INFORME FINAL EJECUTIVO

"MEJORAMIENTO DE LA VIA LA YUCA–LA ANTIOQUEÑA, DEL K122+000 AL K124+600, EN EL DEPARTAMENTO DE ARAUCA"

GRUPO ALING S.A.S
RESPONSABILIDAD, CALIDAD Y SERVICIO
NIT. 901.408.350-4

TABLA DE CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN 1
2 CAPÍTULO 1. ALCANCE DE LOS VOLUMENES 3
2.1 DIAGNÓSTICO DE VÍAS 3
2.1.1 ESTADO DEL PAVIMENTO ACTUAL: 5
2.2 HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO: 6
2.2.1 EVALUACIÓN DE RIESGO 6
2.2.2 DETERMINACIÓN DE LAS OBRAS DE DRENAJE 7
2.2.3 DISEÑO HIDRÁULICO DE CUNETAS 7
2.3 ESTUDIOS GEOLÓGICOS Y GEOTÉCNICOS: 8
2.4 DISEÑO ESTRUCTURAL DE OBRAS DE DRENAJE: 11
2.5 PROCESO CONSTRUCTIVO: 13
2.6 ESTUDIOS AMBIENTALES Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL: 13
2.7 PLAN DE MANEJO DE TRÁNSITO: 15
2.8 ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS: 18
2.9 ESTUDIO DE TRÁNSITO: 20
2.10 ESTUDIOS DE PAVIMENTO: 21
2.11 SEÑALIZACIÓN PERMANENTE: 23
2.12 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS 25
2.13 EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA: 28
2.14 ESTUDIO DE SUELOS PARA DISEÑO DE PAVIMENTOS 30
2.15 ESTUDIO DE SUELOS PARA DISEÑO DE FUNDACIONES DE PUENTES Y OTRAS ESTRUCTURAS 35
2.16 DISEÑO GEOMÉTRICO 38
2.17 INFORME FINAL EJECUTIVO 42
3 CAPÍTULO 2 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO 43
4 CAPÍTULO 3. IMPORTANCIA DEL PROYECTO 44
5 CAPÍTULO 4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 46
5.1 CARACTERÍSTICAS DEL CORREDOR VIAL 46

GRUPO ALING S.A.S
RESPONSABILIDAD, CALIDAD Y SERVICIO
NIT. 901.408.350-4

3146696570
alingsas1@gmail.com
Calle 150A #50-86 Bogotá D.C.

5.2 DISEÑO ESTRUCTURAL OBRAS DE DRENAJE 47
5.2.1 ALCANTARILLA CIRCULAR DE 36" 47
5.2.2 DISEÑO ESTRUCTURAL BOX CULVERT 1,0 m X 1,0 m 48
5.2.3 DISEÑO ESTRUCTURAL BOX CULVERT 2,0 m X 1,0 m 48
5.3 SEÑALIZACIÓN PERMANENTE 48
5.3.1 DEMARCACIÓN LONGITUDINAL 50
5.3.2 TACHAS REFLECTIVAS 51
6 FICHA TÉCNICA 51
7 PRESENTACIÓN FINAL DEL PROYECTO 55
7.1 DIAGNÓSTICO DE VÍAS 55
7.1.1 ESTADO DE LAS OBRAS DE DRENAJE 55
7.2 HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO: 58
7.2.1 EVALUACIÓN DE RIESGO 59
7.2.2 DETERMINACIÓN DE LAS OBRAS DE DRENAJE 62
7.2.3 DISEÑO HIDRÁULICO DE CUNETAS 62
7.2.4 CALCULO CAUDALES PARA OBRAS DE DRENAJE 62
7.3 ESTUDIOS GEOLÓGICOS Y GEOTÉCNICOS: 64
7.3.1 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL REGIONAL 64
7.3.2 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL LOCAL 65
7.3.3 GEOLOGÍA LOCAL 67
7.4 DISEÑO ESTRUCTURAL DE OBRAS DE DRENAJE: 68
7.5 PROCESO CONSTRUCTIVO: 70
7.6 ESTUDIOS AMBIENTALES Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL: 70
7.6.1 MUESTREO FORESTAL 70
7.6.2 MUESTREO EPIFITAS 70
7.6.3 MUESTREO EPIFITAS 71
7.6.4 MUESTRAS DE FAUNA 71
7.6.5 TIPOLOGÍA POR TERRENO 72
7.6.6 TIPOLOGÍA DE CARRETERAS POR ADMINISTRACIÓN 73
7.6.7 TIPOLOGÍA POR INTERÉS AMBIENTAL 74
7.6.8 COMPONENTES TÉCNICOS 75

GRUPO ALING S.A.S
NIT. 901.408.350-4

3146696570
alingsas1@gmail.com
Calle 150A #50-86 Bogotá D.C.

7.6.9 NIVEL DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL 76
7.6.10 NIVEL DE SENSIBILIDAD SOCIOECONOMICA..... 77
7.6.11 CARACTERIZACIÓN DE POBLACIÓN OBJETO DE GESTIÓN PREDIAL 78
7.6.12 ACTIVIDADES INFORMATIVAS 78
7.7 PLAN DE MANEJO DE TRÁNSITO:..... 80
7.7.1 FRENTES DE TRABAJO 80
7.7.2 ESQUEMAS DE SEÑALIZACIÓN PARA IMPLEMENTAR 81
7.7.3 CONTROL Y SEGUIMIENTO DEL PMT 82
7.8 ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS: 82
7.8.1 METODOLOGÍA DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO 82
7.9 ESTUDIO DE TRÁNSITO: 85
7.9.1 NIVEL DE SERVICIO 88
7.10 ESTUDIOS DE PAVIMENTO:..... 89
7.10.1 DISEÑO DE PAVIMENTO MEDIANTE METODOLOGÍA DEL MANUAL DE DISEÑO DE PAVIMENTOS ASFALTICOS MEDIOS Y ALTOS VOLUMENS DE TRANSITO 89
7.10.2 DISEÑO DE PAVIMENTO MEDIANTE METODOLOGIA DEL MANUAL DE DISEÑO DE PAVIMENTOS ASFALTICOS MEDIOS Y ALTOS VOLUMENS DE TRANSITO 90
7.10.3 CRITERIOS Y MATERIALES UTILIZADOS EN LA DETERMINACIÓN DE LAS DIFERENTES ALTERNATIVAS ESTRUCTURALES DEL MANUAL DE DISEÑO 90
7.10.4 ESTRUCTURAS Y ESPESORES PRELIMINARES 92
7.10.5 TIPOS Y REQUISITOS DE LOS AGREGADOS PARA BASE GRANULAR 93
7.10.6 SELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA 94
7.11 SEÑALIZACIÓN PERMANENTE: 97
7.12 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS 100
7.12.1 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS: 100
7.13 EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA:..... 101
7.14 ESTUDIO DE SUELOS PARA DISEÑO DE PAVIMENTOS..... 101
7.15 DISEÑO GEOMÉTRICO 106

GRUPO ALING S.A.S
RESPONSABILIDAD CALIDAD Y SERVICIO
NIT 901408350-4

3146696570
alingsas1@gmail.com
Calle 150A #50-86 Bogotá D.C.

7.15.1 SECCIÓN TRANSVERSAL ALTERNATIVA 107
7.15.2 MODELADO OBRA EN EL CORREDOR 108
7.15.3 ESQUEMAS PLANOS PLANTA PEFIL 108
8 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES 111
9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 112

GRUPO ALING S.A.S
RESPONSABILIDAD, CALIDAD
Y SERVICIO
NIT. 901.408.350-4

3146696570
alingsas1@gmail.com
Calle 150A #50-86 Bogotá D.C.

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Patologías y Resistencia de las obras existentes 3
Tabla 2 Resistencia de Concreto 5
Tabla 3 Grado riesgo zona tramo intervención 7
Tabla 4 Caudales de diseño 10
Tabla 5 Cobertura vegetal 10
Tabla 6 Señalización Temporal 16
Tabla 7 Resultados Aforos 21
Tabla 8 Tabla Resumen 21
Tabla 9 Localización Señales verticales existentes 23
Tabla 10 Localización de señales nuevas en el tramo *de Intervención* 24
Tabla 11 - Demarcación línea de carril tramo de intervención 24
Tabla 12 Línea continua amarilla 25
Tabla 13 Línea discontinua amarilla 25
Tabla 14 Tachas Reflectivas Tramo de Intervención 25
Tabla 15 Matriz para el análisis de Alternativa de Mejoramiento vial 26
Tabla 16 Matriz para el análisis de Alternativas 27
Tabla 17 Costo Beneficio primer orden 29
Tabla 18 Beneficios de Segundo Orden 30
Tabla 19 Resumen (VPN, TIR Y RB/C) 30
Tabla 20 Criterio según índice de consistencia Tramo de intervención 32
Tabla 21 Criterios de compresibilidad y consistencia tramo a intervenir 32
Tabla 22 Potencial de expansión del tramo de intervención 33
Tabla 23 Suelos Colapsables tramo de Intervención 33
Tabla 24 Ensayo de materia orgánica 34
Tabla 25 Ensayos suelos expansivos 34
Tabla 26 Ensayos de suelos solubles 34
Tabla 27 Resultados CBR Tramo de intervención 34
Tabla 28 Tramos a Intervenir 46
Tabla 29 Localización de señalización existente tramo de Intervención 48
Tabla 30 Resumen de señalización tramo de intervención 49
Tabla 31 Localización de Señalización Nueva 49
Tabla 32 Resumen de Señalización Nueva 50
Tabla 33 Demarcación línea de carril tramo de intervención 50
Tabla 34 Línea continua Amarilla 50
Tabla 35 Línea Discontinua Amarilla 51
Tabla 36 Cantidad de Tachas Reflectivas tramo de Intervención 51
Tabla 37 Resumen Patologías Obras de Drenaje 56
Tabla 38 Resultados Esclerométricos Obras de Drenaje 57
Tabla 39 Resumen resultados - método VIZIR Tramo de Intervención 58

GRUPO ALING S.A.S
RESPONSABILIDAD, CALIDAD Y SERVICIO
NIT 901403350-4

Tabla 40 Grado riesgo zona tramo intervención 59
Tabla 41 Matriz de amenazas y medidas de mitigación 60
Tabla 42 Calculo caudales obras de drenaje 63
Tabla 43 Relación Obras de Drenaje Tramo de Intervención 68
Tabla 44 Tipología de carreteras por administración 74
Tabla 45 Diseño Geométrico 75
Tabla 46 Asignación por instrumentos y/o requisitos 78
Tabla 47 Resumen de poligonales 83
Tabla 48 Módulo de la Subrasante para diseño por zona homogénea 90
Tabla 49 Tipos de mezclas asfálticas utilizadas en las estructuras de pavimento 90
Tabla 50 Tipos de materiales de las capas de base y subbase de las estructuras de pavimento 91
Tabla 51 Alternativas del INVIAS 91
Tabla 52 Característica de materiales a emplear 92
Tabla 53 Resultados para evaluación de daño por fatiga y compresión ... 93
Tabla 54 Requisitos de los agregados para relleno 95
Tabla 55 Localización Señales Verticales Existentes tramo de intervención 97
Tabla 56 Resumen Señalización Existente Tramo de Intervención 97
Tabla 57 Localización de Señales Nuevas 98
Tabla 58 Resumen de Señalización Nueva 98
Tabla 59 Línea de Carril 99
Tabla 60 Línea Continua Amarilla 99
Tabla 61 Línea Discontinua Amarilla 99
Tabla 62 Tachas Reflectivas 100
Tabla 63 Valores de alternativas Pavimento 100
Tabla 64 Valor Alternativas Control de erosión 101
Tabla 65 Resumen (VPN, TIR Y RB/C) ..... **¡Error! Marcador no definido.**
Tabla 66 Resumen de resultados método VIZIR tramo de Intervención 101
Tabla 67 Ahuellamiento y Deformaciones 102
Tabla 68 Resultados de los Parámetros Cualitativos 103
Tabla 69 Resumen Resultados Granulometría 103
Tabla 70 Criterio Según Índice de Consistencia 104
Tabla 71 Criterios de Compresibilidad y consistencia 104
Tabla 72 Potencial de Expansión 105
Tabla 73 Suelos Colapsables 105
Tabla 74 Ensayos de Materia Orgánica 105
Tabla 75 Ensayos Suelos Expansivos 105
Tabla 76 Ensayos de Sales Solubles 106
Tabla 77 Resultados CBR 106
Tabla 78 Estructura de Pavimento 107

GRUPO ALINGSAS
RESPONSABILIDAD, CALIDAD
Y SERVICIO

Tabla 79 Parámetros Generales del Proyecto 107

LISTA DE IMÁGENES

IMAGEN 1Mapa General cuenca Río Arauca 9
IMAGEN 2 MDT 9
IMAGEN 3 DEM 9
IMAGEN 4 Plano Secciones Típicas 23
IMAGEN 5 Sección típicas Tramo de intervención 41
IMAGEN 6 Esquema planos planta perfil diseño geométrico 41
IMAGEN 7Área de Intervención Tramo de intervención 43
IMAGEN 8 Ubicación Tramos a intervenir 43
IMAGEN 9 Sección transversal típica 47
IMAGEN 10 Alcantarilla Circular de 36" 47
IMAGEN 11 Box Culvert 1,0 m X 1,0 m 48
IMAGEN 12 Box Culvert 2,0 m X 1,0 m 48
IMAGEN 13 Terrenos estructurales de la cuenca de los Llanos Orientales .. 64
IMAGEN 14 Provincia de Arauca con sus rasgos morfotectónicos. 65
IMAGEN 15 Fallas normales del sistema Mantecal – La Yuca del Graben de Arauca, que involucran rocas del Cratón Guyanes y del Paleozoico. Nótese la reactivación hasta niveles de la formación León y la discordancia angular entre las secuencias paleozoicas y mesozoi 66
IMAGEN 16 Fallas inversas y pliegues en las Formaciones Paleozoicas. Estructuras de inversión del Graben de Arauca. Sector oriente de la población Arauca. 67
IMAGEN 17 Unidades gologicas superficiales 67
IMAGEN 18 Diseño Estructural Alcantarilla 36" 69
IMAGEN 19 Diseño Estructural Box Culvert 1,0 X 1,0 m 69
IMAGEN 20 Diseño Estructural Box Culvert 2,0 X 1,0 m 69
IMAGEN 21 Tipología de carreteras por terreno 73
IMAGEN 22 Tramo de intervención 73
IMAGEN 23 Mapa de Áreas de Importancia Ambiental 75
IMAGEN 24 Mapa de Sensibilidad ambiental 76
IMAGEN 25 Mapa de Sensibilidad Socioeconómica 77
IMAGEN 26 Materialización de Mojones 82
IMAGEN 27 Posicionamiento de GPS 83

GRUPO ALING S.A.S
RESPONSABILIDAD, CALIDAD Y SERVICIO
NIT 901405650-4

IMAGEN 28 Plano Topográfico en Planta 84
IMAGEN 29 Sección Transversal 85
IMAGEN 30 Modelación 85
IMAGEN 31 Procesamiento de variables 86
IMAGEN 32 Ubicación estación Aforos Vía la Yuca 86
IMAGEN 33 Tabla de Volúmenes Vehiculares Aforados 87
IMAGEN 34 Resultados Datos de Tránsito 87
IMAGEN 35 Número de ejes equivalentes por cada año de diseño 88
IMAGEN 36 Cálculo de capacidad (c60 y C5) Tramo de intervención 88
IMAGEN 37 Estructuras de pavimento 92
IMAGEN 38 Tipo y requisitos de los agregados para bases granular 93
IMAGEN 39 Alternativa seleccionada 94
IMAGEN 40 Sección Trasversal con relleno. 95
IMAGEN 41 Acceso 1, Tramo K123+850 96
IMAGEN 42 Sección típica de rampas 96
IMAGEN 43 Sección Típica K122+000 al K124+600 96
IMAGEN 44 Estructura de pavimento definida para el proyecto 97
IMAGEN 45 Sección Típica Tramo de Intervención 107
IMAGEN 46 Modelación de Obras en el corredor 108
IMAGEN 47 Esquematización planta perfil 109
IMAGEN 48 Esquema planos planta perfil diseño geométrico 109

GRUPO ALING S.A.S
RESPONSABILIDAD, CALIDAD
Y SERVICIO
NIT. 901.408.350-4

INFORME FINAL EJECUTIVO

"MEJORAMIENTO DE LA VIA LA YUCA–LA ANTIOQUEÑA, DEL K122+000 AL K124+600, EN EL DEPARTAMENTO DE ARAUCA"

1 INTRODUCCIÓN

El presente informe documenta el desarrollo integral del proyecto de **"MEJORAMIENTO DE LA VIA LA YUCA–LA ANTIOQUEÑA, DEL K122+000 AL K124+600, EN EL DEPARTAMENTO DE ARAUCA",** el cual ha sido concebido con el objetivo de optimizar la infraestructura vial existente en la región, mejorando la seguridad, la accesibilidad, y la eficiencia del tránsito vehicular. Este proyecto, que abarca un enfoque multidisciplinario, ha sido ejecutado siguiendo un riguroso proceso de planificación, diseño, y construcción, integrando múltiples componentes técnicos y ambientales para garantizar su éxito y sostenibilidad a largo plazo.

El proyecto se ubica en una región con características geográficas y climáticas que han sido meticulosamente analizadas para determinar las mejores estrategias de intervención. En este sentido, se han realizado estudios detallados en los ámbitos hidrológico, hidráulico, geológico, y geotécnico, con el fin de comprender las dinámicas naturales del área y cómo estas influyen en el diseño y durabilidad de la infraestructura vial.

El diseño estructural de las obras de drenaje se ha desarrollado para garantizar un manejo eficiente de las aguas superficiales y subterráneas, minimizando el riesgo de erosión y otros problemas derivados de la escorrentía. Paralelamente, se ha elaborado un diseño geométrico que responde tanto a los requerimientos de tránsito como a las condiciones topográficas del terreno, asegurando un trazado que cumple con los estándares de seguridad y confort para los usuarios.

Los estudios de pavimento han permitido definir las soluciones técnicas más adecuadas para la rehabilitación y el refuerzo de la estructura vial, considerando el tipo de tráfico proyectado y las características del suelo subyacente. Asimismo, se ha realizado un diagnóstico exhaustivo de las vías existentes, lo que ha sido crucial para identificar las deficiencias actuales y proponer las mejoras necesarias.

La señalización permanente ha sido diseñada para garantizar una circulación ordenada y segura, mientras que el plan de manejo de tránsito ha sido implementado para minimizar las interrupciones y molestias durante el proceso constructivo. En paralelo, se han llevado a cabo estudios ambientales que han guiado la elaboración de un plan de manejo

ambiental, orientado a mitigar los impactos negativos de las obras sobre el entorno natural y social.

El análisis de alternativas y el estudio de mercado han permitido evaluar diferentes escenarios de intervención, seleccionando la opción que ofrece el mejor equilibrio entre costo, beneficio, y factibilidad técnica. Finalmente, la evaluación económica y financiera del proyecto, junto con el análisis de gestión predial, ha asegurado que las inversiones realizadas sean sostenibles y que los objetivos del proyecto se alcancen dentro de los plazos y presupuestos establecidos.

Este informe recoge todos los estudios, diseños, y evaluaciones que han sido fundamentales para la ejecución exitosa del proyecto, y proporciona una visión detallada de cada componente involucrado en el mejoramiento de la infraestructura vial.

GRUPO ALING S.A.S
RESPONSABILIDAD, CALIDAD
Y SERVICIO
NIT. 901.408.350-4

2 CAPÍTULO 1. ALCANCE DE LOS VOLUMENES

El presente informe abarca un análisis exhaustivo y la documentación de todas las fases y componentes involucrados en el proyecto de **"MEJORAMIENTO DE LA VIA LA YUCA–LA ANTIOQUEÑA, DEL K122+000 AL K124+600, EN EL DEPARTAMENTO DE ARAUCA",** este alcance incluye una revisión integral de los estudios, diseños, procesos constructivos y evaluaciones económicas realizadas, con el fin de asegurar la viabilidad, seguridad y sostenibilidad del proyecto. A continuación, se describen los principales componentes que conforman el alcance del informe:

2.1 DIAGNÓSTICO DE VÍAS

La visita fue realizada por personal especializado en vías, pavimentos, geotecnia y geología entre otros. En las secciones siguientes se presenta un resumen del informe correspondiente emitido por cada uno de los especialistas teniendo en cuenta cada uno de los componentes que conforman el presente proyecto.

A continuación, se anexa tabla de la relación de patologías y resultados esclerométricos realizados a cada una de las obras existentes.

Tabla 1 Patologías y Resistencia de las obras existentes

TABLA RESUMEN CHEQUEO OBRAS EXISTENTES TRAMO DE INTERVENCIÓN							
ABSCISA	**OBRA DE DRENAJE**	**OBSERVACIONES Y PATOLOGÍAS**	**RESULTADOS ESCLEROMETRÍA (Mpa)**		**ESTADO**		
			Estructura Entrada	**Estructura Salida**	**B**	**R**	**M**
k122+193	Alcantarilla Circular	Grietas longitudinales, humedad, ducto sedimentado y obstruido	18,4	25,0			X
k122+351	Alcantarilla Tipo Cajón	Grietas longitudinales y transversales, humedad, ducto sedimentado y obstruido	26,7	22,0			X

GRUPO ALING S.A.S
RESPONSABILIDAD, CALIDAD Y SERVICIO
NIT 901408350-4

TABLA RESUMEN CHEQUEO OBRAS EXISTENTES TRAMO DE INTERVENCIÓN							
K122+693	Alcantarilla Tipo Cajón	Colmatación, humedad, desprendimiento de concreto, erosión ducto sedimentado y obstruido	24,0	22,6			X
K122+810	Alcantarilla Circular Doble	Grietas longitudinales y transversales, humedad, ducto sedimentado y obstruido	22,2	15,6			X
K122+976	Alcantarilla Tipo Cajón	Agrietamiento, humedad, colmatación, desprendimiento de concreto, ducto sedimentado y obstruido	25,5	24,2			X
K123+082	Alcantarilla Circular	Agrietamiento, humedad, colmatación, ducto sedimentado y obstruido	24,4	20,8			X
K123+225	Alcantarilla Circular Doble	Grietas longitudinales y transversales, descascaramiento, humedad, ducto sedimentado y obstruido	23,2	17,3			X
K123+387	Alcantarilla Tipo Cajón	Grietas longitudinales y transversales, humedad, perdida de concreto, ducto sedimentado y obstruido	23,2	26,0			X
K123+634	Alcantarilla Tipo Cajón	Grietas longitudinales y transversales, humedad, pérdida de concreto, ducto sedimentado y obstruido	24,4	24,8			X
K123+887	Alcantarilla Circular	Obstrucción por sedimentos y terreno natural	NA	NA			X
k124+539	Alcantarilla Tipo Cajón	Grietas longitudinales y transversales, humedad, pérdida de concreto, ducto sedimentado y obstruido	25,4	23,6			X

FUENTE: Diagnóstico de Vías

GRUPO ALING S.A.S
RESPONSABILIDAD, CALIDAD Y SERVICIO
NIT. 901.408.350-4

3146696570
alingsas1@gmail.com
Calle 150A #50-86 Bogotá D.C.

Tabla 2 Resistencia de Concreto

OBRA DE DRENAJE	ABSCISA	RESISTENCIA CALCULADA (Mpa)	
		Estructura de Entrada	Estructura de Salida
Alcantarilla Circular	K122+193	18,40	25,00
Alcantarilla Tipo Cajón	K122+351	26,70	22,00
Alcantarilla Tipo Cajón	K122+351	26,70	22,00
Alcantarilla Tipo Cajón	K122+693	24,00	22,60
Alcantarilla Circular Doble	K122+810	22,20	15,60
Alcantarilla Tipo Cajón	K122+976	25,50	24,20
Alcantarilla Circular	K123+082	24,40	20,80
Alcantarilla Circular Doble	K123+225	23,20	17,30
Alcantarilla Tipo Cajón	K123+387	23,20	26,00
Alcantarilla Tipo Cajón	K123+634	24,40	24,80

FUENTE: Diagnóstico de Vías

- En resumen y de conformidad con los datos recolectados en sitio, se recomienda demoler, 11 estructuras en concreto las cuales se encuentran localizadas en los abscisados K122+193, K122+351, K122+693, K122+810, K122+976, K123+080, K123+225, K123+387, K123+634, K123+887 Y K124+539; concluyendo que de acuerdo al análisis técnico visual, todas las estructuras presentan fallas hidráulicas y estructurales evidentes, dado el cumplimiento de su periodo de diseño, para el cual fueron contempladas, acelerado por su evidente falta de mantenimiento.

GRUPO ALING S.A.S
RESPONSABILIDAD, CALIDAD Y SERVICIO
NIT 901408.350-4

2.1.1 **ESTADO DEL PAVIMENTO ACTUAL:**

La inspección visual del pavimento se inició desde el K122+000 hasta el K124+600 en el Tramo de intervención y se realizó a lo largo y ancho del segmento vial, se observa que la estructura de pavimento a nivel general presenta condiciones de servicio, seguridad y confort, entre regular y malo, para el tránsito de vehículos pesados y livianos, está conformado por una sub-base granular, una base granular y capas asfálticas que permiten una circulación vehicular con un nivel de seguridad vial aceptable. Sin embargo, a lo largo y ancho del segmento vial se identificaron pequeños daños sobre

la capa de rodadura del pavimento. Entre los mencionados daños hallados, se destacan algunos descascaramientos, pérdida de agregados y parches asfalticos.

2.2 **HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO:**

La evaluación y análisis hidrológico de los afluentes superficiales presentes en la zona de intervención, relacionadas en el presente capitulo, tiene como propósito determinar el comportamiento de dichas corrientes superficiales en cuanto a rendimientos hídricos y generación de niveles en distintos escenarios temporales, por el método Lluvia escorrentía.

Con base en la información hidroclimatológica y topográfica disponible, se evaluaron las principales características físicas de las cuencas y los registros de precipitación en la zona de estudio.

Se analizaron las intensidades de las lluvias para diferentes periodos de retorno y se elaboraron los hietogramas correspondientes para cada una de las subcuencas.

Las principales cuencas hidrográficas del departamento son el río Arauca, con una longitud de 238 Km., el río Casanare, con una longitud de 240 Km. y el río Cinaruco, con una longitud de 68 Km., los cuales se nutren de numerosos caños, cañadas y ríos de menor envergadura.

El río Arauca nace en territorio colombiano, en límites con los departamentos de Santander y Norte de Santander (Cordillera Oriental), recorre uno 338 Km. Trazando el límite con Venezuela; Luego entra a territorio venezolano para desembocar en la margen izquierda del Orinoco, alcanzando una longitud aproximada de 800 Km, de los cuales 400 son navegables.

En el río Casanare tributan los ríos Lipa, al cual llega el caño Cumalí; Ele, Cravo Norte, Tame, lope y Negro, las quebradas Colorada y el playón; y el caño San Rafael; igualmente antes de que el Casanare desemboque en el Meta, recibe las aguas del río Ariporo, que a su vez recibe las aguas de los ríos Chire, Aricaporo, y Meuse. Más adelante, hacia el sur el Casanare recibe las aguas del Caño aguas claras, que constituyen el límite natural entre los Departamentos de Arauca y Casanare. Presenta una longitud de 600km.

2.2.1 **EVALUACIÓN DE RIESGO**

A continuación, se define la escala:

- Entre 25-15 se califica Riesgo Alto, se denota con color rojo.
- Entre 14-6 se califica Riesgo Medio, se denota con color amarillo.

GRUPO ALING S.A.S
RESPONSABILIDAD, CALIDAD Y SERVICIO
NIT 901405350-4

- Menor 5 como Riesgo Bajo, se denota con color verde.

Tabla 3 Grado riesgo zona tramo intervención

TIPO DE RIESGO	AMENAZA	Probabilidad	VULNERABILIDAD		RIESGO	
			Humano	Ambiente	Humano	Ambiente
EXÓGENAS	Sismos	1	1	1	1	1
	Inundaciones	2	2	2	4	4
	Sequías	2,5	1	2	2,5	5
	Incendios forestales	1,5	2	2	3	3
ENDÓGENA	Explosión	1	1	1	1	1
	Fuga	1	1	1	1	1
	Derrames	1	1	1	1	1
	Afectación a la salud	1	2	1	2	1
	Afectación de ecosistemas	1	1	2	1	2
	Accidentes vehiculares	2	3	1	6	2
	Accidentes laborales	2	3	1	6	2

FUENTE: Estudio Hidrológico e Hidráulico

2.2.2 **DETERMINACIÓN DE LAS OBRAS DE DRENAJE**

Para el proyecto de **"MEJORAMIENTO DE LA VIA LA YUCA–LA ANTIOQUEÑA, DEL K122+000 AL K124+600, EN EL DEPARTAMENTO DE ARAUCA"**, a criterio del ingeniero consultor se opta por determinar construcción de Box Culvert y alcantarillas de 36" para el manejo del drenaje superficial en el tramo de intervención del proyecto.

2.2.3 **DISEÑO HIDRÁULICO DE CUNETAS**

Para el presente proyecto no se hace necesario el estudio hidráulico de obras que transportaran la escorrentía (cunetas), debido a que la vía a intervenir se realizara sobre terraplén, por ende, el caudal generado por las áreas aferentes de cada obra de drenaje es conducido por el terreno natural hacia los puntos de concentración.

Además, por las características del pavimento flexible que se pretende implementar, no se hace necesario la construcción de bordillos laterales que puedan generar junto con el bombeo de la calzada acumulaciones de caudales.

GRUPO ALING S.A.S
RESPONSABILIDAD, CALIDAD Y SERVICIO
NIT. 901208350-2

De acuerdo con el análisis y modulación hidráulica realizada a las obras de drenaje que se construirán en los tramos de intervención, se concluye que el flujo de agua que circulará por obras tipo Box Culvert de dimensiones 1,0x1,0 metros, Box Culvert de 2.0x1.0 metros y alcantarillas de 36", son totalmente acordes para el caudal que conlleva hacia cada una de ellas.

2.3 **ESTUDIOS GEOLÓGICOS Y GEOTÉCNICOS:**

El análisis geológico del lugar es presenciado por depósitos cuaternarios (Q) asociados al río Arauca, los fenómenos que pueden colocar en riesgo la infraestructura están asociados a la dinámica que genere el afluente del Rio Arauca. Los niveles geotécnicos. En el tramo de vía objeto del proyecto no se encontraron condiciones críticas que afecten su desarrollo. Se realizaron 51 perforaciones manuales cada 250 metros para caracterizar los suelos de subrasante, encontrando que están compuestos mayormente por limos de baja a media plasticidad, con variaciones en sus parámetros de consistencia. No se registró nivel freático a 1.5 m de profundidad, y las características mecánicas del suelo se consideran aceptables para soportar el tránsito existente. Se recomienda proyectar obras de drenaje para evitar problemas por saturación y estancamiento de agua. Basado en los resultados del CBR, se estableció una sección homogénea a lo largo del tramo vial, con un mejoramiento de suelo de 20 cm compactado en 2 a 3 capas. La capacidad portante del suelo excede las recomendaciones establecidas para estructuras tipo Box Culvert según la cartilla de obras menores en Colombia.

Análisis del terreno y subsuelo, incluyendo la caracterización geológica y geotécnica para determinar la capacidad portante, estabilidad de taludes, y posibles riesgos asociados como deslizamientos o subsidencia. Estos estudios son fundamentales para definir la cimentación adecuada de las estructuras viales y garantizar la durabilidad del pavimento.

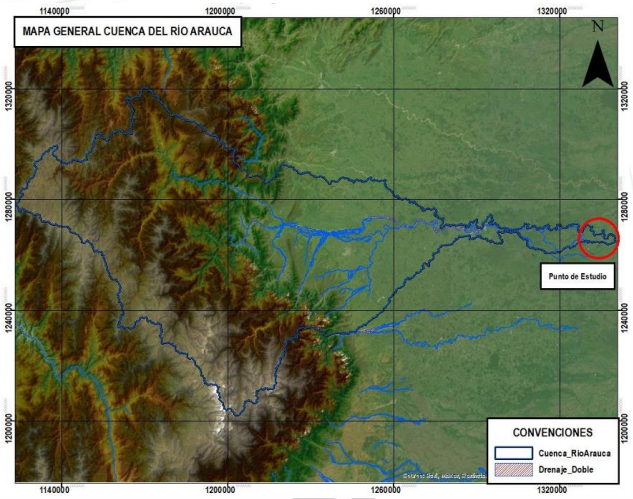
Dentro del estudio geológico, para unidades geológicas superficiales y de ingeniería, geomorfología y procesos erosivos y morfo dinámicos, así como evaluando la susceptibilidad geológica de los suelos y la amenaza por inundación, se proyectan las zonas críticas objeto a puntualizar estudios de detalle y cálculos y diseños.

Recopilación de información hidrológica e hidráulica

Se realizó la recopilación de la información hidrología e hidráulica del tramo, recopilando información correspondiente a la cota máxima de inundación y características del cauce.

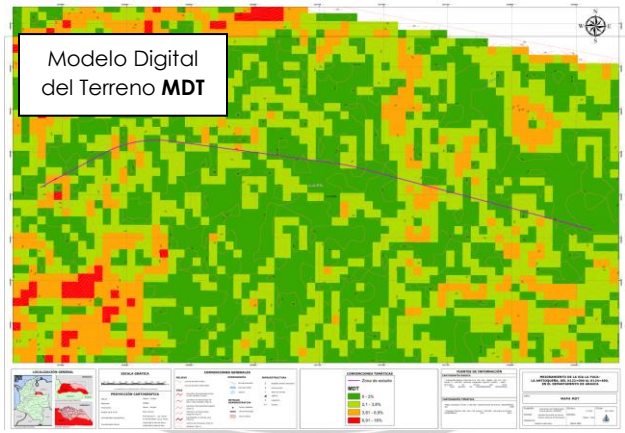
GRUPO ALING S.A.S
RESPONSABILIDAD, CALIDAD Y SERVICIO

IMAGEN 1Mapa General cuenca Río Arauca



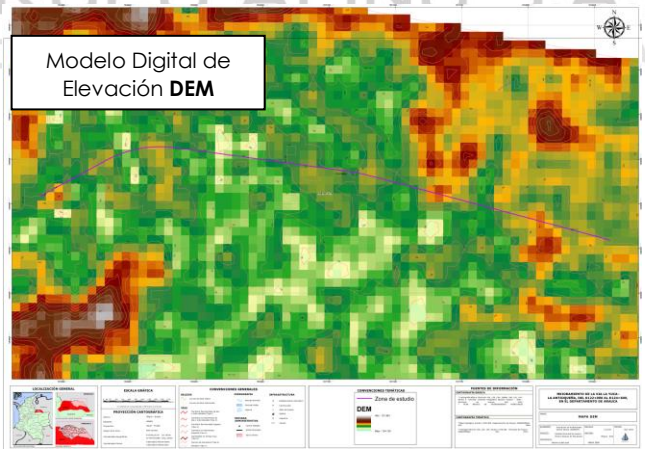
FUENTE: Estudio Geológico

IMAGEN 2 MDT



FUENTE: Estudio Geológico

IMAGEN 3 DEM



FUENTE: Estudio Geológico

GRUPO ALING S.A.S

Los modelos MDT y DEM sirvieron como insumos para indicar y delimitar diferentes unidades homogéneas en la caracterización geomorfológica y de UGI en el área de estudio. La totalidad de estas imágenes se encuentran en los anexos de planos.

Tabla 4 Caudales de diseño

Periodo de retorno	Caudal máximo
Tr	m^3/s
5	785
10	1152.7
25	1812.1
30	1978.8
50	2151.3
100	2934.3

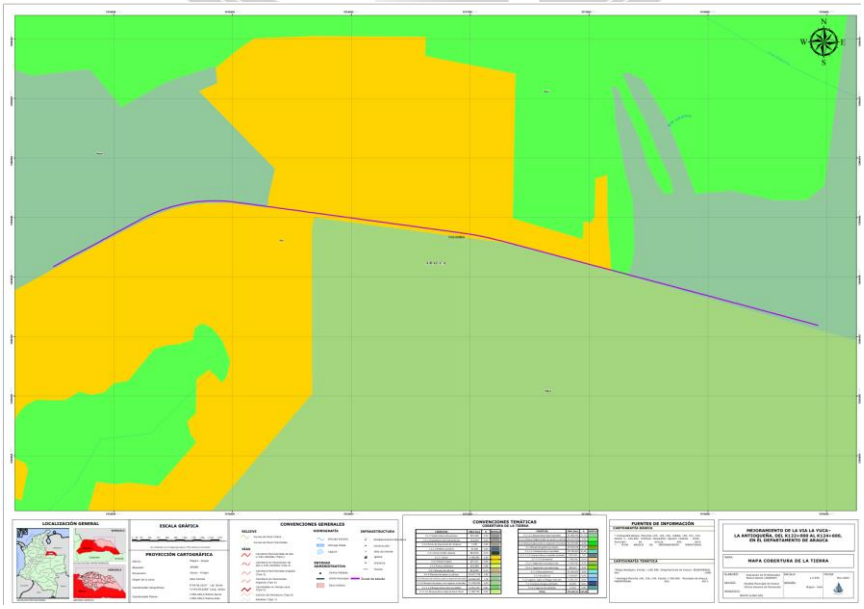
FUENTE: Estudio Geológico

Tabla 5 Cobertura vegetal

CONVENCIONES TEMÁTICAS
COBERTURA DE LA TIERRA

COBERTURA	AREA (Has)	%	SIMBOLO
1.1.2 Tejido urbano discontinuo	903,348	0,16	
1.3.1.2 Explotación de hidrocarburos	152,239	0,03	
1.3.2 Zonas de disposición de residuos	2,395	0,00	
1.3.2.4 Relleno sanitario	20,548	0,00	
1.4.1 Zonas verdes urbanas	864,536	0,15	
2.1.2.1 Arroz	5.946,901	1,03	
2.3.1 Pastos limpios	207,211	0,04	
2.3.2 Pastos arbolados	434,380	0,08	
2.4.1 Mosaico de cultivos	852,695	0,15	
2.4.2 Mosaico de pastos y cultivos	10.627,754	1,84	
2.4.3 Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	44.859,047	7,78	
2.4.4 Mosaico de pastos con espacios naturales	11.558,959	2,00	
3.1.1.1.2 Bosque denso alto inundable	4.651,219	0,81	
3.1.1.2.1 Bosque denso bajo de tierra firme	3.109,794	0,54	

COBERTURA	AREA (Has)	%	SIMBOLO
3.1.1.2.2 Bosque denso bajo inundable	64.280,936	11,15	
3.1.3.1 Bosque fragmentado con pastos y cultivos	19.527,936	3,39	
3.1.3.2 Bosque fragmentado con vegetación secundaria	14.273,287	2,48	
3.1.4 Bosque de galería y/o ripario	19.542,678	3,39	
3.2.1.1.2 Herbazal denso inundable	325.299,663	56,41	
3.2.1.1.2.2 Herbazal denso inundable arbolado	7.872,691	1,37	
3.2.1.1.2.4 Arracachal	1.259,256	0,22	
3.2.3.1 Vegetación secundaria alta	1.158,738	0,20	
3.2.3.2 Vegetación secundaria baja	498,637	0,09	
4.1.1 Zonas pantanosas	33.428,492	5,80	
5.1.1 Ríos (50 m)	1.519,957	0,26	
5.1.2 Lagunas, lagos y ciénagas naturales	3.705,715	0,64	
5.1.4 Cuerpos de agua artificiales	44,872	0,01	
5.1.4.2 Lagunas de oxidación	17,611	0,00	
TOTAL	**576.623,51**	**100,00**	



FUENTE: Estudio Geológico

PUNTOS CRÍTICOS Y ZONAS INESTABLES

SITIO CRÍTICO

En el tramo de intervención se identifica la zona crítica, ubicada entre las abscisas K 123+900 a K 124+600. Estas áreas se encuentran en bajos inundables sobre un meandro abandonado del cauce, y están correlacionadas con características físicas, ambientales y geológicas, entre otras, correspondientes a suelos aluviales del río Arauca.

Es fundamental verificar las cotas de inundación en estas zonas bajas y compararlas con la cota máxima de inundación, con el fin de revisar y validar las alturas de los diques de tierra existentes. Esta verificación debe realizarse a través de estudios hidrológicos e hidráulicos de inundación, clasificando las áreas según su nivel de amenaza por inundación y evaluando la ubicación del perfil de la rasante con respecto a las láminas de inundación. Es crucial asegurar que el proyecto se sitúe, en todo momento, por encima de la cota máxima de inundación, más el borde libre recomendado por la entidad ambiental en estos estudios y diseños.

2.4 **DISEÑO ESTRUCTURAL DE OBRAS DE DRENAJE:**

Diseño de sistemas de drenaje superficial y subterráneo, incluyendo bordillos, alcantarillas y Box Culvert, que aseguren el manejo adecuado del agua. Este componente abarca el dimensionamiento de las obras en función de los estudios hidrológicos e hidráulicos y la normativa vigente, las obras que se proyectan tienen la capacidad de mitigar los riesgos que se presentan en la vía durante la época de precipitaciones, evitando problemas en la infraestructura con los diseños propuestos para la construcción.

Box Culvert 2.0 x1.0 m

El diseño de la estructura del Box Culvert sigue la metodología AASHTO LRFD 2014 y la Norma CCP-14, recomendando concreto con resistencia de 28 MPa y acero con resistencia de 420 MPa. Las dimensiones de la estructura deben ser de 0,30 m para la losa superior, inferior y muros laterales. Se propone el uso de acero N°4 con un espaciado de entre 12 cm y 16 cm para evitar agrietamientos y asegurar la estabilidad.

Durante la construcción, es crucial validar las características del suelo mediante ensayos SPT y, si es necesario, reemplazar el material con opciones de mejores características geotécnicas. Se deben controlar los niveles freáticos y realizar la obra en días despejados para mayor eficiencia. Se recomienda seguir la distribución de aceros según los planos y utilizar un solado de aislamiento de concreto pobre de 14 MPa. Se deben formar juntas

frías durante la construcción y garantizar juntas de dilatación para permitir la expansión y contracción de los materiales. Antes del vaciado del concreto, es importante verificar la correcta ubicación del refuerzo. Además, se sugiere el uso de cartelas de refuerzo para mejorar la rigidez y estabilidad de la estructura.

Box Culvert 1.0 x1.0 m

El diseño de la estructura del Box Culvert sigue la metodología AASHTO LRFD 2014 y la Norma CCP-14, recomendando concreto con resistencia de 28 MPa y acero con resistencia de 420 MPa. Las dimensiones de la estructura deben ser de 0,25 m para la losa superior, inferior y muros laterales. Se propone un refuerzo de acero N°4, espaciado entre 14 cm y 20 cm, para evitar agrietamientos y asegurar la estabilidad.

Durante la construcción, es crucial validar las características del suelo mediante ensayos SPT y, si es necesario, reemplazar material con mejores características geotécnicas para garantizar la estabilidad. En caso de niveles freáticos altos, se deben tomar medidas de control, como el uso de bombas y la instalación de sistemas de drenaje permanentes. Se recomienda realizar las obras en días despejados para mayor eficiencia. Se debe seguir la distribución de aceros indicada en los planos, utilizar un solado de aislamiento de concreto pobre de 14 MPa y formar juntas frías durante la construcción. También es importante garantizar juntas de dilatación para absorber los esfuerzos generados por retracción, fraguado o cambios de temperatura. Además, se recomienda utilizar cartelas de refuerzo en las uniones entre elementos verticales y horizontales para mejorar la rigidez y estabilidad de la estructura.

Alcantarilla 36

GRUPO ALING S.A.S
RESPONSABILIDAD CALIDAD
Y SERVICIO
NIT 901408350-4

El diseño de la alcantarilla sigue la metodología de resistencia de la Norma sismorresistente Colombiana NSR-10 y el código ACI-350, recomendando concreto con resistencia de 28 MPa y acero con resistencia de 420 MPa. Las dimensiones de la estructura deben ser de 0,25 m para la losa inferior, el muro cabezal y las aletas. Se sugiere utilizar 5 barras N°4 distribuidas cada metro en las direcciones 11 y 22 para garantizar un buen comportamiento a flexión.

Es importante seguir la distribución de aceros según los planos anexos, y en caso de diferencias entre planos y condiciones de terreno, se debe consultar al especialista. Se recomienda usar un solado de aislamiento en concreto pobre de 14 MPa entre el terreno natural y la estructura.

Durante la construcción, deben formarse juntas frías y juntas de dilatación para permitir la expansión y contracción de los materiales. Además, se debe garantizar que la tubería plástica se instale, conforme a las especificaciones del INVIAS, según el artículo 663-22, y verificar la correcta ubicación del refuerzo antes del vaciado del concreto en los muros o aleta

2.5 **PROCESO CONSTRUCTIVO:**

En el presente componente se presenta una descripción detallada de las actividades de construcción, desde la preparación del terreno hasta la finalización del pavimento y señalización. Se incluyen métodos, equipos, materiales, mano de obra y especificaciones técnicas a tener en cuenta en el momento de ejecución de cada una de las actividades a desarrollar durante la ejecución de la obra, así como tiempos de trabajo, frentes de obra y medidas de control de calidad, esto con el fin de evitar retrasos y cumplir con los cronogramas propuestos en la consultoría y que el contratista debe tener en cuenta al momento de realizar cada una de las actividades, para dar cumplimiento a lo establecido y de esta manera evitar diferentes tipos de afectaciones, tanto sociales como ambientales.

2.6 **ESTUDIOS AMBIENTALES Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL:**

Se registro el análisis de la fauna, flora y componentes abióticos que se encuentran en la zona de intervención, se realizó la matriz de impactos y mitigación de riesgos por medio de la matriz Conesa, evidenciando la sensibilidad del proyecto, calculando el factor de compensación y volumen de madera (127.159 m^3) para compensar en pesos según resolución 100.41.14.1428 de 29 septiembre de 2014, expedida por la corporación Autónoma Regional de la Orinoquía. Se detallan las medidas de mitigación implementadas para minimizar los impactos negativos, como la protección de áreas sensibles y la gestión de residuos, dentro del Plan de Manejo Ambiental.

GRUPO ALING S.A.S
RESPONSABILIDAD, CALIDAD Y SERVICIO
NIT. 901.408.350-4

Además, se tiene en cuenta el Plan de Contingencia y Análisis de riegos en el cual se hacen las siguientes recomendaciones:

Estructurar las Brigadas de emergencia, teniendo en cuenta la Ley 9 de 1979, la Resolución 2400 de 1979 y la Resolución 1016 de 1989; donde se establece como responsabilidad de los empresarios de disponerse de colaboradores adiestrados, métodos, equipos, materiales adecuados y suficientes para la prevención y extinción de incendios.

Teniendo en cuenta los factores de vulnerabilidad para este proyecto, permiten determinar los efectos negativos que sobre el sistema pueden tener los eventos que se puedan llegar a presentar y para calcular el tipo de

riesgo que tiene algún tipo de probabilidad a ocurrir. Para los efectos del presente análisis de riesgo se identificaron los elementos ambientales, sociales, culturales y de infraestructura que puedan ser afectados por las diferentes amenazas.

Los colaboradores deberán tener en cada puesto de trabajo, en forma visible y permanente, un listado de las entidades de apoyo del proyecto, teléfonos de bomberos, comando de policía, centros asistenciales para remisiones, central de emergencias y línea de atención de la ARL a nivel Nacional.

Ubicar en varios puntos los planos de evacuación donde se puedan identificar las rutas de evacuación, punto de encuentro, botiquín, camillas, extintores localizados en las zonas del proyecto y recomendaciones mínimas en caso de emergencia, para darlos a conocer a los colaboradores fijos y flotantes. Se debe instalar un sistema de alarma de incendios y/o evacuación ya que en la actualidad no existe sistema para informar una evacuación.

Realizar pruebas periódicas, a los colaboradores de las diferentes áreas, sobre conocimientos básicos del Plan de Emergencia y Contingencia, en cuanto a rutas de evacuación, puntos de encuentro y normas a tener en cuenta en caso de sismo, incendio, atentado y/o evacuación, reforzando posteriormente con capacitaciones las debilidades encontradas.

Así mismo se debe tener en cuenta lo expuesto en el plan de aprovechamiento forestal, donde se concluye:

El aprovechamiento forestal se realizará a los árboles estrictamente necesarios del inventario, en el proyecto **" MEJORAMIENTO DE LA VIA LA YUCA–LA ANTIOQUEÑA, DEL K122+000 AL K124+600, EN EL DEPARTAMENTO DE ARAUCA"** ubicada en los sectores Antioqueña y la Yuca del municipio de Arauca (Área de estudio); en dicha área se inventariaron 5 especies, que suman un área basal total de 0,6761m^2, y un volumen para el total de los individuos de 6,491m^3.

En el área de estudio; no se observaron individuos forestales de las especies en amenaza, ni se evidenció la presencia significativa de especies epífitas, también se observó especies introducidas.

La tarifa de tasa compensatoria para este proyecto es de 80.709,60 $/$m^3$ para un volumen de 6,491m^3 y un total en monto a pagar de $ 523.886,0136

RESPONSABILIDAD CALIDAD Y SERVICIO
NIT. 901.408.350-4

se considera técnicamente que la medida compensatoria se debe realizar de acuerdo con lo establecido legalmente.

2.7 **PLAN DE MANEJO DE TRÁNSITO:**

Se planteo propuesta para tres frentes de trabajo dispuestos para diferentes funciones, en el cual se evaluó y se presentó el esquema de señalización, el cual contempla esquemas de jornada diurna y jornada nocturna en caso de que se pueda extender la jornada laboral, Desarrollo de estrategias para la gestión del tránsito vehicular y peatonal durante la ejecución del proyecto. Este componente abarca la señalización temporal, desvíos, y medidas de seguridad para garantizar un flujo continuo y seguro durante las obras.

El Plan de Manejo de Tránsito (PMT) tiene como objetivo mitigar el impacto de las obras del proyecto de mejoramiento de la vía Saravena - La Antioqueña, tramo La Yuca - La Antioqueña en el Departamento de Arauca. Se basa en los lineamientos del manual de señalización y planes de manejo de tráfico. La zona de influencia para estas obras, clasificadas como Categoría II, incluye áreas donde se afectará la circulación vehicular y peatonal, tanto en el lugar de los trabajos como en las zonas aledañas. Aunque los residentes y comercios pueden enfrentar inconvenientes de accesibilidad, se asegura un acceso directo.

Una vez puesto en marcha el Plan de manejo de tránsito, el contratista dispondrá del personal suficiente y los elementos necesarios para llevar un adecuado seguimiento del mismo. De este seguimiento y de las acciones a realizar durante el mismo dependerá el buen funcionamiento del PMT.

El contratista deberá contar con planes de contingencia que le permitan aplicar acciones oportunas que den solución a las diferentes alteraciones al tráfico que puedan presentarse durante la ejecución de las obras, así como implementar los planes de Capacitación planteados dentro del presente volumen.

Además, es de suma importancia tener en cuenta la señalización requerida durante la ejecución de la obra, para lo cual se requiere de la siguiente señalización:

GRUPO ALINGSAS
RESPONSABILIDAD, CALIDAD
Y SERVICIO
NIT. 901.408.350-4

Tabla 6 Señalización Temporal

DESCRIPCION	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD POR FRENTE DE OBRA	TOTAL, POR 4 FRENTES DE OBRA
Señal rectangular con leyenda "Inicio de obra", letras en color negro, fondo color naranja, según manual de señalización vial - ministerio de transporte 2022	Und	1	4
Señal rectangular con leyenda "Fin de obra", letras en color negro, fondo color naranja, según manual de señalización vial - ministerio de transporte 2022	Und	1	4
Señal rectangular con leyenda "Entrada y salida de volquetas", letras en color negro, fondo color naranja, según manual de señalización vial - ministerio de transporte 2022	Und	2	8
Señal para obra SP-02 "Maquinaria en la vía", pictograma en color negro, fondo color naranja, según manual de señalización vial - ministerio de transporte 2022	Und	2	8
Señal para obra SP-01 "Trabajos en la vía", pictograma en color negro, fondo color naranja, según manual de señalización vial - ministerio de transporte 2022	Und	2	8
Señal para obra SP-05 "Angostamiento a la derecha", pictograma en color negro, fondo color naranja, según	Und	1	4

GRUPO ALING S.A.S
RESPONSABILIDAD, CALIDAD Y SERVICIO
NIT 901.408.350-4

DESCRIPCION	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD POR FRENTE DE OBRA	TOTAL, POR 4 FRENTES DE OBRA
manual de señalización vial - ministerio de transporte 2022			
Señal para obra SP-05 "Angostamiento a la Izquierda pictograma en color negro, fondo color naranja, según manual de señalización vial - ministerio de transporte 2022	Und	1	4
Señal rectangular con leyenda "Sendero Peatonal", letras en color negro, fondo color naranja, según manual de señalización vial - ministerio de transporte 2022	Und	2	8
Señal con leyenda "Banderero", letras en color negro, fondo color naranja, según manual de señalización vial - ministerio de transporte 2022	Und	2	8
Paleta de control PARE-SIGA, circular con figura octogonal y letras en color blanco, colores de fondo verde y rojo, en material retrorreflectiva tipo IV, según manual de señalización vial - ministerio de transporte 2022	Und	2	8
Conos plásticos, h= 0,70 m, base rectangular, punta redondeada, con cintas retrorreflectiva, según manual de señalización vial - ministerio de transporte 2022	Und	20	80

GRUPO ALING S.A.S
RESPONSABILIDAD, CALIDAD Y SERVICIO
NIT 901.408.350-4

DESCRIPCION	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD POR FRENTE DE OBRA	TOTAL, POR 4 FRENTES DE OBRA
Barrera plástica (maletines) dimensiones 0,7x0,45,0,90 m, con láminas retrorreflectiva, según manual de señalización vial - ministerio de transporte 2022	Und	12	48
Delineadores tubulares diámetro mínimo 9 cm, altura mínima 1,4 m, con 3 ranuras, según manual de señalización vial - ministerio de transporte 2022	Und	268	1072
Rollo de Cinta Peligro x 500 metros	Und	3	12
Señal rectangular con leyenda "punto de encuentro", letras en color negro, fondo color naranja, según manual de señalización vial - ministerio de transporte 2022	Und	1	4
Trípode en lámina galvanizada calibre 20, pintura electrostática	Und	19	76
Faros con luz ámbar, tipo A de baja intensidad e iluminación destellante, según manual de señalización vial - ministerio de transporte 2022	Und	10	40

FUENTE: Plan de Manejo de Tránsito

2.8 **ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS:**

El levantamiento se realizó con el reconocimiento del tramo de vía a intervenir, procedemos a realizar la construcción de mojones y el traslado de coordenadas de la red geodésica nacional de Colombia de las antenas activas del instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). Los cuales se encuentran ubicados en el casco urbano del municipio de Arauca **(ARCA)** y en el municipio de Arauquita **(LIPA).** Una vez obtenida la información de las antenas activas del instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, la

GRUPO ALING S.A.S
RESPONSABILIDAD, CALIDAD Y SERVICIO

comisión de topografía procede a estacionar el equipo GNNS de alta precisión (SURVEY E 800 y E 300 de doble frecuencia) en los mojones ubicados en cada kilómetro de los tramos a intervenir la cual se utilizará como estático, y en sitios estratégicos se instalaron los mojones en los cuales se armará y nivelará el otro equipo que hace las veces de ROVER establecidos y mojones se establecieron para puntos de control y durabilidad en la realización del proyecto y para levantamiento en modo RTK del equipo (Survey E 300)se toma la información. Los tiempos de estos rastreos superaron las ocho horas, cumpliendo con los requerimientos establecidos para el tiempo de duración de los rastreos, los cuales establecen 15 minutos de arranque para el último equipo puesto a recepcionar y 5 minutos por cada kilómetro que separe los puntos a georreferenciar cumplimiento con la guía de procedimiento para levantamientos topográfico **643 del 2018** igac el cual comprende.

tr= 65min+(3min*(d-10)).

tr= tiempo de rastreo

d= distancia en kilómetros a la base de rastreo más retirada.

Operando con observaciones continuas y simultaneas de los receptores ubicados en sitios fijos, con tiempos de posicionamiento que variaron en virtud a su distancia y dependiendo de las condiciones atmosféricas, él número de satélites visibles y la presencia de objetos que interfieran con la señal. Cada grabación en campo cuenta con un control y registro de observación de satélite que contiene datos básicos como: el día, el punto, la altura instrumental y horas de cada una de las sesiones, esto para controlar la cantidad de puntos por cada aparato, la coincidencia entre los tiempos de recepción y el esquema de localización de cada punto. Una vez georreferenciado los vértices realizados en el proyecto, desde estos se rastrearon a los demás bms o deltas. Estableciendo estos vértices para los traslados de coordenadas hasta la Vía La Yuca – La Antioqueña, en el Tramo PR 122+000 al PR 124+600. Los resultados de las labores de Georreferenciación de los **8 GPS** con nomenclatura iniciada como **Gps** 19 y terminada en el **Gps 26**

Se realizó poligonales abiertas partiendo y cerrando en los puntos materializados de los Gps ligados a los vértices del igac para permitir obtener la precisión de cierre, estás poligonales comprende los cierres de 1:20.000, ya definida la distribución de los puntos materializados en el proyecto se realizó la nivelación de los puntos de partida de los mojones de GPS 19 y bm de las poligonales nivelando y contra nivelando el circuito de nivelación los

cuales pasaron por los bms y gps para ajustar las cotas en cada vértice. Ya realizada el respectivo ajuste y postproceso de los mojones realizados en el proyecto se procede a realizar levantamiento detallado de borde de vía, alcantarillas, postes, cercas vivienda, escuela, señalización existente, zonas de cuerpos lenticas y loticos, zonas de parcelas temporales, arboles de intervención **(podas, y aprovechamiento forestal)** levantamiento de obras hidráulicas 50 metros agua arriba y aguas abajo.

Después de haber realizado el trabajo en campo y haber hecho el descargue de datos de los equipos se dibujaron técnicamente los planos con sus respectivos colores, capaz, cuadro de coordenadas de deltas, cuadro de convenciones, orientación y su respectivo rotulo con la información precisa del proyecto para así una vez completados todos los datos y revisadas detalladamente las carteras de campo se tienen en cuenta los cambios de nivel y las condiciones del terreno.

2.9 **ESTUDIO DE TRÁNSITO:**

El presente estudio de tránsito es fundamental para determinar el número de ejes equivalentes necesarios en el diseño de pavimentos, conforme al Manual de Diseño de Pavimentos Asfálticos en Vías con Medios y Altos Volúmenes de Tránsito. Ante la falta de series históricas, se realizaron aforos durante 7 días en un punto estratégico, cubriendo un día normal y un día de mercado, lo que permitió contabilizar el tráfico total.

La vía en estudio se clasifica como de nivel T3, lo que implica un tránsito proyectado entre 1.000.000 y 2.000.000 de ejes equivalentes para su periodo de diseño. Los aforos indicaron un Tránsito Promedio Diario (TPD) de 1.662 vehículos/día, y un periodo de diseño de 10 años. La zona presenta un tránsito significativo de vehículos comerciales, recomendándose un valor de diseño de N(80KN) = 2.025.106.

No fue necesario aplicar correcciones por estacionalidad, ya que no se observaron variaciones significativas en la movilidad a lo largo del año. La distribución modal refleja un escenario favorable, con la constante circulación de vehículos con ejes mayores a C-3, así como camiones dedicados a la distribución y procesos agropecuarios, lo cual es adecuado para el alcance del proyecto.

A continuación, se anexan los resultados de los Aforos tenidos en cuenta para determinación del Tránsito Equivalente:

GRUPO ALING S.A.S
RESPONSABILIDAD, CALIDAD
Y SERVICIO

Tabla 7 Resultados Aforos

	Contratista Formato resumen Aforos							Formato Version Feccha	AI-af-10 0 2/01/2024	
							FECHA	12 DD	6 MM	2024 AA
Entidad contratante	Sierracol Energy	OBJETO	MEJORAMIENTO DE LA VIA LA YUCA–LA ANTIOQUEÑA, DEL K122+000 AL K124+600, EN EL DEPARTAMENTO DE ARAUCA							
CONTRATISTA	Aling S.A.S					No CONTRATO	PO- 4500075694			
INTERVENTORIA						TRAMO	K122+000 AL K124+600			
VIA	La Yuca -La Antioqueña					Zona de aforo	K122+000			
DEPARTAMENTO	Arauca					MUNICIPIO	Aracua			

1- TABLA DE VOLUMENES VEHICULARES AFORADOS

DIA	FECHA	PEATON	AUTOS	BUSETAS	C2-P	C2-G	C3	C5 (C3-S2)	MOTOS	BICICLETAS
Miercoles	15/05/2024	32	1647	310	73	32	4	2	194	29
Jueves	16/05/2024	24	884	168	38	26	3	1	120	34
Viernes	17/05/2024	34	870	115	31	10	3	0	121	37
Sábado	18/05/2024	34	3867	639	210	158	22	1	417	38
Domingo	19/05/2024	35	88	17	2	2	1	0	17	42
Lunes	20/05/2024	38	599	95	28	18	12	9	100	33
Martes	21/05/2024	33	1327	222	61	40	1	0	163	39
Total		**230**	**9282**	**1566**	**443**	**286**	**46**	**13**	**1132**	**252**
PORCENTAJES DE VEHICULOS COMERCIALES			**80.00%**	**13.00%**	**7.00%**					
PORCENTAJES DE CAMIONES					**56.00%**	**36.00%**	**6.00%**	**2.00%**		

FUENTE: Estudio de Tránsito

Tabla 8 Tabla Resumen

Tabla resumen de Datos	
Transito promedio diario, semana de aforo	**1662 Vh/dia**
Transito Promedio Diario (TPDTi)	**1774 Vh/dia**
% Autos	**80.00%**
% buses	**13.00%**
% Camiones	**7.00%**
Tasa de crecimiento	**3.30%**
Fd	**0.57**

FUENTE: Estudio de Tránsito

2.10 **ESTUDIOS DE PAVIMENTO:**

Determinación de la estructura del pavimento adecuada en función del tipo de suelo, tráfico proyectado y condiciones climáticas. Se abarca la selección de materiales, espesor de capas, y técnicas de rehabilitación o reforzamiento necesarias.

Se realiza el análisis general, en las condiciones con las que cuenta con y sin el proyecto, determinar los parámetros básicos de diseño.

Con la recopilación, el proceso y el análisis de información primaria y secundaria de tránsito, transporte y condiciones de subrasante, necesaria para la obtención del diseño del pavimento flexible.

RESPONSABILIDAD, CALIDAD Y SERVICIO
NIT. 901208350-4

Se implementa el método racional el cual presenta un enfoque científico, con un marco teórico suficiente que permita el análisis completo de la mecánica del comportamiento del pavimento ante acciones de clima y tránsito.

Las condiciones para el manejo de la subrasante, una vez se inicie la ejecución del proyecto de inversión, deben cumplir con todas las propiedades especificadas. El espesor de la subrasante a lo largo del tramo vial debe ser como mínimo de 25 cm, con una densidad de compactación mínima del 95%, y un CBR (Índice de Capacidad de Soporte) mínimo según lo indicado en el estudio de suelos para cada zona homogénea. Estas especificaciones son esenciales para el correcto funcionamiento del pavimento. En caso de que alguna de estas especificaciones no se cumpla, se debe contactar con el consultor para recibir la mejor recomendación y solución.

De acuerdo con los datos obtenidos en el presente diseño de pavimento se recomienda implantar cada uno de los espesores encontrados para garantizar la estabilidad de la obra a lo largo del periodo de diseño, correspondiente a 25 cm de sub-base granular, 18 cm de base estabilizada, 10 cm de Mezcla densa en caliente MDC 25 y. 7.5 cm de Mezcla densa en caliente MDC 2 o 19.

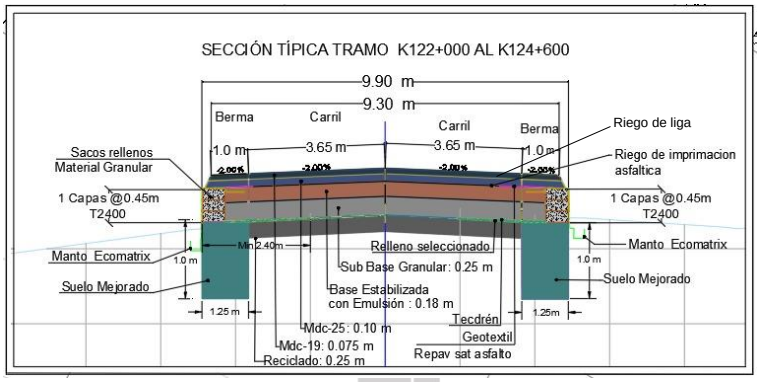
El nivel de densificación de la subrasante se fija con base en una prueba de laboratorio, por lo cual el consultor recomienda tener en cuenta que la subrasante compactada debe cumplir con un porcentaje de compactación mínimo admisible en el terreno según la normatividad INVIAS de 95% Proctor modificado, por lo tanto, se sugiere realizar métodos de control in situ Densidad método del cono y arena teniendo en cuenta la norma INV E – 161 – 13. Se hace necesario controlar el espesor de las capas a compactar, para tener suficiente presión en el suelo y de esta manera obtener la compactación deseada teniendo en cuenta la capacidad del equipo de compactación a emplear.

GRUPO ALING S.A.S
INGENIERIA Y SERVICIO
NIT. 901.408.350-4

Se recomienda al constructor tener en cuenta los planes generales de control de materiales y mezclas asfálticas detallados en el *Anexo 1, Anexo 2, Anexo 3, Anexo 4* del presente documento (Diseño de Pavimento), cabe señalar que la ejecución de estos ensayos y controles debe estar acordados con el interventor del proyecto y en su defecto estos deben ser solicitados al proveedor tanto de los materiales granulares como de las mezclas asfálticas a emplear, con el fin de garantizar los parámetros de diseño que corresponda.

A continuación, se anexa la sección Típica y espesores de diseño.

IMAGEN 4 Plano Secciones Típicas



FUENTE: Estudio de Pavimento

2.11 **SEÑALIZACIÓN PERMANENTE:**

Diseño e implementación de la señalización vial definitiva, incluyendo señales verticales, horizontales y dispositivos de seguridad. Este componente asegura que la vía cumpla con los estándares de seguridad y orientación para los usuarios.

Para el diseño de señalización vertical del proyecto, se siguen los criterios establecidos en el manual de señalización vial del Ministerio de transporte del año 2015. El objetivo principal es proveer a los tramos de vía proyectadas de los elementos de señalización y dispositivos de seguridad vial necesaria. Se procura que sea de fácil percepción para el conductor, considerando que las obras de mejoramiento de la carretera afectaran el normal tránsito vehicular.

A continuación, se anexan tablas con la localización de la señalización

GRUPO ALING S.A.S
RESPONSABILIDAD - CALIDAD

Tabla 9 Localización Señales verticales existentes

LOCALIZACIÓN SEÑALES VERTICALES DE LA VIA EN EL SENTIDO ASCENDENTE DE LAS ABSCISADO		
DESCRIPCIÓN	**ABSCISADO**	**COSTADO DE LA VIA**
Señal Preventiva SP-04	K123+295	Derecho
Señal Reglamentaria SR-26	K123+385	Derecho
Señal Preventiva SP-03	K123+710	Izquierdo
Señal Preventiva SP-49	K124+360	Derecho

FUENTE: Volumen Señalización Permanente

Tabla 10 Localización de señales nuevas en el tramo *de Intervención*

LOCALIZACIÓN SEÑALES VERTICALES DE LA VIA A INTERVENIR TRAMO DE INTERVENCIÓN		
DESCRIPCIÓN	**ABSCISADO**	**COSTADO DE LA VIA**
Señal Informativa SI-04	K122+000	Derecho
Señal Reglamentaria SR-30	K122+100	Derecho
Señal Reglamentaria SR-30	K122+200	Izquierdo
Señal Preventiva SP-04	K122+320	Derecho
Señal Reglamentaria SR-26	K122+400	Derecho
Señal Preventiva SP-75	K122+440	Izquierdo
Señal Preventiva SP-75	K122+460	Izquierdo
Señal Preventiva SP-75	K122+480	Izquierdo
Señal Preventiva SP-75	K122+500	Izquierdo
Señal Preventiva SP-75	K122+520	Izquierdo
Señal Preventiva SP-75	K122+540	Izquierdo
Señal Preventiva SP-75	K122+560	Izquierdo
Señal Preventiva SP-75	K122+580	Izquierdo
Señal Preventiva SP-75	K122+600	Izquierdo
Señal Preventiva SP-75	K122+620	Izquierdo
Señal Reglamentaria SR-26	K122+650	Izquierdo
Señal Preventiva SP-03	K122+750	Izquierdo
Señal Preventiva SP-45	K122+800	Derecho
Señal Informativa SI-04	K123+000	Izquierdo
Señal Preventiva SP-49	K123+300	Izquierdo
Señal Preventiva SP-04	K123+470	Derecho
Señal Preventiva SP-03	K123+650	Izquierdo
Señal Preventiva SP-49	K124+000	Izquierdo
Señal Informativa SI-04	K124+000	Izquierdo
Señal Preventiva SP-45	K124+420	Derecho
Señal Reglamentaria SR-30	K124+600	Izquierdo

FUENTE: Volumen Señalización Permanente

Tabla 11 - Demarcación línea de carril tramo de intervención

"MEJORAMIENTO DE LA VIA LA YUCA–LA ANTIOQUEÑA, DEL K122+000 AL K124+600, EN EL DEPARTAMENTO DE ARAUCA"		
TIPO DE LINEA	**LARGO (m)**	**CANTIDAD LINEAS**
Líneas Extremas	2600	2

FUENTE: Volumen Señalización Permanente

GRUPO ALING S.A.S
REGISTRO PROBIDAD Y SERVICIO
NIT. 901455355-4

Tabla 12 Línea continua amarilla

LINEA CONTINUA AMARILLA				
PR INICIAL	**PR FINAL**	**LONGITUD (m)**	**CANTIDAD**	**TOTAL**
122+000.00	122+150.00	150.00	1.00	150.00
122+150.00	122+750.00	600.00	2.00	1200.00
122+750.00	122+950.00	200.00	1.00	200.00
122+950.00	123+050.00	100.00	2.00	200.00
123+050.00	123+290.00	240.00	1.00	240.00
123+290.00	123+700.00	410.00	2.00	820.00
123+700.00	124+250.00	550.00	1.00	550.00
124+250.00	124+350.00	100.00	2.00	200.00
124+350.00	124+600.00	250.00	1.00	250.00
TOTAL (ml)				**3810.0**

FUENTE: Volumen Señalización Permanente

Tabla 13 Línea discontinua amarilla

LINEA DISCONTINUA AMARILLA				
PR INICIAL	**PR FINAL**	**LONGITUD (m)**	**CANTIDAD**	**TOTAL**
122+000.00	122+150.00	150.00	1.00	150.00
122+750.00	122+950.00	200.00	1.00	200.00
123+050.00	123+290.00	240.00	1.00	240.00
123+700.00	124+250.00	550.00	1.00	550.00
124+350.00	124+600.00	250.00	1.00	250.00
TOTAL (ml)				**1390.00**

FUENTE: Volumen Señalización Permanente

Tabla 14 Tachas Reflectivas Tramo de Intervención

"MEJORAMIENTO DE LA VIA LA YUCA–LA ANTIOQUEÑA, DEL K122+000 AL K124+600, EN EL DEPARTAMENTO DE ARAUCA"	**Cantidad Elementos**
Tachas reflectivas sobre línea central, una cada 8 metros (amarilla)	325
Tachas reflectivas sobre línea extrema derecha, una cada 8 metros (blanco con rojo)	325
Tachas reflectivas sobre línea extrema izquierda una cada 8 metros (blanco con rojo)	325

FUENTE: Volumen Señalización Permanente

2.12 **ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS**

Este documento implementa la metodología del Diseño Ambientalmente Optimizado (DAO) para evaluar alternativas de mejoramiento vial, basado en la tesis de Walter Chavarro Acuña y Carolina Molina Pinzón de la

Universidad Católica de Colombia, quienes desarrollaron esta metodología utilizando bibliografía de diversos países latinoamericanos. Se evaluaron tres alternativas conocidas por constructores viales en Colombia, resultando el pavimento flexible como la mejor opción para el mejoramiento vial.

Además, se evaluaron Muros en Suelo Reforzado y Geoceldas para la estabilización de la estructura vial, recomendándose los Muros en Suelo Reforzado. El documento subraya la importancia de construir estructuras de drenaje adecuadas para mantener la estabilidad de taludes y pavimentos, destacando los muros en suelo reforzado como la mejor opción para este propósito.

A continuación, se anexa la matriz tenida en cuenta para el análisis de las alternativas para el mejoramiento de la vía.

Tabla 15 Matriz para el análisis de Alternativa de Mejoramiento vial

PUNTUACIÓN PARA LAS ALTERNATIVAS DE MEJORAMIENTO VIAL						
CATEGORIA	COEFICIENTE DE PONDERACIÓN	ATRIBUTO	COEFICIENTE DE PONDERACIÓN ATRIBUTO	RECEBO Y/O AFIRMADO	PAVIMENTO RIGIDO	PAVIMENTO FLEXIBLE
DURABILIDAD Y DESEMPEÑO	30%	Durabilidad	10,00%	2	5	5
		Vida útil	5,00%	3	4	4
		Calidad superficie de rodado	10,00%	3	5	5
		Seguridad	5,00%	3	5	5
CONSTRUCCIÓN Y SOSTENIBILIDAD	35%	Competencia y capacitación del personal requerido	5,00%	3	5	5
		Disponibilidad de equipos	5,00%	5	3	3
		Costos de construcción	12,00%	3	3	4
		Necesidad de material importado	3,00%	0	0	0
		Uso de recursos No Renovables	5,00%	3	2	3
		Requerimientos de mantenimiento	5,00%	2	4	5
ECONOMICOS SOCIALES Y AMBIENTALES	35%	Costos de mantenimiento en ciclo de vida	12,00%	4	3	4
		Oportunidades de empleo	3,00%	3	4	4
		Impactos ambientales	10,00%	4	2	2
		Calidad visual, compatibilidad con el entorno	10,00%	2	3	4
PUNTAJE TOTAL	**100%**			**2,98**	**3,49**	**3,93**

FUENTE: Volumen de Análisis de Alternativas

GRUPO ALING S.A.S
RESPONSABILIDAD, CALIDAD Y SERVICIO
NIT 901.408.767-1

Así mismo, se anexa la matriz tenida en cuenta en elección del tipo de solución general para ampliación de la calzada.

Tabla 16 Matriz para el análisis de Alternativas

PUNTUACIÓN PARA LAS ALTERNATIVAS ESTABILIZACIÓN DE TALUDES					
CATEGORIA	COEFICIENTE DE PONDERACIÓN	ATRIBUTO	COEFICIENTE DE PONDERACIÓN ATRIBUTO	MUROS EN SUELO REFORZADO	GEOCELDAS
DURABILIDAD Y DESEMPEÑO	40%	Durabilidad	10,00%	5	4
		Vida útil	10,00%	5	4
		Calidad de drenaje	10,00%	4	4
		Seguridad	10,00%	5	4
CONSTRUCCIÓN Y SOSTENIBILIDAD	30%	Competencia y capacitación del personal requerido	5,00%	5	4
		Disponibilidad de equipos	5,00%	5	4
		Costos de construcción	5,00%	4	3
		Necesidad de material importado	5,00%	0	0
		Uso de recursos No Renovables	5,00%	2	3
		Requerimientos de mantenimiento	5,00%	4	4
ECONOMICOS SOCIALES Y AMBIENTALES	30%	Costos de mantenimiento en ciclo de vida	10,00%	3	4
		Oportunidades de empleo	5,00%	4	4
		Impactos ambientales	10,00%	3	4
		Calidad visual, compatibilidad con el entorno	5,00%	5	3
PUNTAJE TOTAL	**100%**			**4,15**	**3,85**

FUENTE: Volumen de Análisis de Alternativas

NOTA: Además, se tiene en cuenta la estabilización de calzada vertical con muros en suelo reforzado ya que la inclusión de estos elementos en la matriz de suelo proporciona a los muros en suelo reforzado la resistencia interna y estabilidad general requerida. Estos muros son estructuras diseñadas para estabilizar taludes en vías y carreteras, y consisten en un relleno granular compactado, reforzado internamente con elementos resistentes a la tracción, como geotextiles, geogrillas, mallas metálicas o tiras de polímero.

GRUPO ALING S.A.S
RESPONSABILIDAD, CALIDAD

Los componentes principales de estos muros son:

RELLENO GRANULAR: material de relleno compactado en capas para proporcionar estabilidad y resistencia.

ELEMENTOS DE REFUERZO: materiales colocados en capas dentro del relleno granular para soportar tensiones y proporcionar cohesión al suelo.

CARA DEL MURO: superficie visible del muro, que puede estar formada por bloques de concreto, paneles prefabricados o una superficie protegida contra la erosión.

DRENAJE: sistema que permite la evacuación del agua para evitar acumulaciones que puedan reducir la estabilidad del muro.

El diseño de estos muros permite que el conjunto del suelo y los refuerzos actúen como una masa homogénea, incrementando la capacidad de soporte y la estabilidad del talud. Son una solución eficiente y duradera para evitar deslizamientos y fallos de taludes en infraestructuras viales.

2.13 **EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA:**

El proyecto, evaluado a través de un análisis de costos y beneficios, busca mejorar la infraestructura vial para impulsar un crecimiento del 1.5% en la producción y beneficiar tanto a la población rural como urbana mediante la reducción de tiempos de viaje y costos operativos, mejorando así la calidad de vida y el desarrollo económico de la región. El diagnóstico geotécnico reveló la presencia de suelos de baja y mayor resistencia (tipos E y D), lo que implica variaciones en la capacidad de carga a lo largo del tramo. Para mejorar la infraestructura vial, se planifican medidas como mantenimiento general, señalización, obras de drenaje y un manejo seguro del tránsito durante las obras. La implementación de muros de suelo reforzado permite reducir costos adicionales al evitar la compra de terrenos y minimiza el impacto social y ambiental, contribuyendo a la sostenibilidad del proyecto. Aunque la inversión inicial es alta, el retorno a largo plazo es positivo, ya que se reducen los costos futuros y se cumple con las normativas legales, mejorando la movilidad y seguridad vial, lo que beneficia indirectamente a la economía local.

Dentro de este volumen se tiene en cuenta la estimación de costos beneficios del proyecto, de lo cual a continuación se anexa la tabla correspondiente.

Tabla 17 Costo Beneficio primer orden

Costo beneficio primer orden	
Costo	**Beneficio**
Se genera una reducción en el deterioro de piezas, y se genera una de reducción del 95% de los riesgos de daño ocasionado por baches y obstáculos en la vía, la cual tiene un flujo vehicular de Autos 80%, Busetas 13% y camiones de 7%. El costo que se reduce es de $ 50,000 para cada vehículo.	Ahorro en costos de mantenimiento vehicular
El municipio de Arauca en el sector agrícola aporta el 7,58 % de la producción a nivel departamental el cual están los tubérculos con un 83,56% y cereales con 11,19% en la zona de influencia se tienen 115.52 ha de cultivos y pastos naturales en el primer tramo y 3.417 ha de cultivos y pastos en el tramo predominado por cultivos de arroz, la economía para el 2012 aumento un 4.3% se espera que con el mejoramiento de las vías se genere un crecimiento de 1.5% en las áreas de producción.	Impulso a la economía local
Los accidentes que se presentan en las zonas influyen el flujo normal de las personas de la zona, esto puede alterar los núcleos familiares que dependen de un solo aportante económico, con el proyecto se reduce el 95% de los accidentes producto del mal estado de la vía.	Mejora la calidad de vida
La propiedad toma un agregado a su valor cuando se encuentra cercana a servicios de salud, educación y transporte. Con la intervención de los tramos viales se mejora la conectividad y acceso a los predios aledaños a las veredas la Yuca, la Antioqueña y todos los santos.	Aumento en valor de la propiedad
La contratación de mano de obra en el sector se maneja por días con un costo de 40.000 pesos con ejecución del proyecto se requiere una demanda de personal. Lo que incrementa los ingresos a núcleos familiares en un 40%	Contratación de mano de obra calificada y no calificada

FUENTE: Volumen de Evaluación económica y financiera del proyecto

GRUPO ALING S.A.S
RESPONSABILIDAD, CALIDAD
Y SERVICIO
NIT 901408.350-4

Tabla 18 Beneficios de Segundo Orden

Beneficios segundo nivel	
Descripción	**Beneficio**
Las personas de la vereda la Yuca, demora un aproximado de una hora para poder llegar al municipio de Arauca, con la intervención en los tramos se reducen 15 minutos, la reducción de tiempo también contribuye en los recorridos hacia el municipio de Arauquita.	Reducción de tiempo y costo de trasporte en comunidades locales
Aumenta la adquisición de los bienes y servicios se obtiene un rendimiento en el tiempo, por lo que facilita que la comunidad acceda a múltiples servicios perecederos.	Aumento de la velocidad y eficiencia del transporte de materiales y cultivos.
Ayuda a evitar accidentes regionales y locales, producto de huercos o baches en la vía. Preservando la vida de las personas.	Evita accidentes viales

Para la obtención los indicadores económicos se trabajaron con el costo total del proyecto evaluado en 23.672.641.688,00 de los cuales se obtiene un Valor Presente Neto (VPN) de $ 14.530.326.765,08 y una Tasa Interna de Retorno (TIR) DE 18%, la relación de costo beneficio (RCB) es de 1.39 teniendo un costo por beneficiario de $ 789.088,06, el costo unitario es de $ 9.104.862.187,69 de valor presente, esto se calculó en base Índice de Precios al Consumidor (IPC) para el año 2028 que se encuentra en el 9.28%.

Tabla 19 Resumen (VPN, TIR Y RB/C)

Valor presente neto (VPN)	Tasa Interna de retorno (TIR)	Razón beneficio costo (RB/C)
14.530.326.765,08	18%	1.39

FUENTE: Volumen de Evaluación económica y financiera del proyecto

2.14 **ESTUDIO DE SUELOS PARA DISEÑO DE PAVIMENTOS**

En la siguiente tabla, se contabiliza la totalidad de muestras, que presentan un estado de bueno, regular y pavimentos altamente deteriorados, además

se presenta la incidencia en porcentaje de cada calificación en la totalidad de muestras evaluadas.

En el proceso de identificación, se realizó un ajuste cartográfico para determinar los linderos catastrales y localizar construcciones y áreas mediante levantamientos topográficos, manteniendo la entidad tipológica y cruzando con la base de datos catastral. Se identificaron los costos de gestión predial para la ejecución del mejoramiento de la vía, utilizando valores de mercado y referencias secundarias. El estudio identificó la totalidad del área requerida para el proyecto, y tras los estudios de títulos, se determinará qué áreas son baldíos, lo que podría reducir los costos de adquisición. Se ajustaron las áreas construidas a lo largo del corredor con base en levantamientos topográficos detallados. Aunque la participación de la tierra en los costos totales del proyecto no es significativa, un buen proceso de adquisición socio predial es crucial para mitigar el impacto y mejorar la aceptación comunitaria. El estudio ofrece un nivel de detalle que proporciona confianza en los costos prediales propuestos, ajustados a valor presente.

Según la metodología VIZIR se cuantificaron pavimentos regulares y altamente deteriorados, una técnica adecuada para tratar pavimento con índice de deterioro superficial igual o mayor a 4 (estado de conservación REGULAR), consiste en la reutilización, generalmente luego de cierto tratamiento, de un material del pavimento que ha cumplido su finalidad inicial, el cual se emplea para construir una nueva capa en la misma o en otra carretera.

Para este tramo se encontraron ahuellamientos para el carril derecho entre 4,30 mm y 24,50 y el carril izquierdo entre 4,2 y 25,9 mm para verificar ver (Anexos de campo). Encontramos un pavimento con bastante fisuramientos en su mayoría piel de cocodrilo gravedad 3.

De acuerdo al índice de curvatura de la base, característico de la fundación, la condición estructural para el tramo, en sus dos carriles, se encuentra en condición estructural mala.

En su mayoría la subrasante está conformada por suelos finos estos suelos de la subrasante del tramo, se constituye por limos y arcillas de baja plasticidad la gran mayoría de los resultados de los 12 apiques realizados en campo.

Con base en los resultados de módulo resiliente de los CBR in-situ que se calculó con el método de IVANOV en el cual se tuvo en cuenta el CBR combinado en campo que consistió en 25 cm de carpeta y base.

Con los resultados de laboratorio se recomienda realizar un reciclado el cual consiste en reutilizar la carpeta asfáltica y base sin adicionar otro tipo de agregados pétreos que funcionara como una capa de mejoramiento de la nueva estructura del diseño de vía planteada.

CRITERIO DE ESTADO DEL SUELO

Índice de Consistencia

Tabla 20 Criterio según índice de consistencia Tramo de intervención

ABSCISADP	APIQUE	LL (%)	LP (%)	IP (%)	U.S.C.	A.A.S.H.T.O	%W	IC	Estado del suelo
k122+000	22	30,7	15,8	14,9	CL	A-6	18,32	0,83	Plástico duro
k122+250	23	N.L	N.P	-	ML	A-4	18,87		
k122+500	24	40,7	28,0	12,7	ML	A-7-6	18,13		
k122+750	25	27,4	20,9	6,5	CL-ML	A-4	18,88	1,31	Solido
k123+000	26	44,1	23,0	21,1	CL	A-2-4	20,32	1,13	Solido
k123+250	27	19,5	16,2	3,3	ML	A-4	20,49	-0,30	Liquido
k123+500	28	25,3	19,3	6,0	CL-ML	A-4	20,52	0,80	Plástico duro
k123+750	29	27,2	19,3	7,9	CL	A-4	19,12	1,02	Solido
k124+000	30	23,9	18,3	5,6	CL-ML	A-4	10,15	2,46	Solido
k124+250	31	31,5	28,4	3,1	ML	A-4	13,18	5,91	Solido
k124+500	32	21,1	19,8	1,3	CL	A-4	11,26	7,57	Solido
k124+750	33	46,4	23,1	23,3	CL	A-7-6	13,36	1,42	Solido

FUENTE: Estudio de suelos para pavimentos

Criterios de comprensibilidad del suelo

Tabla 21 Criterios de compresibilidad y consistencia tramo a intervenir

ABSCISADP	LL (%)	LP (%)	IP (%)	U.S.C.	A.A.S.H.T.O	%W	IC	COMPRESIBILIDAD	
								CC	CONDICIÓN
k122+000	30,7	15,8	14,9	CL	A-6	18,32	0,83	0,19	BAJA
k122+250	N.L	N.P	-	ML	A-4	18,87		0,00	BAJA
k122+500	40,7	28,0	12,7	ML	A-7-6	18,13		0,28	MEDIA
k122+750	27,4	20,9	6,5	CL-ML	A-4	18,88	1,31	0,16	BAJA
k123+000	44,1	23,0	21,1	CL	A-2-4	20,32	1,13	0,31	MEDIA
k123+250	19,5	16,2	3,3	ML	A-4	20,49	-0,30	0,09	BAJA
k123+500	25,3	19,3	6,0	CL-ML	A-4	20,52	0,80	0,14	BAJA
k123+750	27,2	19,3	7,9	CL	A-4	19,12	1,02	0,15	BAJA
k124+000	23,9	18,3	5,6	CL-ML	A-4	10,15	2,46	0,13	BAJA

GRUPO ALING S.A.S
NIT. 901.408.350-4

ABSCISADP	LL (%)	LP (%)	IP (%)	U.S.C.	A.A.S.H.T.O	%W	IC	COMPRESIBILIDAD	
								CC	CONDICIÓN
k124+250	31,5	28,4	3,1	ML	A-4	13,18	5,91	0,19	BAJA
k124+500	21,1	19,8	1,3	CL	A-4	11,26	7,57	0,10	BAJA
k124+750	46,4	23,1	23,3	CL	A-7-6	13,36	1,42	0,33	MEDIA

FUENTE: Estudio de suelos para pavimentos

Suelos Expansivos

Tabla 22 Potencial de expansión del tramo de intervención

ABSCISADP	LL (%)	LP (%)	IP (%)	U.S.C.	A.A.S.H.T.O	%W	POTENCIAL DE EXPANSIÓN	
							ÍNDICE PLÁSTICO	LIMITE LIQUIDO
k122+000	30,7	15,8	14,9	CL	A-6	18,32	BAJO	BAJO
k122+250	N.L	N.P	-	ML	A-4	18,87	BAJO	BAJO
k122+500	40,7	28,0	12,7	ML	A-7-6	18,13	BAJO	BAJO
k122+750	27,4	20,9	6,5	CL-ML	A-4	18,88	BAJO	BAJO
k123+000	44,1	23,0	21,1	CL	A-2-4	20,32	BAJO	BAJO
k123+250	19,5	16,2	3,3	ML	A-4	20,49	BAJO	BAJO
k123+500	25,3	19,3	6,0	CL-ML	A-4	20,52	BAJO	BAJO
k123+750	27,2	19,3	7,9	CL	A-4	19,12	BAJO	BAJO
k124+000	23,9	18,3	5,6	CL-ML	A-4	10,15	BAJO	BAJO
k124+250	31,5	28,4	3,1	ML	A-4	13,18	BAJO	BAJO
k124+500	21,1	19,8	1,3	CL	A-4	11,26	BAJO	BAJO
k124+750	46,4	23,1	23,3	CL	A-7-6	13,36	BAJO	BAJO

FUENTE: Estudio de suelos para pavimentos

Suelos Colapsables

En la siguiente tabla se muestra los resultados de este índice de colapso:

GRUPO ALING S.A.S
RESPONSABILIDAD, CALIDAD Y SERVICIO

Tabla 23 Suelos Colapsables tramo de Intervención

ABSCISADP	APIQUE	LL (%)	LP (%)	IP (%)	U.S.C.	A.A.S.H.T.O	%W	colapso	Criterio
								Ic	
k122+000	22	30,7	15,8	14,9	CL	A-6	18,32	0,18	No se Colapsa
k122+250	23	N.L	N.P	-	ML	A-4	18,87	0,00	No se Colapsa
k122+500	24	40,7	28,0	12,7	ML	A-7-6	18,13	-0,76	Se colapsa
k122+750	25	27,4	20,9	6,5	CL-ML	A-4	18,88	-0,28	Se colapsa
k123+000	26	44,1	23,0	21,1	CL	A-2-4	20,32	-0,12	Se colapsa
k123+250	27	19,5	16,2	3,3	ML	A-4	20,49	1,36	No se Colapsa
k123+500	28	25,3	19,3	6,0	CL-ML	A-4	20,52	0,24	No se Colapsa

ABSCISADP	APIQUE	LL (%)	LP (%)	IP (%)	U.S.C.	A.A.S.H.T.O	%W	colapso Ic	Criterio
k123+750	29	27,2	19,3	7,9	CL	A-4	19,12	0,00	No se Colapsa
k124+000	30	23,9	18,3	5,6	CL-ML	A-4	10,15	-1,44	Se colapsa
k124+250	31	31,5	28,4	3,1	ML	A-4	13,18	-4,87	Se colapsa
k124+500	32	21,1	19,8	1,3	CL	A-4	11,26	-6,48	Se colapsa
k124+750	33	46,4	23,1	23,3	CL	A-7-6	13,36	-0,33	Se colapsa

FUENTE: Estudio de suelos para pavimentos

Ensayo de materia Orgánica

Tabla 24 Ensayo de materia orgánica

SONDEO	MUESTRA	PORCENTAJE DE MATERIA ORGANICA (%)
S15	M2	2.2

FUENTE: Estudio de suelos para pavimentos

Ensayos suelos expansivos

Tabla 25 Ensayos suelos expansivos

SONDEO	MUESTRA	POTENCIAL DE EXPANSION
S12	M3	MARGINAL

FUENTE: Estudio de suelos para pavimentos

Ensayos de suelos solubles

Tabla 26 Ensayos de suelos solubles

SONDEO	MUESTRA	CONTENIDO DE SALES SOLUBLES (%)
S15	M1	0.039

FUENTE: Estudio de suelos para pavimentos

Laboratorios CBR

Tabla 27 Resultados CBR Tramo de intervención

TIPO DE CBR	ABSCISA	APIQUE	CBR 95%
ALTERADO	k122+000	1	6,3
ALTERADO	k122+250	2	5,8
INALTERADO	k122+500	3	6,4
ALTERADO	k122+750	4	5,2
ALTERADO	k123+000	5	6,1
ALTERADO	k123+250	6	5,7
INALTERADO	k123+500	7	4,7
ALTERADO	k123+750	8	4,1
ALTERADO	k124+000	9	3,9
ALTERADO	k124+250	10	4,6

GRUPO ALING S.A.S
RESPONSABILIDAD, CALIDAD Y SERVICIO

TIPO DE CBR	ABSCISA	APIQUE	CBR 95%
INALTERADO	k124+500	11	5
ALTERADO	k124+750	12	8,3

FUENTE: Estudio de suelos para pavimentos

NOTA: Se tiene en cuenta la alternativa de suelo – cemento el cual mejora las propiedades del suelo natural mediante la estabilización con cemento. Este proceso produce una mezcla más resistente y duradera, con las siguientes ventajas clave:

- Mejora la capacidad del suelo para soportar cargas al incrementar su resistencia a la compresión y al corte.
- Disminuye el índice de plasticidad, haciendo que el suelo sea menos sensible a cambios de humedad.
- Reduce el hinchamiento y la contracción en suelos arcillosos, minimizando problemas de asentamientos o grietas.
- Ayuda a mantener la forma y volumen del suelo bajo diferentes condiciones climáticas.
- Incrementa la impermeabilidad, reduciendo la erosión y los daños por acción del agua.

2.15 ESTUDIO DE SUELOS PARA DISEÑO DE FUNDACIONES DE PUENTES Y OTRAS ESTRUCTURAS

El alcance de un estudio de suelos para el diseño de fundaciones de puentes y otras estructuras es crucial para garantizar la seguridad, estabilidad y durabilidad de la infraestructura. Este estudio proporciona la información geotécnica necesaria para diseñar adecuadamente las fundaciones, considerando las características del suelo y su comportamiento bajo diferentes cargas. El perfil sísmico estudiado tiene una velocidad de onda de corte promedio de 253.1 m/s, clasificándose como un perfil de suelos rígidos tipo D según la Norma Sismo-Resistente Colombiana NSR-10. Se estimaron los parámetros geomecánicos basados en ensayos MASW 1D y refracción sísmica, identificando dos estratos: el primero, un suelo antrópico de base y sub-base sobre arcilla con una velocidad de 260 m/s y un espesor de 2 a 5 m; y el segundo, un suelo arcillo arenoso con una velocidad de 1320 m/s, asociado a depósitos aluviales de baja energía mezclados con arenas, característicos de suelos de orillales.

Debido a sus condiciones similares de suelo, donde se propuso geológicamente un plan de exploración, la cual determino la cantidad de

sondeos SPT a lo largo del tramo de intervención, encontrando 7 sondeos durante todo el recorrido de la vía cada 500 metros.

Estos sondeos suelen incluir perforaciones de reconocimiento, calicatas, y pruebas in situ como el ensayo de penetración estándar (SPT), dependiendo de las características del proyecto y las condiciones del terreno.

Según el **Manual de Diseño de Cimentaciones Superficiales y Profundas para carreteras del INVIAS**, para obras tipo box Culvert, se requiere mínimo una perforación para cada cajón de gran tamaño. Si el cajón es muy largo y las condiciones del subsuelo son erráticas, se debe contemplar la ejecución de perforaciones adicionales. Cuando se sectoriza el suelo y sus ensayos directos e indirectos realizados se determinó áreas heterogéneas o áreas homogéneas que es el caso de este proyecto de inversión:

En áreas donde los suelos o rocas de fundación sean muy heterogéneos, donde se presenten estratos de suelos blandos o cuando los requerimientos de la estructura no estén claramente definidos en el momento de realizar la exploración de campo, posiblemente sea necesario perforar con más frecuencia o a mayor profundidad de lo que indican las tablas, con el fin de tener en cuenta esas incertidumbres y juzgar la consistencia a través de toda el área.

En áreas lateralmente homogéneas, la ejecución de un alto número de perforaciones no será necesaria si los resultados de las muestras tomadas son sistemáticamente similares.

Para el tramo de intervención entre las abscisas K122+000 y K122+500, se recomienda una carga admisible del suelo de 60.55 Ton/m² a una profundidad de 1.95 metros y un asentamiento máximo de 2.54 centímetros. Estos valores aplican a un tipo de suelo D con un ángulo de fricción de 24°. Los parámetros fueron calculados específicamente para la construcción de los box culverts y alcantarillas en dicho tramo. Si la solicitud de capacidad del suelo supera los 60.55 Ton/m² para la construcción de dichas estructuras, se recomienda revisar las tablas de Cálculo de Qadm por Teng y asentamiento por Bowles sondeo 11, y solicitar la recomendación de un ingeniero geotecnista.

Para el tramo de intervención, entre las abscisas K122+500 y K123+000, se recomienda una carga admisible del suelo de 48.16 Ton/m² a una profundidad de 1.95 metros y un asentamiento máximo de 2.54 centímetros. Estos valores aplican a un tipo de suelo D con un ángulo de fricción de 22°. Los parámetros fueron calculados específicamente para la construcción de los box culverts y alcantarillas en dicho tramo. Si la solicitud de capacidad

GRUPO ALING S.A.S
RESPONSABILIDAD, CALIDAD
Y SERVICIO
NIT 901488750-4

del suelo supera los 48.16 Ton/m² para la construcción de dichas estructuras, se recomienda revisar las tablas de Cálculo de Qadm por Teng y asentamiento por Bowles sondeo 12, y solicitar la recomendación de un ingeniero geotecnista.

Para el tramo de intervención, entre las abscisas K123+000 y K123+500, se recomienda una carga admisible del suelo de 30.27 Ton/m² a una profundidad de 1.95 metros y un asentamiento máximo de 2.54 centímetros. Estos valores aplican a un tipo de suelo D con un ángulo de fricción de 22°. Los parámetros fueron calculados específicamente para la construcción de los box culverts y alcantarillas en dicho tramo. Si la solicitud de capacidad del suelo supera los 30.27 Ton/m² para la construcción de dichas estructuras, se recomienda revisar las tablas de Cálculo de Qadm por Teng y asentamiento por Bowles sondeo 13, y solicitar la recomendación de un ingeniero geotecnista.

Para el tramo de intervención, entre las abscisas K123+500 y K124+000, se recomienda una carga admisible del suelo de 9.63 Ton/m² a una profundidad de 1.95 metros y un asentamiento máximo de 2.54 centímetros. Estos valores aplican a un tipo de suelo E con un ángulo de fricción de 20°. Los parámetros fueron calculados específicamente para la construcción de los box culverts y alcantarillas en dicho tramo. Si la solicitud de capacidad del suelo supera los 9.63 Ton/m² para la construcción de dichas estructuras, se recomienda revisar las tablas de Cálculo de Qadm por Teng y asentamiento por Bowles sondeo 14, y solicitar la recomendación de un ingeniero geotecnista.

Para el tramo de intervención, entre las abscisas K124+000 y K124+500, se recomienda una carga admisible del suelo de 13.76 Ton/m² a una profundidad de 1.95 metros y un asentamiento máximo de 2.54 centímetros. Estos valores aplican a un tipo de suelo D con un ángulo de fricción de 21°. Los parámetros fueron calculados específicamente para la construcción de los box culverts y alcantarillas en dicho tramo. Si la solicitud de capacidad del suelo supera los 13.76 Ton/m² para la construcción de dichas estructuras, se recomienda revisar las tablas de Cálculo de Qadm por Teng y asentamiento por Bowles sondeo 15, y solicitar la recomendación de un ingeniero geotecnista.

Para el tramo de intervención, entre las abscisas K124+500 y K125+000, se recomienda una carga admisible del suelo de 8.26 Ton/m² a una profundidad de 1.95 metros y un asentamiento máximo de 2.54 centímetros. Estos valores aplican a un tipo de suelo E con un ángulo de fricción de 20°. Los parámetros fueron calculados específicamente para la construcción de

GRUPO ALING S.A.S
RESPONSABILIDAD CALIDAD
Y SERVICIO

los box culverts y alcantarillas en dicho tramo. Si la solicitud de capacidad del suelo supera los 8.26 Ton/m² para la construcción de dichas estructuras, se recomienda revisar las tablas de Cálculo de Qadm por Teng y asentamiento por Bowles sondeo 16 y solicitar la recomendación de un ingeniero geotecnista.

Para caracterizar los suelos de la vía que comunica el municipio de Saravena y La Antioqueña en el tramo de La Yuca – La Antioqueña, Departamento de Arauca, se realizaron Siete (7) sondeo de SPT, donde cada perforación se llevó a cabo hasta una profundidad máxima de 5.55 metros o rechazo.
Se recomienda la construcción de muros en tierra armada con Geosintéticos, en el cual se utilizará un geotextil T2400 o uno similar para confinar las capas de la estructura de manera vertical. En la zona donde se requiere subir la rasante, se contemplará con un suelo de relleno, el cual deberá cumplir mínimo con una cohesión de 30.0 kPa, una fricción de 30° y un peso unitario de 20.0 kN/m³. Se recomienda un material de relleno seleccionado según las especificaciones técnicas del INVIAS artículo 220. (material seleccionado).

Además, se recomienda la construcción del Pedraplén en suelo-cemento lo cual transforma un suelo débil en un material adecuado para la construcción de bases y subbases en carreteras y otras infraestructuras.

Los ensayos de clasificación del suelo se encuentran en los anexos implementados para el informe de suelos para diseño de fundaciones de puentes.

2.16 **DISEÑO GEOMÉTRICO**

El diseño geométrico de la vía es un proceso complejo que considera una serie de criterios esenciales para garantizar que la carretera cumpla con las normativas vigentes, asegurando una movilidad segura y eficiente. Este proceso abarca desde el tipo de vía, velocidades de diseño, anchos de calzada, tráfico, hasta aspectos técnicos como bermas, cunetas, bombeos, peraltes, y visibilidad en curvas y rectas.

El objetivo principal del nuevo alineamiento es crear un diseño geométrico que esté en consonancia con la categoría de la vía, el volumen y tipo de tráfico esperado, y las características del terreno. Para lograrlo, se siguen estrictamente las normas establecidas en el Manual de Diseño Geométrico del INVIAS de 2008 (MDG2008). Este enfoque garantiza la integración adecuada con el entorno vehicular y la consideración de diversas

GRUPO ALING S.A.S
RESPONSABILIDAD, CALIDAD Y SERVICIO
NIT 901408350-4

restricciones, incluidas las ambientales, hidráulicas, hidrológicas, geotécnicas y de gestión predial.

Criterios de diseño geométrico:

El diseño geométrico se estructuró teniendo en cuenta varios factores determinantes, como la topografía, pendientes longitudinales y transversales, movilidad actual, tipos de vehículos que utilizan el corredor, y niveles de alcantarillado e inundación. Estos factores son esenciales para definir un diseño que cumpla con los estándares de seguridad y eficiencia requeridos.

Parámetros de diseño geométrico:

El diseño de la vía se basa en las especificaciones del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras de 2008 y las características topográficas del tramo vial en cuestión, que corresponde a una vía secundaria. Entre los parámetros clave se incluye la velocidad de diseño, que se estableció en 60 km/h, en línea con lo estipulado en el manual. Esta velocidad representa la máxima velocidad segura y cómoda que se puede mantener en una sección determinada de la carretera.

Velocidad de Diseño:

Es la velocidad escogida para el diseño, entendiéndose que será la máxima que se podrá mantener con seguridad y comodidad, sobre una sección determinada de la carretera, cuando las circunstancias sean favorables para que prevalezcan las condiciones de diseño. En este proyecto se y de acuerdo en lo estipulado en el manual de diseño geométrico de carreteras del invias del 2008 se estableció una velocidad de 60km/h.

Capa de rodadura:

Para garantizar un tránsito seguro y cómodo, se realizó un levantamiento topográfico para restituir el perfil existente de la vía. Este proceso permitió verificar las condiciones geométricas actuales y realizar los ajustes necesarios. La clasificación de la velocidad de diseño se realizó según el tipo de vía, asegurando que los parámetros sean congruentes con las necesidades específicas de la carretera.

Diseño en planta del eje de la carretera:

El diseño geométrico considera la proyección del eje de la vía en un plano horizontal, donde se alternan tramos rectos y curvas. Estos alineamientos horizontales deben respetar las obras existentes en buen estado y cumplir

GRUPO ALING S.A.S

con el ancho de diseño establecido. Además, se busca minimizar el impacto en predios colindantes, siempre y cuando se mantengan los criterios de seguridad y agilidad en la vía.

La velocidad de diseño es el parámetro base para determinar las características geométricas mínimas en el trazado de la vía, garantizando comodidad y seguridad. Todos los elementos geométricos, como radios mínimos, pendientes máximas, y distancias de visibilidad, dependen de esta velocidad.

Diseño en perfil del eje de la carretera:

El alineamiento vertical de la vía, compuesto por rectas enlazadas por arcos parabólicos, debe ser coherente con el alineamiento horizontal. Este alineamiento se diseña considerando la topografía, visibilidad, costos de construcción y operación, así como el rendimiento de los vehículos pesados en los ascensos. El objetivo es lograr rasantes largas que optimicen tanto las curvas verticales como horizontales, asegurando un proyecto económico en términos de operación y construcción.

Calzada y bermas:

La calzada, parte esencial de la plataforma destinada a la circulación vehicular, está conformada por uno o más carriles y puede estar pavimentada o no. Las bermas, ubicadas entre la calzada y la cuneta, cumplen funciones cruciales, como proteger el pavimento, permitir detenciones de emergencia, y aumentar la seguridad al ofrecer espacio adicional para maniobras.

Localización de obras de drenaje:

El sistema de drenaje es vital para evacuar el agua de lluvia, mantener la superficie de rodadura libre de encharcamientos y proteger la estructura de la carretera. En este proyecto se planifican obras de drenaje transversal, tanto para reponer las existentes como para construir nuevas, garantizando así la seguridad y durabilidad de la vía.

Software utilizado y modelación:

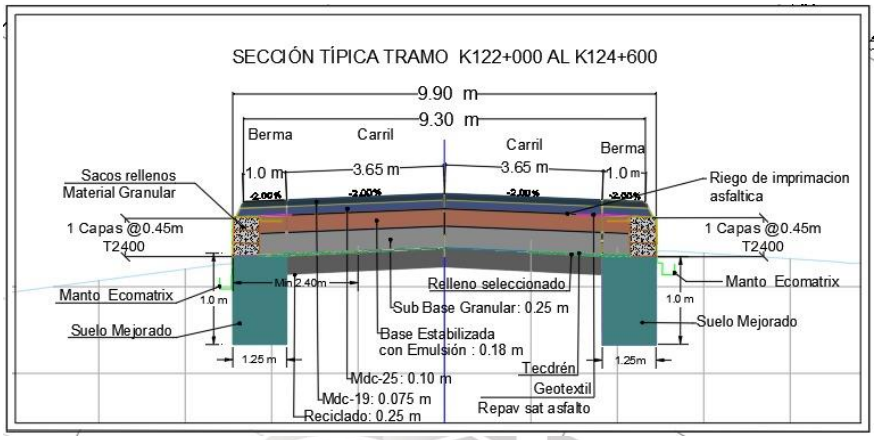
El diseño geométrico del proyecto se realizó utilizando AutoCAD Civil 3D, desde el procesamiento de la información obtenida en campo hasta la creación completa del diseño geométrico del tramo vial. Este software permitió modelar alineamientos, bordes de vía, perfiles de terreno, y secciones transversales, cumpliendo con las normas del INVIAS 2008, lo que

GRUPO ALING S.A.S
RESPONSABILIDAD, CALIDAD Y SERVICIO
NIT 901.208.350-4

asegura que el proyecto se ajuste a las restricciones y estándares establecidos.

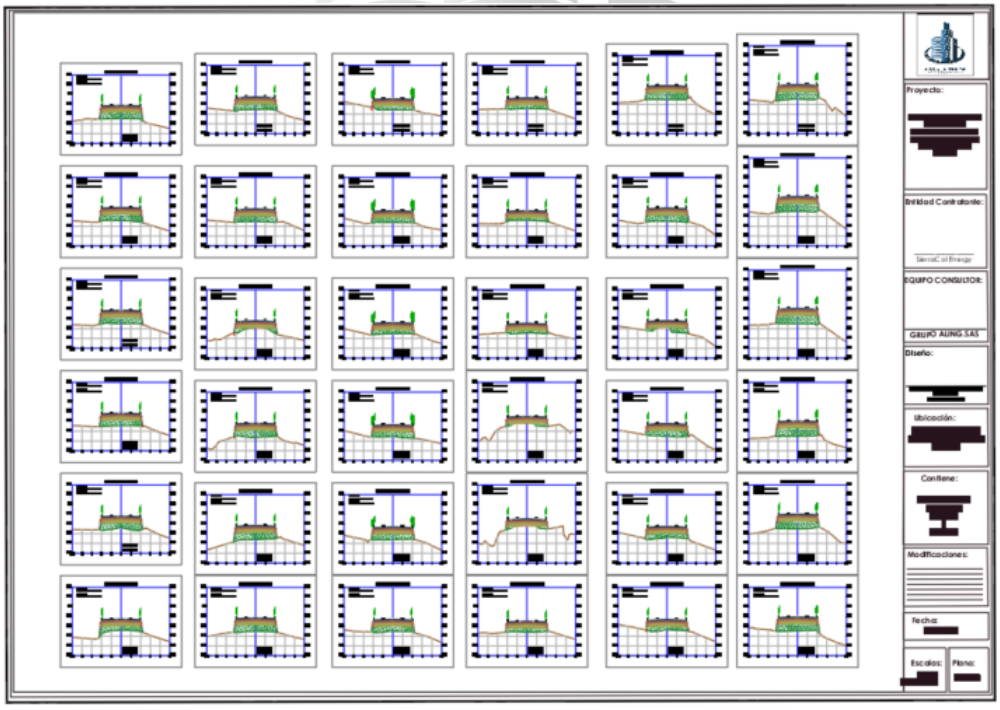
A continuación, se anexa el plano de las secciones típicas para el tramo de intervención.

IMAGEN 5 Sección típicas Tramo de intervención



FUENTE: Diseño Geométrico

IMAGEN 6 Esquema planos planta perfil diseño geométrico



FUENTE: Diseño Geométrico

2.17 **INFORME FINAL EJECUTIVO**

El documento presenta un informe sobre el proyecto de mejoramiento vial "Saravena - La Antioqueña", abarcando un análisis exhaustivo de sus fases y componentes, incluyendo aspectos técnicos, ambientales, económicos y sociales. Se detalla la gestión de propiedades conforme a la legislación vigente, así como un diagnóstico de vías y un plan de manejo ambiental que incluye medidas de mitigación para minimizar impactos negativos. Además, se menciona la creación de un espacio público accesible y la mejora de la infraestructura para promover el desarrollo económico y social en la región, considerando aspectos técnicos, ambientales, económicos y sociales. Se utiliza información cartográfica del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, aunque hay limitaciones en los datos disponibles debido a la ubicación fronteriza. Además, se evalúa la sensibilidad ambiental de la zona, clasificando áreas en alta, media y baja sensibilidad, lo que influye en la planificación y ejecución del proyecto.

El mantenimiento periódico y rutinario de la vía vecinal mejorará significativamente la infraestructura vial, reduciendo costos operativos y de reparación de vehículos, así como tiempos de transporte. Esto resultará en una vía permanentemente transitable que beneficiará a la población al permitir el acceso a mejores medios de transporte, con mayor capacidad de carga y mayor comodidad para los pasajeros. Durante el mantenimiento, se deben implementar medidas de seguridad rigurosas para proteger tanto a los trabajadores como a los usuarios, incluyendo el uso adecuado de elementos de seguridad y la delimitación y señalización de las áreas de trabajo.

Es crucial también considerar los aspectos socio-ambientales para minimizar el impacto en los recursos naturales y el medio ambiente. En el área de intervención se identificaron 5 especies vegetales, sin presencia de especies forestales en amenaza ni de especies epífitas significativas, aunque se observó la presencia de especies introducidas. Las actividades de obra se realizarán con un cierre parcial de un carril, permitiendo el tránsito vehicular y reduciendo la inconveniencia para los usuarios.

Además, se recomienda seguir de cerca el Plan de Manejo de Tránsito para garantizar la seguridad y comodidad de los usuarios. La vía a intervenir se clasifica como nivel T3 según el manual de diseño de pavimentos, lo que implica una capacidad para soportar entre 1.000.000 y 2.000.000 ejes equivalentes durante su período de diseño. La programación y control riguroso del proyecto son esenciales para asegurar una ejecución correcta y en tiempo, evitando desviaciones y garantizando la calidad. Es

fundamental contar con todos los documentos técnicos y normativos actualizados, incluidos planos, especificaciones, presupuesto detallado, permisos, y licencias, para cumplir con los requisitos legales y de construcción, asegurando así el éxito del proyecto.

3 CAPÍTULO 2 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

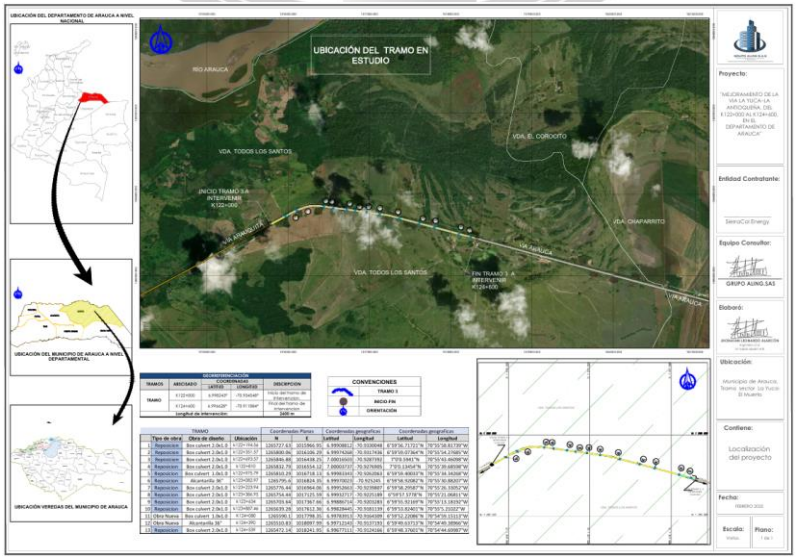
IMAGEN 7Área de Intervención Tramo de intervención



FUENTE: Google Earth

Una de las principales vías que rodea la zona de estudio es la ruta 66 sector Corocoro – Arauca Transversal Corredor Fronterizo del Oriente Colombiano de categoría de primer orden con una distancia de 280 km como lo indica el INVIAS de fuente IGAC (Contrato 2130/2014).

IMAGEN 8 Ubicación Tramos a intervenir



FUENTE: Planos de Localización

4 CAPÍTULO 3. IMPORTANCIA DEL PROYECTO

La importancia del proyecto de **"MEJORAMIENTO DE LA VIA LA YUCA–LA ANTIOQUEÑA, DEL K122+000 AL K124+600, EN EL DEPARTAMENTO DE ARAUCA",** radica en su capacidad para mejorar la conectividad, la seguridad, y la eficiencia del sistema de transporte, impactando positivamente en la economía y calidad de vida de una comunidad. Al aplicar los componentes clave del proyecto, se asegura que el diseño y la ejecución sean óptimos, sostenibles y alineados con las necesidades locales.

Esta evaluación asegura que el proyecto sea económicamente viable y sostenible, maximizando el retorno de la inversión y garantizando que los recursos se utilicen de manera eficiente.

METODOLOGÍA

- La metodología de análisis Costo-Beneficio es utilizada para evaluar las alternativas desde un punto de vista cuantitativo para complementar los análisis cualitativos y cuantitativos de los trazados.
- El análisis busca establece un orden relativo, indicativo entre alternativas comparadas
- El análisis estima el valor monetario de los beneficios y costos para la sociedad generados por la alternativa bajo análisis respecto a un escenario base de continuar con la situación actual. Es decir, se basa en la comparación de costos y beneficios.
- El área de estudio empleada en el análisis de todas las alternativas se limita únicamente a los tramos 1 y 3 ubicados en la vía la Yuca la Antioqueña en el Municipio de Arauca Departamento de Arauca. de esta forma el escenario base de comparación corresponde al mejoramiento de la vía actual en este sector. El resultado de la estimación monetaria comparativa se analiza en términos del Valor Presente Neto (VPN) de los costos marginales. Loa beneficios marginales se estiman como la diferencia entre los beneficios del trazado analizado y los beneficios de la situación actual. De igual manera los costos marginales se estiman como la diferencia entre los costos del trazado analizado y los costos de la situación actual.

BENEFICIOS DIRECTOS:

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE VEHÍCULOS

Amortización: El costo por amortización considera la depreciación del vehículo como consecuencia del tiempo de posesión, la longitud recorrida,

las características de los recorridos y de la conservación y mantenimiento del vehículo.

Mantenimiento: El costo de conservación y mantenimiento corresponderá al coste de sustitución de piezas del vehículo, tanto material como mano de obra debido al desgaste generado por la distancia recorrida y las velocidades.

Consumo de combustible y lubricantes: Los costos relacionados con el consumo de combustibles y lubricantes dependen de la velocidad de circulación de la vía, la inclinación y el recorrido de los vehículos.

Tiempo de Viaje: La disminución del tiempo de recorrido es el aspecto más relevante de la serie de beneficios generado por la ejecución del presente proyecto.

El tiempo, como beneficio, es la consecuencia de las mejoras introducidas en cada una de las alternativas sobre la situación actual. Esa disminución del tiempo de recorrido se traduce en un aumento en la calidad de la oferta que a su vez se traduce en un mejor nivel de servicio y por ende mayor comodidad y seguridad.

Mejora en la Seguridad vial: Uno de los beneficios que representa una nueva infraestructura es la mejora de la seguridad viaria respecto a la situación actual. Esto supone una disminución de los costos derivados de los accidentes producidos y por tanto de un beneficio para la sociedad a lo largo de toda la vida útil considerada.

BENEFICIOS INDIRECTOS:

Rentabilidad Económica: Una vía en buen estado contribuye a mejorar la calidad de vida de los habitantes de la zona, al facilitar el acceso a servicios básicos, centros de trabajo y lugares de recreación, además puede atraer inversiones y fomentar el desarrollo económico en la zona, al facilitar el transporte de mercancías, productos y personas, así como el aumento de la valorización de las propiedades inmobiliarias.

Mejora en la conectividad vial: Una vía en buen estado mejora la conectividad entre diferentes zonas, facilitando de esta manera el acceso a mercados y servicios.

GRUPO ALING S.A.S
RESPONSABILIDAD, SALUD Y SERVICIO

Reducción de costos de mantenimiento de la infraestructura vial: Al mantener la vía en buen estado, se reducen los costos de mantenimiento a largo plazo, ya que se evita el deterioro progresivo de la infraestructura.

Generación de Empleo: El mantenimiento de la vía puede generar empleo en la zona, tanto durante el proceso del mantenimiento como a largo plazo, al fomentar el desarrollo económico.

5 CAPÍTULO 4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto **"MEJORAMIENTO DE LA VIA LA YUCA–LA ANTIOQUEÑA, DEL K122+000 AL K124+600, EN EL DEPARTAMENTO DE ARAUCA",** corresponde a la vía La Yuca-La Antioqueña la cual comunica a los municipios de Arauca con Arauquita en el Departamento de Arauca Tramo PR K122+000 AL k124+600, con una longitud total de 2,620 km. Como se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 28 Tramos a Intervenir

NOMBRE DE LA VÍA	TRAMO DE INTERVENCIÓN	
	Inicio	Fin
La Yuca – La Antioqueña	K122+000	K124+600

FUENTE: Propia

5.1 CARACTERÍSTICAS DEL CORREDOR VIAL

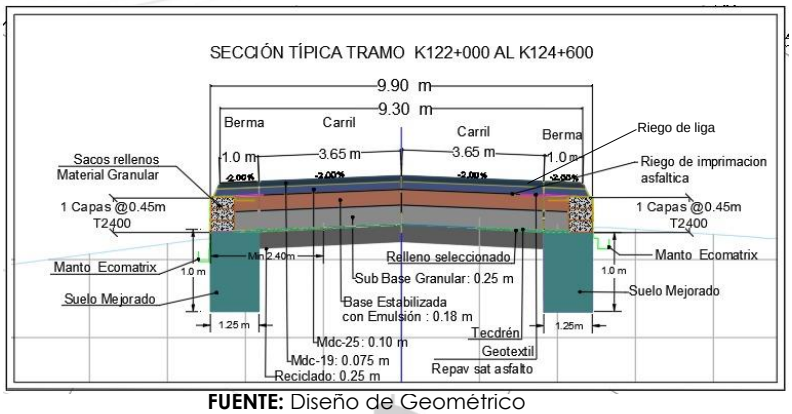
A continuación, se presentan las secciones típicas a tener en cuenta dentro del Proyecto **"MEJORAMIENTO DE LA VIA LA YUCA–LA ANTIOQUEÑA, DEL K122+000 AL K124+600, EN EL DEPARTAMENTO DE ARAUCA".**

TRAMO DE INTERVENCIÓN:

- ✓ Para el tramo de intervención del K122+000 AL K124+600 se proyectó un ancho de calzada de 7.30 m con bermas de 1.0 m.

GRUPO ALING S.A.S
RESPONSABILIDAD, CALIDAD Y SERVICIO
NIT. 901.408.350-4

IMAGEN 9 Sección transversal típica



FUENTE: Diseño de Geométrico

La sección Típica está compuesta por:

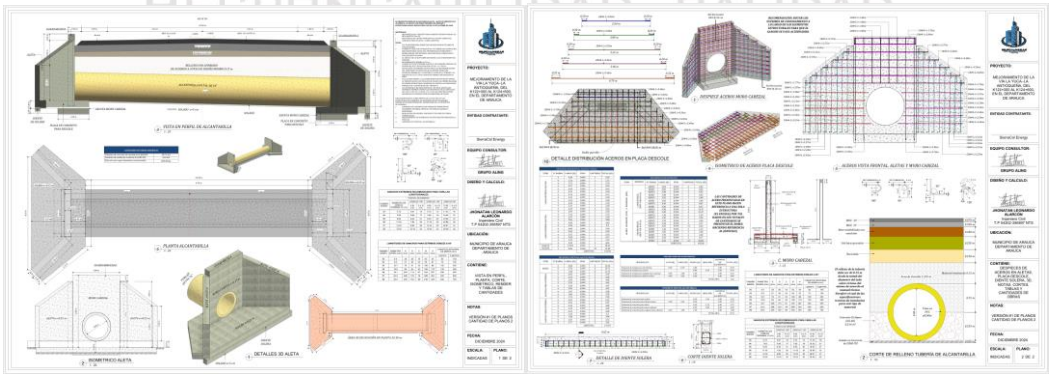
- Suelo Mejorado de 1.0 m X 1.25 m
- Reciclado de 0,25 m
- Manto Geomatrix
- TecDren
- Sub Base Granular 0.25 m
- Base estabilizada con Emulsión 0.18 m
- Sacos rellenos de suelo cemento
- Geotextil Repav sat asfalto
- MCD-25 Espesor de 0.10 m
- MCD-19 Espesor de 0.075 m
- Riego de Imprimación Asfáltica
- Riego de liga

5.2 DISEÑO ESTRUCTURAL OBRAS DE DRENAJE

5.2.1 ALCANTARILLA CIRCULAR DE 36”

GRUPO ALING S.A.S
RESPONSABILIDAD SALUD

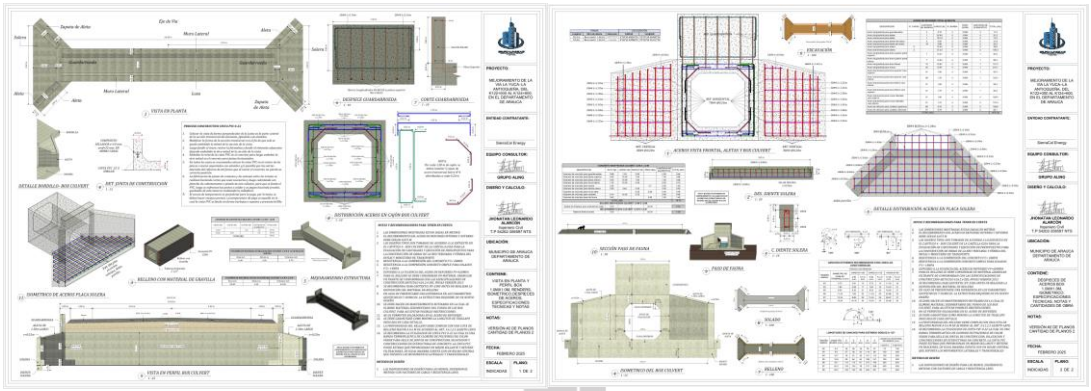
IMAGEN 10 Alcantarilla Circular de 36”



FUENTE: Diseño Estructural

5.2.2 **DISEÑO ESTRUCTURAL BOX CULVERT 1,0 M X 1,0 M**

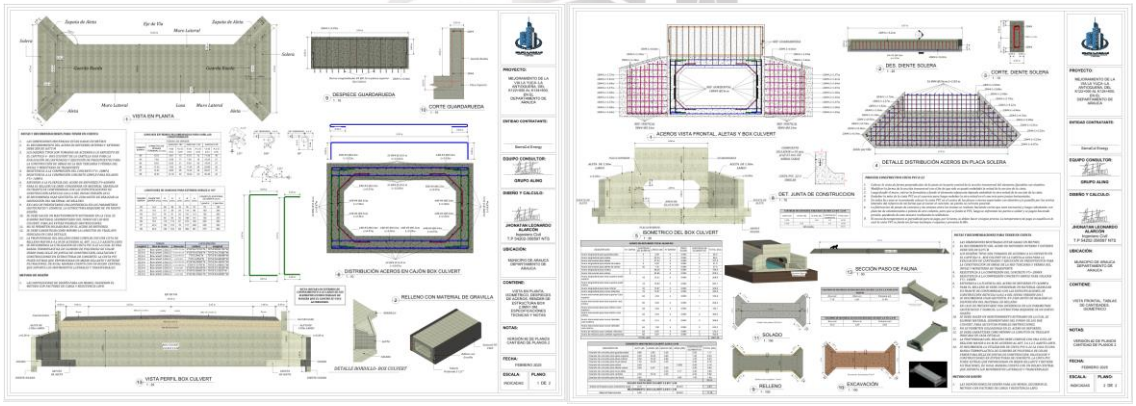
IMAGEN 11 Box Culvert 1,0 m X 1,0 m



FUENTE: Diseño Estructural

5.2.3 **DISEÑO ESTRUCTURAL BOX CULVERT 2,0 M X 1,0 M**

IMAGEN 12 Box Culvert 2,0 m X 1,0 m



FUENTE: Diseño Estructural

GRUPO ALING S.A.S
CALIDAD, CALIDAD
NIT. 901458.333-4

5.3 **SEÑALIZACIÓN PERMANENTE**

En la siguiente tabla se registra el resumen de las señalización a tener en cuenta para ser instaladas dentro de los tramos de intervención.

Tabla 29 Localización de señalización existente tramo de Intervención

LOCALIZACIÓN SEÑALES VERTICALES DE LA VIA EN EL SENTIDO ASCENDENTE DE LAS ABSCISADO		
DESCRIPCIÓN	**ABSCISADO**	**COSTADO DE LA VIA**
Señal Preventiva SP-04	K123+295	Derecho
Señal Reglamentaria SR-26	K123+385	Derecho
Señal Preventiva SP-03	K123+710	Izquierdo

Señal Preventiva SP-49	K124+360	Derecho

FUENTE: Señalización Permanente

Tabla 30 Resumen de señalización tramo de intervención

Tipo de Señalización	Descripción	Total
Señales Reglamentarias	SR-26	1
Señales Preventivas	SP-03	1
	SP-04	1
	SP-49	1

FUENTE: Señalización Permanente

Tabla 31 Localización de Señalización Nueva

LOCALIZACIÓN SEÑALES VERTICALES DE LA VIA A INTERVENIR		
DESCRIPCIÓN	**ABSCISADO**	**COSTADO DE LA VIA**
Señal Informativa SI-04	K122+000	Derecho
Señal Reglamentaria SR-30	K122+100	Derecho
Señal Reglamentaria SR-30	K122+200	Izquierdo
Señal Preventiva SP-04	K122+320	Derecho
Señal Reglamentaria SR-26	K122+400	Derecho
Señal Preventiva SP-75	K122+440	Izquierdo
Señal Preventiva SP-75	K122+460	Izquierdo
Señal Preventiva SP-75	K122+480	Izquierdo
Señal Preventiva SP-75	K122+500	Izquierdo
Señal Preventiva SP-75	K122+520	Izquierdo
Señal Preventiva SP-75	K122+540	Izquierdo
Señal Preventiva SP-75	K122+560	Izquierdo
Señal Preventiva SP-75	K122+580	Izquierdo
Señal Preventiva SP-75	K122+600	Izquierdo
Señal Preventiva SP-75	K122+620	Izquierdo
Señal Reglamentaria SR-26	K122+650	Izquierdo
Señal Preventiva SP-03	K122+750	Izquierdo
Señal Preventiva SP-45	K122+800	Derecho
Señal Informativa SI-04	K123+000	Izquierdo
Señal Preventiva SP-49	K123+300	Izquierdo
Señal Preventiva SP-04	K123+470	Derecho
Señal Preventiva SP-03	K123+650	Izquierdo
Señal Preventiva SP-49	K124+000	Izquierdo
Señal Informativa SI-04	K124+000	Izquierdo
Señal Preventiva SP-45	K124+420	Derecho
Señal Preventiva SP-26	K124+470	Derecho
Señal Reglamentaria SR-30	K124+600	Izquierdo

FUENTE: Señalización Permanente

GRUPO ALING SAS
RESPONSABILIDAD, CALIDAD Y SERVICIO
NIT. 901[illegible]50-4

Tabla 32 Resumen de Señalización Nueva

Tipo de Señalización	Descripción	Total
Señales reglamentarias	SR-30	03 Und
	SR-26	02 Und
Señales Preventivas	SP-03	02 Und
	SP-04	02 Und
	SP-45	02 Und
	SP-49	02 Und
	SP-75	20 Und
Señales informativas	SI-04	03 Und
	TOTAL	36 UND

FUENTE: Señalización Permanente

5.3.1 DEMARCACIÓN LONGITUDINAL

- Una línea blanca continúa en los bordes exteriores de cada uno de los carriles (borde derecho, circulando en sentido del tránsito), delimitando las zonas de berma.
- El eje de calzada estará indicado por dos líneas Amarillas continuas, con una separación entre líneas de 10 centímetros.
- El ancho de estas líneas tanto de los bordes como del eje es de 12 cm.

Tabla 33 Demarcación línea de carril tramo de intervención

"MEJORAMIENTO DE LA VIA LA YUCA–LA ANTIOQUEÑA, DEL K122+000 AL K124+600, EN EL DEPARTAMENTO DE ARAUCA"		
TIPO DE LINEA	**LARGO (m)**	**CANTIDAD LINEAS**
Líneas Extremas	2600	2

FUENTE: Señalización Permanente

Tabla 34 Línea continua Amarilla

LINEA CONTINUA AMARILLA				
PR INICIAL	**PR FINAL**	**LONGITUD (m)**	**CANTIDAD**	**TOTAL**
122+000.00	122+150.00	150.00	1.00	150.00
122+150.00	122+750.00	600.00	2.00	1200.00
122+750.00	122+950.00	200.00	1.00	200.00
122+950.00	123+050.00	100.00	2.00	200.00
123+050.00	123+290.00	240.00	1.00	240.00
123+290.00	123+700.00	410.00	2.00	820.00
123+700.00	124+250.00	550.00	1.00	550.00
124+250.00	124+350.00	100.00	2.00	200.00
124+350.00	124+600.00	250.00	1.00	250.00
TOTAL (ml)				**3810.0**

FUENTE: Señalización Permanente

RESPONSABILIDAD, CALIDAD Y SERVICIO NIT. 901.2[illegible]350-4

Tabla 35 Línea Discontinua Amarilla

LINEA DISCONTINUA AMARILLA				
PR INICIAL	**PR FINAL**	**LONGITUD (m)**	**CANTIDAD**	**TOTAL**
122+000.00	122+150.00	150.00	1.00	150.00
122+750.00	122+950.00	200.00	1.00	200.00
123+050.00	123+290.00	240.00	1.00	240.00
123+700.00	124+250.00	550.00	1.00	550.00
124+350.00	124+600.00	250.00	1.00	250.00
TOTAL (ml)				**1390.00**

5.3.2 **TACHAS REFLECTIVAS**

Para la vía a intervenir, se utilizarán tachas reflectivas distribuidas cada 8m ya que la vía presenta una alta velocidad de diseño al estar catalogada como vía Secundaria.

En total se proyecta la instalación de 6147 tachas plásticas en los tramos de vías a intervenir, distribuidas en los extremos y ejes de la vía de acuerdo con lo expresado en el siguiente tabla:

Tabla 36 Cantidad de Tachas Reflectivas tramo de Intervención

"MEJORAMIENTO DE LA VIA LA YUCA–LA ANTIOQUEÑA, DEL K122+000 AL K124+600, EN EL DEPARTAMENTO DE ARAUCA"	**Cantidad Elementos**
Tachas reflectivas sobre línea central, una cada 8 metros (amarilla)	325
Tachas reflectivas sobre línea extrema derecha, una cada 8 metros (blanco con rojo)	325
Tachas reflectivas sobre línea extrema izquierda una cada 8 metros (blanco con rojo)	325

FUENTE: Señalización Permanente

6 FICHA TÉCNICA

A continuación, se presente la ficha Técnica del Proyecto **"MEJORAMIENTO DE LA VIA LA YUCA–LA ANTIOQUEÑA, DEL K122+000 AL K124+600, EN EL DEPARTAMENTO DE ARAUCA".** Donde se presentan los datos más relevantes.

FICHA TÉCNICA PROYECTO "MEJORAMIENTO DE LA VIA LA YUCA–LA ANTIOQUEÑA, DEL K122+000 AL K124+600, EN EL DEPARTAMENTO DE ARAUCA"	
DATOS GENERALES DEL PROYECTO	
NOMBRE DEL PROYECTO:	**"MEJORAMIENTO DE LA VIA LA YUCA–LA ANTIOQUEÑA, DEL K122+000 AL K124+600, EN EL DEPARTAMENTO DE ARAUCA"**

ASESORIAS INGENIERIA S.A.S
RESPONSABILIDAD, CALIDAD Y SERVICIO
NIT 901408350-4

FICHA TÉCNICA PROYECTO "MEJORAMIENTO DE LA VIA LA YUCA–LA ANTIOQUEÑA, DEL K122+000 AL K124+600, EN EL DEPARTAMENTO DE ARAUCA"			
UBICACIÓN:	Vía La Yuca-La Antioqueña	Tramo de Intervención	K122+000 Al K124+600
LONGITUD DEL PROYECTO:	2.600 metros		
PERIODO DE DISEÑO	10 años		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL DISEÑO			
ANCHO DE CALZADA	7,3 metros		
ANCHO DE BERMAS	1,0 metros		
VELOCIDAD DE DISEÑO	60 K/h		
RADIO MÍNIMO DE CURVATURA	123		
TRÁFICO			
TPD ACTUAL	1662		
TPD PROYECTADO	2531		
PERIODO DE DISEÑO PARA TPD	10 años		
TIPO DE TERRENO			
CLASIFICACIÓN DEL TERRENO	Plano		
CONSIDERACIONES GEOTÉCNICAS	El terreno natural del tramo de estudio se clasifica en su mayoría por limos y arcillas, según los datos obtenidos en los ensayos de laboratorio de las muestras obtenidas en campo.		
	Con base en los resultados de módulo resiliente de los CBR in-situ y la reflectometría que se calculó con el método de IVANOV en el cual se tuvo en cuenta el CBR combinado en campo que consistió en 25 cm de carpeta y base, y a criterio del ingeniero se decidió trabajar con los Mr más críticos y más certeros que fueron los resultados de la reflectometría que se realizó cada 100 metros carril izquierdo y carril derecho.		
	Según la metodología VIZIR se cuantificaron pavimentos regulares y altamente deteriorados, una técnica adecuada para tratar pavimento con índice de deterioro superficial igual o mayor a 4 (estado de conservación REGULAR), consiste en la reutilización, generalmente luego de cierto		

GRUPO ALINGSAS
RESPONSABILIDAD, CALIDAD
Y SERVICIO

FICHA TÉCNICA PROYECTO "MEJORAMIENTO DE LA VIA LA YUCA–LA ANTIOQUEÑA, DEL K122+000 AL K124+600, EN EL DEPARTAMENTO DE ARAUCA"		
	tratamiento, de un material del pavimento que ha cumplido su finalidad inicial, el cual se emplea para construir una nueva capa en la misma o en otra carretera.	
TIPO DE PAVIMENTO Y ESPESORES		
TIPO DE PAVIMENTO	Asfáltico	
MDC -25	0,10 metros	
MDC-19	0,075 metros	
BASE ESTABILIZADA CON EMULSIÓN	0,18 metros	
SUB BASE GRANULAR	0,25 metros	
MEJORAMIENTO EN RECICLADO ASFÁLTICO	0,25 metros	
PRESUPUESTO TOTAL		
PRESUPUESTO DISCRIMINADO TRAMO DE INTERVENCIÓN		
PRELIMINARES	Pavimento reciclado in situ, Remoción de alcantarillas, Desmontaje de Señal Vertical, Desmonte y Limpieza en Zona no Boscosa.	
EXCAVACIONES Y RELLENOS	Excavación en material Común de la Explanación y Canales; Terraplenes con Material Seleccionado; Mejoramiento de suelo estabilizado con cemento, incluye excavación para zanja.	
ESTRUCTURA DE PAVIMENTO	Suministro E instalación de TecDren, Sub-Base Granular Clase B; Base Estabilizada con Emulsión Asfáltica Tipo BEE-25; Geotextil para Repavimentación; MDC-19; MCD-25; Anclaje para Manto permanente TRM, Incluye excavación para zanja y	

GRUPO ALINGSAS
RESPONSABILIDAD SOLIDAD

	compactación manual; Protección de Taludes con producto enrollado para control de erosión de Tipo TRM500; Muro en saco relleno de Sub base para control de erosión; Geotextil Tipo T2400.	
CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLA Ø36"	Excavaciones varias en Material Común en Seco, Tipo de Concreto P1 Resistencia 14 Mpa; Tubería de Plástico Tipo PVC, Norma NTC-5055 Diámetro Interno de 900mm; Acero de Refuerzo fy=4200Mpa; Tipo de Concreto P1 Resistencia 28 Mpa; Tipo de Concreto P1 Resistencia 17 Mpa; Relleno con Gravilla	
CONSTRUCCIÓN DE BOX CULVERT DIMENSIONES 1,0 X 1,0 M	Excavaciones varias en Material Común en Seco, Tipo de Concreto P1 Resistencia 14 Mpa; Acero de Refuerzo fy=4200Mpa; Tipo de Concreto P1 Resistencia 28 Mpa; Rellenos con Gravilla; Geotextil Tipo NT con Resistencia a la Tensión Grab Mínima de 700 N Aprox.	
CONSTRUCCIÓN DE BOX CULVERT DIMENSIONES 2,0 X 1,0 M	Excavaciones varias en Material Común en Seco, Tipo de Concreto P1 Resistencia 14 Mpa; Acero de Refuerzo fy=4200Mpa; Tipo de Concreto P1 Resistencia 28 Mpa; Rellenos con Gravilla; Geotextil Tipo NT con Resistencia a la Tensión Grab Mínima de 700 N Aprox.	
SEÑALIZACIÓN VIAL	Línea de demarcación con Pintura en frío; Tacha Reflectiva Bidireccional Tipo A con Adhesivo Bituminoso y Termostato; Señal Vertical de Tránsito Tipo SR, SP, SI, Dimensiones 75X75 cm con Lámina Retrorreflectiva Tipo IV.	
PODA/TALA DE ÁRBOLES	Poda de la Parte Aérea de Árboles Tipo II y III; Tala de arboles	

GRUPO ALINGSAS
RESPONSABILIDAD LIMITADA
NIT. 901.408.350-4

FICHA TÉCNICA PROYECTO "MEJORAMIENTO DE LA VIA LA YUCA–LA ANTIOQUEÑA, DEL K122+000 AL K124+600, EN EL DEPARTAMENTO DE ARAUCA"	
COSTO DIRECTO OBRA TRAMO (desde K122+000 AL K124+600) 2600 metros	
ADMINISTRACIÓN	
IMPREVISTOS 7%	
UTILIDAD 5%	
COSTO TOTAL OBRA TRAMO	
IVA SOBRE UTILIDAD	
INTERVENTORÍA	
P.M.T.	
P.A.G.A.	
PERMISOS AMBIENTALES	
ESTUDIOS DE PREINVERSIÓN	
RUBRO CONTINGENTE (10%)	
GERENCIA	
FIDUCIA	
ACTUALIZACIÓN DE LA CARACTERIZACIÓN VIAL (2,6 KM)	
GRAVÁMENES DE MOVIMIENTOS FINANCIEROS (G.M.F)	

FUENTE: Propia

GRUPO ALING S.A.S
RESPONSABILIDAD, CALIDAD
NIT. 901.408.350-4

7 PRESENTACIÓN FINAL DEL PROYECTO

7.1 DIAGNÓSTICO DE VÍAS

Se realizó una visita de campo recorriendo los 2.600 metros de vía existente del Tramo de intervención de la vía "La Yuca-La Antioqueña", realizando un registro fotográfico, toma de ensayos esclerométricos y chequeo de patologías a las obras de drenaje, señalización y capa asfáltica.

7.1.1 ESTADO DE LAS OBRAS DE DRENAJE

A continuación, se presenta las tablas resumen sobre las patologías presentadas y resultados esclerométricos de cada una de las estructuras.

En la siguiente tabla, se contabiliza la totalidad de muestras, que presentan un estado de bueno, regular y pavimentos altamente deteriorados, además se presenta la incidencia en porcentaje de cada calificación en la totalidad de muestras evaluadas.

Tabla 37 Resumen Patologías Obras de Drenaje

TABLA RESUMEN CHEQUEO OBRAS EXISTENTES TRAMO DE INTERVENCIÓN							
ABSCISA	**OBRA DE DRENAJE**	**OBSERVACIONES Y PATOLOGÍAS**	**RESULTADOS ESCLEROMETRÍA (Mpa)**		**ESTADO**		
			Estructura Entrada	**Estructura Salida**	**B**	**R**	**M**
k122+193	Alcantarilla Circular	Grietas longitudinales, humedad, ducto sedimentado y obstruido	18,4	25,0			X
k122+351	Alcantarilla Tipo Cajón	Grietas longitudinales y transversales, humedad, ducto sedimentado y obstruido	26,7	22,0			X
K122+693	Alcantarilla Tipo Cajón	Colmatación, humedad, desprendimiento de concreto, erosión ducto sedimentado y obstruido	24,0	22,6			X
K122+810	Alcantarilla Circular Doble	Grietas longitudinales y transversales, humedad, ducto sedimentado y obstruido	22,2	15,6			X
K122+976	Alcantarilla Tipo Cajón	Agrietamiento, humedad, colmatación, desprendimiento de concreto, ducto sedimentado y obstruido	25,5	24,2			X
K123+082	Alcantarilla Circular	Agrietamiento, humedad, colmatación, ducto sedimentado y obstruido	24,4	20,8			X

GRUPO ALING S.A.S
RESPONSABILIDAD, CALIDAD Y SERVICIO
NIT. 901.408.350-4

TABLA RESUMEN CHEQUEO OBRAS EXISTENTES TRAMO DE INTERVENCIÓN							
K123+225	Alcantarilla Circular Doble	Grietas longitudinales y transversales, descascaramiento, humedad, ducto sedimentado y obstruido	23,2	17,3			X
K123+387	Alcantarilla Tipo Cajón	Grietas longitudinales y transversales, humedad, perdida de concreto, ducto sedimentado y obstruido	23,2	26,0			X
K123+634	Alcantarilla Tipo Cajón	Grietas longitudinales y transversales, humedad, pérdida de concreto, ducto sedimentado y obstruido	24,4	24,8			X
K123+887	Alcantarilla Circular	Obstrucción por sedimentos y terreno natural	NA	NA			X
k124+539	Alcantarilla Tipo Cajón	Grietas longitudinales y transversales, humedad, pérdida de concreto, ducto sedimentado y obstruido	25,4	23,6			X

FUENTE: Diagnóstico de Vías del Proyecto

Tabla 38 Resultados Esclerométricos Obras de Drenaje

OBRA DE DRENAJE	ABSCISA	RESISTENCIA CALCULADA (Mpa)	
		Estructura de Entrada	Estructura de Salida
Alcantarilla Circular	K122+193	18,40	25,00
Alcantarilla Tipo Cajón	K122+351	26,70	22,00
Alcantarilla Tipo Cajón	K122+351	26,70	22,00
Alcantarilla Tipo Cajón	K122+693	24,00	22,60
Alcantarilla Circular Doble	K122+810	22,20	15,60
Alcantarilla Tipo Cajón	K122+976	25,50	24,20
Alcantarilla Circular	K123+082	24,40	20,80
Alcantarilla Circular Doble	K123+225	23,20	17,30
Alcantarilla Tipo Cajón	K123+387	23,20	26,00
Alcantarilla Tipo Cajón	K123+634	24,40	24,80

FUENTE: Diagnóstico de Vías del Proyecto

Tabla 39 Resumen resultados - método VIZIR Tramo de Intervención

Resumen de calificación - Método VIZIR					
Progresivas	Progresivas		Area (m^2)	Rango de calificación	
	Inicial	Final		Valor	Calificación
M-1	K122+000	K122+100	700	5	Pavimentos altamente deteriorados
M-2	K122+100	K122+200	700	6	Pavimentos altamente deteriorados
M-3	K122+200	K122+300	700	6	Pavimentos altamente deteriorados
M-4	K122+300	K122+400	700	6	Pavimentos altamente deteriorados
M-5	K122+400	K122+500	700	5	Pavimentos altamente deteriorados
M-6	K122+500	K122+600	700	4	Regular estado
M-7	K122+600	K122+700	700	5	Pavimentos altamente deteriorados
M-8	K122+700	K122+800	700	5	Pavimentos altamente deteriorados
M-9	K122+800	K122+900	700	4	Regular estado
M-10	K122+900	K123+000	700	6	Pavimentos altamente deteriorados
M-11	K123+000	K123+100	700	5	Pavimentos altamente deteriorados
M-12	K123+100	K123+200	700	5	Pavimentos altamente deteriorados
M-13	K123+200	K123+300	700	4	Regular estado
M-14	K123+300	K123+400	700	4	Regular estado
M-15	K123+400	K123+500	700	4	Regular estado
M-16	K123+500	K123+600	700	6	Pavimentos altamente deteriorados
M-17	K123+600	K123+700	700	6	Pavimentos altamente deteriorados
M-18	K123+700	K123+800	700	5	Pavimentos altamente deteriorados
M-19	K123+800	K123+900	700	5	Pavimentos altamente deteriorados
M-20	K123+900	K124+000	700	6	Pavimentos altamente deteriorados
M-21	K124+000	K124+100	700	7	Pavimentos altamente deteriorados
M-22	K124+100	K124+200	700	7	Pavimentos altamente deteriorados
M-23	K124+200	K124+300	700	7	Pavimentos altamente deteriorados
M-24	K124+300	K124+400	700	7	Pavimentos altamente deteriorados
M-25	K124+400	K124+500	700	7	Pavimentos altamente deteriorados
M-26	K124+500	K124+600	700	6	Pavimentos altamente deteriorados

FUENTE: Estudio de suelos para pavimento

GRUPO ALING S.A.S
RESPONSABILIDAD, CALIDAD Y SERVICIO
NIT 901208350-4

7.2 **HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO:**

La evaluación y análisis hidrológico de los afluentes superficiales presentes en la zona de intervención, relacionadas en el presente capitulo, tiene como propósito determinar el comportamiento de dichas corrientes superficiales en cuanto a rendimientos hídricos y generación de niveles en distintos escenarios temporales, por el método Lluvia escorrentía.

Con base en la información hidroclimatológica y topográfica disponible, se evaluaron las principales características físicas de las cuencas y los registros de precipitación en la zona de estudio.

Se analizaron las intensidades de las lluvias para diferentes periodos de retorno y se elaboraron los hietogramas correspondientes para cada una de las subcuencas.

Las principales cuencas hidrográficas del departamento son el río Arauca, con una longitud de 238 Km., el río Casanare, con una longitud de 240 Km. y el río Cinaruco, con una longitud de 68 Km., los cuales se nutren de numerosos caños, cañadas y ríos de menor envergadura.

El río Arauca nace en territorio colombiano, en límites con los departamentos de Santander y Norte de Santander (Cordillera Oriental), recorre uno 338 Km. Trazando el límite con Venezuela; Luego entra a territorio venezolano para desembocar en la margen izquierda del Orinoco, alcanzando una longitud aproximada de 800 Km, de los cuales 400 son navegables.

En el río Casanare tributan los ríos Lipa, al cual llega el caño Cumalí; Ele, Cravo Norte, Tame, lope y Negro, las quebradas Colorada y el playón; y el caño San Rafael; igualmente antes de que el Casanare desemboque en el Meta, recibe las aguas del río Ariporo, que a su vez recibe las aguas de los ríos Chire, Aricaporo, y Meuse. Más adelante, hacia el sur el Casanare recibe las aguas del Caño aguas claras, que constituyen el límite natural entre los Departamentos de Arauca y Casanare. Presenta una longitud de 600km.

7.2.1 **EVALUACIÓN DE RIESGO**

A continuación, se define la escala:

- Entre 25-15 se califica Riesgo Alto, se denota con color rojo.
- Entre 14-6 se califica Riesgo Medio, se denota con color amarillo.
- Menor 5 como Riesgo Bajo, se denota con color verde.

Tabla 40 Grado riesgo zona tramo intervención

TIPO DE RIESGO	AMENAZA	Probabilidad	VULNERABILIDAD		RIESGO	
			Humano	Ambiente	Humano	Ambiente
EXÓGENAS	Sismos	1	1	1	1	1
	Inundaciones	2	2	2	4	4
	Sequías	2,5	1	2	2,5	5
	Incendios forestales	1,5	2	2	3	3
ENDÓGENA	Explosión	1	1	1	1	1
	Fuga	1	1	1	1	1
	Derrames	1	1	1	1	1
	Afectación a la salud	1	2	1	2	1
	Afectación de ecosistemas	1	1	2	1	2
	Accidentes vehiculares	2	3	1	6	2
	Accidentes laborales	2	3	1	6	2

FUENTE: Estudio Hidrológico e Hidráulico

GRUPO ALING S.A
RESPONSABILIDAD, CALIDAD Y SERVICIO
NIT 901408350-4

De acuerdo a los resultados de la tabla anterior en la zona de estudios se presentan riesgos altos, medios y bajos.

Tabla 41 Matriz de amenazas y medidas de mitigación

MATRIZ DE AMENAZAS Y MEDIDAS			
Amenaza	**Causa**	**Consecuencia**	**Medidas de mitigación, prevención y/o respuesta**
Sismo	Movimientos sísmicos, telúricos, debidos al choque de las placas tectónicas y a la liberación de energía. Pueden ser: volcánicos, tectónicos y/o a nivel local Ubicación en zona de riesgo sísmico intermedio. En Colombia, puntualmente en el departamento de arauca ha habido varios terremotos en el pasado y otros más ocurrirán en el futuro. Aunque no sabemos exactamente cuándo, ya que todavía no existen métodos para predecir la magnitud, el día y el lugar exacto donde pueden ocurrir.	Daños en las estructuras de obras de drenaje propuestas para el presente proyecto. Daños a los equipos eléctricos, muebles, entre otros en caso de fugas de agua. Colapso parcial y afectación del normal desarrollo de las actividades.	Construccion de las estrcuturas que cumplan con las Normas Sismica Colombiana garantizando su estabilidad. Capacitar y dar a conocer cómo actuar en caso de sismo a todos los trabajadores del presente proyecto y a los habitantes de la zona. Realizar simulacros de evacuación periódicamente. Desarrollar para su implementación un Programa de Inspecciones Planeadas y otro de Mantenimiento de instalaciones locativas estructurales, eléctricas, equipos de detección y extinción y sistemas de alarmas, etc., que permitan identificar, evaluar y corregir toda condición insegura que pueda contribuir a poner en riesgo a las personas o componentes del sistema. Manejo y disposición final de escombros. Tener en cuenta las escombreras autorizadas por el ente territorial (consultar secretaría de Planeación municipal). Manejo y disposición de los residuos sólidos derivados luego de sucedido el evento.

GRUPO ALING SAS
RESPONSABILIDAD, CALIDAD Y SERVICIO
Nit 901.408.350-4

MATRIZ DE AMENAZAS Y MEDIDAS			
Amenaza	**Causa**	**Consecuencia**	**Medidas de mitigación, prevención y/o respuesta**
Plaga	Comercio u otro movimiento migratorio humano. Insectos y otros patógenos transmitidos por vectores. Fuerzas ambientales.	Aumento del riego de enfermedades infectocontagiosas. Afectaciones en las instalaciones.	Evitar almacenamiento de materiales como madera y escombros. Manejo adecuado de desagües y alcantarillas. Manejo adecuado de las aguas de escorrentia, evitando empozamientos.
Inundaciones	Desborde de río principal. Encharcamiento por aguas lluvias. Aportes laterales de afluentes.	Perdidas humanas, bienes materiales lo cual ocasiona problemas en la economia de la zona. Daños y menos garantia en la vida util de las obras de drenaje y de la vía. Socavacion en las estructuras de drenaje.	Capacitar y dar a conocer como actuar en caso de inundación a todos los trabajadores y habitantes de la zona. Realizar simulacros de evacuación periódicamente. Realizar proyectos de contención en la zona que mitiguen el impacto de inundación, Diseños de estructuras de drenaje que permitan la evacuacion rapida de las aguas cuando se presente este fenomeno natural.
Epidemias	Se produce cuando una enfermedad contagiosa se propaga rápidamente en una población determinada, afectando simultáneamente a un gran número de personas durante un periodo de tiempo concreto.	Afectaciones a la salud humana y bienestar de trabajadores y comunidades aledañas. Afectaciones al sistema de salud local.	Aislamiento inmediato de personas que presenten el brote, con su respectiva asistencia medica. Implementacio de higiene y saneamiento basico adecuado para evitar la proliferación de vectores, de ser necesario se debe realizar fumigaciones.
Sequías	Los periodos prolongados de tiempo seco, son causados por la falta de lluvia, lo	Desabastecimiento de agua y problemas de salud pública.	Uso eficiente y ahorro del recurso hidríco. Reducción de la contaminación y

GRUPO ALING SAS
ASESORIA, CALIDAD, DISEÑO Y SERVICIO
NIT. 901.408.350-2

MATRIZ DE AMENAZAS Y MEDIDAS			
Amenaza	**Causa**	**Consecuencia**	**Medidas de mitigación, prevención y/o respuesta**
	que produce escasez de agua. Uso urbano o rural de la tierra y desarrollo económico local.	Afectaciones al desarrollo económico local. Alimentación y nutrición afectadas. Aumento de la incidencia de enfermedades y afecciones.	recuperación de los bosques con la reforestación. Adecuación de sistemas de riego y abastecimieto a animales. Evitar fugas y perdida de agua de los canales de distribución.

FUENTE: Estudio Hidrológico e Hidráulico

7.2.2 **DETERMINACIÓN DE LAS OBRAS DE DRENAJE**

Para el proyecto de **"MEJORAMIENTO DE LA VIA LA YUCA–LA ANTIOQUEÑA, DEL K122+000 AL K124+600, EN EL DEPARTAMENTO DE ARAUCA",** a criterio del ingeniero consultor se opta por determinar construcción de Box Culvert y alcantarillas de 36" para el manejo del drenaje superficial en el tramo de intervención del proyecto.

7.2.3 **DISEÑO HIDRÁULICO DE CUNETAS**

Para el presente proyecto no se hace necesario el estudio hidráulico de obras que transportaran la escorrentía (cunetas), debido a que la vía a intervenir se realizara sobre terraplén, por ende, el caudal generado por las áreas aferentes de cada obra de drenaje es conducido por el terreno natural hacia los puntos de concentración.

Además, por las características del pavimento flexible que se pretende implementar, no se hace necesario la construcción de bordillos laterales que puedan generar junto con el bombeo de la calzada acumulaciones de caudales.

7.2.4 **CALCULO CAUDALES PARA OBRAS DE DRENAJE**

A continuación, se procede a realizar los respectivos chequeos hidráulicos, adjuntos en las tablas que se describen a continuación, de igual manera se realizan las respectivas modulaciones en HY-8, programa recomendado por el manual de drenaje para carreteras del INVIAS y el cual permite divisar de excelente manera el flujo a través de la sección geométrica que corresponda.

GRUPO ALING S.A.S
RESPONSABILIDAD CALIDAD Y SERVICIO
NIT. 901.408.350-4

Tabla 42 Calculo caudales obras de drenaje

CAUDALES PARA OBRAS DE DRENAJE					
Obra de diseño	**Ubicación**	**Intensidad de lluvia - I (m/s)**	**Coeficiente de escorrentía**	**Área Aferente (m2)**	**Caudal Q (m3/s)**
VÍA LA YUCA- TRAMO INTERVENCIÓN					
Reposición por Box culvert 2.0x1.0	k122+194.56	0.0000545	0.40	74,886.6	1.633
Reposición por Box culvert 2.0x1.0	k122+351.57	0.0000545	0.40	51,085.5	1.114
Reposición por Box culvert 2.0x1.0	k122+693.57	0.0000545	0.40	47,154.6	1.028
Reposición por Box culvert 2.0x1.0	k122+810	0.0000545	0.40	66,815.6	1.457
Reposición por Box culvert 1.0x1.0	k122+975.79	0.0000545	0.40	28,069.4	0.612
Reposición por Alcantarilla 36"	k123+082.97	0.0000485	0.40	20,099.6	0.390
Reposición por Box Culvert 2.0x1.0	k123+223.94	0.0000545	0.40	40,728.6	0.888
Reposición por Box Culvert 2.0x1.0	k123+386.95	0.0000545	0.40	117,699.2	2.566
Reposición por Box Culvert 2.0x1.0	k123+634.66	0.0000545	0.40	49,053.1	1.069
Reposición por Box Culvert 2.0x1.0	k123+887.46	0.0000545	0.40	84,732.2	1.847
Box culvert proyectado 1.0x1.0	K124+080	0.0000545	0.40	49,080.1	1.070
Alcantarilla 36" proyectado	k124+390	0.0000485	0.40	30,054.5	0.583
Reposición por Box Culvert 2.0x1.0	k124+539.22	0.0000545	0.40	68,923.6	1.503

FUENTE: Estudio Hidrológico e Hidráulico

Para el presente proyecto se tiene estructurado la construcción de obras hidráulicas tipo Box Culvert o alcantarillas la cual permite a la fauna terrestre la conectividad de un lugar a otro

- De acuerdo a los estudios de suelos se debe tener en cuenta el nivel freático presente en la vía donde de acuerdo a los sondeos, para una correcta cimentación de las obras donde del abscisados k122+000 derecho presenta un nivel freático a 3metros, del k122+500 izquierda un nivel freático a 1.5 metros, del k123+000 al k124+600 en ambos costados un nivel freático a 1.60 metros.
- De acuerdo con el análisis y modulación hidráulica realizada a las obras de drenaje que se construirán en los tramos de intervención, se concluye que el flujo de agua que circulará por obras tipo Box Culvert de dimensiones 1,0x1,0 metros, Box culvert de 2.0x1.0 metros y

GRUPO ALING S.A.S
RESPONSABILIDAD, CALIDAD Y SERVICIO
NIT 901408350-4

alcantarillas de 36", son totalmente acordes para el caudal que conlleva hacia cada una.

- El análisis realizado a las obras de drenaje tipo Box Culvert y alcantarillas, se llevó a cabo utilizando el programa recomendado por el manual de drenaje para carreteras INVIAS HY-8.

7.3 **ESTUDIOS GEOLÓGICOS Y GEOTÉCNICOS:**

Análisis del terreno y subsuelo, incluyendo la caracterización geológica y geotécnica para determinar la capacidad portante, estabilidad de taludes, y posibles riesgos asociados como deslizamientos o subsidencia. Estos estudios son fundamentales para definir la cimentación adecuada de las estructuras viales y garantizar la durabilidad del pavimento.

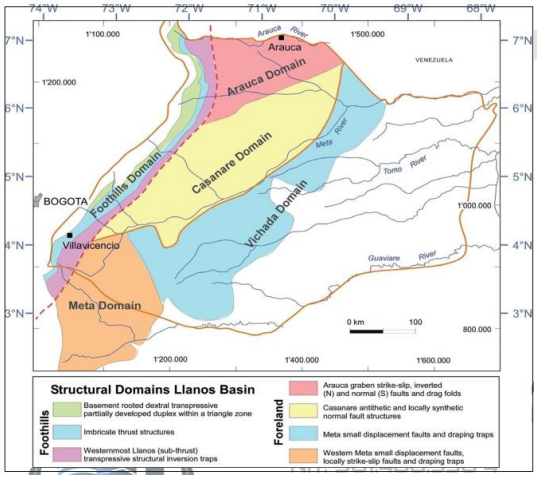
7.3.1 **GEOLOGÍA ESTRUCTURAL REGIONAL**

La Cuenca de los Llanos Orientales ha estado sometida por lo menos a dos episodios orogénicos desde el Paleozoico que dieron lugar a varias provincias estructurales, una relacionada con las formaciones paleozoicas de origen Hercínico, donde se evidencia una tectónica de inversión y otra en las formaciones meso-cenozoicas de origen andino donde predomina la inversión parcial de fallas normal (Ecopetrol & Beicip, 1995). Por estos eventos se han diferenciado estructurales.

7.3.1.1 ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Los esfuerzos extensionales y compresionales a los cuales fue sometida la cuenca de los Llanos Orientales originaron fosas y pilares tectónicos, fallas normales e inversas y el levantamiento de estructuras como el Alto Voragine y el Arco de Arauca (Sarmiento, 2011). De acuerdo a sus geométricas superficiales esta cuenca se divide en 5 terrenos estructurales:

IMAGEN 13 Terrenos estructurales de la cuenca de los Llanos Orientales



FUENTE: Estudio Geológico

Terreno Arauca: Caracterizado por fallas de rumbo e inversas, como las fallas Mantecal y Achagua, con presencia de pliegues asociados a las fallas y depósitos del Paleozoico.

Terreno Casanare: Las capas de la secuencia sedimentaria están inclinadas hacia el oeste; Presenta fallas normales antitéticas y sintéticas, así como pliegues tipo roll-over asociados a estas fallas, además cuenta con depósitos del Paleozoico.

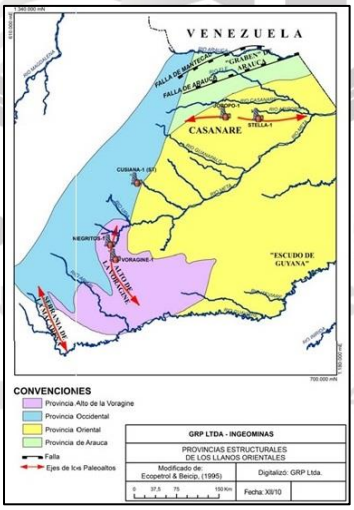
Terreno Meta: Incluye los Paleo-altos de la Vorágine, Candilejas y Macarena; Contiene sedimentos del Paleozoico y evidencia de deformación por transpresión de la orogenia Caledoniana, además presenta fallas normales que fueron invertidas durante la orogenia andina, creando pliegues.

Terreno Piedemonte Llanero: Representa el borde occidental de la Orogenia Andina; caracterizado por fallas normales invertidas, fallas inversas, deformación desde el basamento, pliegues y fallas de desgarre.

Ejemplos de estructuras incluyen las fallas de Santa María, Lengupa, Cumaral, Chaparral, Servitá y Yopal, y los sinclinales de Nunchía y Zamaricote.

7.3.2 **GEOLOGÍA ESTRUCTURAL LOCAL**

IMAGEN 14 Provincia de Arauca con sus rasgos morfotectónicos.

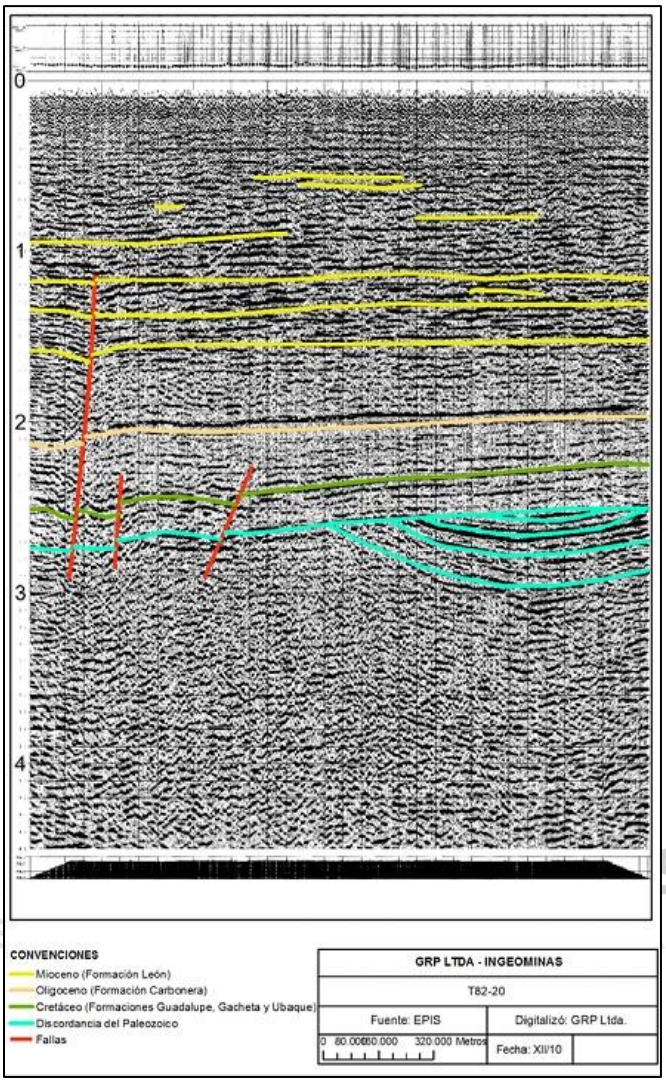


FUENTE: Estudio Geológico

Esta provincia se caracteriza por la presencia del Graben de Arauca-Espino; estructura de dirección NE-SW, delimitada al norte por la zona de Falla de Mantecal-La Yuca. Otra de las características estructurales del graben, es la relación angular entre la secuencia paleozoica y mesozoica, por la

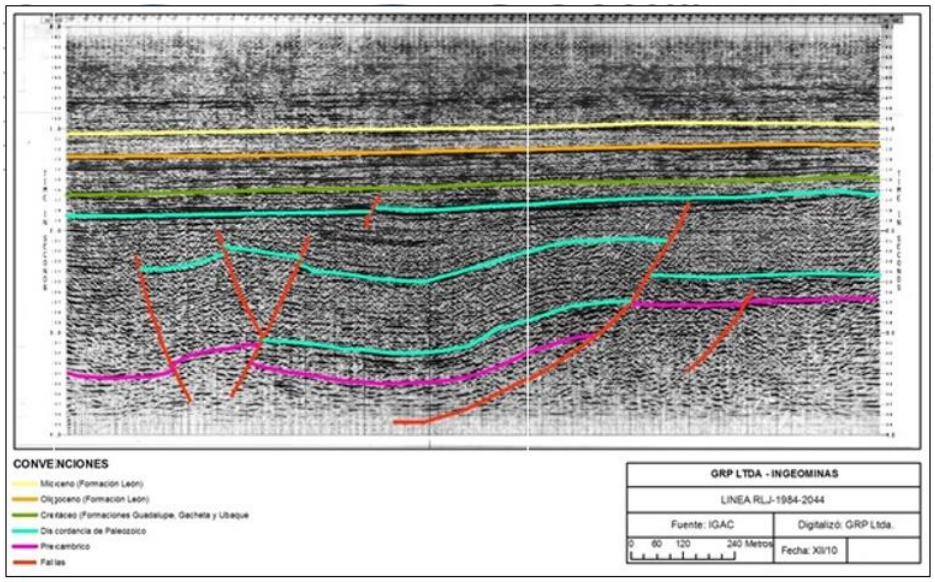
formación de pliegues originados por fallas inversas en el Paleozoico. En general estas estructuras corresponden a fallas normales.al final del paleozoico durante la Orogenia Hercínica.

IMAGEN 15 Fallas normales del sistema Mantecal – La Yuca del Graben de Arauca, que involucran rocas del Cratón Guyanes y del Paleozoico. Nótese la reactivación hasta niveles de la formación León y la discordancia angular entre las secuencias paleozoicas y mesozoi



FUENTE: Estudio Geológico

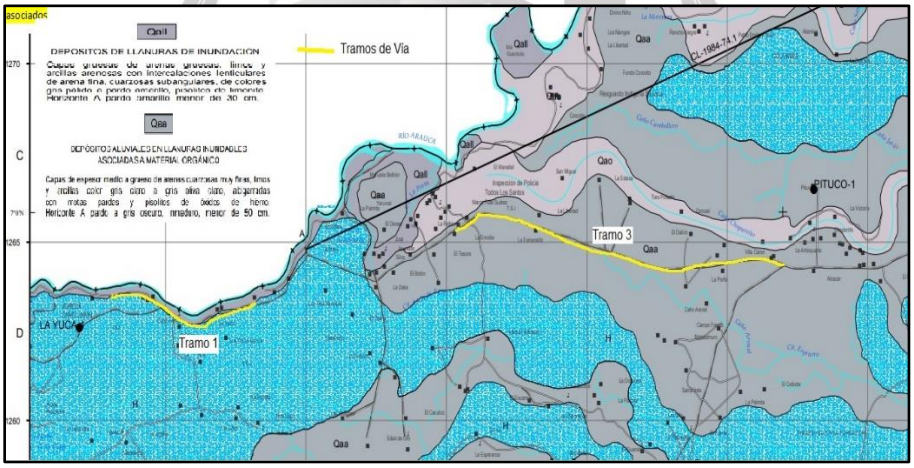
IMAGEN 16 Fallas inversas y pliegues en las Formaciones Paleozoicas. Estructuras de inversión delGraben de Arauca. Sector oriente de la población Arauca.



FUENTE: Informe Geológico

7.3.3 **GEOLOGÍA LOCAL**

IMAGEN 17 Unidades gologicas superficiales



FUENTE: Informe Geológico

El área de estudio se encuentra geológicamente en depósitos Cuaternarios asociados al río Arauca, dentro de la provincia tectónica de Arauca, en la perillanura aluvial de la cuenca del Orinoco. Esta zona, ubicada en el norte del Departamento de Arauca, presenta planicies homogéneas con subdivisiones geomorfológicas basadas en el análisis de campo. Estas planicies incluyen áreas de bajos inundables y llanuras extensas, con

depósitos aluviales caracterizados por una topografía ligeramente ondulada y patrones de drenaje dendríticos, así como áreas con drenaje subparalelo en las llanuras inundables.

La delimitación de las unidades se basó en la identificación de rasgos geológicos y geomorfológicos, utilizando imágenes de satélite y fotografías aéreas. Los sedimentos en el área corresponden probablemente al Holoceno, formando una amplia llanura de origen aluvial. La cronología de las unidades es compleja, pero se sugiere que los depósitos más antiguos son los de planicies extensas, seguidos por depósitos aluviales en llanuras inundables y, más recientemente, depósitos de llanuras de desborde y orillales.

Según INGEOMINAS, estos depósitos cuaternarios se originaron por procesos de denudación en la Cordillera Oriental y la dinámica fluvial del Piedemonte Llanero durante el Pleistoceno y Holoceno. Estos procesos han creado depósitos fluvio-torrenciales que se extienden hacia la cuenca de la Orinoquia. Las características geomorfológicas permiten diferenciar estas unidades en aerofotografías, reflejando ambientes de formación ligeramente diferentes.

7.4 **DISEÑO ESTRUCTURAL DE OBRAS DE DRENAJE:**

Diseño de sistemas de drenaje superficial y subterráneo, incluyendo bordillos, alcantarillas y Box Culvert, que aseguren el manejo adecuado del agua. Este componente abarca el dimensionamiento de las obras en función de los estudios hidrológicos e hidráulicos y la normativa vigente.

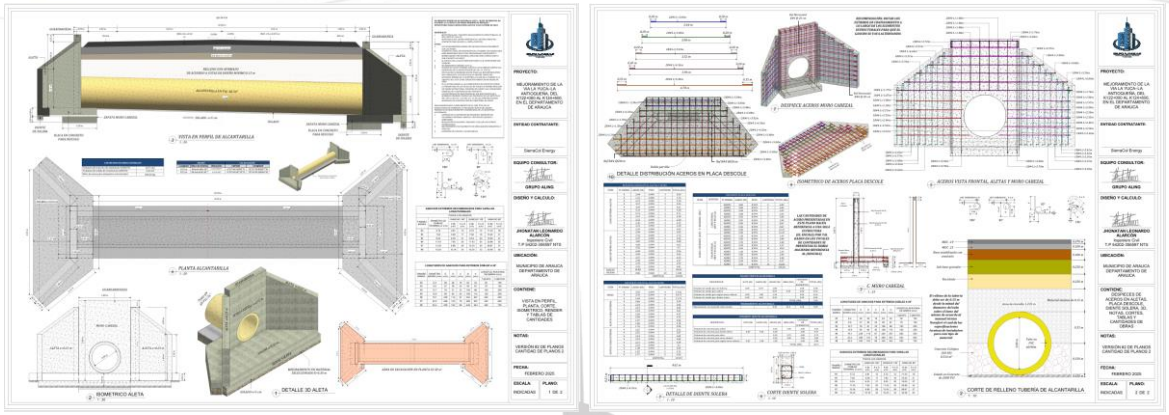
Tabla 43 Relación Obras de Drenaje Tramo de Intervención

Relación de obras en Tramo de Intervención		
Abscisa	Tipo	Obra
K122+976	Reposición	Box Culvert 1.0x1.0
K124+080	Obra Nueva	Box Culvert 1.0x1.0

FUENTE: Diseño Estructural

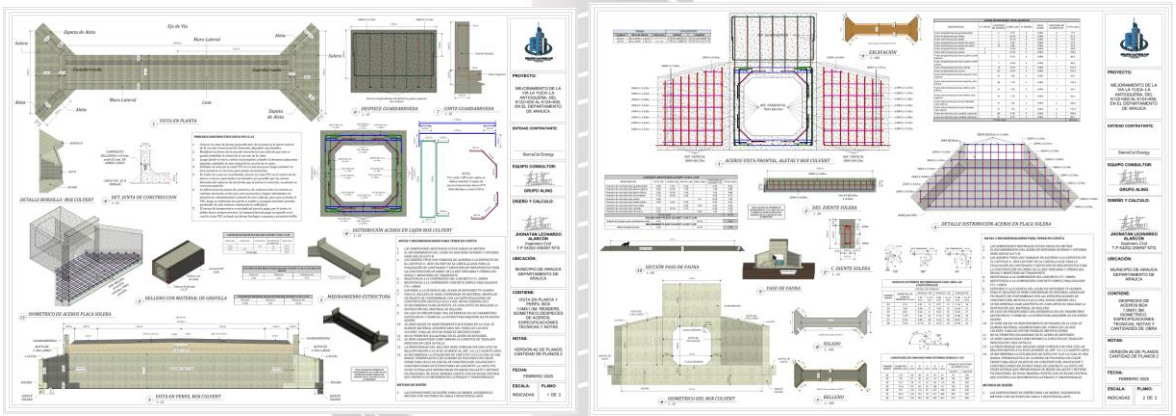
RESPONSABILIDAD, CALIDAD Y SEGURIDAD
NIT. 901.408.350-4

IMAGEN 18 Diseño Estructural Alcantarilla 36"



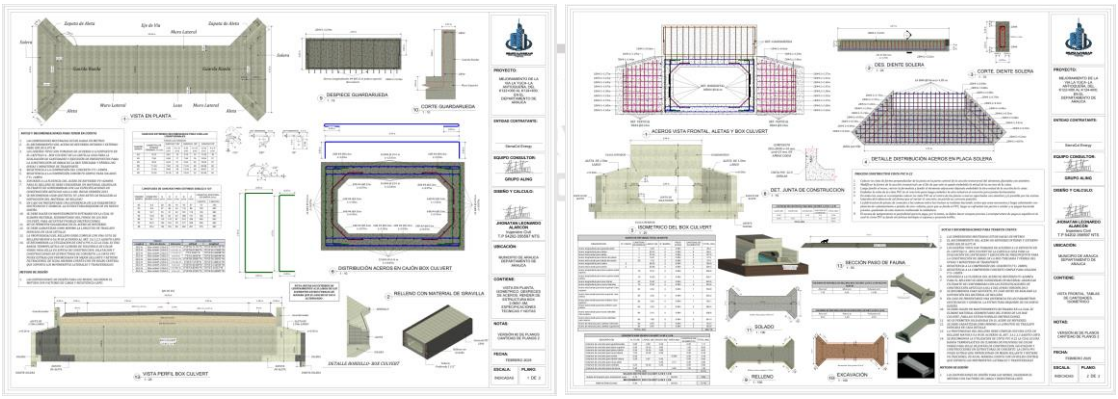
FUENTE: Diseño Estructural

IMAGEN 19 Diseño Estructural Box Culvert 1,0 X 1,0 m



FUENTE: Diseño Estructural

IMAGEN 20 Diseño Estructural Box Culvert 2,0 X 1,0 m



FUENTE: Diseño Estructural

7.5 **PROCESO CONSTRUCTIVO:**

En el presente componente se presenta una descripción detallada de las actividades de construcción, desde la preparación del terreno hasta la finalización del pavimento y señalización. Se incluyen métodos, equipos, y materiales utilizados, así como cronogramas de trabajo y medidas de control de calidad.

7.6 **ESTUDIOS AMBIENTALES Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL:**

Evaluación del impacto ambiental del proyecto, incluyendo el análisis de flora, fauna, calidad del aire, y recursos hídricos. Se detallan las medidas de mitigación implementadas para minimizar los impactos negativos, como la protección de áreas sensibles y la gestión de residuos, dentro del Plan de Manejo Ambiental.

7.6.1 **MUESTREO FORESTAL**

El muestreo forestal se llevó a cabo siguiendo los términos de referencia, utilizando parcelas de 500 m² para el muestreo de individuos fustales. Se midieron la altura (comercial y total), el diámetro de la copa y el DAP (diámetro a la altura del pecho) para individuos con DAP mayor a 10 cm. La zona donde se midió el DAP fue limpiada, se trazó una línea y se asignó un número a cada individuo, usando el vértice principal de la parcela como referencia. Las parcelas se codificaron según el tramo de localización y el número de parcela correspondiente.

7.6.2 **MUESTREO EPIFITAS**

El muestreo de epífitas se realizó en diferentes coberturas dentro de los tramos de intervención, estableciendo 10 parcelas donde se muestrearon 10 forófitos (árboles hospederos). Los individuos se dividieron en tres zonas: Zona I (<1.30 m), Zona II (entre 1.30 m y la primera bifurcación), y Zona III (desde la ramificación hasta el final de la copa). Se identificaron las especies de epífitas en el campo y se contó su cantidad. Los hospederos correspondieron a árboles previamente muestreados en el estudio de la composición florística, donde se registraron variables dasométricas (altura, DAP y diámetro de copa). Las epífitas más abundantes fueron Tillandsia usneoides en la Zona I con 3 individuos, Monstera acuminata y Tillandsia flexuosa en la Zona II con 4 individuos cada una, y Tillandsia fasciculata en la Zona III con 4 individuos.

7.6.2.1 Censo Forestal

El censo forestal se realizó a un margen 1,50 metros del final de pavimento, donde se realizó el censo de todos los individuos a lo largo del tramo, los individuos mayores o igual en su diámetro a la altura del pecho (DAP> 10 cm) los cuales se limpiaron a la altura de 1,30 metros desde la base del píe

GRUPO ALING S.A.S
RESPONSABILIDAD, CALIDAD Y SERVICIO
NIT 901168750-4

y se les trazo una línea posterior a ello se les demarco con un número en orden.

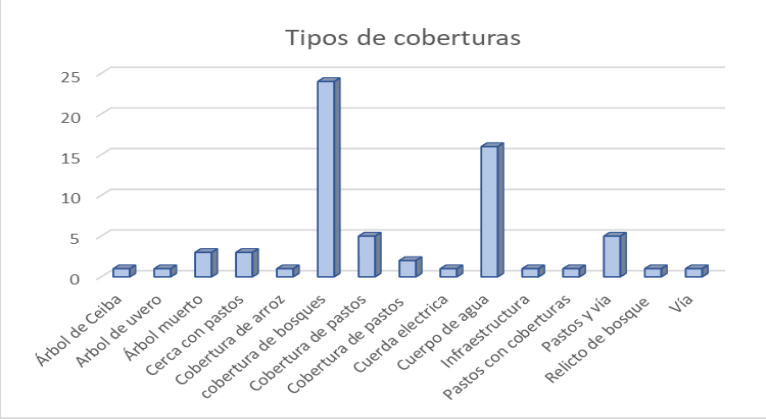
7.6.3 **MUESTREO EPIFITAS**

Para el muestreo de epifitas se realizó en las diferentes coberturas presentes en el tramo de intervención, donde se establecieron 10 parcelas de las cuales se muestrearon 10 forófitos (Individuos arbóreos hospederos) los individuos se dividieron en 3 zonas, Zona I < 1.30 m, Zona II >1.30 m < Primera bifurcación y Zona III Ramificación hasta el final de la copa, se identificaron las especies en campo y se contó la cantidad de epifitas presentes, los hospederos corresponden a individuos que fueron muestreados durante el muestreo de la composición florística, en la que se evidencio variables dasometricas(Altura, DAP y diámetros de copa), La epifita con mas abundancia registrada en la zona I es *Tillandsia usneoides con 3 individuos, en la zona II Mostera acuminata y Tillandsia flexuosa con 4 individuos y en Zona III la Tillandsia fasciculata con 4 individuos.*

7.6.4 **MUESTRAS DE FAUNA**

El muestreo de fauna se hizo en diferentes sitios estratégicos, donde destacaban diferentes tipos de coberturas vegetales, cuerpos de agua y, el cual fue captado mediante registro fotográfico.

Gráfica 1 Tipos de Fauna



FUENTE: Documento PAGA

En esta zona de estudio su uso principal de suelos son Pastoreo extensivo de clima cálido y Pastoreo semi intensivo de clima cálido.

Por ende, al proyecto de intervención de esta vía se contemplan los posibles impactos que generan al ambiente y al componente socioeconómico de esta área de influencia:

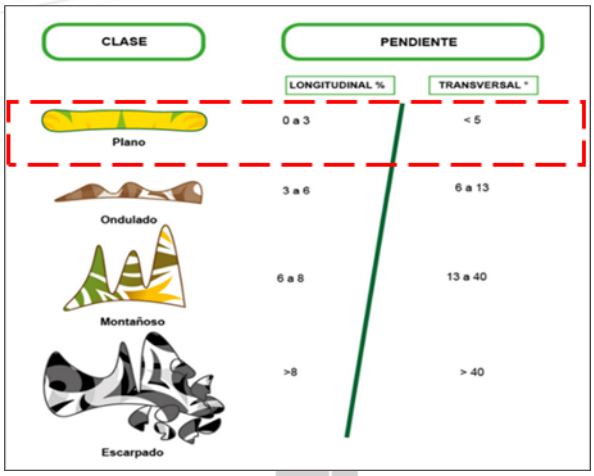
- Alteración de la morfología.
- Pérdida o ganancia de suelo
- Alteración de valores escénicos de una unidad de paisaje
- Cambios en la calidad del agua superficial
- Cambios en la calidad del aire
- Cambios en los niveles de ruido
- Cambios en la composición florística.
- Contaminación de suelos.
- Ahuyentamientode las especies de fauna y alteración de su comportamiento, ecología y éxito reproductivo.
- Cambios en la densidad poblacional.
- Modificación a la infraestructura vial.
- Afectación de la conectividad, accesibilidad y movilidad de las poblaciones y comunidades aledañas y en el área de influencia.
- Posible afectación al acceso de los predios, bienes y servicios.
- Alteración en la estructura y dinámica de la oferta y demanda de bienes y servicios.
- Alteración del mercado laboral local.
- Cambio en la calidad de vida.
- Cambio en el uso del suelo.
- Afectación a unidades sociales y/o productivas vinculadas a los predios requeridos por el proyecto.
- Generación de expectativas sobre el proyecto
- Conflictos con la comunidad.

GRUPO ALING S.A.S
RESPONSABILIDAD, CALIDAD Y SERVICIO
NIT 901408350-4

7.6.5 **TIPOLOGÍA POR TERRENO**

Según la guía de manejo ambiental para proyectos de infraestructura modo carretero, la clase de terreno de este se puede catalogar como **(Plano)** debido a que su pendiente se encuentra dentro del rango longitudinal de 0 a 3% como se observa en la siguiente ilustración:

IMAGEN 21 Tipología de carreteras por terreno



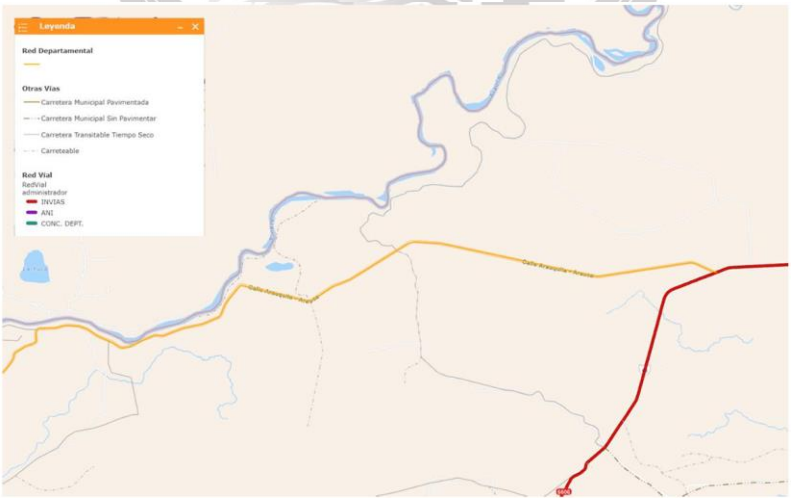
FUENTE: Documento PAGA

7.6.6 **TIPOLOGÍA DE CARRETERAS POR ADMINISTRACIÓN**

Las carreteras administrativamente se clasifican en categorías y niveles, de acuerdo con la Resolución 0411 de 2020 del Ministerio de Transporte y el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras del INVÍAS (2008).

Donde según la tipología de carretera por administración para este proyecto de inversión se tiene como vías de segundo orden como se observa en la siguiente ilustración:

IMAGEN 22 Tramo de intervención



FUENTE: Sistema de información vial INVIAS

Tabla 44 Tipología de carreteras por administración

NIVEL	CATEGORÍA	CLASE	ADMINISTRACIÓN
Nacional	Vías de primero orden	Son carreteras troncales y transversales que integran las principales zonas de producción y consumo, y COMUNICAN las fronteras con los puertos de comercio internacional.	INVÍAS o ANI
Departamental	Vías de segundo orden	Son carreteras que unen las cabeceras municipales entre sí y/o que provienen de una cabecera municipal y se COMUNICAN con una carretera de primer orden.	Gobiernos departamentales
Municipal	Vías de tercer orden	Son carreteras que unen las cabeceras municipales con sus veredas o unen veredas entre sí (interveredales) de un municipio o con una carretera de segundo orden.	Gobiernos municipales, departamentales y/o INVÍAS
Distritos Especiales	Según aplique discrecionalmente a cada Distrito Especial ubicado en el territorio nacional, así como en referencia a Áreas Metropolitanas, conforme a los lineamientos a la fecha impartidos por la ley 1617 de 5 de febrero de 2013 del Congreso de Colombia		

FUENTE: Plan de Adaptación a la Guía Ambiental

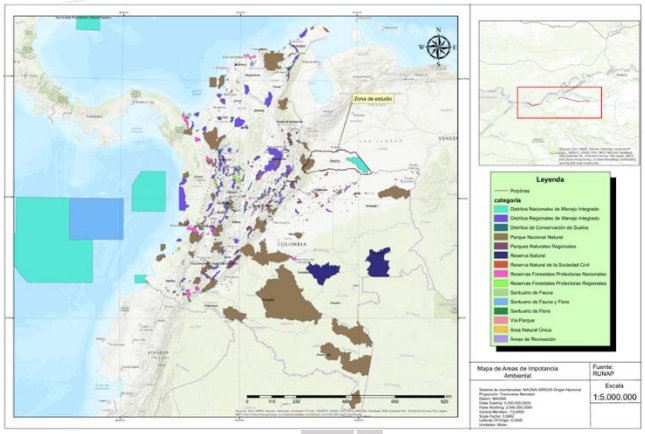
Donde según la tipología de carretera por administración para este proyecto de inversión se tiene como vías de segundo orden

7.6.7 **TIPOLOGÍA POR INTERÉS AMBIENTAL**

Las Áreas de Especial Interés Ambiental (AEIA) son fundamentales debido a su alta biodiversidad y los servicios ecosistémicos que ofrecen. Según el Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente, estas áreas, que han sido recientemente reafirmadas en políticas de Estado como los Programas de Desarrollo con Enfoque Territorial (PDET), requieren conservación, independientemente de si están o no incluidas en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP).

GRUPO ALING S.A.S
NIT. 901.408.356-4

IMAGEN 23 Mapa de Áreas de Importancia Ambiental



FUENTE: RUNAP modificado de Arcgis

Teniendo en cuenta el mapa anterior de las áreas de especial interés ambiental (AEIA) y la zona de intervención o corredor vial del proyecto **"MEJORAMIENTO DE LA VIA LA YUCA–LA ANTIOQUEÑA, DEL K122+000 AL K124+600, EN EL DEPARTAMENTO DE ARAUCA",** no se localiza en las Áreas de Especial Interés Ambiental (AEIA). Este mapa se anexará en este documento en la parte de cartografía de la zona de influencia.

7.6.8 **COMPONENTES TÉCNICOS**

La descripción de los componentes técnicos de una carretera es un campo complejo que involucra diversas especialidades de la ingeniería. Sin embargo, existen elementos clave que deben considerarse en la Guía de manejo ambiental de proyectos de infraestructura vial. Una carretera se distingue por sus elementos geométricos superficiales, acompañados por obras geotécnicas, hidráulicas, estructuras de pavimento y factores operativos. Estos componentes civiles deben interactuar de manera armónica para garantizar que la vía ofrezca condiciones de servicio adecuadas.

GRUPO ALING S.A.S
RESPONSABILIDAD, CALIDAD Y SERVICIO
NIT 901402758-1

7.6.8.1 GEOMÉTRICOS

A continuación, se muestra una tabla donde se indica que componente se incluye en el presente proyecto.

Tabla 45 Diseño Geométrico

COMPONENTE	DESCRIPCIÓN	SI/NO
Corona	Es el ancho que comprende la calzada y las bermas. Cuando no hay bermas, se hace referencia solo a la calzada.	SI
Calzada	La calzada es la parte de la corona destinada a la circulación de los vehículos y está constituida por uno, dos o más carriles.	SI

COMPONENTE	DESCRIPCIÓN	SI/NO
Berma	La berma es la faja contigua a la calzada con funciones de seguridad vial operativa. Por lo regular se dispone en ambas márgenes de la calzada o a veces en una sola o en ciertos casos no existe.	SI
Bordillo	En algunas carreteras se disponen cordones o sardineles de forma lateral y contigua a elementos de la corona o de la calzada, con fines de seguridad, de separación y/o de apoyo al manejo hidráulico.	NO
Separador	Refiere por lo general a una zona verde o zona dura, dispuesta paralelamente al eje de la carretera, para separar direcciones opuestas de tránsito (separador central en dobles calzadas) o para separar flujos (calzadas laterales, ciclovías, etc.)	NO
Andén	En algunas carreteras, se dispone en uno o en ambos costados de estas, de una zona elevada lateral denominada también banqueta, que se reserva para la circulación de peatones. En ciertos casos se acompaña de zonas verdes contiguas, a manera de transición con elementos geométricos de la carretera.	SI

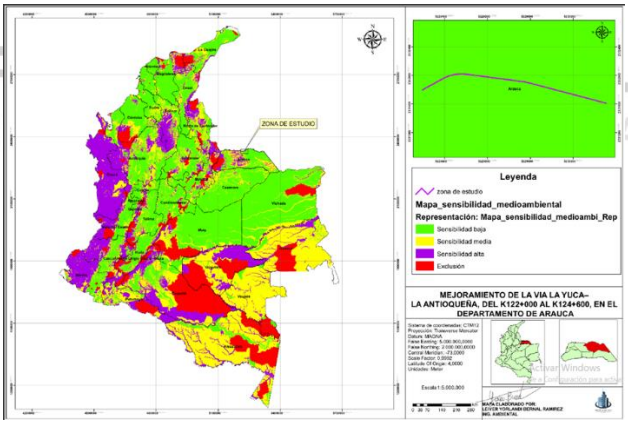
FUENTE: Documento Plan de Adaptación a la Guía Ambiental

7.6.9 **NIVEL DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL**

El mapa de sensibilidad ambiental se determinó teniendo en cuenta la zona de intervención del proyecto. Para el presente análisis y su interacción con la matriz se asignaron los siguientes valores:

- Sensibilidad alta: 3
- Sensibilidad media: 2
- Sensibilidad baja: 1

IMAGEN 24 Mapa de Sensibilidad ambiental



FUENTE: Informe PAGA

El mapa de sensibilidad ambiental indica áreas de sensibilidad media y baja. Se ha optado por clasificar como de **sensibilidad media** aquellas zonas que

interceptan áreas de manejo ambiental sensible, donde cualquier intervención requiere la supervisión de la autoridad ambiental competente. Estas áreas también presentan registros de amenaza sísmica, alta densidad de drenaje, y están bajo estudio para posibles medidas de mitigación. Además, hay presencia de víctimas del conflicto o son zonas de posconflicto.

7.6.10 **NIVEL DE SENSIBILIDAD SOCIOECONOMICA**

La calificación de la sensibilidad socioeconómica y cultural en un proyecto es crucial para identificar la complejidad y especificidad de los procedimientos necesarios desde las fases tempranas.

Alta sensibilidad indica una alta vulnerabilidad de las comunidades, lo que requiere intervención temprana y procesos de participación para asegurar la sostenibilidad del proyecto y sus impactos positivos.

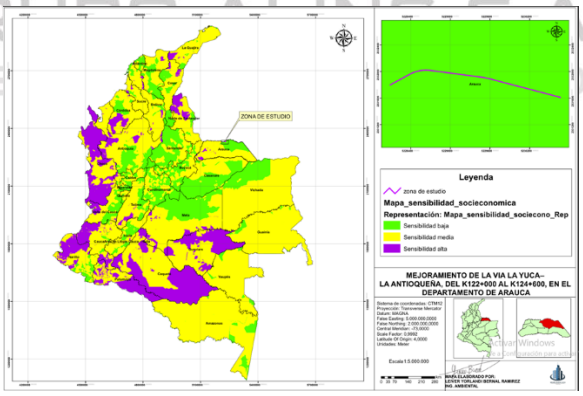
Sensibilidad media sugiere que el proyecto puede avanzar en el mediano plazo con medidas de manejo convencionales, ya que los territorios tienen atributos que permiten esta intervención.

Sensibilidad baja refleja territorios con baja vulnerabilidad, donde los proyectos pueden ejecutarse a largo plazo sin cambios significativos, utilizando medidas de manejo de baja complejidad.

Para el análisis, los valores asignados fueron:

- Sensibilidad alta: 3
- Sensibilidad media: 2
- Sensibilidad baja: 1

IMAGEN 25 Mapa de Sensibilidad Socioeconómica



FUENTE: Informe PAGA

7.6.11 **CARACTERIZACIÓN DE POBLACIÓN OBJETO DE GESTIÓN PREDIAL**

En la entrevista socioeconómica se realizó caracterización de los diferentes predios que están en los tramos de intervención, donde se obtuvo el número de personas del núcleo familiar, y algunas características estructurales del predio y la vivienda en la siguiente fotografía.

7.6.12 **ACTIVIDADES INFORMATIVAS**

El proyecto se socializo antes de iniciar las labores de recopilación de información por parte de la consultoría Grupo Aling S.A.S donde se hizo el llamado de los presidentes de JAC y comunidad en general para dar a conocer las actividades a realizar.

Tabla 46 Asignación por instrumentos y/o requisitos

INSTRUMENTO Y/O REQUISITO	DESCRIPCION	TIPO DE PROYECTO				
		1	2	3	4	5
Técnico	Estudios y diseños técnicos en las especialidades exigidas por el INVÍAS con sus respectivas especificaciones, planos, memorias técnicas, mapas, precios y cantidades de obra. Programación de obra en consonancia con el componente socioambiental.					X
Movilidad	El plan de manejo de tráfico (PMT) y de señalización temporal para las obras. Los permisos referentes a la operación y movilización de maquinaria, vehículos y equipos.					X
Calidad	Refiere los planes de calidad exigidos por el INVÍAS para las obras, los cuales deben llevar intrínseco los componentes de Sostenibilidad y Medio Ambiente, a la luz de lo dispuesto en el Manual de Calidad y Gestión Integral del INVÍAS.					X
Funcional Local	Los avales y licencias municipales para el montaje de locaciones temporales como plantas, zonas de acopio y campamentos, junto con el debido soporte y permiso que en caso dado se requiera de privados. Las gestiones, acuerdos y avales referentes a la interacción con redes de servicios públicos o privados, que en caso dado resulten necesarios por el tipo de intervenciones a acometer para un determinado proyecto.					X
Seguridad Social y Salud en el Trabajo	Corresponde a toda la documentación exigida al amparo de las variadas reglamentaciones relativas a parafiscales, higiene y seguridad industrial, riesgos profesionales y emergencia sanitaria.					X
Documental	Corresponde al documento PAGA con sus correspondientes soportes (anexos, mapas, formatos, certificaciones, memorias técnicas, acreditaciones, diseños, etc.).					X

INSTRUMENTO Y/O REQUISITO	DESCRIPCION	TIPO DE PROYECTO				
		1	2	3	4	5
Gestión Ambiental	Corresponde a los actos administrativos que evidencien la gestión y resultados ante las corporaciones autónomas regionales – CAR, en materia de solicitud de permisos ambientales (principalmente aprovechamiento forestal, ocupación de cauces, emisiones atmosféricas, vertimientos y/o concesiones de agua).					X
Socio-Predial	Los procesos y trámites que según acontezca, se requieran obtener para usufructuar predios y áreas que demanden en caso dado las intervenciones en un determinado proyecto. Todo esto regulado, entre otros, por los dictámenes que se relacionan en el denominado Apéndice del Proceso de Gestión y Adquisición Predial del INVÍAS del año 2020, donde se enuncian los parámetros, procedimientos y requisitos concomitantes.	X				
	Las gestiones documentadas referentes a permisos provisionales de acceso o cruce de predios privados, al empleo de vías o corredores existentes para tránsito controlado de maquinaria, vehículos y equipos, las autorizaciones por servidumbres y todo aquello que implique permisos ante moradores y comunidades en general, de forma previa al devenir de los procesos constructivos.	X				
Protección Patrimonio Arqueológico y Cultural	En el evento en que surja la necesidad de interactuar con entidades como el ICANH, se deberá disponer de todas y cada una de las gestiones en regla conforme la normatividad vigente en la materia.	X				
Consulta previa	En el evento en que surja la necesidad de interactuar con entidades como el Ministerio del Interior y la Dirección de la Autoridad Nacional de Consulta Previa (DANCP), o la entidad que haga sus veces en lo referente a procesos de Consulta Previa, se deberá disponer de todas y cadauna de las gestiones en regla conforme la normatividad vigente en la materia.	X				

FUENTE: Guía ambiental modo carretero 2022

- Convenciones:

Aplica siempre, indistintamente	Aplica en diversos niveles de complejidad conforme se indica en la tabla 22	No requerido o identificable

FUENTE: Guía ambiental modo carretero 2022

7.7 **PLAN DE MANEJO DE TRÁNSITO:**

El Plan de Manejo de Tránsito (PMT) tiene como objetivo mitigar el impacto de las obras del proyecto de mejoramiento de la vía Saravena - La Antioqueña, tramo La Yuca - La Antioqueña en el Departamento de Arauca. Se basa en los lineamientos del manual de señalización y planes de manejo de tráfico. La zona de influencia para estas obras, clasificadas como Categoría II, incluye áreas donde se afectará la circulación vehicular y peatonal, tanto en el lugar de los trabajos como en las zonas aledañas. Aunque los residentes y comercios pueden enfrentar inconvenientes de accesibilidad, se asegura un acceso directo.

El PMT cubre el área de las obras y se extiende hasta donde los análisis de tránsito indiquen afectaciones por congestión. La señalización requerida se ajustará según las necesidades específicas, con la posibilidad de realizar modificaciones durante el desarrollo de los trabajos previa aprobación. Para esta categoría, se incluyen desvíos y cambios menores en los flujos de tránsito, y en algunos casos, el PMT debe especificar lugares de acopio, entrega y despacho de materiales.

7.7.1 **FRENTES DE TRABAJO**

FRENTE 1:

Este frente de obra tendrá la función de realizar actividades de preliminares (remoción de alcantarilla, desmonte de señales verticales, desmonte y limpieza en zona no boscosa), poda de árboles, construcción de alcantarilla ø36", construcción de box culvert dimensiones 2,0 x1,0 m y señalización vial.

En la medida que este frente de obra avance, dará apertura al inicio de las actividades del frente de trabajo N°2.

Frente 2

El frente de obra 2, tendrá la función de realizar actividades preliminares (pavimento reciclado in situ), construcción de box culvert dimensiones 1,0 x 1,0 m.
Cuando el frente de obra 2, inicie con la ejecución de las actividades, se deberá garantizar una distancia de 200 m con el espacio donde se encuentre el frente 1 realizando las obras que le corresponda.

Frente 3

El frente de obra 3, tendrá la función de realizar actividades de excavación y relleno.

GRUPO ALING S.A.S
NIT. 901.408.350-4

Cuando el frente de obra 3, inicie con la ejecución de las actividades, se deberá garantizar una distancia de 200 m con el espacio donde se encuentre el frente 2 realizando las obras que le corresponda.

Frente 4

El frente de obra 4, tendrá la función de realizar todas las actividades de estructura de pavimento.
Cuando el frente de obra 4, inicie con la ejecución de las actividades, se deberá garantizar una distancia de 200 m con el espacio donde se encuentre el frente 3 realizando las obras que le corresponda.

En cada extremo del trayecto de 400 metros que irá interviniendo cada frente de obra, se deberá ubicar un auxiliar de tránsito, cada uno con las paletas de tráfico, se señalizará con balizas, barreras plásticas, conos, señales preventivas de obra la cuales deberán fijarse soportarse con trípodes, permitiendo así que en la medida que el frente de obra, avance, las señales puedan ser movidas. Los anteriores deberán contemplarse según el Manual de Señalización Vial, el cual emana las siguientes características:

Para situaciones de bajo volumen con zonas de trabajo cortos en carreteras rectas donde el auxiliar de tránsito es visible para todos los usuarios de la vía desde ambas direcciones, se puede utilizar un único auxiliar de tránsito.

Podrán omitirse la señal FIN DE OBRAS para las operaciones de corta duración (trabajo realizado en un día durante una jornada).

El espacio de seguridad debe ampliarse para que la transición inicie antesde una curva horizontal o vertical para proporcionar una distancia de visibilidad adecuada hasta el auxiliar de tránsito y cualquier cola de vehículos detenidos.

GRUPO ALING S.A.S
RESPONSABILIDAD, CALIDAD Y SERVICIO

Por la noche, deberán ser iluminadas las estaciones del auxiliar de tránsito, excepto en situaciones de emergencia.

7.7.2 **ESQUEMAS DE SEÑALIZACIÓN PARA IMPLEMENTAR**

Para la implementación del plan de manejo de tránsito se tienen en cuenta para 4 casos el esquema de señalización de PMT que se describen a continuación:

- Cierre de un carril en una vía de dos carriles con Auxiliares de Tránsito "Esquema 1"
- Cierre Temporal de la vía "Esquema 2"
- Sendero Peatonal "Esquema 3"
- Posibles trabajos nocturnos "Esquema 4"

7.7.3 **CONTROL Y SEGUIMIENTO DEL PMT**

Una vez puesto en marcha el Plan de manejo de tránsito, el contratista dispondrá del personal suficiente y los elementos necesarios para llevar un adecuado seguimiento del mismo. De este seguimiento y de las acciones a realizar durante el mismo dependerá el buen funcionamiento del PMT.

7.8 **ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS:**

Levantamiento topográfico detallado del área de intervención, que sirve como base para el diseño geométrico y la planificación de las obras. Incluye la definición de pendientes, curvas, y niveles necesarios para la construcción de la vía.

7.8.1 **METODOLOGÍA DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO**

MATERIALIZACIÓN DE MOJONES: Se materializan los mojones sobre el largo del tramo vial a intervenir, Ubicando cada pareja de mojón cada kilómetro, dando un total de 8 mojones materializados en el corredor vial. Dichos mojones arrancaron con una nomenclatura inicial GPS19-GPS20 la primera pareja, y terminando con GPS25-GPS26.

IMAGEN 26 Materialización de Mojones



FUENTE: Estudio Topográfico

POSICIONAMIENTO DE GPS: Los trabajos de geo-posicionamiento se efectuaron mediante el sistema de POSICIONAMIENTO GLOBAL POR SATÉLITE (GPS), en modo estático diferencial con postproceso, empleando para dicha labor georreceptores doble frecuencia survey E800 y E300. Se establecieron antenas de la red activa de la geodésica nacional de Colombia de las antenas Activas, ubicada en el municipio de Arauca identificada como **(ARCA)** y de la antena ubicada en el municipio de Arauquita, con descripción **(LIPA)** ubicado en el departamento de Arauca. Estos fueron los únicos vértices más cercanos al área de interés.

IMAGEN 27 Posicionamiento de GPS



FUENTE: Estudio Topográfico

MÉTODO DE AMARRE DE COORDENADAS: El método utilizado para el posicionamiento y amarre de coordenadas reales para el levantamiento topográfico con una longitud aproximada de 2,620 km de vía segundaria, una vez es reconocido el tramo a intervenir podemos realizar la construcción de mojones y el traslado de coordenadas de la red geodésica nacional de Colombia de las antenas activas del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). Se encuentran ubicados en el municipio de Arauca (ARCA) Y Arauquita (LIPA).

Una vez georreferenciado los vértices realizados en el proyecto, desde estos se rastrearon a los demás bms o deltas. Estableciendo estos vértices para los traslados de coordenadas hasta la Vía La Yuca – La Antioqueña, en el Tramo de intervención PR 122+000 al PR 124+600.

MATERIALIZACIÓN DE POLIGONALES

GRUPO ALING S.A.S

Tabla 47 Resumen de poligonales

POLIGONAL	LONGITUD (M)	ARMADAS REALIZADAS
1	72.88	1
2	903.04	5
3	37.5	1
4	1109.99	1
5	86.44	1
6	813.48	4
7	72.16	1

NIT. 901408350-4

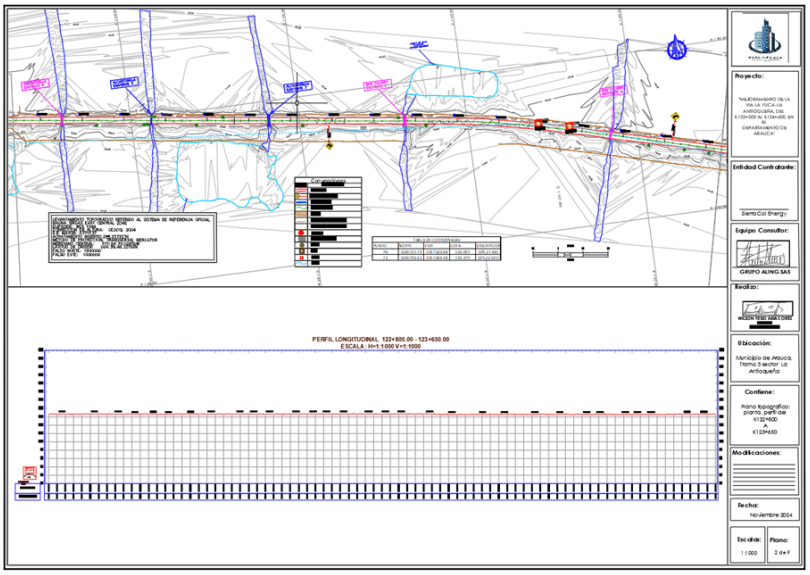
FUENTE: Informe Topográfico

- **NIVELACIÓN DE POLIGONALES:** Una vez definida la distribución de los puntos de partida de las poligonales, se realiza el circuito de nivelación la cual fueron pasando por los mojones (GPS) y BMS de la poligonal nivelando y contra nivelando para ajustar las cotas cada kilómetro.
- Cálculo de la diferencia de nivel
- Chequeo de la nivelación
- Cálculo de la diferencia de altura promedio
- Cálculo de la elevación del punto

DISEÑO GEOMÉTRICO:

Elaboración del diseño geométrico de la vía, considerando alineación horizontal y vertical, radios de curva, super elevación, y demás elementos que aseguren una circulación segura y eficiente. Este componente se ajusta a las especificaciones técnicas y normativas de diseño vial INVIAS.

IMAGEN 28 Plano Topográfico en Planta

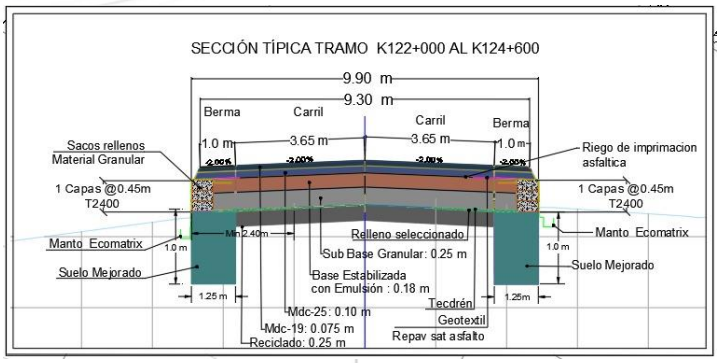


FUENTE: Planos Topográficos

SECCIÓN TRANSVERSAL: Es la cual describe los elementos de la carretera en un plano normal a su eje. Una vez terminados los alineamientos en planta, el trazado de rasante y el cálculo de peraltes, se procede a la generación de las secciones transversales del proyecto.

Y SERVICIO
NIT. 901.408.350-4

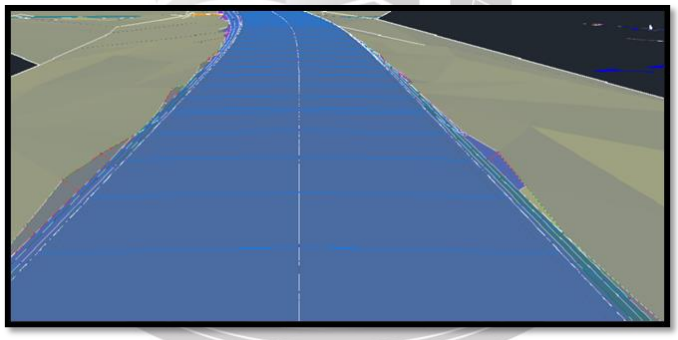
IMAGEN 29 Sección Transversal



FUENTE: Diseño Geométrico

MODELACIÓN: Se realiza desde el procesamiento de la información tomada en campo, hasta la realización total del diseño geométrico del tramo de vía de segundo orden, obteniendo alineamientos, bordes de vía, perfiles de terreno y de diseño, secciones transversales y cálculo de volúmenes.

IMAGEN 30 Modelación



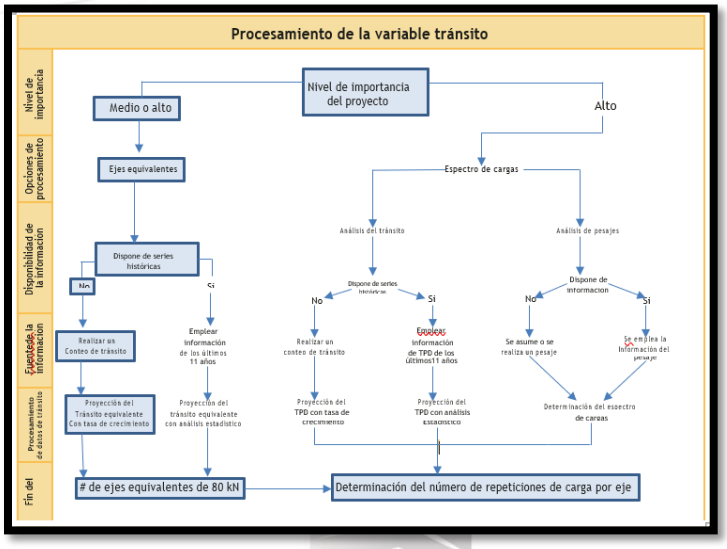
FUENTE: Diseño Geométrico

7.9 **ESTUDIO DE TRÁNSITO:**

Análisis de las condiciones actuales de tránsito y proyecciones futuras, determinando las necesidades de capacidad y nivel de servicio de la vía mejorada. Este componente incluye la evaluación de flujos vehiculares, clasificación de vehículos, y análisis de intersecciones.

GRUPO ALING S.A.S
RESPONSABILIDAD CALIDAD
Y SERVICIO

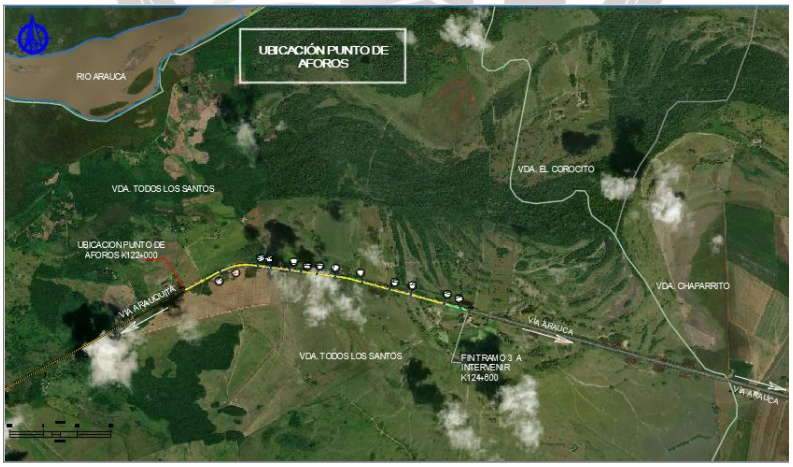
IMAGEN 31 Procesamiento de variables



FUENTE: Estudio de Tránsito

En cuanto a la fuente de información (Conteo de tránsito), ésta se llevó a cabo a través de cámara aforadora de tránsito, para lo cual se hace la ubicación estratégica de la estación de aforos, quedando ubicada en el punto de intersección de la vereda Todos Los Santos, Sector la Becerra, como se relaciona en la siguiente imagen.

IMAGEN 32 Ubicación estación Aforos Vía la Yuca

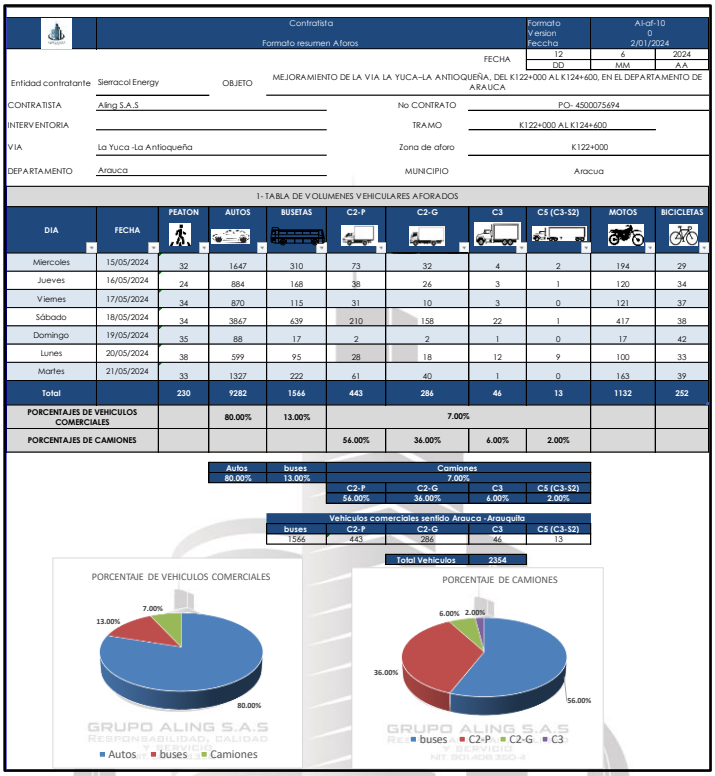


FUENTE: Estudio de Tránsito

El periodo de aforos o conteo de vehículos se realizó durante 7 días las 24 horas, mediante cámara aforadora, para la cual se tuvo en cuenta la información recopilada en los polígonos D_IN para el sentido Arauquita –

Arauca y el D_OUT para el sentido Arauca – Arauquita; obteniendo los siguientes resultados:

IMAGEN 33 Tabla de Volúmenes Vehiculares Aforados



Contratista			Formato	AI-af-10
Formato resumen Aforos			Version	0
			Fecha	2/01/2024
		FECHA	12	6 2024
			DD	MM AA

Entidad contratante: Sierracol Energy — OBJETO: MEJORAMIENTO DE LA VIA LA YUCA–LA ANTIOQUEÑA, DEL K122+000 AL K124+600, EN EL DEPARTAMENTO DE ARAUCA

CONTRATISTA: Aling S.A.S — No CONTRATO: PO- 4500075694

INTERVENTORIA: — TRAMO: K122+000 AL K124+600

VIA: La Yuca -La Antioqueña — Zona de aforo: K122+000

DEPARTAMENTO: Arauca — MUNICIPIO: Aracua

1- TABLA DE VOLUMENES VEHICULARES AFORADOS

DIA	FECHA	PEATON	AUTOS	BUSETAS	C2-P	C2-G	C3	C5 (C3-S2)	MOTOS	BICICLETAS
Miercoles	15/05/2024	32	1647	310	73	32	4	2	194	29
Jueves	16/05/2024	24	884	168	38	26	3	1	120	34
Viernes	17/05/2024	34	870	115	31	10	3	0	121	37
Sábado	18/05/2024	34	3867	639	210	158	22	1	417	38
Domingo	19/05/2024	35	88	17	2	2	1	0	17	42
Lunes	20/05/2024	38	599	95	28	18	12	9	100	33
Martes	21/05/2024	33	1327	222	61	40	1	0	163	39
Total		**230**	**9282**	**1566**	**443**	**286**	**46**	**13**	**1132**	**252**
PORCENTAJES DE VEHICULOS COMERCIALES			**80.00%**	**13.00%**	**7.00%**					
PORCENTAJES DE CAMIONES					**56.00%**	**36.00%**	**6.00%**	**2.00%**		

Autos	buses	Camiones			
80.00%	13.00%	7.00%			
		C2-P	C2-G	C3	C5 (C3-S2)
		56.00%	36.00%	6.00%	2.00%

Vehiculos comerciales sentido Arauca -Arauquita				
buses	C2-P	C2-G	C3	C5 (C3-S2)
1566	443	286	46	13

Total Vehiculos	2354

FUENTE: Estudio de Tránsito

IMAGEN 34 Resultados Datos de Tránsito

Tabla resumen de Datos	
Transito promedio diario, semana de aforo	1662 Vh/dia
Transito Promedio Diario (TPDTi)	1774 Vh/dia
% Autos	80.00%
% buses	13.00%
% Camiones	7.00%
Tasa de crecimiento	3.30%
Fd	0.57

FUENTE: Estudio de Tránsito

IMAGEN 35 Número de ejes equivalentes por cada año de diseño

N° Periodo	Año	N acumulado	N' diseño corregido
Periodo 1	1	213,093.0	257,525.0
Periodo 2	2	433,218.0	523,548.0
Periodo 3	3	660,607.0	798,350.0
Periodo 4	4	895,500.0	1,082,220.0
Periodo 5	5	1,138,145.0	1,375,459.0
Periodo 6	6	1,388,797.0	1,678,374.0
Periodo 7	7	1,647,720.0	1,991,285.0
Periodo 8	8	1,915,188.0	2,314,523.0
Periodo 9	9	2,191,482.0	2,648,426.0
Periodo 10	10	2,476,894.0	2,993,349.0

FUENTE: Estudio de Tránsito

7.9.1 NIVEL DE SERVICIO

7.9.1.1 PROCESO DE CÁLCULO DEL NIVEL DE SERVICIO TRAMO DE INTERVENCIÓN

IMAGEN 36 Cálculo de capacidad (c60 y C5) Tramo de intervención

CARRETERAS DE DOS CARRILES
DETERMINACION DE CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO

Tramo :		Sector :	
Sector :	La Yuca-La Antioqueña	Tipo de Sector :	Típico
Nombre :	MEJORAMIENTO DE LA VIA LA YUCA–LA ANTIOQUEÑA, DEL K122+000 AL K124+600		
Calculó :	Ing. Jhonatan Alarcón	Revisó :	Ing. Edinson Fernández
		Fecha :	5/06/2024

1. INFORMACION INICIAL

Información Geométrica		Información de Tránsito	
Pendiente (%)	0.50	Distribución Direccional (%)	57
Longitud (km)	2.62	Autos (%)	80
Ancho de Carril (m)	3.65	Buses (%)	13
Ancho de Berma (m)	1.00	Camiones (%)	7
Curvatura Horizontal (o/Km)	32.00	Volumen Ambos Sentidos Q (veh/h)	69.25
Zonas de No Rebase (%)	20.00	Tasa de crecimiento anual (%)	3.3

2. CALCULO DE LA CAPACIDAD (C_{60} y C_5)

					Ec Tabla 4						
					1.655						
F_{pe} Tabla 1	X	F_d Tabla 2	X	F_{cb} Tabla 3	X	F_p	X	C_i (veh/h)	=	C_{60} (veh/h)	
0.990	X	0.920	X	0.990	X	0.884	X	3200	=	2552	

		C_{60} (veh/h)	X	FPH Tabla 5	=	C_5					
		2552	X	0.958	=	2444					

Año	Q (veh/h)	Q/C_{60}	Q/C_5	Velocidad Promedio, km/h	Nivel de Servicio
0	69	0.03	0.03	73.336	B
5	81	0.03	0.03	73.336	B
10	96	0.04	0.04	73.336	B
20	133	0.05	0.05	73.336	B
30	183	0.07	0.08	73.336	B

GRUPO ALING S.A.S

3. CALCULO DEL NIVEL DE SERVICIO

V_i Tabla 6		F_u Tabla 7		F_{cb} Tabla 8		V_1 (km/h)		Tipo de Terreno
87.500	x	0.990	x	0.950	=	82.294		PLANO

V_1 (km/h)		E_c Tabla 9	F_p		F_t Tabla 10		V_2 (km/h)	V_2/V_i *100
82.294	x	2.713	0.893	x	0.998	=	73.336	81.5

Velocidad Promedio (Km/h)	Nivel de Servicio (Tabla 11)
73.34	**B**

FUENTE: Estudio de Tránsito

7.10 **ESTUDIOS DE PAVIMENTO:**

Determinación de la estructura del pavimento adecuada en función del tipo de suelo, tráfico proyectado y condiciones climáticas. Se abarca la selección de materiales, espesor de capas, y técnicas de rehabilitación o reforzamiento necesarias.

Se realiza el análisis general, en las condiciones con las que cuenta con y sin el proyecto, determinar los parámetros básicos de diseño.

Con la recopilación, el proceso y el análisis de información primaria y secundaria de tránsito, transporte y condiciones de subrasante, necesaria para la obtención del diseño del pavimento flexible.

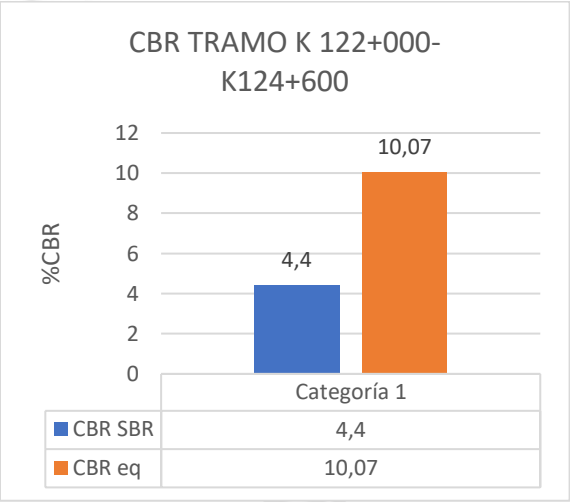
Se implementa el método racional el cual presenta un enfoque científico, con un marco teórico suficiente que permita el análisis completo de la mecánica del comportamiento del pavimento ante acciones de clima y tránsito.

7.10.1 **DISEÑO DE PAVIMENTO MEDIANTE METODOLOGÍA DEL MANUAL DE DISEÑO DE PAVIMENTOS ASFALTICOS MEDIOS Y ALTOS VOLUMENS DE TRANSITO**

A continuación, se relaciona el cambio entre los CBR obtenido de manera directa e indirecta y el CBR diseño a emplear para el análisis del presente proyecto, teniendo en cuenta el mejoramiento sugerido para el proyecto:

GRUPO ALINGSAS
RESPONSABILIDAD, CALIDAD Y SERVICIO
NIT 901408750-4

Grafica 1 Relación CBR alterados e inalterados tramo de intervención



FUENTE: Diseño de Pavimento

7.10.2 DISEÑO DE PAVIMENTO MEDIANTE METODOLOGIA DEL MANUAL DE DISEÑO DE PAVIMENTOS ASFALTICOS MEDIOS Y ALTOS VOLUMENS DE TRANSITO

Como dato de entrada para la utilización de diseño a través de la carta de INVIAS, se puede terminar la misma estructura dado que los parámetros de entrada son:

- Región climática: T 26.94 °C
- Categorización de la subrasante de acuerdo a la zona homogénea

Tabla 48 Módulo de la Subrasante para diseño por zona homogénea

Parámetros de diseño	Tramo K122+000 AL K124+600
CBR de subrasante CBR (%)	10.07
Tipo de subrasante (Manual del invias medios y altos)	S5
Módulo Resiliente de subrasante, Mr Mpa/ Psi	77.18

FUENTE: Diseño de Pavimento

7.10.3 CRITERIOS Y MATERIALES UTILIZADOS EN LA DETERMINACIÓN DE LAS DIFERENTES ALTERNATIVAS ESTRUCTURALES DEL MANUAL DE DISEÑO

Tabla 49 Tipos de mezclas asfálticas utilizadas en las estructuras de pavimento

Tipo de capa	Tipo de mezcla
Rodadura	MDC-19
Intermedia	MDC-25, MSC-25, MAM-25, BEE-25
Base (Asfáltica)	MDC-25, MSC-25, BEE-25

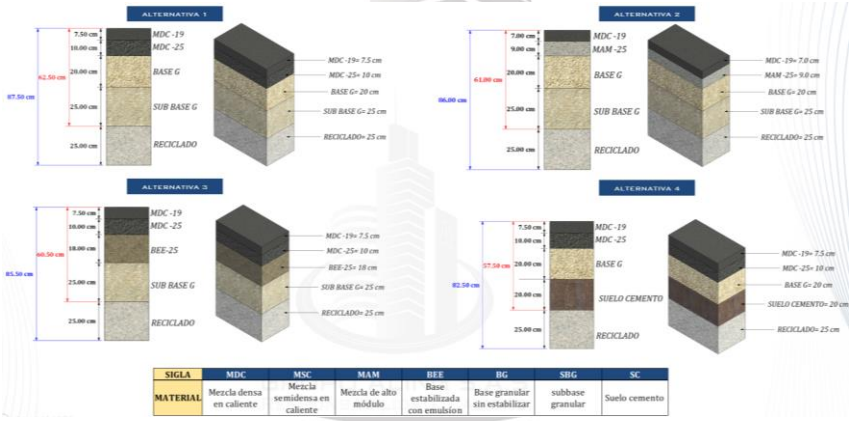
FUENTE: (INVIAS, 2015)

Tabla 50 Tipos de materiales de las capas de base y subbase de las estructuras de pavimento.

Tipo de capa	Tipo de material
Capa de base	Base granular BG-25, BEE-25
Capa de Subbase	Subbase granular SBG-38, Mezcla suelo cemento A-25

FUENTE: (INVIAS, 2015)

Tabla 51 Alternativas del INVIAS



FUENTE; (INVIAS, 2015)

GRUPO ALING S.A.S
RESPONSABILIDAD, CALIDAD Y SERVICIO
NIT. 901.408.350-4

7.10.4 **ESTRUCTURAS Y ESPESORES PRELIMINARES**

Tabla 52 Característica de materiales a emplear

Tabla 450 — 7. Tipo de asfalto por emplear en mezclas asfálticas en caliente de gradación continua

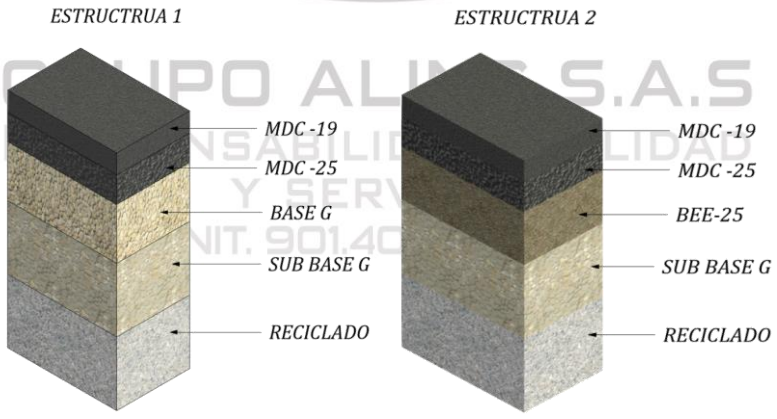
Tipo de capa	NT1			NT2			NT3		
	Temperatura media anual de la región (°C)								
	> 24	15 – 24	< 15	> 24	15 – 24	< 15	> 24	15 – 24	< 15
Rodadura e Intermedia	60 — 70	60 — 70 u 80 – 100	80 — 100	60 — 70	60 — 70 u 80 – 100	80 — 100	40 — 50 60 — 70 o 40/70 — 58 o 55/70 — 58 o 55/70 — 65	40 — 50 60 — 70 o 40/70 — 58 o 55/70 — 58	60 — 70 80 — 100 o 55/70 — 58
Base	NA			60 — 70 u 80 — 100	60 — 70 u 80 — 100	80 — 100	60 — 70	60 — 70 u 80 — 100	80 — 100
Alto Módulo	NA			NA			15/40 — 65		

Tabla 450 — 9. Criterios para el diseño preliminar de la mezcla asfáltica en caliente de gradación continua por el método Marshall

Característica		Norma Ensayo INV	Mezclas densas, semidensas y gruesas			Mezcla de alto módulo
			Categoría de tránsito			
			NT1	NT2	NT3	
Compactación (golpes/cara)		E-748 (E-800) (Nota 1)	50	75 (112)	75 (112)	75
Estabilidad mínima (N)			5 000	7 500 (16 875)	9 000 (20 250)	15 000
Flujo (mm). (Nota 2)			2,0 — 4,0	2,0 — 4,0 (3,0 — 6,0)	2,0 — 3,5 (3,0 — 5,3)	2,0 — 3,0
Relación Estabilidad/Flujo (kN/mm)			2,0 — 4,0	3,0 — 5,0 (4,5 — 7,5)	3,0 — 6,0 (4,5 — 9,0)	-
Vacíos con aire (Va) (%). (Nota 3)	Rodadura	E-736 E-799	3,0 — 5,0	3,0 — 5,0	4,0 — 6,0	NA
	Intermedia		4,0 — 8,0	4,0 — 7,0	4,0 — 7,0	4,0 — 6,0
	Base		NA	5,0 — 8,0	5,0 — 8,0	4,0 — 6,0

FUENTE: (Ministerio de Transporte, INSTITUTO NACIONAL DE VIAS, 2022)

IMAGEN 37 Estructuras de pavimento



FUENTE: Diseño de Pavimento

7.10.5 TIPOS Y REQUISITOS DE LOS AGREGADOS PARA BASE GRANULAR

IMAGEN 38 Tipo y requisitos de los agregados para bases granular

Clase de base granular	Nivel de tránsito
Clase A	NT3
Clase B	NT2
Clase C	NT1

Característica	Norma de ensayo INV	Base granular		
		Clase A	Clase B	Clase C
Dureza (O)				
Desgaste en la máquina de Los Ángeles (Granulometría A), máximo (%): - 500 revoluciones - 100 revoluciones	E-218	 35 7	 40 8	 40 8
Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval, máximo (%).	E-238	25	30	-
Evaluación de la resistencia mecánica por el método del 10 % de finos: - Valor en seco, mínimo (kN) - Relación húmedo/seco, mínimo (%)	E-224	 90 75	 70 75	 - -
Limpieza (F)				
Límite líquido, máximo (%).	E-125	-	-	25
Índice de Plasticidad, máximo (%).	E-125 y E-126	0	0	3
Equivalente de arena, mínimo (%).	E-133	30	30	30
Valor de azul de metileno, máximo (Nota 2).	E-235	10	10	10
Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznables, máximo (%).	E-211	2	2	2
Geometría de las Partículas (F)				
Índices de alargamiento y aplanamiento, máximo (%).	E-230	35	35	35
Caras fracturadas, mínimo (%). (Nota 3): - Una cara - Dos caras	E-227	 90 85	 70 50	 50 -
Angularidad de la fracción fina, mínimo (%).	E-239	35	35	-
Resistencia de material (F)				
CBR (%): porcentaje asociado al grado de compactación mínimo especificado (numeral 330.5.2.2.2); el CBR se debe medir sobre muestras sometidas previamente a cuatro días (4 d) de inmersión.	E-148	≥ 95	≥ 80	≥ 80

***FUENTE**: (Ministerio de Transporte, INSTITUTO NACIONAL DE VIAS, 2022)*

Tabla 53 Resultados para evaluación de daño por fatiga y compresión



GRUPO ALING S.A.S
RESPONSABILIDAD Y SERVICIO
NIT 901.406.550-4

Alternativa 1, Zona de estudio			
Material	Espesor	N admisible	Factor de daño
MDC -19 Asfalto 60-70	7.5	4.61E+06	0.439
MDC -25 Asfalto 60-70	10	7.12E+05	2.844
Base granular-INVIAS	20	6.37E+05	3.179
Sub Base granular-INVIAS	25	3.52E+06	0.574
Sub rasante	-	1.33E+07	0.151

Alternativa 2, Zona de estudio			
Material	Espesor	N admisible	Factor de daño
MDC -19 Asfalto 60-70	7.5	4.72E+06	0.428
MDC -25 Asfalto 60-70	10	2.42E+06	0.836
Base estabilizada con emulsión asfáltica	18	4.15E+06	0.487
Sub Base granular-INVIAS	25	5.56E+06	0.364
Sub rasante	-	2.27E+07	0.089

FUENTE: Diseño de Pavimento

7.10.6 **SELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA**

De acuerdo al análisis presentado por las dos metodologías, se selecciona la mejor alternativa teniendo en cuenta parámetros técnicos en función al comportamiento y condiciones que puede presentar el pavimento a lo largo del periodo de diseño de vida útil.

De acuerdo a la metodología INVIAS, existen cuatro alternativas las cuales y teniendo un control de calidad de los materiales, cumplen estructuralmente, sin embargo, realizando el método racional, del pavimento con dos estructuras diferentes, se concluye que la más adecuada, es la que contempla los siguientes espesores del pavimento.

IMAGEN 39 Alternativa seleccionada

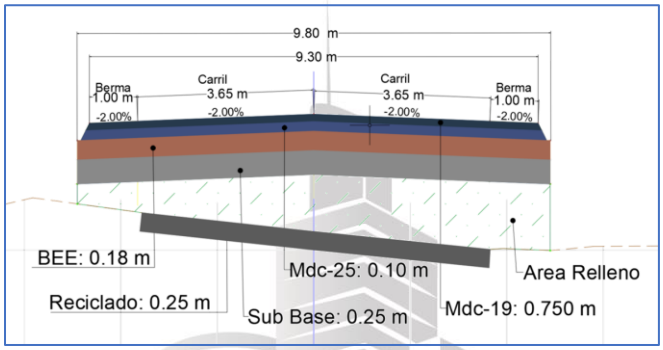


FUENTE: Propia

La presente alternativa se implanta a través del corredor vial, para el tramo del presente proyecto comprendido entre K122+000 Al K124+600.

Cabe mencionar que la alternativa y de conformidad con el diseño geométrico, en algunos puntos del corredor en estudio, se debe aumentar la cota de la rasante en función de mejorar las características de geométricas de la vía, evitando hidro planeos, y garantizando un diseño geométrico adecuado.

IMAGEN 40 Sección Trasversal con relleno.



FUENTE: Diseño geométrico

El área de relleno se contempla de acuerdo al mejoramiento longitudinal y recomendaciones por el estudio hidrológico e hidráulico en zonas propensas a inundación, dicho material de relleno debe estar contemplado de acuerdo al a las especificaciones técnicas del INVIAS articulo 220, Terraplenes. Para este caso se recomienda emplear material seleccionado, por lo tanto, se hace necesario que los materiales a emplear cumplan los requisitos de calidad indicados a continuación:

Tabla 54 Requisitos de los agregados para relleno

Tabla 220 - 1. Requisitos de los materiales para terraplenes

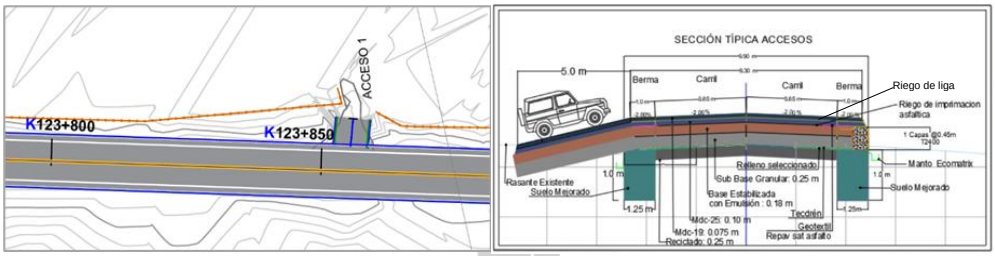
CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	SUELOS SELECCIONADOS	SUELOS ADECUADOS	SUELOS TOLERABLES
Partes del terraplén a las que se aplican		Todas	Todas	Cimiento y Núcleo
Tamaño máximo, mm	E-123	75	100	150
Porcentaje que pasa el tamiz de 2 mm (No. 10) en masa, máximo	E-123	80	80	-
Porcentaje que pasa el tamiz de 75 µm (No. 200) en masa, máximo	E-123	25	35	35
Contenido de materia orgánica, máximo (%)	E-121	0	1.0	1.0
Límite líquido, máximo (%)	E-125	30	40	40
Índice de plasticidad, máximo (%)	E-126	10	15	-
CBR de laboratorio, mínimo (%) *(Nota 1)*	E-148	10	5	3
Expansión en prueba CBR, máximo (%)	E-148	0.0	2.0	2.0
Índice de colapso, máximo (%) *(Nota 2)*	E-157	2.0	2.0	2.0
Contenido de sales Solubles, máximo (%)	E-158	0.2	0.2	-

Nota 1. Los valores de C.B.R. indicados en la Tabla 220 - 1 están asociados al grado de compactación mínimo especificado (numeral 220.5.2.2.2); el CBR se medirá sobre muestras sometidas previamente a cuatro días de inmersión.

FUENTE: (Ministerio de Transporte, INSTITUTO NACIONAL DE VIAS, 2012)

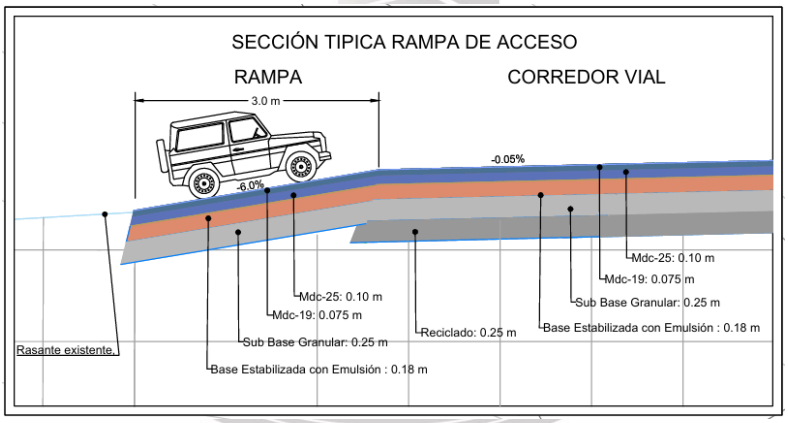
Otro aspecto practico para definir los mismos espesores de diseño es la disponibilidad y disposición del material ya contemplado, facilidad de proceso constructivo en la ejecución y conformación de los demás accesos,

IMAGEN 41 Acceso 1, Tramo K123+850



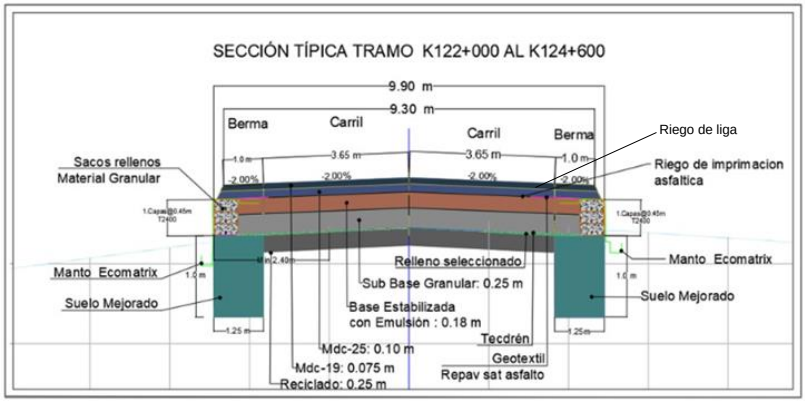
FUENTE: Diseño Geométrico del proyecto

IMAGEN 42 Sección típica de rampas



FUENTE: Diseño Geométrico del proyecto

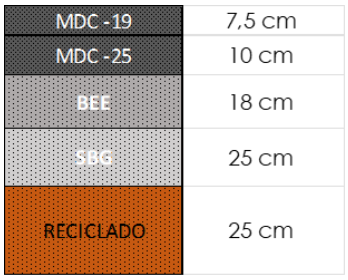
IMAGEN 43 Sección Típica K122+000 al K124+600



FUENTE: Diseño de Pavimento

GRUPO ALING S.A.S

IMAGEN 44 Estructura de pavimento definida para el proyecto



FUENTE: Diseño de Pavimento

7.11 **SEÑALIZACIÓN PERMANENTE:**

Diseño e implementación de la señalización vial definitiva, incluyendo señales verticales, horizontales y dispositivos de seguridad. Este componente asegura que la vía cumpla con los estándares de seguridad y orientación para los usuarios.

Para el diseño de señalización vertical del proyecto, se siguen los criterios establecidos en el manual de señalización vial del Ministerio de transporte del año 2015. El objetivo principal es proveer a los tramos de vía proyectadas de los elementos de señalización y dispositivos de seguridad vial necesaria. Se procura que sea de fácil percepción para el conductor, considerando que las obras de mejoramiento de la carretera afectaran el normal tránsito vehicular.

Tabla 55 Localización Señales Verticales Existentes tramo de intervención

LOCALIZACIÓN SEÑALES VERTICALES DE LA VIA EN EL SENTIDO ASCENDENTE DE LAS ABSCISADO		
DESCRIPCIÓN	**ABSCISADO**	**COSTADO DE LA VIA**
Señal Preventiva SP-04	K123+295	Derecho
Señal Reglamentaria SR-26	K123+385	Derecho
Señal Preventiva SP-03	K123+710	Izquierdo
Señal Preventiva SP-49	K124+360	Derecho

FUENTE: Señalización Vial

Tabla 56 Resumen Señalización Existente Tramo de Intervención

Tipo de Señalización	Descripción	Total
Señales Reglamentarias	SR-26	1
Señales Preventivas	SP-03	1
	SP-04	1
	SP-49	1

FUENTE: Señalización Vial

Tabla 57 Localización de Señales Nuevas

LOCALIZACIÓN SEÑALES VERTICALES DE LA VIA A INTERVENIR		
DESCRIPCIÓN	**ABSCISADO**	**COSTADO DE LA VIA**
Señal Informativa SI-04	K122+000	Derecho
Señal Reglamentaria SR-30	K122+100	Derecho
Señal Reglamentaria SR-30	K122+200	Izquierdo
Señal Preventiva SP-04	K122+320	Derecho
Señal Reglamentaria SR-26	K122+400	Derecho
Señal Preventiva SP-75	K122+440	Izquierdo
Señal Preventiva SP-75	K122+460	Izquierdo
Señal Preventiva SP-75	K122+480	Izquierdo
Señal Preventiva SP-75	K122+500	Izquierdo
Señal Preventiva SP-75	K122+520	Izquierdo
Señal Preventiva SP-75	K122+540	Izquierdo
Señal Preventiva SP-75	K122+560	Izquierdo
Señal Preventiva SP-75	K122+580	Izquierdo
Señal Preventiva SP-75	K122+600	Izquierdo
Señal Preventiva SP-75	K122+620	Izquierdo
Señal Reglamentaria SR-26	K122+650	Izquierdo
Señal Preventiva SP-03	K122+750	Izquierdo
Señal Preventiva SP-45	K122+800	Derecho
Señal Informativa SI-04	K123+000	Izquierdo
Señal Preventiva SP-49	K123+300	Izquierdo
Señal Preventiva SP-04	K123+470	Derecho
Señal Preventiva SP-03	K123+650	Izquierdo
Señal Preventiva SP-49	K124+000	Izquierdo
Señal Informativa SI-04	K124+000	Izquierdo
Señal Preventiva SP-45	K124+420	Derecho
Señal Preventiva SP-26	K124+470	Derecho
Señal Reglamentaria SR-30	K124+600	Izquierdo

FUENTE: Señalización Vial

Tabla 58 Resumen de Señalización Nueva

Tipo de Señalización	Descripción	Total
Señales reglamentarias	SR-30	03 Und
	SR-26	02 Und
Señales Preventivas	SP-03	02 Und
	SP-04	02 Und
	SP-45	02 Und

GRUPO ALING SAS
NIT 901408758-4

	SP-49	02 Und
	SP-75	20 Und
Señales informativas	SI-04	03 Und
	TOTAL	36 UND

FUENTE: Señalización Vial

Tabla 59 Línea de Carril

MEJORAMIENTO DE LA VIA LA YUCA–LA ANTIOQUEÑA, DEL K122+000 AL K124+600, EN EL DEPARTAMENTO DE ARAUCA		
TIPO DE LINEA	**LARGO (m)**	**CANTIDAD LINEAS**
Líneas Extremas	2600	2

FUENTE: Señalización Vial

Tabla 60 Línea Continua Amarilla

LINEA CONTINUA AMARILLA				
PR INICIAL	**PR FINAL**	**LONGITUD (m)**	**CANTIDAD**	**TOTAL**
122+000.00	122+150.00	150.00	1.00	150.00
122+150.00	122+750.00	600.00	2.00	1200.00
122+750.00	122+950.00	200.00	1.00	200.00
122+950.00	123+050.00	100.00	2.00	200.00
123+050.00	123+290.00	240.00	1.00	240.00
123+290.00	123+700.00	410.00	2.00	820.00
123+700.00	124+250.00	550.00	1.00	550.00
124+250.00	124+350.00	100.00	2.00	200.00
124+350.00	124+600.00	250.00	1.00	250.00
TOTAL (ml)				**3810.0**

FUENTE: Señalización Vial

Tabla 61 Línea Discontinua Amarilla

LINEA DISCONTINUA AMARILLA				
PR INICIAL	**PR FINAL**	**LONGITUD (m)**	**CANTIDAD**	**TOTAL**
122+000.00	122+150.00	150.00	1.00	150.00
122+750.00	122+950.00	200.00	1.00	200.00
123+050.00	123+290.00	240.00	1.00	240.00
123+700.00	124+250.00	550.00	1.00	550.00
124+350.00	124+600.00	250.00	1.00	250.00
TOTAL (ml)				**1390.00**

FUENTE: Señalización Vial

Tabla 62 Tachas Reflectivas

"MEJORAMIENTO DE LA VIA LA YUCA–LA ANTIOQUEÑA, DEL K122+000 AL K124+600, EN EL DEPARTAMENTO DE ARAUCA"	Cantidad Elementos
Tachas reflectivas sobre línea central, una cada 8 metros (amarilla)	325
Tachas reflectivas sobre línea extrema derecha, una cada 8 metros (blanco con rojo)	325
Tachas reflectivas sobre línea extrema izquierda una cada 8 metros (blanco con rojo)	325

FUENTE: Señalización Vial

7.12 **ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS**

Evaluación de diferentes alternativas de diseño y construcción, considerando factores técnicos, económicos y ambientales. Este análisis permite seleccionar la opción más adecuada en función de los objetivos del proyecto y las restricciones existentes.

Para el caso particular del presente proyecto se tuvieron en cuenta 3 alternativas en cuanto a mejoramiento de la Subrasante.

- Mejoramiento con recebo
- Mejoramiento con pavimento rígido
- Mejoramiento con pavimento flexible

7.12.1 **EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS:**

A continuación, se adjunta tabla de resultados del análisis de cada una de las alternativas dispuestas.

Tabla 63 Valores de alternativas Pavimento

DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVA	VALOR DE PONDERACIÓN
Mejoramiento con recebo	2.98
Mejoramiento con pavimento rígido	3.49
Mejoramiento con pavimento flexible	3,93

FUENTE: Análisis de Alternativas

Además, se propusieron 2 alternativas para Ampliación de Calzada y Control de Erosión.

- Muros en Suelo Reforzado
- Geoceldas

A continuación, se adjunta la tabla de resultados del análisis de cada una de las alternativas propuestas

Tabla 64 Valor Alternativas Control de erosión

DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVA	VALOR DE PONDERACIÓN
Control de Erosión con Muros en suelo Reforzado	4,15
Control de Erosión con Geoceldas	3.85

FUENTE: Análisis de Alternativas

7.13 **EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA:**

Análisis de la rentabilidad del proyecto, considerando costos de inversión, mantenimiento y operación, así como los beneficios esperados. Incluye la evaluación de indicadores financieros como el Valor Presente Neto (VPN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR).

Para la obtención los indicadores económicos se trabajaron con el costo total del proyecto evaluado, de los cuales se obtiene un Valor Presente Ne to (VPN) y una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 18%, la relación de costo beneficio (RCB) es de 1.39 teniendo un costo por beneficiario de $ 794.399.65 el costo unitario es de $ 9.166.149.818,08 de valor presente, esto se calculó en base Índice de Precios al Consumidor (IPC) para el año 2028 que se encuentra en el 9.28%.

Tabla 65 Resumen (VPN, TIR Y RB/C)

Valor presente neto (VPN)	Tasa Interna de retorno (TIR)	Razón beneficio costo (RB/C)
	18%	1.39

FUENTE: Volumen de Evaluación económica y financiera del proyecto

7.14 **ESTUDIO DE SUELOS PARA DISEÑO DE PAVIMENTOS**

En la siguiente tabla, se contabiliza la totalidad de muestras, que presentan un estado de bueno, regular y pavimentos altamente deteriorados, además se presenta la incidencia en porcentaje de cada calificación en la totalidad de muestras evaluadas.

GRUPO ALINGSAS
RESPONSABILIDAD CALIDAD
Y SERVICIO
NIT. 901.408.350-4

Tabla 66 Resumen de resultados método VIZIR tramo de Intervención

Resumen de calificación - Método VIZIR					
Progresivas	Progresivas		Area (m^2)	Rango de calificación	
	Inicial	Final		Valor	Calificación
M-1	K122+000	K122+100	700	5	Pavimentos altamente deteriorados
M-2	K122+100	K122+200	700	6	Pavimentos altamente deteriorados
M-3	K122+200	K122+300	700	6	Pavimentos altamente deteriorados
M-4	K122+300	K122+400	700	6	Pavimentos altamente deteriorados

Resumen de calificación - Método VIZIR					
Progresivas	Progresivas		Area (m^2)	Rango de calificación	
	Inicial	Final		Valor	Calificación
M-5	K122+400	K122+500	700	5	Pavimentos altamente deteriorados
M-6	K122+500	K122+600	700	4	Regular estado
M-7	K122+600	K122+700	700	5	Pavimentos altamente deteriorados
M-8	K122+700	K122+800	700	5	Pavimentos altamente deteriorados
M-9	K122+800	K122+900	700	4	Regular estado
M-10	K122+900	K123+000	700	6	Pavimentos altamente deteriorados
M-11	K123+000	K123+100	700	5	Pavimentos altamente deteriorados
M-12	K123+100	K123+200	700	5	Pavimentos altamente deteriorados
M-13	K123+200	K123+300	700	4	Regular estado
M-14	K123+300	K123+400	700	4	Regular estado
M-15	K123+400	K123+500	700	4	Regular estado
M-16	K123+500	K123+600	700	6	Pavimentos altamente deteriorados
M-17	K123+600	K123+700	700	6	Pavimentos altamente deteriorados
M-18	K123+700	K123+800	700	5	Pavimentos altamente deteriorados
M-19	K123+800	K123+900	700	5	Pavimentos altamente deteriorados
M-20	K123+900	K124+000	700	6	Pavimentos altamente deteriorados
M-21	K124+000	K124+100	700	7	Pavimentos altamente deteriorados
M-22	K124+100	K124+200	700	7	Pavimentos altamente deteriorados
M-23	K124+200	K124+300	700	7	Pavimentos altamente deteriorados
M-24	K124+300	K124+400	700	7	Pavimentos altamente deteriorados
M-25	K124+400	K124+500	700	7	Pavimentos altamente deteriorados
M-26	K124+500	K124+600	700	6	Pavimentos altamente deteriorados

FUENTE: Estudio de Suelos Para Diseño de Pavimento

AHUELLAMIENTO:

TRAMO DE INTERVENCIÓN: Para el tramo de intervención se encontraron ahuellamientos para el carril derecho entre 4,30 mm y 24,50 y el carril izquierdo entre 4,2 y 25,9 mm para verificar ver (Anexos de campo). Encontramos un pavimento cos bastante fisuramientos en su mayoría piel de cocodrilo gravedad 3.

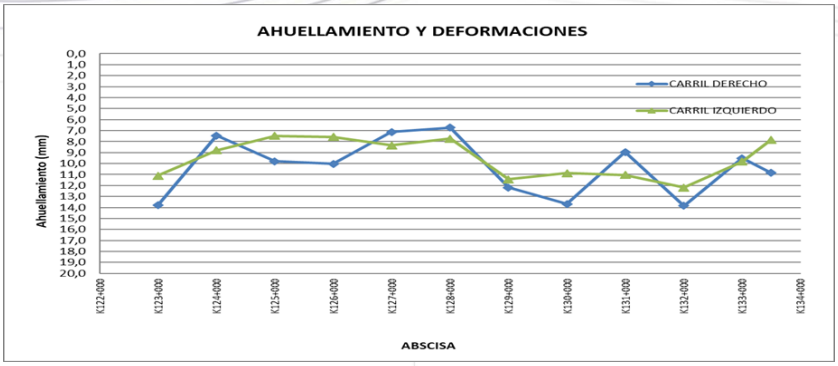
GRUPO ALING S.A.S
RESPONSABILIDAD, CALIDAD
Y SERVICIO

Tabla 67 Ahuellamiento y Deformaciones

ABSCISA	AHUELLAMIENTO	
	DER	IZQ
K123+000	13,80	11,10
K124+000	7,46	8,79
K125+000	9,79	7,47

FUENTE: Estudio de Suelos Para Diseño de Pavimento

Gráfica 2 Resumen ahuellamiento tramo *de Intervención*



FUENTE: Estudio de Suelos Para Diseño de Pavimento

Tabla 68 Resultados de los Parámetros Cualitativos

CARRIL	PROMEDIO PARÁMETROS CUALITATIVOS DEFLECTOMETRÍCOS				CONDICIÓN ESTRUCTURAL DE LOS PARÁMETROS CUALITATIVOS DEFLECTOMETRÍCOS		
	ICS(µm)	IDB(µm)	ICB(µm)	d0(µm)	ICS	IDB	ICB
Derecho	173	111	198	607	Buena	Regular	Mala
Izquierdo	184	105	202	625	Buena	Regular	Mala

FUENTE: Estudio de Suelos Para Diseño de Pavimento

Tabla 69 Resumen Resultados Granulometría

ABSCISADO	APIQUE	LL (%)	LP (%)	IP (%)	U.S.C.	A.A.S.H.T.O	GRANULOMETRÍA			%W
							% GRAVAS	% ARENAS	% FINOS	
k122+000	1	30,7	15,8	14,9	CL	A-6	2,50	12,70	84,80	18,32
k122+250	2	N.L	N.P	-	ML	A-4	17,10	19,30	63,60	18,87
k122+500	3	40,7	28,0	12,7	ML	A-7-6	7,30	16,50	76,20	18,13
k122+750	4	27,4	20,9	6,5	CL-ML	A-4	5,90	10,20	83,90	18,88
k123+000	5	44,1	23,0	21,1	CL	A-2-4	0,00	50,00	50,00	20,32
k123+250	6	19,5	16,2	3,3	ML	A-4	20,00	8,20	71,80	20,49
k123+500	7	25,3	19,3	6,0	CL-ML	A-4	29,90	12,10	58,00	20,52
k123+750	8	27,2	19,3	7,9	CL	A-4	16,10	5,80	78,10	19,12
k124+000	9	23,9	18,3	5,6	CL-ML	A-4	0,00	6,70	93,30	10,15
k124+250	10	31,5	28,4	3,1	ML	A-4	14,30	24,50	61,20	13,18
k124+500	11	21,1	19,8	1,3	CL	A-4	3,00	21,00	76,00	11,26

GRUPO ALING S.A.S
RESPONSABILIDAD, CALIDAD Y SERVICIO
NIT. 901.408.350-4

ABSCISADO	APIQUE	LL (%)	LP (%)	IP (%)	U.S.C.	A.A.S.H.T.O	GRANULOMETRÍA			%W
							% GRAVAS	% ARENAS	% FINOS	
k124+750	12	46,4	23,1	23,3	CL	A-7-6	27,00	7,30	65,70	13,36

FUENTE: Estudio de Suelos Para Diseño de Pavimento

Tabla 70 Criterio Según Índice de Consistencia

ABSCISADP	APIQUE	LL (%)	LP (%)	IP (%)	U.S.C.	A.A.S.H.T.O	%W	IC	Estado del suelo
k122+000	1	30,7	15,8	14,9	CL	A-6	18,32	0,83	Plástico duro
k122+250	2	N.L	N.P	-	ML	A-4	18,87		
k122+500	3	40,7	28,0	12,7	ML	A-7-6	18,13		
k122+750	4	27,4	20,9	6,5	CL-ML	A-4	18,88	1,31	Solido
k123+000	5	44,1	23,0	21,1	CL	A-2-4	20,32	1,13	Solido
k123+250	6	19,5	16,2	3,3	ML	A-4	20,49	-0,30	Liquido
k123+500	7	25,3	19,3	6,0	CL-ML	A-4	20,52	0,80	Plástico duro
k123+750	8	27,2	19,3	7,9	CL	A-4	19,12	1,02	Solido
k124+000	9	23,9	18,3	5,6	CL-ML	A-4	10,15	2,46	Solido
k124+250	10	31,5	28,4	3,1	ML	A-4	13,18	5,91	Solido
k124+500	11	21,1	19,8	1,3	CL	A-4	11,26	7,57	Solido
k124+750	12	46,4	23,1	23,3	CL	A-7-6	13,36	1,42	Solido

FUENTE: Estudio de Suelos Para Diseño de Pavimento

Tabla 71 Criterios de Compresibilidad y consistencia

ABSCISADP	LL (%)	LP (%)	IP (%)	U.S.C.	A.A.S.H.T.O	%W	IC	COMPRESIBILIDAD	
								CC	CONDICIÓN
k122+000	30,7	15,8	14,9	CL	A-6	18,32	0,83	0,19	BAJA
k122+250	N.L	N.P	-	ML	A-4	18,87		0,00	BAJA
k122+500	40,7	28,0	12,7	ML	A-7-6	18,13		0,28	MEDIA
k122+750	27,4	20,9	6,5	CL-ML	A-4	18,88	1,31	0,16	BAJA
k123+000	44,1	23,0	21,1	CL	A-2-4	20,32	1,13	0,31	MEDIA
k123+250	19,5	16,2	3,3	ML	A-4	20,49	-0,30	0,09	BAJA
k123+500	25,3	19,3	6,0	CL-ML	A-4	20,52	0,80	0,14	BAJA
k123+750	27,2	19,3	7,9	CL	A-4	19,12	1,02	0,15	BAJA
k124+000	23,9	18,3	5,6	CL-ML	A-4	10,15	2,46	0,13	BAJA
k124+250	31,5	28,4	3,1	ML	A-4	13,18	5,91	0,19	BAJA
k124+500	21,1	19,8	1,3	CL	A-4	11,26	7,57	0,10	BAJA
k124+750	46,4	23,1	23,3	CL	A-7-6	13,36	1,42	0,33	MEDIA

FUENTE: Estudio de Suelos Para Diseño de Pavimento

GRUPO ALINGS.A.S
RESPONSABILIDAD LIMITADA
Y SERVICIOS
NIT. 901.408.356-8

Tabla 72 Potencial de Expansión

ABSCISADP	LL (%)	LP (%)	IP (%)	U.S.C.	A.A.S.H.T.O	%W	POTENCIAL DE EXPANSIÓN	
							ÍNDICE PLÁSTICO	LIMITE LIQUIDO
k122+000	30,7	15,8	14,9	CL	A-6	18,32	BAJO	BAJO
k122+250	N.L	N.P	-	ML	A-4	18,87	BAJO	BAJO
k122+500	40,7	28,0	12,7	ML	A-7-6	18,13	BAJO	BAJO
k122+750	27,4	20,9	6,5	CL-ML	A-4	18,88	BAJO	BAJO
k123+000	44,1	23,0	21,1	CL	A-2-4	20,32	BAJO	BAJO
k123+250	19,5	16,2	3,3	ML	A-4	20,49	BAJO	BAJO
k123+500	25,3	19,3	6,0	CL-ML	A-4	20,52	BAJO	BAJO
k123+750	27,2	19,3	7,9	CL	A-4	19,12	BAJO	BAJO
k124+000	23,9	18,3	5,6	CL-ML	A-4	10,15	BAJO	BAJO
k124+250	31,5	28,4	3,1	ML	A-4	13,18	BAJO	BAJO
k124+500	21,1	19,8	1,3	CL	A-4	11,26	BAJO	BAJO
k124+750	46,4	23,1	23,3	CL	A-7-6	13,36	BAJO	BAJO

FUENTE: Estudio de Suelos Para Diseño de Pavimento

Tabla 73 Suelos Colapsables

ABSCISADP	APIQUE	LL (%)	LP (%)	IP (%)	U.S.C.	A.A.S.H.T.O	%W	colapso	Criterio
								Ic	
k122+000	1	30,7	15,8	14,9	CL	A-6	18,32	0,18	No se Colapsa
k122+250	2	N.L	N.P	-	ML	A-4	18,87	0,00	No se Colapsa
k122+500	3	40,7	28,0	12,7	ML	A-7-6	18,13	-0,76	Se colapsa
k122+750	4	27,4	20,9	6,5	CL-ML	A-4	18,88	-0,28	Se colapsa
k123+000	5	44,1	23,0	21,1	CL	A-2-4	20,32	-0,12	Se colapsa
k123+250	6	19,5	16,2	3,3	ML	A-4	20,49	1,36	No se Colapsa
k123+500	7	25,3	19,3	6,0	CL-ML	A-4	20,52	0,24	No se Colapsa
k123+750	8	27,2	19,3	7,9	CL	A-4	19,12	0,00	No se Colapsa
k124+000	9	23,9	18,3	5,6	CL-ML	A-4	10,15	-1,44	Se colapsa
k124+250	10	31,5	28,4	3,1	ML	A-4	13,18	-4,87	Se colapsa
k124+500	11	21,1	19,8	1,3	CL	A-4	11,26	-6,48	Se colapsa
k124+750	12	46,4	23,1	23,3	CL	A-7-6	13,36	-0,33	Se colapsa

FUENTE: Estudio de Suelos Para Diseño de Pavimento

Tabla 74 Ensayos de Materia Orgánica

SONDEO	MUESTRA	PORCENTAJE DE MATERIA ORGANICA (%)
S15	M2	2.2

FUENTE: Estudio de Suelos Para Diseño de Pavimento

Tabla 75 Ensayos Suelos Expansivos

SONDEO	MUESTRA	POTENCIAL DE EXPANSION
S12	M3	MARGINAL

GRUPO ALING S.A.S
RESPUESTA RÁPIDA, CALIDAD Y SERVICIO

FUENTE: Estudio de Suelos Para Diseño de Pavimento

Tabla 76 Ensayos de Sales Solubles

SONDEO	MUESTRA	CONTENIDO DE SALES SOLUBLES (%)
S15	M1	0.039

FUENTE: Estudio de Suelos Para Diseño de Pavimento

Tabla 77 Resultados CBR

TIPO DE CBR	ABSCISA	APIQUE	CBR 95%
ALTERADO	k122+000	1	6,3
ALTERADO	k122+250	2	5,8
INALTERADO	k122+500	3	6,4
ALTERADO	k122+750	4	5,2
ALTERADO	k123+000	5	6,1
ALTERADO	k123+250	6	5,7
INALTERADO	k123+500	7	4,7
ALTERADO	k123+750	8	4,1
ALTERADO	k124+000	9	3,9
ALTERADO	k124+250	10	4,6
INALTERADO	k124+500	11	5
ALTERADO	k124+750	12	8,3

FUENTE: Estudio de Suelos Para Diseño de Pavimento

Además, se tiene en cuenta la alternativa de Suelo – Cemento, el cual ayuda a mejorar las propiedades del suelo natural mediante la estabilización con cemento. Este proceso produce una mezcla más resistente y duradera, con las siguientes ventajas clave:

- Mejora la capacidad del suelo para soportar cargas al incrementar su resistencia a la compresión y al corte.
- Disminuye el índice de plasticidad, haciendo que el suelo sea menos sensible a cambios de humedad.
- Reduce el hinchamiento y la contracción en suelos arcillosos, minimizando problemas de asentamientos o grietas.
- Ayuda a mantener la forma y volumen del suelo bajo diferentes condiciones climáticas.
- Incrementa la impermeabilidad, reduciendo la erosión y los daños por acción del agua.

7.15 **DISEÑO GEOMÉTRICO**

Para la relación y optimización de costos y viabilidad del proyecto se estuvo en cuenta 2 alternativas en la cual la alternativa 1 Para los tramos en estudio se proyecta una calzada de 7.30 m, conformada por dos carriles de 3.65

GRUPO ALING S.A.S
RESPONSABILIDAD, CALIDAD
Y SERVICIO

metros y berma de 0.20 m a cada costado del carril. Para una plataforma de 7.70 m y la estructura se ve reflejada en la siguiente tabla

Tabla 78 Estructura de Pavimento

ABSCISA INI	ABSCISA FIN	MDC-19	MDC-25	BASE ESTABILIZADA	SUBBASE GRANULAR	RECICLADO	SUELO MEJORADO	TALUDEZ
K122+000	K124+600	0.075 M	0.10 M	0.18 M	0.25M	0.25 M	1*1.25 M	H:0: V:1

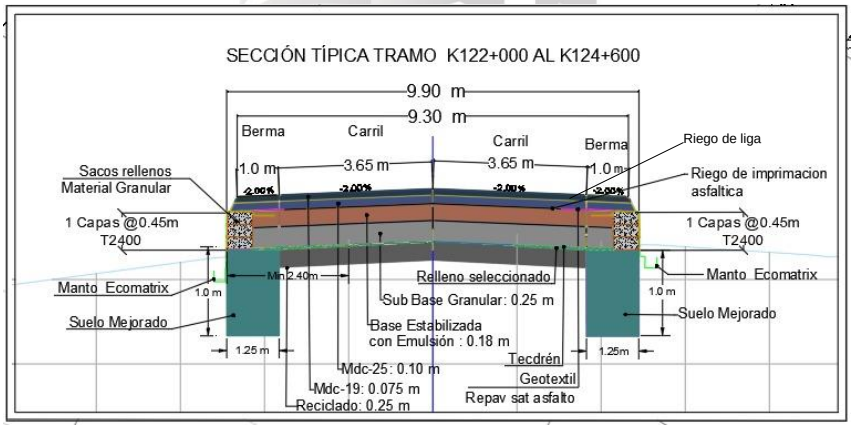
FUENTE: Diseño Geométrico

7.15.1 **SECCIÓN TRANSVERSAL ALTERNATIVA**

La sección transversal describe los elementos de la carretera en un plano normal a su eje.

Una vez terminados los alineamientos en planta, el trazado de rasantes y el cálculo de peraltes, se procede a la generación de las secciones transversales del proyecto.

IMAGEN 45 Sección Típica Tramo de Intervención



FUENTE: Diseño Geométrico

Para el tramo en estudio se proyecta una calzada de 7.30 m, conformada por dos carriles de 3.65 metros y berma de 0.20 m a cada costado del carril. Para una plataforma de 7.70 m.

Tabla 79 Parámetros Generales del Proyecto

PARAMETROS GENERALES DEL PROYECTO	
Categoría de la vía	Secundaria
Tipo de terreno	Plano
Velocidad de diseño	60 km/h
Radio mínimo	123 m
Longitud tramo	2600 m

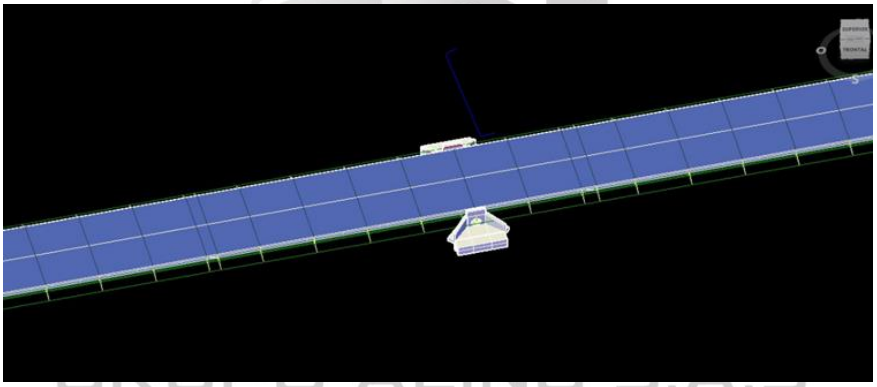
GRUPO ALINGS S.A.S
RESPONSABILIDAD, SALUDAD
NIT 901.408.350-4

PARAMETROS GENERALES DEL PROYECTO	
Peralte máximo	8 %
Ancho de Carril	3.65 m
Ancho de calzada	9.30 m
Ancho de Berma	1.0 m
Corona	9.30 m
TPD	1808 Vh/Dia
Gálibos	No Aplica
Vehículo de Diseño	C3-S2
Inclinación Transversal	2 %
Dimensión de la cuneta	No aplica
Taludes	H:0 V: 1
Curva Vertical	36 m
Curvas de Diseño	Espiral Circulo Espiral
Pendiente long mínima	0.3%
Pendiente Long. Máxima	0.5 %

FUENTE: Diseño Geométrico

7.15.2 **MODELADO OBRA EN EL CORREDOR**

IMAGEN 46 Modelación de Obras en el corredor



FUENTE: Diseño Geométrico

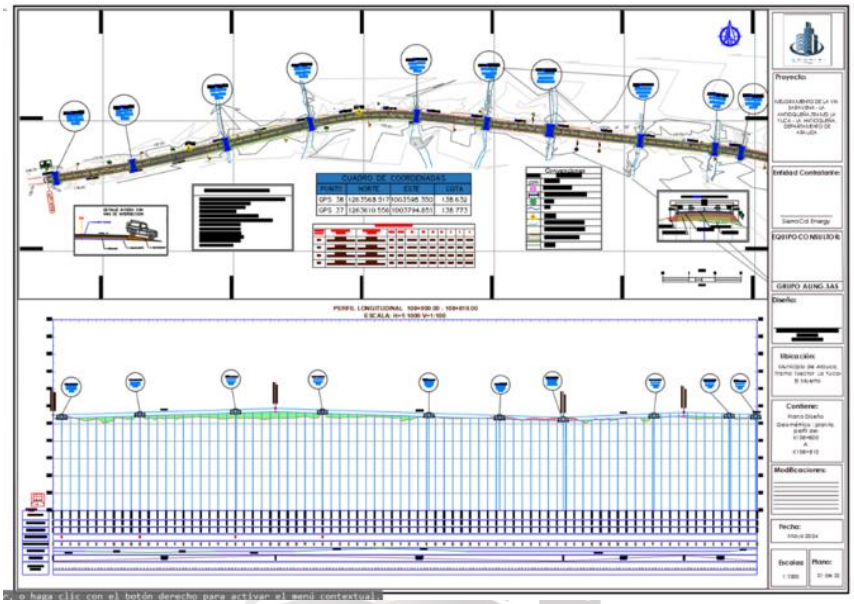
Se utilizó el archivo XML 2008 de parámetros del Instituto Nacional de Vías, el cual se carga en el software AutoCAD Civil 3d antes de iniciar con el diseño del alineamiento respectivo. Este archivo controla cada una de las restricciones y normas de diseño que contiene el manual de diseño geométrico de vías del INVIAS de 2008.

7.15.3 **ESQUEMAS PLANOS PLANTA PEFIL**

Se tiene en cuenta varios criterios como tipo de vía, velocidades, anchos de la calzada, trafico, anchos de bermas o cunetas, bombeos y peraltes, longitudes y radios mínimos de curva y tangentes, secciones transversales, y visibilidad de las curvas. Lo cual nos asegura que al finalizar la

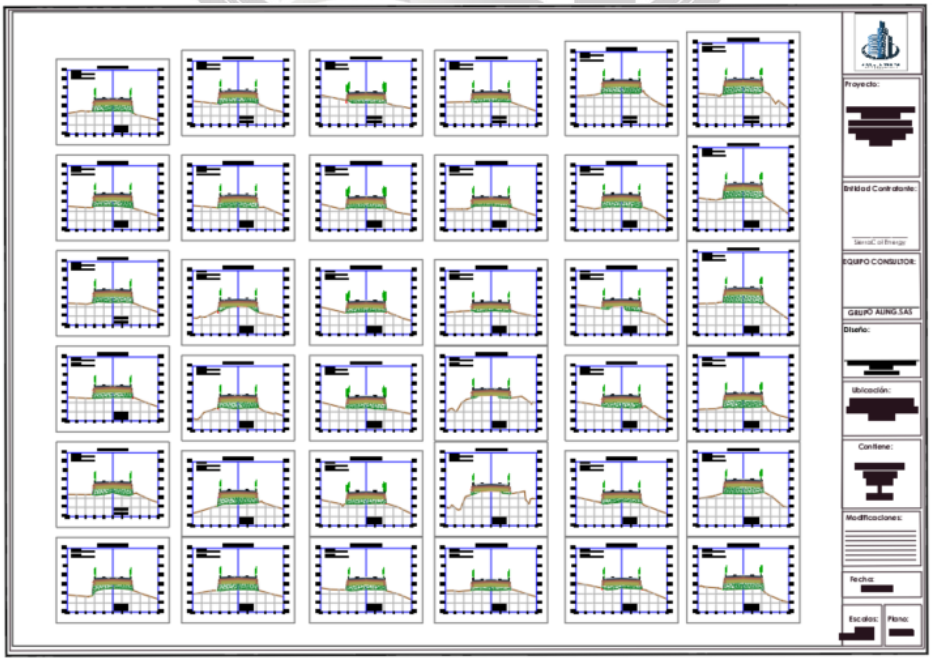
pavimentación del tramo de vía proyectado se contara con una vía diseñada con toda la normatividad vigente lo cual garantice la movilidad segura y eficiente para los usuarios.

IMAGEN 47 Esquematización planta perfil



FUENTE: Diseño Geométrico

IMAGEN 48 Esquema planos planta perfil diseño geométrico



FUENTE: Diseño Geométrico

NOTA: Se debe tener en cuenta que los abscisados finales de localización del proyecto no concuerdan con los abscisados iniciales presentados en la topografía puesto que las variaciones en los alineamientos inicial y final son significativos en este caso, ya que el nuevo alineamiento debe cumplir con la norma INVIAS 2008 en cuanto a radios mínimos principalmente se refiere.

GRUPO ALING S.A.S
RESPONSABILIDAD, CALIDAD
Y SERVICIO
NIT. 901.408.350-4

3146696570
alingsas1@gmail.com
Calle 150A #50-86 Bogotá D.C.

8 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

El cronograma muestra a detalle el tiempo de ejecución de las diferentes actividades proyectadas a ejecutar durante la construcción de la infraestructura para el tramo de intervención de la vía La Yuca-La Antioqueña.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES																											
ACTIVIDADES	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	MES 13	MES 14	MES 15	MES 16	MES 17	MES 18	MES 19	MES 20	MES 21	MES 22	MES 23	MES 24	MES 25	MES 26
ETAPA DE PREPARACIÓN DEL PROYECTO	X	X																								
ETAPA PRECONTRACTUAL			X	X	X	X	X																			
PERMISOS AMBIENTALES								X	X	X	X	X	X													
PRELIMINARES														X	X	X	X									
EXCAVACIONES Y RELLENOS																X	X	X								
ESTRUCTURA DE PAVIMENTO																	X	X	X							
CONSTRUCCION DE BOX CULVERT 1.0X1.0 m														X	X	X										
CONSTRUCCION DE BOX CULVERT 2.0X1.0 m														X	X	X	X									
CONSTRUCCION DE BOX CULVERT 2.0X1.0 m DOBLE														X	X	X	X									
SEÑALIZACION VIAL																			X							
PODA DE ÁRBOLES														X												
URBANISMO																		X	X							
INTERVENTORIA								X	X	X	X	X	X	X	X	X	X									
P.M.T												X	X	X	X	X	X	X	X	X						
P.A.G.A														X	X	X	X	X	X							
ACTUALIZACIÓN CARACTERIZACIÓN VIAL																				X						
ETAPA DE LIQUIDACIÓN																				X	X					
ETAPA DE CIERRE DEL PROYECTO																						X	X	X	X	X

GRUPO ALING S.A.S
RESPONSABILIDAD, CALIDAD
Y SERVICIO
NIT. 901.408.350-4

9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El mantenimiento periódico y rutinario de la vía vecinal permitirá poner a disposición de la población una eficiente infraestructura vial; el mismo que permitirá disminuir los costos operativos y de reparación de los vehículos, disminuirá el tiempo de transporte y ofrecerá una vía permanentemente transitable. De esta manera la población se verá beneficiada directamente por la reducción de costos y tiempos de transporte, permitiendo el acceso de mayores y mejores medios de transporte, con mayor capacidad de tonelaje para la carga y mejor comodidad para los pasajeros.
- Es de conocimiento que en muchas de las actividades a ejecutar durante el mantenimiento de una vía se pueden presentar peligros, tanto para los trabajadores como para los usuarios, por lo tanto, se deben implementar acciones que garanticen la seguridad de los mismos, verificando que, todos los trabajadores cuenten con los elementos de seguridad, los sitios de trabajo estén debidamente delimitados y aislados mediante señales de precaución o prevención.
- Se recomienda tener en cuenta durante la ejecución de las actividades a desarrollar, los aspectos de orden socio-ambiental, con el fin de evitar lo menos posible el impacto sobre los recursos naturales y del medio ambiente.
- Dentro del área de intervención se inventariaron 5 especies, que suman un área basal total de 0,6761m^2, y un volumen para el total de los individuos de 6,491m^3.
- En el área de estudio; no se observaron individuos forestales de las especies en amenaza, ni se evidenció la presencia significativa de especies epífitas, también se observó especies introducidas.
- Para la ejecución de las actividades de obra del presente proyecto, no es indispensable el cierre total de la vía, como se plantea en el documento se trabajará con cierre parcial de un carril, permitiendo así el tránsito vehicular con ello se busca reducir la cantidad de tiempo y la inconformidad de los usuarios regionales.
- Se recomienda llevar a cabo minuciosamente las actividades contempladas en el Pla de Manejo de Tránsito, para de esta manera garantizar la seguridad, comodidad y óptimas condiciones de transitabilidad de los usuarios de las vías.
- Según la clasificación del manual de diseño de Pavimentos Asfálticos en Vías con Medios y Altos Volúmenes de Tránsito Segunda Versión 2018, la vía a intervenir se clasifica en la categoría **NT2,** (entre 0.5 y

5.000.000 ejes equivalentes, para su periodo de diseño), con una designación de Rangos de Tránsito de **T3** (Entre 2.000.000 < N ≤ 3.500.000 ejes equivalentes), tal como se observa en las siguientes imágenes:

Categoría del proyecto	Categoría del tránsito	Nivel jerárquico de la información
Media	NT2 Entre 0.5 y 5 millones de ejes equivalentes de 80kN en el carril de diseño	Nivel 2 o 3
Alta	NT3 (Más de 5 millones de ejes equivalentes de 80kN en el carril de diseño)	Nivel 1 o 2

Designación de rangos de tránsito	Rangos de tránsito en ejes equivalentes
T1	500000 < N ≤ 1000000
T2	1000000 < N ≤ 2000000
T3	2000000 < N ≤ 3500000
T4	3500000 < N ≤ 5000000
T5	5000000 < N ≤ 10000000
T6	10000000 < N ≤ 15000000
T7	15000000 < N ≤ 20000000
T8	20000000 < N ≤ 30000000
T9	30000000 < N ≤ 40000000

- La programación y el control de la obra son esenciales para garantizar su correcta ejecución. Si se descuidan o no se establecen objetivos claros, el riesgo de desviaciones aumenta significativamente, lo que puede resultar en retrasos o una disminución en la calidad de los trabajos. Para lograr un control de calidad efectivo, es imprescindible disponer de todos los anexos técnicos del proyecto de manera completa y actualizada. Estos incluyen los planos, especificaciones, procesos de trabajo, presupuesto detallado, y todos los documentos normativos relacionados con la legalidad de la construcción, tales como permisos, licencias de construcción y certificaciones necesarias. Solo mediante una planificación rigurosa y un control constante se puede asegurar que la obra se lleve a cabo dentro de los plazos establecidos, con la calidad requerida y en cumplimiento con todas las normativas vigentes.

El presente documento se expide a los 06 día del mes de marzo de 2025.

JHONATAN LEONARDO ALARCÓN ANTOLINEZ
Ingeniero Civil
T.P. 54202-356597 NTS

GRUPO ALINGSAS S.A.S
RESPONSABILIDAD, CALIDAD Y SERVICIO
NIT 901466.336-4