



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE GUAYAQUIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**DISEÑO VIAL DE LA AV. B, PARROQUIA TONSUPA DEL CANTÓN
ATACAMES**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniero Civil

AUTORES:

Mark Wilson Caicedo Hurtado.

Kevin Geovanny Paredes Reyes.

TUTOR:

ING. LEONARDO ECHEVERRIA FABRE. DBA.

Guayaquil – Ecuador

2025

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Kevin Geovanny Paredes Reyes con documento de identificación N° 2300642820 y Mark Wilson Caicedo Hurtado con documento de identificación N° 0850862434; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Atentamente,



Kevin Geovanny Paredes Reyes

CI. 2300642820



Mark Wilson Caicedo Hurtado

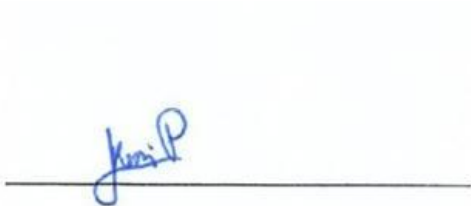
CI. 0850862434

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACION A
LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, Kevin Geovanny Paredes Reyes con documento de identificación N° 2300642820 y Mark Wilson Caicedo Hurtado con documento de identificación N° 0850862434, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del proyecto técnico: DISEÑO VIAL DE LA AV. B, PARROQUIA TONSUPA DEL CANTÓN ATACAMES, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de Ingeniero Civil, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

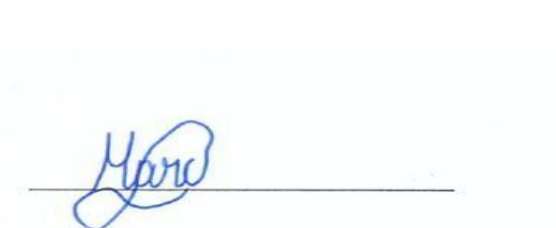
En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Atentamente,



Kevin Geovanny Paredes Reyes

CI. 2300642820



Mark Wilson Caicedo Hurtado

CI. 0850862434

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Leonardo Javier Echeverria Fabre con documento de identificación N° 0902190883, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DISEÑO VIAL DE LA AV. B, PARROQUIA TONSUPA DEL CANTÓN ATACAMES, realizado por Kevin Geovanny Paredes Reyes con documento de identificación N° 2300642820 y por Mark Wilson Caicedo Hurtado con documento de identificación N° 0850862434, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Atentamente,



Ing. Leonardo Javier Echeverria Fabre, DBA.

CC. 0902190883

AGRADECIMIENTO

Expresamos nuestro más profundo agradecimiento a la Universidad Politécnica Salesiana, Institución que ha sido nuestra guía en nuestro recorrido académico. Con inmensa gratitud, reconocemos al Dr. Leonardo Echeverría, quien fue nuestro orientador en el desarrollo de la tesis. Su conocimiento y constancia fueron fundamentales para avanzar con firmeza y culminar con éxito esta etapa.

Agradecemos también al Ing. Jorge Moran, por el apoyo técnico en los laboratorios de suelos ya que fueron fundamentales para esta tesis.

Finalmente, un agradecimiento a todos los ingenieros ya que, con su entrega a su enseñanza, han tejido la red que nos sostiene en nuestro camino profesional.

Kevin Geovanny Paredes Reyes.

AGRADECIMIENTO

Queremos expresar nuestro sincero agradecimiento a la Universidad Politécnica Salesiana, por brindarnos no solo formación académica, sino también valores que han guiado nuestro crecimiento personal y profesional. Con especial gratitud reconocemos al Dr. Leonardo Echeverría, quien, con su paciencia, conocimiento y orientación constante, fue un pilar esencial durante la elaboración de este trabajo de tesis.

Extendemos también nuestro agradecimiento al Ing. Jorge Morán, por su valiosa colaboración en los laboratorios de suelos. Su apoyo técnico y disposición fueron claves para el desarrollo de esta investigación.

Finalmente, a todos los docentes e ingenieros que han compartido con nosotros su experiencia y vocación, gracias por contribuir con dedicación a nuestra formación. Su compromiso ha dejado una huella significativa en nuestro camino.

Mark Wilson Caicedo Hurtado.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres, pilares fundamentales en mi vida. Su ejemplo de esfuerzo, integridad y amor incondicional ha sido la base sobre la cual he construido mis sueños. Gracias por enseñarme que la perseverancia y el trabajo honesto siempre dan fruto. Cada paso que doy lleva consigo su enseñanza y su sacrificio silencioso.

A mi abuela que han sido, luz constante en los momentos difíciles. Tu amor, paciencia y entrega son el motor que me impulsa a seguir adelante. Este logro también es tuyo, porque has sido mi fortaleza en cada etapa.

A mi hermano, Jesús Caicedo, por ser parte importante de este camino. Como hermano mayor, te dedico este logro con orgullo y cariño, con la esperanza de que te inspire a seguir tus propios sueños con fuerza y determinación.

También agradezco a mis amigos y personas que me acompañaron en esta etapa en Guayaquil. Cada momento compartido, tanto los buenos como los difíciles, fue parte esencial de esta experiencia.

Mark Wilson Caicedo Hurtado.

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a mis padres, base sólida sobre la que se ha construido este logro.

Su amor inquebrantable y su permanente respaldo han sido la guía que me ha llevado hasta aquí, por su esfuerzo constante y generoso, entregado con el único propósito de ver cumpliendo mi sueño.

A mi hermana, Sandy Paredes y Jennifer Paredes, la cual tuve un apoyo que me impulsó a seguir adelante.

También agradezco a todos mi amigos y personas que me acompañaron durante esta etapa en Guayaquil. Las vivencias compartidas, tanto en los buenos como en los no tan buenos momentos.

Kevin Geovanny Paredes Reyes.

RESUMEN

El presente proyecto tiene como finalidad desarrollar una propuesta de diseño vial para la avenida B, ubicado en la parroquia de Tonsupa, cantón Atacames, provincia de Esmeraldas. Este sector, a pesar de su crecimiento urbanístico y turístico, presenta serias deficiencias en su infraestructura vial, lo que repercute negativamente en la movilidad, la seguridad y el bienestar de sus habitantes.

Para abordar esta problemática, se llevó a cabo un proceso técnico completo que incluyó el levantamiento topográfico del área, el estudio del volumen de tránsito actual y proyectado, el análisis de la situación del drenaje superficial y la caracterización geotécnica del suelo mediante ensayos de laboratorio. Con base en estos insumos, se diseñó una vía que responde a las condiciones reales del terreno, priorizando la funcionalidad, la durabilidad y el cumplimiento de las normativas vigentes.

El diseño propuesto considera la geometría horizontal y vertical de la vía, la sección estructural del pavimento, el sistema de drenaje y los elementos de seguridad vial necesarios para garantizar un adecuado nivel de servicio. El objetivo es brindar una solución técnica viable que mejore la conectividad del sector, impulse el desarrollo económico local y contribuya a una planificación urbana más ordenada y sostenible.

Palabras claves: Diseño vial, Vías, Topografía, Drenaje vial

ABSTRACT

This project aims to develop a technical proposal for the road design of Avenida B, located in the parish of Tonsupa, Atacames canton, Esmeraldas province. Despite the notable urban and touristic growth of the area, its current road infrastructure shows significant deficiencies that negatively impact mobility, safety, and the well-being of local residents.

To address this issue, a comprehensive technical process was carried out, which included topographic surveying of the area, analysis of current and projected traffic volumes, evaluation of the surface drainage system, and geotechnical characterization of the soil through laboratory testing. Based on this data, a road design was developed that responds to the actual terrain conditions, prioritizing functionality, durability, and compliance with current regulations.

The proposed design includes the horizontal and vertical alignment of the road, the pavement structural section, the drainage system, and the necessary safety elements to ensure an adequate level of service. The objective is to provide a viable and technically sound solution that improves the connectivity of the sector, supports local economic development, and contributes to a more organized and sustainable urban planning process.

Key words: Road design, roadways, topography, road drainage

Tabla de contenido

CAPÍTULO I: Antecedentes y Generalidades	15
1.1. Introducción.....	15
1.2. Problema de estudio.....	16
1.3. Antecedentes.....	17
1.4. Importancia y alcance.....	19
1.5. Delimitación.....	19
1.6. Justificación.....	20
1.7. Objetivos.....	22
1.7.1. Objetivo General.....	22
1.7.2. Objetivos Específicos	22
1.8. Marco Hipotético.....	22
1.9. Ubicación del proyecto	22
2. CAPÍTULO II: Marco teórico	24
2.1. Fundamentos del diseño vial	24
2.2. Tráfico.....	25
2.2.1. Tráfico Promedio Diario Anual.....	25
2.2.2. Tráfico Actual.....	25
2.2.3. Tránsito futuro.....	25
2.2.4. Volumen de tráfico	26
2.2.5. Tipos de vehículos.....	26
2.3. Diseño Geométrico Vial	28
2.4. Tipos de pavimentos.....	29
2.5. Tránsito y movilidad.....	30
2.6. Drenaje vial.....	31
2.7. Normativa técnica nacional (NEVI-12, MOP, INEN)	32

3. CAPÍTULO III: Metodología.....	33
3.1. Tipo de investigación	33
3.2. Método.....	34
3.3. Técnicas de recolección de información	35
3.4. Proceso técnico.....	36
3.4.1. Obtención de Topografía	36
3.4.2. Volumen de tráfico actual y futuro	36
3.4.3. Sistema de drenaje	37
3.4.4. Diseño geométrico horizontal.....	38
3.4.5. Diseño geométrico vertical	39
3.4.6. Estudio de Suelo	40
3.4.7. Ensayo Granulométrico.....	41
3.4.8. Límites de Atterberg	45
3.4.9. Ensayo Proctor Modificado.....	48
4.2. Tipo de terreno	52
4.3. Sistema de coordenadas.....	52
4.3.1. Sistema UTM.....	52
4.4. Ubicación del proyecto	53
4.5. Posicionamiento de puntos de control o BMs	53
4.5.1. Procedimiento	53
4.6. Trabajo en campo	54
CAPÍTULO V: Estudio de tráfico.....	55
5.1. Método de conteo.....	55
5.2. Determinación del TPDA.....	56
5.3. Clasificación de tipo de vía.....	57
CAPÍTULO VI: Diseño Geométrico	61
6.1. Velocidad de diseño.....	61
6.2. Velocidad de circulación	62
6.3. Diseño horizontal.....	63
6.3.1. Curvas circulares	63
6.3.2. Peralte	63
6.3.3. Distancia de visibilidad.....	64
6.3.4. Distancia de visibilidad para parada vehicular	64
6.3.5. Distancia de visibilidad para rebasamiento vehicular	65
6.3.6. Sección vial.....	67
6.3.7. Espaldones.....	67

6.3.8. Pendiente transversal	69
6.4. Alineamiento vertical.....	70
6.5. Corte y Relleno	70
CAPÍTULO VII: Drenaje Vial	71
7.1. Drenaje superficial.....	71
7.2. Selección de obra hidráulica	71
7.2.1. Parámetros de evaluación	71
7.2.2. Diseño de la obra hidráulica correspondiente	71
CAPÍTULO VIII: Estructura del pavimento	72
8.1. Ejes equivalentes	72
8.2. Cálculo de espesores de la estructura del pavimento.....	72
CONCLUSIONES.....	76
RECOMENDACIONES.....	77
BIBLIOGRAFÍA	78
ANEXOS.....	79

Índice de figuras

Ilustración 1. Estado actual sitio de proyecto.....	17
Ilustración 2. Ubicación Av. B.....	20
Ilustración 3. Ubicación del proyecto	22
Ilustración 4. TABLA NACIONAL DE PESOS Y DIMENSIONES	26
Ilustración 5. Pavimento rígido.....	29
Ilustración 6. Pavimento flexible.....	29
Ilustración 7. Pavimento articulado	30
Ilustración 8. Curva Granulométrica Calicata 1.....	41
Ilustración 9. Curva Granulométrica Calicata 2.....	43
Ilustración 10. Límites de Atterberg Calicata 1.	46
Ilustración 11. Límites de Atterberg Calicata 2.	47
Ilustración 12. Límites de Atterberg Calicata 3.	48
Ilustración 13. CBR Calicata 1.....	49
Ilustración 14. CBR Calicata 2.....	50
Ilustración 15. CBR Calicata 3.....	51
Ilustración 16. Fotografía del estado actual de la Avenida B.....	55
Ilustración 17. Esquema de Camino Básico	58
Ilustración 18. Sección Vial tramos I, II y III	67
Ilustración 19. Sección Vial tramo IV	67
Ilustración 20. Pendiente transversal	70
Ilustración 21. Estructura del pavimento	75

Índice de tablas

Tabla 1. Coordenadas del proyecto.....	52
Tabla 2. Clasificación del Terreno por la Pendiente	52
Tabla 3. Posición BMs	54
Tabla 4. Cantidad de vehículos contados.....	56
Tabla 5. TPDA futuro.....	57
Tabla 6. Clasificación funcional de las vías en base al TPDA	58
Tabla 7. Clasificación de carreteras en función de tráfico proyectado	59
Tabla 8. Función de las carreteras según su TPDA.....	60
Tabla 9. Velocidad de diseño.....	61
Tabla 10. Velocidad de diseño para la avenida B.	61
Tabla 11. Velocidad de circulación para la avenida B	62
Tabla 12. Tramos Avenida B.....	63

Tabla 13. Distancia de visibilidad.....	65
Tabla 14. Distancia de visibilidad para rebasamiento	66
Tabla 15. Ancho de espaldones	69
Tabla 16. Caudal de diseño.....	71
Tabla 17. Cálculo ejes equivalentes	72
Tabla 18. Parámetros de cálculo ejes equivalentes	72
Tabla 19. Numero estructural subrasante.....	74
Tabla 20. Numero estructural base y subbase	74
Tabla 20. Espesores del pavimento.....	74
Tabla 22. Espesores del pavimento.....	75

CAPÍTULO I: Antecedentes y Generalidades

1.1. Introducción

El desarrollo urbano en zonas costeras del Ecuador ha crecido de forma acelerada en los últimos años, impulsado en gran parte por el turismo y la expansión poblacional. Sin embargo, este crecimiento no siempre ha sido acompañado por una adecuada planificación vial, lo que ha generado serias deficiencias en la infraestructura de muchos sectores. La parroquia de Tonsupa, ubicada en el cantón Atacames de la provincia de Esmeraldas, es un claro ejemplo de esta problemática. A pesar de su potencial turístico y económico, muchas de sus vías presentan un estado precario que dificulta el tránsito, afecta la calidad de vida de los habitantes y limita el desarrollo integral de la zona.

Entre los sectores más afectados se encuentra el área de la Avenida B, donde la falta de diseño vial adecuado, el deterioro de las calles, la ausencia de sistemas de drenaje y la carencia de señalización generan condiciones poco seguras y altamente ineficientes para la movilidad. Ante esta realidad, surge la necesidad de proponer un diseño vial que responda a las condiciones topográficas, al volumen de tráfico actual y proyectado, y que, a su vez, cumpla con la normativa técnica vigente en el país.

El presente proyecto tiene como finalidad plantear una propuesta integral de diseño vial para el sector de la Avenida B. Para ello, se han desarrollado diversas actividades técnicas como el levantamiento topográfico, el análisis de tránsito, el estudio del drenaje superficial y la caracterización del terreno mediante ensayos de laboratorio.

Cada uno de estos procesos se ha llevado a cabo con el objetivo de generar un diseño funcional, seguro y sostenible, que contribuya a mejorar la calidad de vida de los habitantes del sector y potencie el desarrollo económico de la zona.

Este trabajo no solo representa un aporte técnico desde la perspectiva académica, sino también una herramienta útil para la toma de decisiones por parte de los organismos responsables de la planificación territorial. Con base en criterios normativos y el análisis de campo, se busca garantizar que la propuesta cumpla con los estándares requeridos para su futura ejecución. La intervención en este tipo de sectores no puede seguir postergándose, ya que de ella depende en gran medida la consolidación de una red vial que responda a las demandas actuales y futuras del cantón Atacames.

1.2. Problema de estudio

El desarrollo urbano acelerado de zonas turísticas costeras en Ecuador, como es el caso del sector donde se ubica la Avenida B, en la parroquia de Tonsupa, ha generado un crecimiento desordenado que no siempre está acompañado de la infraestructura vial adecuada. Las imágenes levantadas en campo evidencian un escenario crítico: ausencia total de pavimentación, falta de señalización vial, condiciones deficientes de accesibilidad peatonal y carencia de sistemas de drenaje pluvial. Esta situación expone tanto a residentes como a turistas a constantes riesgos, especialmente en temporada invernal, cuando la acumulación de agua y el deterioro del terreno dificultan la circulación vehicular y peatonal.

El problema no es aislado. Investigaciones recientes señalan que muchas zonas urbanas de vocación turística en la región litoral enfrentan similares desafíos de infraestructura, los cuales afectan no solo la calidad de vida, sino también la competitividad turística y el desarrollo económico local (Pineda, 2015). La falta de

planificación vial en áreas de expansión urbana limita el acceso seguro a servicios, eleva los costos de mantenimiento y provoca deterioro prematuro de la infraestructura existente.

En el caso específico de la Av. B, el problema se agrava por el crecimiento inmobiliario en su entorno, con nuevos desarrollos habitacionales y turísticos que demandan una red vial formal, segura y eficiente. Sin una intervención técnica adecuada que considere diseño geométrico, drenaje pluvial, señalización y accesibilidad universal, la vía continuará representando un obstáculo para la movilidad urbana y un factor de riesgo para sus usuarios.

Ilustración 1. Estado actual sitio de proyecto.



Fuente: Los Autores

1.3. Antecedentes

La Av. B, se encuentra en la parroquia de Tonsupa, cantón Atacames, el cual presenta en la actualidad un elevado deterioro en su infraestructura vial. Las calles de esta

zona no tienen de un diseño vial adecuado, lo que genera múltiples problemas de movilidad, tanto para los residentes como para los turistas que visitan el sector.

En el área de estudio, se evidencia la falta de pavimentación en varias calles, lo que provoca dificultades en la circulación del tránsito vehicular y peatonal, especialmente durante épocas de invierno, ya que en estas se acumula el agua deteriorando gravemente el terreno.

Otro problema a considerar es la inexistencia de estructuras que permitan la movilización normal de personas con discapacidad o adultos mayores, como por ejemplo rampas de accesibilidad. También la falta de señalética horizontal y vertical en las calles genera un esquema incompleto de movilidad tanto para vehículos como para peatones.

La situación actual refleja una necesidad urgente de realizar estudios técnicos que permitan intervenciones en el sitio, con un diseño vial que permita mejorar la conectividad interna del sector, optimizar la circulación vehicular y peatonal, y garantizar condiciones de seguridad adecuadas. Si este problema persiste, afectará no solo la calidad de vida de los habitantes, sino también el desarrollo económico y turístico de Tonsupa.

Aunque en la actualidad se han planteado varios proyectos de planificación territorial para el sector, todavía no se ha llevado a cabo una solución real que enfrente de manera directa el problema vial que afecta a la zona. Frente a esta situación, surge la necesidad de proponer un diseño vial que no solo mejore el ordenamiento de las calles, sino que también impulse una regeneración urbana que responda a las verdaderas necesidades de la comunidad, pensando en un crecimiento urbano mejor planificado y que sea sostenible en el tiempo.

1.4. Importancia y alcance

El diseño vial de la Av. B representa una oportunidad clave para mejorar las condiciones de movilidad y seguridad de los habitantes de la parroquia de Tonsupa, además de impulsar el desarrollo turístico de la zona. En la actualidad, las deficiencias en la infraestructura vial afectan negativamente el acceso a los servicios básicos, limitan el comercio local y ponen en riesgo la seguridad de los peatones y conductores.

La importancia de este proyecto radica en su enfoque integral, que no solo plantea la construcción de una vía funcional, sino que busca un diseño técnico que garantice la durabilidad, accesibilidad y seguridad para todos los usuarios. Además, contribuirá a fortalecer la imagen urbana de la zona, incentivando nuevas inversiones turísticas y mejorando la calidad de vida de los residentes.

El alcance de la propuesta comprende el levantamiento topográfico, el diagnóstico de las condiciones actuales, el diseño geométrico horizontal y vertical, la propuesta de sección transversal de la vía, y la elaboración de un presupuesto referencial para la ejecución de la obra, siguiendo las normativas vigentes en Ecuador.

1.5. Delimitación

El presente proyecto de diseño vial se enfoca exclusivamente en la Av. B, ubicado en la cabecera parroquial de Tonsupa, cantón Atacames, provincia de Esmeraldas. El área de la Av. B abarca aproximadamente 16.900 metros cuadrados, delimitados de la siguiente manera:

- Norte: Océano Pacífico.
- Sur: Cabecera cantonal de Atacames.
- Este: Cantón Esmeraldas.
- Oeste: Océano Pacífico.

Ilustración 2. Ubicación Av. B.



Fuente: Google Earth

La intervención está dirigida a mejorar la conectividad interna del sector, priorizando calles que actualmente carecen de un adecuado sistema de pavimentación, drenaje pluvial, señalización y accesibilidad. No se contemplan dentro del alcance del proyecto obras de infraestructura complementarias como redes de agua potable o alcantarillado, aunque se considerarán las cotas y alineamientos necesarios para no interferir con futuras ampliaciones de servicios básicos.

El diseño respetará las condiciones físicas del terreno, la densidad poblacional actual y proyectada, y las normativas de planificación territorial vigentes en el cantón Atacames.

1.6. Justificación

La propuesta de diseño vial para la Av. B nace de la necesidad urgente de mejorar las condiciones de movilidad y accesibilidad en una zona que ha presentado en los últimos

años un incremento considerable en su población, así como también en actividades turísticas. Sin embargo, este crecimiento de población no se ha visto reflejado en una mayor intervención en la infraestructura vial del sector.

Actualmente, las calles del sector muestran un notable deterioro, con problemas de accesibilidad, falta de pavimentación adecuada, ausencia de señalización y de rampas para personas con discapacidad. Estas condiciones no solo afectan la calidad de vida de los residentes, sino que también limitan el desarrollo económico, turístico y social del sitio del proyecto.

Con la propuesta del nuevo diseño vial se trata de mejorar la circulación para vehículos y peatones, lo anterior puede reflejar una mejor conectividad entre barrios optimizando los tiempos de viaje. Además, trata de generar espacios urbanos con mayor funcionalidad y accesibles, que aporten a un crecimiento urbano planificado y respondan a las necesidades reales identificadas en el sector.

Este proyecto no solo tendrá un impacto positivo a corto plazo, sino que también puede sentar una base para futuras obras de infraestructura que impulsen aún más el desarrollo integral de la parroquia. De igual manera, esto contribuye al fortalecimiento de las actividades turísticas de la zona, generando mayores oportunidades económicas para las personas que habitan el sector.

En ese sentido, la importancia del proyecto radica en su aporte al ordenamiento territorial, al mejoramiento de la infraestructura urbana, y a la construcción de una comunidad más inclusiva y sostenible.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo General

- Diseñar una propuesta vial para la Av. B considerando la normativa vial vigente para mejorar las condiciones habitacionales y económicas de sus habitantes.

1.7.2. Objetivos Específicos

- Realizar un levantamiento topográfico del sector para identificar el relieve del sector.
- Proponer un diseño geométrico que garantice la servicialidad y seguridad de los usuarios de la vía.
- Diseñar la sección transversal de la vía con todos sus elementos para garantizar su funcionalidad.

1.8. Marco Hipotético

Si se implementa una propuesta de diseño vial adecuada para la Av. B, ubicada en la parroquia de Tonsupa, considerando las condiciones topográficas del sector y la normativa técnica vigente, entonces se mejorarán las condiciones de movilidad, accesibilidad y seguridad para sus habitantes y visitantes, contribuyendo a un desarrollo urbano más ordenado y funcional.

1.9. Ubicación del proyecto

La Av. B se ubica en la provincia de esmeraldas, cantón Atacames parroquia de Tonsupa.

Ilustración 3. Ubicación del proyecto.



Fuente: Google Maps.

2. CAPÍTULO II: Marco teórico

2.1. Fundamentos del diseño vial

El diseño geométrico de vías es una disciplina central en la ingeniería vial enfocada en la definición tridimensional de la infraestructura, considerando aspectos que afectan directamente la seguridad, la comodidad, la eficiencia operativa, y la integración ambiental (Taylor, 2023). Esta configuración geométrica se compone de tres elementos interrelacionados:

Alineamiento horizontal: formado por segmentos rectos, curvas circulares y espirales de transición.

Perfil longitudinal o vertical: compuesto por tramos en pendiente conectados con curvas parabólicas de tipo cóncavo o convexo.

Sección transversal: que establece la distribución del ancho, peraltes, drenaje, aceras y elementos auxiliares.

Estos tres componentes garantizan que la vía sea operativamente predecible, segura y funcional para una variedad de vehículos, a la vez que optimiza costos y minimiza impactos negativos.

El diseño geométrico es la parte más importante del proyecto de una carretera para satisfacer al máximo los objetivos fundamentales, es decir, la funcionalidad, la seguridad, la comodidad, la integración ambiental. (García, Pérez, & Camacho, S.f).

La Norma Ecuatoriana Vial (NEVI-12) regula los criterios técnicos para el diseño geométrico, imponiendo estándares que garantizan calidad, durabilidad, sostenibilidad y seguridad en las vías del país. La NEVI-12 se basa en prácticas internacionales, adaptadas al contexto nacional para facilitar soluciones viales integrales. (MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PÚBLICAS DEL ECUADOR, 2013)

Esta normativa técnica es de cumplimiento obligatorio para cualquier proyecto (ministerial o privado), y está estructurada en múltiples volúmenes que abarcan desde el diseño y especificaciones constructivas, hasta control de calidad, impacto ambiental y mantenimiento.

2.2. Tráfico

El tráfico para diseño vial se compone de diferentes tipos de tránsito entre estos podemos encontrar el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA), Tránsito actual, tránsito futuro. También es importante manejar los siguientes conceptos: Volumen de tráfico y Vehículo tipo.

2.2.1. Tráfico Promedio Diario Anual

El TPDA es un dato que representa el promedio de vehículos que circulan por una vía durante todo un año, considerando tanto días hábiles como fines de semana y feriados. Este valor se calcula dividiendo el total anual de vehículos entre 365 días. Es un indicador clave para conocer la magnitud del tránsito en una vía y sirve como base para el diseño geométrico y estructural, ya que permite estimar la carga vehicular que soportará el pavimento a lo largo del tiempo.

2.2.2. Tráfico Actual

El tránsito actual hace referencia al flujo vehicular que se registra en la vía en el momento del estudio. Se obtiene mediante conteos en campo y permite tener una idea clara del comportamiento real del tráfico en días típicos. Este dato es fundamental para diagnosticar si la vía está cumpliendo su función o si ya presenta signos de saturación.

2.2.3. Tránsito futuro

Es la estimación del crecimiento del tránsito en los próximos años, considerando el desarrollo urbano, el aumento poblacional, el turismo o el comercio. Para proyectarlo

se utilizan tasas de crecimiento y fórmulas de predicción, con el objetivo de diseñar una vía que no solo funcione ahora, sino que también se mantenga operativa en el futuro.

2.2.4. *Volumen de tráfico*

El volumen de tráfico se refiere a la cantidad total de vehículos que circulan por una sección de vía durante un período específico (por ejemplo, en una hora, un día o una semana). Este dato se analiza por intervalos de tiempo para identificar las horas pico, los días más cargados y los patrones de circulación. Ayuda a dimensionar la calzada, definir carriles y prever posibles problemas de congestión.

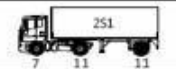

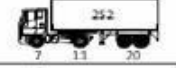



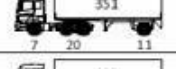

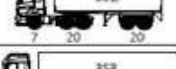


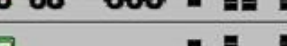

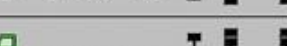

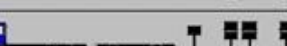


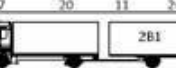

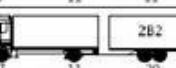



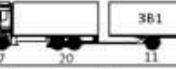

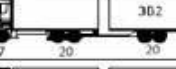





2.2.5. *Tipos de vehículos*

En el estudio de tránsito se clasifica a los vehículos según su tamaño, peso y función (livianos, pesados, transporte público, motos, etc.). Esta clasificación es necesaria porque no todos los vehículos generan el mismo desgaste en la vía. Por ejemplo, un camión articulado impacta mucho más en el pavimento que un automóvil liviano. Por eso, al momento de diseñar se deben considerar las unidades equivalentes por tipo de vehículo.

En Ecuador los tipos de vehículos y sus pesos están normados en la TABLA NACIONAL DE PESOS Y DIMENSIONES, misma que se muestra a continuación:

Ilustración 4. TABLA NACIONAL DE PESOS Y DIMENSIONES

TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN	PESO MÁXIMO PERMITIDO (Ton.)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)		
				Largo	Ancho	Alto
2 D			7	5,00	2,60	3,00
2DA			10	7,50	2,60	3,50
2DB			18	12,20	2,60	4,10
3-A			27	12,20	2,60	4,10
4-C			31	12,20	2,60	4,10
4-0 octonius			32	12,20	2,60	4,10
V2DB			18	12,20	2,60	4,10
V3A			27	12,20	2,60	4,10
VZS			27	12,20	2,60	4,10
T2			18	8,50	2,60	4,10
T3			27	8,50	2,60	4,10
S3			24	13,00	2,60	4,10
S2			20	13,00	2,60	4,10
S1			11	13,00	2,60	4,10
R2			22	10,00	2,60	4,10
R3			31	10,00	2,60	4,10
B1			11	10,00	2,60	4,10
B2			20	10,00	2,60	4,10
B3			24	10,00	2,60	4,10

TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN	PESO BRUTO VEHICULAR MÁXIMO PERMITIDO (toneladas)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)		
				Largo	Ancho	Alto
2S1			29	20,50	2,60	4,30
2S2			38	20,50	2,60	4,30
2S3			42	20,50	2,60	4,30
3S1			38	20,50	2,60	4,30
3S2			47	20,50	2,60	4,30
3S3			48	20,50	2,60	4,30
2R2			40	20,50	2,60	4,30
2R3			48	20,50	2,60	4,30
3R2			48	20,50	2,60	4,30
3R3			48	20,50	2,60	4,30
2B1			29	20,50	2,60	4,30
2B2			38	20,50	2,60	4,30
2B3			42	20,50	2,60	4,30
3B1			38	20,50	2,60	4,30
3B2			47	20,50	2,60	4,30
3B3			48	20,50	2,60	4,30

Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización.

2.3. Diseño Geométrico Vial

El diseño geométrico es una parte fundamental dentro del proceso de planificación y construcción de una vía. Se encarga de definir la forma física que tendrá la carretera o calle, considerando todos los elementos que influyen en el recorrido, como las alineaciones horizontales y verticales, el ancho de calzada, las pendientes, los radios de curva, las secciones transversales y las distancias de visibilidad. (Flores, 2025)

Este diseño no se hace al azar, sino que se basa en normas técnicas como la NEVI-12 del MTOP, que establecen parámetros mínimos para garantizar que la vía sea segura, cómoda y funcional, tanto para los vehículos como para los peatones. Al momento de diseñar, también se toman en cuenta factores como la topografía del terreno, la velocidad de operación, el tipo de tránsito y las condiciones climáticas.

2.4. Tipos de pavimentos

En el diseño vial urbano se consideran principalmente dos tipos de pavimentos: rígidos y flexibles, aunque en sectores urbanos turísticos, también se utiliza el pavimento articulado (adoquinado), por su estética y facilidad de mantenimiento.

Ilustración 5. Pavimento rígido.



Fuente: HOLCIM – Ecuador

Ilustración 6. Pavimento flexible.



Fuente: COMPRACO

Ilustración 7. Pavimento articulado.



Fuente: HORMIPISOS

El pavimento rígido es comúnmente conformado por losas de hormigón. Respecto a la vida útil tiene ventaja respecto a los otros tipos de pavimentos, sin embargo, también es más costoso y menos flexible ante deformaciones del terreno.

El pavimento flexible se conforma de capas de materiales granulares y una capa superficial de mezcla asfáltica. En cuestión de costo es más económico que el pavimento rígido, pero se incrementan los costos debido al mantenimiento periódico necesario.

Finalmente, el pavimento articulado se utiliza en zonas urbanas y de tráfico moderado, se caracteriza por ser resistente y muy estéticas respecto de los otros tipos de pavimentos.

2.5. Tránsito y movilidad

El tránsito y la movilidad en zonas urbanas están influenciados por el crecimiento poblacional, la densificación urbana, el tipo de vehículos que circulan y la infraestructura disponible. Un diseño vial eficiente debe responder al volumen y tipo de

tránsito esperado, considerando el TPDA (Tránsito Promedio Diario Anual) como uno de los principales indicadores. (Rodríguez & Abundo, 2020)

También es necesario analizar cuánto tráfico puede soportar la vía sin que se generen congestiones, sobre todo en las horas de mayor circulación. En sectores turísticos como la parroquia Tonsupa, la cantidad de vehículos suele incrementarse bastante durante fines de semana o feriados, por lo que ese comportamiento debe tomarse en cuenta al momento de hacer el diseño geométrico, para que la vía funcione bien incluso en los días de mayor demanda.

2.6. Drenaje vial

Contar con un buen sistema de drenaje en la vía es sumamente necesario para que el pavimento dure más tiempo y para que los usuarios circulen con seguridad. Si el agua de lluvia no se evacúa correctamente, puede dañar la estructura de la calzada y también afectar al entorno cercano.

En proyectos viales como el que se desarrolla en este documento, se considera el drenaje superficial, que involucra elementos como cunetas, bordillos y las pendientes tanto longitudinales como transversales de la vía. Estos componentes ayudan a que el agua fluya por gravedad desde la superficie hacia puntos de descarga.

Además, cuando existen pasos naturales de agua o zonas donde tiende a acumularse, se requieren obras adicionales como alcantarillas, sumideros o pozos de revisión, que permiten guiar el agua sin interrumpir el tránsito.

Si no se maneja bien el drenaje, el pavimento puede sufrir erosiones, hundimientos o pérdida de material en poco tiempo. Por esa razón, dentro del diseño de esta vía se prevé incorporar cunetas laterales y pendientes adecuadas que garanticen que el agua se evacúe de forma rápida y sin causar daños.

2.7. Normativa técnica nacional (NEVI-12, MOP, INEN)

Los proyectos viales en el Ecuador se rigen de acuerdo a las siguientes normas:

NEVI-12 (Norma Ecuatoriana Vial): Regula el diseño geométrico, estructural y constructivo de las vías, estableciendo parámetros como radios mínimos, pendientes máximas, visibilidad y sección transversal.

Especificaciones Técnicas del MTOP: Documentos complementarios que definen los procedimientos constructivos, materiales, control de calidad y criterios de mantenimiento vial.

Normas INEN aplicables: Especialmente para señalización horizontal y vertical (RTE INEN 004), que aseguran una correcta orientación al usuario y cumplimiento de los estándares de seguridad vial.

3. CAPÍTULO III: Metodología

3.1. Tipo de investigación

Para el desarrollo de este proyecto se aplicará la metodología de investigación de campo, ya que permite recopilar información directamente en el lugar donde ocurre la problemática. Esta técnica resulta muy útil porque ofrece datos reales y concretos sobre las condiciones actuales de la avenida B.

Realizar el levantamiento en el sitio permite observar de primera mano las falencias que existen en la vía, entender cómo se ve afectada la movilidad y escuchar directamente a los habitantes o usuarios frecuentes de la zona. Gracias a esta aproximación, se podrá identificar con mayor claridad cuáles son las necesidades más urgentes y qué tipo de intervención vial podría resultar más efectiva.

Además, al aplicar este tipo de investigación de forma responsable, se busca no solo proponer soluciones técnicas, sino también que estas sean sostenibles en el tiempo y realmente beneficien a la comunidad que utiliza la avenida todos los días.

También se considera la aplicación de una investigación experimental, ya que este tipo de enfoque permite analizar de forma controlada cómo ciertas variables influyen en otras dentro del entorno vial. En este caso, se pueden probar diferentes alternativas técnicas para el mejoramiento de la avenida B y observar cuáles generan mejores resultados en términos de funcionalidad, seguridad y respuesta del entorno urbano.

Este tipo de investigación se basa en modificar intencionalmente ciertos factores por ejemplo, el diseño geométrico vial para evaluar cómo afectan al comportamiento del tránsito o a la durabilidad de la avenida B. Además, se procura controlar otros elementos externos que podrían distorsionar los resultados, garantizando así conclusiones más claras y útiles para la toma de decisiones.

Llevada a cabo de manera técnica y responsable, la investigación experimental se convierte en una herramienta útil para proponer soluciones más eficaces y sostenibles, que no solo mejoren la circulación en la avenida, sino que también aporten al bienestar general de la parroquia Tonsupa del Cantón Atacames.

3.2. Método

En este proyecto se ha optado por una metodología que combina tanto herramientas cuantitativas como cualitativas, ya que juntas permiten abordar el problema de manera más completa. Mientras los métodos cuantitativos ayudan a responder preguntas como “cuánto” o “qué está ocurriendo”, los métodos cualitativos permiten profundizar en el “cómo” y el “por qué” de esos mismos hechos. Esta combinación ofrece una perspectiva más amplia y balanceada, que resulta muy útil para diseñar soluciones que sean efectivas y sostenibles en el tiempo. (Costa, 2022)

Cuando se utilizan ambos enfoques de forma complementaria, se mejora la precisión de los resultados, ya que se pueden contrastar datos obtenidos desde distintas fuentes. Además, se reduce el margen de error y se logra una comprensión más confiable del problema real que afecta a la Avenida B.

Dentro de las herramientas seleccionadas, se ha considerado el uso del método de observación, por su utilidad para recopilar datos directamente en el lugar de los hechos. Este método permite registrar de forma ordenada y objetiva cómo se comporta el tránsito en diferentes momentos del día y a lo largo de la semana. Gracias a estas observaciones sistemáticas, se puede tener una visión clara de la dinámica vehicular y peatonal en el sector.

También se incorpora el método analítico, que facilita el estudio detallado de cada uno de los factores que influyen en la problemática. Este enfoque permite descomponer

una situación compleja como la congestión o el mal estado de una vía en partes más pequeñas para entender cómo se relacionan entre sí. Por ejemplo, al analizar el flujo vehicular, se puede organizar la información en tablas y mapas que muestran horarios de mayor congestión o sectores con mayor afectación. Esta forma de presentar los datos ayuda a identificar patrones y tomar decisiones más acertadas en cuanto al diseño vial propuesto. (Montero, 2018)

3.3. Técnicas de recolección de información

Para la recolección de información se realizan métodos directos que permiten obtener la información en campo, a través de los moradores del sector y las condiciones actuales del sitio.

Se utilizan encuestas con preguntas estructuradas que permiten obtener datos numéricos y objetivos sobre lo que piensan y necesitan los diferentes usuarios de la avenida B. Esto incluye a conductores, peatones, ciclistas y personas que viven en el sector, ya que sus experiencias diarias son clave para entender los problemas reales y proponer soluciones efectivas.

Se llevan a cabo entrevistas personales con personas del sector, como autoridades locales, vecinos de mayor edad que han vivido muchos años en la zona, líderes comunitarios y usuarios frecuentes de la avenida B. El objetivo es conocer, desde su experiencia directa, cómo ha sido el uso y deterioro de la vía a lo largo del tiempo, así como recoger sus opiniones sobre los problemas que han vivido de cerca y lo que esperan que se mejore.

Se realiza una observación directa y organizada del comportamiento del tránsito, del estado actual de la vía y de su entorno, con el fin de detectar situaciones problemáticas o detalles importantes que tal vez no salgan a la luz mediante encuestas o entrevistas. Este

método permite ver con mayor claridad cómo se usa realmente la avenida y qué aspectos podrían mejorarse en el diseño propuesto.

3.4. Proceso técnico

3.4.1. Obtención de Topografía

Uno de los primeros pasos fundamentales para el desarrollo de este proyecto fue obtener la información topográfica del sector, ya que sobre esta base se construye todo el diseño geométrico de la vía. Para lograrlo, se realiza un levantamiento topográfico en campo utilizando una estación total y GPS, equipos que permiten registrar con precisión las coordenadas, altitudes y detalles físicos del terreno. (León, 2022)

Durante el proceso de levantamiento, se establecieron puntos de control y se recorre el área delimitada, recolectando datos como pendientes, elevaciones, accidentes naturales del terreno y condiciones generales del entorno. Estos datos fueron registrados de forma ordenada para garantizar que el modelo generado sea confiable.

Una vez finalizada la recolección en campo, toda la información fue procesada con software especializado como AutoCAD Civil 3D, que permitió generar planos topográficos, curvas de nivel y perfiles longitudinales. Estos resultados sirvieron como base para desarrollar el trazado de la vía, la definición de pendientes y la proyección de elementos como cunetas, bordillos y la sección transversal.

Este proceso fue clave para entender las condiciones reales del terreno, identificar zonas críticas con desniveles marcados o sectores propensos a inundaciones, y asegurar que el diseño propuesto se adapte de forma eficiente a las características físicas del lugar.

3.4.2. Volumen de tráfico actual y futuro

Para conocer la magnitud del tránsito vehicular en la avenida B, se analiza tanto el volumen actual como la proyección futura del tráfico. Este análisis es fundamental para

definir si la vía está en capacidad de responder a la demanda actual y prever si el diseño propuesto se ajusta al crecimiento esperado de la zona.

El volumen de tráfico actual se determina a partir de conteos vehiculares realizados en distintos puntos estratégicos de la avenida B, durante diferentes horarios del día y en varios días de la semana. Esta recolección de datos permite identificar las horas pico, los tipos de vehículos que circulan con mayor frecuencia y el comportamiento general del flujo vehicular.

Una vez obtenido el tráfico promedio diario, se utiliza este valor como base para estimar el Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA). A partir del TPDA, se proyecta el tránsito futuro aplicando una tasa de crecimiento anual, que se calcula en función del desarrollo y el crecimiento poblacional previsto en la zona, tomando como referencia información estadística y planes de ordenamiento territorial.

3.4.3. Sistema de drenaje

Dentro del diseño vial propuesto, se considera el sistema de drenaje como un elemento fundamental para garantizar la durabilidad de la vía y la seguridad de sus usuarios. La correcta evacuación del agua de lluvia permite evitar acumulaciones, erosión del pavimento y daños en la estructura vial, especialmente en temporadas de alta precipitación.

Para este proyecto, se analiza primero el comportamiento natural del agua en el sector, considerando factores como la pendiente del terreno, el tipo de suelo y la cantidad promedio de lluvia en la zona. A partir de esta información, se determina la ubicación más adecuada de los elementos de drenaje, asegurando que el flujo superficial se canalice de manera eficiente sin afectar a las áreas vecinas.

El sistema propuesto contempla la incorporación de cunetas laterales, diseñadas con pendiente suficiente para dirigir el agua hacia puntos de descarga, evitando encharcamientos en la calzada. Además, se evalúa la necesidad de incluir alcantarillas o pasos de agua en zonas donde existan cruces naturales, caídas de agua o acumulaciones identificadas durante el levantamiento topográfico.

Todo el diseño se basa en los criterios establecidos por las normas ecuatorianas NEVI-12 y las especificaciones técnicas del Ministerio de Transporte y Obras Públicas, con el objetivo de garantizar que las soluciones planteadas sean técnicamente viables, seguras y sostenibles en el tiempo.

3.4.4. Diseño geométrico horizontal

El diseño geométrico horizontal se encarga de definir la forma en planta del trazado vial, es decir, cómo se distribuye la vía a lo largo del terreno desde una vista superior. Esta etapa del proceso es fundamental para asegurar que el recorrido de la avenida sea funcional, seguro y cómodo para los usuarios, tanto en condiciones normales como en situaciones de alta demanda. (Cárdenas, 2025)

Para el desarrollo de esta parte del diseño, se toman como base los datos obtenidos del levantamiento topográfico, lo que permite adaptar el trazado a las condiciones reales del terreno. Se consideran aspectos como la dirección general de la vía, el tipo de alineaciones (rectas y curvas), los radios de curvatura, las transiciones y las longitudes mínimas entre elementos.

El objetivo principal de esta fase es lograr un alineamiento horizontal que no solo facilite la circulación vehicular, sino que también garantice una integración armónica con la topografía existente y con el entorno construido. Se busca minimizar movimientos de

tierra innecesarios y evitar zonas con radios muy cerrados que puedan generar condiciones peligrosas de manejo.

3.4.5. Diseño geométrico vertical

El diseño vertical de la vía se refiere a cómo cambia la altura del terreno a lo largo del recorrido. En esta parte del proyecto, lo que se busca es trazar una rasante que se adapte bien a la topografía del sector y que permita que los vehículos circulen de manera segura, sin pendientes demasiado fuertes ni cambios bruscos que afecten la visibilidad o la comodidad al conducir.

Para definir esta rasante, primero se analiza la información obtenida en el levantamiento topográfico. Con esos datos, se puede ver cómo es el terreno realmente y tomar decisiones sobre dónde deben ir las subidas, bajadas y las transiciones entre una y otra. En este punto es importante considerar las pendientes mínimas y máximas permitidas, y evitar zonas que puedan causar problemas de frenado o deslizamiento.

También se incorporan curvas verticales, que ayudan a suavizar los cambios de pendiente. Estas curvas pueden ser tipo cima (cuando el camino sube y luego baja) o tipo valle (cuando baja y luego sube). Su función principal es mejorar la seguridad, sobre todo en tramos donde los vehículos necesitan una buena distancia de visibilidad para maniobrar con tranquilidad.

Todo el diseño se realiza siguiendo los parámetros de la Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12, que establece los rangos adecuados para pendientes, radios de curvas y visibilidad, dependiendo del tipo de vía y su velocidad de diseño. Además, se utiliza software como Civil 3D para modelar el perfil de la vía y asegurarse de que la rasante se adapte bien al terreno.

Con este proceso, se busca que la vía no solo cumpla con las normas técnicas, sino que también sea segura, cómoda y funcional para quienes la transiten a diario.

3.4.6. Estudio de Suelo

Con el objetivo de conocer las condiciones geotécnicas del suelo en la Avenida B, se llevaron a cabo tres excavaciones tipo calicata, cada una con una profundidad de 1.50 metros. El trabajo comenzó con la selección de puntos representativos dentro del área de estudio, asegurándose de que fueran lugares adecuados para obtener datos confiables sobre las características del terreno.

Una vez definidos los sitios de excavación, se procedió a abrir las calicatas utilizando herramientas manuales como palas, picos, barretones y sacos para recolectar las muestras. Durante el proceso se utilizó un flexómetro para verificar la profundidad alcanzada, y se tomaron precauciones básicas de seguridad como el uso de guantes, chaleco reflectivo y casco.

Mientras se excavaba, se observó cuidadosamente la composición y estratificación del suelo. En ambas calicatas se encontró un único tipo de material homogéneo hasta la profundidad final, lo que indica uniformidad en la capa analizada. Una vez concluida la apertura, se procedió a recolectar muestras representativas del suelo.

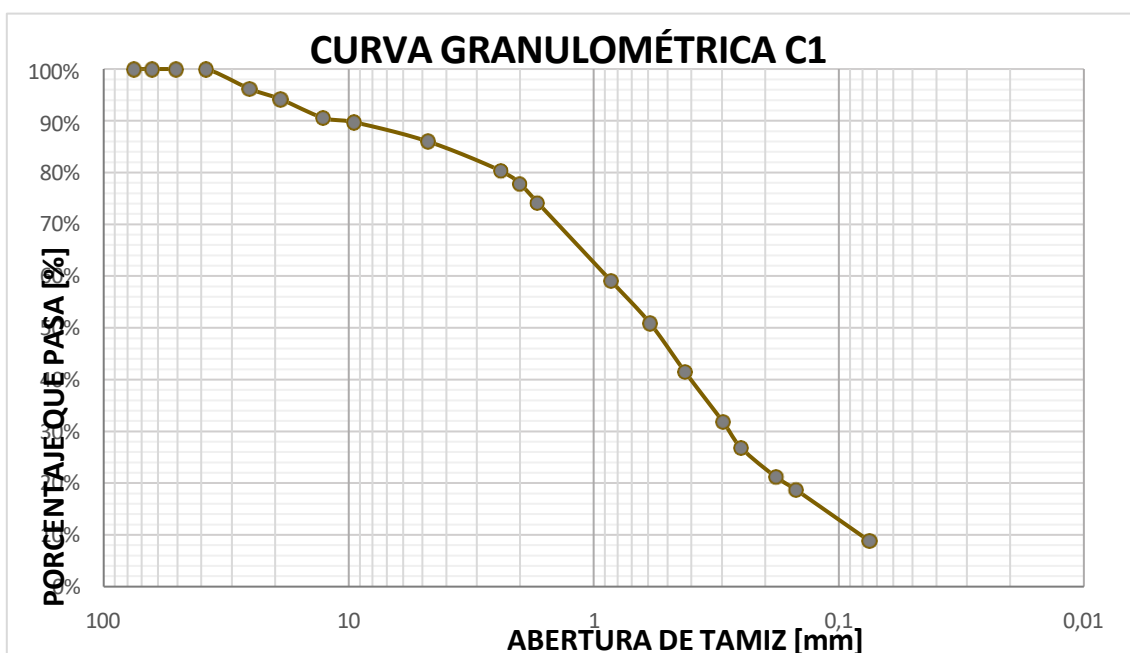
En total se extrajeron tres sacos por calicata, con un peso aproximado de 40 kilogramos cada uno, sumando seis sacos. Todas las muestras fueron correctamente etiquetadas y organizadas para asegurar su correcta identificación en relación con su ubicación exacta. Posteriormente, el material fue trasladado al laboratorio de la Universidad Politécnica Salesiana, en su sede de Guayaquil, donde se realizó un análisis técnico detallado.

Este estudio de laboratorio permitió identificar las propiedades físicas del suelo del sector y obtener información esencial que sirve como base para el diseño adecuado de la infraestructura vial proyectada.

3.4.7. Ensayo Granulométrico

El análisis granulométrico, también conocido como prueba de distribución de tamaños de partícula, se llevó a cabo con el objetivo de identificar cómo se distribuyen las distintas fracciones del suelo extraídas en las Calicatas 1 y 2. Esta prueba permite conocer la proporción de partículas gruesas, medias y finas presentes en las muestras, lo cual es fundamental para clasificar el tipo de suelo y entender su comportamiento mecánico. El procedimiento fue desarrollado siguiendo los parámetros establecidos en la norma ASTM D6913, garantizando la confiabilidad de los resultados obtenidos.

Ilustración 8. Curva Granulométrica Calicata 1.



CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS

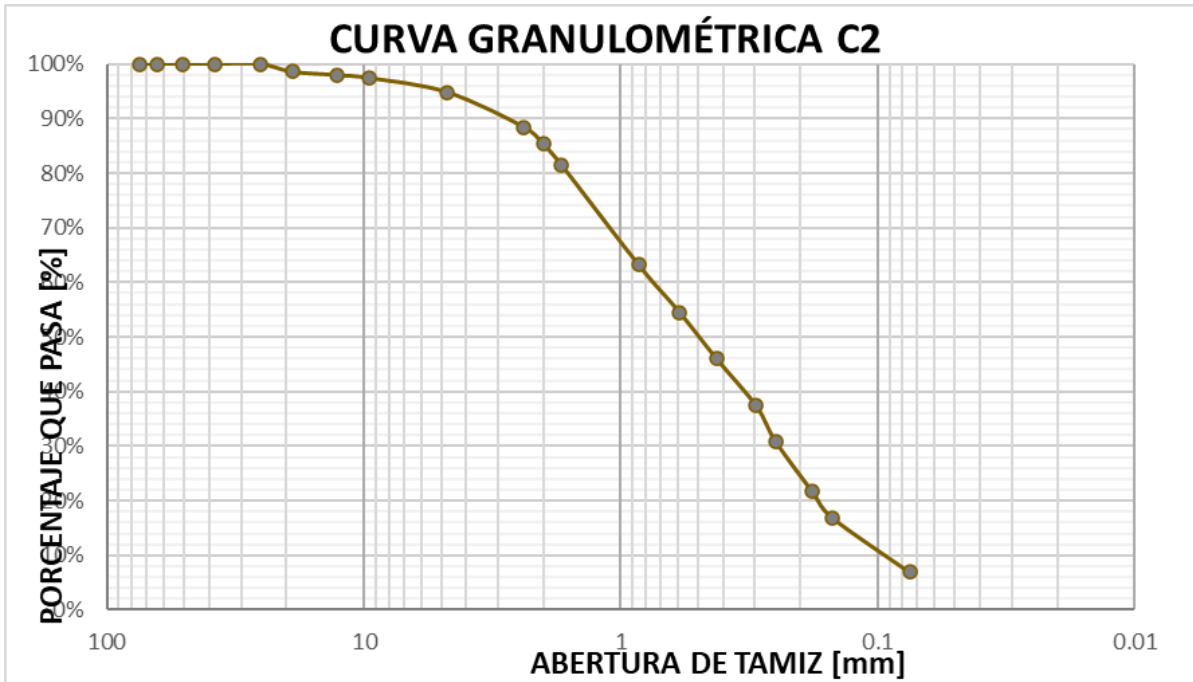
Diámetro correspondiente al 10%	$D_{10} =$	<table border="1"><tr><td>0.08</td></tr></table>	0.08	mm		
0.08						
Diámetro correspondiente al 30%	$D_{30} =$	<table border="1"><tr><td>0.28</td></tr></table>	0.28	mm		
0.28						
Diámetro correspondiente al 60%	$D_{60} =$	<table border="1"><tr><td>0.89</td></tr></table>	0.89	mm		
0.89						
Coefficiente de uniformidad	$C_u =$	<table border="1"><tr><td>10.89</td></tr><tr><td>1.08</td></tr></table>	10.89	1.08		$C_u = D_{60}/D_{10}$
10.89						
1.08						
Coefficiente de curvatura o gradación	$C_c =$			$C_c = D_{30}^2/(D_{60} * D_{10})$		
Porcentaje de gravas	% Gravas =	<table border="1"><tr><td>13.99</td></tr></table>	13.99		% Gravas = 100% - %Pasante Malla N°4	
13.99						
Porcentaje de finos	% Finos =	<table border="1"><tr><td>8.80</td></tr></table>	8.80		% Finos = %Pasante Malla N°200	
8.80						
Porcentaje de arenas	% Arenas =	<table border="1"><tr><td>77.21</td></tr></table>	77.21		% Arenas = 100% - %Gravas - %Finos	
77.21						

CARACTERÍSTICA DE HUMEDAD

Masa Tara :	<table border="1"><tr><td>430.00</td></tr></table>	430.00	gr
430.00			
Masa de la Tara + Muestra Húmeda :	<table border="1"><tr><td>2,586.00</td></tr></table>	2,586.00	gr
2,586.00			
Masa de la Tara + Muestra seca :	<table border="1"><tr><td>2,312.60</td></tr></table>	2,312.60	gr
2,312.60			
Masa del Agua (Ww) :	<table border="1"><tr><td>273.40</td></tr></table>	273.40	gr
273.40			
Masa Seca (Ws) :	<table border="1"><tr><td>1,882.60</td></tr></table>	1,882.60	gr
1,882.60			
Contenido de Humedad (W) :	<table border="1"><tr><td>14.52</td></tr></table>	14.52	%
14.52			

Fuente: Los Autores.

Ilustración 9. Curva Granulométrica Calicata 2.



CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS

Diámetro correspondiente al 10%	$D_{10} =$	<input type="text" value="0.09"/>	mm
Diámetro correspondiente al 30%	$D_{30} =$	<input type="text" value="0.24"/>	mm
Diámetro correspondiente al 60%	$D_{60} =$	<input type="text" value="0.74"/>	mm

Coefficiente de uniformidad	$C_u =$	<input type="text" value="7.98"/>	$C_u = D_{60}/D_{10}$
Coefficiente de curvatura o gradación	$C_c =$	<input type="text" value="0.84"/>	$C_c = D_{30}^2/(D_{60} * D_{10})$

Porcentaje de gravas	% Gravas =	<input type="text" value="5.16"/>	% Gravas = 100% - %Pasante Malla N°4
Porcentaje de finos	% Finos =	<input type="text" value="6.88"/>	% Finos = %Pasante Malla N°200
		<input type="text" value="87.96"/>	
Porcentaje de arenas	% Arenas =		

Masa Seca (Ws) :

Contenido de Humedad (W) :

CARACTERÍSTICA DE HUMEDAD

Masa Tara :	<input type="text" value="441.70"/>
Masa de la Tara + Muestra Húmeda :	<input type="text" value="2,590.70"/>
Masa de la Tara + Muestra seca :	<input type="text" value="2,095.20"/>
Masa del Agua (Ww) :	<input type="text" value="495.50"/>
	<input type="text" value="1,653.50"/>
	<input type="text" value="29.97"/>

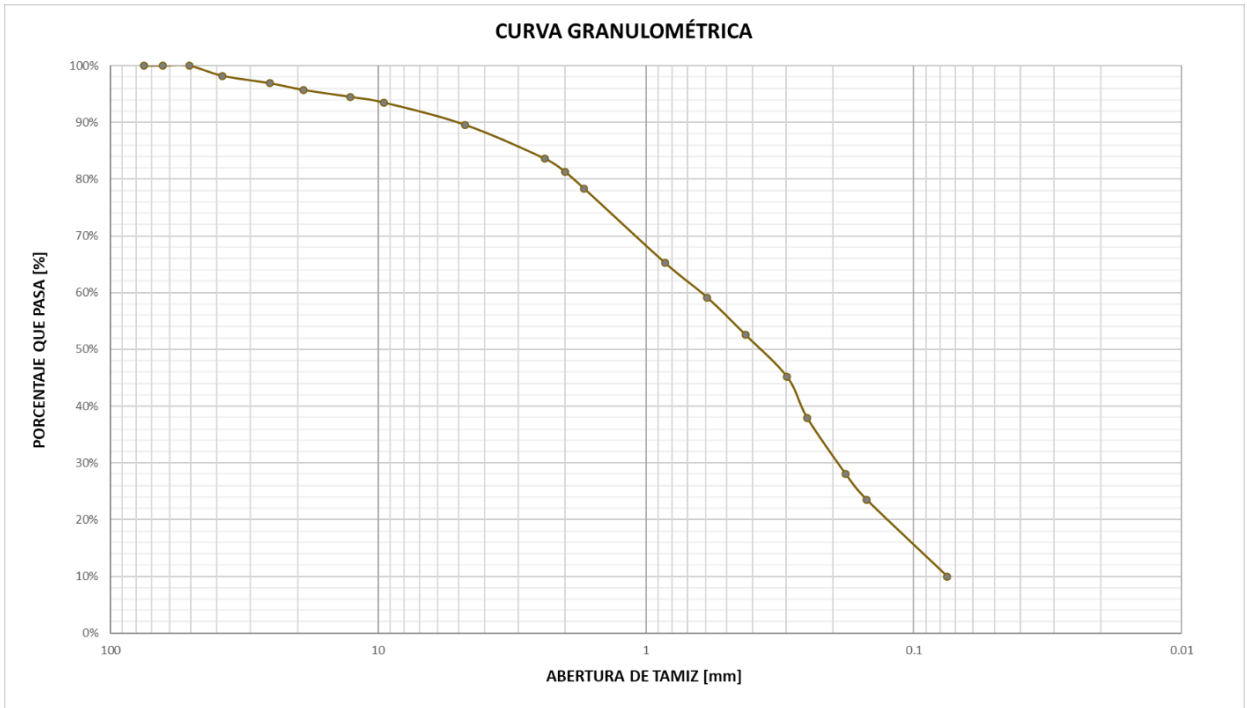
Fuente: Los Autores.

$\% \text{Arenas} = 100\% - \% \text{Gravas} - \% \text{Finos}$

g
r
g
r
g
r
g
r
g
r
g
r
%

Fuente: Los Autores.

Ilustración 3. Curva Granulométrica Calicata 3.



CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS

Diámetro correspondiente al 10% $D_{10} = 0.08$ mm

Diámetro correspondiente al 30% $D_{30} = 0.19$ mm

Diámetro correspondiente al 60% $D_{60} = 0.62$ mm

Coefficiente de uniformidad $C_u = 8.29$

Coefficiente de curvatura o gradación $C_c = 0.79$

Porcentaje de gravas % Gravas = 10.40

Porcentaje de finos % Finos = 9.99

Porcentaje de arenas % Arenas = 79.60

CARACTERÍSTICA DE HUMEDAD

Masa Tara :	424.50	gr
Masa de la Tara + Muestra Húmeda :	3,155.00	gr
Masa de la Tara + Muestra seca :	2,542.90	gr
Masa del Agua (Ww) :	612.10	gr
Masa Seca (Ws) :	2,118.40	gr
Contenido de Humedad (W) :	28.89	%

Fuente: Los Autores.

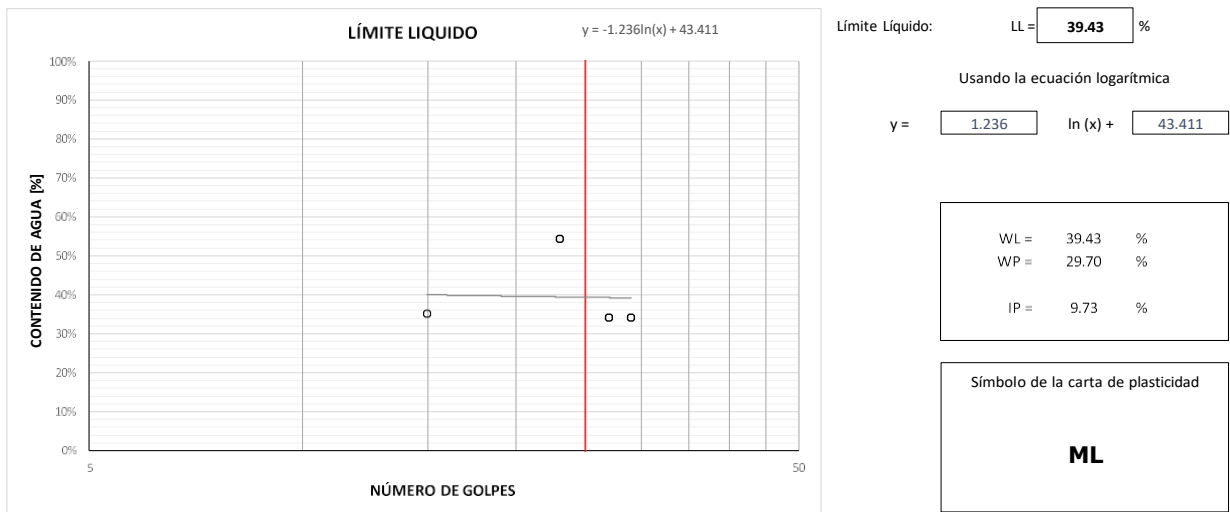
3.4.8. Límites de Atterberg

El ensayo de Límites de Atterberg se realizó siguiendo los lineamientos establecidos por la norma ASTM D4318, con el fin de conocer los rangos de humedad en los que un suelo fino cambia de comportamiento, pasando por estados líquido, plástico, semisólido y sólido. Este procedimiento es clave para evaluar la consistencia del suelo, ya que permite determinar tres parámetros fundamentales: el Límite Líquido (LL), el Límite Plástico (LP) y el Índice de Plasticidad (IP).

Para llevar a cabo el ensayo, se seleccionó una muestra representativa del material de cada calicata. Estas muestras fueron secadas en horno a una temperatura controlada que no superó los 60 °C, con el fin de conservar sus características naturales. Una vez secas, las muestras se pulverizaron cuidadosamente y se tamizaron utilizando una malla N° 40 (0,425 mm), lo que garantizó que solo la fracción fina del suelo, que es la que más influye en la plasticidad, sea la utilizada en el análisis.

A continuación, se muestran los resultados de las muestras ensayadas de la calicata 1 y 2:

Ilustración 10. Límites de Atterberg Calicata 1.



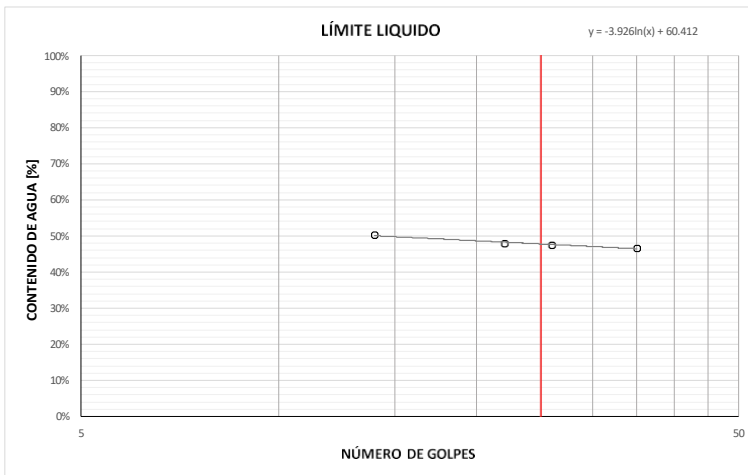
DESCRIPCIÓN	LÍMITE PLÁSTICO		
N° de Ensayo	1	2	3
N° de capsula	C1-T5	C1-T6	C1-T7
Masa de capsula	13.70	13.80	13.90
Masa de capsula + Muestra humedad	15.40	15.00	15.40
Masa de capsula + Muestra seca	15.00	14.70	15.10
Masa del Agua	0.40	0.30	0.30
Masa de Muestra Seca	1.30	0.90	1.20
Contenido de Humedad Parcial	30.77	33.33	25.00
Contenido de Humedad promedio	29.70		

Límite Plástico: LP = **29.70** %

Fuente: Los Autores.

Ilustración 11. Límites de Atterberg Calicata 2.

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			
	1	2	3	4
N° de Ensayo	1	2	3	4
N° de capsula	C2-T1	C2-T2	C2-T3	C2-T4
Masa de capsula gr	14.90	14.50	13.70	14.30
Masa de capsula + Muestra húmeda gr	43.30	45.30	43.60	44.70
Masa de capsula + Muestra seca gr	34.10	35.50	33.60	34.90
Masa del Agua Ww (gr)	9.20	9.80	10.00	9.80
Masa de Muestra Seca Ws (gr)	19.20	21.00	19.90	20.60
Contenido de Humedad Parcial W (%)	47.92	46.67	50.25	47.57
N° de Golpes	22	35	14	26
Contenido de Humedad promedio Wprom [%]	48.10			



Límite Líquido: LL = **47.77** %

Usando la ecuación logarítmica

y = **3.926** ln (x) + **60.412**

WL =	47.77 %
WP =	38.89 %
IP =	8.89 %

Símbolo de la carta de plasticidad

ML

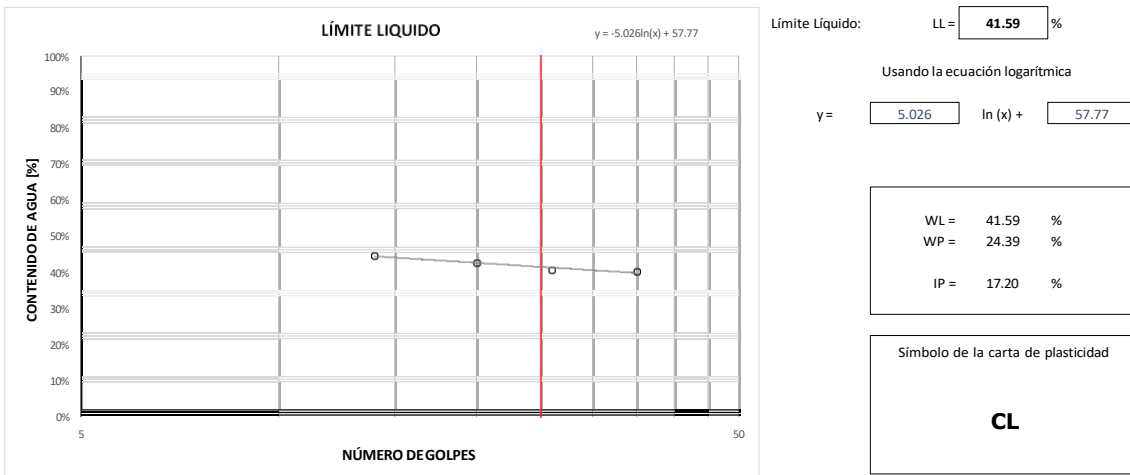
DESCRIPCIÓN	LÍMITE PLÁSTICO		
	1	2	3
N° de Ensayo	1	2	3
N° de capsula	C2-T5	C2-T6	C2-T7
Masa de capsula gr	14.10	14.70	14.70
Masa de capsula + Muestra humedad gr	16.50	16.00	17.00
Masa de capsula + Muestra seca gr	15.90	15.70	16.20
Masa del Agua Ww (gr)	0.60	0.30	0.80
Masa de Muestra Seca Ws (gr)	1.80	1.00	1.50
Contenido de Humedad Parcial W (%)	33.33	30.00	53.33
Contenido de Humedad promedio Wprom [%]	38.89		

Límite Plástico: LP = **38.89** %

Fuente: Los Autores.

Ilustración 12. Límites de Atterberg Calicata 3.

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			
	1	2	3	4
N° de Ensayo				
N° de capsula	C3-T1	C3-T2	C3-T3	C3-T4
Masa de capsula	gr	14.60	14.01	14.49
Masa de capsula + Muestra húmeda	gr	47.13	43.70	42.43
Masa de capsula + Muestra seca	gr	37.40	35.10	34.40
Masa del Agua	Ww (gr)	9.73	8.60	8.03
Masa de Muestra Seca	Ws (gr)	22.80	21.09	19.91
Contenido de Humedad Parcial	W (%)	42.68	40.78	40.33
N° de Golpes		20	26	35
Contenido de Humedad promedio	Wprom [%]	42.13		



DESCRIPCIÓN	LÍMITE PLÁSTICO		
	1	2	3
N° de Ensayo			
N° de capsula	C3-T5	C3-T6	C3-T7
Masa de capsula	gr	14.93	14.33
Masa de capsula + Muestra humedad	gr	17.27	16.71
Masa de capsula + Muestra seca	gr	16.80	16.20
Masa del Agua	Ww (gr)	0.47	0.51
Masa de Muestra Seca	Ws (gr)	1.87	1.87
Contenido de Humedad Parcial	W (%)	25.13	27.27
Contenido de Humedad promedio	Wprom [%]	24.39	

Límite Plástico: LP = **24.39** %

Fuente: Los Autores.

3.4.9 Ensayo Proctor Modificado

El ensayo Proctor modificado consiste en compactar el suelo dentro de un molde estandarizado, en capas y con diferentes niveles de humedad, con el fin de medir la densidad seca que se obtiene en cada caso. Con estos datos, se elabora una curva de compactación que permite identificar dos parámetros clave: la

humedad óptima y la densidad seca máxima del material. Esta prueba se realiza siguiendo las indicaciones de la norma ASTM D1557, la cual establece el procedimiento, los equipos necesarios y los cálculos que garantizan resultados confiables y repetibles.

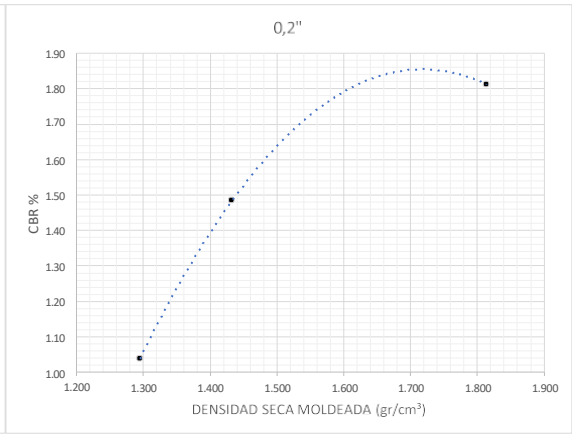
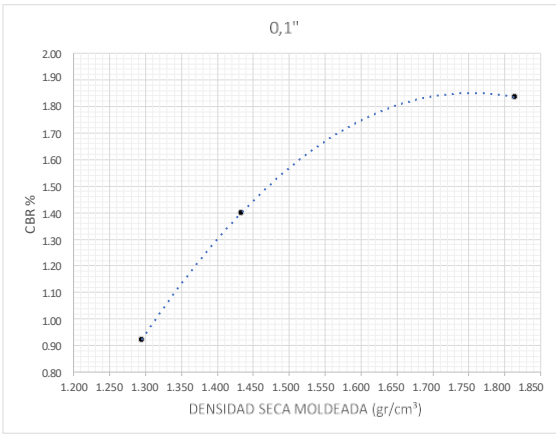
El ensayo es especialmente útil en proyectos de infraestructura vial y obras donde la estabilidad del terreno es crítica, como en la construcción de rellenos o estructuras de contención. Una compactación deficiente podría provocar asentamientos diferenciales o incluso fallas estructurales por lo que es indispensable asegurar una densificación adecuada del suelo.

La implementación del Proctor modificado ofrece grandes beneficios tanto para suelos granulares como cohesivos, ya que permite evaluar cómo responden estos materiales ante cargas y cambios en la humedad. Además, los resultados obtenidos son fundamentales para comprobar si el suelo cumple con los requisitos técnicos del diseño y para optimizar los métodos constructivos, logrando estructuras más duraderas y seguras.

Incluir este tipo de ensayo dentro del análisis geotécnico, junto con otras pruebas de campo y laboratorio, permite tener una visión completa del comportamiento del terreno. Esto contribuye directamente a un diseño más eficiente y seguro de los proyectos de ingeniería civil.

Ilustración 13. CBR Calicata 1.

VALOR RELACIÓN SOPORTE (C.B.R)



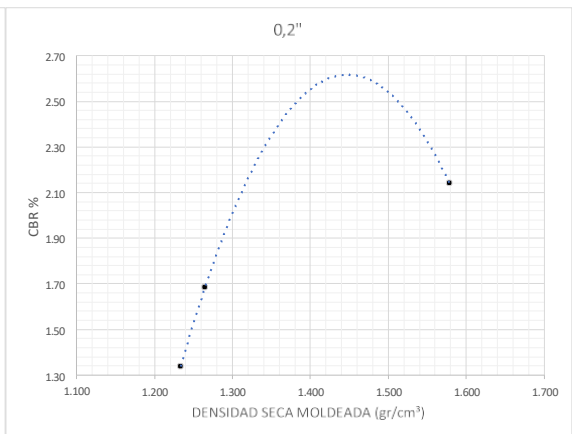
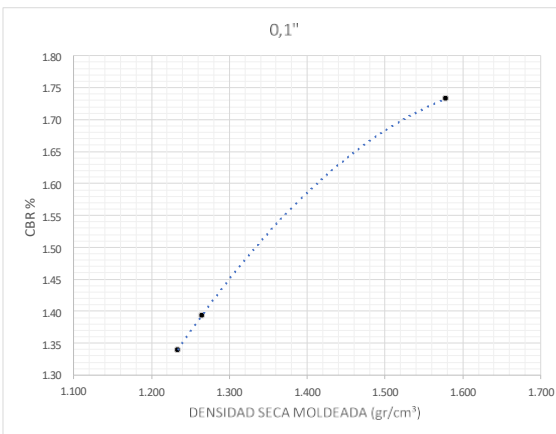
Compactación al 100%	% CBR (0,1'') =	1.87
Compactación al 95%	% CBR (0,1'') =	1.84

Compactación al 100%	% CBR (0,2'') =	1.85
Compactación al 95%	% CBR (0,2'') =	1.82

Fuente: Los Autores.

Ilustración 14. CBR Calicata 2.

VALOR RELACIÓN SOPORTE (C.B.R)



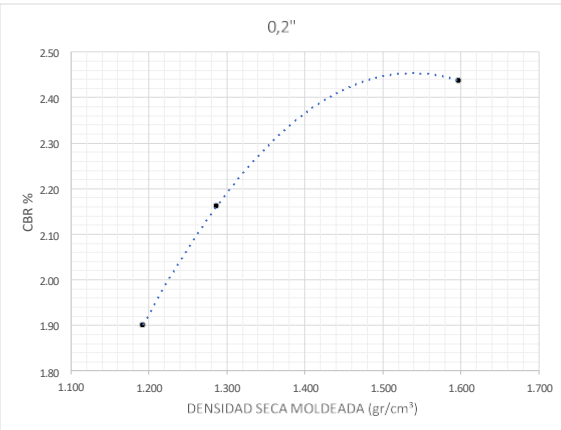
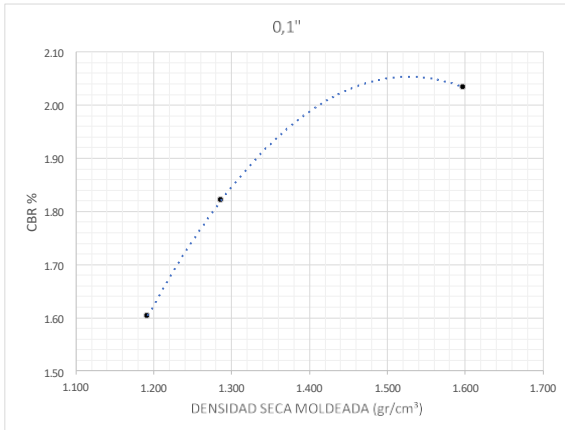
Compactación al 100%	% CBR (0,1'') =	1.69
Compactación al 95%	% CBR (0,1'') =	1.61

Compactación al 100%	% CBR (0,2'') =	2.57
Compactación al 95%	% CBR (0,2'') =	2.51

Fuente: Los Autores.

Ilustración 15. CBR Calicata 3.

VALOR RELACIÓN SOPORTE (C.B.R)



Compactación al 100%	% CBR (0,1") =	2.06
Compactación al 95%	% CBR (0,1") =	2.04

Compactación al 100%	% CBR (0,2") =	2.47
Compactación al 95%	% CBR (0,2") =	2.41

Fuente: Los Autores.

4. CAPÍTULO IV: Topografía

4.1. Topografía

La topografía del lugar es relativamente ondulada y se tienen altitudes que van desde los 10.92 msnm hasta los 48.60 m.

Referente a la ubicación geográfica en referencia al sistema UTM WGS84 se tienen los siguientes puntos característicos del proyecto:

Tabla 1. Coordenadas del proyecto.

Position X	Position Y	Position Z
631720.264	98908.325	11.828

Fuente: Los Autores

4.2. Tipo de terreno

Según la topografía se ha determina que las pendientes del terreno están en el orden del 1% al 14% por lo que según la normativa aplicable el terreno se define como ondulado.

Tabla 2. Clasificación del Terreno por la Pendiente.

Pendiente	Clasificación
0 - 8	Llano
8 - 20	Ondulado
20 - 30	Accidentado
30	Montañoso

Fuente: NEVI 12 MTOP

4.3. Sistema de coordenadas

4.3.1. Sistema UTM

Las coordenadas UTM (Universal Transverse Mercator) son una forma de ubicar puntos en la superficie de la Tierra utilizando metros como unidad de medida, en lugar de grados como lo hace el sistema geográfico. Este sistema divide el planeta en zonas, y dentro de cada una se puede saber con mucha precisión dónde está un lugar, usando dos

valores: uno que indica la distancia al norte (Norte) y otro que indica la distancia al este (Este) desde un punto de referencia.

En la tabla 1 se mostraron las coordenadas UTM de los puntos levantados.

4.4. Ubicación del proyecto

Zona UTM: 17S

Hemisferio: Sur

Sistema de referencia: WGS 84

4.5. Posicionamiento de puntos de control o BMs

4.5.1. Procedimiento

Para realizar el levantamiento topográfico del proyecto, es necesario establecer puntos de control conocidos como Bench Marks (BM). Estos puntos funcionan como referencias fijas que permiten determinar alturas y coordenadas con precisión durante todo el proceso de medición.

El procedimiento inicia seleccionando lugares estratégicos dentro del área de estudio, preferiblemente zonas estables y visibles, donde se puedan marcar estos puntos sin riesgo de ser alterados. Luego, utilizando equipos como el GPS de doble frecuencia o estación total, se mide la ubicación exacta de cada punto, registrando tanto sus coordenadas como su elevación.

Una vez obtenida esta información, los BMs se señalan físicamente en el terreno con marcas resistentes, como estacas o clavos, y se documentan en un plano para garantizar que puedan ser reutilizados si se necesita volver a medir o verificar datos durante el diseño de la vía.

Este proceso es clave porque garantiza la precisión de todo el levantamiento y permite trabajar con una base confiable a lo largo del proyecto.

A continuación, se muestra la ubicación de los BMs:

Tabla 3. Posición BMs.

Orden	Position X	Position Y	Position Z
1	631834.4	98862.98	12.848
2	631874	99200.28	12
3	631845.7	98876.29	12.921
4	631769.9	98937.4	12.1
5	631742.2	98962.29	11.91
6	631944.8	98768.06	13.731
7	631931.1	98758.43	13.735
8	631943.3	98766.16	13.773
9	631873.3	99215.51	12.116
10	631890.1	99213.28	12.108

Fuente: Los Autores

4.6. Trabajo en campo

El trabajo en campo es una de las etapas más importantes del proyecto, ya que permite obtener información real y precisa directamente desde el terreno donde se va a intervenir. En esta fase se ejecutan actividades como el levantamiento topográfico, la ubicación de puntos de control (BMs), la observación del estado actual de la vía y la recolección de datos necesarios para el análisis técnico posterior.

Durante este proceso, se utilizan equipos especializados como la estación total y el GPS geodésico, los cuales permiten medir coordenadas, distancias y elevaciones con alta precisión. Además, se toman notas, fotografías y se hacen observaciones visuales que ayudan a identificar detalles que muchas veces no se aprecian en planos ni en imágenes satelitales.

Todo este trabajo se realiza de manera ordenada y con planificación previa, respetando criterios de seguridad y asegurando que los datos recolectados sirvan de base confiable para el diseño geométrico y estructural de la vía.

Ilustración 16. Fotografía del estado actual de la Avenida B.



Fuente: Los Autores

CAPÍTULO V: Estudio de tráfico

5.1. Método de conteo

Para conocer el comportamiento real del tránsito en la zona de intervención, se aplica el método de conteo manual, que consiste en registrar la cantidad y tipo de vehículos que circulan por la avenida en diferentes horarios del día. El levantamiento se realiza en jornadas de mañana y tarde, considerando tanto días hábiles como fines de

semana, ya que, al tratarse de una zona con actividad turística, la variación de tráfico entre días laborales y de descanso es significativa.

Los conteos se efectúan en puntos estratégicos del eje vial, donde se identifica el flujo vehicular principal. Cada unidad que transita por la vía es clasificada según su categoría (liviano, pesado, motocicleta, transporte público, entre otros) con el objetivo de tener datos reales que sirvan de base para el diseño vial. Esta información también permite detectar horas pico y posibles zonas de congestión.

A continuación, se muestra la cantidad de vehículos que circulan por la vía los cuales han sido obtenidos como el promedio del conteo 24 horas durante 7 días:

Tabla 4. Cantidad de vehículos contados.

	Autos Livianos	Bus 2 ejes
Vehículos	288	96
%	<u>75</u>	<u>25</u>

Fuente: Los Autores

5.2. Determinación del TPDA

Una vez obtenida la información del conteo, se procede al cálculo del Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA), que permite estimar el número promedio de vehículos que circulan por día, considerando una proyección anual. Este valor es clave para dimensionar adecuadamente la vía y prever su capacidad de servicio a mediano y largo plazo.

El TPDA se calcula ajustando los resultados del conteo a una tasa de crecimiento poblacional y vehicular, que en este caso se considera del 2.5% anual, tomando como referencia los datos proporcionados por la Prefectura de Esmeraldas y la planificación territorial del cantón Atacames. Este crecimiento proyectado refleja el desarrollo turístico de la zona y su impacto en la movilidad urbana.

Gracias a este análisis, se puede definir si el ancho de calzada, el tipo de pavimento y los radios de giro proyectados cumplen con las necesidades del tránsito actual y futuro.

Para obtener el TPDA futuro se utiliza el método geométrico como se indica a continuación:

$$TPDA_f = TPDA_o * (1 + r)^n$$

Donde:

TPDA_f es el TPDA futuro

TPDA_o es el TPDA actual

r es la tasa de crecimiento vehicular

n es los años de proyección.

Tabla 5. TPDA futuro.

Año	Autos Livianos	Bus 2 ejes
1	288	96
20	619	206
30	659	220

Fuente: Los Autores

5.3. Clasificación de tipo de vía

Con base en los resultados del estudio de tráfico y el volumen vehicular obtenido, se determina que la vía objeto del proyecto corresponde a una Carretera de 2 carriles tipo C2 que equivale a una carretera convencional básica y camino básico, según los criterios establecidos en la Norma Ecuatoriana de Diseño Geométrico NEVI-12.

Tabla 6. Clasificación funcional de las vías en base al TPDA.

Clasificación Funcional de las Vías en base al TPDA_d			
Descripción	Clasificación Funcional	Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA _d) al año de horizonte	
		Límite Inferior	Límite Superior
Autopista	AP2	80000	120000
	AP1	50000	80000
Autovía o Carretera Multicarril	AV2	26000	50000
	AV1	8000	26000
Carretera de 2 carriles	C1	1000	8000
	C2	500	1000
	C3	0	500

Fuente: Norma Ecuatoriana de Diseño Geométrico NEVI-12.

Este tipo de vía se caracteriza por recibir tráfico desde calles locales y conducirlo hacia vías de mayor jerarquía, facilitando así la conectividad interna del sector. En zonas cercanas a la avenida B, que tienen alta densidad poblacional y flujo turístico, las vías colectoras cumplen un papel importante en la movilidad, ya que deben permitir un tránsito fluido, accesibilidad peatonal y condiciones de seguridad adecuadas.

La clasificación funcional de la vía también orienta el diseño geométrico, determinando aspectos como el ancho de carriles, la velocidad de operación, los radios mínimos de curvatura y los elementos de seguridad vial que deben considerarse.

A continuación, se muestra los anchos de carriles y espaldones que sugiere la normativa para este tipo de carreteras:

Ilustración 17. Esquema de Camino Básico.



Fuente: Norma Ecuatoriana de Diseño Geométrico NEVI-12.

En cambio, en referencia a la normativa MOP 2003 ESTA Clasifica las carreteras en función del tráfico proyectado:

Tabla 7. Clasificación de carreteras en función de tráfico proyectado.

CLASIFICACION DE CARRETERAS EN FUNCION DEL TRAFICO PROYECTADO	
Clase de Carretera	Tráfico Proyectado TPDA *
R-I o R-II	Más de 8.000
I	De 3.000 a 8.000
II	De 1.000 a 3.000
III	De 300 a 1.000
IV	De 100 a 300
V	Menos de 100
<p>* El TPDA indicado es el volumen de tráfico promedio diario anual proyectado a 15 o 20 años. Cuando el pronóstico de tráfico para el año 10 sobrepasa los 7.000 vehículos debe investigarse la posibilidad de construir una autopista. Para la determinación de la capacidad de una carretera, cuando se efectúa el diseño definitivo, debe usarse tráfico en vehículos equivalentes.</p>	

Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras – 2003

También la mencionada norma clasifica las carreteras según su TPDA y establecen su función según el tráfico:

Tabla 8. Función de las carreteras según su TPDA.

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

Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras – 2003

Entonces según la Normas de diseño geométrico de carreteras la avenida B corresponde a una carretera clase III de tipo colectora.

CAPÍTULO VI: Diseño Geométrico

6.1. Velocidad de diseño

La velocidad de diseño se refiere a la velocidad máxima que se toma como referencia para proyectar una vía, bajo la suposición de que las condiciones del clima y del tránsito son adecuadas. Esta velocidad no se elige al azar; se define considerando varios factores como la topografía del terreno, la importancia funcional del camino, el volumen de vehículos que lo utilizarán y el tipo de entorno (urbano, rural, turístico, etc.). El objetivo es lograr una velocidad lo suficientemente alta como para garantizar una circulación eficiente, pero sin comprometer la seguridad.

Tabla 9. Velocidad de diseño.

CATEGORÍA DE LA VÍA	T P D A ESPERADO	VELOCIDAD DE DISEÑO KM/H												
		BÁSICA				PERMISIBLE EN TRAMOS DIFÍCILES								
		(RELIEVE LLANO)		(RELIEVE ONDULADO)		(RELIEVE MONTAÑOSO)								
		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal.		Utilizada para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad.		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal.		Utilizada para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad.		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal.		Utilizada para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad.		
		Recom	Absoluta	Recom	Absoluta	Recom	Absoluta	Recom	Absoluta	Recom	Absoluta	Recom	Absoluta	
R-I o R-II (Tipo)	> 8000	120	110	100	95	110	90	95	85	90	80	90	80	
I	Todos 3000-8000	110	100	100	90	100	80	90	80	80	60	80	60	
II	Todos 1000-8000	100	90	90	85	90	80	85	80	70	60	70	50	
III	Todos 300-1000	90	80	85	80	80	60	80	60	60	40	60	40	
IV	TIPO 5, 6, 6 y 7	100-300	80	60	80	60	60	35	60	35	50	25	60	25
V	4 y 4E	< 100	60	50	60	50	50	35	50	35	40	25	40	25

Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras – 2003

De la tabla anterior y considerando que el relieve predominante es ondulado según lo explicado en capítulos anteriores la velocidad de diseño es:

Tabla 10. Velocidad de diseño para la avenida B.

Para el cálculo de los elementos del trazado de perfil longitudinal		Utilizada para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad	
Recom	Absoluta	Recom	Absoluta
80	60	80	60

Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras – 2003

6.2. Velocidad de circulación

La velocidad de circulación representa la velocidad real a la que se desplaza un vehículo a lo largo de un tramo determinado de carretera. Esta velocidad se calcula dividiendo la distancia recorrida entre el tiempo que tarda el vehículo en cubrirla. En el caso de analizar varios vehículos, se puede obtener un valor promedio sumando todas las distancias recorridas por el grupo y dividiéndolas entre la suma total de los tiempos de recorrido.

Este parámetro es importante porque refleja el nivel de servicio que una vía ofrece a sus usuarios. Una mayor velocidad de circulación, sin comprometer la seguridad, suele indicar que la vía es eficiente y está bien diseñada. Por eso, al momento de planificar una carretera, es esencial conocer cómo se comportan las velocidades en condiciones reales y cómo varían según el volumen de tráfico. Esto permite que el diseño se adapte mejor a las necesidades del usuario y al contexto de operación esperado.

Tabla 11. Velocidad de circulación para la avenida B.

VELOCIDAD DE DISEÑO EN km/h	VELOCIDAD DE CIRCULACION EN KM/h		
	VOLUMEN DE TRANSITO BAJO	VOLUMEN DE TRANSITO INTERMEDIO	VOLUMEN DE TRANSITO ALTO
25	24	23	22
30	28	27	26
40	37	35	34
50 *	46	44	42
60	55	51	48
70	63	59	53
80	71	66	57
90	79	73	59
100	86	79	60
110	92	85	61

Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras – 2003

Considerando la tabla anterior la velocidad de circulación para la avenida B es de 55 km/h.

6.3. Diseño horizontal

6.3.1. *Curvas circulares*

El trazado vial de la Avenida B en su totalidad se trata de tramos rectos mismos que no contienen curvas circulares. A continuación, se detallan los tramos viales:

Tabla 12. Tramos Avenida B.

<i>Tramo</i>	<i>Abscisa inicial</i>	<i>Abscisa final</i>
I	0+000	0+620
II	0+000	0+163.50
III	0+000	0+215.00
IV	0+000	0+185

Fuente: Los Autores

6.3.2. *Peralte*

El coeficiente máximo de fricción lateral hace referencia al límite de adherencia que existe entre las llantas de un vehículo y el pavimento cuando se toma una curva. Este valor es fundamental para determinar cuál es la velocidad máxima a la que un vehículo puede girar de manera segura, ya que, si la fricción disponible es baja, existe el riesgo de que el vehículo se deslice.

Por otro lado, el peralte, también conocido como sobreelevación, consiste en inclinar la calzada hacia el interior de la curva. Esta inclinación tiene como objetivo reducir la exigencia sobre la fricción lateral, ayudando al vehículo a mantenerse estable al girar. Ambos elementos —fricción y peralte— deben ser cuidadosamente considerados en el diseño vial, ya que garantizan que los vehículos puedan tomar curvas sin perder el control, incluso bajo condiciones de tráfico variadas o cambios climáticos.

Según las Normas de Diseño Geométrico Vial dictados por el Ministerio de Transporte y Obras públicas recomienda lo siguiente:

“(...) Se recomienda para vías de dos carriles un peralte máximo del 10% para carreteras y caminos con capas de rodadura asfáltica, de concreto o empedrada para velocidades de diseño mayores a 50 Km/h; y del 8% para caminos con capa granular de rodadura (caminos vecinales tipo 4, 5 y 6) y velocidades hasta 50 Km/h. (...)”

6.3.3. Distancia de visibilidad

La visibilidad en carretera es un factor clave para garantizar tanto la seguridad como la eficiencia del tránsito vehicular. Por esta razón, se define como distancia de visibilidad a la longitud del camino que el conductor puede ver claramente por delante de su vehículo en todo momento.

Esta distancia se analiza desde dos enfoques fundamentales:

1. La distancia mínima necesaria para detener el vehículo de forma segura, considerando posibles limitaciones tanto en curvas horizontales como en pendientes verticales.
2. La distancia requerida para realizar un adelantamiento sin riesgo, asegurando que el conductor pueda ver con suficiente anticipación si la vía está libre en sentido contrario.

6.3.4. Distancia de visibilidad para parada vehicular

Cuando un vehículo circula por una curva, ya sea en planta (horizontal) o en perfil (vertical), la visibilidad disponible juega un papel clave para garantizar una conducción segura. En este contexto, la distancia de visibilidad de parada se define como la longitud mínima que necesita un conductor para detectar un

obstáculo en su camino y detener el vehículo a tiempo, especialmente si se desplaza a la velocidad de diseño o cercana a ella.

Esta distancia debe garantizar que el conductor tenga suficiente tiempo de reacción y espacio para frenar sin colisionar. Por eso, se considera como la mínima visibilidad que debe asegurarse en toda la vía, independientemente de su geometría, especialmente en tramos con curvas donde la línea de visión puede verse limitada.

Tabla 13. Distancia de visibilidad.

<u>Clase de Carretera</u>				<u>Recomendable</u>						
				<u>Absoluto</u>						
				<u>L</u>	<u>O</u>	<u>M</u>	<u>L</u>	<u>O</u>	<u>M</u>	
R-I	o R-II	>	8.000	TPDA	220	180	135	180	135	110
I	3.000	a	8.000		180	160	110	160	110	70
II	1.000	a	3.000		160	135	90	135	110	55
III	300	a	1.000		135	110	70	110	70	40
IV	100	a	300		110	70	55	70	35	25
V	Menos	de	100		70	55	40	55	35	25

Fuente: Los Autores

Para el presente proyecto se adopta una distancia de visibilidad de parada vehicular de 110 m.

6.3.5. *Distancia de visibilidad para rebasamiento vehicular*

La distancia de visibilidad para realizar un rebasamiento se establece considerando el tramo de carretera que un conductor necesita para completar esta maniobra de manera segura. Aunque en la realidad pueden ocurrir rebasamientos múltiples, desde el punto de vista del diseño vial se toma como base el escenario más común: un solo vehículo que adelanta a otro.

Los valores de diseño se definen para garantizar que, incluso si en algunos casos se presentan rebasamientos múltiples, exista un margen de seguridad suficiente. En el caso de vías de dos carriles —uno por sentido—, el cálculo de la distancia mínima para adelantar asume las siguientes condiciones:

1. El vehículo que está siendo rebasado mantiene una velocidad constante durante toda la maniobra.
2. Al llegar al tramo de rebase, el conductor del vehículo que va a adelantar necesita un breve lapso de tiempo para identificar visualmente la oportunidad y reaccionar iniciando la maniobra.
3. Durante el adelantamiento, el vehículo rebasante aumenta su velocidad. Se considera que, en promedio, circula a una velocidad 16 km/h mayor que la del vehículo que está adelantando, mientras permanece en el carril izquierdo.
4. Finalmente, cuando el vehículo rebasante vuelve a su carril original (a la derecha), debe existir una distancia de seguridad suficiente entre él y cualquier vehículo que pueda aproximarse desde el sentido contrario.

Tabla 14. Distancia de visibilidad para rebasamiento.

ELEMENTOS DE LA DISTANCIA DE VISIBILIDAD PARA REBASAMIENTO EN CONDICIONES DE SEGURIDAD PARA CARRETERAS DE DOS CARRILES				
Grupo de Velocidades- kph	48-64	64-80	80-96	96-112
Velocidad Promedio para Rebasamiento-kph	56,00	70,00	84,00	99,00
Maniobra inicial:				
a = aceleración promedio-kph/seg	2,24	2,29	2,35	2,40
t ₁ = tiempo - seg	3,60	4,00	4,30	4,50
d ₁ = distancia recorrida - m	44,00	66,00	88,00	112,00
Ocupación del carril del lado izquierdo:				
t ₂ = tiempo - seg	9,30	10,00	10,70	11,30
d ₂ = distancia recorrida - m	145,00	196,00	251,00	313,00
Vehículo opuesto:				
d ₃ = distancia libre entre el vehículo rebasante y el vehículo opuesto	30,00	55,00	76,00	91,00
d ₄ = distancia recorrida - m	30,00	55,00	76,00	91,00
Distancia de visibilidad para rebasamiento - m				
d_r = d₁ + d₂ + d₃ + d₄	316	448	583	725

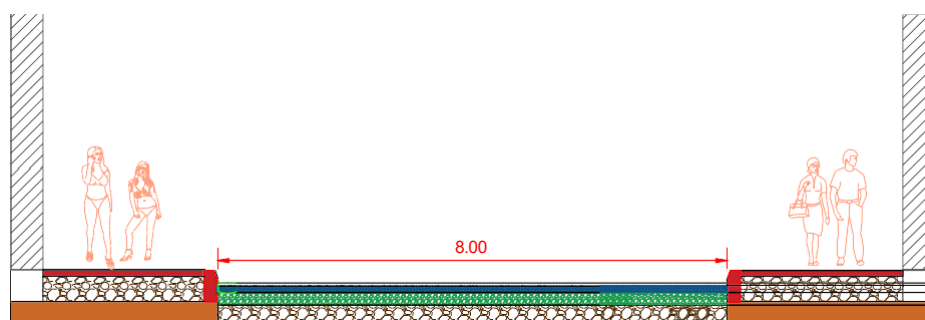
Fuente: Los Autores

Para el proyecto se considera una distancia de visibilidad para rebasamiento de 316 m.

6.3.6. Sección vial

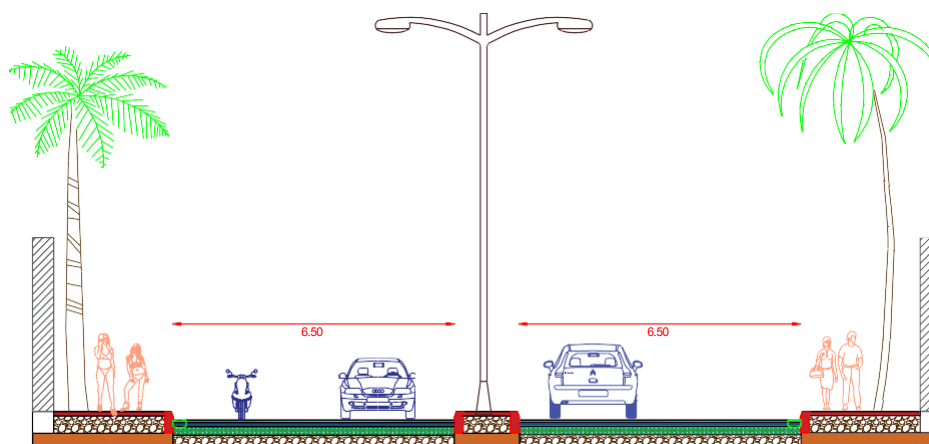
Conforme lo definido en la Clasificación de tipo de vía se ha definido la sección vial como se muestra a continuación.

Ilustración 18. Sección Vial tramos I, II y III.



Fuente: Los Autores

Ilustración 19. Sección Vial tramo IV.



Fuente: Los Autores

6.3.7. Espaldones

Los espaldones cumplen un papel fundamental en el diseño y funcionamiento seguro de las carreteras. A continuación, se detallan sus principales funciones:

1. Zona de detención segura: Proveen espacio para que los vehículos puedan detenerse temporalmente fuera de la calzada principal, reduciendo el riesgo de accidentes al evitar obstrucciones sobre la vía de rodadura.
2. Percepción de amplitud: Generan una sensación visual de mayor anchura para el conductor, lo que favorece una conducción más cómoda y reduce el estrés, especialmente en trayectos largos o complejos.
3. Mejora de la visibilidad en curvas: En tramos con curvas horizontales, los espaldones amplían el campo visual del conductor, incrementando la distancia de visibilidad disponible.
4. Apoyo a la capacidad de la vía: Permiten mantener un flujo vehicular más fluido, ya que facilitan la circulación a velocidad constante al ofrecer espacios adicionales ante cualquier eventualidad.
5. Estabilidad estructural: Actúan como soporte lateral de la calzada, ayudando a mantener la integridad del pavimento y reduciendo el riesgo de deformaciones en los bordes.
6. Instalación de elementos viales: Proveen un área adecuada para colocar señales de tránsito, barreras de protección (guardavías) y otros elementos de seguridad sin que interfieran con la operación vehicular.

En base a las consideraciones anteriores, el ancho de espaldones, en relación con el tipo de carretera, recomendado para el Ecuador, se indica en el siguiente cuadro:

Tabla 15. Ancho de espaldones.

VALORES DE DISEÑO PARA EL ANCHO DE ESPALDONES (Metros)						
Clase de Carretera	Ancho de Espaldones (m)					
	Recomendable			Absoluto		
	L	O	M	L	O	M
	(1,2)	(1,2)	(1,2)	(1,2)	(1,2)	(1,2)
R-I o R-II > 8000 TPDA	3,0 *	3,0 *	2,5 *	3	3,0 *	2,0 *
I 3000 a 8000 TPDA	2,5 *	2,5 *	2,0 *	2,5 **	2,0 **	1,5 **
II 1000 a 3000 TPDA	2,5 *	2,5 *	1,5 *	2,5	2,0	1,5
III 300 a 1000 TPDA	2,0 **	1,5 **	1,0 *	1,5	1,0	0,5
IV 100 a 300 TPDA	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
V Menos de 100 TPDA	Una parte del soporte lateral está incorporado en el ancho de la superficie de rodadura (no se considera el espaldón como tal)					
L = Terreno Llano O = Terreno Ondulado M = Terreno Montañoso						
* La cifra en paréntesis es la medida del espaldón interior de cada calzada y la otra es para el espaldón exterior. Los dos espaldones deben pavimentarse con concreto asfáltico						
** Se recomienda que el espaldón debe pavimentarse con el mismo material de la capa de rodadura del camino correspondiente. (ver nota 5/ del cuadro general de calificación)						

Fuente: Los Autores

Se han considerado un ancho de espaldón de 1.50 m.

La pendiente transversal de los espaldones podría variar desde 3 por ciento hasta 6 por ciento dependiendo de la clase de superficie que se adopte para los mismos. Se ha adoptado una pendiente de 4 por ciento como norma general.

6.3.8. *Pendiente transversal*

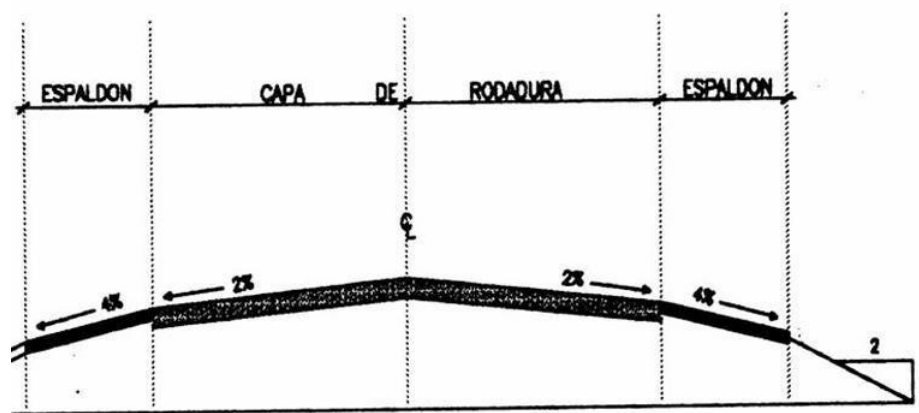
El bombeo se refiere a la pendiente transversal que se le da a la parte superior de la vía con el fin de facilitar el drenaje superficial. Esta inclinación permite que el agua de lluvia que cae sobre la calzada fluya hacia los espaldones, evitando acumulaciones que puedan dañar el pavimento o comprometer la seguridad.

En tramos rectos de carreteras con dos carriles, lo habitual es que la pendiente transversal en la capa de rodadura sea del 2%, mientras que en los espaldones alcance el 4%, generando una evacuación eficiente del agua. En las curvas, este bombeo se combina con el peralte necesario, logrando una pendiente

continua desde el lado más elevado del espaldón hasta el más bajo, sin interrupciones.

Sin embargo, en las zonas donde se pasa de una sección recta a una curva, el diseño se vuelve más complejo. En estos tramos de transición, es frecuente encontrar dificultades para lograr una pendiente transversal adecuada, lo que representa un desafío técnico que debe analizarse caso por caso. En estas situaciones, también es recomendable considerar el efecto de la pendiente longitudinal para optimizar el escurrimiento superficial.

Ilustración 20. Pendiente transversal.



Fuente: Los Autores

6.4. Alineamiento vertical

El alineamiento vertical se muestra en los planos, pero de manera general se puede comentar que existen pendientes menores al 14% de acuerdo a lo indicado en las normas NEVI para este tipo de vías.

6.5. Corte y Relleno

Los perfiles para obtener los volúmenes de corte y relleno se adjuntan en los planos.

CAPÍTULO VII: Drenaje Vial

7.1. Drenaje superficial

El drenaje superficial de la Avenida B consiste en determinar las obras hidráulicas necesarias para garantizar que el flujo proveniente de la precipitación se mantenga alejado de las áreas de circulación y puedan ser encausadas.

7.2. Selección de obra hidráulica

7.2.1. *Parámetros de evaluación*

Para evaluar la selección de la obra hidráulica se ha considerado el método racional que se muestra a continuación:

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

Donde:

Q es el caudal en m³/s

C es el coeficiente de escorrentía de 0.8 para la superficie de rodadura propuesta.

I la intensidad en mm/h

A es el área en hectáreas.

7.2.2. *Diseño de la obra hidráulica correspondiente*

Considerando el bajo caudal no se ha previsto ninguna obra hidráulica, dado que por gravedad todo se drena hacia otros tramos viales.

Tabla 16. Caudal de diseño.

Área	0.68715	Ha
C	0.8	
I	3.8	mm/h
Q	0.0058026	m ³ /s

Fuente: Los Autores

CAPÍTULO VIII: Estructura del pavimento

8.1. Ejes equivalentes

Para el cálculo de los ejes equivalentes se ha considerado los tipos de vehículos que transitan por la vía según el conteo vehicular:

Tabla 17. Cálculo ejes equivalentes.

CLASE	Tipo de Vehículo	TPDA	EJE	PESO ton/eje	Nº EJES	FACTOR DAÑO o FEC	Nº ESALS
LIVIANOS	A2	659	Delantero	2	659	0.008	5.557
			Posterior	2	659	0.008	5.557
BUSES	B	220	Delantero	2	220	0.008	1.855
			Posterior	6	220	0.683	150.263
TOTAL		879				TOTAL	163.23

Fuente: Los Autores

Se ha considerado el método de los factores de daño que no es mas que la estandarización del daño provocado por los vehículos comparados con el eje de referencia.

Tabla 18. Parámetros de cálculo ejes equivalentes.

Número ejes equiv. Nd =	163.23	#
Factor Sentido Fd =	0.50	%
Factor carril Fc =	0.90	%
r=	0.035	%
Periodo de diseño n=	10.00	años
N2(8.2T)=	314528.69	ejes equivalentes de 8.2 ton

Fuente: Los Autores

8.2. Cálculo de espesores de la estructura del pavimento

Considerando el número de ejes equivalentes los autores consideran oportuno realizar el diseño de un pavimento flexible el mismo que consta de capas de: carpeta asfáltica, base y sub base.

“De acuerdo con el Manual de Diseño de Carreteras del Ecuador (2003), se establece el uso del método AASHTO para el diseño de pavimentos. Este método, de aplicación comprobada y vigente en el país, permite determinar de manera confiable el número estructural requerido para pavimentos flexibles. En el presente proyecto, dadas las condiciones del terreno (CBR subrasante = 2.06 %) y la cantidad de ejes equivalentes proyectados (314 529 W18), se ha optado por diseñar una estructura de pavimento flexible, en cumplimiento con lo establecido en la normativa nacional.”

El método AASHTO utiliza la siguiente ecuación para el cálculo de los números estructurales de cada capa:

$$\log_{10} W18 = ZR * S_o + 9.36 * \log_{10} (SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 * \log_{10} MR - 8.07$$

Donde:

SN es el número estructural requerido por la sección de la carretera

W18 es el número de ejes equivalentes de 80 KN (18.000 lb) en el periodo de diseño

ZR es la desviación estándar normal

So es el error estándar por defecto del tráfico y comportamiento

ΔPSI es la variación del índice de servicialidad

MR es el módulo resiliente de la subrasante medido en psi

Tabla 19. Numero estructural subrasante.

So	0.5	
R	80%	
Zr	-0.841	
ΔPSI	2	
CBR Subrasante	2.06	%
Mr Subrasante	3090.00	psi
log(W18)	5.50	
SN Subrasante	3.67	
A Subrasante	5.50	

Fuente: Los Autores

Tabla 20. Numero estructural base y subbase.

So	0.5	
R	80%	
Zr	-0.841	
ΔPSI	2	
log(W18)	5.50	
CBR Subbase	40	%
Mr Subbase	16199.09	psi
SN Subbase	1.99	
A Subbase	5.50	
CBR Base	85	%
Mr Base	19459.91	psi
SN Base	1.85	
A Base	5.50	
a2	0.139	Coefficiente de capa de base granular
a3	0.12	Coefficiente de capa de subbase granular
MR Carpeta	450000	psi
a1	0.44	Coefficiente de capa de carpeta asfáltica
m base	1	Coefficiente de drenaje de la base
m subbase	0.9	Coefficiente de drenaje de la subbase

Fuente: Los Autores

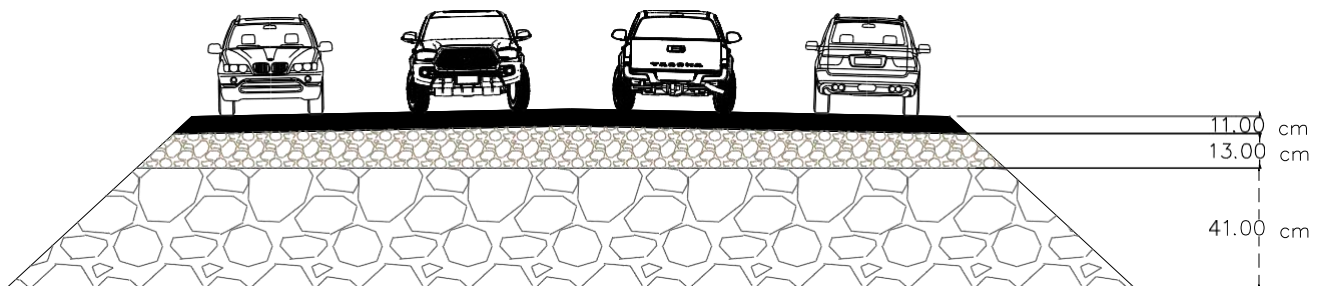
Tabla 21. Espesores del pavimento.

H1	4.22	pulg	Espesor de pavimento requerido
H1	4.22	pulg	Espesor de pavimento adoptado
SN1	1.86	Sn1>SN Base	ok

H2	0.98	pulg	Espesor de base requerido
H2	5.00	pulg	Espesor de base adoptado
		Sn1>SN	
SN2	2.55	Subbase	ok
H3	15.52	pulg	Espesor de subbase requerido
H3	16.00	pulg	Espesor de subbase adoptado

Fuente: Los Autores

Ilustración 21. Estructura del pavimento.



Fuente: Los Autores

Tabla 22. Espesores del pavimento.

Carpeta Asfáltica	11.00 cm
Base	13.00 cm
Subbase	41.00 cm

Fuente: Los Autores

CONCLUSIONES

La Av. B, ubicada en la parroquia de Tonsupa, evidencia una serie de deficiencias estructurales y funcionales que afectan directamente la movilidad de residentes y visitantes. La ausencia de pavimentación y señalización pone en riesgo tanto la seguridad como el desarrollo urbano del sector.

El levantamiento topográfico permitió definir con precisión la morfología del terreno, identificando pendientes de hasta el 14%, lo que confirma la clasificación del área como ondulada según normativa NEVI-12. Esta información fue crucial para el planteamiento del trazado vial y la ubicación de elementos de drenaje.

A través del estudio de tráfico se determinó un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) que justifica la clasificación de la vía como una carretera tipo C2 – clase III, con funciones colectoras. Esto permite garantizar que la vía proyectada responde adecuadamente a la demanda vehicular presente y futura.

En cuanto al sistema de drenaje, se comprobó que el caudal de diseño generado por precipitación es bajo ($0.0058 \text{ m}^3/\text{s}$), por lo que se optó por un drenaje superficial natural mediante pendientes adecuadas, eliminando la necesidad de obras hidráulicas mayores.

El análisis geotécnico mostró que el suelo del sector presenta características homogéneas y aceptables para el tipo de vía propuesta, respaldando la viabilidad técnica del diseño planteado. Los espesores de la estructura del pavimento son de 11 cm para la carpeta asfáltica, 13 cm la base y 41 cm de subbase. Estos espesores garantizan la durabilidad y servicialidad de la vía en un periodo de 10 años.

RECOMENDACIONES

Se sugiere que, previo a la ejecución de la obra, se realice una actualización del estudio topográfico si ha pasado un periodo prolongado desde la recolección de datos, con el fin de verificar que no existan cambios significativos en el terreno.

Aunque el caudal de escorrentía es bajo, se recomienda prever la posibilidad de futuras obras hidráulicas complementarias si el desarrollo urbanístico del sector aumenta. Un monitoreo periódico de las condiciones de drenaje durante la época lluviosa es esencial.

Es recomendable incorporar medidas de accesibilidad universal, como rampas y pasos peatonales seguros, que favorezcan la inclusión de personas con movilidad reducida, adultos mayores y niños.

Se propone una campaña de socialización del proyecto con los moradores del sector antes de su ejecución, lo cual permitirá informar sobre los beneficios, resolver inquietudes y fomentar el sentido de pertenencia hacia la obra.

Finalmente, se sugiere que las autoridades locales mantengan un plan de mantenimiento periódico para la vía una vez construida, de modo que se garantice su durabilidad y funcionalidad a largo plazo.

BIBLIOGRAFÍA

- Barrientos, N., & Matamorros, S. (2024). *Universidad Continental*. Obtenido de Diseño geométrico para mejorar la transitabilidad vehicular de la carretera CU-1204 Y CU-1206:
https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/16126/1/IV_FIN_106_TE_Barrientos_%20Matamorros_2024.pdf?utm_source=chatgpt.com
- Cárdenas, D. (Enero de 2025). *Diseño geométrico y estructural de la vía La Ramada – Río Curiquingue desde la abscisa 6+900 hasta la abscisa 9+200 km, en el cantón Girón provincia del Azuay*. Obtenido de Repositorio UPS:
<http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/29549>
- Correa, J. (2012). *Tipologías del turismo Alternativo en el Valle de Tumbaco*. Obtenido de
<http://repositorio.uisrael.edu.ec/handle/47000/727>
- Costa, L. (Julio de 2022). *REPOSITORIO FLACSO ANDES*. Obtenido de
<http://hdl.handle.net/10469/19679>
- Flores, P. (enero de 2025). *Universidad Politécnica Salesiana*. Obtenido de Diseño geométrico y estructural de la vía Ramada - Río Curiquingue entre las abscisas 0+000 a 2+300 KM, cantón Nabón, provincia del Azuay:
<http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/29550>
- García, A., Pérez, A., & Camacho, J. (S.f). *UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALENCIA*. Obtenido de Introducción al Diseño Geométrico de Carreteras: Concepción y Planteamiento:
<https://riunet.upv.es/server/api/core/bitstreams/8af1e185-3f04-4d98-8983-5c4e6747e0a7/content>
- León, B. (2022). *UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA*. Obtenido de “IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN EL DISEÑO GEOMETRICO DEL PROYECTO DE CREACION DEL CAMINO VECINAL ENTRE LAS LOCALIDADES DE PAMPA EL SURO:
<https://repositorio.unc.edu.pe/>
- MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PUBLICAS DEL ECUADOR. (2013). *NORMA ECUATORIANA VIAL NEVI-12 - MTOP*. Obtenido de VOLUMEN N2 - LIBRO A NORMA PARA ESTUDIOS Y DISEÑOS VIALES: https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_2A.pdf?utm_source=chatgpt.com
- Moale, A., & Rivera, E. (2019). *Estabilización química de suelos arcillosos con cal para su uso como subrasante en vías terrestres de la localidad de Villa Rica*. Obtenido de Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas:
https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/648846/MoaleQ_A.pdf?seq=
- Montero, G. (2018). *UNIVERSIDAD ANDINA SIMON BOLIVAR* . Obtenido de
<https://repositorio.uasb.edu.ec/handle/10644/6618>
- Pineda, A. (2015). *Repositorio Digital UTMACH*. Obtenido de Estudio y diseño de la pavimentación y drenaje pluvial, de las calles de la ciudadela Jardines de conchales, del

cantón Santa Rosa, provincia de el Oro. Estudio y diseño de la pavimentación y drenaje pluvial, de calles: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/5971>

Rodríguez, G., & Abundo, J. (2020). *UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO*. Obtenido de Propuesta de diseño geométrico y señalización con fines de desarrollo y seguridad del camino vecinal puerto Bermúdez – puerto Franco, L = 14 km, en el distrito de Alto Biavo - Bellavista – San Martín:
<https://repositorio.unsm.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/5c7bd9af-2ac2-44ef-b54f-5d35dac0a477/content>

Santillán, V. (enero de 2014). *Presión urbana sobre áreas rurales: transformación territorial en la parroquia de Tumbaco. Caso de estudio comunas Leopoldo N. Chávez y Tola Chica. MS thesis. Quito: Flacso Ecuador, 2014*. Obtenido de Repositorio Bibliográfico Nacional de Educación Intercultural Bilingüe, Etnoeducación e Interculturalidad:
<https://repositoriointerculturalidad.ec/jspui/bitstream/123456789/3689/2/TFLACSO-2014VNSS.pdf>

Taylor, G. (2023). *Roadway Geometric Design I: Functions, Controls and Alignments*. Obtenido de https://www.cedengineering.com/userfiles/C05-023%20-%20Roadway%20Geometric%20Design%20I%20-%20Functions%2C%20Controls%20and%20Alignments%20-%20US.pdf?utm_source=chatgpt.com

ANEXOS



Ilustración 22. Extracción de muestra de suelo para ensayos.



Ilustración 23 .Ensayo de Reducción de muestra.



Ilustración 24.Ensayo de granulometría – Por tamizado.



Ilustración 25. Equipos para Ensayo Límites de Atterberg.



Ilustración 26. Ensayo Límites de Atterberg.



Ilustración 27. Ensayo Límites de Atterberg.



Ilustración 28. Ensayo de gravedad Específica.



Ilustración 29. Ensayo de gravedad Especifica.



Ilustración 30. Ensayo Proctor.



Ilustración 31. Ensayo CBR.



Ilustración 32. Ensayo CBR.



Ilustración 33.Muestra de Calicata 1 ,2 ,3



Ilustración 34.Muestra de Calicata 1 ,2 ,3 para Llevar a Horno.



Ilustración 35. Colocación de Muestras en el Horno.



Ilustración 36. Colocación de Peso.



Ilustración 37. Ensayo de Penetración.

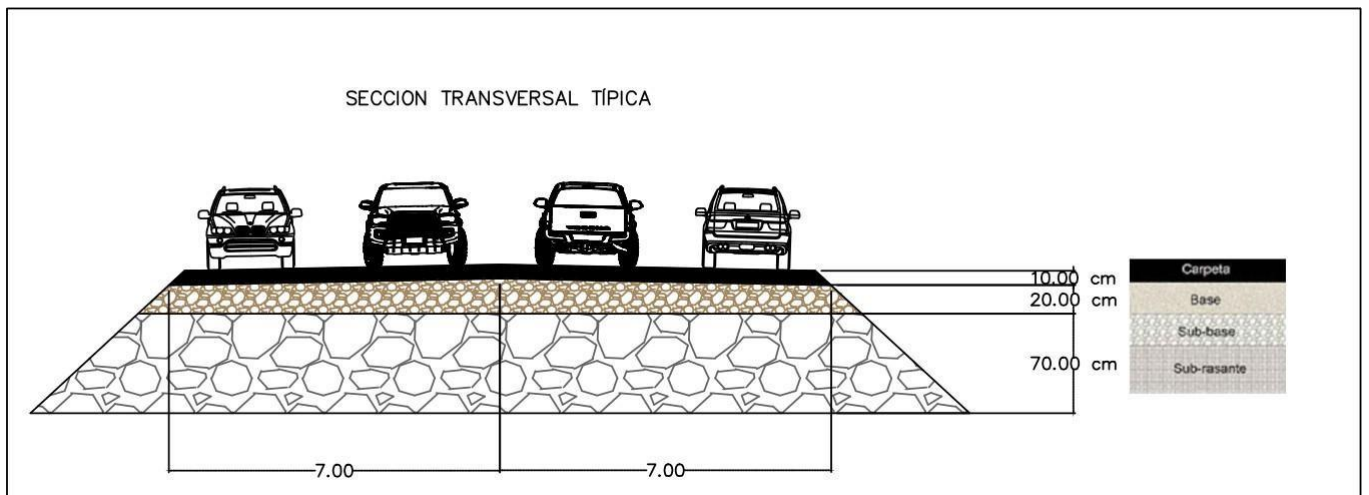


Ilustración 38. Sección transversal Típica.

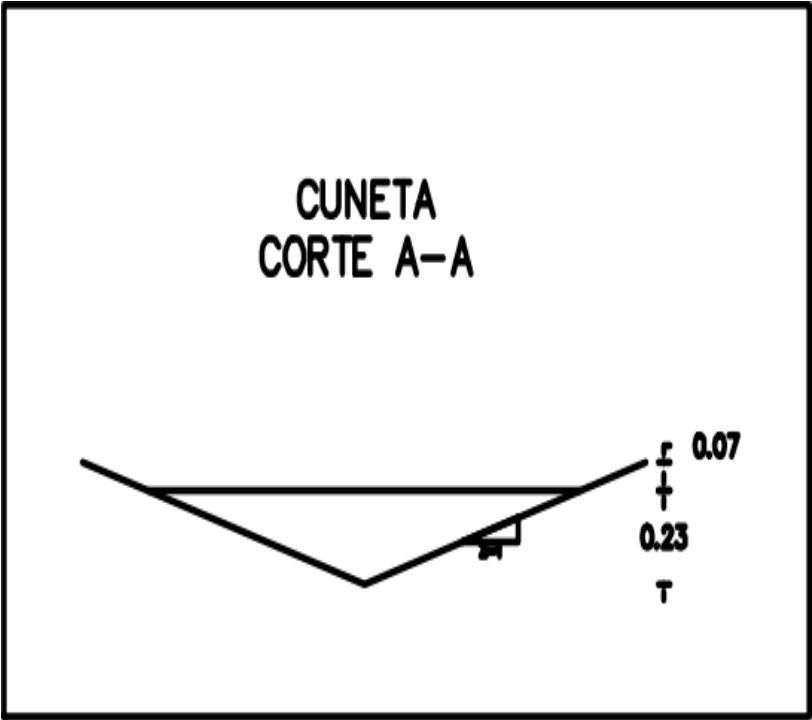


Ilustración 39.Cuneta Corte A-A.

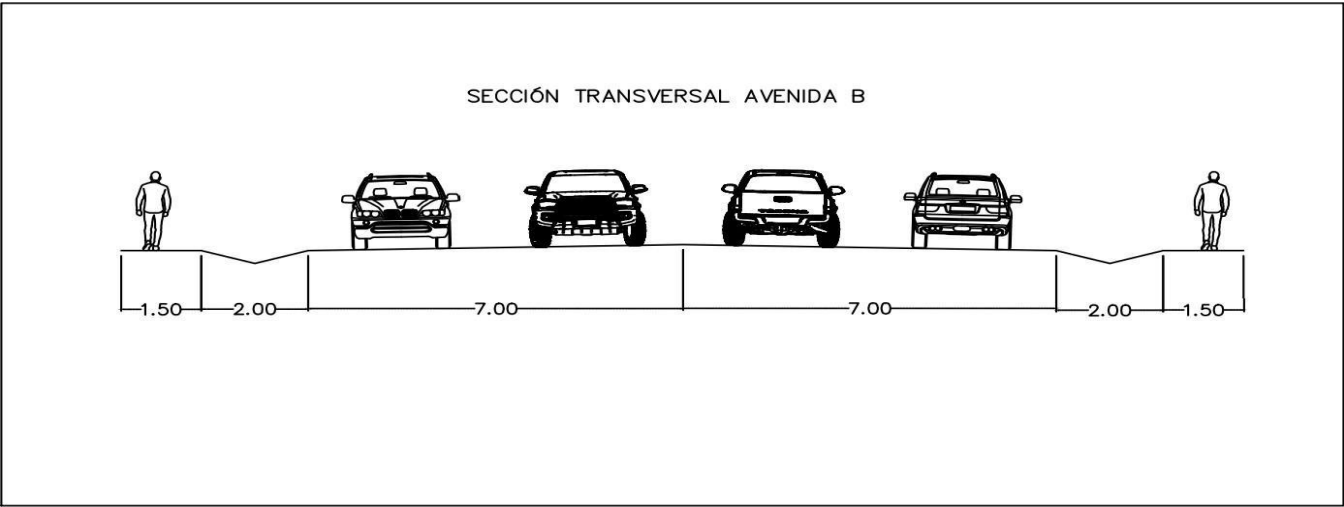


Ilustración 40.Sección transversal Avenida B.



Ilustración 41. Diseño geométrico propuesto de la vía.

CUADRO DE ÁREAS Y VOLUMEN							
Estación	Área Corte (m ²)	Área Reteno (m ²)	Vol Corte (m ³)	Vol Reteno (m ³)	Vol Acumulado Corte (m ³)	Vol Acumulado Reteno (m ³)	Volumen Neto (m ³)
0+000.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+020.00	1.87	0.00	17.18	0.00	17.18	0.00	17.18
0+040.00	2.12	0.00	37.87	0.00	55.06	0.00	55.06
0+060.00	2.85	0.00	49.70	0.00	104.76	0.00	104.76
0+080.00	1.36	0.00	42.11	0.00	146.87	0.00	146.87
0+100.00	3.32	0.00	46.82	0.00	193.69	0.00	193.69
0+120.00	0.22	3.17	35.40	31.68	229.10	31.68	197.41
0+140.00	0.67	0.56	8.85	37.25	237.95	68.93	169.01
0+160.00	0.61	0.06	12.76	6.19	250.70	75.12	175.58
0+180.00	2.53	0.00	31.44	0.83	282.14	75.95	206.39
0+200.00	0.54	0.60	25.79	4.01	307.93	81.76	226.16
0+220.00	0.00	2.07	0.44	26.75	308.37	108.51	199.86
0+240.00	0.02	2.44	0.20	45.11	308.57	153.63	154.94
0+260.00	0.70	0.13	7.23	25.83	315.80	179.26	136.54
0+280.00	4.83	0.00	56.30	1.26	372.10	180.52	191.58
0+300.00	1.16	0.00	60.83	0.00	432.92	180.52	252.41
0+320.00	3.64	0.00	47.91	0.00	480.84	180.52	300.32
0+340.00	2.90	0.00	65.32	0.00	546.15	180.52	365.64
0+360.00	4.88	0.00	77.76	0.00	623.91	180.52	443.39
0+380.00	6.25	0.00	111.27	0.00	735.18	180.52	554.66

CUADRO DE ÁREAS Y VOLUMEN							
Estación	Área Corte (m ²)	Área Reteno (m ²)	Vol Corte (m ³)	Vol Reteno (m ³)	Vol Acumulado Corte (m ³)	Vol Acumulado Reteno (m ³)	Volumen Neto (m ³)
0+400.00	3.39	0.00	96.34	0.00	831.52	180.52	651.00
0+420.00	2.72	0.00	61.04	0.00	892.56	180.52	712.04
0+440.00	2.90	0.00	56.21	0.00	948.78	180.52	768.26
0+460.00	3.16	0.00	60.82	0.00	1009.40	180.52	828.88
0+480.00	2.01	0.00	51.72	0.00	1061.12	180.52	880.60
0+500.00	2.45	0.00	44.65	0.00	1105.77	180.52	925.25
0+520.00	2.07	0.00	45.18	0.00	1150.95	180.52	970.43
0+540.00	0.51	0.05	25.75	0.51	1176.70	181.03	995.68
0+560.00	2.16	0.00	26.72	0.51	1203.42	181.54	1021.89
0+580.00	0.68	0.00	28.42	0.53	1231.84	181.57	1050.28
0+600.00	0.00	1.30	6.79	1.01	1238.63	194.57	1044.06
0+620.00	1.04	0.00	10.41	12.98	1249.04	207.55	1041.49
0+640.00	1.70	0.00	27.45	0.00	1276.50	207.55	1068.95
0+660.00	0.98	0.00	28.83	0.00	1303.33	207.55	1095.78
0+680.00	0.58	0.44	15.65	4.41	1318.98	211.96	1107.02
0+700.00	0.15	0.28	7.41	7.17	1326.38	219.13	1107.25
0+720.00	0.66	0.00	8.18	2.78	1334.56	221.90	1112.66
0+740.00	0.56	0.05	12.19	0.52	1346.75	222.42	1124.33
0+760.00	0.40	0.02	8.56	0.68	1356.31	223.11	1133.21
0+780.00	1.19	0.00	15.92	0.17	1372.23	223.28	1148.95

CUADRO DE ÁREAS Y VOLUMEN							
Estación	Área Corte (m ²)	Área Reteno (m ²)	Vol Corte (m ³)	Vol Reteno (m ³)	Vol Acumulado Corte (m ³)	Vol Acumulado Reteno (m ³)	Volumen Neto (m ³)
0+800.00	0.07	0.10	12.60	1.05	1384.83	224.33	1160.50
0+820.00	0.51	0.00	5.80	1.05	1390.63	225.38	1165.25
0+840.00	0.43	0.00	9.39	0.01	1400.02	225.39	1174.63
0+860.00	0.27	0.03	6.95	0.32	1406.96	225.71	1181.25
0+880.00	0.87	0.00	11.37	0.31	1418.33	226.02	1192.31
0+900.00	1.20	0.00	20.65	0.00	1438.98	226.02	1212.96
0+920.00	0.38	0.06	15.71	0.57	1454.70	226.59	1228.11
0+940.00	0.88	0.00	12.53	0.57	1467.23	227.17	1240.06
0+960.00	0.00	1.11	8.78	11.06	1476.01	238.22	1237.79
0+966.87	0.00	0.01	0.00	3.82	1476.01	242.04	1233.97

Ilustración 42 Cuadras de Áreas y Volumen.



Ilustración 43. Fotogrametría con dron.

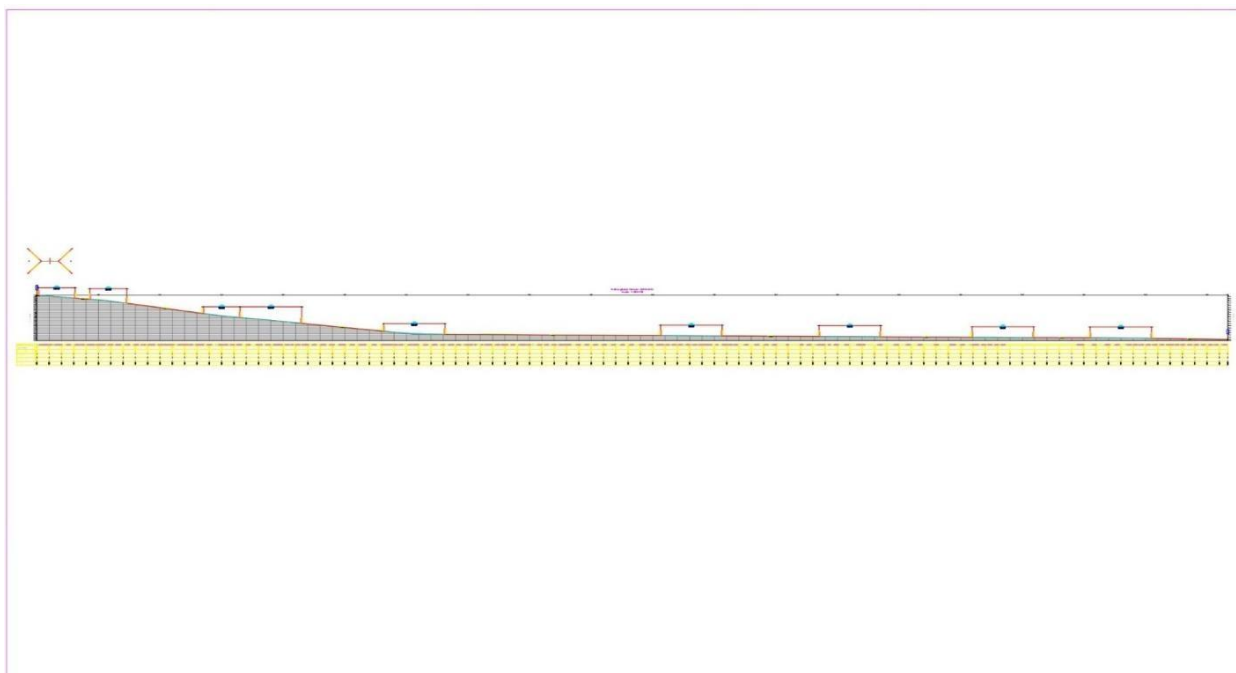


Ilustración 4. Perfil Longitudinal: Alineación _ (002 Bajada Escalas -V:250 H:250.