCALIZACIÓN DEL PUNTO:					
PAIS	PROVINCIA	CANTÓN	PARROQUIA	BARRIO	CALLE
ECUADOR	PICHINCHA	QUITO	GUAYLLABAMBA	EL JARDÍN	TUNAS PAMBA
INFORMACIÓN DE LA OBSERVACIÓN -DATUM					
FECHA DETERMINACIÓN	19/5/2024	COORDENADAS WGS84		COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
ORDEN	2DO	ZONA:	17 SUR	LATITUD °'":	0°03'10,65982"S
ELIPSOIDE	EGM 96	NORTE (m):	9994141.17	Longitud °'":	78°22'21,81842"W
EPOCA DE REFERENCIA	2016.4	ESTE (m):	514174.428	ALTURA ELIPSOIDAL:	2190.514
DATUM VERTICAL	NIV. MEDIO DEL MAR	ALTURA:	2168.466		
FOTOGRAFÍA			DIAGRAMA		
					
ACCESO : DESDE LA VIA RIO COYAGO , POR PROYECTO TUNA PAMBA A 0+990 KM, EN DENOMINADA "TE"					
MATERIALIZACIÓN		INCRIPCIÓN		OBSERVACIONES	
CLAVO DE ACERO		G.P.S-03		ÁREA PÚBLICA	
CÁLCULO Y POS POROCESO			FIRMA		
GEO.JAIRO OSEJO C.					

Monografía GPS4

MONOGRAFIA DE PUNTO DE CONTROL GEODÉSICO					
					
ENTIDAD EJECUTORA			GEOJ ECUADOR		
PROYECTO:TUNAS PAMBA		MÉTODO: EST. DIFERENCIAL		NUMERO PUNTO:GPS-04	
DATUM HORIZONTAL: WGS 84		NUMERO DE SESIONES:UNA			
LOCALIZACION DEL PUNTO:					
PAIS	PROVINCIA	CANTÓN	PARROQUIA	BARRIO	CALLE
ECUADOR	PICHINCHA	QUITO	GUAYLLABAMBA	EL JARDÍN	TUNAS PAMBA
INFORMACIÓN DE LA OBSERVACIÓN -DATUM					
FECHA DETERMINACIÓN	19/5/2024	COORDENADAS WGS84		COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
ORDEN	2DO	ZONA:	17 SUR	LATITUD °'":	0°03'20,40407"S
ELIPSOIDE	EGM 96	NORTE (m):	9993841.737	Longitud °'":	78°22'25,50679"W
EPOCA DE REFERENCIA	2016.4	ESTE (m):	514060.323	ALTURA ELIPSOIDAL:	2232.208
DATUM VERTICAL	NIV. MEDIO DEL MAR	ALTURA:	2210.164		
FOTOGRAFÍA			DIAGRAMA		
					
ACCESO :			DESDE GPS3, CON DIRECCIÓN SUR-OESTE A 0+590 KM		
MATERIALIZACIÓN		INCRIPCIÓN		OBSERVACIONES	
CLAVO DE ACERO		G.P.S-04		ÁREA PÚBLICA -EN ACEQUIA	
CÁLCULO Y POS POROCESO			FIRMA		
GEO.JAIRO OSEJO C.					

Monografía AUX 4

MONOGRAFÍA DE PUNTO DE CONTROL GEODÉSICO					
					
ENTIDAD EJECUTORA			GEOJ ECUADOR		
PROYECTO: TUNAS PAMBA			MÉTODO: EST. DIFERENCIAL	NUMERO PUNTO: AUX-04	
DATUM HORIZONTAL: WGS 84			NUMERO DE SESIONES: UNA		
LOCALIZACIÓN DEL PUNTO:					
PAIS	PROVINCIA	CANTÓN	PARROQUIA	BARRIO	CALLE
ECUADOR	PICHINCHA	QUITO	GUAYLLABAMBA	EL JARDÍN	TUNAS PAMBA
INFORMACIÓN DE LA OBSERVACIÓN - DATUM					
FECHA DETERMINACIÓN	19/05/2024	COORDENADAS WGS84		COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
ORDEN	2DO	ZONA:	17 SUR	LATITUD °'":	0°3'20,433"S
ELIPSOIDE	EGM 96	NORTE (m):	9993840,814	Longitud °'":	78°22'26,392"W
EPOCA DE REFERENCIA	2016.4	ESTE (m):	514032,882	ALTURA ELIPSOIDAL:	2230,61
DATUM VERTICAL	NIV. MEDIO DEL MAR	ALTURA:	2208,5597		
FOTOGRAFÍA			DIAGRAMA		
					
ACCESO :			DESDE GPS3, CON DIRECCIÓN SUR-OESTE A 0+590 KM		
MATERIALIZACIÓN		INCRIPCIÓN		OBSERVACIONES	
CLAVO DE ACERO		AUX*04		ÁREA PÚBLICA -EN ACERA	
CÁLCULO Y POS PORCESO			FIRMA		
GEO.JAIRO OSEJO C.					

Monografía GPS5

MONOGRAFIA DE PUNTO DE CONTROL GEODÉSICO					
					
ENTIDAD EJECUTORA			GEOJ ECUADOR		
PROYECTO: TUNAS PAMBA		MÉTODO: EST. DIFERENCIAL		NUMERO PUNTO:GPS-05	
DATUM HORIZONTAL: WGS 84		NUMERO DE SESIONES:UNA			
LOCALIZACION DEL PUNTO:					
PAIS	PROVINCIA	CANTÓN	PARROQUIA	BARRIO	CALLE
ECUADOR	PICHINCHA	QUITO	GUAYLLABAMBA	EL JARDÍN	TUNAS PAMBA
INFORMACIÓN DE LA OBSERVACIÓN -DATUM					
FECHA DETERMINACIÓN	19/5/2024	COORDENADAS WGS84		COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
ORDEN	2DO	ZONA:	17 SUR	LATITUD °'":	0°02'54,41232"S
ELIPSOIDE	EGM 96	NORTE (m):	9994640.443	Longitud°'":	78°22'19,00959"W
EPOCA DE REFERENCIA	2016.4	ESTE (m):	514261.324	ALTURA ELIPSOIDAL:	2165.615
DATUM VERTICAL	NIV. MEDIO DEL MAR	ALTURA:	2143.564		
FOTOGRAFÍA			DIAGRAMA		
					
ACCESO :			DESDE GPS3, CON DIRECCIÓN NOR-OESTE A 0+811 KM		
MATERIALIZACIÓN		INCRIPCIÓN		OBSERVACIONES	
CLAVO DE ACERO		G.P.S-05		ÁREA PÚBLICA -EN CAJA DE REVISIÓN	
CÁLCULO Y POS POROCESO			FIRMA		
GEO.JAIRO OSEJO C.					

Monografía AUX5

MONOGRAFÍA DE PUNTO DE CONTROL GEODÉSICO					
					
ENTIDAD EJECUTORA			GEOJ ECUADOR		
PROYECTO: TUNAS PAMBA		MÉTODO: EST. DIFERENCIAL		NUMERO PUNTO:AUX-05	
DATUM HORIZONTAL: WGS 84		NUMERO DE SESIONES:UNA			
LOCALIZACION DEL PUNTO:					
PAIS	PROVINCIA	CANTÓN	PARROQUIA	BARRIO	CALLE
ECUADOR	PICHINCHA	QUITO	GUAYLLABAMBA	EL JARDÍN	TUNAS PAMBA
INFORMACIÓN DE LA OBSERVACIÓN -DATUM					
FECHA DETERMINACIÓN	19/05/2024	COORDENADAS WGS84		COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
ORDEN	2DO	ZONA:	17 SUR	LATITUD °'":	0°2'54,184"S
ELIPSOIDE	EGM 96	NORTE (m):	9994647,51	Longitud'":	78°22'20,569"W
EPOCA DE REFERENCIA	2016.4	ESTE (m):	514212,96	ALTURA ELIPSOIDAL:	2165,88
DATUM VERTICAL	NIV. MEDIO DEL MAR	ALTURA:	2143,8307		
FOTOGRAFÍA			DIAGRAMA		
					
ACCESO :			DESDE GPS3, CON DIRECCIÓN NOR-OESTE A 0+811 KM		
MATERIALIZACIÓN		INCRIPCIÓN		OBSERVACIONES	
ESTACA DE MADERA		AUX*05		ÁREA PRIVADA-EN RESERVORIO	
CÁLCULO Y POS PORCESO			FIRMA		
GEO.JAIRO OSEJO C.					

Sistema de Referencia Geodésico del Instituto Geográfico Militar



INSTITUTO
GEOGRÁFICO
MILITAR



Ficha de Estación Permanente – REGME

abril-2023 Vers 5.0

Situación:

Código..... **EPEC** Cantón: **Rumiñahui**
 Nombre..... **La ESPE**
 Código IERS: 42039M001 Provincia: **Pichincha**
 Instalación...: 23-nov-2013

Localización.: Terraza del edificio del laboratorio de la facultad de Ingeniería Geográfica de la Universidad de las Fuerzas Armadas.

Construcción: Pilar de concreto de 1.5 m de altura. Sobre esta se ubica el centrado forzoso (CF-IGM-v2) en el cual se encuentra la antena.

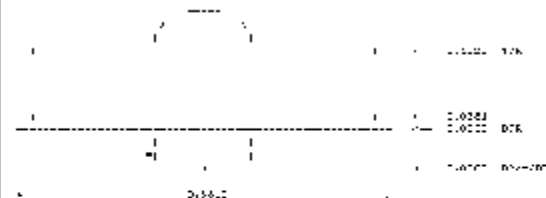
Coordenadas ITRF2008:

Latitud.....: 0° 18' 53.6040" S	X.....: 1277936.932 m.
Longitud.....: 78° 26' 46.7626" W	Y.....: -6251278.065 m.
Altitud elipsoidal: 2522.975 m.	Z.....: -34832.428 m.
Este UTM.....: 784250.812 m.	Altitud sobre el nivel medio del mar:
Norte UTM.....: 9965160.359 m.	Época de referencia: 2016.4
Zona.....: 17 Sur	

Instrumentación:

Receptor: **TRIMBLE ALLOY**
 Antena: **GNSS Choke w/SCIS Dome** Altura: 0.0000 m. (BPA)
 Nombre RINEX: **TRM59800.00 SCIS**
 Esquema antena

REF: 0000.00



Información adicional:

Esta estación permanente pertenece a la REGME, y también a:

- Red SIRGAS Sistema de Referencia Geodésico para Las Américas:
<https://sirgas.ipgh.org/>

Disponibles datos diarios crudos a 1 segundo y RINEX a 30 segundos:
<http://www.geoportaligm.gob.ec/geodesia/>

Para registro de usuarios REGME y descarga de datos:

<https://www.geoportaligm.gob.ec/downloads/public/>

Servicio posicionamiento tiempo real REGME-IP NTRIP:

Principal: <http://regme-ip.igm.gob.ec:2101>

Backup: <http://regme-ip.esspoch.ec:2101>

Para registro de usuarios y credenciales del servicio NTRIP:

<https://www.geoportaligm.gob.ec/ntrip/public/register>

E-mail de contacto IGM: proceso.geodesia@geograficomilitar.gob.ec



Observaciones:

Disponible log file:
<https://sirgas.ipgh.org/red-gnss/estaciones/log-files/>

Visor geográfico REGME:
<https://www.geoportaligm.gob.ec/geodesia/>

Visor geográfico REGME-IP NTRIP:
<https://www.geoportaligm.gob.ec/ntrip/public/visor>

Anexo 2: Ensayos de laboratorio Clasificación SUCS y humedad

Ensayo Laboratorio Muestra 1




ENSAYO DE CLASIFICACIÓN
NORMAS AEN-ASTM

1.- CONTENIDO DE HUMEDAD - Norma ASTM D 2216

Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad	% Hum. Promed
21,48	76,01	73,89	5,57	5,57
21,03	75,89	75,08	5,57	

2.- LÍMITE PLÁSTICO - Norma ASTM D 4318

Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad	% Hum. Promed
				NP

3.- LÍMITE LÍQUIDO - Norma ASTM D 4318

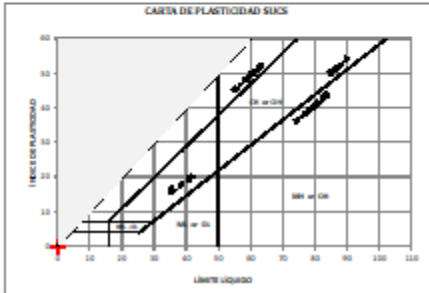
S
MÉTODO UNIPUNTO

Nº DE GOLPES	Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad
				NP

OBSERVACIÓN : Poco material pesante del tamiz N° 40

4.- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - Norma ASTM D 6913

TAMIZ N°	3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	4	10	40	200
ABERTURA (mm)	75,0	50,0	37,5	25,0	19,0	9,5	4,75	2,0	0,425	0,075
PORCENTAJE RETENIDO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,51	8,03	27,60	73,61
% QUE PASA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	96,49	91,97	72,40	26,39



5.- RESUMEN DE RESULTADOS Y CLASIFICACIÓN

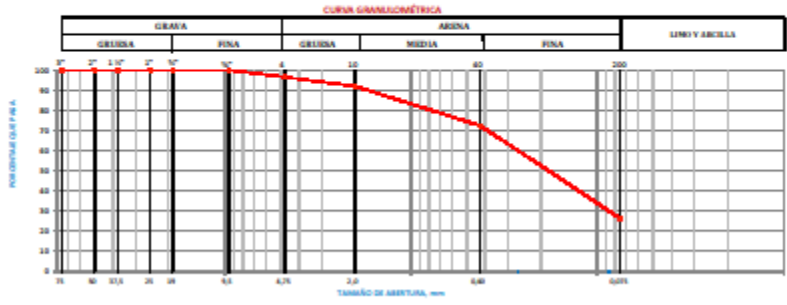
HUMEDAD NATURAL (%)
Humedad (%) : 6

LÍMITES DE ATTERBERG
Límite Líquido, LL : 0
Límite Plástico, LP : 0
Índice de Plasticidad, IP : 0

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
Grava (%) : 4
Arena (%) : 70
Fines (%) : 26

CONTENIDO ORGÁNICO : NO

CLASIFICACIÓN SUCS : SM
NOMBRE TÍPICO : Arena limosa



ASIST. DE LABORATORIO DE SUELOS 2

Ensayo Laboratorio Muestra 2

GEOMATSU

LABORATORIO DE SUELOS

NORMA INEN - ASTM

Proyecto : ESTUDIO VIAL DEL BARRIO DOÑA ANA Sector : GUAYLLABAMBA Muestra : M-2 Fecha de muestreo : OCTUBRE 2024	Ensayado por : M. Ángel Alvarado Responsable : M. Ángel Alvarado Observación : SUBRASANTE
---	--

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN
NORMAS INEN-ASTM

1.- CONTENIDO DE HUMEDAD - Norma ASTM D 2216

Poap.	Poap. + sh.	Poap. + ss.	% Humedad	% Hum. Promed
21,67	67,80	66,36	5,58	5,67
21,14	64,20	61,86	5,75	

2.- LÍMITE PLÁSTICO - Norma ASTM D 4318

Poap.	Poap. + sh.	Poap. + ss.	% Humedad	% Hum. Promed
				NP

3.- LÍMITE LÍQUIDO - Norma ASTM D 4318

B MÉTODO UNIPUNTO

N° DE GOLPES	Poap.	Poap. + sh.	Poap. + ss.	% Humedad
				NP

CARTA DE PLASTICIDAD SUCS

OBSERVACIÓN: Poco material pasante del tamiz N° 40

4.- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - Norma ASTM D 6913

TAMIZ N°	3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	4	10	40	200
ABERTURA (mm)	76,2	50,8	37,5	25,0	19,0	9,5	4,75	2,0	0,425	0,075
PORCENTAJE RETENIDO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,34	1,01	3,58	19,50	83,28
% QUE PASA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,7	98,9	96,4	80,5	16,7

CURVA GRANULOMÉTRICA

5.- RESUMEN DE RESULTADOS Y CLASIFICACIÓN

HUMEDAD NATURAL (%)
Humedad (%): 6

LÍMITES DE ATTERBERG
Límite Líquido, LL: 0
Límite Plástico, LP: 0
Índice de Plasticidad, IP: 0

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
Grava (%): 1
Arena (%): 82
Fines (%): 17

CONTENIDO ORGÁNICO: SI

CLASIFICACIÓN SUCS: SM

NOMBRE TIPO: Arena Silicea

NOTA: Este Informe no puede ser reproducido parcialmente

TÉCNICO RESPONSABLE

Ensayo Laboratorio Muestra 3




ENSAYO DE CLASIFICACIÓN
NORMAS SEM 500-601-602-606

Proyecto : ESTUDIO VIAL DEL BARRIO DOÑA ANA
 Sector : GUAYLLABAMBA
 Muestra : M-3
 Fecha de muestreo : OCTUBRE 2024

Ensayado por : M. Ángel Alvarado
 Responsable : M. Ángel Alvarado
 Observación : SUBRASANTE

CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)

1.- CONTENIDO DE HUMEDAD - Norma ASTM D 2216

Pcep.	Pcep. + sh.	Pcep. + ss.	% Humedad	% Hum. Promed
15,37	66,53	84,46	10,33	10,11
15,79	65,77	81,27	9,59	

2.- LÍMITE PLÁSTICO - Norma ASTM D 4318

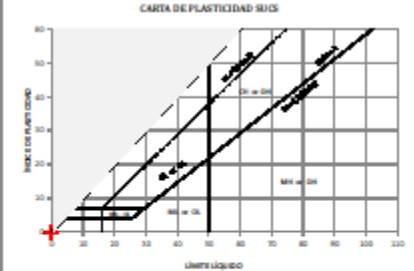
Pcep.	Pcep. + sh.	Pcep. + ss.	% Humedad	% Hum. Promed
				NP

3.- LÍMITE LÍQUIDO - Norma ASTM D 4318

☐ II MÉTODO UNIPUNTO

Nº DE GOLPES	Pcep.	Pcep. + sh.	Pcep. + ss.	% Humedad
				NP

CARTA DE PLASTICIDAD SUCS



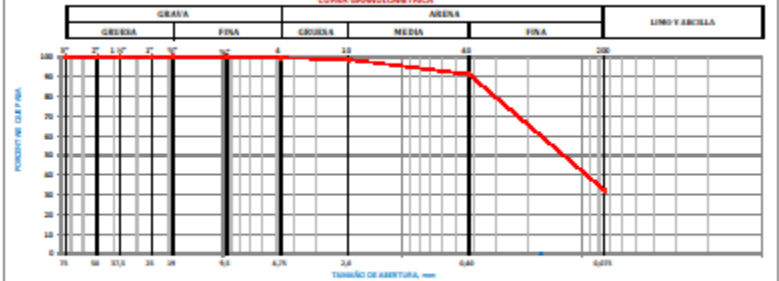
OBSERVACIÓN : Poco material pesante del tamiz N° 40

4.- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - Norma ASTM D 6913

TAMIZ N°	2"	3"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	#	10	40	200
ABERTURA (mm)	75,0	80,0	37,5	25,0	19,0	9,5	4,75	2,0	0,425	0,075
PORCENTAJE RETENIDO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	1,11	8,75	67,59
% QUE PASA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,7	98,9	91,2	32,4

CURVA GRANULOMÉTRICA

GRASA				ARENA				LIMO Y ARCILLA	
GRUESA		FINA		GRUESA		FINA			
75	80	37,5	25	4,75	2,0	0,425	0,075		



5.- RESUMEN DE RESULTADOS Y CLASIFICACIÓN

HUMEDAD NATURAL (%)
 Humedad (%) : 10
 LÍMITES DE ATTERBERG
 Límite Líquido, LL : 0
 Límite Plástico, LP : 0
 Índice de Plasticidad, IP : 0

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
 Grava (%) : 0
 Arena (%) : 60
 Fines (%) : 32
 CONTENIDO ORGÁNICO : NO

CLASIFICACIÓN SUCS : SM

NOMBRE TÍPICO : Arena Blanca

NOTA : Este Informe no puede ser reproducido parcialmente

TÉCNICO RESPONSABLE

Anexo 3: Contabilización Tráfico Vehicular

Factor de		Livianos fe= 1,0011		Pesados fe= 1,0011		Año de estudio		2024		Horario de conteo		de 7:00 a 19:00 horas		Sentido		Dos sentidos	
		Automóvil		S Wagon		Camioneta		Cuadron		Moto		Furgoneta		Ómnibus 2E		Camión 2D	
																	
Sábado 24/08/24	DOÑA ANA -IDA	14	15	20	6	6	0	1	6								
	DOÑA ANA -VUELTA	9	11	15	3	4	0	1	6								
	Total	23	26	35	9	10	0	2	12								
Domingo 25/08/24	DOÑA ANA -IDA	9	8	16	6	4	0	0	2								
	DOÑA ANA -VUELTA	15	12	12	3	4	0	0	2								
	Total	24	20	28	9	8	0	0	4								
Lunes 26/08/24	DOÑA ANA -IDA	8	8	9	4	2	1	1	7								
	DOÑA ANA -VUELTA	9	6	12	8	3	1	1	7								
	Total	17	14	21	12	5	2	2	14								
Martes 27/08/24	DOÑA ANA -IDA	9	8	12	4	2	1	1	6								
	DOÑA ANA -VUELTA	6	4	10	8	3	1	1	6								
	Total	15	12	22	12	5	2	2	12								
Miércoles 28/08/24	DOÑA ANA -IDA	8	8	10	4	4	1	1	8								
	DOÑA ANA -VUELTA	6	5	8	4	4	1	1	8								
	Total	14	13	18	8	8	2	2	16								
Jueves 29/08/24	DOÑA ANA -IDA	8	6	14	6	4	1	1	7								
	DOÑA ANA -VUELTA	12	8	10	3	5	1	1	7								
	Total	20	14	24	9	9	2	2	14								
Viernes 30/08/24	DOÑA ANA -IDA	10	12	14	8	3	1	1	10								
	DOÑA ANA -VUELTA	8	8	10	6	3	1	1	10								
	Total	18	20	24	14	6	2	2	20								
Índice medio diario semanal IMDs	DOÑA ANA -IDA	9,43	9,29	13,57	5,43	3,57	0,71	0,86	6,57								
	DOÑA ANA -VUELTA	9,29	7,71	11,00	5,00	3,71	0,71	0,86	6,57								
TPDS	Total	18,71	17,00	24,57	10,43	7,29	1,43	1,71	13,14								
Índice medio diario anual IMDa	DOÑA ANA -IDA	9,44	9,30	13,59	5,43	3,58	0,72	0,86	6,58								
	DOÑA ANA -VUELTA	9,30	7,72	11,01	5,01	3,72	0,72	0,86	6,58								
	Total	18,73	17,02	24,60	10,44	7,29	1,43	1,72	13,16								
IMDa 2024	Total	19,0	18,0	25,0	11,0	8,0	2,0	2,0	14,0								
IMDa año de ejecución 2025		To =	19,0	18,0	25,0	11,0	8,0	2,0	14,0								
TOTAL TPDA		83,0						2,0	14,0								

DCP 3

Anexo 6: Presupuesto General y APUS

Presupuesto

PROYECTO: ESTUDIO INTEGRAL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL EN EL BARRIO DOÑA ANA, SECTORES TUNASPAMBA Y EL JARDÍN, PARROQUIA GUAYLLABAMBA

PRESUPUESTO

TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS

No.	Rubro / Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio global
1	DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	ha	2.02	411.46	831.15
2	REPLANTEO Y NIVELACIÓN CON EQUIPO TOPOGRÁFICO (eje, laterales, referencias)	km	2.52	889.88	2,242.50
3	REUBICACIÓN DE POSTES DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN	u	20.00	754.64	15,092.80
4	EXCAVACIÓN SIN CLASIFICAR (c/excavadora)	m3	4,205.58	2.64	11,102.73
5	RELLENO COMPACTADO CON EQUIPO PESADO	m3	5,575.33	13.00	72,479.29
6	TRANSPORTE DE MATERIAL DE EXCAVACIÓN (c/volqueta de 1a5km costofijo)(inc. Cargada)	m3/km	228,110.66	0.62	141,428.61
7	ACABADO DE LA OBRA BÁSICA EXISTENTE (≥ 10.000 m2)	m2	20,184.64	0.36	7,266.47
8	BASE CLASE II	m3	2,119.39	11.18	23,694.78
9	TRANSPORTE DE MATERIAL PETREO (con volqueta inc. cargada)	m3/km	22,253.57	0.32	7,121.14
10	ADOQUINADO e=8 cm f _c =300 kg/cm ² (VEHICULAR)(inc. Cama de arena y emporado)	m2	14,129.25	9.92	140,162.16
11	BERMA H.S. h=35 cm b=20 cm f _c =240 kg/cm ²	ml	145.60	11.05	1,608.88
12	HORMIGÓN ESTRUCTURAL CLASE B 210 kg/cm ² (concretera+vaciado) c/encofrado BORDILLO	ml	5,046.16	16.92	85,381.03
13	HORMIGÓN ESTRUCTURAL CLASE B 180 kg/cm ² (concretera+vaciado) c/encofrado ACERA	m2	6,055.39	15.22	92,163.04
14	SEÑAL VERTICAL REGULATORIA 0.75 X 0.75 m. (blanco_rojo) (pare octogonal)	u	4.00	181.78	727.12
15	MARCAS DE PAVIMENTO (continua_acrilica_a=12cm)	km	2.52	887.40	2,236.25
16	CONOS REFLECTIVOS H=0.90 M	u	10.00	49.02	490.20
17	SEÑAL VERTICAL INFORMATIVA AMBIENTAL 1.20 X 0.60 m.	u	2.00	240.72	481.44
18	AGUA PARA CONTROL DE POLVO	m3	20.00	4.43	88.60
19	CHARLAS DE CONCIENTIZACIÓN	u	2.00	289.50	579.00
20	CINTA PLÁSTICA, LEYENDA DE PELIGRO	m	4.00	0.23	0.92
				SUBTOTAL:	605,178.10
				IVA 15%:	90,776.72
				TOTAL:	695,954.82

SON : SEISCIENTOS NOVENTA Y CINCO MIL NOVECIENTOS CINCUENTA Y CUATRO DOLARES, 82/100 CENTAVOS

MIGUEL ÁNGEL ALVARADO
ELABORADO

FECHA: ENERO DE 2025

Análisis de precios unitarios

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 1 DE 20

RUBRO : 1

UNIDAD: ha

DETALLE : DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 3% de M.O.					2.41
Excavadora	1.00	50.00	50.00	3.300	165.00
Volqueta 12 m3	1.00	25.00	25.00	3.300	82.50
Motosierra	1.00	2.00	2.00	3.300	6.60
EPP	1.00	0.80	0.80	3.300	2.64
EQ. BIOSEGURIDAD	1.00	1.00	1.00	3.300	3.30
SUBTOTAL M					262.45
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Operador Excavadora OP C1	1.00	4.75	4.75	3.300	15.68
Ayudante de Maquinaria EO D2	1.00	4.35	4.35	3.300	14.36
Chofer Volquetas CH C1	1.00	6.22	6.22	3.300	20.53
Operador Equipo Liviano EO D2	1.00	4.28	4.28	3.300	14.12
Residente de Obra EO B1	1.00	4.77	4.77	3.300	15.74
SUBTOTAL N					80.43
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL O				0.00	
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P				0.00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					342.88
INDIRECTOS (%)				20.00%	68.58
UTILIDAD (%)				0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO				411.46	
VALOR UNITARIO				411.46	

SON: CUATROCIENTOS ONCE DOLARES, 46/100 CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA: ENERO 2025

MIGUEL ÁNGEL ALVARADO
FIRMA DEL ELABORADO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 2 DE 20

RUBRO : 2
DETALLE : REPLANTEO Y NIVELACIÓN CON EQUIPO TOPOGRÁFICO (eje, laterales, referencias)

UNIDAD: km

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 3% de M.O.					10.02
EQUIPO TOPOGRÁFICO (ESTACIÓN T	1.00	19.55	19.55	18.500	361.68
SUBTOTAL M					371.70
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
CADENERO EO-D2 (OC.III) EOD2	2.00	4.28	8.56	18.500	158.36
MAESTRO MAYOR EN EJECUCION DE EOC1	1.00	4.75	4.75	18.500	87.88
TOPOGRAFO 2: TITULO EXPERIENCI EOC1	1.00	4.75	4.75	18.500	87.88
SUBTOTAL N					334.12
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
PINGOS D=0.10 M	m	10.000	1.18	11.80	
CLAVOS DE 1/2, 2, 2 1/2, 3 Y 4 PULG.	kg	2.000	3.36	6.72	
MOJON DE HORMIGON SIMPLE H=30CM D=15CM	u	3.000	1.50	4.50	
PINTURA DE ESMALTE	gal	0.500	25.45	12.73	
SUBTOTAL O					35.75
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					741.57
INDIRECTOS (%)				20.00%	148.31
UTILIDAD (%)				0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					889.88
VALOR UNITARIO					889.88

SON: OCHOCIENTOS OCHENTA Y NUEVE DOLARES, 88/100 CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA: ENERO 2025

MIGUEL ÁNGEL ALVARADO
FIRMA DEL ELABORADO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 3 DE 20

RUBRO : 3

UNIDAD: u

DETALLE : REUBICACIÓN DE POSTES DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 3% de M.O.					6.62
Trepadora, ameces	2.00	14.00	28.00	1.000	28.00
Tecles, tirfor	2.00	30.00	60.00	1.000	60.00
Cinturón de seguridad	2.00	14.00	28.00	1.000	28.00
Camión grúa telescopio 2 Tidas	1.00	80.00	80.00	1.000	80.00
Teodolito	1.00	8.00	8.00	1.000	8.00
SUBTOTAL M					210.62
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Técnico liniero eléctrico EOD2	3.00	4.28	12.84	5.060	64.97
Electricista EOD2	3.00	4.28	12.84	5.060	64.97
Ingeniero Eléctrico EOB1	1.00	4.77	4.77	3.000	14.31
Chofer plataformas CHC1	1.00	6.22	6.22	3.000	18.66
Topógrafo 2 título exper. Mayo	1.00	4.75	4.75	1.480	7.03
Peón EOE2	4.00	4.23	16.92	3.000	50.76
SUBTOTAL N					220.70
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
Bloque de anclaje	u	1.000	8.73	8.73	
Arandela cuadrada 10 x 10	u	1.000	2.03	2.03	
Cable tensor 3/8"	m	15.000	5.90	88.50	
Grapa mordaza 3p, de 5/8"	u	2.000	7.25	14.50	
Guardacabo 3/8"	u	2.000	2.50	5.00	
Varilla de anclaje 5/8" x 1.8m	u	1.000	15.50	15.50	
Aislador retenido ansi 54-2	u	1.000	4.50	4.50	
Conector hermético DP7	u	5.000	6.50	32.50	
Alambre de atar	m	3.600	1.20	4.32	
Cinta de armar	m	3.600	1.30	4.68	
Suelda exotérmica 90gr	u	1.000	7.80	7.80	
Estaca de madera	u	5.000	0.40	2.00	
Protector preformado	u	1.000	7.49	7.49	
SUBTOTAL O					197.55
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P					0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	628.87
INDIRECTOS (%) 20.00%	125.77
UTILIDAD (%) 0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	754.64
VALOR UNITARIO	754.64

SON: SETECIENTOS CINCUENTA Y CUATRO DOLARES, 64/100 CENTAVOS
 ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA: ENERO 2025

MIGUEL ÁNGEL ALVARADO
 FIRMA DEL ELABORADO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 4 DE 20

RUBRO : 4
DETALLE : EXCAVACION SIN CLASIFICAR (c/excavadora)

UNIDAD: m3

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 3% de M.O.					0.01
EXCAVADORA DE ORUGA DE 145 HP.	1.00	50.00	50.00	0.037	1.85
SUBTOTAL M					1.86
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
AYUDANTE DE MAQUINARIA EOD2	1.00	4.35	4.35	0.037	0.16
OPERADOR EXCAVADORA (G1) EOC1	1.00	4.75	4.75	0.037	0.18
SUBTOTAL N					0.34
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL O					0.00
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P					0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	2.20
INDIRECTOS (%) 20.00%	0.44
UTILIDAD (%) 0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	2.64
VALOR UNITARIO	2.64

SON: DOS DOLARES, 64/100 CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA: ENERO 2025

MIGUEL ÁNGEL ALVARADO
FIRMA DEL ELABORADO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 5 DE 20

RUBRO : 5
DETALLE : RELLENO COMPACTADO CON EQUIPO PESADO

UNIDAD: m3

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 3% de M.O.					0.01
RODILLO VIBRATORIO LISO - 145H	1.00	35.00	35.00	0.008	0.28
MOTONIVELADORA - 125HP	1.00	45.00	45.00	0.008	0.36
CAMIÓN CISTERNA 10000 LTS. - 1	1.00	22.00	22.00	0.008	0.18
SUBTOTAL M					0.83
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
PEÓN (OC.I) EOE2	2.00	4.23	8.46	0.008	0.07
AYUDANTE DE MAQUINARIA EOD2	2.00	4.35	8.70	0.008	0.07
OPERADOR DE MOTONIVELADORA (G EOC1	1.00	4.75	4.75	0.008	0.04
OPERADOR DE RODILLO AUTOPROPL EOC2	1.00	4.52	4.52	0.008	0.04
CHOFER TANQUEROS EOC1	1.00	6.22	6.22	0.008	0.05
SUBTOTAL N					0.27
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
MATERIAL PETREO	m3	1.200	8.11	9.73	
SUBTOTAL O				9.73	
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P				0.00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				10.83	
INDIRECTOS (%) 20.00%				2.17	
UTILIDAD (%) 0.00%				0.00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO				13.00	
VALOR UNITARIO				13.00	

SON: TRECE DOLARES, 00/100 CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA: ENERO 2025

MIGUEL ÁNGEL ALVARADO
FIRMA DEL ELABORADO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 6 DE 20

RUBRO : 6
DETALLE : TRANSPORTE DE MATERIAL DE EXCAVACION (c/volqueta _de_ 1a5km _costofijo)(inc. Cargada)

UNIDAD: m3/km

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 3% de M.O.					0.00
VOLQUETA DE 8 M3	1.00	19.59	19.59	0.017	0.33
CARGADORA FRONTAL 110 HP.	1.00	30.00	30.00	0.002	0.06
SUBTOTAL M					0.39
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
AYUDANTE DE MAQUINARIA EOD2	1.00	4.35	4.35	0.002	0.01
OPERADOR CARGADORA FRONTAL (F EOC1	1.00	4.75	4.75	0.002	0.01
CHOFER VOLQUETAS EOC1	1.00	6.22	6.22	0.017	0.11
SUBTOTAL N					0.13
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL O				0.00	
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P				0.00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					0.52
INDIRECTOS (%) 20.00%					0.10
UTILIDAD (%) 0.00%					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					0.62
VALOR UNITARIO					0.62

SON: CERO DOLARES, 62/100 CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA: ENERO 2025

MIGUEL ÁNGEL ALVARADO
FIRMA DEL ELABORADO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 7 DE 20

RUBRO : 7

UNIDAD: m2

DETALLE : ACABADO DE LA OBRA BÁSICA EXISTENTE (>=10.000 m2)

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 3% de M.O.					0.00
RODILLO VIBRATORIO LISO - 145H	1.00	35.00	35.00	0.002	0.07
MOTONIVELADORA - 125HP	1.00	45.00	45.00	0.002	0.09
CAMIÓN CISTERNA 10000 LTS. - 1	1.00	22.00	22.00	0.002	0.04
SUBTOTAL M					0.20
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
AYUDANTE DE MAQUINARIA EOD2	1.00	4.35	4.35	0.002	0.01
OPERADOR DE MOTONIVELADORA (G EOC1	1.00	4.75	4.75	0.002	0.01
OPERADOR DE RODILLO AUTOPROPL EOC2	1.00	4.52	4.52	0.002	0.01
CHOFER TANQUEROS EOC1	1.00	6.22	6.22	0.002	0.01
SUBTOTAL N					0.04
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
AGUA	m3	0.100	0.55	0.06	
SUBTOTAL O				0.06	
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P				0.00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					0.30
INDIRECTOS (%)				20.00%	0.06
UTILIDAD (%)				0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO				0.36	
VALOR UNITARIO				0.36	

SON: CERO DOLARES, 36/100 CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA: ENERO 2025

MIGUEL ÁNGEL ALVARADO

FIRMA DEL ELABORADO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 8 DE 20

RUBRO : 8

UNIDAD: m3

DETALLE : BASE CLASE II

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 3% de M.O.					0.01
RODILLO VIBRATORIO LISO - 145H	1.00	35.00	35.00	0.008	0.28
MOTONIVELADORA - 125HP	1.00	45.00	45.00	0.008	0.36
CAMIÓN CISTERNA 10000 LTS. - 1	1.00	22.00	22.00	0.008	0.18
SUBTOTAL M					0.83
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
PEÓN (OC.I) EOE2	2.00	4.23	8.46	0.008	0.07
AYUDANTE DE MAQUINARIA EOD2	2.00	4.35	8.70	0.008	0.07
OPERADOR DE MOTONIVELADORA (G EOC1	1.00	4.75	4.75	0.008	0.04
OPERADOR DE RODILLO AUTOPROPL EOC2	1.00	4.52	4.52	0.008	0.04
CHOFER TANQUEROS EOC1	1.00	6.22	6.22	0.008	0.05
SUBTOTAL N					0.27
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
BASE CLASE II	m3	1.200	6.80	8.16	
AGUA	m3	0.100	0.55	0.06	
SUBTOTAL O				8.22	
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P				0.00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					9.32
INDIRECTOS (%) 20.00%					1.86
UTILIDAD (%) 0.00%					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					11.18
VALOR UNITARIO					11.18

SON: ONCE DOLARES, 18/100 CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA: ENERO 2025

MIGUEL ÁNGEL ALVARADO

FIRMA DEL ELABORADO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 9 DE 20

RUBRO : 9

UNIDAD: m3/km

DETALLE : TRANSPORTE DE MATERIAL PETREO (con _volqueta_inc_cargada)

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 3% de M.O.					0.00
VOLQUETA DE 8 M3	1.00	19.59	19.59	0.009	0.18
CARGADORA FRONTAL 110 HP.	1.00	30.00	30.00	0.001	0.03
SUBTOTAL M					0.21
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
AYUDANTE DE MAQUINARIA EOD2	1.00	4.35	4.35	0.001	0.00
OPERADOR CARGADORA FRONTAL (F EOC1	1.00	4.75	4.75	0.001	0.00
CHOFER VOLQUETAS EOC1	1.00	6.22	6.22	0.009	0.06
SUBTOTAL N					0.06
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL O					0.00
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					0.27
INDIRECTOS (%) 20.00%					0.05
UTILIDAD (%) 0.00%					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					0.32
VALOR UNITARIO					0.32

SON: CERO DOLARES, 32/100 CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA: ENERO 2025

MIGUEL ÁNGEL ALVARADO
FIRMA DEL ELABORADO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 10 DE 20

RUBRO : 10
DETALLE : ADOQUINADO e=8 cm f'c=300 kg/cm2 (VEHICULAR)(inc. Cama de arena y emporado)
ESPECIFICACIONES: EMPORADO CEMENTO - ARENA 1:6

UNIDAD: m2

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 3% de M.O.					0.13
SUBTOTAL M					0.13
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
PEON EO E2	1.00	4.23	4.23	0.800	3.38
ALBAÑIL EO D2	1.00	4.28	4.28	0.160	0.68
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA CIVIL EO C1	1.00	4.75	4.75	0.080	0.38
SUBTOTAL N					4.44
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
ADOQUIN e=10 cm f'c=300 kg/cm2	U	20.000	0.15	3.00	
ARENA	M3	0.030	10.00	0.30	
CEMENTO PORTLAND	SACO	0.050	8.00	0.40	
SUBTOTAL O					3.70
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					8.27
INDIRECTOS (%) 20.00%					1.65
UTILIDAD (%) 0.00%					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					9.92
VALOR UNITARIO					9.92

OBSERVACIONES: SUMINISTRO E INSTALACION R=0.16
SON: NUEVE DOLARES, 92/100 CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA: ENERO 2025

MIGUEL ÁNGEL ALVARADO
FIRMA DEL ELABORADO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 11 DE 20

RUBRO : 11

UNIDAD: ml

DETALLE : BERMA H.S. h=35 cm b=20 cm f'c=240 kg/cm2

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 3% de M.O.					0.13
CONCRETERA 1 SACO	1.00	3.50	3.50	0.080	0.28
SUBTOTAL M					0.41
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
PEON EO E2	1.00	4.23	4.23	0.800	3.38
ALBAÑIL EO D2	1.00	4.28	4.28	0.160	0.68
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA CIVIL EO C1	1.00	4.75	4.75	0.080	0.38
SUBTOTAL N					4.44
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
CEMENTO PORTLAND	SACO	0.400	8.00	3.20	
ARENA	M3	0.034	10.00	0.34	
RIPIO	M3	0.050	11.00	0.55	
AGUA	M3	0.012	0.60	0.01	
ENCOFRADO PARA BERMA	ML	1.000	0.25	0.25	
ACEITE QUEMADO	GLN	0.005	1.00	0.01	
SUBTOTAL O					4.36
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P					0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	9.21
INDIRECTOS (%) 20.00%	1.84
UTILIDAD (%) 0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	11.05
VALOR UNITARIO	11.05

OBSERVACIONES: r=0.08

SON: ONCE DOLARES, 05/100 CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA: ENERO 2025

MIGUEL ÁNGEL ALVARADO
FIRMA DEL ELABORADO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 12 DE 20

RUBRO : 12
DETALLE : HORMIGÓN ESTRUCTURAL CLASE B 210 kg/cm2 (concretera+vaciado) c/encofrado BORDILLO

UNIDAD: ml

ESPECIFICACIONES: 0.20*0.50

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 3% de M.O.					0.14
CONCRETERA 1 SACO	1.00	3.50	3.50	0.159	0.56
SUBTOTAL M					0.70
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
PEON EO E2	5.00	4.23	21.15	0.159	3.36
ALBAÑIL EO D2	1.00	4.28	4.28	0.159	0.68
ENCOFRADOR EO D2	1.00	4.28	4.28	0.159	0.68
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA CIVIL EO C1	1.00	4.75	4.75	0.016	0.08
SUBTOTAL N					4.80
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
CEMENTO PORTLAND	SACO	0.820	8.00	6.56	
ARENA	M3	0.053	10.00	0.53	
RIPIO	M3	0.083	11.00	0.91	
AGUA	M3	0.012	0.60	0.01	
ENCOFRADO PARA BORDILLO-CUNETA	ML	1.000	0.40	0.40	
ACEITE QUEMADO	GLN	0.185	1.00	0.19	
SUBTOTAL O					8.60
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P					0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	14.10
INDIRECTOS (%) 20.00%	2.82
UTILIDAD (%) 0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	16.92
VALOR UNITARIO	16.92

OBSERVACIONES: R=0.25
SON: DIECISEIS DOLARES, 92/100 CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA: ENERO 2025

MIGUEL ÁNGEL ALVARADO
FIRMA DEL ELABORADO

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 3% de M.O.					0.15
HORMIGONERA DE 1 SACO - 8 HP.	1.00	3.50	3.50	0.150	0.53
SUBTOTAL M					0.68
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
PEÓN (OC.I) EOE2	5.00	4.23	21.15	0.150	3.17
ALBAÑIL (OC.III) EOD2	2.00	4.28	8.56	0.150	1.28
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO (OC EOD2	1.00	4.28	4.28	0.150	0.64
MAESTRO MAYOR EN EJECUCION DE EOC1	1.00	4.75	4.75	0.015	0.07
SUBTOTAL N					5.16
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
CEMENTO PORTLAND	kg	25.000	0.16	4.00	
ARENA	m3	0.030	10.00	0.30	
RIPIO	m3	0.048	11.00	0.53	
PIEDRA BOLA	M3	0.100	16.00	1.60	
ADITIVO PLASTIFICANTE	kg	0.067	5.94	0.40	
AGUA	m3	0.012	0.55	0.01	
SUBTOTAL O					6.84
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					12.68
INDIRECTOS (%) 20.00%					2.54
UTILIDAD (%) 0.00%					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					15.22
VALOR UNITARIO					15.22

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 14 DE 20

RUBRO : 14
DETALLE : SEÑAL VERTICAL REGULATORIA 0.75 X 0.75 m. (blanco_rojo) (pare octogonal)

UNIDAD: u

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 3% de M.O.					1.11
CAMIONETA	1.00	6.25	6.25	1.000	6.25
SOLDADORA ELECTRICA 330A 15HP	1.00	2.18	2.18	1.000	2.18
COMPUTADORA Y SOFTWARE	1.00	4.05	4.05	1.000	4.05
PLOTTER DE IMPRESION Y/O CORTE	1.00	12.37	12.37	1.000	12.37
SUBTOTAL M					25.96

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
PEÓN (OC.I) EOE2	2.00	4.23	8.46	1.000	8.46
AYUDANTE INSTALADOR (OC.I) EOE2	1.00	4.23	4.23	1.000	4.23
ALBAÑIL (OC.III) EOD2	1.00	4.28	4.28	1.000	4.28
SOLDADOR EN CONSTRUCCION EOC3	1.00	4.35	4.35	1.000	4.35
MAESTRO MAYOR EN EJECUCION DE EOC1	1.00	4.75	4.75	1.000	4.75
ASISTENTE TECNICO EOB1	1.00	4.77	4.77	1.000	4.77
CHOFER DE CAMIONETA EOC1	1.00	6.22	6.22	1.000	6.22
SUBTOTAL N					37.06

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
CEMENTO PORTLAND	kg	23.040	0.16	3.69
ARENA	m3	0.030	10.00	0.30
RIPIO	m3	0.046	11.00	0.51
ADITIVO PLASTIFICANTE	kg	0.023	5.94	0.14
ACERO DE REFUERZO EN BARRAS CORRUGADAS FY = 4200 KG/CM2	kg	0.123	1.23	0.15
ELECTRODO 6011 / 6013	kg	0.010	5.34	0.05
TUBO CUADRADO METÁLICO DE 50 X 50 E= 2 MM	m	3.000	5.30	15.90
PERNO ACERO GALV. D= 3/8 PULG. L= 2 PUL COMPLETO	u	2.000	0.61	1.22
PLANCHA DE ALUMINIO E = 2 MM	m2	0.563	30.17	16.99
AGUA	m3	0.006	0.55	0.00
VINIL MICRO PRISMA RETROREFLECTIVO TIPO IV	m2	0.580	47.48	27.54
VINIL TRASLUCIDO VARIOS COLORES (ELECTROCORTE)	m2	0.580	23.25	13.49
POLIETILENO TRANSFER PICTOGRAMA	m2	0.193	6.03	1.16
SERVICIO DE ANODIZADO	m2	0.563	13.00	7.32
SUBTOTAL O				88.46

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	151.48
INDIRECTOS (%) 20.00%	30.30
UTILIDAD (%) 0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	181.78
VALOR UNITARIO	181.78

SON: CIENTO OCHENTA Y UN DOLARES, 78/100 CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA: ENERO 2025

MIGUEL ÁNGEL ALVARADO
FIRMA DEL ELABORADO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 15 DE 20

RUBRO : 15
DETALLE : MARCAS DE PAVIMENTO (continua_acrilica_a=12cm)

UNIDAD: km

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 3% de M.O.					3.82
CAMIONETA	1.00	6.25	6.25	3.500	21.88
ESCOBA AUTOPROPULSADA - 76 HP.	1.00	20.00	20.00	3.500	70.00
FRANJADORA 14HP	1.00	18.00	18.00	3.500	63.00
SUBTOTAL M					158.70
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
PEÓN (OC.I) EOE2	5.00	4.23	21.15	3.500	74.03
OPERADOR TRACTOR DE RUEDAS (B) EOC2	1.00	4.52	4.52	3.500	15.82
OPERADOR BARREDORA AUTOPROPI EOC2	1.00	4.52	4.52	3.500	15.82
CHOFER DE CAMIONETA EOC1	1.00	6.22	6.22	3.500	21.77
SUBTOTAL N					127.44
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
THINNER LC	gal	1.815	9.76	17.71	
PINTURA DE TRÁFICO ACRÍLICA	gal	12.100	32.75	396.28	
MICROESFERAS PERLADAS	kg	31.750	1.24	39.37	
SUBTOTAL O				453.36	
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P				0.00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					739.50
INDIRECTOS (%) 20.00%					147.90
UTILIDAD (%) 0.00%					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					887.40
VALOR UNITARIO					887.40

SON: OCHOCIENTOS OCHENTA Y SIETE DOLARES, 40/100 CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA: ENERO 2025

MIGUEL ÁNGEL ALVARADO
FIRMA DEL ELABORADO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 16 DE 20

RUBRO : 16
DETALLE : CONOS REFLECTIVOS H=0.90 M

UNIDAD: u

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 0% de M.O.					0.00
SUBTOTAL M					0.00
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
PEÓN (OC.I) EOE2	1.00	4.23	4.23	0.050	0.21
SUBTOTAL N					0.21
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
CONOS REFLECTIVOS DE PVC H= 90 CM	u	1.000	40.64	40.64	
SUBTOTAL O					40.64
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					40.85
INDIRECTOS (%)				20.00%	8.17
UTILIDAD (%)				0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					49.02
VALOR UNITARIO					49.02

SON: CUARENTA Y NUEVE DOLARES, 02/100 CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA: ENERO 2025

MIGUEL ÁNGEL ALVARADO
FIRMA DEL ELABORADO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 17 DE 20

RUBRO : 17

UNIDAD: u

DETALLE : SEÑAL VERTICAL INFORMATIVA AMBIENTAL 1.20 X 0.60 m.

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 3% de M.O.					1.11
CAMIONETA	1.00	6.25	6.25	1.000	6.25
SOLDADORA ELECTRICA 330A 15HP	1.00	2.18	2.18	1.000	2.18
COMPUTADORA Y SOFTWARE	1.00	4.05	4.05	1.000	4.05
PLOTTER DE IMPRESION Y/O CORTE	1.00	12.37	12.37	1.000	12.37
SUBTOTAL M					25.96

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
PEÓN (OC.I) EOE2	2.00	4.23	8.46	1.000	8.46
AYUDANTE INSTALADOR (OC.I) EOE2	1.00	4.23	4.23	1.000	4.23
ALBAÑIL (OC.III) EOD2	1.00	4.28	4.28	1.000	4.28
SOLDADOR EN CONSTRUCCION EOC3	1.00	4.35	4.35	1.000	4.35
MAESTRO MAYOR EN EJECUCION DE EOC1	1.00	4.75	4.75	1.000	4.75
ASISTENTE TECNICO EOB1	1.00	4.77	4.77	1.000	4.77
CHOFER DE CAMIONETA EOC1	1.00	6.22	6.22	1.000	6.22
SUBTOTAL N					37.06

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
CEMENTO PORTLAND	kg	46.140	0.16	7.38
ARENA	m3	0.059	10.00	0.59
RIPIO	m3	0.091	11.00	1.00
ADITIVO PLASTIFICANTE	kg	0.092	5.94	0.55
ACERO DE REFUERZO EN BARRAS CORRUGADAS - FY = 4200 KG/CM2	kg	0.247	1.23	0.30
ELECTRODO 6011 / 6013	kg	0.020	5.34	0.11
TUBO CUADRADO METÁLICO DE 50 X 50 E= 2 MM	m	7.600	5.30	40.28
PERNO ACERO GALV. D= 3/8 PULG. L= 2 PUL COMPLETO	u	4.000	0.61	2.44
PLANCHA DE ALUMINIO E = 2 MM	m2	0.720	30.17	21.72
AGUA	m3	0.020	0.55	0.01
VINIL MICRO PRISMA RETROREFLECTIVO TIPO IV	m2	0.740	47.48	35.14
VINIL TRASLUCIDO VARIOS COLORES (ELECTROCORTE)	m2	0.740	23.25	17.21
POLIETILENO TRANSFER PICTOGRAMA	m2	0.247	6.03	1.49
SERVICIO DE ANODIZADO	m2	0.720	13.00	9.36
SUBTOTAL O				137.58

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	200.60
INDIRECTOS (%) 20.00%	40.12
UTILIDAD (%) 0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	240.72
VALOR UNITARIO	240.72

SON: DOSCIENTOS CUARENTA DOLARES, 72/100 CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA: ENERO 2025

MIGUEL ÁNGEL ALVARADO
FIRMA DEL ELABORADO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 18 DE 20

RUBRO : 18

UNIDAD: m3

DETALLE : AGUA PARA CONTROL DE POLVO

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 3% de M.O.					0.03
CAMION CISTERNA 12000 LTS. - 1	1.00	25.00	25.00	0.080	2.00
BOMBA DE AGUA 5 HP.	1.00	3.38	3.38	0.080	0.27
SUBTOTAL M					2.30
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
PEÓN (OC.I) EOE2	1.00	4.23	4.23	0.080	0.34
CHOFER TANQUEROS EOC1	1.00	6.22	6.22	0.080	0.50
SUBTOTAL N					0.84
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
AGUA	m3	1.000	0.55	0.55	
SUBTOTAL O					0.55
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					3.69
INDIRECTOS (%) 20.00%					0.74
UTILIDAD (%) 0.00%					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					4.43
VALOR UNITARIO					4.43

SON: CUATRO DOLARES, 43/100 CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA: ENERO 2025

MIGUEL ÁNGEL ALVARADO

FIRMA DEL ELABORADO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 19 DE 20

RUBRO : 19
DETALLE : CHARLAS DE CONCIENTIZACIÓN

UNIDAD: u

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 0% de M.O.					0.00
CAMIONETA	1.00	6.25	6.25	3.500	21.88
COMPUTADORA Y SOFTWARE	1.00	4.05	4.05	7.000	28.35
PROYECTOR	1.00	3.21	3.21	7.000	22.47
SUBTOTAL M					72.70
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
PROFESIONAL ESPECIALISTA EOB1	1.00	4.77	4.77	7.000	33.39
ASISTENTE TECNICO EOB1	1.00	4.77	4.77	7.000	33.39
CHOFER DE CAMIONETA EOC1	1.00	6.22	6.22	3.500	21.77
SUBTOTAL N					88.55
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
IMPRESIONES HOJAS A4	u	200.000	0.03	6.00	
IMPRESIONES PLANOS A1	u	20.000	0.70	14.00	
SUMINISTRO DE OFICINA	u	20.000	3.00	60.00	
SUBTOTAL O					80.00
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P					0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	241.25
INDIRECTOS (%) 20.00%	48.25
UTILIDAD (%) 0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	289.50
VALOR UNITARIO	289.50

SON: DOSCIENTOS OCHENTA Y NUEVE DOLARES, 50/100 CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA: ENERO 2025

MIGUEL ÁNGEL ALVARADO
FIRMA DEL ELABORADO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 20 DE 20

RUBRO : 20
DETALLE : CINTA PLASTICA, LEYENDA DE PELIGRO

UNIDAD: m

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 3% de M.O.					0.00
SUBTOTAL M					0.00
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
PEÓN (OC.I) EOE2	1.00	4.23	4.23	0.020	0.08
SUBTOTAL N					0.08
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD		CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
CINTA PLASTICA, LEYENDA DE PELIGRO	m		1.050	0.10	0.11
SUBTOTAL O					0.11
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD		CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P					0.00

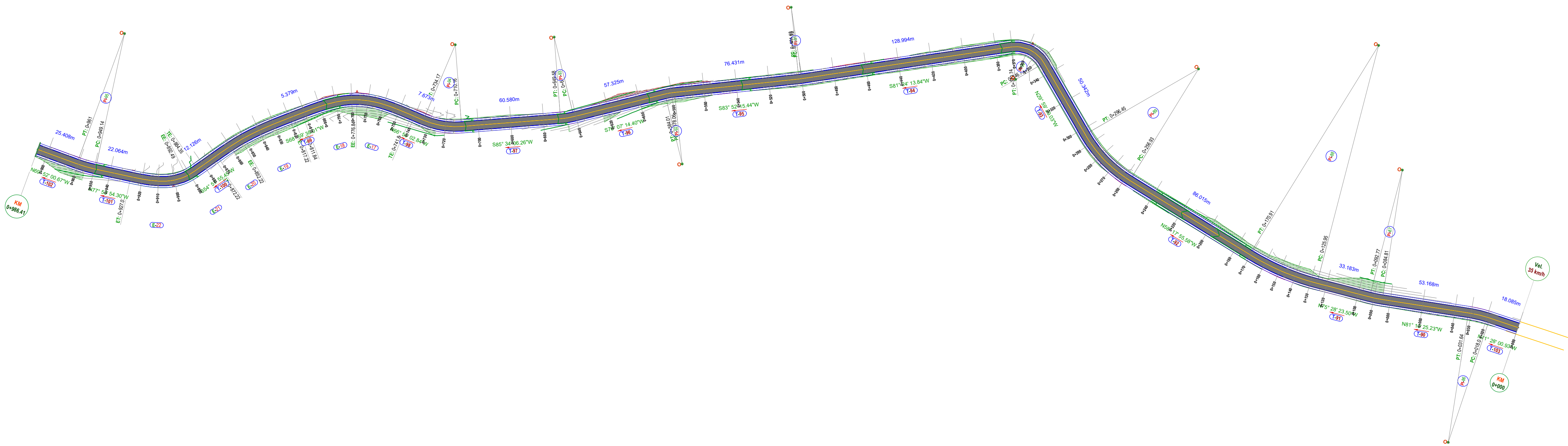
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				0.19
INDIRECTOS (%) 20.00%				0.04
UTILIDAD (%) 0.00%				0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO				0.23
VALOR UNITARIO				0.23

SON: CERO DOLARES, 23/100 CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA: ENERO 2025

MIGUEL ÁNGEL ALVARADO
FIRMA DEL ELABORADO

Anexo: Planos del Proyecto



ELEMENTOS DE CURVA												
N°	S	R	L	T	Δ	C	E	M	P.C.	P.T.	P.I. ESTE	P.I. NORTE
PI-86	I	80	13.55	6.79	009°42'24"	13.54	0.29	0.29	0+018.08	0+031.64	515050.786	9994038.860
PI-87	D	80	7.96	3.98	005°42'02"	7.96	0.10	0.10	0+084.81	0+092.77	514987.600	9994048.672
PI-88	D	150	44.96	22.65	017°10'28"	44.79	1.70	1.68	0+125.95	0+170.91	514929.695	9994063.676
PI-89	D	80	39.52	20.17	028°18'27"	39.12	2.50	2.43	0+256.93	0+296.45	514820.078	9994131.380
PI-90	I	20	23.95	13.64	068°36'17"	22.54	4.21	3.48	0+346.79	0+370.74	514778.008	9994204.272
PI-91	D	44	1.89	0.95	002°28'02"	1.89	0.01	0.01	0+499.73	0+501.63	514636.036	9994182.810
PI-92	I	44	5.95	2.98	007°45'01"	5.95	0.10	0.10	0+578.06	0+584.01	514556.136	9994174.231
PI-93	D	50	8.24	4.13	009°26'52"	8.24	0.17	0.17	0+641.34	0+649.58	514493.581	9994158.774
PI-94	D	50	24.01	12.24	027°30'51"	23.78	1.48	1.43	0+710.16	0+734.17	514416.858	9994152.827
PI-95	D	85	11.86	5.94	008°01'54"	11.85	0.21	0.21	0+949.14	0+961	514199.553	9994128.908

CUADRO DE TANGENTES				
N°	L	DIRECCIÓN	PUNTO INICIO TANG.	PUNTO FINAL TANG.
T-90	53.168	N81° 10' 25.23"W	515044.074E - 9994039.903N	514991.535E - 9994048.0609N
T-91	33.183	N75° 28' 23.50"W	514983.744E - 9994049.671N	514951.622E - 9994057.9944N
T-92	86.015	N58° 17' 55.58"W	514910.423E - 9994075.579N	514837.242E - 9994120.7788N
T-93	50.342	N29° 59' 29.03"W	514809.993E - 9994148.853N	514784.829E - 9994192.4546N
T-94	128.994	S81° 24' 13.84"W	514764.517E - 9994202.233N	514636.973E - 9994182.9520N
T-95	76.431	S83° 52' 15.44"W	514635.094E - 9994182.709N	514559.100E - 9994174.5488N
T-96	57.325	S76° 07' 14.40"W	514553.243E - 9994173.516N	514497.592E - 9994159.7646N
T-97	60.580	S85° 34' 06.26"W	514489.461E - 9994158.454N	514429.062E - 9994153.7733N
T-98	7.673	N66° 55' 02.84"W	514405.596E - 9994157.627N	514398.538E - 9994160.6350N
T-99	5.379	S68° 59' 38.01"W	514331.286E - 9994161.854N	514326.264E - 9994159.9254N
T-100	12.126	S54° 51' 55.45"W	514277.639E - 9994134.692N	514267.722E - 9994127.7131N
T-101	22.064	N77° 53' 54.30"W	514226.936E - 9994123.036N	514205.362E - 9994127.6619N
T-102	25.408	N69° 52' 00.67"W	514193.974E - 9994130.953N	514170.119E - 9994139.6982N
T-103	18.085	N71° 28' 00.93"W	515074.374E - 9994030.953N	515057.227E - 9994036.7013N

CUADRO DE ESPIRAL							
N°	A	R	L	PI - ESPIRAL	PUNTO INICIO ESPIRAL	PUNTO FINAL ESPIRAL	ω
E-17	39.899	INFINITY	35.000	514376.903E - 9994169.855N	514398.537E - 9994160.6350N	514365.0717E - 9994170.0693N	22°02'39.58"
E-18	39.899	45.485	35.000	514353.240E - 9994170.284N	514365.0717E - 9994170.0693N	514331.2860E - 9994161.8537N	22°02'39.58"
E-19	62.476	INFINITY	35.000	514304.453E - 9994151.550N	514326.2641E - 9994159.9254N	514294.3256E - 9994145.7038N	8°59'27.09"
E-20	47.227	111.522	20.000	514288.547E - 9994142.368N	514294.3256E - 9994145.7038N	514277.6389E - 9994134.6917N	5°08'15.48"
E-21	14.522	INFINITY	8.139	514263.279E - 9994124.586N	514267.7222E - 9994127.7131N	514260.8378E - 9994123.3886N	8°59'56.15"
E-22	29.934	25.910	34.583	514250.029E - 9994118.085N	514260.8378E - 9994123.3886N	514226.9364E - 9994123.0362N	38°14'14.11"

ESTUDIO INTEGRAL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL EN EL BARRIO DOÑA, SECTORES TUNASPAMBA Y EL JARDIN, PARROQUIA GUAYLLABAMBA

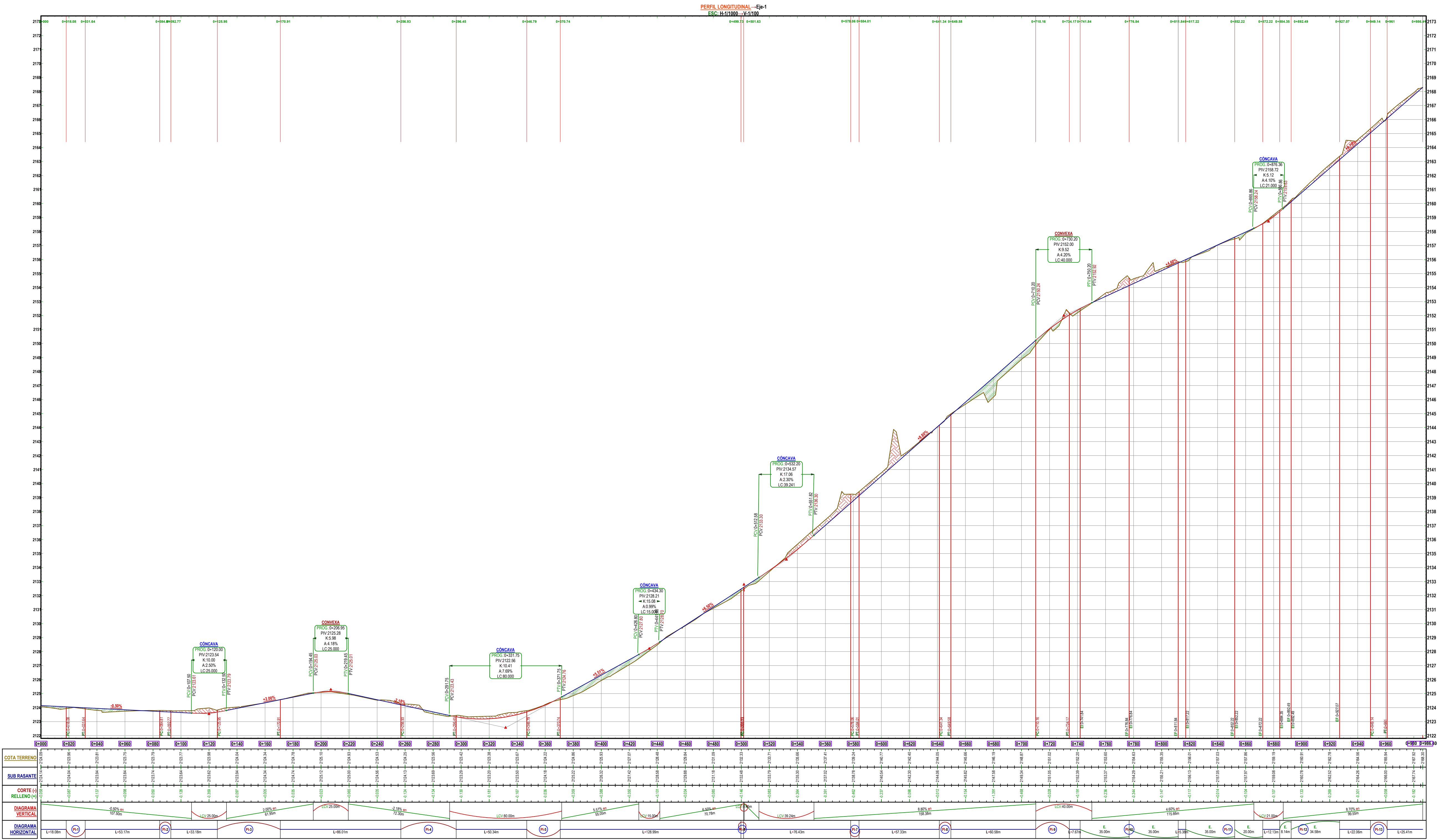
CONTIENE: DISEÑO GEOMÉTRICO HORIZONTAL TRAMO 1

SECTOR: GUAYLLABAMBA	LÁMINA 01 DE 04
CALLE: TUNASPAMBA	ESCALA 1:1500
ENERO 25	

DIBUJANTE: MIGUEL ANGEL ALVARADO



UNIVERSIDAD
INTERNACIONAL
SEK
SER MEJORES



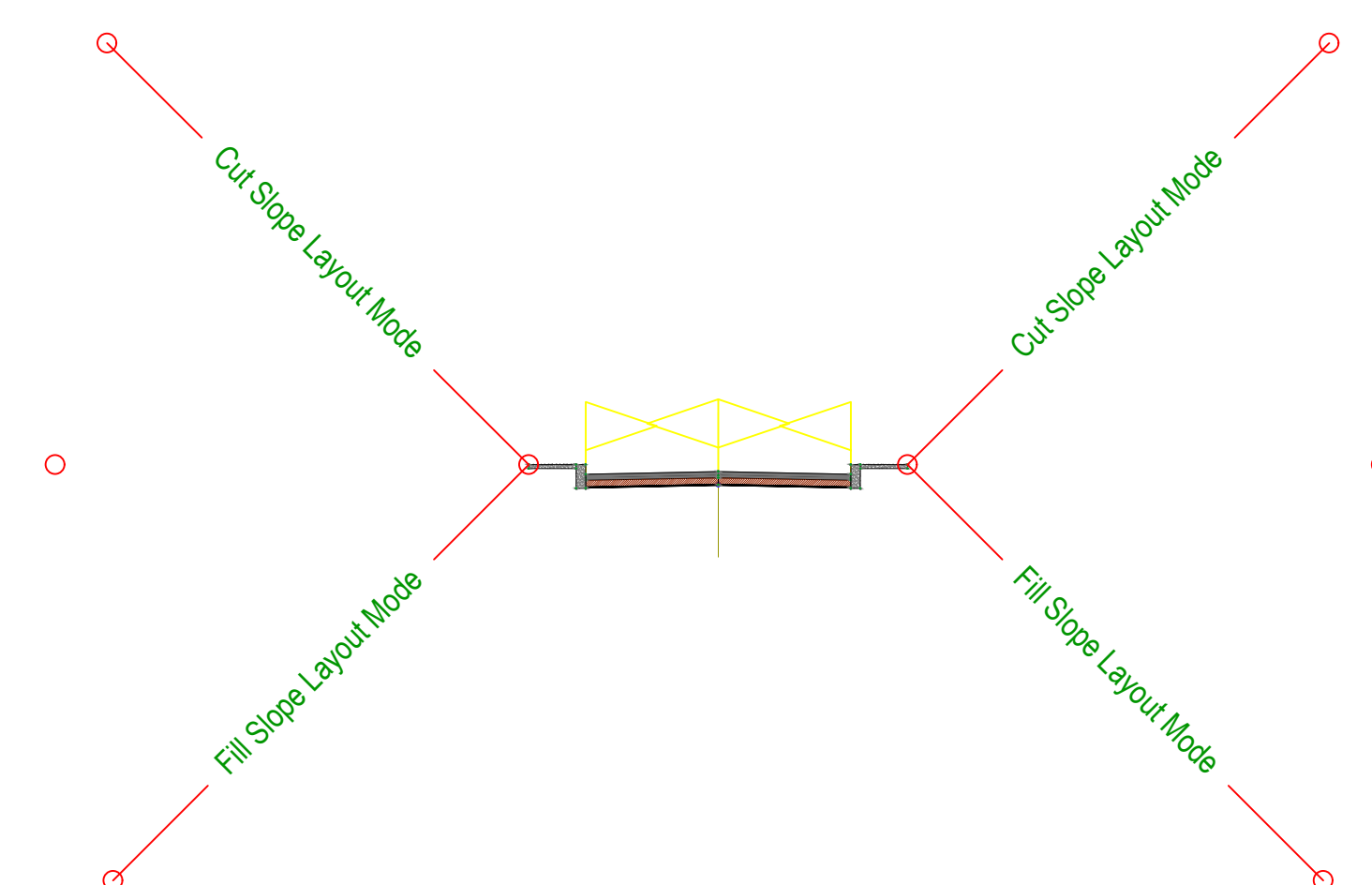
ESTUDIO INTEGRAL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA
INFRAESTRUCTURA VIAL EN EL BARRIO DOÑA,
SECTORES TUNASPAMBA Y EL JARDIN, PARROQUIA
GUAYLLABAMBA

CONTIENE: DISEÑO GEOMÉTRICO VERTICAL TRAMO 1

SECTOR: GUAYLLABAMBA	LÁMINA 02 DE 04
CALLE: TUNASPAMBA	ESCALA 1:1500
ENERO 25	

DIBUJANTE: MIGUEL ANGEL ALVARADO

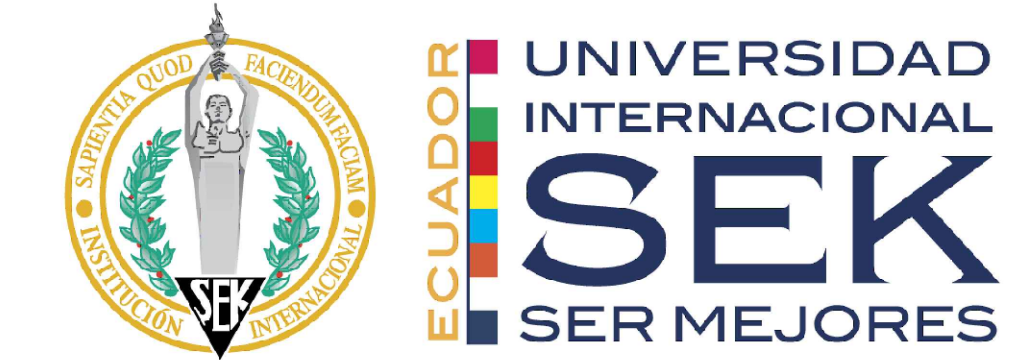




ESTUDIO INTEGRAL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA
INFRAESTRUCTURA VIAL EN EL BARRIO DOÑA,
SECTORES TUNASPAMBA Y EL JARDIN, PARROQUIA
GUAYLLABAMBA

CONTIENE: SECCIÓN TRANSVERSAL TRAMO 1

SECTOR: GUAYLLABAMBA	LÁMINA 03 DE 04
CALLE: TUNASPAMBA	ESCALA 1:500
DIBUJANTE: MIGUEL ANGEL ALVARADO	



MOVIMIENTO DE TIERRAS							
PROG.	Área C. m²	Área R. m²	Vol. C.m³	Vol. R.m³	Vol. C. Acum. m³	Vol. R. Acum. m³	Vol. Neto m³
0+000	0.11	1.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+020	0.14	1.46	2.57	31.71	2.57	31.71	-29.15
0+030	0.13	1.52	1.31	15.21	3.87	46.92	-43.05
0+040	0.09	1.56	1.08	15.46	4.96	62.38	-57.42
0+060	0.08	3.72	1.74	52.75	6.70	115.12	-108.43
0+080	0.68	1.91	7.59	56.27	14.28	171.40	-157.11
0+090	0.88	1.30	7.84	15.51	22.12	186.90	-164.78
0+100	1.02	2.17	9.52	17.06	31.64	203.96	-172.32
0+120	3.21	0.18	42.28	23.46	73.93	227.43	-153.50
0+130	1.47	0.75	23.31	4.59	97.23	232.02	-134.79
0+140	0.65	3.68	10.61	21.59	107.85	253.61	-145.76
0+150	0.92	2.62	7.96	30.61	115.81	284.22	-168.42
0+160	0.30	1.31	6.15	19.13	121.96	303.35	-181.39
0+170	0.47	0.86	3.82	10.64	125.78	313.99	-188.21
0+180	0.80	0.78	6.30	8.18	132.08	322.17	-190.09
0+200	0.25	1.57	10.44	23.46	142.52	345.63	-203.11
0+220	0.30	1.30	5.49	28.73	148.01	374.36	-226.35
0+240	0.06	1.13	3.61	24.29	151.62	398.65	-247.03
0+260	1.55	0.63	16.12	17.48	167.75	416.14	-248.39
0+270	1.43	0.76	15.18	6.60	182.92	422.73	-239.81

MOVIMIENTO DE TIERRAS							
PROG.	Área C. m²	Área R. m²	Vol. C.m³	Vol. R.m³	Vol. C. Acum. m³	Vol. R. Acum. m³	Vol. Neto m³
0+280	0.01	1.89	7.30	13.03	190.23	435.77	-245.54
0+290	0.03	1.84	0.22	18.43	190.44	454.19	-263.75
0+300	0.94	0.72	4.85	12.64	195.29	466.84	-271.55
0+320	1.18	0.55	21.20	12.74	216.49	479.58	-263.09
0+340	1.34	0.98	25.18	15.32	241.67	494.89	-253.22
0+350	0.81	1.48	10.63	12.26	252.30	507.15	-254.85
0+360	0.68	0.91	6.25	12.78	258.55	519.93	-261.38
0+370	0.03	2.01	2.85	13.75	261.40	533.68	-272.28
0+380	0.00	4.33	0.14	31.58	261.54	565.26	-303.72
0+400	0.00	4.62	0.00	89.44	261.54	654.70	-393.16
0+420	0.00	2.65	0.04	72.71	261.59	727.41	-465.82
0+440	0.12	1.10	1.22	37.51	262.80	764.92	-502.12
0+460	0.87	0.45	9.88	15.46	272.69	780.38	-507.69
0+480	0.25	0.71	11.21	11.62	283.90	792.01	-508.10
0+500	0.00	2.20	2.50	29.14	286.40	821.15	-534.75
0+520	0.16	0.90	1.64	30.99	288.05	852.14	-564.09
0+540	2.52	0.14	26.88	10.34	314.93	862.48	-547.55
0+560	2.80	0.38	53.26	5.12	368.19	867.60	-499.42
0+580	5.10	0.72	79.17	10.87	447.36	878.48	-431.12
0+600	5.01	0.22	101.82	9.16	549.18	887.64	-338.46

MOVIMIENTO DE TIERRAS							
PROG.	Área C. m²	Área R. m²	Vol. C.m³	Vol. R.m³	Vol. C. Acum. m³	Vol. R. Acum. m³	Vol. Neto m³
0+620	2.25	3.22	72.61	34.38	621.79	922.02	-300.23
0+640	0.03	7.15	22.79	103.68	644.58	1025.70	-381.12
0+660	0.10	3.94	1.25	114.16	645.83	1139.86	-494.03
0+680	0.00	11.80	0.97	157.40	646.81	1297.26	-650.45
0+700	0.00	4.16	0.00	159.58	646.81	1456.84	-810.03
0+720	2.69	2.76	24.91	69.74	671.71	1526.57	-854.86
0+730	4.58	1.72	32.91	23.43	704.62	1550.00	-845.38
0+740	8.51	0.62	65.71	11.84	770.33	1561.84	-791.51
0+750	7.37	0.66	78.68	6.40	849.00	1568.24	-719.23
0+760	1.60	2.23	42.66	13.97	891.66	1582.21	-690.55
0+770	3.83	4.61	27.44	31.50	919.10	1613.71	-694.61
0+780	2.23	3.25	30.72	34.89	949.82	1648.60	-698.78
0+790	5.84	0.61	40.06	17.55	989.88	1666.15	-676.27
0+800	2.70	0.89	41.97	7.31	1031.85	1673.46	-641.61
0+810	0.50	2.68	15.78	17.68	1047.63	1691.14	-643.51
0+820	0.08	4.12	2.93	34.02	1050.56	1725.16	-674.60
0+830	0.00	3.27	0.42	36.82	1050.98	1761.98	-711.00
0+840	0.08	2.29	0.41	27.58	1051.39	1789.56	-738.18
0+850	0.02	2.80	0.50	25.13	1051.89	1814.70	-762.81
0+860	0.00	4.21	0.10	34.59	1051.99	1849.28	-797.29

MOVIMIENTO DE TIERRAS							
PROG.	Área C. m²	Área R. m²	Vol. C.m³	Vol. R.m³	Vol. C. Acum. m³	Vol. R. Acum. m³	Vol. Neto m³
0+870	0.23	3.26	1.12	37.11	1053.11	1886.39	-833.28
0+880	2.25	1.39	12.39	23.27	1065.49	1909.66	-844.17
0+890	5.51	0.32	37.20	8.73	1102.69	1918.40	-815.70
0+900	5.70	1.84	43.62	11.33	1146.31	1929.72	-783.41
0+910	6.88	1.09	52.92	15.07	1199.23	1944.79	-745.56
0+920	2.52	0.76	43.72	9.36	1242.95	1954.15	-711.19
0+940	2.31	0.94	48.17	17.05	1291.12	1971.19	-680.07
0+950	2.05	3.57	21.79	22.55	1312.92	1993.74	-680.83
0+960	1.44	7.13	17.28	56.39	1330.20	2050.13	-719.94
0+980	1.84	0.32	32.81	74.46	1363.00	2124.59	-761.59

ESTUDIO INTEGRAL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA
INFRAESTRUCTURA VIAL EN EL BARRIO DOÑA,
SECTORES TUNASPAMBA Y EL JARDIN, PARROQUIA
GUAYLLABAMBA

CONTIENE: VOLÚMENES TRAMO 1

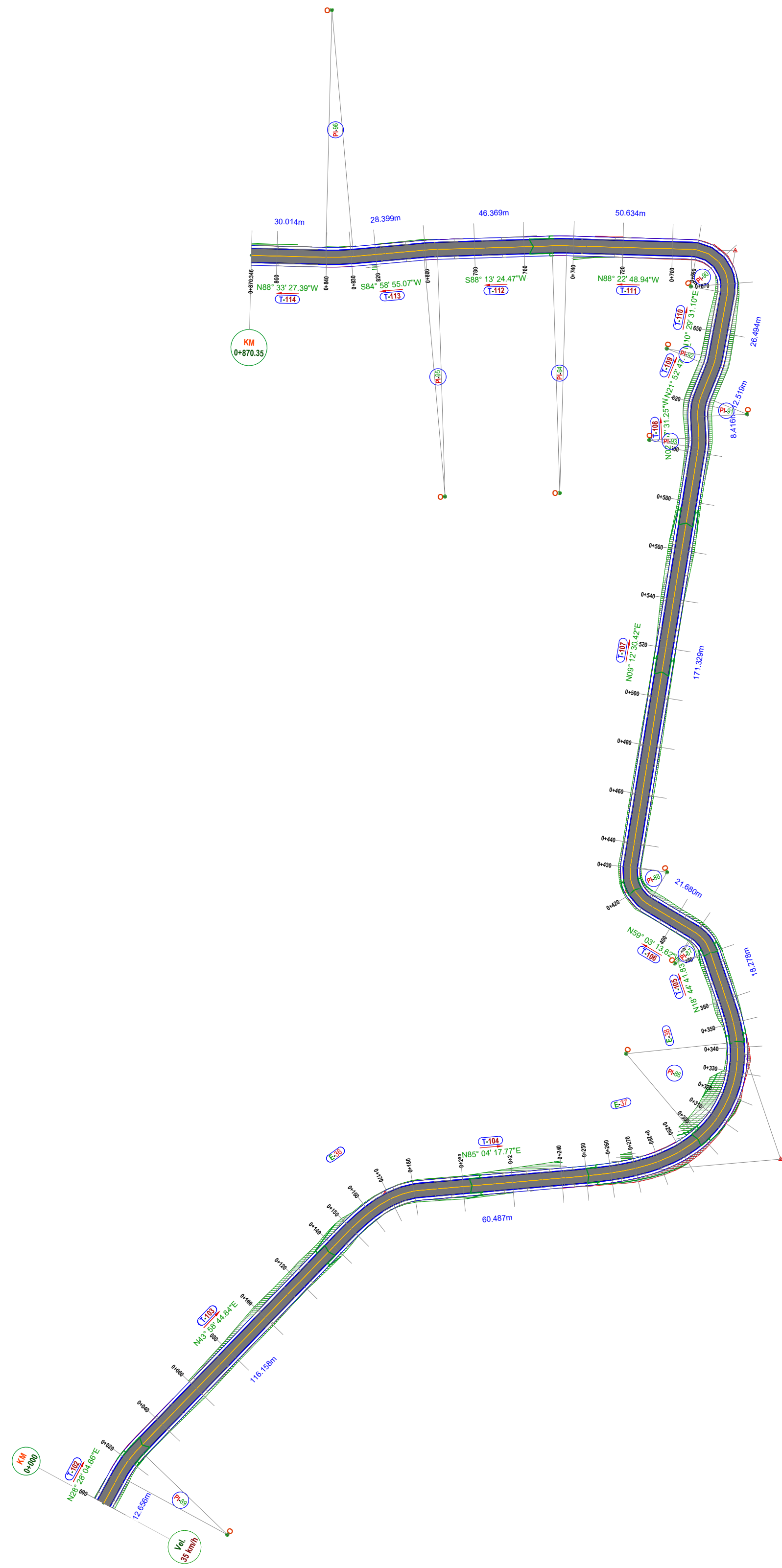
SECTOR: GUAYLLABAMBA
CALLE: TUNASPAMBA

LÁMINA 04 DE 04
ESCALA 1:100

ENERO 25

DIBUJANTE: MIGUEL ANGEL ALVARADO





CUADRO DE TANGENTES				
Nº	L	DIRECCIÓN	PUNTO INICIO TANG.	PUNTO FINAL TANG.
T-100	12.656	N28° 28' 04.66"E	514165.563E - 9994141.053N	514171.596E - 9994152.1788N
T-101	116.158	N43° 58' 44.84"E	514179.571E - 9994163.065N	514260.230E - 9994246.6518N
T-102	12.656	N28° 28' 04.66"E	514165.563E - 9994141.053N	514171.596E - 9994152.1788N
T-103	116.158	N43° 58' 44.84"E	514179.571E - 9994163.065N	514260.230E - 9994246.6518N
T-104	60.487	N85° 04' 17.77"E	514293.244E - 9994267.590N	514353.507E - 9994272.7860N
T-105	18.278	N18° 44' 41.83"W	514416.482E - 9994346.819N	514410.608E - 9994364.1274N
T-106	21.680	N59° 03' 13.62"W	514404.117E - 9994372.172N	514385.523E - 9994383.3202N
T-107	171.329	N09° 12' 30.42"E	514378.430E - 9994398.585N	514405.847E - 9994567.7066N
T-108	8.416	N02° 57' 31.25"W	514406.078E - 9994571.939N	514405.644E - 9994580.3442N
T-109	12.519	N21° 52' 47.59"E	514407.058E - 9994588.830N	514411.723E - 9994600.4465N
T-110	26.494	N10° 29' 31.10"E	514412.830E - 9994604.258N	514417.654E - 9994630.3092N
T-111	50.634	N88° 22' 48.94"W	514403.329E - 9994648.035N	514352.715E - 9994649.4659N
T-112	46.369	S88° 13' 24.47"W	514346.789E - 9994649.458N	514300.442E - 9994648.0203N
T-113	28.399	S84° 58' 55.07"W	514294.796E - 9994647.685N	514266.506E - 9994645.2011N
T-114	30.014	N88° 33' 27.39"W	514255.242E - 9994644.849N	514225.237E - 9994645.6050N

ELEMENTOS DE CURVA												
Nº	S	R	L	T	Δ	C	E	M	P.C.	P.T.	P.I. ESTE	P.I. NORTE
PI-86	I	45	43.76	23.78	055°42'59"	42.06	5.90	5.22	0+298.39	0+342.15	514439.100	9994280.167
PI-87	I	15	10.55	5.51	040°18'32"	10.34	0.98	0.92	0+380.43	0+390.98	514408.839	9994369.341
PI-88	D	15	17.87	10.17	068°15'44"	16.83	3.12	2.58	0+412.66	0+430.53	514376.803	9994388.549
PI-89	D	50	13.54	6.81	015°30'40"	13.49	0.46	0.46	0+012.66	0+026.19	514174.842	9994158.165
PI-90	I	15	25.88	17.52	098°52'20"	22.79	8.07	5.25	0+666.19	0+692.07	514420.845	9994647.539
PI-91	D	20	8.67	4.40	024°50'19"	8.60	0.48	0.47	0+614.53	0+623.20	514405.417	9994584.743
PI-92	I	20	3.98	1.99	011°23'16"	3.97	0.10	0.10	0+635.72	0+639.69	514412.466	9994602.297
PI-93	I	20	4.25	2.13	012°10'02"	4.24	0.11	0.11	0+601.86	0+606.11	514406.188	9994569.811
PI-94	I	100	5.93	2.96	003°23'47"	5.93	0.04	0.04	0+742.70	0+748.63	514349.752	9994649.550
PI-95	I	100	5.66	2.83	003°14'29"	5.66	0.04	0.04	0+795	0+800.66	514297.614	9994647.933
PI-96	D	100	11.28	5.64	006°27'38"	11.27	0.16	0.16	0+829.06	0+840.33	514260.884	9994644.707

CUADRO DE ESPIRAL							
Nº	A	R	L	PI - ESPIRAL	PUNTO INICIO ESPIRAL	PUNTO FINAL ESPIRAL	ω
E-17	33.398	INFINITY	40.000	514279.272E - 9994266.385N	514260.2304E - 9994246.6518N	514293.2436E - 9994267.5895N	41°05'32.93"
E-36	33.398	INFINITY	40.000	514279.272E - 9994266.385N	514260.2304E - 9994246.6518N	514293.2436E - 9994267.5895N	41°05'32.93"
E-37	50.000	INFINITY	55.556	514391.172E - 9994276.034N	514353.5075E - 9994272.7860N	514405.8298E - 9994288.4629N	35°22'03.96"
E-38	30.000	45.000	20.000	514420.777E - 9994334.160N	514421.4790E - 9994327.4985N	514416.4815E - 9994346.8187N	12°43'56.63"

ESTUDIO INTEGRAL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA
INFRAESTRUCTURA VIAL EN EL BARRIO DOÑA,
SECTORES TUNASPAMBA Y EL JARDIN, PARROQUIA
GUAYLLABAMBA

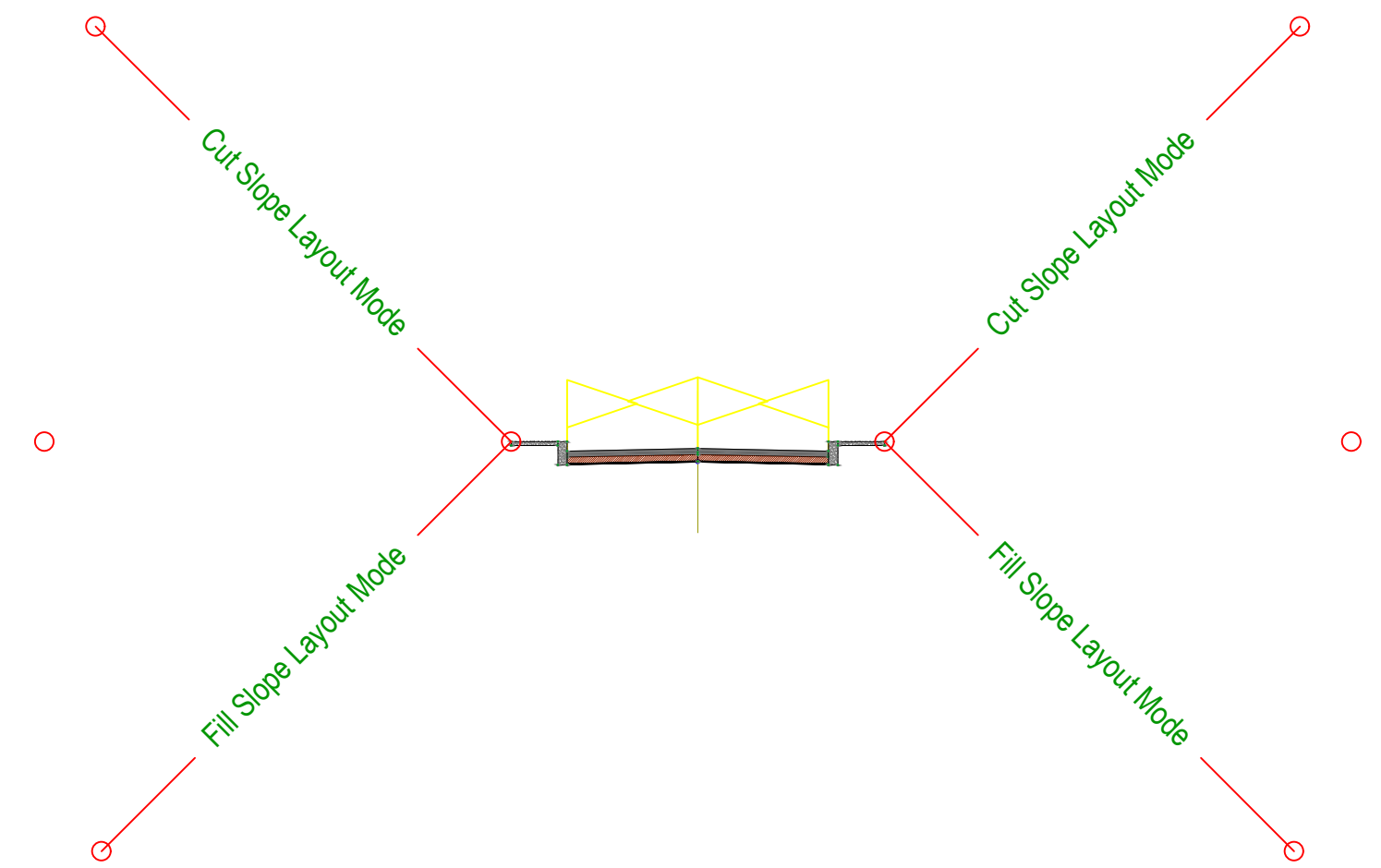
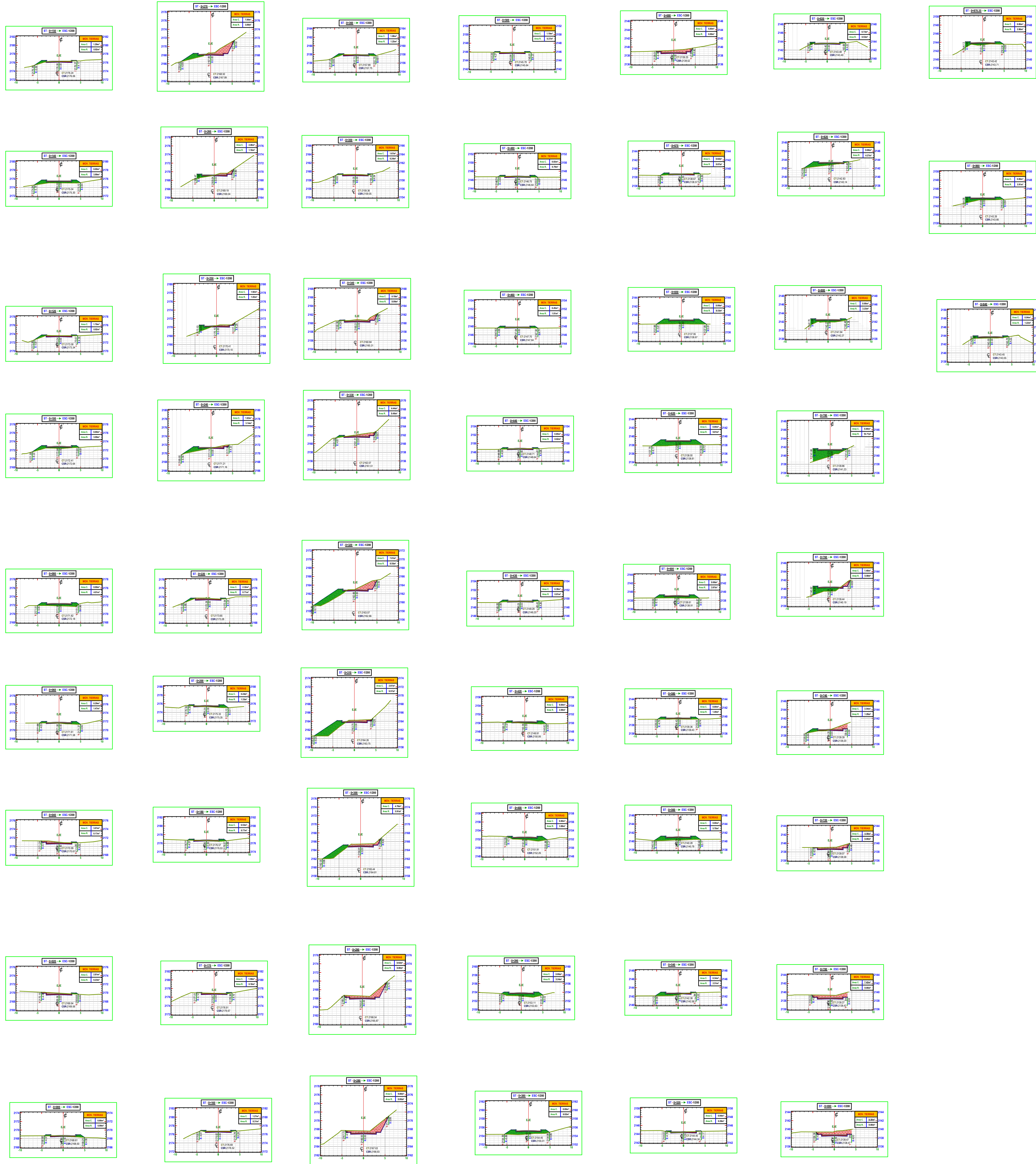
CONTIENE: DISEÑO GEOMÉTRICO HORIZONTAL
TRAMO 2

SECTOR: GUAYLLABAMBA CALLE: TUNASPAMBA	LÁMINA 01 DE 04 ESCALA 1:1500	ENERO 25
---	-------------------------------------	----------

DIBUJANTE: MIGUEL ANGEL ALVARADO







ESTUDIO INTEGRAL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA
INFRAESTRUCTURA VIAL EN EL BARRIO DOÑA,
SECTORES TUNASPAMBA Y EL JARDIN, PARROQUIA
GUAYLLABAMBA

CONTIENE: SECCIÓN TRANSVERSAL TRAMO 2

SECTOR: GUAYLLABAMBA
CALLE: TUNASPAMBA

LÁMINA 03 DE 04
ESCALA
1:500
ENERO 25

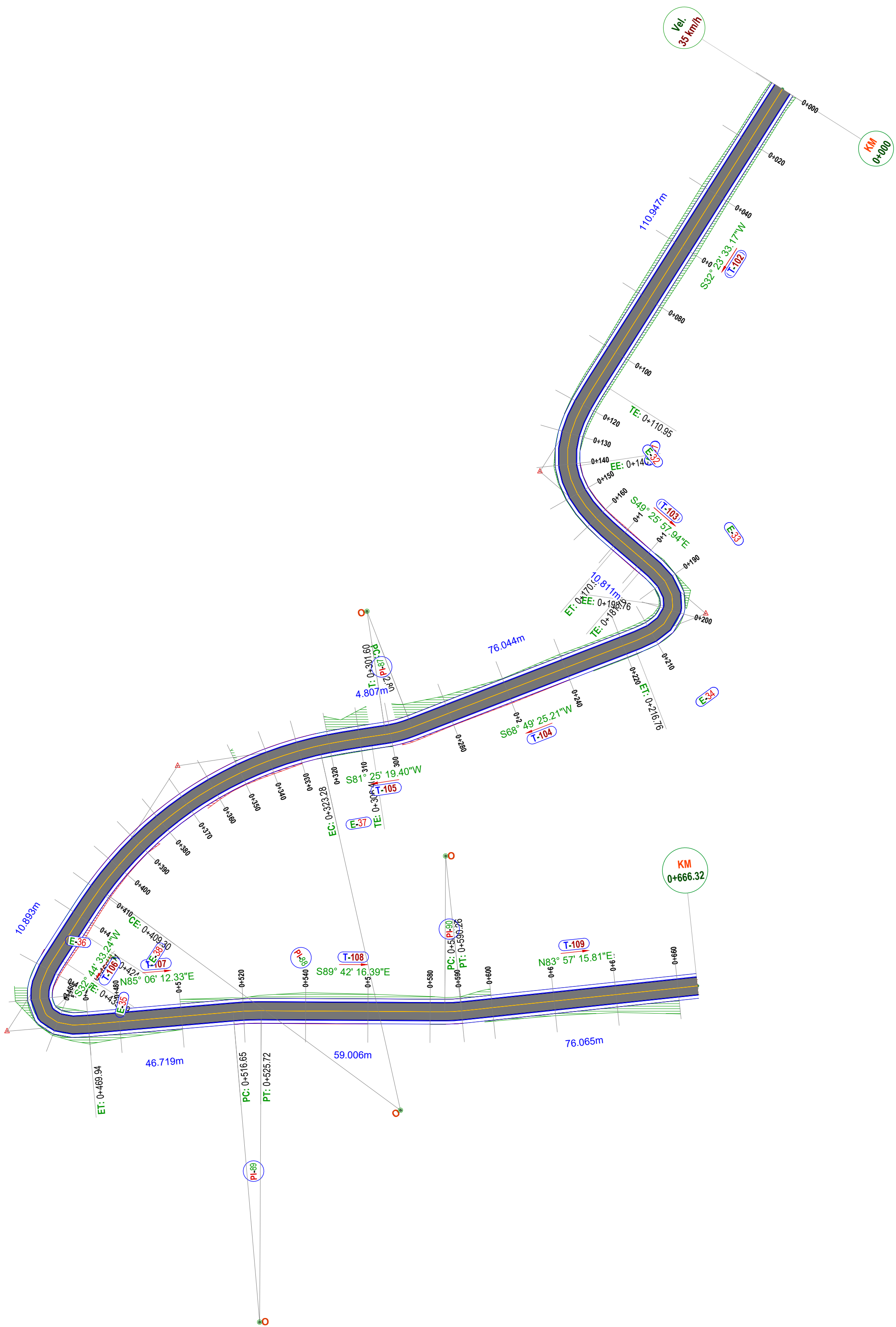
DIBUJANTE: MIGUEL ANGEL ALVARADO



MOVIMIENTO DE TIERRAS							
PROG.	Área C. m²	Área R. m²	Vol. C.m³	Vol. R.m³	Vol. C. Acum. m³	Vol. R. Acum. m³	Vol. Neto m³
0+000	0.66	0.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+020	2.81	0.23	34.87	12.00	34.87	12.00	22.87
0+040	3.01	0.17	58.46	3.95	93.33	15.95	77.38
0+060	0.29	1.47	32.94	16.40	126.27	32.35	93.92
0+080	0.00	4.01	2.86	54.73	129.13	87.08	42.05
0+100	0.00	3.09	0.00	70.97	129.13	158.05	-28.92
0+120	1.70	0.92	17.00	40.12	146.13	198.17	-52.03
0+140	0.00	3.99	17.00	49.12	163.14	247.29	-84.15
0+150	1.29	0.92	6.45	24.64	169.59	271.93	-102.34
0+160	1.27	0.31	12.75	6.36	182.34	278.29	-95.95
0+170	1.58	0.18	14.29	2.41	196.62	280.70	-84.08
0+180	0.53	0.77	10.74	4.51	207.36	285.21	-77.84
0+200	0.24	1.33	7.72	20.81	215.09	306.02	-90.93
0+220	2.32	0.71	25.56	20.44	240.65	326.46	-85.81
0+240	1.63	3.14	39.48	38.58	280.13	365.04	-84.90
0+250	1.92	1.83	17.78	24.88	297.92	389.92	-92.00
0+260	2.46	1.16	22.14	14.71	320.05	404.63	-84.58
0+270	7.50	3.09	50.95	20.48	371.00	425.12	-54.11
0+280	9.88	0.00	89.26	14.61	460.27	439.72	20.54
0+290	8.92	0.00	96.55	0.00	556.82	439.72	117.09

MOVIMIENTO DE TIERRAS							
PROG.	Área C. m²	Área R. m²	Vol. C.m³	Vol. R.m³	Vol. C. Acum. m³	Vol. R. Acum. m³	Vol. Neto m³
0+300	4.78	5.91	70.45	26.08	627.27	465.81	161.46
0+310	2.97	9.57	39.65	67.80	666.92	533.61	133.31
0+320	7.01	8.55	52.08	79.20	719.01	612.81	106.20
0+330	4.44	0.49	59.73	39.50	778.74	652.30	126.43
0+340	4.18	0.09	44.38	2.68	823.11	654.98	168.13
0+350	1.67	0.24	29.74	1.60	852.85	656.59	196.27
0+360	1.08	1.25	13.72	7.42	866.58	664.00	202.57
0+380	0.00	6.02	10.81	72.75	877.39	736.76	140.64
0+390	0.00	5.24	0.00	56.18	877.39	792.94	84.45
0+400	0.00	3.98	0.00	46.47	877.39	839.40	37.99
0+420	0.04	2.09	0.44	58.44	877.83	897.85	-20.02
0+430	0.39	0.81	2.19	13.94	880.02	911.79	-31.77
0+440	0.85	0.62	6.20	7.15	886.21	918.94	-32.73
0+460	0.45	1.01	12.95	16.25	899.16	935.19	-36.03
0+480	0.83	0.79	12.80	18.00	911.96	953.19	-41.23
0+500	1.19	0.37	20.29	11.63	932.25	964.81	-32.56
0+520	0.94	0.28	21.30	6.47	953.55	971.29	-17.73
0+540	0.34	2.51	12.79	27.90	966.35	999.19	-32.84
0+560	0.00	5.78	3.44	82.96	969.78	1082.15	-112.37
0+580	0.00	1.49	0.00	72.75	969.78	1154.90	-185.12

MOVIMIENTO DE TIERRAS							
PROG.	Área C. m²	Área R. m²	Vol. C.m³	Vol. R.m³	Vol. C. Acum. m³	Vol. R. Acum. m³	Vol. Neto m³
0+600	0.00	3.97	0.00	54.67	969.78	1209.57	-239.79
0+620	0.00	9.81	0.00	137.93	969.78	1347.51	-377.72
0+650	0.00	8.53	0.00	274.95	969.79	1622.45	-652.66
0+670	0.82	0.87	8.32	93.84	978.11	1716.30	-738.19
0+680	5.85	0.00	34.80	3.81	1012.90	1720.11	-707.20
0+690	8.30	0.00	72.99	0.00	1085.89	1720.11	-634.22
0+700	7.42	0.00	78.93	0.00	1164.82	1720.11	-555.29
0+720	4.59	0.00	120.06	0.00	1284.88	1720.11	-435.23
0+740	3.54	1.29	81.29	12.94	1366.16	1733.05	-366.88
0+760	1.40	5.59	49.81	68.42	1415.98	1801.47	-385.49
0+780	0.00	10.71	14.01	163.03	1429.99	1964.50	-534.51
0+800	0.00	3.23	0.00	138.93	1429.99	2103.42	-673.44
0+820	0.08	4.27	0.76	74.93	1430.75	2178.36	-747.61
0+830	0.73	0.53	4.01	24.00	1434.75	2202.36	-767.61
0+840	0.04	1.22	3.81	8.87	1438.56	2211.23	-772.67
0+860	0.00	3.91	0.40	51.32	1438.96	2262.55	-823.59
0+870.35	0.00	2.86	0.00	35.00	1438.96	2297.56	-858.59



ELEMENTOS DE CURVA											
Nº	S	R	L	T	Δ	C	E	M	P.C.	P.T.	P.I. ESTE P.I. NORTE
PI-87	D	40	8.80	4.42	012°35'54"	8.78	0.24	0.24	0+292.80	0+301.60	514043.193 9993934.527
PI-88	I	120	86.02	44.95	041°04'12"	84.19	8.14	7.62	0+323.28	0+409.30	513972.040 9993923.794
PI-89	D	100	9.06	4.53	005°11'31"	9.06	0.10	0.10	0+516.65	0+525.72	513994.348 9993845.137
PI-90	I	50	5.53	2.77	006°20'28"	5.53	0.08	0.08	0+584.72	0+590.26	514060.657 9993844.795

CUADRO DE TANGENTES				
Nº	L	DIRECCIÓN	PUNTO INICIO TANG.	PUNTO FINAL TANG.
T-90	110.947	S32° 23' 33.17"W	514166.353E - 9994141.128N	514106.917E - 9994047.4446N
T-91	10.811	S49° 25' 57.94"E	514114.636E - 9993995.917N	514122.848E - 9993988.8868N
T-102	110.947	S32° 23' 33.17"W	514166.353E - 9994141.128N	514106.917E - 9994047.4446N
T-103	10.811	S49° 25' 57.94"E	514114.636E - 9993995.917N	514122.848E - 9993988.8868N
T-104	76.044	S68° 49' 25.21"W	514118.218E - 9993963.592N	514047.310E - 9993936.1218N
T-105	4.807	S81° 25' 19.40"W	514038.826E - 9993933.868N	514034.074E - 9993933.1513N
T-106	10.893	S32° 44' 33.24"W	513938.590E - 9993871.776N	513932.699E - 9993862.6143N
T-107	46.719	N85° 06' 12.33"E	513943.282E - 9993840.762N	513989.831E - 9993844.7502N
T-108	59.006	S89° 42' 16.39"E	513998.882E - 9993845.114N	514057.888E - 9993844.8096N
T-109	76.065	N83° 57' 15.81"E	514063.411E - 9993845.087N	514139.053E - 9993853.0981N

CUADRO DE ESPIRAL							
Nº	A	R	L	PI - ESPIRAL	PUNTO INICIO ESPIRAL	PUNTO FINAL ESPIRAL	ω
E-17	25.104	INFINITY	30.000	514095.902E - 9994030.082N	514106.9170E - 9994047.4446N	514097.4593E - 9994019.6859N	40°54'45.56"
E-18	25.104	21.007	30.000	514099.017E - 9994009.289N	514097.4593E - 9994019.6859N	514114.6363E - 9993995.9174N	40°54'45.56"
E-19	12.006	INFINITY	17.000	514131.959E - 9993981.087N	514122.8485E - 9993988.8868N	514131.0860E - 9993974.8763N	57°26'19.82"
E-20	12.354	8.479	18.000	514130.149E - 9993968.214N	514131.0860E - 9993974.8763N	514118.2185E - 9993963.5918N	60°49'03.34"
E-25	12.744	INFINITY	20.825	513924.343E - 9993849.620N	513932.6990E - 9993862.6143N	513930.1417E - 9993843.5633N	76°29'54.06"
E-26	10.420	7.799	13.922	513933.616E - 9993839.934N	513930.1417E - 9993843.5633N	513943.2819E - 9993840.7624N	51°08'26.86"
E-31	25.104	INFINITY	30.000	514095.902E - 9994030.082N	514106.9170E - 9994047.4446N	514097.4593E - 9994019.6859N	40°54'45.56"
E-32	25.104	21.007	30.000	514099.017E - 9994009.289N	514097.4593E - 9994019.6859N	514114.6363E - 9993995.9174N	40°54'45.56"
E-33	12.006	INFINITY	17.000	514131.959E - 9993981.087N	514122.8485E - 9993988.8868N	514131.0860E - 9993974.8763N	57°26'19.82"
E-34	12.354	8.479	18.000	514130.149E - 9993968.214N	514131.0860E - 9993974.8763N	514118.2185E - 9993963.5918N	60°49'03.34"
E-35	12.744	INFINITY	20.825	513924.343E - 9993849.620N	513932.6990E - 9993862.6143N	513930.1417E - 9993843.5633N	76°29'54.06"
E-36	10.420	7.799	13.922	513933.616E - 9993839.934N	513930.1417E - 9993843.5633N	513943.2819E - 9993840.7624N	51°08'26.86"
E-37	45.000	INFINITY	16.875	514022.947E - 9993931.473N	514034.0736E - 9993933.1513N	514017.4546E - 9993930.2446N	4°01'43"
E-38	42.426	120.000	15.000	513944.000E - 9993880.189N	513946.9630E - 9993884.2189N	513938.5904E - 9993871.7761N	3°34'51.56"

ESTUDIO INTEGRAL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA
INFRAESTRUCTURA VIAL EN EL BARRIO DOÑA,
SECTORES TUNASPAMBA Y EL JARDIN, PARROQUIA
GUAYLLABAMBA

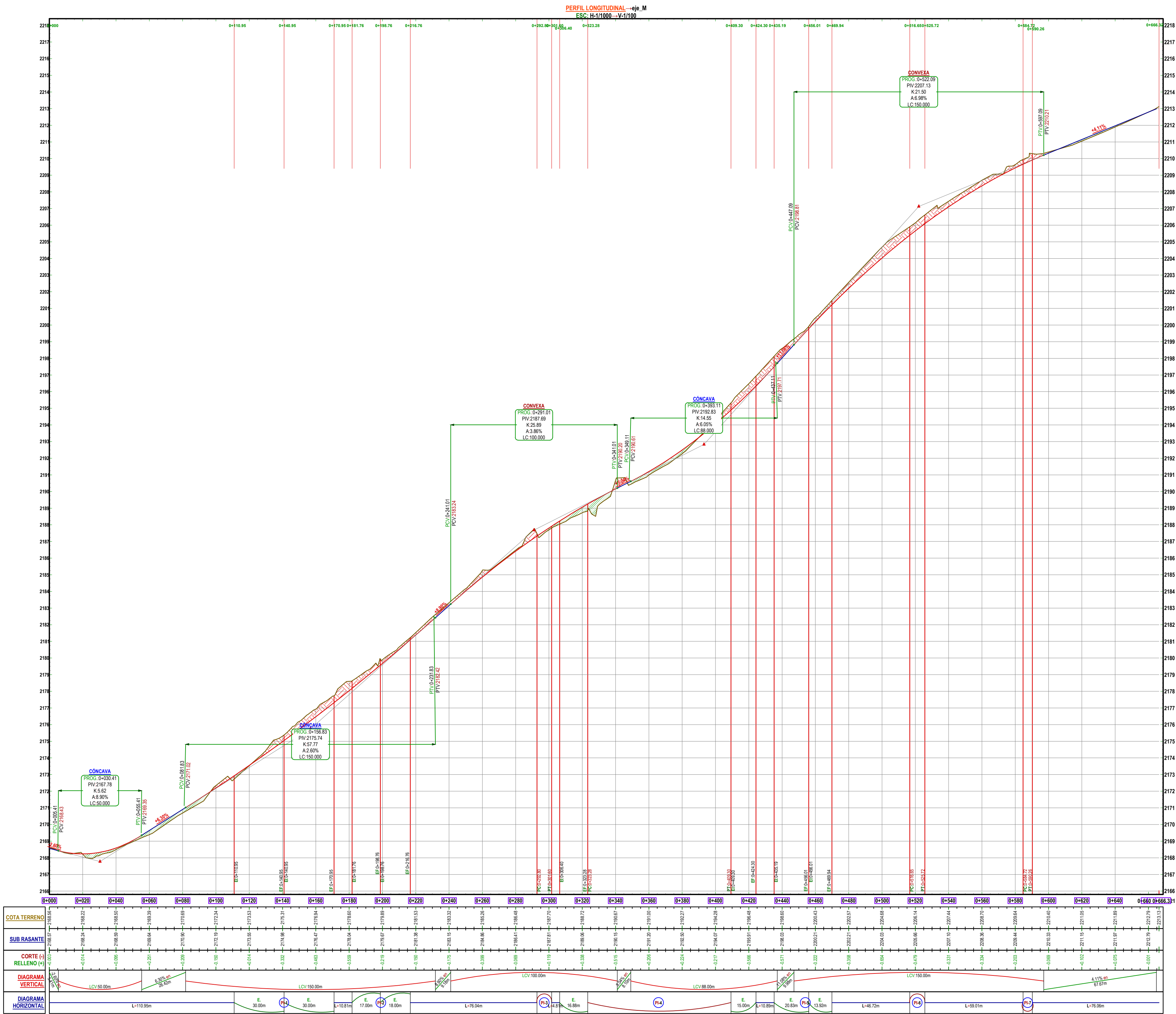
CONTIENE: DISEÑO GEOMÉTRICO HORIZONTAL
TRAMO 3

SECTOR: GUAYLLABAMBA	LÁMINA 01 DE 04
CALLE: TUNASPAMBA	ESCALA 1:1000
ENERO 25	

DIBUJANTE: MIGUEL ANGEL ALVARADO



UNIVERSIDAD
INTERNACIONAL
SEK
SER MEJORES



ESTUDIO INTEGRAL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA
INFRAESTRUCTURA VIAL EN EL BARRIO DOÑA,
SECTORES TUNASPAMBA Y EL JARDIN, PARROQUIA
GUAYLLABAMBA

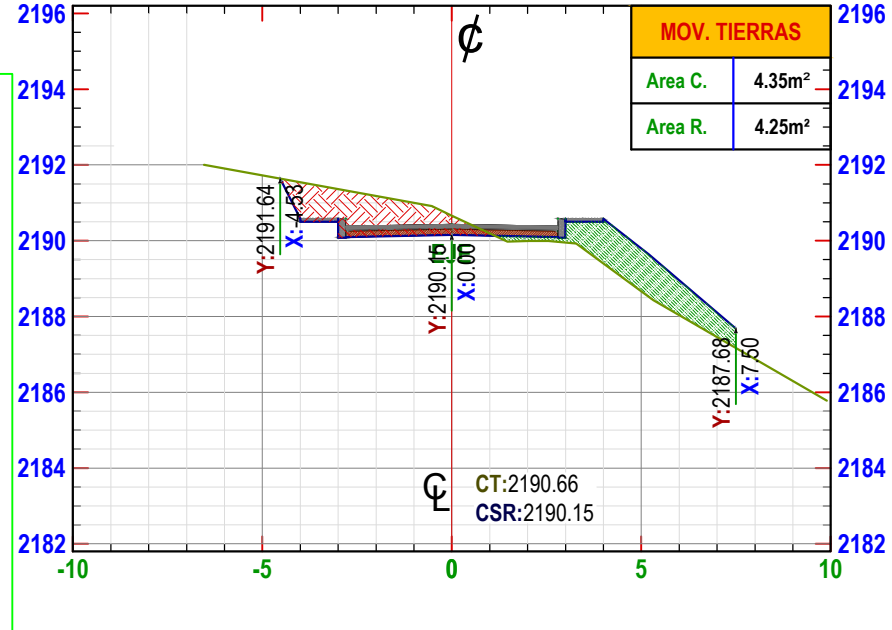
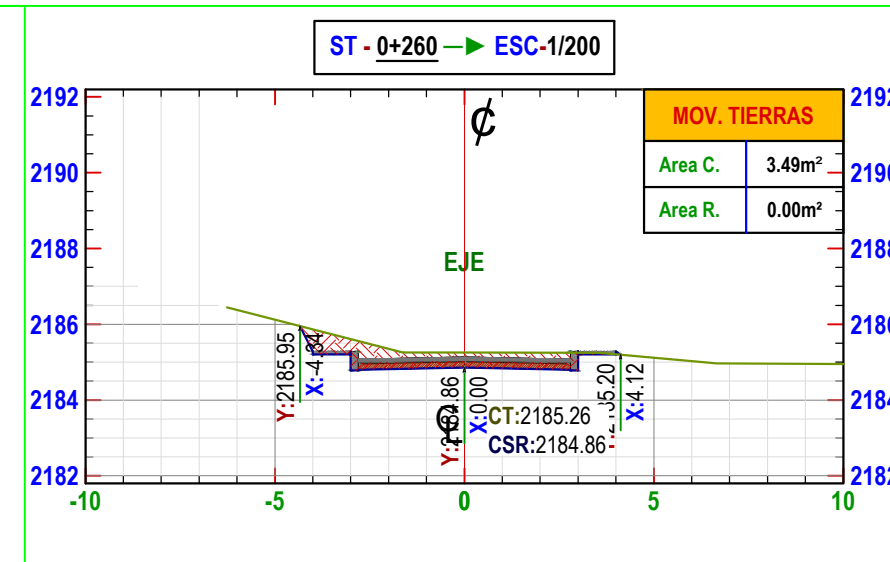
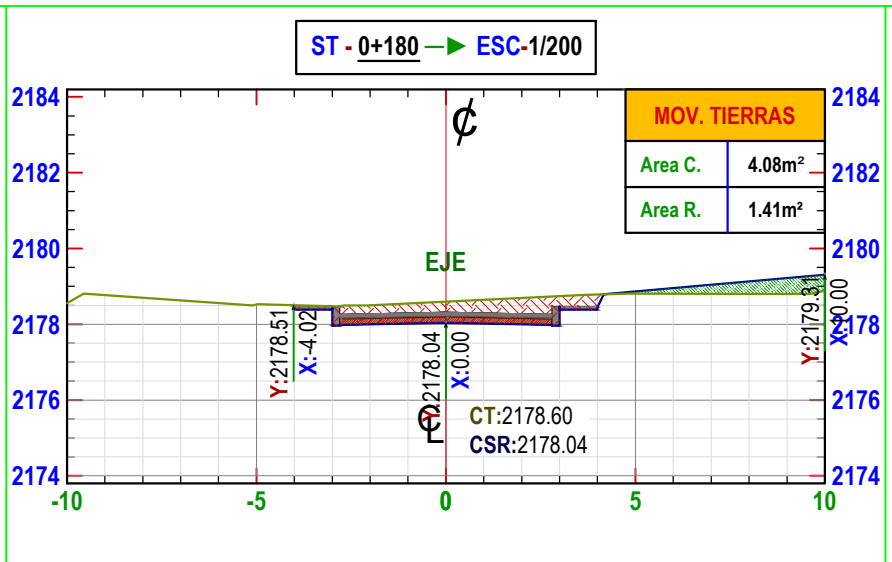
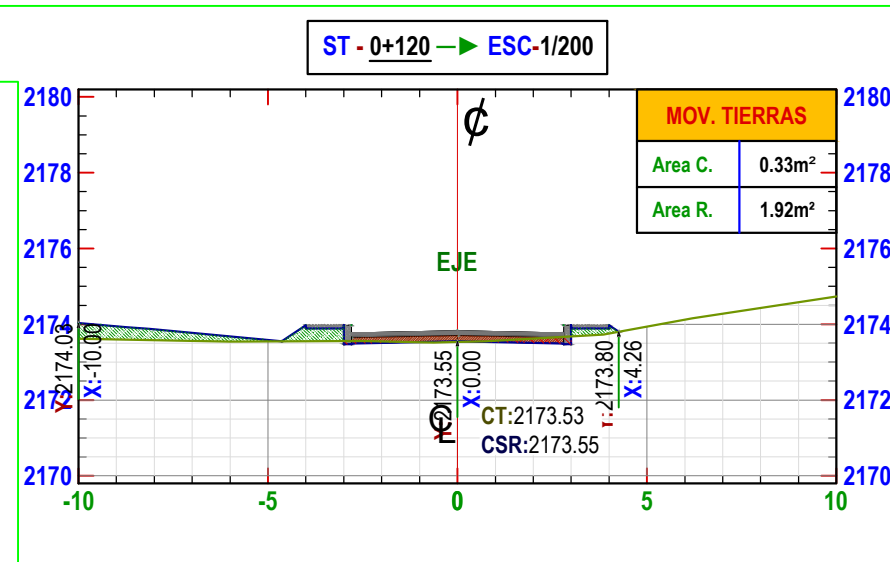
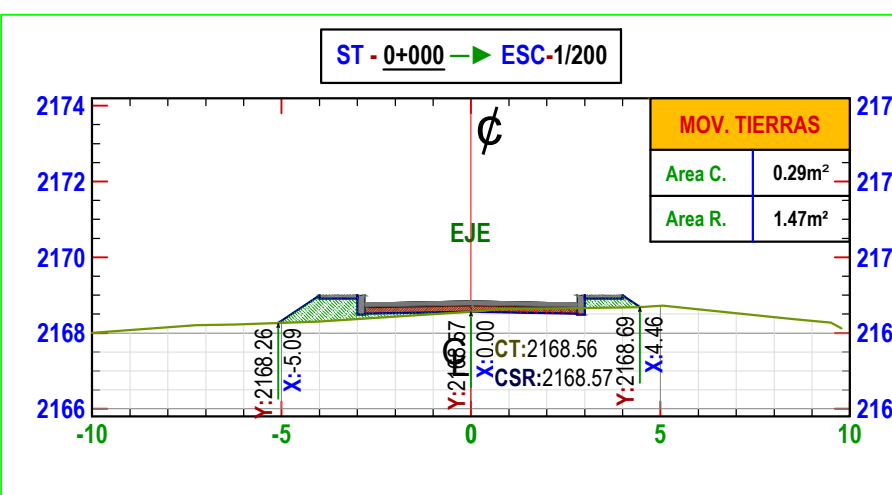
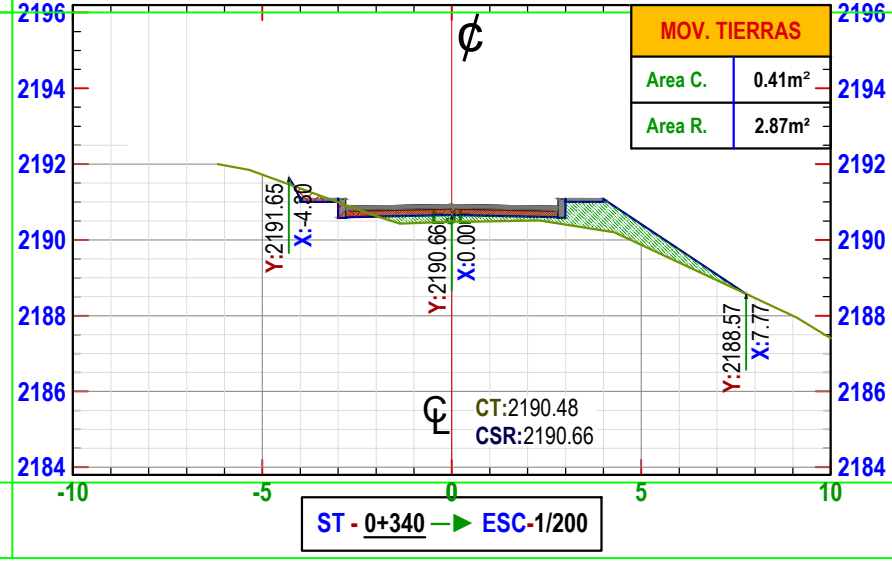
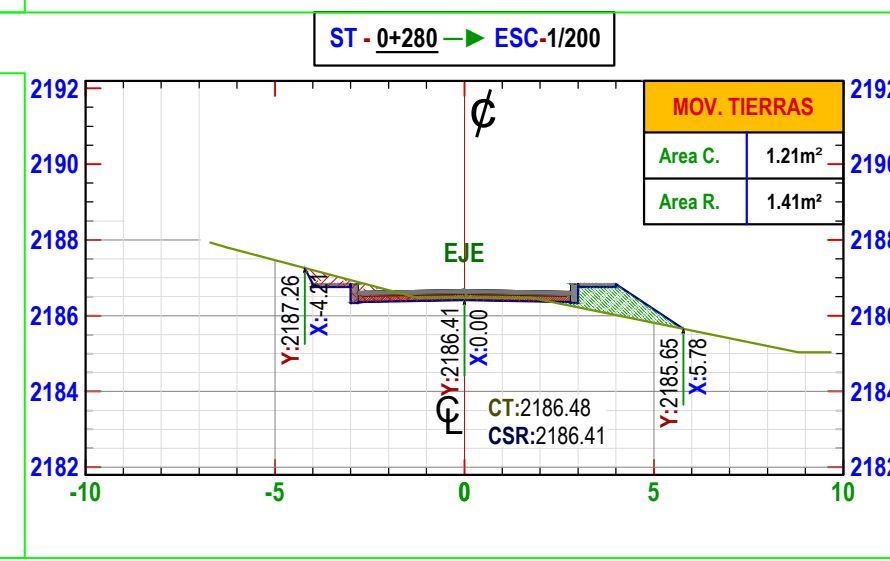
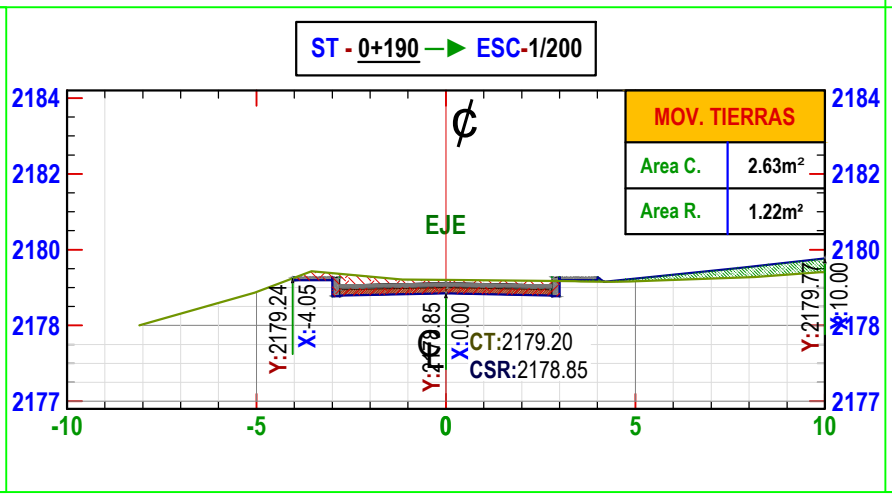
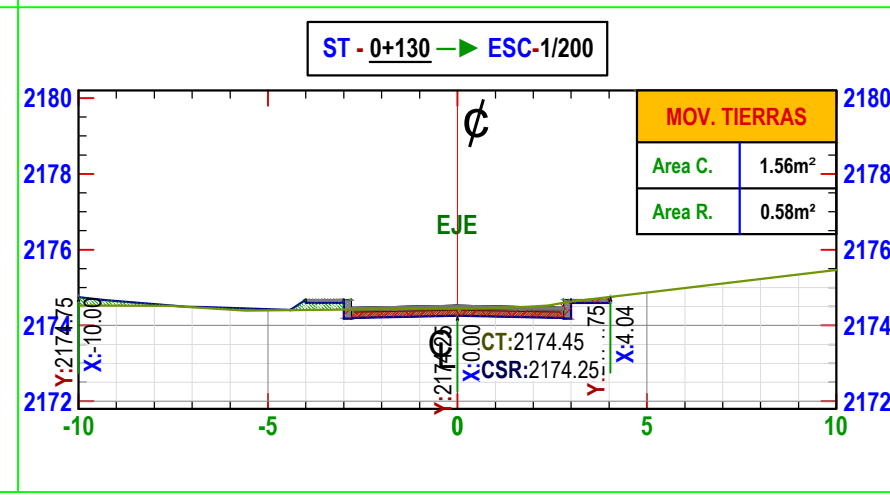
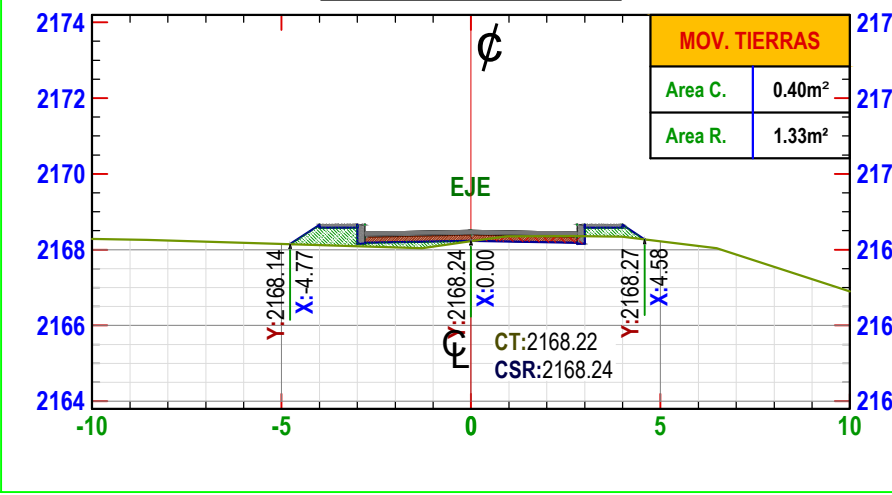
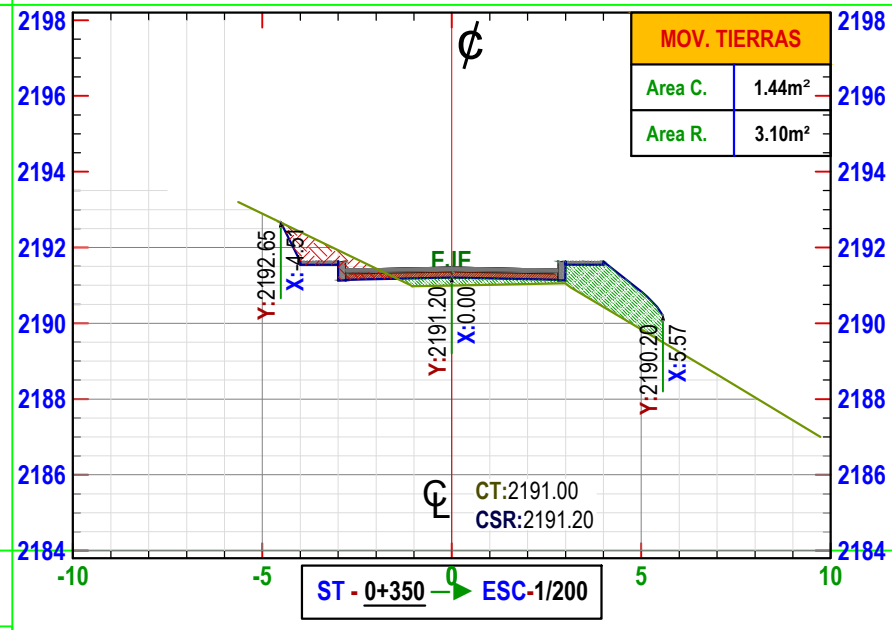
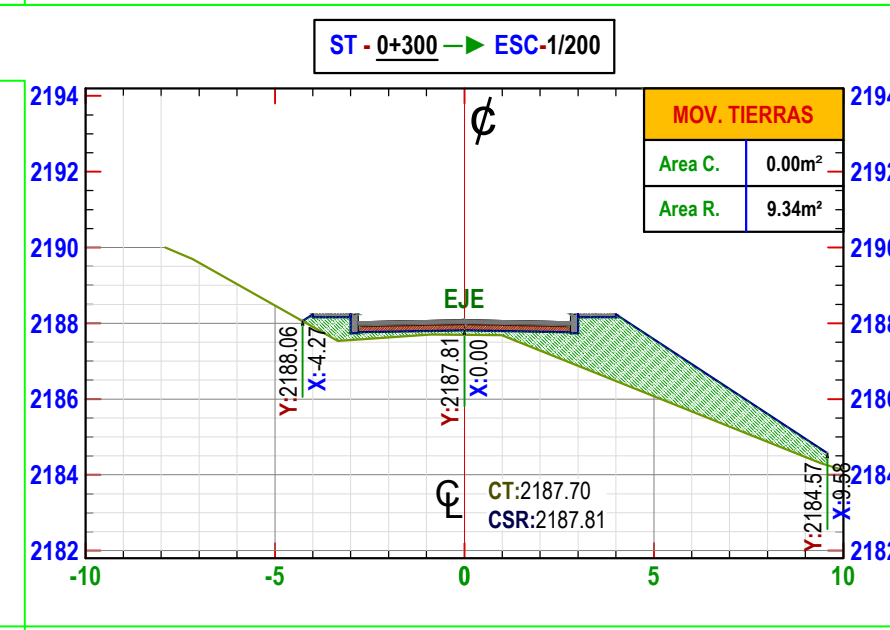
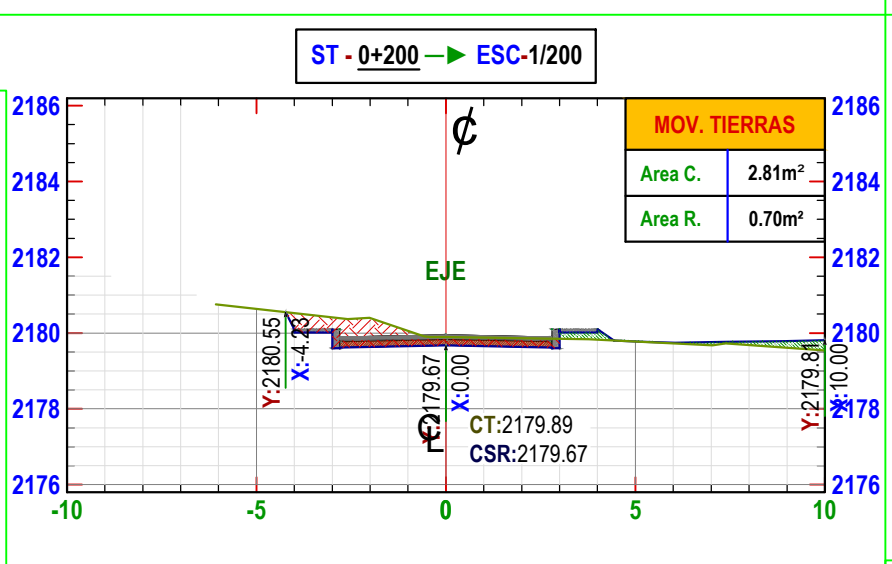
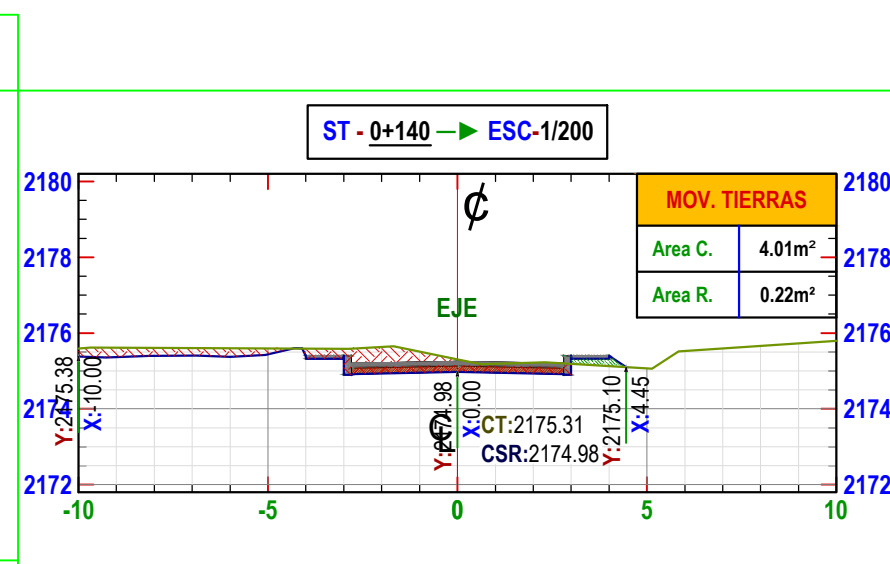
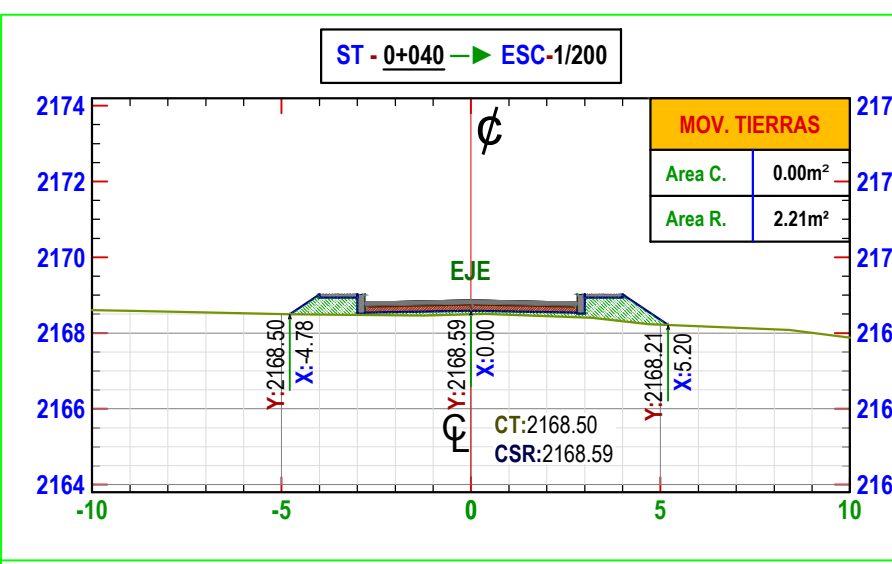
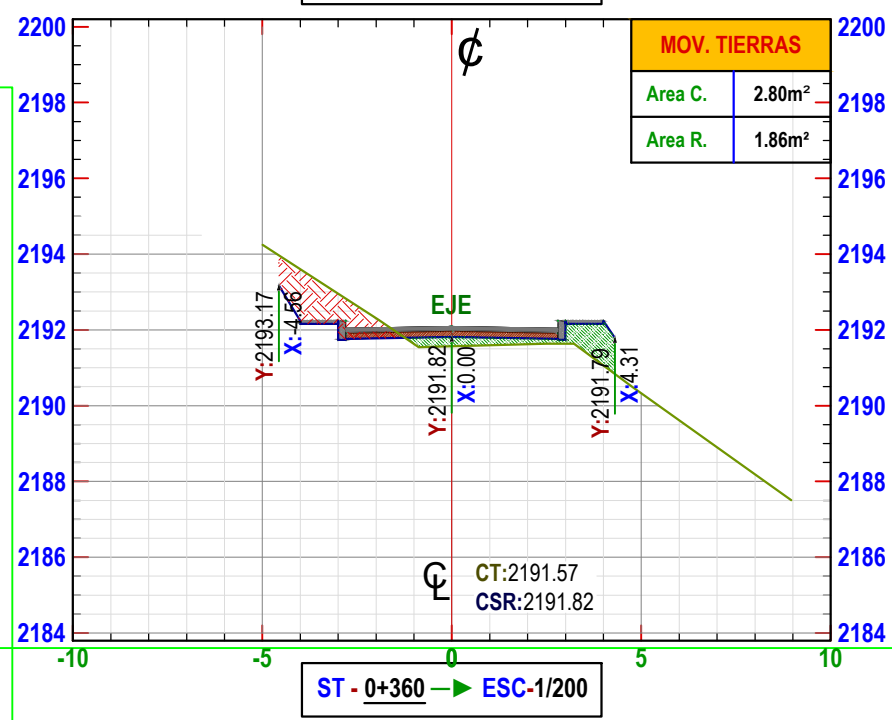
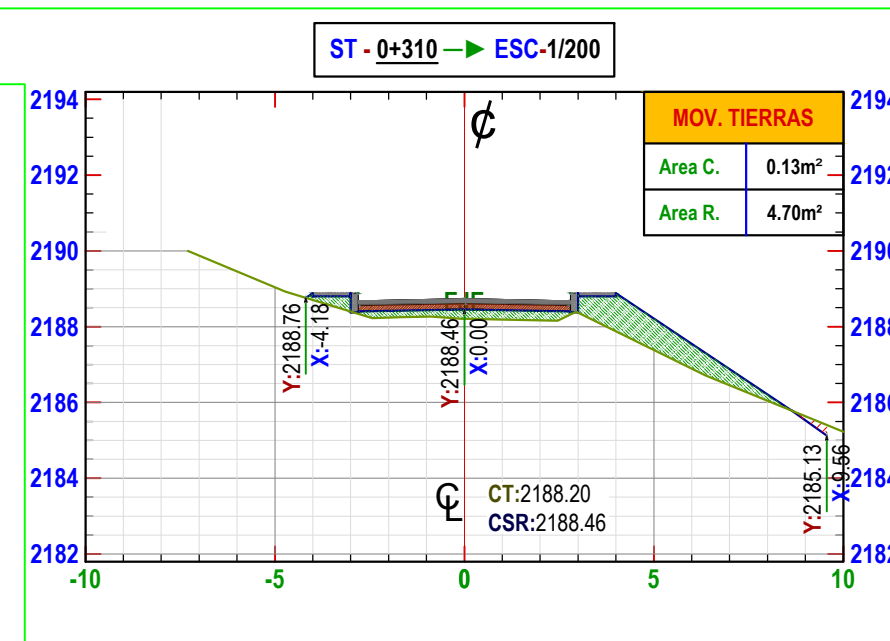
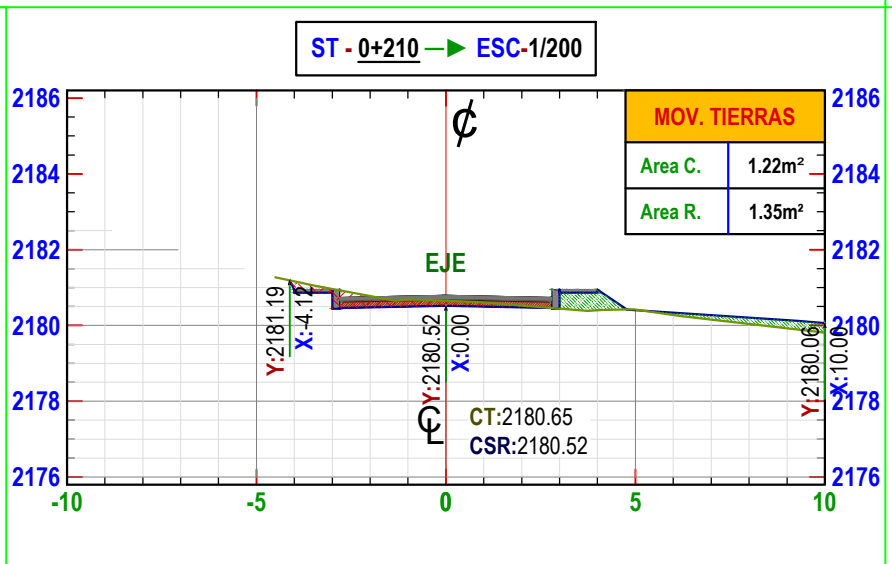
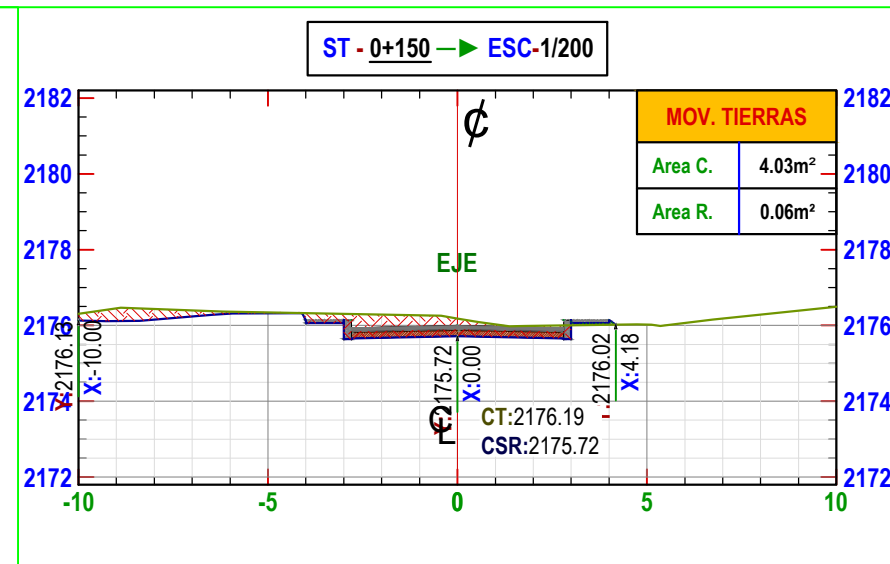
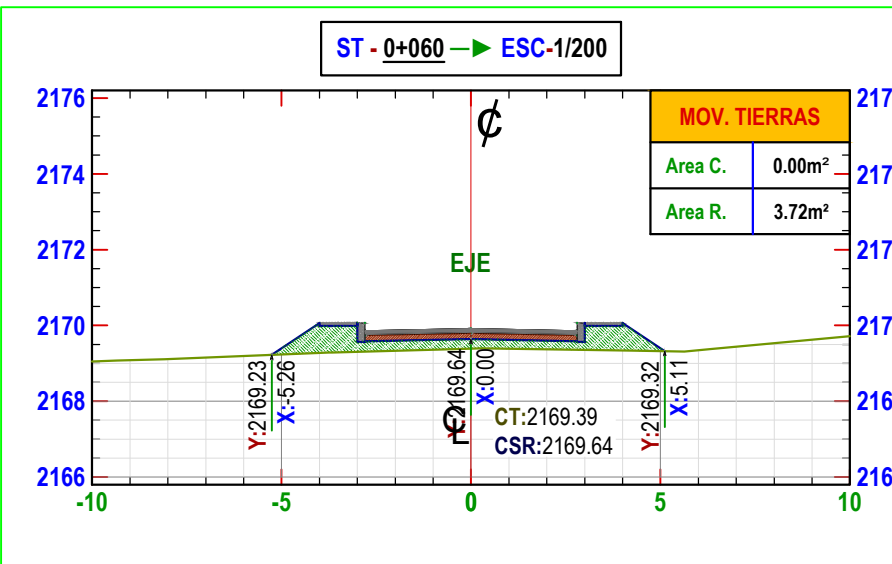
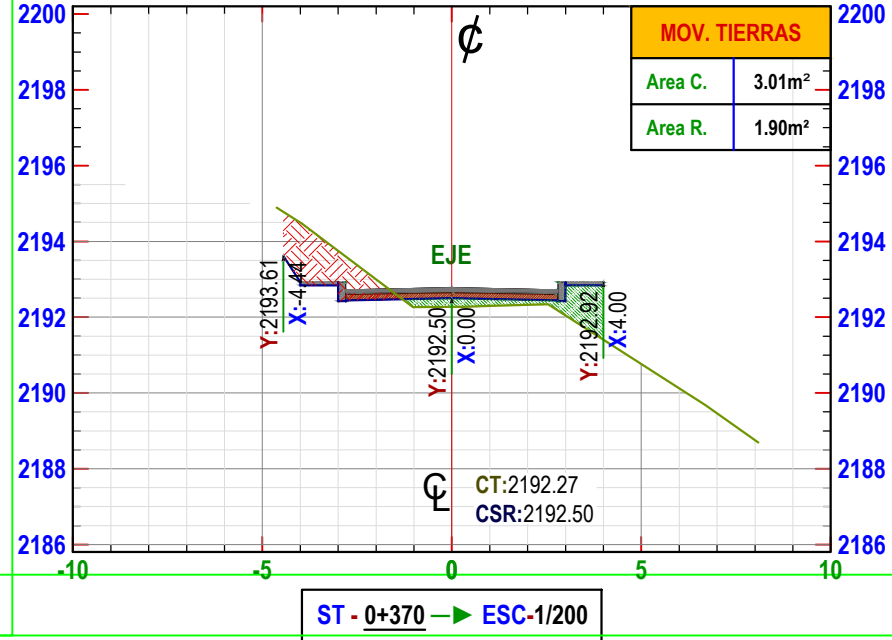
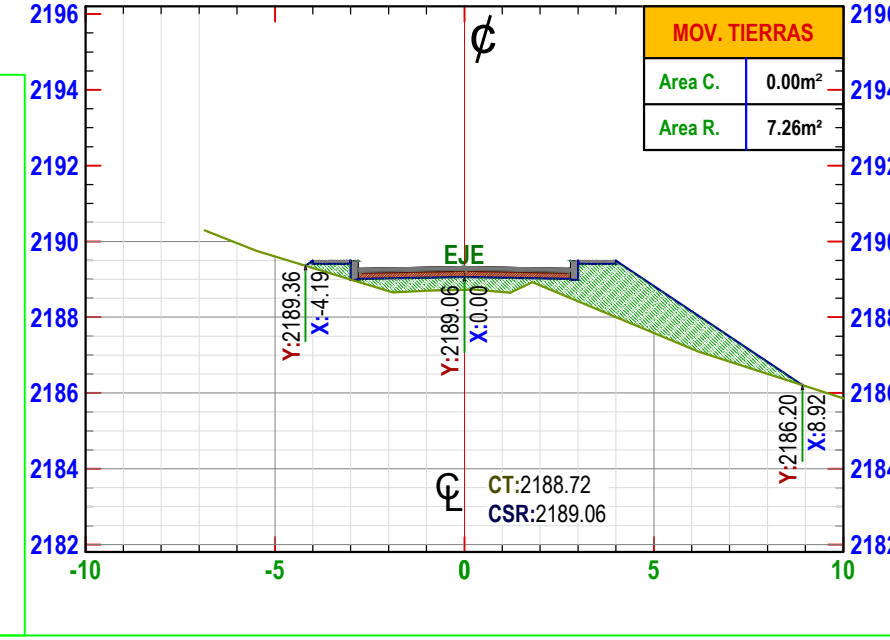
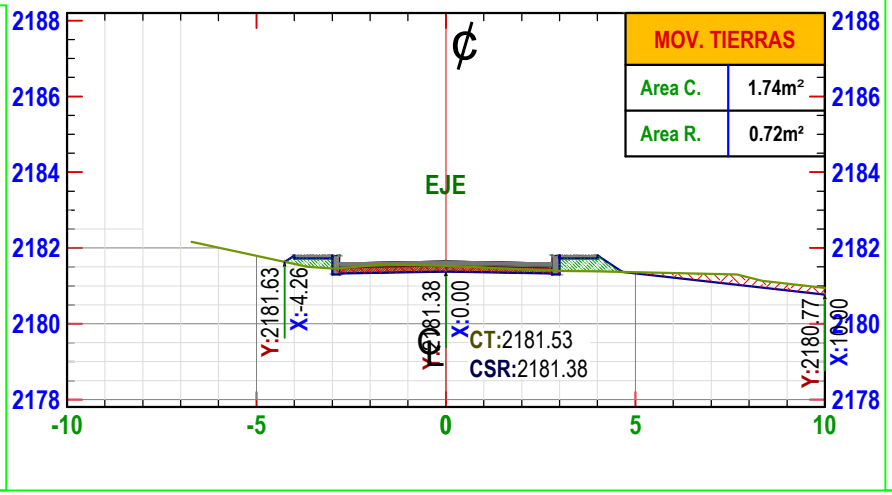
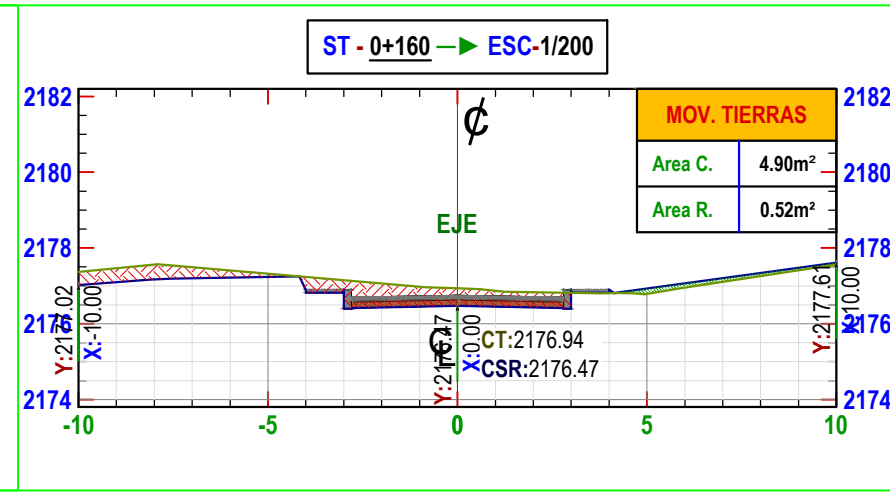
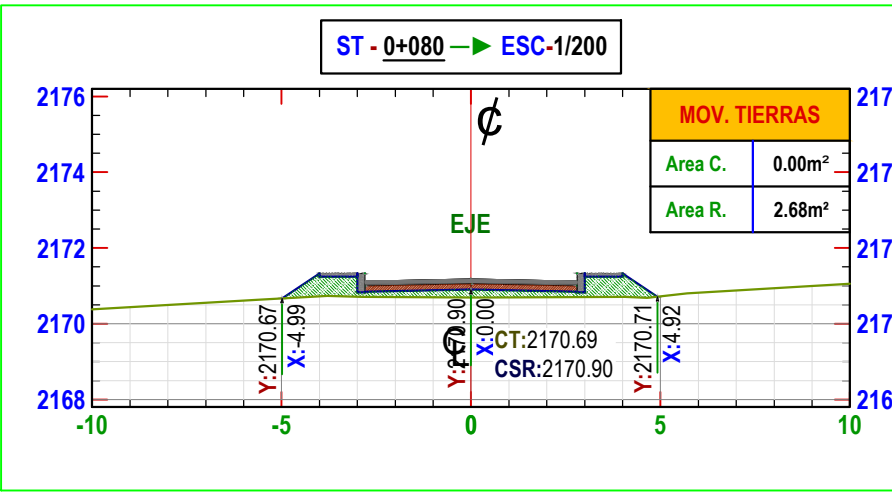
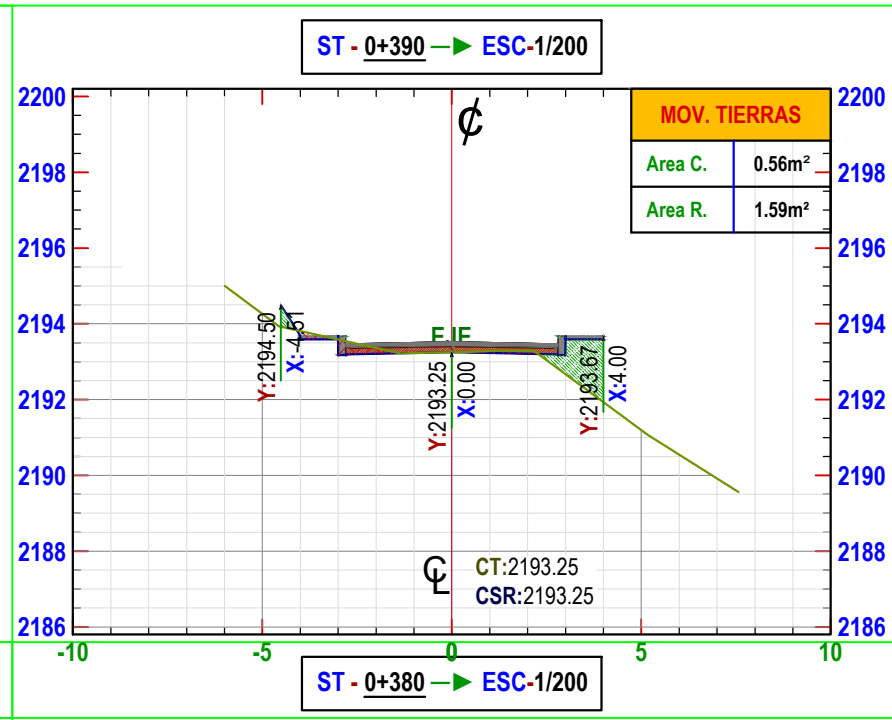
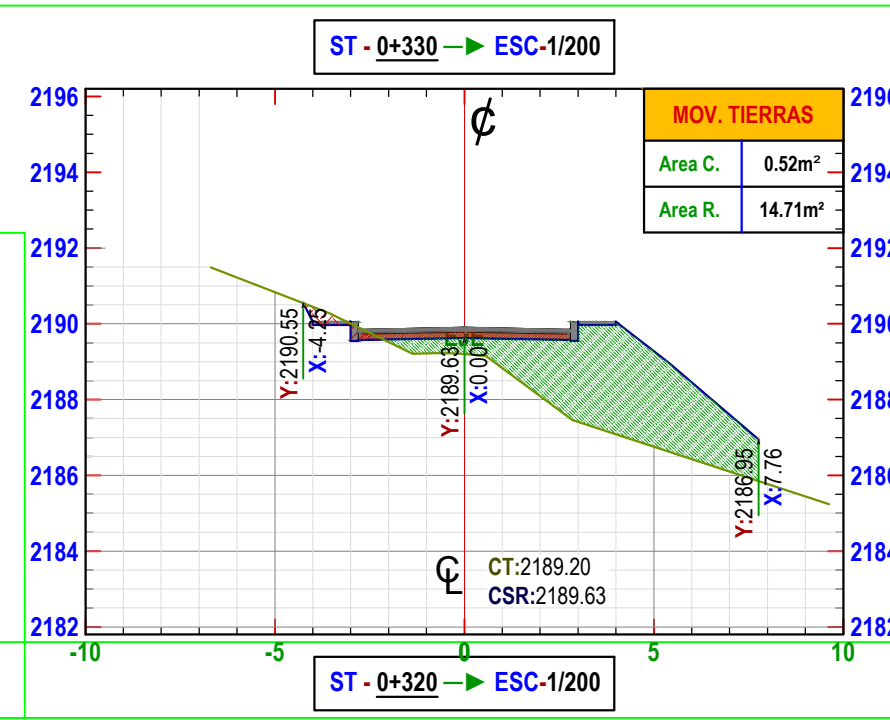
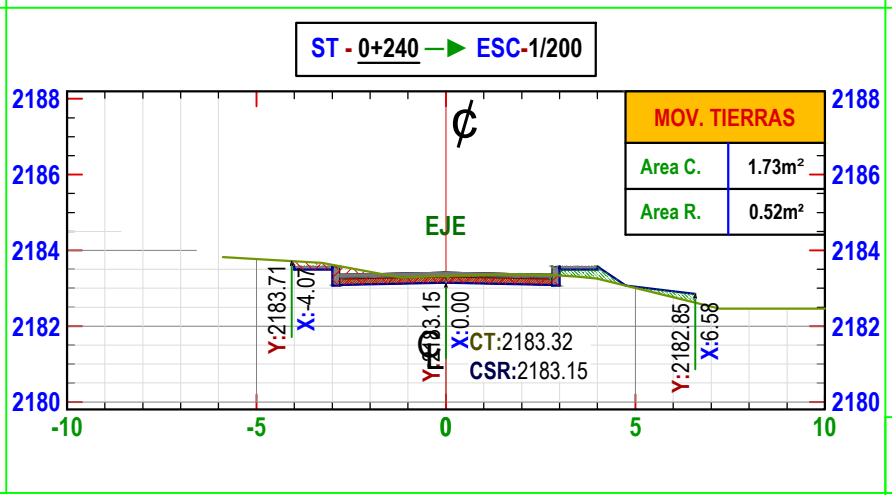
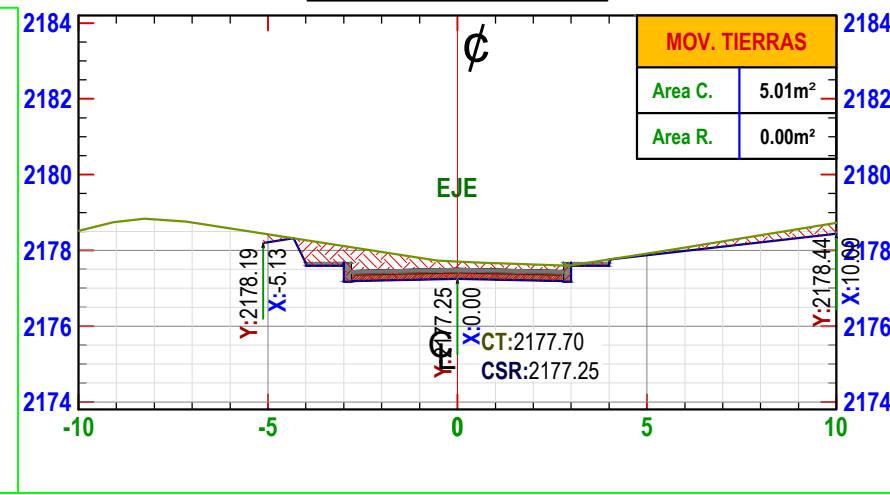
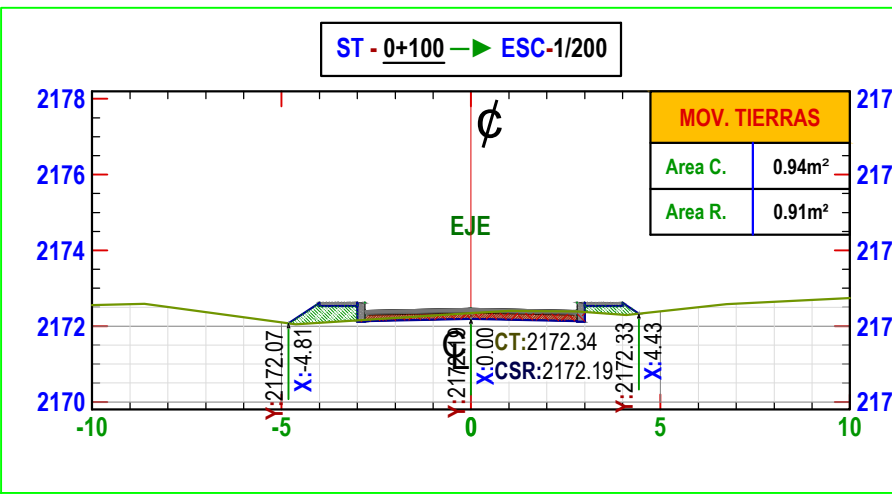
CONTIENE: DISEÑO GEOMÉTRICO VERTICAL TRAMO 3

SECTOR: GUAYLLABAMBA CALLE: TUNASPAMBA	LÁMINA 02 DE 04	ENERO 25
	ESCALA 1:1500	

DIBUJANTE: MIGUEL ANGEL ALVARADO



UNIVERSIDAD
INTERNACIONAL
SEK
SER MEJORES



ESTUDIO INTEGRAL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA
INFRAESTRUCTURA VIAL EN EL BARRIO DOÑA,
SECTORES TUNASPAMBA Y EL JARDIN, PARROQUIA
GUAYLLABAMBA

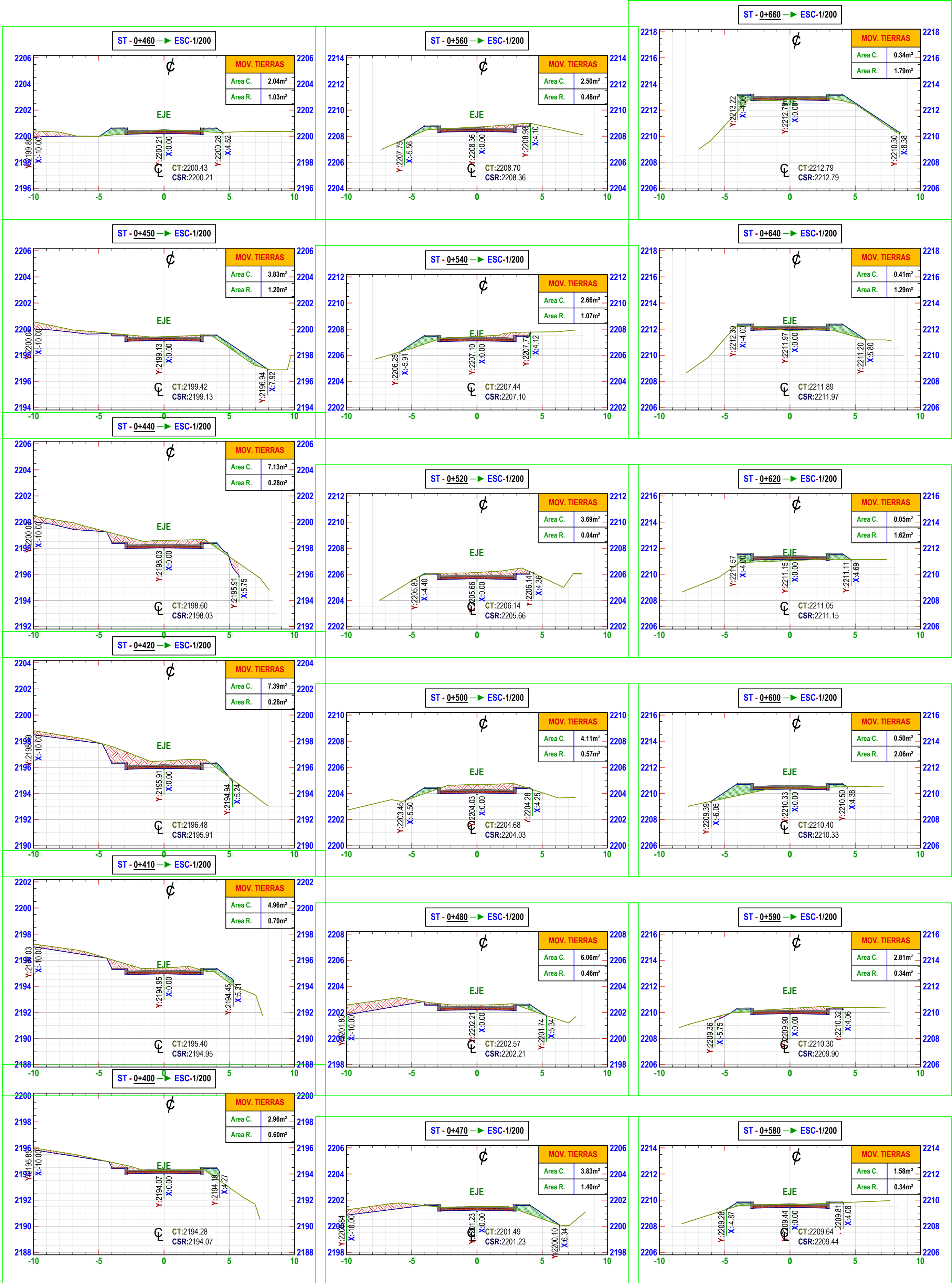
CONTIENE: SECCIÓN TRANSVERSAL TRAMO 3

SECTOR: GUAYLLABAMBA
CALLE: TUNASPAMBA

LÁMINA 03 DE 04
ESCALA 1:200
ENERO 25

DIBUJANTE: MIGUEL ANGEL ALVARADO

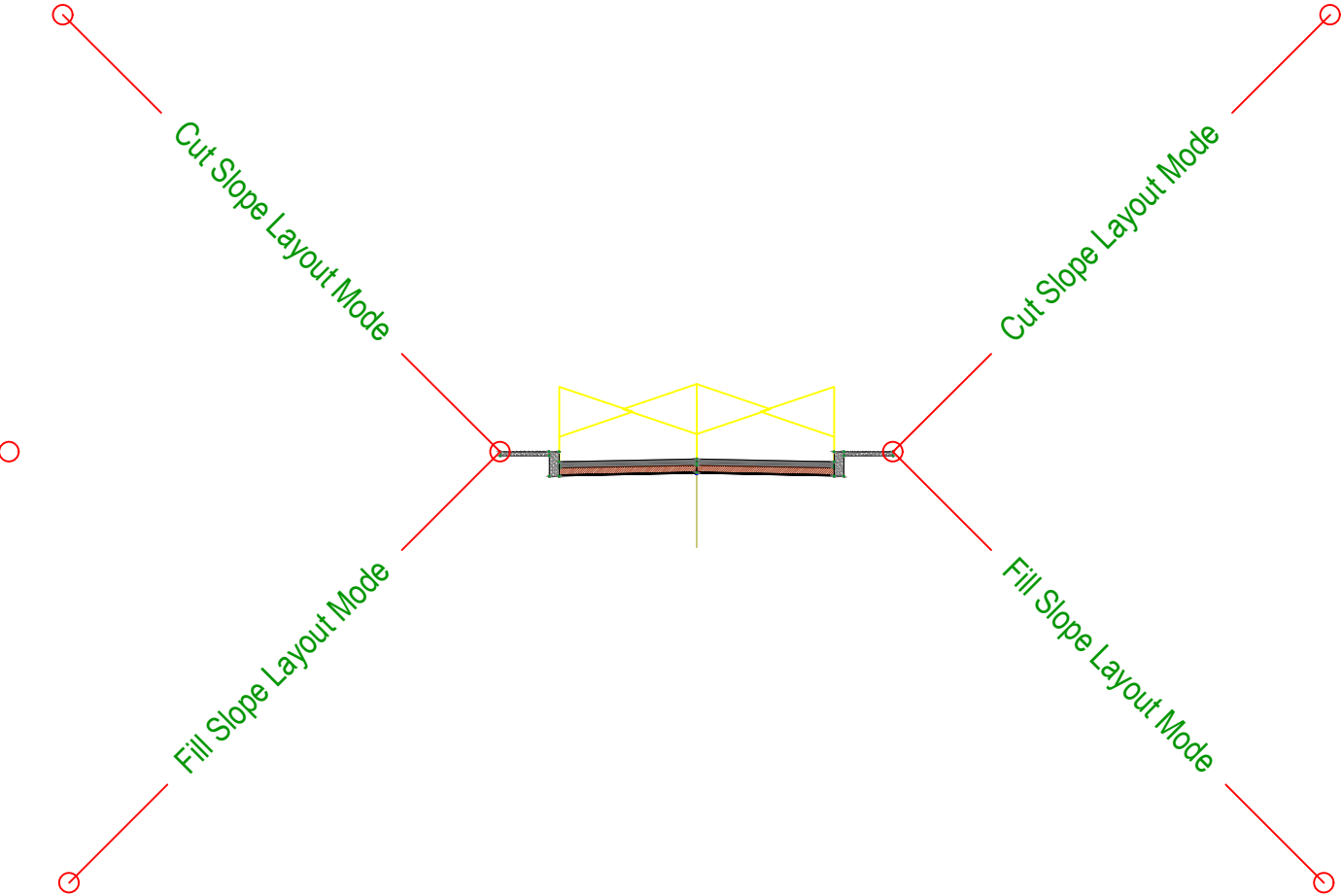




MOVIMIENTO DE TIERRAS						
PROG.	Área C. m²	Área R. m²	Vol. C. m³	Vol. R. m³	Vol. C. Acum. m³	Vol. R. Acum. m³
0+000	0.29	1.47	0.00	0.00	0.00	0.00
0+020	0.40	1.33	6.89	27.98	6.89	27.98
0+040	0.00	2.21	3.96	35.34	10.85	63.32
0+060	0.00	3.72	0.00	59.28	10.85	122.60
0+080	0.00	2.68	0.00	63.98	10.85	186.59
0+100	0.94	0.91	9.37	35.90	20.22	222.48
0+120	0.33	1.92	12.71	27.92	32.93	250.40
0+130	1.56	0.58	9.58	10.88	42.51	261.29
0+140	4.01	0.22	25.84	3.48	68.35	264.77
0+150	4.03	0.06	35.80	1.63	104.14	266.39
0+160	4.90	0.52	41.58	3.39	145.72	269.78
0+170	5.01	0.00	49.01	2.79	194.73	272.57
0+180	4.08	1.41	45.42	7.07	240.15	279.64
0+190	2.63	1.22	33.44	10.69	273.59	290.33
0+200	2.81	0.70	29.41	3.06	303.00	293.39
0+210	1.22	1.35	22.35	5.22	325.35	298.61
0+220	1.74	0.72	14.51	9.68	339.87	308.29
0+240	1.73	0.52	34.71	12.40	374.57	320.69
0+260	3.49	0.00	52.16	5.26	426.73	325.95
0+280	1.21	1.41	46.93	14.16	473.66	340.11

MOVIMIENTO DE TIERRAS						
PROG.	Área C. m²	Área R. m²	Vol. C. m³	Vol. R. m³	Vol. C. Acum. m³	Vol. R. Acum. m³
0+300	0.00	9.34	12.28	103.32	485.94	443.43
0+310	0.13	4.70	0.63	69.13	486.57	512.56
0+320	0.00	7.26	0.67	60.66	487.24	573.22
0+330	0.52	14.71	2.52	113.26	489.76	686.48
0+340	4.35	4.25	23.89	98.13	513.65	784.61
0+350	0.41	2.87	23.38	36.89	537.03	821.50
0+360	1.44	3.10	9.01	30.74	546.04	852.25
0+370	2.80	1.86	20.64	25.49	566.68	877.73
0+380	3.01	1.90	28.27	19.20	594.95	896.93
0+390	0.56	1.59	17.39	17.84	612.34	914.78
0+400	2.96	0.60	17.25	11.22	629.58	926.00
0+410	4.96	0.70	38.80	6.70	668.38	932.70
0+420	7.39	0.28	61.06	5.00	729.44	937.70
0+440	7.13	0.28	144.08	5.73	873.52	943.43
0+450	3.83	1.20	46.66	9.86	920.18	953.29
0+460	2.04	1.03	18.38	14.12	938.55	967.41
0+470	3.83	1.40	23.87	13.17	962.43	980.58
0+480	6.06	0.46	49.47	9.30	1011.89	989.88
0+500	4.11	0.57	101.75	10.32	1113.65	1000.21
0+520	3.69	0.04	77.93	6.16	1191.58	1006.37

MOVIMIENTO DE TIERRAS						
PROG.	Área C. m²	Área R. m²	Vol. C. m³	Vol. R. m³	Vol. C. Acum. m³	Vol. R. Acum. m³
0+540	2.66	1.07	63.33	11.21	1254.90	1017.58
0+560	2.50	0.48	51.62	15.52	1306.53	1033.10
0+580	1.58	0.34	40.85	8.17	1347.37	1041.27
0+590	0.81	0.34	22.01	3.25	1369.39	1044.52
0+600	0.50	2.06	16.54	12.01	1385.93	1056.53
0+620	0.05	1.62	5.53	36.77	1391.46	1093.30
0+640	0.41	1.29	4.68	29.08	1396.14	1122.38
0+660	0.34	1.79	7.49	30.80	1403.62	1153.18



ESTUDIO INTEGRAL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA
INFRAESTRUCTURA VIAL EN EL BARRIO DOÑA,
SECTORES TUNASPAMBA Y EL JARDIN, PARROQUIA
GUAYLLABAMBA

CONTIENE: SECCIÓN TRANSVERSAL - VOLÚMENES
TRAMO 3

SECTOR: GUAYLLABAMBA
CALLE: TUNASPAMBA

DIBUJANTE: MIGUEL ANGEL ALVARADO

