

**AUXILIAR DE INGENIERIA EN LA CONSTRUCCION DE UN TRAMO DE
PRUEBA USANDO GEOTEXTILES, GEOCELAS Y ECOBASE (RCD)**

**OBRA: TRAMO DE PRUEBA ALTERNATIVAS INNOVADORAS EN
INFRAESTRUCTURA VIAL RURAL DEL CDT VIAL DEL CAUCA**



**PRESENTADO POR:
JUAN MANUEL DELGADO**

**ANTEPROYECTO PARA EL TRABAJO DE GRADO MEDIANTE LA
MODALIDAD DE PRÁCTICA PROFESIONAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
POPAYÁN
2025**

**AUXILIAR DE INGENIERIA EN LA CONSTRUCCION DE UN TRAMO DE
PRUEBA USANDO GEOTEXTILES, GEOCELAS Y ECOBASE (RCD)**

**OBRA: TRAMO DE PRUEBA ALTERNATIVAS INNOVADORAS EN
INFRAESTRUCTURA VIAL RURAL DEL CDT VIAL DEL CAUCA**



PRESENTADO POR: JUAN MANUEL DELGADO

CODIGO: 100419010962

DIRECTOR: ING. DIEGO FELIPE ACEVEDO

**ANTEPROYECTO PARA EL TRABAJO DE GRADO MEDIANTE LA
MODALIDAD DE PRÁCTICA PROFESIONAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
POPAYÁN**

2025

CONTENIDO.

1. INTRODUCCION.	9
2. JUSTIFICACIÓN.	10
3. OBJETIVOS.	11
3.1. OBJETIVO GENERAL.	11
3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	11
4. ENTIDAD RECEPTORA.	12
4.1. PROYECTOS EJECUTADOS.	13
5. GENERALIDADES DEL PROYECTO.	14
5.1. LOCALIZACION DEL PROYECTO.	15
5.2. DESCRIPCION DEL PROYECTO.	16
6. METODOLOGIA.	20
7. MARCO TEORICO.	21
8. CUMPLIMIENTO DEL PLAN DE TRABAJO.	23
8.1 Plan de Manejo de Tránsito:	23
8.2 Intervención Técnica por Tramos.	26
8.3 Tramo 1.	26
8.3.1 Excavación y preparación de la subrasante.	28
8.3.2 Instalación del Geotextil.	34
8.3.3 Instalación y compactación de Material de Mejoramiento y Afirmado.	36
8.4 Tramo 2.	41
8.4.1 Excavación y Preparación de Subrasante.	43
8.4.2 Instalación y Compactación de material de afirmado, espesor 0.24m-Subtramo 1.	45
8.4.3 Instalación de Geoceldas-Subtramo 2.	48
8.4.4. Instalación de RCD – TRAMO 2.	54
8.5. Tramo 3.	57
8.5.1. Excavación y preparación de la subrasante – Tramo 3.	58
8.5.2. Instalacion de Geotextil-Tramo 3.	60
8.5.3 Instalación de la capa de afirmado – Subtramo 1 del Tramo 3.	63
8.5.4. Instalación de Geoceldas Subtramo 2 - Tramo 3.	65
8.5.5. Instalación de Ecobase (RCD) – Tramo 3.	70

8.6 Hidratación y acabado superficial de capas – “Sello”	72
8.7. Cunetas	77
8.8. Instalación de Tratamiento Superficial Doble (TSD)	81
8.9 Implementación de Elementos de Seguridad Vial y Señalización	90
8.10 Ensayos de laboratorio y control de calidad	91
8.11. Disposición final de material: Botadero y centro de acopio de residuo	95
8.12. Tramos de transición y mantenimiento vial durante la obra	97
8.13. Imprevistos y problemáticas durante la ejecución del proyecto	100
8.14. Control de Equipos y Registro de Rendimientos	103
8.15. Control y Seguimiento de Material. – Asistencia en Memoria de Cantidades	104
8.16. Acompañamiento y Socialización Técnica del Proyecto	107
8.17. Seguimiento y análisis del cronograma de obra (Project)	108
9. CONCLUSIONES	112
10. RECOMENDACIONES	114
11. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	115
12. ANEXOS	117

TABLA DE FIGURAS.

Figura 1. Logo de la Entidad Receptora	12
Figura 2. Imagen Satelital del tramo a intervenir	15
Figura 3. Imagen Satelital de los Tramos a intervenir.	16
Figura 4. Sección completa del proyecto.	17
Figura 5. Estructura de mejoramiento - Sección Transversal Tramo 1.....	18
Figura 6. Estructura de mejoramiento - Sección Transversal Tramo 2	18
Figura 7. Estructura de mejoramiento - Sección Transversal Tramo 3.....	19
Figura 8. Sección Transversal Tramo 3.....	20
Figura 9. Esquema típico para cierre total de vía y sus respectivas distancias.	24
Figura 10. Pendón informativo Suspendido	25
Figura 11. Señales Preventivas de Obra.	25
Figura 12. Identificación Tramo 1: K14+650 - K14+743.	27
Figura 13. Estructura del mejoramiento y Sección Transversal - Tramo 1	27
Figura 14. Delimitación de Bordes Laterales para Excavación.	28
Figura 15. Retroexcavadora utilizada para la excavación.....	29
Figura 16. Falla Mecánica en Retroexcavadora	30
Figura 17. Verificación topográfica de niveles durante excavación.	31
Figura 18. Excavación hasta nivel de subrasante.	31
Figura 19. Excavación Tramo 1.....	32
Figura 20. Excavación y preparación de Subrasante.	32
Figura 21. Retiro de Material Organico.	33
Figura 22. Descargue de afirmado para reemplazo de material inestable en subrasante.....	33
Figura 23. Geotextil Tejido T2400.....	34
Figura 24. Sección transversal del geotextil T-2400 para instalación.	34
Figura 25. Instalación del geotextil T-2400 sobre subrasante.....	35
Figura 26. Descarga y distribución del mejoramiento granular sobre geotextil instalado.....	36
Figura 27. Acopio y distribución de material de mejoramiento.	37
Figura 28. Distribución de Material y Chequeo de espesores.....	37
Figura 29. Compactación Capa de 0.10m de Mejoramiento sobre Geotextil.	38
Figura 30. Nivelación del afirmado con motoniveladora y apoyo topográfico.	39
Figura 31. Compactación de Afirmado, Capa 0.25m.	40
Figura 32. Finalización de la estructura vial del Tramo 1 con geotextil, mejoramiento y afirmado.	41
Figura 33. Identificación Tramo 2: K14+983,4 - K15+174,4.....	42
Figura 34. Estructura del Mejoramiento y Secciones Transversales - Tramo 2.....	42
Figura 35. Excavación inicial de subrasante con motoniveladora – Tramo 2.	43
Figura 36. Excavación puntual para retiro de material no apto en subrasante – Zona A.....	44
Figura 37. Excavación puntual para retiro de material no apto en subrasante – Zona B.	44
Figura 38. Imagen Satelital: Subtramo 1 - Tramo 2.....	45
Figura 39. Descargue de Material tipo Afirmado Tramo 2.....	46
Figura 40. Nivelación y Distribución de Material tipo Afirmado tipo Afirmado, Tramo 2	46

Figura 41. Compactación Material Tipo Afirmado Tramo 2.	47
Figura 42. Revisión topográfica del espesor y bombeo en afirmado del Tramo 2	47
Figura 43. Imagen Satelital: Subtramo 2 - Tramo 2.	48
Figura 44. Despliegue y preparación de geoceldas para su instalación en calzada	49
Figura 45. Pines plásticos de unión para Geoceldas.	49
Figura 46. Instalación de Geoceldas Tramo 2.	50
Figura 47. Instalacion y Unión mediante Pines entre paneles de Geoceldas.....	51
Figura 48. Instalación de Geoceldas en curva-Tramo 2.....	52
Figura 49. Instalación de Geoceldas en curva-Tramo 2.....	52
Figura 50. Vertimiento de Material en Geoceldas	53
Figura 51. Compactacion de Material en Geoceldas.....	54
Figura 52. Imagen Satelital: Subtramo 3 - Tramo 2.	54
Figura 53. Instalación y Conformación de Material tipo RCD	55
Figura 54. Instalación y Nivelación de Material tipo RCD con Motoniveladora.....	55
Figura 55. Seguimiento y Compactación de Material tipo RCD.....	56
Figura 56. Identificación Tramo 3: K15+371,4 - K15+650.....	57
Figura 57. Estructura del Mejoramiento y Secciones Transversales -Tramo 3.....	58
Figura 58. Excavación y Nivelación de Subrasante-Tramo 3.....	59
Figura 59. Retiro de Material No apto para Subrasante.....	59
Figura 60. Reemplazo de material no apto para Subrasante.....	60
Figura 61. Instalación de Geotextil-Tramo 3.	61
Figura 62. Instalación y verificación de Traslazo en Geotextil.....	61
Figura 63. Distribución e Instalación de capa de Material tipo Mejoramiento sobre geotextil.	62
Figura 64. Nivelación y distribución de material tipo Mejoramiento con Motoniveladora.	63
Figura 65. Imagen Satelital: Subtramo 1 - Tramo 3.	64
Figura 66. Instalación Capa afirmado sobre Geotextil.	64
Figura 67. Compactación Material tipo Afirmado primer subtramo-Tramo 3.....	65
Figura 68. Imagen Satelital: Subtramo 2 - Tramo 3.....	65
Figura 69. Instalación de Geoceldas Tramo 3	66
Figura 70. Instalación Geoceldas Tramo 3.	67
Figura 71. Llenado de Material tipo Afirmado en Geoceldas-Tramo 3	68
Figura 72. Nivelación Material Tipo Afirmado en Geoceldas.	69
Figura 73. Compactacion de material Afirmado en Geoceldas-Tramo 3	69
Figura 74. Imagen Satelital: Subtramo 3 - Tramo 3.	70
Figura 75. Instalación y Nivelación de Ecobase (RCD)- Tramo 3	71
Figura 76. Compactación material tipo RCD-Tramo 3.....	71
Figura 77. Hidratacion de material tipo Ecobase (RCD).	72
Figura 78. Hidratación de material para su respectivo Sello.	73
Figura 79. Hidratación y acabado superficial de capas.....	73
Figura 80. Capa Estructural Tramo 1: K14+650 - K14+743.	74
Figura 81. Capa estructural -Tramo 2: K14+983,4 y K15+174,4	75
Figura 82. Capa estructural -Tramo 2: K14+983,4 - K15+174,4.....	75
Figura 83. Capa estructural-Tramo 3: K15+371,4 - K15+650.....	76
Figura 84. Capa estructural-Tramo3: K15+371,4 - K15+650.....	76
Figura 85. Diseño estructural de cunetas.....	77

Figura 86. Delimitación y Excavación para Cunetas.	78
Figura 87. Armado de Acero para cunetas y Chequeo de separaciones de estribos.	78
Figura 88. Encofrado e instalación de acero de refuerzo para Cunetas.	79
Figura 89. Vaciado de concreto en Cunetas.	79
Figura 90. Detalle constructivo: Conformación de cunetas	80
Figura 91. Conformación final de Cunetas.	80
Figura 92. Limpieza y Preparación de la calzada para Imprimación.	81
Figura 93. Instalacion de Imprimación.	82
Figura 94. Imprimación.	82
Figura 95. Instalación de Tratamiento Superficial Doble - Capa 3/4.	83
Figura 96. Instalación de Tratamiento Superficial Doble - Acompañamiento de Vibrocompactador	84
Figura 97. Instalación de TSD - Capa 3/8	84
Figura 98. Vertimiento manual de asfalto modificado.	85
Figura 99. Aplicación manual de material y asfalto modificado para corrección superficial	86
Figura 100. Seguimiento térmico del tratamiento superficial doble mediante dron.	87
Figura 101. Tratamiento Superficial Doble – Tramo 2: K14+983,4 y K15+174,4	87
Figura 102. Tratamiento Superficial Doble - Tramo 2: K14+983,4 y K15+174,4.	88
Figura 103. Tratamiento Superficial - Tramo 2: K14+983,4 y K15+174,4.	88
Figura 104. Tratamiento Superficial Doble - Tramo 3: K15+371,4 - K15+650.	89
Figura 105. Tratamiento Superficial Doble - Tramo 3: K15+371,4 - K15+650.	89
Figura 106. Instalación de Defensas Metálicas Viales tipo Guardavías.	90
Figura 107. Instalación de Señales de Tránsito.	91
Figura 108. Cono de Arena Tramo 3: K15+371,4 - K15+650.	92
Figura 109. Resistencia del Concreto – Cilindros Tramo 2 y 3: K15+076,4 - K15+650.	94
Figura 110. Chequeo de Espesores.	95
Figura 111. Centro de Acopio de Residuos - Imagen Satelital.	96
Figura 112. Centro de Acopio de Material de Excavación.	97
Figura 113. Deterioro Vial por Tránsito Pesado y de Maquinaria.	98
Figura 114. Instalación de Material Granular para Reparación.	99
Figura 115. Reparación y Estado Final de Calzada.	99
Figura 116. Condiciones Climáticas Adversas en la Obra	100
Figura 117. Condiciones del Terreno Tras Lluvias y Tareas de Recuperación Vial.	101
Figura 118. Problemas en la Instalación de TSD.	102
Figura 119. Fallas mecánicas en equipo dispuesto para instalación de TSD.	102
Figura 120. Socialización del Proyecto - SENA	107
Figura 121. Socialización del Proyecto - Estudiante Extranjero.	108
Figura 122. Programación del Proyecto – Project.	109
Figura 123. Diseño geométrico - Planta.	111

LISTA DE TABLAS.

Tabla 1. Generalidades del Proyecto.....	14
Tabla 2. Coordenadas Magna Sirgas de Localización del Proyecto.....	15
Tabla 3. Estructura de Informe de Densidades - Cono de Arena.	92
Tabla 4. Estructura de Informe de Densidades - Cono de Arena.	93
Tabla 5. Estructura de Informe de ensayo de Compresión de Concreto.	94
Tabla 6. Control de Maquinaria – Retrocargador.	103
Tabla 7. Control de Maquinaria - Volqueta 7m ³	103
Tabla 8. Control de Maquinaria - Vibrocompactador.	104
Tabla 9. Control de Maquinaria – Motoniveladora.	104
Tabla 10. Control y Seguimiento de Material.	105
Tabla 11. APU - Acero de Refuerzo 3/8"	106
Tabla 12. Cantidad Real Acero 3/8" usada en el Proyecto.	106
Tabla 13. Cartera de Diseño.	110

1. INTRODUCCION.

En Colombia, la implementación de nuevas tecnologías en el sector de la infraestructura vial ha marcado un cambio significativo en la manera en que se diseñan y construyen las vías, optimizando su rendimiento y sostenibilidad. La necesidad de mejorar la conectividad en zonas rurales y terciarias ha llevado al desarrollo e incorporación de soluciones innovadoras, enfocadas en mejorar la calidad del suelo y la resistencia de las estructuras viales. Materiales y técnicas como el uso de geotextiles, geoceldas y ecobases provenientes de residuos de construcción y demolición (RCD) están revolucionando la ingeniería de pavimentos, proporcionando alternativas más duraderas, eficientes y sostenibles.

El presente trabajo de grado se enfoca en la practica como pasante en la empresa VIVAS PERAFAN S.A.S perteneciente al CONSORCIO VIAL UNICAUCA 2024 en el marco del proyecto "Conformación de un Centro de Desarrollo Tecnológico para la Innovación de la Infraestructura Vial en el Departamento del Cauca", el cual tiene como objetivo la construcción de un tramo de prueba de 1 km en la vía Morinda (Cruce Ruta 25KAB) - Santa Rosa - La Tetilla - La Meseta, con el fin de evaluar el desempeño de tecnologías innovadoras para el mejoramiento del suelo y la estabilidad estructural de la vía. Para ello, se han definido diferentes tramos experimentales que incluyen la implementación de geotextiles, geoceldas y ecobases con tratamiento superficial de emulsión asfáltica modificada con caucho reciclado.

Este proyecto representa una oportunidad única para aplicar y validar en campo soluciones tecnológicas que pueden transformar el diseño y mantenimiento de las vías terciarias en Colombia. La intervención no solo busca optimizar la resistencia y durabilidad de los materiales utilizados, sino también reducir costos de mantenimiento y promover el uso de materiales reciclados en la construcción vial. Como parte de la experiencia profesional, el estudiante participará activamente en el proceso de ejecución de la obra, colaborando en tareas de supervisión, control de calidad y seguimiento de los ensayos que permitirán evaluar el comportamiento de cada tecnología implementada.

2. JUSTIFICACIÓN.

La infraestructura vial es un pilar fundamental para el desarrollo económico y social de cualquier región, permitiendo la conectividad entre comunidades, el acceso a bienes y servicios, y el fortalecimiento de la competitividad regional. En el departamento del Cauca, la red vial terciaria es clave para la movilidad de las poblaciones rurales, sin embargo, enfrenta múltiples desafíos debido a la baja capacidad estructural del suelo, condiciones climáticas adversas y el tráfico constante de vehículos de carga ligera y pesada.

En este contexto, el presente anteproyecto se enmarca en la necesidad de evaluar y validar tecnologías innovadoras para el mejoramiento y estabilización de suelos en vías terciarias, con el objetivo de optimizar su desempeño estructural y prolongar su vida útil. En colaboración con el CONSORCIO VIAL UNICAUCA 2024 la construcción del tramo de prueba de 1 km, ubicado en la vía Morinda (Cruce Ruta 25KAB) - Santa Rosa - La Tetilla - La Meseta, permitirá analizar el comportamiento de alternativas tecnológicas como geotextiles, geoceldas y ecobase (material reciclado de residuos de construcción y demolición - RCD), además de la aplicación de asfaltos modificados con grano de caucho reciclado para tratamientos superficiales.

Este proyecto no solo responde a una necesidad de infraestructura, sino que también promueve la sostenibilidad en la construcción y mejoramiento vial, al emplear materiales reciclados y soluciones que disminuyen el impacto ambiental y reducen costos de mantenimiento. La implementación de estas tecnologías busca mejorar la capacidad portante de la vía, facilitar la evacuación de aguas y minimizar problemas como la erosión y deformaciones prematuras.

Asimismo, representa una oportunidad de formación práctica para los estudiantes de Ingeniería Civil, permitiéndoles aplicar conocimientos teóricos en situaciones reales, desarrollar habilidades en la gestión de proyectos viales, control de calidad de materiales y monitoreo del desempeño estructural.

3. OBJETIVOS.

3.1.OBJETIVO GENERAL.

- Reforzar y aplicar conocimientos en el mejoramiento de vías terciarias implementando tecnologías innovadoras, como el uso de geotextiles, geoceldas y ecobases, desempeñando el rol de Auxiliar de Ingeniería en los procesos técnicos de desarrollo y construcción en la obra de un tramo de prueba de 1 km de vía del contrato “Conformación de un Centro de Desarrollo Tecnológico para la Innovación de la Infraestructura Vial en el Departamento del Cauca”

3.2.OBJETIVOS ESPECIFICOS.

- Realizar el seguimiento y control de la construcción del tramo de prueba, verificando la implementación de geotextil, geoceldas y ecobases.
- Supervisar y registrar los procesos constructivos del tramo de prueba de 1 km, asegurando la correcta implementación de tecnologías innovadoras en infraestructura vial, de acuerdo con la normativa vigente y el cumplimiento de los estándares de calidad, para optimizar el desempeño y sostenibilidad de la vía terciaria intervenida en el Departamento del Cauca.
- Documentar el Control de los equipos de obra, verificación de rendimientos y volúmenes de entrada y salida de material

4. ENTIDAD RECEPTORA.

El Proyecto de CENTRO DESARROLLO TECNOLOGICO CDT Vial tiene como objetivo transformar la infraestructura vial rural del Departamento del Cauca mediante la implementación de tecnologías innovadoras y sostenibles, con el fin de mejorar la durabilidad y eficiencia de las vías terciarias. Entre los propósitos del CDT esta la realización de un tramo donde se aplican diferentes alternativas de construcción y se le realice el seguimiento.

A través de la construcción de este tramo de prueba de 1 km, se evaluará el desempeño de soluciones como geotextiles, geoceldas, ecobase y asfaltos modificados, permitiendo analizar su viabilidad para futuras aplicaciones en la región.

Para el desarrollo de este proyecto, se cuenta con la participación de la Constructora VIVAS PERAFÁN INGENIERÍA S.A.S. en el CONSORCIO VIAL UNICAUCA 2024, una empresa con amplia trayectoria en la contratación y consultoría de proyectos arquitectónicos y civiles. La compañía se destaca en estudios, diseños y ejecución de obras de infraestructura, garantizando calidad, eficiencia y cumplimiento de estándares técnicos y normativos. Su compromiso con la innovación y sostenibilidad la convierte en un aliado estratégico para la implementación de soluciones avanzadas en infraestructura vial.

Figura 1. Logo de la Entidad Receptora



Fuente: VIVAS PERAFAN INGENIERIA S.A.S

Razón social: VIVAS PERAFAN INGENIERIA S.A.S

NIT: 9016911254

Representante legal: FABIAN ANDRES VIVAS CEBALLOS

Cédula del representante: 10498268 expedida en Santander de Quilichao (Cauca)

Dirección: Calle 4 A No. 9-47, Oficina; 13-Popayán Cauca

Celular: 3166196581

Correo electrónico: fabian81882@hotmail.com

Actividad económica de la empresa: Proyectos de construcción.

4.1.PROYECTOS EJECUTADOS.

VIVAS PERAFÁN INGENIERÍA S.A.S. ha liderado proyectos de infraestructura vial enfocados en mejorar la movilidad y el desarrollo regional. A continuación, se destacan algunas de sus intervenciones:

- **CONTRATO DE INTERVENTORIA No. CINT-307-2022**
CONTRATISTA INTERVENTOR: CONSORCIO DUO
Interventoría técnica, administrativa, financiera y ambiental para la construcción de pavimento hidráulico en la calle 18 y 19 lado derecho, con reposición de 70 mil de alcantarillado sanitario, entre carreras 21 y 22 del municipio de Timbío
- **CONTRATO DE OBRA No. 223-2023**
CONTRATISTA: CONSORCIO MINGO 2023
Mejoramiento de un tramo de la vía Perico Negro- Mingo del municipio de Guachené cauca
- **CONTRATO DE OBRA No. LP-VALLE-ELCERRITO-0006-2023**
CONTRATISTA: CONSORCIO OBRAS CERRITO – VALLE
Mejoramiento de las condiciones de habitabilidad para satisfacer las necesidades básicas de funcionamiento de un espacio digno para los habitantes del Municipio de El Cerrito. Valle del Cauca.
- **CONTRATO DE OBRA No. 089 – 2014**
CONTRATISTA: FABIAN ANDRES VIVAS CEBALLOS
Realizar obras de complementación vial en la via 37cc 02 Belalcazar, Boquero, La Hondura, Rio chiquito k0+000, Municipio de Paez, Departamento del Cauca, por el sistema de precios unitarios sin precio de reajuste.

5. GENERALIDADES DEL PROYECTO.

En la **Tabla 1** se recopila la información general del proyecto:

Tabla 1. Generalidades del Proyecto.

CONTRATANTE:	UNIVERSIDAD DEL CAUCA
CONTRATISTA:	CONSORCIO VIAL UNICACA 2024
REPRESENTANTE LEGAL:	FABIAN ANDRES VIVAS CEBALLOS C.C. 1.049.8268
CONTRATO:	CONTRATO DE OBRA PUBLICA NO. 031 DE 2024
LOCALIZACION:	LA EJECUCIÓN DE LA OBRA EN LA VEREDA SAN RAFAEL VÍA MORINDA (CRUCE RUTA 25KAB) - SANTA ROSA - LA TETILLA - LA MESETA. L=1 KM ENTRE EL K14+650 - K15+650. UBICADA EN EL MUNICIPIO DE POPAYÁN.
OBJETO:	CONSTRUCCION DE UN TRAMO DE PRUEBA DE UN KILOMETRO(1KM) DE VIA PARA LA COMPROBACION EN ENTORNO REAL DE LAS ALTERNATIVAS TECNOLOGICAS SELECCIONADAS, EN EL MARCO DE LA EJECUCION DEL PROYECTO DENOMINADO " CONFORMACION DE UN CENTRO DE DESARROLLO TECNOLOGICO PARA LA INNOVACION DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL EN EL DEPARTAMENTO DEL CAUCA"

Fuente: Elaboración Propia.

5.1.LOCALIZACION DEL PROYECTO.

La ejecución de la Obra en la Vereda San Rafael vía Morinda (cruce ruta 25kab) - Santa Rosa - la Tetilla - La Meseta. L=1 KM entre el K14+650 - K15+650. Ubicada en el Municipio de Popayán.

A continuación, en la **Tabla 2** se detalla las coordenadas Magna Sirgas del proyecto:

Tabla 2. Coordenadas Magna Sirgas de Localización del Proyecto.

Coordenadas de Localizacion			
PUNTO	Abscisa	EJE	
	m	N	E
INICIO	K14+650.00	770.956,245	1.043.529,488
FIN	K15+650.00	770.493,373	1.043.157,105

Fuente: Elaboración Propia.

En la **Figura 2** se puede observar la vista satelital de los tramos a intervenir:

Figura 2. Imagen Satelital del tramo a intervenir



Fuente: Adaptación a partir de Google Earth.

Finalmente, en la **Figura 3** se observa los tres tramos que constituyen todo el proyecto:

Figura 3. Imagen Satelital de los Tramos a intervenir.



Fuente: Adaptación a partir de Google Earth.

5.2.DESCRIPCION DEL PROYECTO.

El Proyecto CDT Vial tiene como objetivo la mejora de la infraestructura vial terciaria en el Departamento del Cauca mediante la implementación de tecnologías innovadoras y sostenibles. Para ello, se llevará a cabo la construcción de un tramo de prueba de 1 km ubicado entre los K14+650 y K15+650 de la vía Morinda - Santa Rosa - La Tetilla - La Meseta. Este tramo se divide en tres secciones principales, intercaladas con zonas de transición, donde se evaluará el desempeño de diferentes técnicas y materiales para el mejoramiento de suelos y pavimentación.

El diseño de la composición de cada tramo del proyecto se puede observar en la **Figura 4**:

Figura 4. Sección completa del proyecto.

TRAMO 1 K14+650 - K14+743			TRANSICION		TRAMO 2 K14+983.3 - K15+262						TRANSICION		TRAMO 3 K15+371 - K15+650					
K14+650 K14+743,0 K14+743,0			K14+983,4 K14+983,4		K15+076,4 K15+076,4		K15+169,4 K15+169,4		K15+262,4 K15+262,4		K15+371,4 K15+371,4		K15+464,4 K15+464,4		K15+557,4 K15+557,4		K15+650	
L = 93 m			L = 240,4 m		L = 93 m		L = 93 m		L = 93 m		L = 109 m		L = 93 m		L = 93 m		L = 93 m	
espesor (m)	Capa	espesor (m)	Capa	espesor (m)	Capa	espesor (m)	Capa	espesor (m)	Capa	espesor (m)	Capa	espesor (m)	Capa	espesor (m)	Capa	espesor (m)	Capa	
0,25 Afirmado		Rodadura existente		Tratamiento superficial doble Modificado						Rodadura existente		Tratamiento superficial doble Modificado						
0,24 Afirmado				0,21 Afirmado + Geocelda		0,21 Ecobase - RCD		0,24 Afirmado				0,21 Afirmado + Geocelda		0,21 Ecobase - RCD				
0,1 Mejoramiento + Geotextil												0,1 Mejoramiento + Geotextil		0,1 Mejoramiento + Geotextil		0,1 Mejoramiento + Geotextil		

Tramo

Abscisa

Longitud

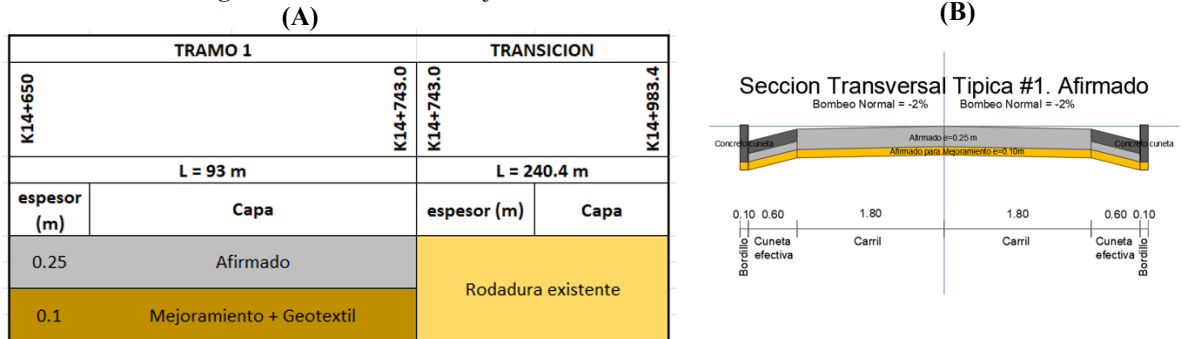
Tipo de Composición

Fuente: Socialización Tramo de Prueba CONSORCIO VIAL UNICAUCA 2024

El diseño de la sección transversal se compone de las siguientes tecnologías:

En el Tramo 1 (K14+650 - K14+743) se trabajará a nivel de Subrasante con un Mejoramiento del suelo con geotextil y una capa de 0,10 m de material granular, sobre la cual se colocará una Base de afirmado con un espesor de 0,25 m. La estructura del mejoramiento(A) y la sección transversal del tramo(B) se puede apreciar en la **Figura 5**:

Figura 5. Estructura de mejoramiento - Sección Transversal Tramo 1.

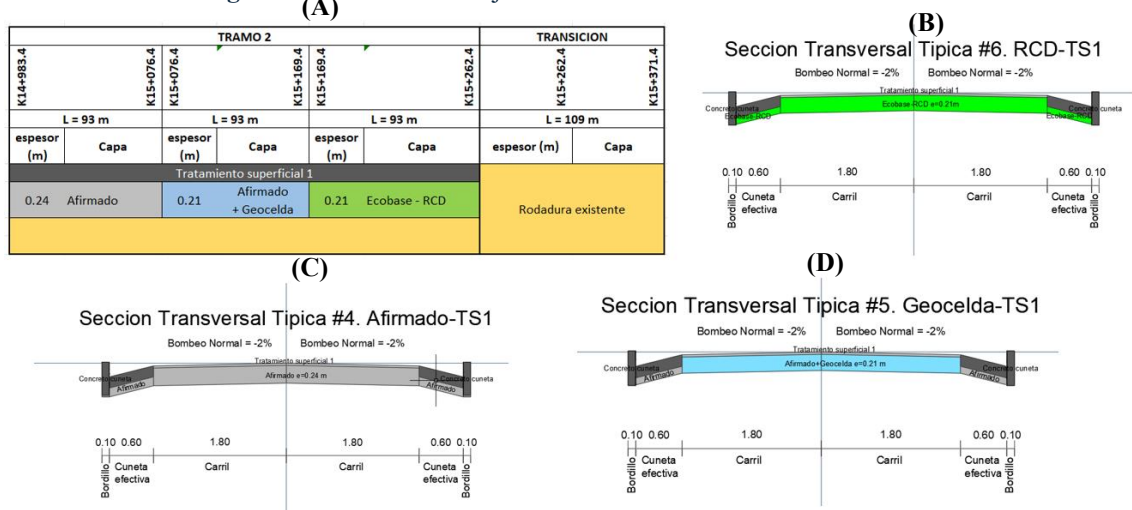


Fuente: Socialización Tramo de Prueba CONSORCIO VIAL UNICAUCA 2024.

En el Tramo 2 (K14+983.3 - K15+262) el mejoramiento se desarrollara en segmentos de 93m de longitud, los primeros 93m constan de una Base de afirmado con un espesor de 0,24 m, en la segunda sección se trabajara un espesor 0.21m de Base de Afirmado reforzado con geoceldas, y para la parte final del tramo se cuenta con una ecobase proveniente de residuos de construcción y demolición (RCD) con un espesor de 0,21m; sobre las tres secciones se realizara un Tratamiento superficial doble modificado (Emulsión Asfáltica) con asfalto que incorpora grano de caucho reciclado.

La estructura del mejoramiento(A) y las secciones transversales correspondientes a cada estructura que compone a este tramo (B, C Y D) se contempla en la **Figura 6**:

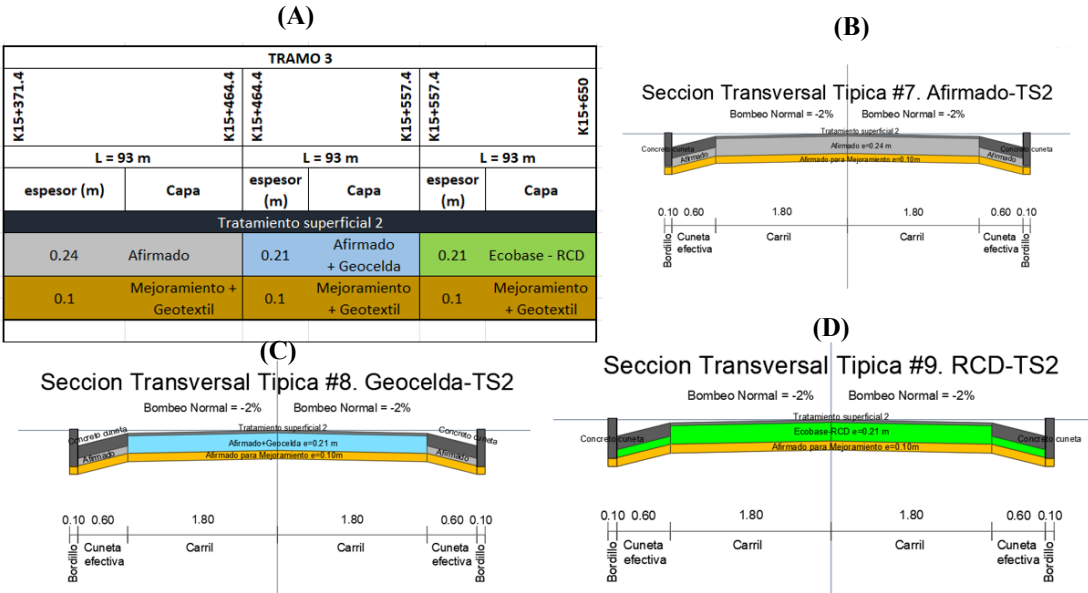
Figura 6. Estructura de mejoramiento - Sección Transversal Tramo 2



Fuente: Socialización Tramo de Prueba CONSORCIO VIAL UNICAUCA 2024

Para el Tramo 3 (K15+371 - K15+650) el proyecto cuenta nuevamente con 3 secciones de 93m, en la primera parte se tiene una Base de afirmado de 0.1m de espesor sobre geotextil, para el segundo intervalo se considera un espesor 0.21m de Base de Afirmado reforzado con geoceldas, y en el segmento final se tiene una Base de afirmado de 0.1m de espesor sobre geotextil sobre la cual se constituye una Capa en combinación con Ecobase-RCD (material reciclado de construcción y demolición), con un espesor de 0,21 m; sobre las tres secciones (B, C Y D) se realizara un Tratamiento superficial doble modificado (Emulsión Asfáltica) con asfalto que incorpora grano de caucho reciclado, como se aprecia en la **Figura 7** :

Figura 7. Estructura de mejoramiento - Sección Transversal Tramo 3.



Fuente: Socialización Tramo de Prueba CONSORCIO VIAL UNICAUCA 2024

Las zonas de transición entre los tramos consisten en la rodadura existente, permitiendo una evaluación comparativa de los métodos aplicados.

6. METODOLOGIA.

El desarrollo de la práctica profesional se llevó a cabo en la empresa VIVAS PERAFÁN INGENIERÍA S.A.S., integrante del Consorcio Vial UNICAUCA 2024, contratista responsable de la ejecución del proyecto “Conformación de un Centro de Desarrollo Tecnológico para la Innovación de la Infraestructura Vial en el Departamento del Cauca”. En este marco, el pasante desempeñó el rol de Auxiliar de Ingeniería, aplicando los conocimientos adquiridos durante su formación académica y contribuyendo a la ejecución técnica del tramo de prueba de 1 km de vía en condiciones reales de operación.

Como requisito académico, la práctica tuvo una duración total de 384 horas, donde se manejó una agenda laboral de 8 horas por día, cumpliendo un horario de 7:00 a.m. a 12:00 p.m. y de 2:00 p.m. a 5:00 p.m. Al inicio del proceso, el pasante recibió una inducción general sobre el funcionamiento de la empresa, la metodología de trabajo, los objetivos del proyecto y el alcance de sus funciones como parte del equipo técnico.

La metodología implementada se basó en la participación activa del pasante en las fases operativas del proyecto, lo que permitió un aprendizaje significativo a través de la ejecución de tareas reales en condiciones de obra. Entre las actividades desarrolladas se destacan la supervisión de obra, el seguimiento a maquinaria y materiales, el control topográfico, la recolección de datos y la elaboración de informes semanales y reportes técnicos. Así mismo, el pasante recibió capacitación sobre tecnologías como geotextiles, geoceldas y ecobases (RCD), las cuales fueron implementadas en el proyecto. La práctica se llevó a cabo bajo la supervisión directa del ingeniero residente Ricardo Galindez y con el acompañamiento académico del Ingeniero Diego Felipe Acevedo, quien actuó como director de trabajo de grado por parte de la Universidad del Cauca.

Para el registro y análisis de la información se utilizaron herramientas como Microsoft Excel y Word, que permitieron estructurar los reportes y consolidar el presente informe final.

7. MARCO TEORICO.

El presente marco teórico se orienta a contextualizar el estudio sobre la implementación de geoceldas, geotextil y ecobase (RCD) en vías terciarias no pavimentadas, con el fin de implementar un mejoramiento de este tipo de vías. En Colombia representa un reto técnico y social, dado que constituyen el principal medio de comunicación en zonas rurales, facilitando el acceso a servicios básicos, el transporte de productos agrícolas y la integración regional. Estas vías suelen estar expuestas a problemas de baja capacidad portante del suelo, erosión y deterioro acelerado debido a factores climáticos y a la falta de mantenimiento. Este marco es fundamental para justificar el proyecto y posicionarlo dentro de los avances en ingeniería civil y geotécnica

Conceptos Teóricos Fundamentales:

Con el fin de comprender de manera integral el alcance del proyecto y sustentar técnicamente las soluciones implementadas, es necesario establecer algunas definiciones clave, como lo son las siguientes:

Geotextiles: Los geotextiles son geosintéticos que se emplean para aumentar la resistencia de los revestimientos frente a las tracciones y diferencias de tensión, con el fin de evitar fisuras y desprendimientos en los revestimientos de los pavimentos. Son estructuras bidimensionales que se elaboran en diferentes polímeros para que interactúen con el suelo, de tal manera que complementen la resistencia a la tensión de este, y así crear una resistencia geomalla-suelo competente para recibir cargas y distribuir las uniformemente. (TEX DELTA, NOWOVEN TEJIDOS TECNICOS., 2019)

Geoceldas: Las geoceldas son productos tridimensionales de los que se obtiene una estructura alveolar muy resistente con forma de panal que confina y retiene el relleno empleado en el sistema (ya sean tierras, gravas, hormigón, etc.), aumentando así la capacidad portante del terreno y/o reduciendo su erosión. Están diseñadas para la estabilización y refuerzo de terrenos, para prevenir y corregir la erosión en taludes, laderas, canales, etc., y en suelos en los que se quiere conseguir una regeneración de la cubierta vegetal. (TEX DELTA, NOWOVEN TEJIDOS TECNICOS., 2020)

Ecobases (RCD): Los residuos de construcción y demolición – RCD, son materiales resultantes de las actividades de construcción, demolición, reparación de obras civiles y todos aquellos generados por actividades asociadas a los mismos, los componentes típicos de estos residuos incluyen concreto, asfalto, madera, metal, paneles de yeso,

tierra y cantidades más pequeñas de materiales de embalaje, como plástico y papel. (Salinas, 2019)

Tratamiento Superficial Doble (TSD): Consiste en dos aplicaciones de un material bituminoso sobre una superficie preparada, seguidas sucesivamente por la extensión y compactación de sendas capas de agregado pétreo, de acuerdo con esta especificación y de conformidad con los alineamientos, cotas y secciones indicados en los planos o establecidos por el Interventor. (INVIAS , 2013)

Vías Terciarias: Las vías terciarias son aquellas que conectan áreas rurales con centros poblados, facilitando el acceso de las comunidades a servicios básicos y mercados. Estas carreteras suelen ser de afirmado, un método económico pero de baja durabilidad que implica la compactación de suelos y materiales granulares sin la aplicación de pavimento. (INVIAS, 2020)

Antecedentes:

En Colombia, el mantenimiento de las vías terciarias ha sido un desafío debido a su alto costo y baja durabilidad. Según el INVIAS, el afirmado, aunque es una opción económica, suele requerir intervenciones frecuentes para restaurar su funcionalidad. (INVIAS, 2020)

El presente proyecto tiene como objetivo recomendar el uso de las geoceldas en vías no pavimentadas, como son las vías terciarias en Colombia, aplicando los conocimientos adquiridos en el diplomado en aplicaciones de la geotecnia: diseño de pavimentos y geomecánica de sólidos en minería. (Madera, 2022)

La gestión de los residuos sólidos como proceso permanente en las ciudades en pro de tener un ambiente sano, debe estar en continua mejora, teniendo en cuenta que las zonas urbanas presentan constante crecimiento, por lo anterior, el Gobierno Nacional y local emiten leyes, decretos y resoluciones que al ser aplicadas correctamente favorecen al ambiente y la economía local. (Fajardo, 2021)

8. CUMPLIMIENTO DEL PLAN DE TRABAJO.

El presente apartado tiene como propósito detallar las actividades desarrolladas por el pasante durante su práctica profesional realizada en la empresa VIVAS PERAFÁN INGENIERÍA S.A.S., integrante del Consorcio Vial UNICAUCA 2024, en el marco de la ejecución del proyecto “Conformación de un Centro de Desarrollo Tecnológico para la Innovación de la Infraestructura Vial en el Departamento del Cauca”.

Durante el desarrollo de la pasantía, el pasante participó activamente en tareas de supervisión, verificación técnica, recolección de datos, control de calidad, levantamientos topográficos, seguimiento al rendimiento de maquinaria y elaboración de informes técnicos, todas ellas orientadas al correcto avance del proyecto. Estas actividades se ejecutaron bajo la orientación del ingeniero residente de la obra y el acompañamiento académico del director de trabajo de grado, permitiendo integrar el conocimiento teórico adquirido en la carrera con la experiencia práctica en campo.

A continuación, se describen de forma secuencial y detallada las actividades ejecutadas por el pasante, las cuales fueron fundamentales para el cumplimiento de los objetivos académicos y técnicos propuestos en el plan de trabajo.

8.1 Plan de Manejo de Tránsito:

El Plan de Manejo de Tránsito (PMT) es una herramienta técnica para la gestión de la movilidad en vías durante la ejecución de obras viales o eventos especiales que pueden alterar las condiciones normales de tráfico. El PMT tiene como objetivo definir el conjunto de estrategias, alternativas y actividades para minimizar o mitigar el impacto en la movilización y desplazamiento de los usuarios de las vías, incluyendo peatones, ciclistas, vehículos y la comunidad en general, al mismo tiempo que se garantiza la seguridad de los trabajadores de la obra. De esta forma la implementación de un PMT garantiza la seguridad vial y mantener un flujo vehicular adecuado. (VIALCO - INGENIERIA VIAL Y MOVILIDAD). El PMT desarrollado para este proyecto se encuentra en el Anexo 14.

Como parte de las actividades asociadas al desarrollo del proyecto de construcción del tramo de prueba para el Centro de Desarrollo Tecnológico de Infraestructura Vial del Cauca (CDT Vial), se realizó la instalación y supervisión de la señalización preventiva y de control de tránsito, conforme a las condiciones de seguridad exigidas para este tipo de obras viales en el entorno rural.

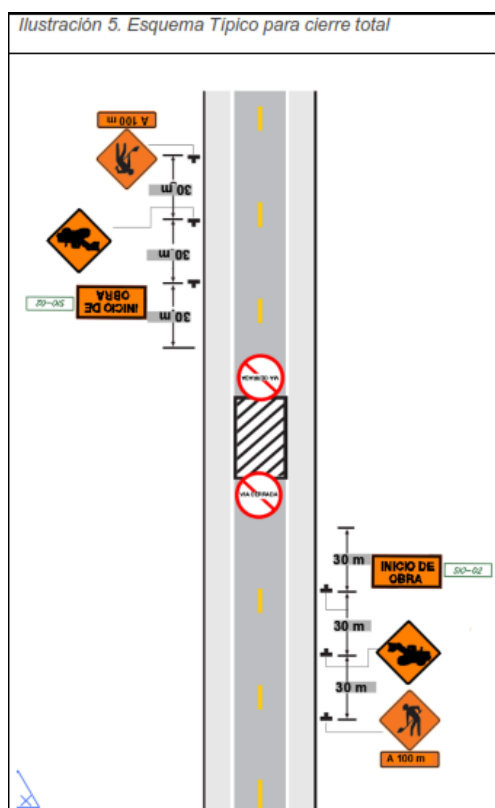
La implementación de estos dispositivos tuvo como objetivo principal garantizar la seguridad de los trabajadores, usuarios de la vía y comunidad aledaña, así como permitir el control adecuado del acceso vehicular durante las diferentes etapas constructivas. Además, estas acciones sirvieron para comunicar de manera efectiva el cierre temporal de la vía y advertir sobre la presencia de personal, maquinaria y actividades en curso.

Entre los elementos instalados se destacan:

- Pendones informativos suspendidos, indicando el cierre de vía por motivo de ejecución de obra, con identificación del proyecto, logos institucionales y especificación del tramo intervenido.
- Vallas plásticas de cierre con cinta reflectiva de precaución, ubicadas al ingreso del frente de obra.
- Señalización vertical temporal tipo “Inicio de obra” “Fin de Obra”, fabricada en lámina reflectiva y ubicada en puntos visibles antes del ingreso a la zona de intervención.

Con el fin de indicar la señalización que debe ser tenida en cuenta en el cierre vial, a continuación, se presenta el esquema de señalización para las restricciones viales que se pueden presentar (**Figura 9**):

Figura 9. Esquema típico para cierre total de vía y sus respectivas distancias.



Fuente. Adaptación a partir del PMT del Proyecto.

La **Figura 10** y la **Figura 11**, evidencian la instalación de los elementos del plan de manejo de tránsito:

Figura 10. Pendón informativo Suspendido



Fuente. El Autor

Figura 11. Señales Preventivas de Obra.



Fuente. El Autor

8.2 Intervención Técnica por Tramos.

Con el objetivo de presentar de manera ordenada y detallada las actividades ejecutadas durante la práctica profesional, a continuación, se describen las intervenciones realizadas en el proyecto mediante una división por tramos constructivos, cabe recalcar que como pasante se realizaron labores de supervisión técnica, ejecución de procesos constructivos y manejo de personal durante el proyecto. Esta organización permite evidenciar las diferencias en las soluciones aplicadas, la secuencia constructiva y los procedimientos técnicos utilizados en cada uno.

Cada tramo se documenta individualmente, incluyendo la descripción de capas, procesos de excavación, instalación de geosintéticos, aplicación de materiales granulares, controles de calidad y observaciones de campo, con el fin de reflejar con precisión el desarrollo técnico de la obra.

8.3 Tramo 1.

Este tramo corresponde al primer segmento intervenido del proyecto, con una longitud de 93 metros, ubicado entre los kilómetros K14+650 y K14+743 de la vía Morinda – Santa Rosa – La Tetilla – La Meseta. A diferencia de los tramos posteriores, este sector presenta una estructura más sencilla, conformada únicamente por la incorporación de una capa de mejoramiento reforzada con geotextil y la aplicación de material afirmado, sin la inclusión de tecnologías adicionales.

La estructura del mejoramiento está compuesta por:

- 0,10 metros de mejoramiento granular, con geotextil para estabilización de la subrasante.
- 0,25 metros de afirmado, como capa de soporte estructural final.

En la **Figura 12** se identifica en su totalidad el Tramo 1

Figura 12. Identificación Tramo 1: K14+650 - K14+743.

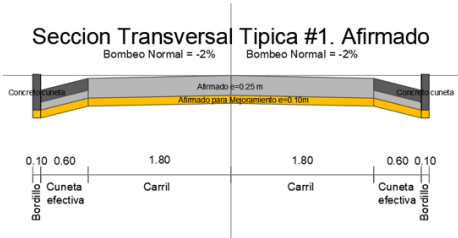


Fuente: Adaptación a partir de Google Earth.

A continuación, en la **Figura 13** se representa la sección transversal que conforma el Tramo 1:

Figura 13. Estructura del mejoramiento y Sección Transversal - Tramo 1

TRAMO 1		TRANSICION	
K14+650	K14+743.0	K14+743.0	K14+983.4
L = 93 m		L = 240.4 m	
espesor (m)	Capa	espesor (m)	Capa
0.25	Afirmado	Rodadura existente	
0.1	Mejoramiento + Geotextil		



Fuente: Socialización Tramo de Prueba CONSORCIO VIAL UNICAUCA 2024

8.3.1 Excavación y preparación de la subrasante.

Para el inicio de la intervención en el Tramo 1, se realizó primero la ubicación precisa de las abscisas, utilizando estacas colocadas a lo largo del eje vial. Cada estaca contenía la identificación correspondiente a la abscisa según la información suministrada por el topógrafo, lo que permitió definir con exactitud la geometría del tramo. A partir de esta información y con base en la cartilla topográfica del proyecto, se trazaron los bordes de la vía, incluyendo los anchos establecidos para la excavación, lo cual permitió delimitar con claridad el área de trabajo. Este procedimiento se realizó usando cal y una piola. (Figura 14)

Figura 14. Delimitación de Bordes Laterales para Excavación.



Fuente. El Autor.

Una vez definido el trazado en el terreno, se procedió a la excavación del material existente hasta alcanzar el nivel proyectado de subrasante. Esta labor se realizó con una Retroexcavadora sobre llantas, de tamaño compacto de la marca Case (**Figura 15**), lo cual permitió maniobrar con mayor facilidad en el terreno.

Figura 15. Retroexcavadora utilizada para la excavación



Fuente. El Autor.

Sin embargo, durante la ejecución de esta actividad se presentó una falla mecánica en la manguera hidráulica del brazo de la máquina, la cual ocasionó una primera interrupción del trabajo por espacio de un día. Al siguiente día, tras realizar una reparación inicial, el equipo presentó nuevamente la misma falla, por lo que fue necesario transportarlo hasta la ciudad de Popayán para conseguir y reemplazar la manguera defectuosa.

Esta falla mecánica mencionada anteriormente se puede observar en la **Figura 16**:

Figura 16. Falla Mecánica en Retroexcavadora



Fuente. El Autor.

Una vez resuelto el inconveniente mecánico, se continuó con la excavación de los 93 metros de longitud correspondientes al Tramo 1, dejando la superficie correctamente nivelada y limpia, conforme a las cotas establecidas en el diseño para la subrasante. Durante este proceso, se realizó un control topográfico periódico utilizando nivel óptico, verificando la altura cada 10 metros lineales o en los puntos donde se observarían irregularidades visibles en el perfil del terreno, lo que permitió asegurar la uniformidad del nivel de excavación a lo largo de todo el tramo. Esta base serviría posteriormente para la colocación del geotextil y las siguientes capas estructurales.

Cabe recalcar que se usó la retroexcavadora tanto para excavar como para cargar el material dispuesto para el botadero.

En la **Figura 17** se observa al equipo técnico realizando constantes verificaciones topográficas para asegurar que los niveles de la subrasante coincidieran con las cotas de diseño:

Figura 17.Verificación topográfica de niveles durante excavación.



Fuente. El Autor

Una vez finalizada la excavación y verificados los niveles con el equipo topográfico, se obtuvo una superficie uniforme y limpia, lista para la colocación del geotextil.

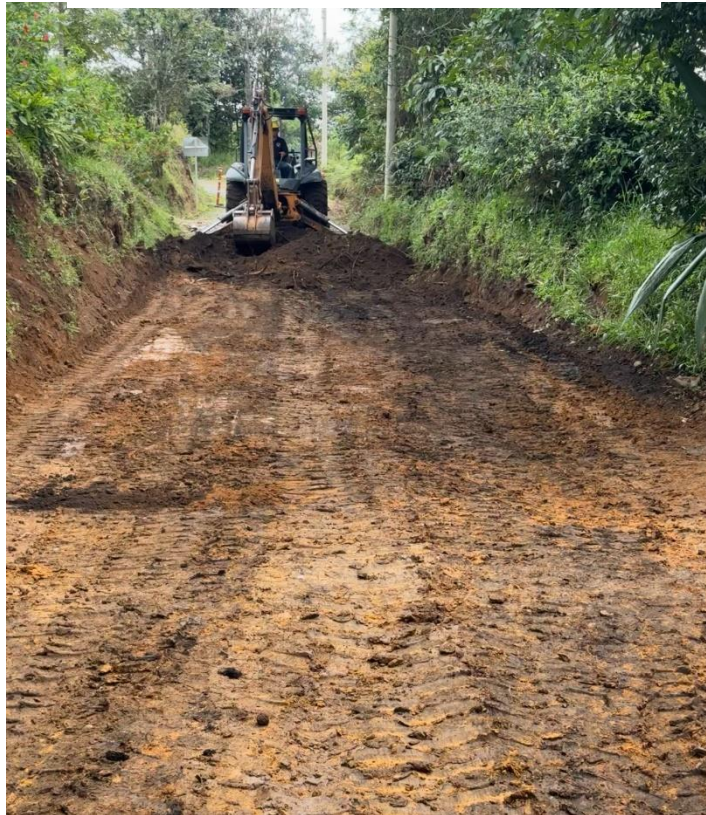
En la **Figura 18**, **Figura 19** y **Figura 20** se observa la vía ya excavada hasta el nivel de subrasante proyectado:

Figura 18.Excavación hasta nivel de subrasante.



Fuente. El Autor

Figura 19. Excavación Tramo 1



Fuente. El Autor.

Figura 20.Excavcion y preparación de Subrasante.



Fuente. El Autor.

En la parte superior derecha, se identifica una franja de material oscuro con baja capacidad portante, la cual fue retirada y reemplazada, previa autorización de la interventoría, con un viaje de afirmado de aproximadamente 15 m³ para garantizar la uniformidad y estabilidad de la subrasante como se aprecia en la **Figura 21** y **Figura 22**:

Figura 21.Retiro de Material Organico.



Fuente. El Autor

Figura 22.Descargue de afirmado para reemplazo de material inestable en subrasante.



Fuente. El Autor.

8.3.2 Instalación del Geotextil.

Una vez terminada la excavación y verificada la nivelación de la subrasante, se procedió con la instalación del geotextil tejido, como parte del sistema de refuerzo y separación entre el terreno natural y las capas superiores de la estructura vial. Este material, suministrado por la empresa PAVCO, corresponde a un geotextil tejido de polipropileno de alta resistencia (especificación T2400), diseñado para proporcionar estabilidad adicional a la base y mejorar el comportamiento mecánico de la estructura. (Figura 23)

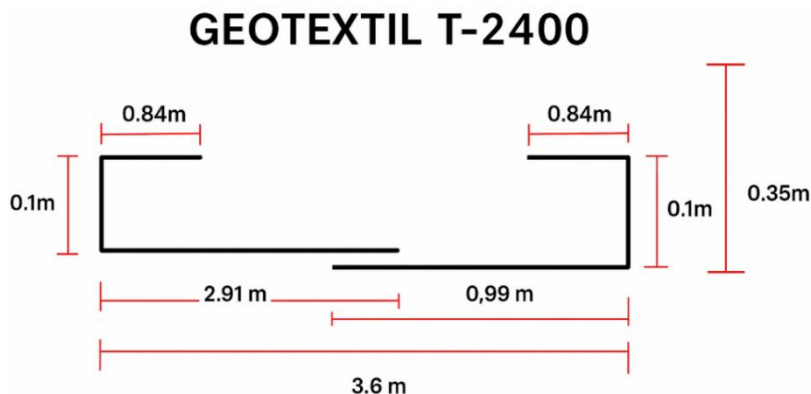
Figura 23. Geotextil Tejido T2400.



Fuente. Portal Web PAVCO (<https://pavcowavingeosinteticos.com/geotextiles-tejidos>)

La ubicación del geotextil se realizó directamente sobre la subrasante nivelada, en una sola dirección, con traslapes transversales de al menos 30 cm y longitudinales de 50 cm, según las recomendaciones del fabricante y la capacitación del Ingeniero por parte de PVCO. Dado que el ancho de la calzada es de 3,60 metros, fue necesario utilizar el ancho total de un rollo de geotextil y aproximadamente la mitad del ancho de un segundo rollo, para cubrir completamente la sección transversal, incluyendo los 0,10 metros de afirmado que se colocan sobre el geotextil y garantizar la continuidad de los traslapes. Esta disposición asegura la integridad estructural de la capa de separación y refuerzo, evitando contaminaciones entre la subrasante y el material granular (PAVCO) (Figura 24):

Figura 24. Sección transversal del geotextil T-2400 para instalación.



Durante su instalación, se evitó el tránsito de maquinaria pesada sobre el geotextil expuesto, permitiendo únicamente el paso de personal a pie para su ubicación. El geotextil fue fijado directamente al terreno mediante estacas, tanto en sus extremos como en los puntos de traslape, cumpliendo con las longitudes mínimas requeridas por el fabricante para garantizar su estabilidad y correcta superposición durante la ubicación del mejoramiento granular.

Este proceso permitió crear una barrera efectiva de separación entre la subrasante natural y el mejoramiento granular, garantizando el desempeño estructural de la vía y reduciendo el riesgo de contaminación entre capas.

Este procedimiento se puede apreciar en la **Figura 25**:

Figura 25. Instalación del geotextil T-2400 sobre subrasante.



Fuente. El Autor.

8.3.3 Instalación y compactación de Material de Mejoramiento y Afirmado.

Finalizada la instalación del geotextil, se procedió con el extendido del material de mejoramiento granular, con un espesor de 0,10 metros, sobre toda el área cubierta por el geotextil T-2400. Esta capa tiene como objetivo mejorar la capacidad portante de la estructura, proteger el geotextil durante la construcción y servir de base intermedia para la posterior aplicación del afirmado.

El material utilizado correspondió a un granular tipo subbase, previamente seleccionado en cantera, con características granulométricas y de compactación compatibles con los requerimientos del diseño, los resultados de laboratorio referentes a la calidad del material se encuentran en el ANEXO 9. El transporte del material se realizó en volquetas, descargando el contenido en pequeños acopios sobre el geotextil para luego ser extendido con motoniveladora, logrando una distribución uniforme a lo largo de la calzada como se observa en la **Figura 26** y **Figura 27**:

Figura 26. Descarga y distribución del mejoramiento granular sobre geotextil instalado.



Fuente. El Autor.

Figura 27. Acopio y distribución de material de mejoramiento.



Fuente. El Autor.

En la **Figura 28** se evidencia la distribución del material con la Motoniveladora:

Figura 28. Distribución de Material y Chequeo de espesores.



Fuente. El Autor.

Durante esta actividad, se tuvo especial cuidado en evitar daños al geotextil, controlando el tránsito de maquinaria únicamente sobre zonas ya protegidas con una primera capa de material. Asimismo, se realizó verificación de espesores con estacas de referencia y controles de nivel con equipo topográfico para asegurar la conformación con el diseño estructural.

Una vez alcanzado el espesor proyectado, se procedió a la compactación del mejoramiento conforme a la metodología especificada (INVIAS, 2022), dando paso a la siguiente etapa constructiva como se observa en la **Figura 29**:

Figura 29. Compactación Capa de 0.10m de Mejoramiento sobre Geotextil.



Fuente. El Autor.

Una vez completada la capa de mejoramiento granular, se procedió con el extendido del material de afirmado, correspondiente a un espesor de 0,25 metros, según lo establecido en el diseño estructural del Tramo 1. Este material cumple la función de capa de rodadura y soporte principal para el tránsito vehicular, proporcionando estabilidad, resistencia y durabilidad a la estructura vial.

El afirmado fue transportado en volquetas hasta el frente de obra, donde se realizó su descarga y distribución mediante motoniveladora, logrando una aplicación uniforme sobre el mejoramiento previamente compactado. Para el control del espesor y la pendiente transversal (bombeo del 2 %), se emplearon estacas de referencia y equipo topográfico (Ver **Figura 30**), asegurando el cumplimiento de los parámetros expuestos en los planos del proyecto, los cuales se pueden visualizar en el apartado de Anexos:

Figura 30. Nivelación del afirmado con motoniveladora y apoyo topográfico.



Fuente. CONSORCIO VIAL UNICAUCA 2024.

Posteriormente, se ejecutó la compactación de la capa con vibrocompactador, realizando un número de pasadas controladas. Durante este proceso, se llevó a cabo un seguimiento constante a la uniformidad, la humedad del material y la resistencia obtenida, a través de ensayos de campo como el densímetro nuclear que realizó la UNIVERSIDAD DEL CAUCA resultados a los cuales en la posición de Pasante no se obtuvo alcance, prueba de cono de arena, según disponibilidad y el protocolo (Project) adoptado en la obra.

Cabe recalcar que los resultados de los ensayos y la programación de la obra se encuentra en el apartado de Anexos.

El proceso de compactación se representa en las **Figura 31**:

Figura 31. Compactación de Afirmado, Capa 0.25m.



Fuente. El Autor.

La correcta ejecución de esta etapa permitió dejar la vía lista para su comportamiento, ya que se logró llegar a las densidades y compactaciones requeridas en condiciones reales de carga, los resultados que sostienen esta afirmación se encuentra en el Anexo 10, completando así la estructura proyectada para el Tramo 1.

Se puede apreciar el resultado final de la Estructura del mejoramiento vial del Tramo 1 en la **Figura 32**:

Figura 32. Finalización de la estructura vial del Tramo 1 con geotextil, mejoramiento y afirmado.



Fuente. El Autor.

8.4 Tramo 2.

El Tramo 2 comprende una longitud total de 279 metros, ubicada entre las abscisas K14+983,4 y K15+174,4, y corresponde a una de las zonas más representativas del proyecto en cuanto a implementación de tecnologías sostenibles y de refuerzo estructural. A diferencia del Tramo 1, que presentó una solución más convencional, este tramo incorpora soluciones estructurales avanzadas, específicamente el uso de geoceldas y material reciclado tipo Ecobase (RCD), donde como capa final de rodadura para todo el Tramo 2, se proyectó la aplicación de un tratamiento superficial doble, compuesto por una primera capa de material pétreo más grueso ($\frac{3}{4}$ ") y una segunda capa con material de menor tamaño ($\frac{3}{8}$ "), asegurando una mayor adherencia y compactación superficial, considerando las condiciones del terreno y las necesidades funcionales del corredor.

El tramo se divide en tres subtramos consecutivos, cada uno con una estructura diferenciada, conforme al diseño aprobado:

- Primer subtramo conformado únicamente por una capa de 0,24 m de afirmado, sobre la subrasante previamente nivelada y compactada.
- Segundo subtramo incorpora geoceldas con un relleno de material granular compactado de 0,21 m, seguido por una capa de afirmado.

- Tercer subtramo implementa el uso de Ecobase (RCD) como capa de mejoramiento de 0,21 m, también cubierta posteriormente con afirmado.

En la **Figura 33** se identifica en su totalidad el Tramo 2

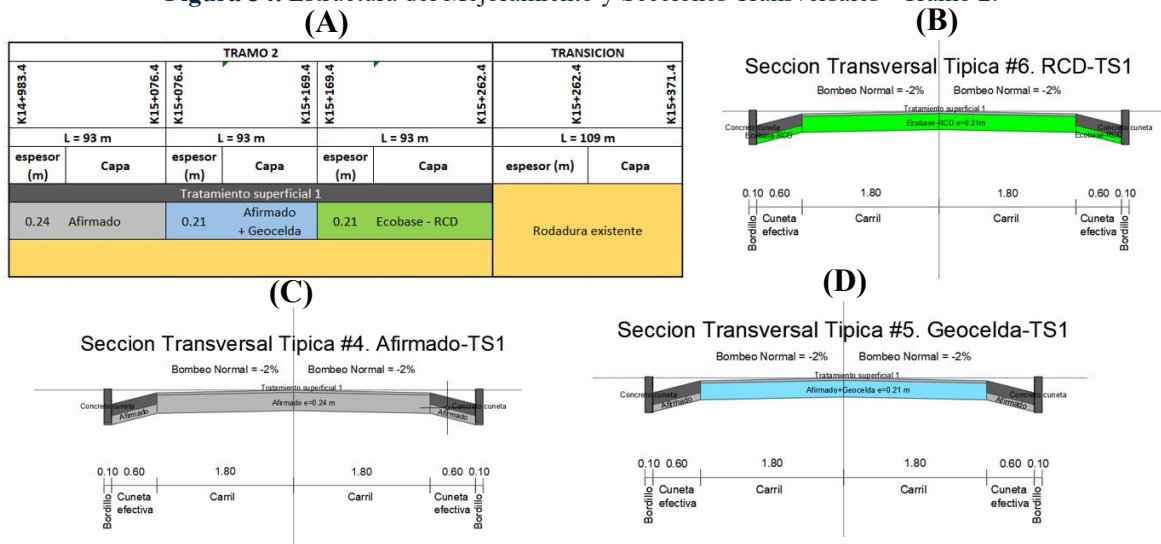
Figura 33. Identificación Tramo 2: K14+983,4 - K15+174,4.



Fuente: Adaptación a partir de Google Earth.

A continuación, en la **Figura 34** se representa la estructura de mejoramiento (A) y las 3 secciones (B, C Y D) que conforma que conforma el Tramo 2:

Figura 34. Estructura del Mejoramiento y Secciones Transversales - Tramo 2.



Fuente: Socialización Tramo de Prueba CONSORCIO VIAL UNICAUCA 2024.

8.4.1 Excavación y Preparación de Subrasante.

La intervención en el Tramo 2 inició con la delimitación precisa del eje vial y los bordes de la calzada mediante estacas topográficas, en coordinación con el personal de topografía. Estas estacas indicaban las abscisas y los límites de corte, sirviendo como referencia para la excavación y el trazado del perfil de vía. Se utilizó información contenida en la cartilla topográfica y en los planos de diseño aprobados por interventoría.

Con el trazado establecido en terreno, se procedió a la excavación del material existente hasta alcanzar el nivel proyectado de la subrasante, garantizando que la profundidad del corte fuera la correspondiente a la estructura diseñada para cada subtramo. En esta actividad se empleó motoniveladora como equipo principal de corte; sin embargo, debido a fallas mecánicas presentadas durante la operación, fue necesario complementar y continuar el proceso con una retroexcavadora sobre llantas, la cual permitió realizar tanto el corte como la carga del material excavado para su transporte. Esta medida operativa permitió mantener el ritmo de obra sin generar retrasos en el cronograma.

La excavación se ejecutó de forma progresiva por partes, iniciando por el primer subtramo (solo afirmado). Una vez completada la excavación de esta sección, se procedió de inmediato con la aplicación del material estructural correspondiente, garantizando continuidad en el proceso constructivo y optimización de recursos en obra. Este proceso se puede observar en la **Figura 35**:

Figura 35.Excavación inicial de subrasante con motoniveladora – Tramo 2.



Fuente. El Autor.

Durante la excavación se identificaron dos sectores (A) y (B) con material orgánico, blando o saturado, los cuales fueron evaluados, retirados y reemplazados por material de mejoramiento con autorización de la interventoría para evitar asentamientos o fallos estructurales, como se observa en la **Figura 36** y **Figura 37**:

Figura 36. Excavación puntual para retiro de material no apto en subrasante – Zona A.



Fuente. El Autor.

Figura 37. Excavación puntual para retiro de material no apto en subrasante – Zona B.



Fuente. El Autor.

La verificación de niveles se llevó a cabo con equipo topográfico cada 10 metros o en zonas con irregularidades visibles. Finalmente, la subrasante fue nivelada, dejándola en condiciones óptimas para recibir las capas estructurales correspondientes: afirmado, geoceldas y Ecobase, según el subtramo.

8.4.2 Instalación y Compactación de material de afirmado, espesor 0.24m-Subtramo 1.

Una vez finalizada la excavación y nivelación de la subrasante en el primer subtramo del Tramo 2, comprendido entre las abscisas K14+983,4 y K15+076,4, con una longitud total de 93 metros, se procedió con la instalación de la capa de afirmado, conforme a las especificaciones técnicas establecidas en los planos estructurales del mejoramiento y el cronograma establecido para este segmento, los cuales se encuentran en los Anexos. A continuación, en la **Figura 38** se observa la imagen satelital del primer subtramo:

Figura 38. Imagen Satelital: Subtramo 1 - Tramo 2.



Fuente: Adaptación a partir de Google Earth.

Este subtramo fue diseñado con una única capa estructural de 0,24 metros (24 cm) de afirmado compactado, sin la incorporación de geotextiles, geoceldas ni RCD, lo que permitió una ejecución más directa respecto a los subtramos siguientes. El material fue transportado en volquetas y posteriormente extendido con motoniveladora, asegurando una distribución homogénea sobre toda la sección transversal este procedimiento se aprecia en la **Figura 39** y **Figura 40**:

Figura 39. Descargue de Material tipo Afirmado Tramo 2.



Fuente. El Autor.

Figura 40. Nivelación y Distribución de Material tipo Afirmado tipo Afirmado, Tramo 2



Fuente. El Autor.

Durante la instalación, se controlaron tanto el espesor aplicado como la pendiente de bombeo transversal (2 %), realizando el perfilado correspondiente y garantizando la conformidad con el diseño geométrico. Para ello, se utilizó equipo de topografía, con el que se verificaron cotas de nivel, alineación de eje y correcta distribución transversal del material.

En la **Figura 41** y **Figura 42** a continuación se aprecia la compactación la cual se llevó a cabo mediante vibro compactador, ejecutando varias pasadas según el protocolo de obra basado en la normativa INVIAS (INVIAS, 2020), hasta alcanzar la densidad exigida por las especificaciones de diseño.

Figura 41. Compactación Material Tipo Afirmado Tramo 2.



Fuente. El Autor.

Figura 42. Revisión topográfica del espesor y bombeo en afirmado del Tramo 2



Fuente. El Autor.

8.4.3 Instalación de Geoceldas-Subtramo 2.

La instalación de geoceldas en el subtramo 2 (K15+076,4-K15+169,4) del Tramo 2 se realizó posterior a la preparación de la subrasante y estuvo precedida por una jornada de capacitación técnica impartida por personal de la empresa PAVCO, proveedor del sistema de confinamiento celular utilizado en el proyecto.

En esta sesión se brindaron instrucciones específicas para la correcta instalación, asegurando la funcionalidad estructural del sistema y el cumplimiento de las recomendaciones del fabricante.

En la **Figura 43** se observa el segmento donde se instalarán las geoceldas:

Figura 43. Imagen Satelital: Subtramo 2 - Tramo 2.



Fuente: Adaptación a partir de Google Earth.

Durante la capacitación, se destacó la importancia de utilizar elementos de anclaje adecuados para fijar las geoceldas al terreno. En campo, se optó por el uso de varilla corrugada de 3/8" como elemento de anclaje, cortada en tres secciones iguales para cubrir el ancho de la calzada (3.60 m). El sobrante del cuarto segmento generado en el corte fue reutilizado posteriormente mediante empalmes con pines plásticos de unión, suministrados también por PAVCO.

En la **Figura 44** se observa el proceso de preparación y despliegue de las geoceldas:

Figura 44.Despliegue y preparación de geoceldas para su instalación en calzada



Fuente. El Autor.

En la **Figura 45** se observa los pines de unión que se usaron en las geoceldas:

Figura 45. Pines plásticos de unión para Geoceldas.



Fuente. El Autor.

Para la instalación, primero se definió cuidadosamente el ancho total de la calzada, marcando los puntos de despliegue inicial. Las geoceldas se expandieron transversalmente hasta lograr una forma tipo diamante, condición necesaria para su correcto relleno y confinamiento granular. El proceso de fijación comenzó con una varilla en el borde superior, y a partir de este se midieron 16 cm hacia el lateral exterior (borde de calzada) y otros 16 cm hacia abajo, marcando así la segunda fijación para lograr la apertura óptima. Esta metodología permitió asegurar una configuración uniforme y estable en toda la superficie.

Una vez obtenida la geometría deseada, se procedió con el anclaje longitudinal, ubicando los pines a distancias aproximadas de 30 a 32 cm entre sí a lo largo de cada celda, y manteniendo la misma distancia transversal a medida que se avanzaba en la expansión. Este patrón permitió una correcta sujeción de las celdas, evitando desplazamientos durante el llenado.

A continuación, las **Figura 46** y **Figura 47** representan este proceso:

Figura 46. Instalación de Geoceldas Tramo 2.



Fuente. El Autor.

Figura 47. Instalación y Unión mediante Pines entre paneles de Geoceldas.



Fuente. El Autor.

Para la ubicación de las geoceldas en las curvas del trazado, fue necesario realizar ajustes adicionales respecto al patrón de anclaje empleado en los tramos rectos.

En estos sectores, se redujo ligeramente la apertura de las celdas en el borde interior de la curva, generando una ligera compresión que permitió adaptar el módulo al radio correspondiente. De esta manera se aseguró una adecuada continuidad del sistema de confinamiento del material y una correcta adaptación geométrica del refuerzo al alineamiento vial.

La extensión e instalación de las geoceldas en las curvas del trazado se pudo apreciar en la **Figura 48** y la **Figura 49**:

Figura 48. Instalación de Geoceldas en curva-Tramo 2.



Fuente. El Autor.

Figura 49. Instalación de Geoceldas en curva-Tramo 2.



Fuente. El Autor.

Una vez completada la instalación de los módulos de geoceldas sobre la subrasante, se procedió al proceso de relleno con material granular, el cual fue vertido cuidadosamente con la Retroexcavadora y se dispuso de obreros para el llenado del material usando palas para asegurar una distribución homogénea dentro de cada celda. El proceso se realizó de manera progresiva, garantizando el llenado completo del sistema celular hasta el borde superior.

Siguiendo las recomendaciones del fabricante PAVCO, se aplicó una capa adicional de material de aproximadamente 5 cm por encima del nivel superior de la geocelda, lo que proporcionó una superficie de rodadura segura para permitir el tránsito posterior de maquinaria pesada, equipos de compactación y eventualmente vehículos, sin comprometer la estructura celular.

Esto se observa en la **Figura 50**:

Figura 50. Vertimiento de Material en Geoceldas



Fuente. El Autor.

Posteriormente, se realizó la compactación mecánica, empleando equipo tipo vibrocompactador de rodillo, con pasadas uniformes y controladas. Esta fase permitió consolidar el material dentro de las celdas y sobre la superficie, logrando una integración eficiente del refuerzo con el paquete estructural. Todo el procedimiento fue supervisado en campo, verificando espesores, continuidad del relleno y el cumplimiento de los parámetros técnicos (INVIAS, 2022) definidos en el diseño (Anexos), como se identifica en la **Figura 51**:

Figura 51. Compactacion de Material en Geoceldas.



Fuente. El Autor.

8.4.4. Instalación de RCD – TRAMO 2.

El Subtramo 3 abarca una longitud total de 93 metros, comprendida entre las abscisas K15+169,4 y K15+262,4. En esta sección se implementó como capa estructural una base granular reciclada tipo Ecobase, elaborada a partir de residuos de construcción y demolición (RCD), con un espesor de 0,21 metros, de acuerdo con el diseño aprobado. Este material fue seleccionado por su capacidad de aporte estructural y su contribución a la sostenibilidad del proyecto, al promover el aprovechamiento de residuos sólidos. En la **Figura 52** se observa el subtramo donde se instala el material tipo RCD:

Figura 52. Imagen Satelital: Subtramo 3 - Tramo 2.



Fuente: Adaptación a partir de Google Earth.

El RCD utilizado fue previamente procesado y clasificado para cumplir con los requisitos técnicos exigidos, asegurando una adecuada granulometría y calidad.

Previo a su instalación, se realizaron verificaciones topográficas para garantizar que la superficie de la subrasante cumpliera con los niveles establecidos. Posteriormente, el Ecobase fue extendido con ayuda de motoniveladora y retroexcavadora, asegurando uniformidad y continuidad en la capa aplicada, como se observa en la **Figura 53** y la **Figura 54** a continuación:

Figura 53. Instalación y Conformación de Material tipo RCD



Fuente. El Autor.

Figura 54. Instalación y Nivelación de Material tipo RCD con Motoniveladora.



Fuente. El Autor.

La compactación se realizó en varias pasadas con vibrocompactador de rodillo, hasta alcanzar la densidad requerida por el diseño (Anexo 10). Se prestó especial atención al contenido de humedad durante esta etapa, ya que el material reciclado tipo RCD es altamente sensible al exceso de agua.

Esto exigió un manejo minucioso de la dosificación y distribución del agua, con el fin de evitar saturación y garantizar un adecuado desempeño mecánico del material compactado.

Durante todo el proceso se controló el bombeo transversal del 2 % y el perfil longitudinal, utilizando equipo de topografía para asegurar la conformidad con el diseño geométrico. (Figura 55)

Figura 55. Seguimiento y Compactación de Material tipo RCD



Fuente. El Autor.

8.5. Tramo 3.

El Tramo 3 abarca una longitud total de 279 metros, comprendida entre las abscisas K15+371.4 y K15+650, y corresponde a la fase final del tramo piloto. Este segmento se caracteriza por integrar de manera completa todas las tecnologías ensayadas en el proyecto, convirtiéndose en una zona clave para la evaluación comparativa de soluciones sostenibles y de refuerzo estructural en vías terciarias.

A lo largo de este tramo se aplicó geotextil T-2400 de manera continua sobre la subrasante previamente mejorada, lo cual permite un control más preciso del comportamiento estructural del pavimento en conjunto con los materiales superiores. Posteriormente, el tramo fue segmentado en tres subtramos de 93 metros cada uno, en los cuales se combinaron las tecnologías implementadas previamente:

- En el primer subtramo, se colocó una capa de afirmado de 24 cm, sobre la capa de 10 cm de mejoramiento granular y el geotextil.
- En el segundo subtramo, se utilizó geoceldas rellenas con afirmado, con un espesor total de 21 cm, sobre una capa de 10 cm de mejoramiento granular y el geotextil.
- En el tercer subtramo, se aplicó ecobase (RCD) como material reciclado estructural, también con un espesor de 21 cm, sobre una capa de 10 cm de mejoramiento granular y el geotextil.

En la **Figura 56** se identifica en su totalidad el Tramo 1

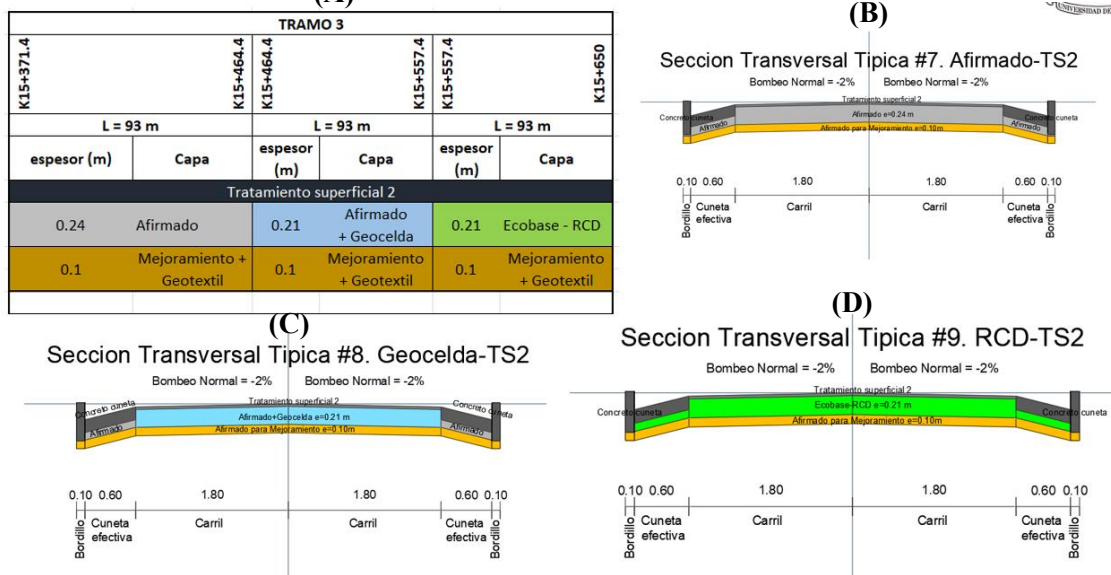
Figura 56. Identificación Tramo 3: K15+371,4 - K15+650.



Fuente: Adaptación a partir de Google Earth.

A continuación, **Figura 57** se representa la estructura de mejoramiento (A) y las 3 secciones (B, C Y D) que conforma el Tramo 3:

Figura 57. Estructura del Mejoramiento y Secciones Transversales -Tramo 3
(A)



Fuente. CONSORCIO VIAL UNICAUCA 2024

8.5.1. Excavación y preparación de la subrasante – Tramo 3.

La intervención en el Tramo 3 inició con la delimitación del eje vial y los bordes de calzada mediante estacas topográficas, establecidas con apoyo del equipo de topografía del proyecto, quienes definieron las abscisas, referencias laterales y niveles de corte con base en los planos de diseño y la cartilla topográfica aprobada por interventoría.

Posteriormente, se procedió a la excavación del material existente hasta alcanzar el nivel proyectado de subrasante, de acuerdo con los espesores definidos para cada uno de los subtramos (10 cm de mejoramiento + capas estructurales superiores). Esta excavación se ejecutó utilizando motoniveladora, complementada con retroexcavadora sobre llantas para los sectores de difícil acceso o con restricciones geométricas.

En algunos casos, debido a fallas mecánicas en el equipo principal, se debió continuar con la retroexcavadora para evitar afectaciones al cronograma. (Ver **Figura 58**)

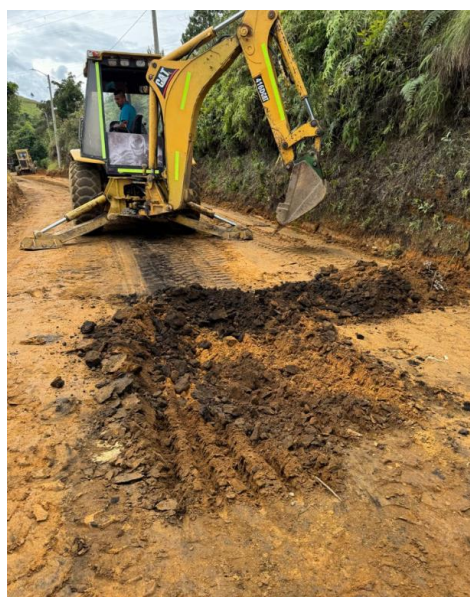
Figura 58. Excavación y Nivelación de Subrasante-Tramo 3.



Fuente. El Autor.

Durante la excavación, se identificaron zonas con material oscuro y de baja capacidad portante, las cuales fueron removidas completamente y reemplazadas por material de afirmado, previo aval de la interventoría, como se identifica en la **Figura 59** y **Figura 60**:

Figura 59. Retiro de Material No apto para Subrasante.



Fuente. El Autor.

Figura 60. Reemplazo de material no apto para Subrasante.



Fuente. El Autor.

Una vez finalizada la excavación, se conformó la subrasante mediante perfilado con motoniveladora y compactación con vibrocompactador de rodillo, garantizando los pendientes transversales de bombeo del 2 % establecidos en el diseño. Esta actividad fue controlada permanentemente con equipo topográfico de nivelación, asegurando la correcta geometría del paquete estructural.

8.5.2. Instalación de Geotextil-Tramo 3.

Como parte fundamental del paquete estructural del Tramo 3, se realizó la instalación continua de geotextil tipo T-2400 sobre la totalidad de los 279 metros de longitud. Esta capa fue colocada directamente sobre la subrasante ya perfilada, actuando como elemento de separación, refuerzo y filtración, y garantizando el adecuado desempeño de las capas superiores del sistema vial.

El procedimiento se ejecutó cuidando que el geotextil se extendiera en una sola dirección, sin pliegues ni tensiones, y que cubriera los 3,60 metros de ancho de calzada, incluyendo los traslapos longitudinales de al menos 50 cm y traslapos transversales de 30 cm, según especificaciones del fabricante y buenas prácticas constructivas.

Este proceso se puede identificar en las **Figura 61** y **Figura 62**:

Figura 61.Instalación de Geotextil-Tramo 3.



Fuente. Archivo Personal

Figura 62. Instalación y verificación de Traslapo en Geotextil.



Fuente. El Autor.

Para garantizar la adecuada fijación del geotextil al terreno, especialmente durante la colocación de las capas estructurales superiores, se emplearon pines de sujeción elaborados a partir de varilla de acero de 3/8". En los casos donde se requirieron traslapes dobles, se cuidó que estos coincidieran únicamente en las franjas laterales del geotextil, evitando su superposición en el eje central de la calzada, con el fin de prevenir sobreespesores y acumulaciones de material que pudieran afectar el perfil final de la estructura vial.

Una vez finalizada la instalación del geotextil a lo largo de los 279 metros del Tramo 3, se procedió a la aplicación de la capa de mejoramiento, compuesta por material granular seleccionado. Esta capa, con un espesor de 10 cm, fue extendida de forma continua sobre toda la superficie del geotextil, asegurando una cobertura homogénea que protegiera el material geosintético de posibles daños mecánicos durante las etapas posteriores de construcción.

La extensión del material se realizó con apoyo de maquinaria pesada, procurando una distribución uniforme, evitando arrastres o desplazamientos del geotextil previamente fijado. Posteriormente, se efectuó el perfilado con motoniveladora, dando forma a la pendiente transversal definida en diseño (+2 % de bombeo), y se procedió a la compactación con vibrocompactador de rodillo, en varias pasadas, hasta alcanzar la densidad exigida en obra. Durante todo el proceso se contó con el acompañamiento del equipo de topografía, encargado de verificar niveles, pendientes y espesores aplicados, garantizando el cumplimiento de las especificaciones técnicas del proyecto.

Las **Figura 63** y **Figura 64** ilustran este proceso:

Figura 63. Distribución e Instalación de capa de Material tipo Mejoramiento sobre geotextil.



Fuente. El Autor.

Figura 64. Nivelación y distribución de material tipo Mejoramiento con Motoniveladora.



Fuente. El Autor.

8.5.3 Instalación de la capa de afirmado – Subtramo 1 del Tramo 3.

El primer subtramo del Tramo 3, comprendido entre las abscisas K15+371,4 y K15+464,4, fue diseñado con una estructura convencional de afirmado de 24 cm de espesor, apoyado sobre una base de mejoramiento de 10 cm previamente extendida y compactada, la cual reposaba sobre geotextil T-2400 instalado en toda la longitud del tramo.

La ejecución de esta capa de afirmado inició con el suministro del material, el cual fue distribuido uniformemente sobre la superficie preparada, cuidando la regularidad del espesor proyectado. El perfilado inicial fue realizado con motoniveladora, garantizando el cumplimiento del bombeo transversal y la pendiente longitudinal según el diseño geométrico del tramo.

En la **Figura 65** se identifica el segmento compuesto por el material tipo afirmado:

Figura 65. Imagen Satelital: Subtramo 1 - Tramo 3.



Fuente: Adaptación a partir de Google Earth.

Para el control de espesores y pendientes, se empleó equipo topográfico durante toda la actividad, asegurando así la conformidad con las secciones transversales establecidas. Posteriormente, se procedió con la compactación del material utilizando vibrocompactador de rodillo, aplicando múltiples pasadas hasta alcanzar la densidad especificada por diseño. (Ver **Figura 66** y **Figura 67**)

Figura 66. Instalación Capa afirmado sobre Geotextil.



Fuente. El Autor.

Figura 67. Compactación Material tipo Afirmado primer subtramo-Tramo 3.



Fuente. El Autor.

8.5.4. Instalación de Geoceldas Subtramo 2 - Tramo 3.

El segundo subtramo del Tramo 3, comprendido entre las abscisas K15+464.4 y K15+557.4, contempló la instalación de geoceldas como refuerzo estructural en conjunto con una capa de afirmado de 21 cm. Esta solución fue adoptada para mejorar la capacidad de soporte de la vía en una zona con características geométricas particulares y pendientes sensibles, en la **Figura 68** se observa el subtramo en el cual se instalarán las geoceldas:

Figura 68. Imagen Satelital: Subtramo 2 - Tramo 3.



Fuente: Adaptación a partir de Google Earth.

Previamente a su instalación, se verificó la correcta conformación de la capa de mejoramiento y se retiraron elementos sueltos o interferencias que pudieran afectar la continuidad del refuerzo. La instalación de las geoceldas se realizó conforme a la metodología ya implementada en el Tramo 2, comenzando con el despliegue de los paneles sobre la superficie y su fijación al terreno mediante varillas de acero de 3/8", colocadas estratégicamente cada 32 cm en sentido longitudinal y transversal.

Para definir la geometría adecuada de cada celda, se midieron 16 cm desde el borde superior hacia los laterales y posteriormente hacia abajo, logrando la típica apertura tipo diamante recomendada por el proveedor. Las secciones de geocelda se unieron entre sí utilizando pines plásticos proporcionados por la empresa VAPCO, garantizando continuidad y estabilidad a lo largo de todo el ancho de la calzada (3,6 metros).

Este proceso se evidencia en la **Figura 69** y **Figura 70**:

Figura 69. Instalación de Geoceldas Tramo 3



Fuente. El Autor.

Figura 70. Instalación Geoceldas Tramo 3.



Fuente. El Autor.

Posteriormente a su instalación, se procedió con el relleno de las celdas con material granular tipo afirmado, conforme a las recomendaciones del fabricante y a las especificaciones técnicas del proyecto.

El material fue vertido cuidadosamente sobre las celdas desplegadas, asegurando que el llenado alcanzara la parte superior de la estructura celular. Luego, y siguiendo las recomendaciones brindadas por el personal técnico de VAPCO, se aplicó una capa adicional de 5 cm por encima del nivel superior de las geoceldas, con el fin de proporcionar una superficie segura que permitiera el tránsito de maquinaria durante la compactación y posteriores actividades constructivas.

En la **Figura 71** se observa el vertimiento del material:

Figura 71. Llenado de Material tipo Afirmado en Geoceltadas-Tramo 3



Fuente. El Autor.

Una vez completado el relleno, se procedió a la nivelación y compactación mecánica utilizando motoniveladora y vibrocompactador de rodillo, realizando varias pasadas uniformes y controladas a lo largo del subtramo. El objetivo fue asegurar una consolidación efectiva del material dentro de las celdas y sobre la superficie, logrando una estructura estable y resistente al tránsito.

Se puede observar este proceso en la **Figura 72** y **Figura 73**:

Figura 72. Nivelación Material Tipo Afirmado en Geoceldas.



Fuente. El Autor.

Figura 73. Compactacion de material Afirmado en Geoceldas-Tramo 3



Fuente. Archivo Personal

8.5.5. Instalación de Ecobase (RCD) – Tramo 3.

El tercer subtramo del Tramo 3, comprendido entre las abscisas K15+557.4 y K15+650, fue construido con una capa estructural compuesta por material reciclado de construcción y demolición (RCD), conocido como Ecobase, con un espesor total de 21 cm, aplicado sobre la capa de mejoramiento de 10 cm y geotextil previamente instalado en toda la sección.

En la **Figura 74** se identifica el lugar de instalación del material tipo RCD:

Figura 74. Imagen Satelital: Subtramo 3 - Tramo 3.



Fuente: Adaptación a partir de Google Earth.

Antes del extendido del material, se verificaron las condiciones de la base granular mejorada, asegurando una superficie regular, limpia y nivelada. El RCD fue transportado en volquetas, vertido sobre el tramo y distribuido uniformemente con apoyo de motoniveladora y retroexcavadora, como se identifica en las posteriores imágenes garantizando la cobertura de toda la calzada (3,60 m de ancho) y el cumplimiento del espesor proyectado. (Ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**)

Figura 75. Instalación y Nivelación de Ecobase (RCD)- Tramo 3



Fuente. El Autor.

La compactación se llevó a cabo con vibrocompactador de rodillo, aplicando varias pasadas en todo el subtramo, hasta alcanzar los valores de densidad especificados. Durante esta etapa se prestó especial atención al control del contenido de humedad, ya que el RCD es un material susceptible a variaciones de humedad que pueden afectar su comportamiento mecánico. Por ello, se evitó el exceso de agua y se trabajó con dosificaciones controladas que garantizaran una compactación eficiente. En las **Figura 76** y **Figura 77** se evidencia este proceso:

Figura 76. Compactación material tipo RCD-Tramo 3.



Fuente. El Autor.

Figura 77.Hidratacion de material tipo Ecobase (RCD).



Fuente. El Autor.

8.6 Hidratación y acabado superficial de capas – “Sello”.

Una vez finalizada la instalación y compactación de las capas estructurales en los Tramos 1, 2 y 3, se llevó a cabo el proceso de hidratación superficial, comúnmente conocido en obra como “Sellar el material” o hidratación para afloramiento de finos. Esta actividad tuvo como finalidad mejorar la apariencia, estabilidad y compactación final de la superficie intervenida, antes de la aplicación del tratamiento superficial doble.

El procedimiento consistió en la aplicación controlada de agua basándose en el manual de Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras 2022 (INVIAS, 2022) sobre toda la superficie compactada en cada tramo, lo cual permitió que los finos presentes en el afirmado ascendieran y rellenaran los poros visibles distribuyéndose homogéneamente, generando una capa más cerrada, densa y continua. Esta acción no solo optimizó la textura superficial, sino que también redujo la permeabilidad inicial, mejorando la cohesión entre partículas.

La hidratación se efectuó mediante una cisterna con un acompañamiento donde se realizó varias pasadas con vibrocompactador de rodillo, logrando un acabado uniforme, libre de desprendimientos y apto para recibir el tratamiento superficial. Además, este procedimiento permitió que la vía presentara una mejor resistencia al tránsito provisional, facilitando la movilidad de maquinaria y personal durante las fases finales de la obra. Este paso fue esencial para garantizar la durabilidad y el buen desempeño del tramo de prueba.

Las **Figura 78** y **Figura 79** evidencian este proceso:

Figura 78. Hidratación de material para su respectivo Sello.



Fuente. El Autor.

Figura 79. Hidratación y acabado superficial de capas.



Fuente. El Autor.

Luego de la instalación, compactación y posterior proceso de hidratación superficial, los tres tramos del proyecto piloto quedaron conformados con sus respectivas capas estructurales terminadas, listas para iniciar con la construcción de cunetas y la aplicación del tratamiento superficial doble.

Este procedimiento permitió mejorar notablemente la textura, apariencia y cohesión de la superficie, ofreciendo un acabado uniforme y apto para el tránsito provisional.

A continuación, se observa en la **Figura 80**, **Figura 81**, **Figura 82**, **Figura 83** y la **Figura 84** el estado final de los tramos una vez culminadas todas las fases de intervención estructural:

Figura 80. Capa Estructural Tramo 1: K14+650 - K14+743.



Fuente. El Autor.

Figura 81. Capa estructural -Tramo 2: K14+983,4 y K15+174,4



Fuente. El Autor.

Figura 82.Capa estructural -Tramo 2: K14+983,4 - K15+174,4.



Fuente. El Autor.

Figura 83. Capa estructural-Tramo 3: K15+371,4 - K15+650.



Fuente. El Autor.

Figura 84. Capa estructural-Tramo3: K15+371,4 - K15+650.



Fuente. El Autor.

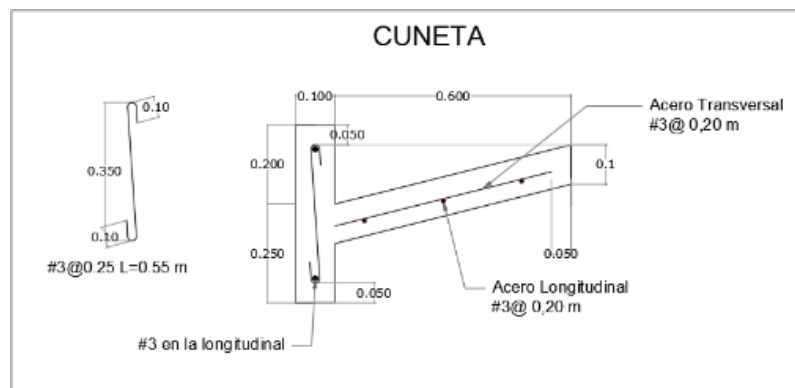
8.7. Cunetas.

Como parte del sistema de drenaje superficial del proyecto, se construyeron cunetas laterales en concreto a lo largo de los tres tramos intervenidos. El diseño de cunetas brindado por la UNIVERSIDAD DEL CAUCA, se empleó para todos los tramos, tanto en geometría como en disposición de acero de refuerzo, cumpliendo con los criterios técnicos establecidos en los planos del proyecto.

Para el armado de las cunetas se utilizó acero corrugado de 3/8", empleado en todo el refuerzo. Los estribos transversales fueron dispuestos cada 20 cm, asegurando una distribución regular que garantizara resistencia y estabilidad en la sección. Además, se respetaron traslapos de 45 cm entre varillas, cumpliendo con las normas de empalme estructural y asegurando continuidad en los elementos longitudinales.

Se puede contemplar el diseño de las cunetas en la **Figura 85**:

Figura 85. Diseño estructural de cunetas.



Fuente. CONSORCIO VIAL UNICAUCA 2024

La construcción de las cunetas se inició con la excavación manual y perfilado de la sección correspondiente, siguiendo el trazado definido en planos.

Posteriormente, se procedió al armado del refuerzo con varilla de acero de 3/8" (#3), donde conforme al diseño estructural se supervisó y verificó las separaciones de 20 cm para el acero transversal. Luego se ejecutó el encofrado con madera, asegurando la forma en "L" establecida, y se realizó el vaciado del concreto, donde la gradación de este fue de 6.5 de triturado y 4 de arena por cada saco de cemento, tomando como medida los baldes de 20L (balde grande).

Finalmente, se llevó a cabo el proceso de curado húmedo para garantizar el desarrollo adecuado de las resistencias y prevenir fisuramientos.

En la **Figura 86** y **Figura 87**, se evidencia el proceso constructivo de cunetas, iniciando por la excavación y el armado del Acero de Refuerzo:

Figura 86. Delimitación y Excavación para Cunetas.



Fuente. El Autor.

Figura 87. Armado de Acero para cunetas y Chequeo de separaciones de estribos.



Fuente. El Autor.

En la **Figura 88** se aprecia el encofrado y la instalación del acero y en la **Figura 89**, se evidencia el vaciado del concreto:

Figura 88. Encofrado e instalación de acero de refuerzo para Cunetas.



Fuente. El Autor

Figura 89. Vaciado de concreto en Cunetas.



Fuente. El Autor.

En la **Figura 90** se aprecia ya las cunetas conformadas:

Figura 90. Detalle constructivo: Conformación de cunetas



Fuente. El Autor.

Tras el curado del concreto, en la **Figura 91** se evidencia el resultado final de las cunetas:

Figura 91. Conformación final de Cunetas.



Fuente. El Autor.

8.8. Instalación de Tratamiento Superficial Doble (TSD).

El tratamiento superficial doble (TSD) es una técnica de revestimiento flexible que se aplica sobre calzadas ya conformadas con capas granulares, y tiene como propósito principal mejorar la resistencia al desgaste, sellar la superficie contra la entrada de agua, proporcionar una textura antideslizante y extender la vida útil de la estructura vial en vías de bajo volumen de tráfico. (INVIAS , 2013)

Este tratamiento fue implementado en el Segundo y Tercer Tramo del proyecto, una vez finalizadas todas las capas estructurales y concluido el proceso de sellado con finos. Antes de proceder con la aplicación del TSD, se realizó una limpieza completa de la calzada mediante una máquina tipo sopladora de aire a presión, que permitió retirar polvo suelto, restos orgánicos y otros residuos que pudieran interferir con la adherencia de los materiales asfálticos. Esta limpieza se ejecutó de forma manual y mecánica, tramo por tramo como se observa en la **Figura 92**:

Figura 92. Limpieza y Preparación de la calzada para Imprimación.



Fuente. El Autor.

Posteriormente, se aplicó una capa de imprimación, la cual tiene como función preparar y sellar la superficie granular para recibir el tratamiento asfáltico. La imprimación favorece la adherencia entre las capas y evita la migración de los ligantes hacia las capas inferiores.

En la **Figura 93** y **Figura 94** se observa el proceso de imprimación en los tramos 2 y 3:

Figura 93. Instalación de Imprimación.



Fuente. EL Autor.

Figura 94. Imprimación.



Fuente. El Autor.

El tratamiento superficial fue ejecutado por la empresa COLBITUMEN, la cual suministró el equipo especializado y el asfalto modificado con caucho reciclado, lo que refuerza el compromiso del proyecto con soluciones más sostenibles y duraderas. El procedimiento del TSD consistió en:

1. Primera aplicación (capa gruesa):

Se aplicó una capa de asfalto modificado sobre la superficie imprimada, inmediatamente seguida por la distribución de agregado tipo tres cuartos ($\frac{3}{4}$ ").

Un vibrocompactador de rodillo siguió de cerca la aplicación, realizando pasadas sin vibración, para asegurar la adherencia del material sin desplazarlo.

2. Segunda aplicación (capa fina):

Una vez fijada la primera capa, se procedió a aplicar una nueva capa de asfalto modificado, seguida por la instalación de agregado más fino, tipo tres octavos ($\frac{3}{8}$ "). De igual forma, el vibrocompactador acompañó el proceso a corta distancia, sin vibrar, para asegurar una adecuada fijación del sello superficial.

Esta capa permite cerrar poros, mejorar la impermeabilidad y proporcionar una textura más homogénea.

La instalación del TSD se observa en la **Figura 95**, **Figura 96**, y en la **Figura 97**:

Figura 95. Instalación de Tratamiento Superficial Doble - Capa $\frac{3}{4}$



Fuente. El Autor.

Figura 96. Instalación de Tratamiento Superficial Doble - Acompañamiento de Vibrocompactador



Fuente. El Autor.

Figura 97. Instalación de TSD - Capa 3/8



Fuente. El Autor.

Durante la ejecución del tratamiento superficial doble, se identificaron zonas en las que la distribución del agregado (ya fuera grueso o fino) no era completamente uniforme, presentando áreas con menor densidad o cobertura del material. Para corregir estas irregularidades y asegurar un acabado continuo y de calidad, se implementaron trabajos de ajuste manual inmediatamente después de la aplicación mecánica de cada capa.

El procedimiento consistió en llenar baldes con asfalto modificado, el cual era vertido manualmente en los sectores donde se evidenciaba menor impregnación o adherencia. A continuación, con el uso de palas, se aplicaba el agregado correspondiente (material tipo tres cuartos o tipo tres octavos, según la capa), rellenando los vacíos y redistribuyendo el material para lograr una cobertura homogénea.

Esta labor minuciosa se realizó con especial atención en las zonas laterales, bordes de calzada y pequeñas depresiones donde el equipo de aplicación no lograba una distribución óptima. Gracias a este trabajo complementario se consiguió nivelar y reforzar las capas aplicadas, garantizando una estructura superficial más densa, continua y resistente, conforme a los estándares técnicos establecidos.

El proceso anteriormente mencionado se evidencia en la **Figura 98** y **Figura 99**:

Figura 98. Vertimiento manual de asfalto modificado



Fuente. El Autor.

Figura 99. Aplicación manual de material y asfalto modificado para corrección superficial



Fuente. El Autor.

Cabe recalcar que las capas del tratamiento superficial fueron aplicadas por la empresa COLBITUMEN en condiciones climáticas secas y bajo supervisión técnica, garantizando el cumplimiento de los espesores, alineación, tiempos de curado y demás criterios de calidad definidos en el diseño, puesto que se manejaron altas temperaturas a la hora de manipular el asfalto modificado (INVIAS , 2013).

Gracias a este proceso, se obtuvo una superficie resistente, continua y de buena presentación, apta para soportar el tráfico vehicular sin deformaciones ni desprendimientos prematuros.

El acabado final del TSD y aspectos mencionados anteriormente se pueden observar en las **Figura 100, Figura 101, Figura 102, Figura 103, Figura 104 y Figura 105:**

Figura 100. Seguimiento térmico del tratamiento superficial doble mediante dron.



Fuente. El Autor.

Figura 101. Tratamiento Superficial Doble – Tramo 2: K14+983,4 y K15+174,4



Fuente. El Autor.

Figura 102. Tratamiento Superficial Doble - Tramo 2: K14+983,4 y K15+174,4.



Fuente. El Autor.

Figura 103. Tratamiento Superficial - Tramo 2: K14+983,4 y K15+174,4.



Fuente. El Autor.

Figura 104. Tratamiento Superficial Doble - Tramo 3: K15+371,4 - K15+650.



Fuente. El Autor.

Figura 105. Tratamiento Superficial Doble - Tramo 3: K15+371,4 - K15+650.



Fuente. El Autor.

8.9 Implementación de Elementos de Seguridad Vial y Señalización.

Una vez finalizadas las actividades de intervención estructural del proyecto, que incluyeron la instalación del tratamiento superficial doble y la construcción de cunetas en concreto, se procedió a la implementación del sistema de señalización vial, con el fin de garantizar condiciones adecuadas de seguridad para los usuarios de la vía.

La señalización instalada comprendió señales verticales de advertencia de curvas pronunciadas, límites de velocidad, y otros elementos de regulación que permiten anticipar maniobras y reducir el riesgo de siniestros viales. Estas señales fueron distribuidas estratégicamente a lo largo de todo el corredor intervenido, de acuerdo con los lineamientos del Manual de Señalización Vial del INVÍAS. (INVÍAS, 2015) Adicionalmente, en sectores con geometrías curvas cerradas o condiciones de riesgo potencial por desnivel, se instalaron defensas metálicas tipo guardavías (barreras metálicas de seguridad), estas estructuras tienen como propósito mitigar el impacto en caso de salida de la vía y proporcionar una contención efectiva para los vehículos; la instalación realizada se puede observar en la **Figura 106** y **Figura 107**:

Figura 106. Instalación de Defensas Metálicas Viales tipo Guardavías.



Fuente. El Autor.

Figura 107. Instalación de Señales de Tránsito.



Fuente. El Autor.

8.10 Ensayos de laboratorio y control de calidad.

Durante el desarrollo del proyecto se ejecutaron diversos ensayos de laboratorio con el fin de verificar la calidad de los materiales y procesos constructivos implementados. Como pasante, se participó activamente en la toma de muestras, ejecución y seguimiento de algunos de estos ensayos, conforme a los protocolos establecidos. Entre las pruebas realizadas destacan las siguientes:

Ensayo de densidad in situ - Cono de Arena:

Este ensayo se utilizó para determinar la densidad seca de las capas compactadas de afirmado y material granular. El procedimiento consistió en ubicar el molde del cono sobre la superficie terminada, trazar su contorno y excavar cuidadosamente un hueco con una profundidad aproximada entre 8 y 10 centímetros.

Posteriormente, el fondo del hueco fue limpiado con una brocha para evitar la presencia de material suelto que pudiera alterar la medición. Una vez instalado el equipo, se permitió la descarga del material patrón para llenar el volumen del hueco. (Ver **Figura 108**)

Figura 108. Cono de Arena Tramo 3: K15+371,4 - K15+650.



Fuente. El Autor.

La estructura del informe con la cual se presentó los datos y resultados obtenidos en la toma de densidades se puede apreciar en la **Tabla 3** y **Tabla 4**:

Tabla 3. Estructura de Informe de Densidades - Cono de Arena.

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL MATERIAL FINO					
Muestra N°	1	2	3	4	5
Peso Recipiente+Muestra Húmeda (g)	38,13	48,08	43,49		
Peso Recipiente+Muestra Seca (g)	35,27	44,73	40,33		
Peso del Agua (g)	2,86	3,35	3,16		
Peso Recipiente (g)	4,96	4,55	6,50		
Peso Muestra Seca (g)	30,31	40,18	33,83		
Contenido de Humedad W (%)	9,44	8,34	9,34		
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL MATERIAL GRUESO					
Muestra N°	1	2	3	4	5
Peso Recipiente+Muestra Húmeda (g)	28,18	21,31	74,11		
Peso Recipiente+Muestra Seca (g)	27,24	20,81	70,56		
Peso del Agua (g)	0,94	0,50	3,55		
Peso Recipiente (g)	6,50	6,50	6,50		
Peso Muestra Seca (g)	20,74	14,31	64,06		
Contenido de Humedad W (%)	4,53	3,49	5,54		

Fuente. Adaptación a partir de Informe de Resultados de Densidades – Cono Arena.

Tabla 4. Estructura de Informe de Densidades - Cono de Arena.

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD CORREGIDA POR SOBRETAMAJOS					
Ensayo N°	1	2	3	4	5
Peso total Aparato + Arena	5522,00	5476,00	5474,00		
Peso Aparato + Arena Restante	1862,00	1136,00	1104,00		
Densidad de la Arena	1,438	1,438	1,438		
Constante del Cono	1606,00	1606,00	1606,00		
Peso Arena de Llenado	2054,00	2734,00	2764,00		
Peso de Material Extraído Humedo	2867,00	4002,00	3948,00		
Peso del Material Extraído Humedo Fino	2662,00	2370,00	1802,00		
Peso del Material Extraído Humedo Grueso	205,00	1632,00	2146,00		
Volumen de la Perforación	1428,37	1901,25	1922,11		
Peso Seco de Material Extraído Fino	2432,48	2187,61	1648,06		
Peso Seco de Material Extraído Grueso	196,11	1576,90	2033,32		
Porcentaje de la Fracción Fina por Masa	92,54	58,11	44,77		
Porcentaje de la Fracción Gruesa por Masa	7,46	41,89	55,23		
Gravedad Específica de la Fracción Gruesa	2,58	2,58	2,58		
Humedad Corregida de Fracciones Fina y Gruesa	9,07	6,31	7,24		
Densidad corregida Seca In-Situ	1,66	1,92	2,04		
Densidad de campo	1,84	1,98	1,92		
Densidad Seca Máxima en Laboratorio	1,62	1,62	1,62		
Porcentaje de Compactación	110,64	103,30	94,03		
Abscisa	PR14+660	PR14+705	PR14+730		
margen	DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA		
espesor del material (m)	0,25	0,25	0,25		
OBSERVACIONES :					

Fuente. Adaptación a partir de Informe de Resultados de Densidades – Cono Arena.

Como resultados se obtuvieron porcentajes de compactación entre el 95% y 103% cumpliendo con el porcentaje especificado (95%); estos resultados se encuentran en el Anexo 10.

Ensayo de resistencia del concreto – Moldes cilíndricos:

En cada jornada de fundición de cunetas se realizó la toma de muestras para ensayos de resistencia del concreto. Las muestras fueron moldeadas en cilindros estándar, conformados en tres capas sucesivas.

Cada capa fue compactada con una varilla metálica mediante 25 penetraciones uniformemente distribuidas, y adicionalmente se aplicó vibración externa para garantizar una correcta compactación y eliminar vacíos.

Estos cilindros fueron curados adecuadamente y enviados al laboratorio para ser ensayados a compresión a los 7, 14 y 28 días, según la normativa técnica. Los resultados permitieron verificar el cumplimiento de la resistencia especificada para el concreto utilizado en cunetas. (**Figura 109**)

Figura 109. Resistencia del Concreto – Cilindros Tramo 2 y 3: K15+076,4 - K15+650.



Fuente. El Autor.

La estructura del informe con la cual se presentó los datos y resultados obtenidos en el ensayo de compresión se puede apreciar en la **Tabla 5**:

Tabla 5. Estructura de Informe de ensayo de Compresión de Concreto.

MATERIALES: CEMENTO ARGOS, AGREGADO DE CONEXPE												
DOSIFICACION:concreto premezclado (3000psi)												
PROB.	FECHA FUNDIDA	UBICACION DE TOMA DE MUESTRA	FECHA	AST.	TIPO DE	RESISTENCIA					PROB.	OBSERVACIONES
Nº			RUPTURA	Pa	MEZCLA	P.S.I.					P.S.I.	
						Lect Dial	7 DIAS	14DIAS	21 días	28 DIAS	28 DIAS	
1	3-jul-25	TRAMO 3 K15 + 680 a k14-730 lado derecho	24-jun-25			39,83				3106	3152	28 DIAS
2	3-jul-25		24-jun-25			38,8				3025	3061	
3	7-jul-25	TRAMO 3 K14 + 650 a k14-690 lado izquierdo	28-jun-25			40,16				3131	3131	
1	7-jul-25		28-jul-24			39,65				3092	3092	
2	16-jul-25	TRAMO 3 K14 + 650 a k14-690 lado derecho	23-jun-25			33,59	2203				3204	
3	16-jul-25		23-jun-25			34,12	2183				3181	
OBSERVACIONES												

Fuente. Adaptación a partir de Informe de Resultados de Compresión de Concreto – Cilindros.

Como resultados se obtuvieron resistencias a los 28 días superiores a los 3000 psi, cumpliendo con las resistencias especificadas para el proyecto, estos resultados se encuentran en el Anexo 11.

Verificación de espesores de capas estructurales.

Se realizaron controles de espesor para todas las capas del paquete estructural (afirmado, material sobre geoceldas y RCD), utilizando cañas graduadas y niveles topográficos. Estas verificaciones se efectuaron en puntos estratégicos del tramo para comprobar que la colocación del material cumplía con los espesores proyectados.

Los resultados permitieron realizar ajustes durante la ejecución, asegurando la correcta conformación de la estructura y evitando deficiencias por exceso o falta de material.
(Figura 110)

Figura 110. Chequeo de Espesores



Fuente. El Autor.

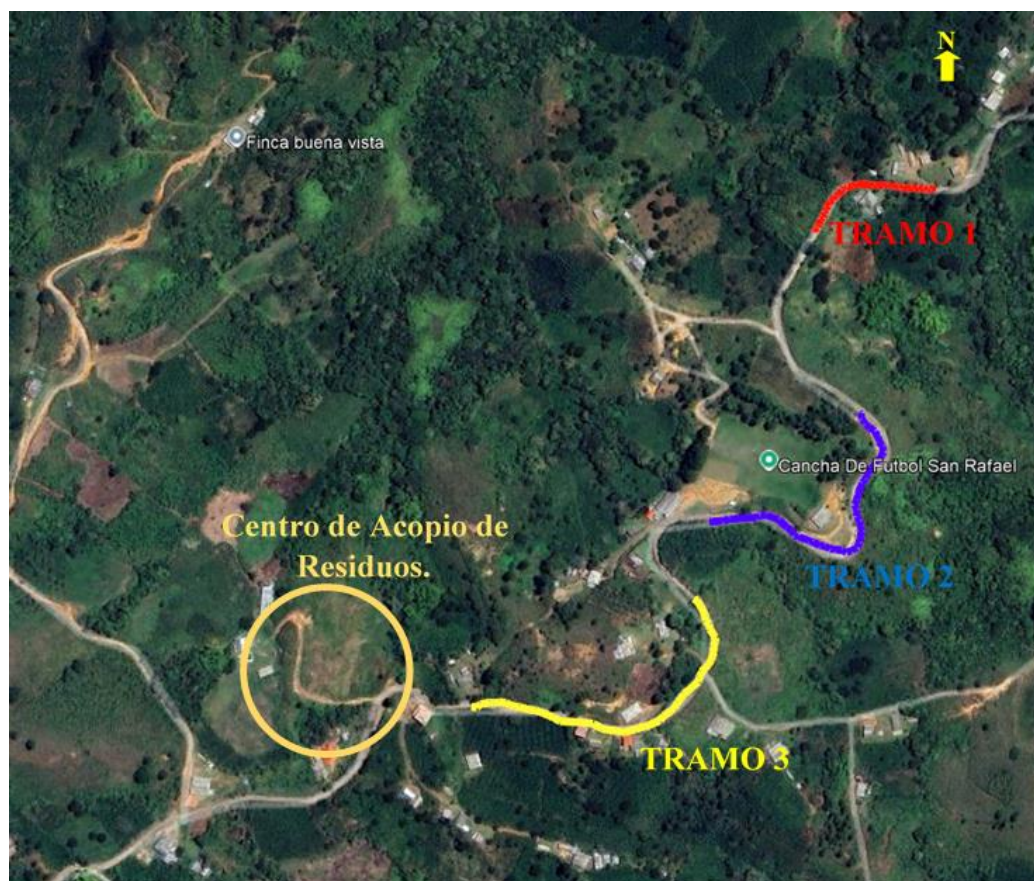
8.11. Disposición final de material: Botadero y centro de acopio de residuo.

Durante el proceso de excavación de todos los Tramos, se generaron volúmenes considerables de material sobrante, los cuales no eran aptos para su reincorporación en la estructura vial. Para su correcta disposición, se contrató un centro de acopio autorizado, seleccionado por su capacidad operativa, cumplimiento legal y ubicación estratégica cercana a la obra.

Este sitio contaba con licencia ambiental vigente y operaba bajo los lineamientos establecidos en el Plan de Manejo Ambiental (PMA) del proyecto, lo que permitió una gestión adecuada de los residuos, reduciendo los tiempos de transporte y minimizando impactos ambientales.

Se verificó que el material fuese transportado mediante volquetas y depositado en dicho sitio autorizado. Este procedimiento formó parte del manejo adecuado de residuos de excavación conforme a las buenas prácticas constructivas siguiendo los parámetros establecidos en la Sección 200 de Movimiento de Tierras de INVIAS (INVIAS, 2022). La conformación final del material y el centro de acopio residuales se puede observar en la **Figura 111** y **Figura 112**:

Figura 111. Centro de Acopio de Residuos - Imagen Satelital.



Fuente. El Autor.

Figura 112. Centro de Acopio de Material de Excavación.



Fuente. El Autor.

8.12. Tramos de transición y mantenimiento vial durante la obra.

Durante el desarrollo del proyecto, fue necesario considerar no solo la intervención directa de los tramos piloto, sino también las condiciones de los tramos de transición y las vías adyacentes utilizadas para el acceso de maquinaria, transporte de materiales y circulación del personal. El constante tránsito de vehículos pesados, volquetas y equipos de obra generó deterioro progresivo tanto en la vía en construcción como en el tramo vial que comunica con el sector de San Rafael, afectando parcialmente la calidad de rodadura y el acceso de los usuarios.

Con el fin de garantizar la seguridad, tránsito y buena conectividad del corredor vial durante toda la ejecución de la obra, se realizaron labores de mantenimiento correctivo en estos sectores afectados. Dichas intervenciones incluyeron:
Relleno y nivelación de huecos o depresiones localizadas

- Compactación de sectores erosionados o desestabilizados por escorrentía o tráfico pesado
- Perfilado de superficie con motoniveladora y riego con agua en zonas polvorientas
- Reposición puntual de material granular donde fue necesario

Estas actividades fueron ejecutadas de manera continua y coordinada, tanto por el personal de obra como con el acompañamiento técnico de la interventoría, asegurando que las vías de acceso a la zona de intervención permanecieran en condiciones óptimas para el desarrollo del proyecto y para el tránsito de la comunidad. A continuación, se aprecia dichos procedimientos en las **Figura 113**, **Figura 114** y **Figura 115**:

Figura 113. Deterioro Vial por Tránsito Pesado y de Maquinaria.



Fuente. El Autor.

Figura 114. Instalación de Material Granular para Reparación.



Fuente. El Autor.

Figura 115. Reparación y Estado Final de Calzada.



Fuente. El Autor.

8.13. Imprevistos y problemáticas durante la ejecución del proyecto.

Como parte del desarrollo del proyecto en condiciones reales de terreno, surgieron diversos imprevistos y dificultades operativas que afectaron el cronograma, la ejecución de actividades y los volúmenes inicialmente proyectados. Estos contratiempos fueron gestionados en campo mediante decisiones técnicas, reprogramaciones y refuerzos operativos, con el fin de garantizar la continuidad y calidad de la intervención.

Uno de los factores más determinantes fue la presencia constante de lluvias, ya que el proyecto se localizó en una zona con alta pluviosidad, donde se registraron precipitaciones prácticamente a diario. Debido a estas condiciones climáticas extremas y persistentes, fue necesario suspender temporalmente la obra por aproximadamente un mes, ya que el terreno no ofrecía condiciones adecuadas para la operación segura y efectiva de la maquinaria ni para garantizar la calidad de los procesos constructivos. Esta suspensión fue gestionada con el acompañamiento de la interventoría y quedó debidamente registrada, con el fin de salvaguardar la integridad técnica del proyecto y prevenir reprocesos mayores. Las condiciones climáticas afectaron directamente:

- El rendimiento de la maquinaria y los equipos, debido a que muchas actividades no podían ejecutarse con el terreno saturado.
- El avance de la excavación, compactación y extendido de materiales, al tener que esperar mejores condiciones climáticas.
- La necesidad de retirar material que ya había sido instalado, debido a que se humedeció en exceso y perdió su capacidad estructural, obligando a reemplazarlo y, por tanto, aumentando los volúmenes de obra previstos inicialmente. (Ver **Figura 116** y **Figura 117**)

Figura 116. Condiciones Climáticas Adversas en la Obra



Fuente. El Autor.

Figura 117. Condiciones del Terreno Tras Lluvias y Tareas de Recuperación Vial.



Fuente. El Autor.

Adicionalmente, se presentaron fallas mecánicas en maquinaria clave para el proyecto, como fue el caso de la motoniveladora y la retroexcavadora tipo “pajarita”, cuyos repuestos debieron ser trasladados desde la ciudad de Popayán, lo que generó demoras temporales y ajustes logísticos en el frente de trabajo. A estas dificultades se sumaron inconvenientes derivados de la maquinaria contratada, ya que en varias ocasiones los operarios no se presentaban en sitio, afectando la continuidad de las labores.

Otro inconveniente significativo se presentó durante la instalación del tratamiento superficial doble (TSD). En un primer intento, el equipo dispuesto por el contratista encargado no presentó un desempeño óptimo, las boquillas responsables de expulsar el asfalto modificado no funcionaron correctamente ya que no lo aplicaron de manera uniforme, al igual que la tolva que distribuía el material granular, dejando una capa tanto de asfalto como de material con bastantes espacios sobrantes (capa no uniforme), lo que impidió ejecutar la actividad bajo los parámetros de calidad requeridos. Por tal motivo, fue necesario reprogramar la aplicación y repetir completamente el procedimiento, incluyendo los preparativos previos como la imprimación, para asegurar un resultado conforme a las especificaciones. Este contratiempo generó un sobrecosto en la obra, ya que fue necesario volver a contratar maquinaria como el vibrocompactador y la retroexcavadora, requeridas nuevamente para la instalación. Además, se debió realizar una nueva aplicación de imprimación, lo cual representó un incremento adicional en el

consumo de insumos. También fue necesario retirar parte del material granular previamente aplicado y reemplazarlo, lo que implicó mayores volúmenes, uso adicional de recursos y mano de obra no contemplada inicialmente. Esto se puede apreciar en la Figura 118 y Figura 119:

Figura 118. Problemas en la Instalación de TSD.



Fuente. El Autor.

Figura 119. Fallas mecánicas en equipo dispuesto para instalación de TSD.



Fuente. El Autor.

8.14. Control de Equipos y Registro de Rendimientos.

Como parte de las actividades realizadas durante la pasantía, se llevó a cabo el control y seguimiento del uso de maquinaria en obra, una tarea clave para la gestión operativa y administrativa del proyecto. Esta labor consistió en registrar detalladamente los horarios de entrada y salida de cada equipo utilizado en las diferentes frentes de trabajo (retroexcavadora, motoniveladora, vibrocompactador, volquetas, entre otros).

Este control permitió llevar un registro preciso de las horas efectivas de operación de cada máquina, información que fue utilizada para calcular los pagos correspondientes a los contratistas de maquinaria, así como para realizar análisis de productividad y rendimientos. Además, estos datos fueron fundamentales para verificar el cumplimiento del cronograma de obra y tomar decisiones sobre la programación de actividades, en función del avance real y la disponibilidad de equipos.

La supervisión diaria de los equipos también facilitó la detección de tiempos muertos o improductivos, generando alertas tempranas para optimizar el uso de recursos y mejorar la eficiencia general del proyecto.

A continuación, se presentan la **Tabla 6**, **Tabla 7**, **Tabla 8**, **Tabla 9**, con el respectivo seguimiento de cada equipo:

Tabla 6. Control de Maquinaria – Retrocargador.

	Retrocargador (Pajarita) - Corte, cargue y apilamiento de material						
	Fecha	Hora Inicio	Hora Final	Horas	Volumen (m³)	Rendimiento (m³/h)	Anotaciones
Semana 5	Lunes 31 de Marzo	15353,1	15358,2	5,1	42	8,24	
	Martes 1 de Abril	15358,7	15364,9	6,2	63	10,16	
	Miércoles 2 de Abril	15365,4	15370,5	5,1	35	6,86	
	Jueves 3 de Abril	15370,9	15377,3	6,4	56	8,75	
	Viernes 4 de Abril	15377,3	15382,1	4,8	35	7,29	Mal Clima, día lluvioso
	Sábado 5 de Abril	15382,4	15385,1	2,7	50	18,52	

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 7. Control de Maquinaria - Volqueta 7m³

	Volqueta 7m³					
	Fecha	Numero de Viajes	Tiempo Promedio/Viaje (min)	Volumen Transportado (m³)	Rendimiento (m³/h)	Anotaciones
Semana 5	Lunes 31 de Marzo	6	20	42	21,00	
	Martes 1 de Abril	9	17	63	24,71	
	Miércoles 2 de Abril	0	0	0	0,00	Mal clima, amaneció lloviendo, se limpio lodo hasta las 11:00 a.m. Se anotan \$50.000
	Jueves 3 de Abril	8	17	56	24,71	
	Viernes 4 de Abril	2	23	14	18,26	Mal Clima, día lluvioso, se encuentro dos veces.
	Sábado 5 de Abril	2	17	14	24,71	El día se presento con buen clima, realizo 2 viajes, se anotan \$100.000

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 8. Control de Maquinaria - Vibrocompactador.

	Vibrocompactador - Ancho de Rodillo 2m - 5 ton							Anotaciones
	Fecha	Hora Inicio	Hora Final	Horas	Longitud Compactada (m)	Area Compactada (m²) - 5m Ancho	Rendimiento (m²/h)	
Semana 5	Lunes 31 de Marzo	736,9	737,4	0,5	10	50	100,00	
	Martes 1 de Abril	737,4	739,5	2,1	30	150	71,43	
	Miercoles 2 de Abril	739,5	740,4	0,9	15	75	83,33	Mal clima, amanecio lloviendo, se limpio lodo hasta las 11:00 a.m.
	Jueves 3 de Abril	740,5	743,4	2,9	40	200	68,97	
	Viernes 4 de Abril	743,5	744,6	1,1	18	90	81,82	
	Sabado 5 de Abril	744,6	745,3	0,7	10	50	71,43	
	TOTAL			8,2			Rendimiento Promedio(m²/h)	79,50

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 9. Control de Maquinaria – Motoniveladora.

	Motoniveladora - Cuchilla 2.5m - Corte y Distribucion de Material						Anotaciones
	Fecha	Hora Inicio	Hora Final	Horas	Area Trabajada (m²)	Rendimiento (m²/h)	
Semana 5	Lunes 31 de Marzo	762,6	767,2	4,6	283	61,52	
	Martes 1 de Abril	767,2	774,2	7	418	59,71	
	Miercoles 2 de Abril	774,2	779,6	5,4	345	63,89	
	Jueves 3 de Abril	779,6	787,5	7,9	460	58,23	
	Viernes 4 de Abril	787,5	792,7	5,2	315	60,58	
	Sabado 5 de Abril			0	0	0	No se trabajo con la motoniveladora.
	TOTAL			30,1		Rendimiento Promedio(m²/h)	50,65

Fuente: Elaboración Propia.

8.15. Control y Seguimiento de Material. – Asistencia en Memoria de Cantidades.

Durante la ejecución del proyecto, se implementó un estricto control de entrada y salida de materiales con el fin de garantizar la trazabilidad de los insumos utilizados y los residuos generados. Como pasante de ingeniería civil, una de mis responsabilidades fue llevar el registro detallado de este flujo de materiales, supervisando y documentando tanto la recepción como la disposición de cada tipo de material, con lo cual se asistió en la memoria de cantidades para la elaboración de las Actas correspondientes.

Se llevó control del ingreso de materiales como el RCD (Ecobase), material granular para afirmado, acero para refuerzo y material granular para el tratamiento superficial doble, registrando los volúmenes, fechas, número de viajes. Asimismo, se controló la salida del material producto de las excavaciones realizadas en los tres tramos del proyecto, verificando que este fuera transportado al botadero autorizado, cumpliendo con los lineamientos técnicos y ambientales establecidos.

Estos registros se observan en la **Tabla 10:**

Tabla 10. Control y Seguimiento de Material.

Semana 3	Material de Excavacion - Transporte: Volqueta 7m ³		
	Fecha	Numero de Viajes	Volumen Transportado (m ³)
	Martes 18 de Marzo	8	56
	Miercoles 19 de Marzo	0	0
	Jueves 20 de Marzo	7	49
	Viernes 21 de Marzo	16	112
	Sabado 22 de Marzo	2	14
	TOTAL	33	231
Semana 4	Material de Excavacion - Transporte: Volqueta 7m ³		
	Fecha	Numero de Viajes	Volumen Transportado (m ³)
	Martes 25 de Marzo	7	49
	Miercoles 26 de Marzo	1	7
	Jueves 27 de Marzo	4	28
	Viernes 28 de Marzo	0	0
	Sabado 29 de Marzo		0
	TOTAL	12	84
Semana 5	Material de Excavacion - Transporte: Volqueta 7m ³		
	Fecha	Numero de Viajes	Volumen Transportado (m ³)
	Lunes 31 de Marzo	6	42
	Martes 1 de Abril	9	63
	Miercoles 2 de Abril	0	0
	Jueves 3 de Abril	8	56
	Viernes 4 de Abril	2	14
	Sabado 5 de Abril	2	14
	TOTAL	27	189
Material de Excavacion Material tipo Afirmado Material tipo RCD Gravilla-TSD Acero			

Fuente: Elaboración Propia

Como parte del acompañamiento técnico en obra, se realizó un análisis investigativo del material utilizado, específicamente del acero de refuerzo destinado a la construcción de cunetas. Con el fin de evaluar la eficiencia en el uso del recurso y el control de los costos, se elaboró un Análisis de Precio Unitario (APU) con base en las cantidades previamente presupuestadas en la etapa de planificación.

Este APU permitió estimar el costo teórico del acero requerido para la obra y, posteriormente, compararlo con las cantidades reales empleadas y el costo final en sitio. Este ejercicio de control contribuyó a identificar posibles desviaciones, analizar sus causas, y comprender la importancia de llevar un seguimiento técnico-financiero riguroso de los materiales en proyectos de infraestructura vial. Como pasante, esta actividad fortaleció la comprensión de los procesos de planeación, ejecución y control de costos aplicados en obra real.

A continuación, en la **Tabla 11** y **Tabla 12** se observa el APU con el cual se hizo la comparación con las cantidades reales y el costo real en la ejecución:

Tabla 11. APU - Acero de Refuerzo 3/8"

Acero de Refuerzo 3/8"	3,3	Unidad	Kg			
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
Descripción	Unidad	Rendimiento	Valor unitario	Valor parcial		
Herramienta menor 5% M.O	und	0,0500	1.820	91		
SUBTOTAL MANO DE OBRA				91		
MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor parcial		
Varilla de acero 3/8" 420 Mpa Tramo 1	Kg	967,20	8.326	8.052.907		
Varilla de acero 3/8" 420 Mpa Tramo 2	Kg	2902	8.326	24.162.052		
Varilla de acero 3/8" 420 Mpa Tramo 3	Kg	2902	8.326	24.162.052		
				0		
				0		
				0		
SUBTOTAL MATERIALES				56.377.011		
TRANSPORTE						
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor parcial		
				0		
				0		
SUBTOTAL TRANSPORTE				0		
MANO DE OBRA						
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Rendimiento	Factor prestacional 85%	Valor parcial
Oficial de estructura	jornal	1	80.000	0,0028	1,85	416
Maestro de obra	jornal	1	120.000	0,0028	1,85	624
Ayudante de construcción	jornal	3	50.000	0,0028	1,85	780
						0
SUBTOTAL MANO DE OBRA						1.820
COSTO DIRECTO				56.378.923		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 12. Cantidad Real Acero 3/8" usada en el Proyecto.

MATERIALES				
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor parcial
Varilla de acero 3/8" 420 Mpa Tramo 1	Kg	1121,28	8.326	9.335.777
Varilla de acero 3/8" 420 Mpa Tramo 2	Kg	3363,85	8.326	28.007.415
Varilla de acero 3/8" 420 Mpa Tramo 3	Kg	3262,518	8.326	27.163.725
				0
				0
				0
SUBTOTAL MATERIALES				64.506.917

Fuente: Elaboración Propia.

Al comparar el APU previamente calculado con la cantidad real de acero utilizada durante la ejecución del proyecto, se evidenció un aumento tanto en el volumen requerido como en el costo asociado. Esta diferencia refleja las condiciones reales de obra, donde suelen presentarse factores como desperdicios de material, cortes no aprovechables y ajustes imprevistos en el armado. Dichas variaciones son comunes en campo y resaltan la importancia de contemplar márgenes de pérdida y sobrecostos dentro del presupuesto inicial para lograr una planificación más realista y eficiente.

8.16. Acompañamiento y Socialización Técnica del Proyecto.

Como parte de mis funciones durante la pasantía, también asumí un rol activo en la atención y acompañamiento a visitantes institucionales interesados en conocer el desarrollo del proyecto. Durante la ejecución de obra, atendí delegaciones del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), de la Universidad del Quindío y a un estudiante extranjero, quienes acudieron al proyecto como parte de procesos académicos o de intercambio profesional.

En estas visitas, se socializo los avances de obra, las tecnologías implementadas —como el uso de geotextiles, geoceldas y material reciclado tipo RCD—, y los procesos constructivos que se llevaban a cabo en los distintos tramos del proyecto. Esta interacción permitió no solo fortalecer los lazos interinstitucionales, sino también generar espacios de divulgación técnica y aprendizaje, consolidando el proyecto como un referente de aplicación práctica en infraestructura vial rural. (Ver **Figura 120** y **Figura 121**)

Figura 120. Socialización del Proyecto - SENA



Fuente. El Autor.

Figura 121. Socialización del Proyecto - Estudiante Extranjero.



Fuente. El Autor.

8.17. Seguimiento y análisis del cronograma de obra (Project).

Durante el desarrollo del proyecto se utilizó una herramienta de programación tipo Microsoft Project, donde se estructuraron todas las actividades necesarias para la ejecución de los tres tramos del corredor vial. Esta planificación permitió visualizar con precisión las tareas, duraciones, costos y secuencias constructivas.

En el cronograma seleccionado se evidencia una programación coherente y detallada, con la inclusión de fases preliminares, estructuras del pavimento, instalación de tecnologías como geotextiles y geoceldas, aplicación del tratamiento superficial doble (TSD), obras complementarias como cunetas, señalización vertical, y acarreo de materiales, entre otros aspectos técnicos.

A pesar de que la planificación contempló una ejecución continua y progresiva, el desarrollo real de la obra se vio impactado por imprevistos climáticos, especialmente lluvias constantes en la zona del proyecto, las cuales causaron:

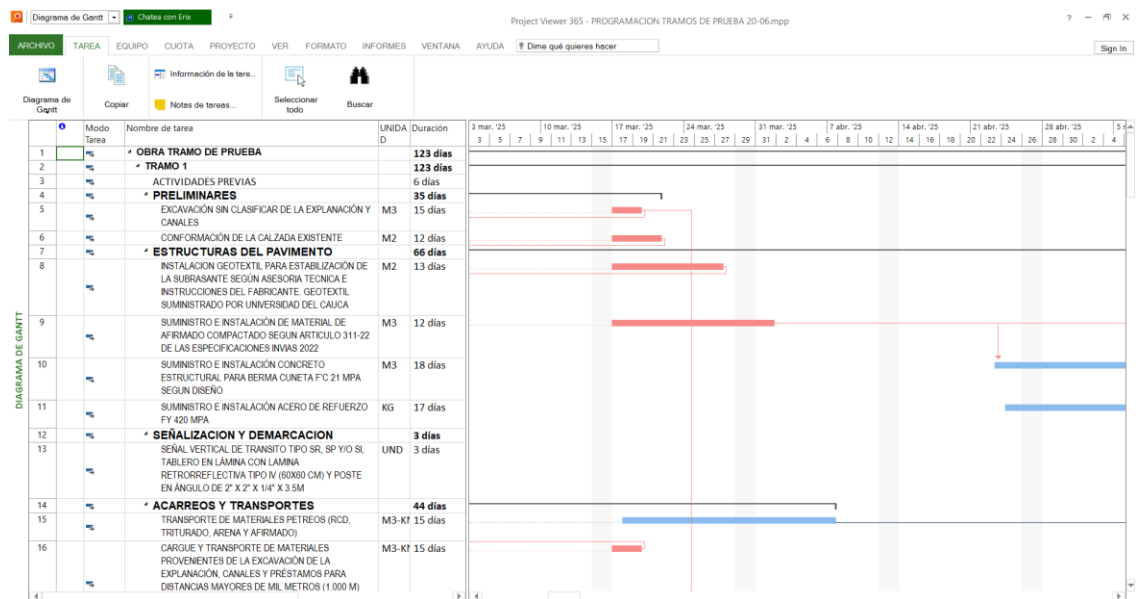
- Interrupciones en las actividades de excavación, extendiendo los plazos.

- Trabajos y recuperación en zonas donde el agua deterioró materiales ya instalados.
- Aplazamientos en la aplicación del tratamiento superficial doble, debido a que no se garantizaban las condiciones mínimas requeridas de temperatura y humedad.

Estas condiciones generaron ajustes sobre los tiempos proyectados originalmente, así como reprogramaciones puntuales y sobrecostos operativos. A pesar de ello, la programación inicial permitió mantener una hoja de ruta clara, y con las reprogramaciones necesarias, se logró mantener el control sobre la ejecución, identificando cuellos de botella y permitiendo un seguimiento efectivo de las actividades críticas.

El Project de la obra se encuentra en el apartado de anexos y se aprecia una visualización rápida en la **Figura 122**:

Figura 122. Programación del Proyecto – Project.



Fuente. CONSORCIO VIAL UNICAUCA 2024.

8.17. Diseño Geométrico y Topografía.

El levantamiento topográfico constituyó la base fundamental para el diseño geométrico del proyecto. Inicialmente, se utilizó una estación total con el fin de obtener coordenadas precisas de los puntos de control y referencias principales a lo largo del corredor vial. Posteriormente, con el fin de complementar y densificar la información, se implementó la tecnología RTK (Real Time Kinematic) mediante receptores GNSS, la cual permitió levantar con alta precisión los puntos correspondientes al eje de la vía y a los bordes de calzada.

La combinación de estas dos metodologías garantizó la obtención de un modelo topográfico detallado, que permitió identificar las condiciones actuales del terreno, pendientes longitudinales y transversales, así como las secciones críticas del trazado. Con esta información se procedió a la elaboración de la cartera topográfica de diseño la cual se encuentra en el Anexo 13.

En la **Tabla 13** se puede apreciar una pre visualización del formato utilizado para la cartera:

Tabla 13. Cartera de Diseño.

CARTERA DE COORDENADAS RASANTE											
Abscisa (m)	Coordenadas Lado Izquierdo (N,E,Cota)		Peralte Izquierdo %	Coordenadas Eje N,E		Cota (m)			Peralte Derecho %	Coordenadas Lado Derecho (N,E,Cota)	
	Chaffan	Calzada con sobreancho		N,E	Negra	Rasante	Subrasante			Calzada con sobreancho	Chaffan
14650	53.587,1043529.498,1764.445	1043529.495,1764.445	-2	70956.245,1043529.46	1764.954	1764.954	1764.604	-2	58.045,1043529.482,1764.095	1043529.478,1765.6	
PC1 14657.441	53.520,1043522.058,1764.417	1043522.054,1764.417	2	70956.217,1043522.04	1764.609	1764.623	1764.273	-2	58.017,1043522.041,1764.095	1043522.038,1765.1	
14660	53.575,1043519.453,1764.430	1043519.465,1764.430	2	70956.229,1043519.48	1764.512	1764.509	1764.159	-2	58.029,1043519.512,1764.095	1043519.524,1765.0	
14665	53.857,1043514.374,1764.580	1043514.407,1764.580	2	70956.378,1043514.43	1764.292	1764.286	1763.936	-2	58.176,1043514.574,1764.095	1043514.619,1764.9	
14670	54.154,1043509.299,1764.898	1043509.358,1764.898	2	70956.693,1043509.50	1764.05	1764.053	1763.703	-2	58.487,1043509.644,1764.095	1043509.701,1764.1	
14675	54.441,1043504.215,1764.584	1043504.322,1764.584	2	70957.172,1043504.52	1763.786	1763.792	1763.442	-2	58.961,1043504.726,1763.095	1043504.808,1763.7	
PT1 14676.812	54.611,1043502.377,1764.600	1043502.501,1764.600	2	70957.387,1043502.72	1763.683	1763.691	1763.341	-2	59.173,1043502.949,1763.095	1043503.042,1763.6	
14680	54.710,1043499.177,1764.997	1043499.338,1764.997	1,21	70957.783,1043499.56	1763.476	1763.504	1763.154	-1,21	59.569,1043499.785,1763.096	1043499.884,1763.4	

Fuente. CONSORCIO VIAL UNICAUCA 2024.

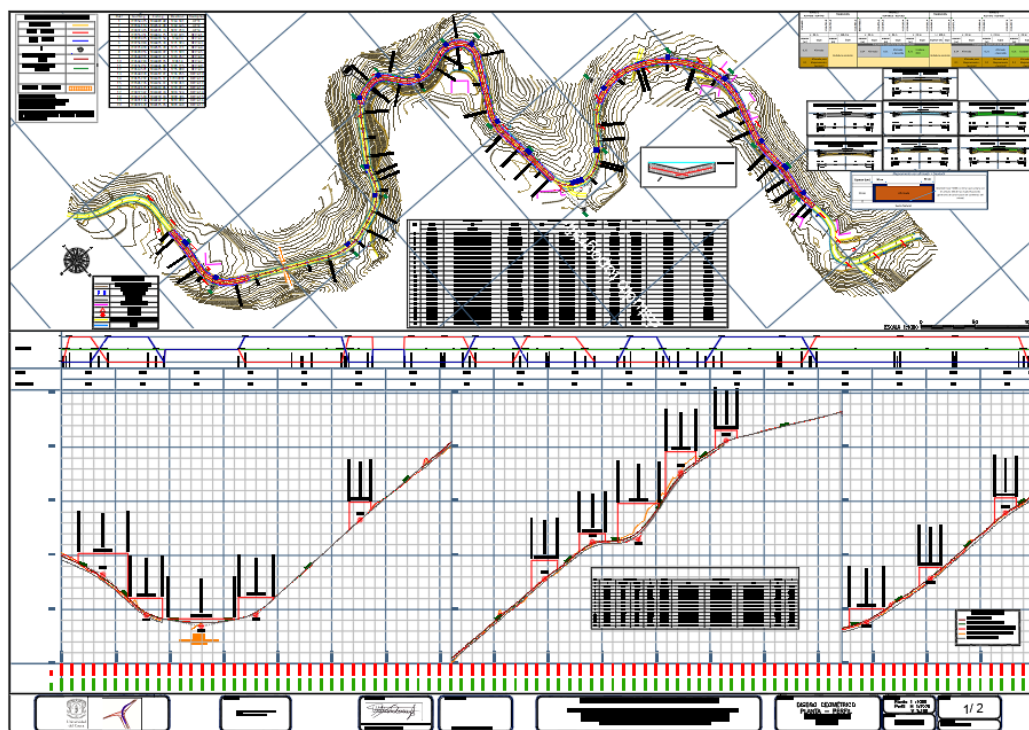
Con la información recolectada en campo, se construyó el alineamiento del eje vial mediante la interpolación de los puntos levantados. En la cartera de coordenadas de rasante se consignaron las estaciones, progresivas y cotas de diseño, que permitieron establecer el perfil longitudinal definitivo.

Este proceso aseguró la coherencia entre las condiciones topográficas reales y las necesidades del mejoramiento proyectado, optimizando la rasante para garantizar pendientes de operación seguras y adecuadas al tránsito previsto.

El diseño geométrico del mejoramiento vial se desarrolló bajo los lineamientos de la Norma de Diseño Geométrico de Carreteras del INVIAS (INVIAS, 2018), teniendo en cuenta la clasificación funcional de la vía, las velocidades de diseño, y las condiciones topográficas del corredor. Este archivo se encuentra en el Anexo 12.

En la **Figura 123** se observa una visualización del trazado, sus perfiles y las secciones transversales:

Figura 123. Diseño geométrico - Planta.



Fuente. CONSORCIO VIAL UNICAUCA 2024.

9. CONCLUSIONES.

- El objetivo general y los objetivos específicos propuestos, como el seguimiento y control de maquinaria, la gestión de materiales y la verificación de rendimientos de la práctica profesional se cumplió, el pasante afianzó los conocimientos adquiridos durante la carrera profesional, participando como auxiliar de ingeniería en el proyecto ejecutado por la empresa VIVAS PERAFAN INGENIERIA S.A.S.
- La pasantía le brindó al estudiante una oportunidad significativa de adquirir nuevas herramientas conceptuales y prácticas, que tendrán gran utilidad al momento de enfrentar el ámbito laboral, debido a que proporcionaron claridad sobre la perspectiva del ejercicio de la profesión, enfocado en brindar soluciones a una necesidad social por medio de la planeación y/o construcción de una infraestructura.
- La participación activa en un proyecto que incorporó tecnologías como geotextiles, geoceldas y ecobases (RCD) permitió comprender e implementar soluciones sostenibles en vías rurales, aportando al desarrollo de infraestructura vial de bajo impacto ambiental y alto desempeño estructural. A través de esta experiencia se entendió no solo la función técnica y mecánica de cada una de estas tecnologías dentro del paquete estructural, sino también su viabilidad en términos constructivos y operativos para contextos rurales.
- Los ensayos de laboratorio y control de calidad aprendidos durante el pregrado, como el cono de arena, la toma y elaboración de cilindros de concreto y la verificación de espesores de capa, resultan fundamentales para garantizar la correcta ejecución de obras de infraestructura vial. La participación directa en estos procedimientos durante la práctica permitió no solo afianzar conocimientos teóricos, sino también desarrollar habilidades técnicas esenciales para el ejercicio profesional. Esta experiencia evidenció la importancia de aplicar rigurosamente estos ensayos en campo, ya que son determinantes para asegurar la calidad, durabilidad y funcionalidad de las soluciones constructivas implementadas.
- El desarrollo de proyectos de infraestructura vial requiere una articulación efectiva entre distintos equipos de trabajo, como topografía, supervisión, operación de maquinaria, laboratorio y contratistas. Esta experiencia permitió evidenciar que el éxito de la obra depende en gran medida de la sinergia entre estos frentes, así como de la capacidad del ingeniero civil para integrarlos de manera coherente y eficiente. Para lograrlo, el profesional debe contar con conocimientos sólidos no solo en construcción, sino también en administración, procesos topográficos y ensayos de

laboratorio, lo cual le permite tomar decisiones acertadas, coordinar esfuerzos y garantizar el cumplimiento técnico y operativo de cada fase constructiva. Esta práctica fortaleció esa visión integral del rol del ingeniero como gestor técnico y articulador del desarrollo vial.

- Durante la práctica se brindó acompañamiento a delegaciones del SENA, la Universidad del Quindío, a un estudiante extranjero, y demás comunidad nativa socializando los avances del proyecto y las tecnologías implementadas, lo que fortaleció las habilidades de comunicación técnica y divulgación del conocimiento. Al mismo tiempo, la ejecución del tramo de prueba permitió aplicar soluciones constructivas innovadoras que aportaron a la conectividad de zonas rurales del Cauca. Esta experiencia, tanto técnica como social, representa un hito formativo que refuerza el compromiso del futuro ingeniero civil con su entorno y con el desarrollo regional.
- A través de la ejecución del proyecto se logró identificar que, en la práctica, los presupuestos y análisis de precios unitarios (APUs) calculados en fase de planeación tienden a desviarse debido a condiciones impredecibles propias de la obra. Factores como el clima, fallas en equipos, sobreacarreos, ajustes técnicos, disponibilidad de materiales, aumento en cantidades presupuestadas entre otros, influyen directamente en los costos reales. Por tanto, es fundamental entender que en todo proyecto de infraestructura siempre existirán sobrecostos, y estos deben contemplarse desde la fase de planeación, incluyendo márgenes de contingencia adecuados. Una gestión presupuestal realista y flexible es clave para afrontar las variaciones propias del entorno constructivo y garantizar la continuidad y calidad del proyecto.
- Los resultados obtenidos a partir de los ensayos de laboratorio del concreto a compresión, evidencian que la mezcla de concreto ensayada alcanzó resistencias a los 28 días en el rango de 3.100 – 3.400 psi, valores que superan la resistencia de diseño especificada (3.000 psi). Esto confirma que el concreto utilizado en la obra cumple con los requisitos normativos y garantiza un adecuado desempeño estructural en los elementos ejecutados.
- Los ensayos de densidad de campo arrojaron porcentajes de compactación entre el 95 % y el 103 % respecto a la densidad seca máxima de laboratorio, dentro del rango exigido por la normativa INVIAS (INVIAS, 2013). Esto indica que el proceso de compactación fue eficiente y asegura que las capas granulares disponen de la densidad necesaria para garantizar la estabilidad y capacidad estructural del tramo en construcción.

10. RECOMENDACIONES.

- Se recomienda realizar pruebas previas al equipo destinado para la aplicación del tratamiento superficial doble (TSD) con el fin de verificar su correcto funcionamiento, especialmente en cuanto al estado de las boquillas de dispersión del asfalto y el rodillo distribuidor de material granular. Durante la ejecución de este proyecto, la falta de una verificación previa y/o ensayos ocasionó una mala distribución del asfalto (aplicado en franjas desiguales) y del material granular, lo cual generó retrasos en la ejecución del proyecto y sobrecostos innecesarios ya que se tuvo que posponer esta actividad para otra fecha.
- Se sugiere evaluar si el equipo destinado para el tratamiento superficial es el adecuado según las condiciones de la vía, teniendo en cuenta factores como el tipo de vía (en este caso terciaria), la presencia de pendientes pronunciadas, curvas cerradas y anchos reducidos. En el presente proyecto, el equipo inicialmente dispuesto no se desempeñó eficientemente en este tipo de terreno, lo que afectó directamente la calidad de la aplicación y los tiempos de ejecución.
- La instalación del geotextil y de las geoceldas dentro del proyecto permitió comprender la importancia de aplicar estos elementos con precisión y conforme a las especificaciones técnicas. En el caso del geotextil, es fundamental respetar los traslapes mínimos establecidos, tanto longitudinales como transversales, para garantizar la continuidad y funcionalidad del sistema. Respecto a las geoceldas, se evidenció la necesidad de controlar correctamente la abertura de las celdas durante su instalación, utilizando pines de sujeción en puntos estratégicos para asegurar el confinamiento adecuado del material granular. Estos aspectos son determinantes para el desempeño estructural del sistema y deben ser cuidadosamente verificados en obra.
- En procesos de mejoramiento vial, es fundamental asegurar que los materiales utilizados presenten condiciones óptimas de humedad. En caso de que un material se sobresature por efecto de lluvias o escurrimientos, su comportamiento estructural se ve comprometido, perdiendo cohesión, capacidad portante y dificultando su compactación adecuada. Ante esta situación, se recomienda retirar inmediatamente el material afectado, aun si esto implica pérdidas económicas o sobrecostos, ya que su permanencia puede comprometer la durabilidad de la vía.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

- Universidad del Cauca. (2014, 14 de Octubre). Resolución FIC-820 de 2014 (reglamento de trabajo de grado en la Facultad de Ingeniería Civil). <http://portal.unicauca.edu.co/versionP/documentos/resoluciones/resoluci%C3%B3n-fic-820-de-2014-reglamento-de-trabajo-de-grado-en-la-facultad-de-ingenier%C3%AD-civil>
- Universidad del Cauca . (25 de Julio de 2012). acuerdo-no-027-de-2012. <http://portal.unicauca.edu.co/versionP/documentos/acuerdos/acuerdo-no-027-de-2012>
- Fajardo, G. E. (2021). Modelo de Gestión Integral de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) Orientado al Aprovechamiento, Beneficios Económicos y Ambientales para la Ciudad de Tunja (Boyacá). <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/44013/geurquijof.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- INVIAS . (2013). TRATAMIENTO SUPERFICIAL DOBLE - TSD ; Artículo 43 - 13. <https://www.invias.gov.co/>.
- INVIAS. (2015). Manual de Señalización Vial – Dispositivos Uniformes para la Regulación del Tránsito en Calles, Carreteras y Ciclo-rutas de Colombia. <http://web.mintransporte.gov.co/jspui/handle/001/10486>.
- INVIAS. (2020). Manual de especificaciones de construcción y mantenimiento de vías, Instituto Nacional Vias. <https://www.invias.gov.co/index.php/red-vial-nacional/2-uncategorised/2706-clasificacion-de-las-carreteras>.
- INVIAS. (2022). Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras 2022 . https://ferraceros.com.co/wp-content/uploads/2025/05/ESPECIFICACIONES-GENERALES-DE-CONSTRUCCION-DE-CARRETERAS-2022-INVIAS_compressed.pdf.
- INVIAS. (2022). Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras 2022. Colombia: https://ferraceros.com.co/wp-content/uploads/2025/05/ESPECIFICACIONES-GENERALES-DE-CONSTRUCCION-DE-CARRETERAS-2022-INVIAS_compressed.pdf.
- Madera, N. S. (2022). Aplicación de las Geoceldas Como Elemento de Refuerzo en Vías Terciarias no Pavimentadas. <https://repositorio.udes.edu.co/server/api/core/bitstreams/c71a0e5a-4eb9-4c13-bca3-cad8fbd91a08/content>.

- PAVCO. (s.f.). Geotextil no tejido. <https://pavcowavingeosinteticos.com/geotextil-no-tejido/>.
- Salinas, A. G. (2019). GUIA DE ALTERNATIVAS DE MANEJO DE RCD EN LA CONSTRUCCION DE EDIFICACIONES RESIDENCIALES. <https://repository.umng.edu.co/server/api/core/bitstreams/4ce7a0b5-6f54-45a9-9bbf-02af6a490f30/content>.
- TEX DELTA, NOWOVEN TEJIDOS TECNICOS. (2019). Geomallas y Geotextiles para el refuerzo de pavimento. . <https://texdelta.com/site/media/2020/06/geomallas-para-refuerzo-de-pavimentos.pdf>.
- TEX DELTA, NOWOVEN TEJIDOS TECNICOS. (2020). Geoceldas, Ebooks. <https://texdelta.com/site/media/2020/06/ebook-geocelda.pdf>.
- VIALCO - INGENIERIA VIAL Y MOVILIDAD. (s.f.). Plan de Manejo de Transito (PMT). <https://www.vialcoingenieria.com/plan-de-manejo-de-transito-pmt-que-es-y-para-que-sirve/>.

12. ANEXOS.

- **Anexo 1: Carta de presentación del estudiante a la entidad, Expedida por la Universidad del Cauca.**
https://drive.google.com/file/d/1sCO4RqZ9HiBxBx2kdGfD7AdmzAeEXa3r/view?usp=drive_link
- **Anexo 2: Carta de aceptación del estudiante, expedida por parte de la empresa.**
https://drive.google.com/file/d/19AOQC3MF2s5AdwJwi1mZx-s0F71ReOIG/view?usp=drive_link
- **Anexo 3: Afiliación a ARL del estudiante, por parte de la empresa.**
https://drive.google.com/file/d/1I1qNgdpRh4OEZ88MokARCS06HRtslJL/view?usp=drive_link
- **Anexo 4: Resolución de aceptación de la práctica de pasantía emitida por Universidad del Cauca.**
https://drive.google.com/file/d/1Ke4If3ebOG-R1X1AXKKbIk7WgKHH_URE/view?usp=drive_link
- **Anexo 5: Control y seguimiento de Material – Proyecto: TRAMO DE PRUEBA ALTERNATIVAS INNOVADORAS EN INFRAESTRUCTURA VIAL RURAL DEL CDT VIAL DEL CAUCA.**
https://docs.google.com/spreadsheets/d/1tTo8xZoat_iYDPX5KsoNmnM7utsA9IMn/edit?usp=sharing&ouid=115949327827040541755&rtpof=true&sd=true
- **Anexo 6: Control y seguimiento de Maquinaria – Proyecto: TRAMO DE PRUEBA ALTERNATIVAS INNOVADORAS EN INFRAESTRUCTURA VIAL RURAL DEL CDT VIAL DEL CAUCA.**
<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1KeNVDHEgCDoDkI5fPioAG2XpwoSy-gco/edit?usp=sharing&ouid=115949327827040541755&rtpof=true&sd=true>
- **Anexo 7: Programación de Tramos de Prueba – Archivo Project**
https://drive.google.com/file/d/18-2_g68NItPOgK_tWSgtONE-MLvtw9Ui/view?usp=sharing
- **Anexo 8: Carta que certifica el cumplimiento de las horas exigidas por parte de VIVAS PERAFAN INGENIERIA S.A.S**
<https://drive.google.com/file/d/1D-Ifk3xUAYspGYv10Jj49H0WkHoepiFI/view?usp=sharing>

- **Anexo 9: Ensayo de Laboratorio de Material tipo Mejoramiento Cribado Conexpe:**
https://drive.google.com/file/d/1ox9z3J4NCj_tmJfvuqIJbPYEGtcbnSR2/view?usp=sharing
- **Anexo 10: Resultados Ensayo de Laboratorio de Densidades - Cono de Arena:**
https://drive.google.com/file/d/1TD91SR3aO9AOVZkAykddu563xcBu_qEr/view?usp=sharing
- **Anexo 11: Resultados Ensayo de Laboratorio de Resistencia a la Comprensión de Cilindro de Concreto:**
<https://drive.google.com/file/d/19Bkc3e1agNqXZCWbYyHxRD7mhMutu2g9/view?usp=sharing>
- **Anexo 12: Planos Estructurales Mejoramiento Vial:**
<https://drive.google.com/file/d/1S40tZzHtq0o658IvPpyiXHABpB65B0LK/view?usp=sharing>
- **Anexo 13: Cartera Topográfica de Diseño:**
https://docs.google.com/spreadsheets/d/1vjte9C4EzyXhNgC2R_MrJJpNKf00MN_K/edit?usp=sharing&ouid=115949327827040541755&rtpof=true&sd=true
- **Anexo 14: Plan de Manejo de Transito – PMT- CONSORCIO VIAL UNICAUCA 2024:**
<https://drive.google.com/file/d/1JP3DazED7VAoSjWB39-X0THMsQr3N4Q1/view?usp=sharing>

Nota: Si alguno de los links no funciona correctamente, aquí se deja otro enlace de ingreso directo a la carpeta de Anexos:

<https://drive.google.com/drive/folders/1P2uSNbDjQtOLiRfqDDLVEJ4vJ-eFd6S?usp=sharing>



Facultad de Ingeniería
Civil
Decanatura

8,3,3,55,6/92

Popayán, 12 de marzo de 2025

Doctor.
FABIAN ANDRES VIVAS CEBALLOS
VIVAS PERAFAN INGENIERÍA S.A.S
Popayán, Cauca
Asunto: Solicitud Pasantes

Cordial saludo

Me es grato presentar al estudiante JUAN MANUEL DELGADO BOLAÑOS, identificado con la cédula de ciudadanía No. 1004748803, quien aspira a participar en una práctica profesional – Empresarial en la empresa de la cual usted hace parte.

El estudiante JUAN MANUEL DELGADO BOLAÑOS, es estudiante de décimo semestre del Programa de Ingeniería Civil y mucho ayudaría en su formación personal y profesional el que pudiera ser admitido en las prácticas que ustedes puedan programar para estudiantes de Ingeniería Civil.

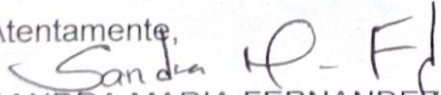
El estudiante JUAN MANUEL DELGADO BOLAÑOS tiene la disponibilidad de tiempo para atender este trabajo, si así lo dispone la empresa, a partir de la fecha que convengan los interesados. El tiempo exigido por la Universidad es de trescientas ochenta y cuatro (384) horas, desarrolladas al menos en 16 semanas.

La actividad del mencionado estudiante deberá ser cubierta mediante a afiliación a Riesgos Laborales según el Decreto 055 del 14 de enero de 2015 y será supervisada bajo la tutoría de un docente de la Facultad.

Al finalizar la práctica, le solicito amablemente allegar una certificación que exprese el grado de cumplimiento de la práctica, en una escala de 1 a 5.

Nota: El (La) estudiante únicamente podrá iniciar la práctica profesional, cuando cuente con la Resolución en donde el Consejo de Facultad autorice el desarrollo de la pasantía.

Atentamente,


SANDRA MARIA FERNANDEZ CORAL
Secretaria General

Elaboró: Jorge González

Acreditada en
ALTA CALIDAD

*Resolución 6218 de junio de 2019

Facultad de Ingeniería Civil
Calle 2 Carrera 15N Esquina, Campus Universitario de Tulcán
Popayán - Cauca - Colombia
Teléfono: 8209821, Conmutador 8209800 Exts. 2200, 2201, 2205
Email: d-civil@unicauca.edu.co www.unicauca.edu.co



Popayán, 14 de marzo de 2025

Doctora:

SANDRA MARIA FERNANDEZ CORAL

Secretaria General

Facultad de Ingeniería Civil – Universidad del Cauca

Asunto: ACEPTACION PASANTE JUAN MANUEL DELGADO BOLAÑOS

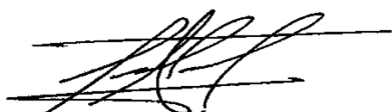
Cordial saludo.

Me permito manifestar que igualmente es muy grato para nosotros tener pasantes de tan prestigiosa Facultad y nos agrada poder colaborar con el desarrollo profesional de sus practicantes, por tal razón, manifestamos nuestro compromiso de aceptar la participación como pasante del estudiante **JUAN MANUEL DELGADO BOLAÑOS**, quien se desempeñara como Auxiliar de Ingeniería para la ejecución e interventoría de obras civiles.

El estudiante iniciará practicas a partir del día 17 de marzo del 2025.

Agradecemos su atención y quedamos atentos de su manifestación al respecto.

Cordialmente:



FABIAN ANDRÉS VIVAS CEBALLOS

REPRESENTANTE LEGAL

DATOS GENERALES DEL APORTANTE																													
Identificación	dv	Razon Social	Clase Aportante	Sucursal Principal	Direccion	Ciudad-Departamento	Teléfono	Exonerado SENA e ICBF																					
NIT 901887915	9	CONSORCIO VIAL UNICAUCA 2024	A - 200 O MAS COTIZANTES	CONSORCIO VIAL	calle 5N 9-54	POPAYAN-CAUCA	3166196581	Si																					
DATOS GENERALES DE LA LIQUIDACION																													
Periodo		Clave		Tipo	Fecha		Pago																						
Pensión	Salud	Pago	Planilla	Planilla	Limite	Pago	Banco	Dias Mora	Valor																				
2025-03	2025-03	1381198003	9483861936	K	2025/04/04	2025/04/02	BANCOLOMBIA	0	\$99,100																				
LIQUIDACION DETALLADA DE APORTES																													
EMPLEADO			NOVEDADES												PENSION		SALUD		CCF		RIESGOS		PARAFISCALES						
No.	Identificación	Nombre	ing	ret	tde	tae	tdp	tap	vsp	cor	vst	sin	ige	lma	vac	avp	vct	irl	vip	Codigo	Dias	Codigo	Dias	Codigo	Dias	Codigo	Dias	Dias	Exonerado SENA e ICBF
1	CC 1004748803	DELGADO BOLAÑOS JUAN MANUEL	X																		0		0		0	14-11	30	0	No
Total Afiliados(1)																													

DATOS GENERALES DEL APORTANTE								
Identificación	dv	Razon Social	Clase Aportante	Sucursal Principal	Direccion	Ciudad-Departamento	Teléfono	Exonerado SENA e ICBF
NIT 901887915	9	CONSORCIO VIAL UNICAUCA 2024	A - 200 O MAS COTIZANTES	CONSORCIO VIAL	calle 5N 9-54	POPAYAN-CAUCA	3166196581	Si
DATOS GENERALES DE LA LIQUIDACION								
Periodo		Clave		Tipo	Fecha		Pago	
Pensión	Salud	Pago	Planilla	Planilla	Limite	Pago	Banco	Valor
2025-03	2025-03	1381198003	9483861936	K	2025/04/04	2025/04/02	BANCOLOMBIA	\$99,100
RESUMEN DE PAGO								
RIESGO	CODIGO	NIT	DV	AFILIADOS	VALOR LIQUIDADO	INTERESES MORA	SALDOS E INCAPACIDADES	VALOR A PAGAR
ARL (ADMINISTRADORAS: 1)				1	\$99,100	\$0	\$0	\$99,100
ARL SURA	14-11	890,903,790	5	1	\$99,100	\$0	\$0	\$99,100
TOTAL				1	\$99,100	\$0	\$0	\$99,100

RESOLUCIÓN No. 8.3.-4.4/176 DE 2025
(04 de junio)

Por la cual se autoriza un anteproyecto para la realización de trabajo de grado, ya sea modalidad Trabajo de Investigación, Práctica Profesional, Estudios de Profundización o Actividad Proyectual, según sea el caso, y se designa director del trabajo de grado.

EL CONSEJO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL en uso de sus atribuciones legales, conferidas por el Estatuto General de la Universidad del Cauca, el Acuerdo Superior 027 del 2012 y el Acuerdo Superior 002 de 1988.

CONSIDERANDO

1. Que mediante Acuerdo Superior 027 de 2012, se reglamentó los Trabajo de Grado en los programas de pregrado, donde estableció en el artículo primero lo siguiente *"ARTÍCULO 1. Se define como Trabajo de Grado el ejercicio desarrollado por el estudiante de pregrado, debidamente matriculado, que busca fortalecer y aplicar las competencias adquiridas durante su proceso de formación y con ello contribuir al análisis y posibles soluciones de problemáticas relacionadas con el campo de acción de su profesión."*

2. Que en el acuerdo superior referenciado anteriormente, en su artículo cuarto establece lo siguiente:

"ARTÍCULO 4. Los Consejos de Facultad, por sugerencia de los Comités de Programa, deberán:

1. Definir las modalidades de Trabajo de Grado para cada programa de acuerdo con sus características y particularidades.

2. Establecer las condiciones, requisitos, procedimientos y términos que reglamenten cada modalidad de trabajo de grado, sin perjuicio de las generalidades establecidas en el presente acuerdo.

3. Determinar el número total de créditos asignados al Trabajo de Grado, entre 8 y 12.

PARÁGRAFO. En todas las modalidades deberá existir un proyecto, plan de trabajo o programa en el cual quede expreso el cronograma de actividades a desarrollar y el presupuesto."

3. Mediante Resolución No. 820 de 2014 del Consejo de Facultad de Ingeniería Civil, reglamentó internamente el proceso para desarrollar el Trabajo de Grado en la Facultad.

4. Que dentro de los requisitos para la realización de algunas de las diferentes modalidades de trabajo de grado, se creó como requisito la realización de un anteproyecto de trabajo de grado, el cual debe ser avalado por el Comité de Programa y autorizado previamente por parte del Consejo de Facultad para poderse desarrollar.

5. Que referente a la duración del trabajo de grado modalidad Investigación, Práctica Profesional y Actividad Proyectual, el artículo noveno, dieciocho y treinta de la Resolución No. 820 de 2014, establece que el tiempo límite para el desarrollo y presentación del informe final será de máximo un año, contado a partir de la fecha indicada en la resolución de aprobación emanada del Consejo de Facultad, prorrogable únicamente por tres meses.

6. Que la Resolución No. 820 de 2014, establece que en caso de no realizar el desarrollo del trabajo de grado o la solicitud de prórroga dentro de los plazos establecidos, el trabajo de grado se considerará no aprobado y el estudiante deberá iniciar el trámite para la aprobación de un nuevo proyecto de Trabajo de Grado por una segunda y única oportunidad.

7. Que el Consejo de Facultad del Programa de Ingeniería Civil, es el órgano competente para avalar el anteproyecto presentado por la, él o los estudiantes (s), para la ejecución y desarrollo del mismo.

En mérito de lo expuesto,

RESUELVE

ARTÍCULO PRIMERO: AUTORIZAR a la o el estudiante, **JUAN MANUEL DELGADO**, con cédula de ciudadanía No. **1004748803** y código No. **100419010962**, la ejecución y desarrollo del Trabajo de Grado, modalidad **Práctica Profesional-Empresarial Pasantía**, titulado: **AUXILIAR DE INGENIERÍA EN LA CONSTRUCCIÓN DE UN TRAMO DE PRUEBA USADO GEOTEXTILES, GEOCELDAS Y ECOBASE (RDC)**, bajo la dirección del docente **Diego Felipe Acevedo**, avalado por el Consejo de Facultad en sesión No. 09 del 04 de junio de 2025, como requisito parcial para optar al título de **Ingeniero Civil**.

ARTÍCULO SEGUNDO: INFORMAR al o la estudiante que el plazo máximo para el desarrollo y entrega del informe final del trabajo de grado es de un (01) año a partir de la fecha de expedición de la presente resolución.

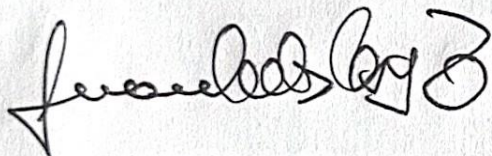
ARTÍCULO TERCERO: INFORMAR al o la estudiante que debe matricular académica y financieramente cada semestre la asignatura Trabajo de Grado hasta el día que se gradúe del programa.

ARTÍCULO CUARTO: Notificar personalmente o por aviso mediante correo electrónico del contenido de la presente resolución al (la) estudiante, advirtiéndole que contra ella procede el recurso de reposición ante la decanatura y el de apelación ante el Consejo de Facultad de Ingeniería Civil, siempre y cuando se interpongan de forma conjunta dentro de los diez (10) días siguientes a su notificación.

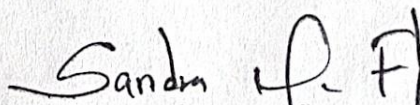
ARTÍCULO QUINTO: Enviar copia de esta resolución a la División de Admisiones, Registro y Control Académico – DARCA, para que sea registrado en la historia académica del (la) estudiante.

Se expide en Popayán, a los cuatro (04) días del mes de junio del dos mil veinticinco (2025).

NOTIFÍQUESE Y CÚMPLASE



JUAN CARLOS CASAS ZAPATA
Presidente Consejo de Facultad



SANDRA MARÍA FERNÁNDEZ CORAL
Secretaria general

Diligencia de notificación personal.

El señor (a) _____ en la fecha _____
del 2025, se notificó personalmente de la presente resolución.

Dado el caso que se proceda a notificar por aviso mediante correo electrónico, se le advierte que esta resolución se considerará notificada al finalizar el día siguiente al de la entrega del correo donde se le enviará la resolución, seguidamente se continuarán con los trámites administrativos procedentes.

Elaboró: Jorge González
Revisó: Sandra Fernández
Aprobó: Ing. J. Casas.

Semana 3	Material de Excavacion - Transporte: Volqueta 7m ³		
	Fecha	Numero de Viajes	Volumen Transportado (m ³)
	Martes 18 de Marzo	8	56
	Miercoles 19 de Marzo	0	0
	Jueves 20 de Marzo	7	49
	Viernes 21 de Marzo	16	112
	Sabado 22 de Marzo	2	14
	TOTAL	33	231
Semana 4	Material de Excavacion - Transporte: Volqueta 7m ³		
	Fecha	Numero de Viajes	Volumen Transportado (m ³)
	Martes 25 de Marzo	7	49
	Miercoles 26 de Marzo	1	7
	Jueves 27 de Marzo	4	28
	Viernes 28 de Marzo	0	0
	Sabado 29 de Marzo		0
	TOTAL	12	84
Semana 5	Material de Excavacion - Transporte: Volqueta 7m ³		
	Fecha	Numero de Viajes	Volumen Transportado (m ³)
	Lunes 31 de Marzo	6	42
	Martes 1 de Abril	9	63
	Miercoles 2 de Abril	0	0
	Jueves 3 de Abril	8	56
	Viernes 4 de Abril	2	14
	Sabado 5 de Abril	2	14
	TOTAL	27	189
Semana 6	Material de Excavacion - Transporte: Volqueta 7m ³		
	Fecha	Numero de Viajes	Volumen Transportado (m ³)
	Lunes 7 de Abril	4	28
	Martes 8 de Abril	1	7
	Miercoles 9 de Abril	7	49
	Jueves 10 de Abril	14	98
	Viernes 11 de Abril	0	0
	Sabado 12 de Abril	4	28
	TOTAL	30	210
Semana 7	Material de Excavacion - Transporte: Volqueta 7m ³		
	Fecha	Numero de Viajes	Volumen Transportado (m ³)
	Lunes 14 de Abril	4	28
	Martes 15 de Abril	5	35
	Miercoles 16 de Abril	0	0
	Jueves 17 de Abril		
	Viernes 18 de Abril		
	Sabado 19 de Abril		
	TOTAL	9	63

Semana 8	Material de Excavacion - Transporte: Volqueta 7m ³		
	Fecha	Numero de Viajes	Volumen Transportado (m ³)
	Lunes 21 de Abril	0	0
	Martes 22 de Abril	5	35
	Miercoles 23 de Abril	0	0
	Jueves 24 de Abril	0	0
	Viernes 25 de Abril	8	56
	Sabado 26 de Abril	0	0
	TOTAL	13	91
Semana 9	Material de Excavacion - Transporte: Volqueta 7m ³		
	Fecha	Numero de Viajes	Volumen Transportado (m ³)
	Lunes 28 de Abril	1	7
	Martes 29 de Abril		
	Miercoles 30 de Abril		
	Jueves 1 de Mayo		
	Viernes 2 de Mayo		
	Sabado 3 de Mayo		
	TOTAL	1	7
Material Total de Excavacion(m ³): Semana 2- Semana 9		875	

Semana 3	Material Tipo Afirmado - Transporte: Volqueta 15m ³		
	Fecha	Numero de Viajes	Volumen Transportado (m ³)
	Martes 18 de Marzo	4	60
	Miercoles 19 de Marzo	4	60
	Jueves 20 de Marzo	3	45
	Viernes 21 de Marzo	4	60
	Sabado 22 de Marzo	4	60
	TOTAL	19	285
Semana 4	Material Tipo Afirmado - Transporte: Volqueta 15m ³		
	Fecha	Numero de Viajes	Volumen Transportado (m ³)
	Martes 25 de Marzo	2	30
	Miercoles 26 de Marzo	3	45
	Jueves 27 de Marzo	2	30
	Viernes 28 de Marzo	4	60
	Sabado 29 de Marzo	2	30
	TOTAL	13	195
Semana 5	Material Tipo Afirmado - Transporte: Volqueta 15m ³		
	Fecha	Numero de Viajes	Volumen Transportado (m ³)
	Lunes 31 de Marzo	3	45
	Martes 1 de Abril	1	15
	Miercoles 2 de Abril	4	60
	Jueves 3 de Abril	2	30
	Viernes 4 de Abril	3	45
	Sabado 5 de Abril		0
	TOTAL	13	195
Semana 6	Material Tipo Afirmado - Transporte: Volqueta 15m ³		
	Fecha	Numero de Viajes	Volumen Transportado (m ³)
	Lunes 7 de Abril	0	0
	Martes 8 de Abril	0	0
	Miercoles 9 de Abril	0	0
	Jueves 10 de Abril	0	0
	Viernes 11 de Abril	0	0
	Sabado 12 de Abril	0	0
	TOTAL	0	0
Semana 7	Material Tipo Afirmado - Transporte: Volqueta 15m ³		
	Fecha	Numero de Viajes	Volumen Transportado (m ³)
	Lunes 14 de Abril	0	0
	Martes 15 de Abril	0	0
	Miercoles 16 de Abril	0	0
	Jueves 17 de Abril	0	0
	Viernes 18 de Abril	0	0
	Sabado 19 de Abril	0	0
	TOTAL	0	0

Semana 8	Material Tipo Afirmado - Transporte: Volqueta 15m ³		
	Fecha	Numero de Viajes	Volumen Transportado (m ³)
	Lunes 21 de Abril	0	0
	Martes 22 de Abril	0	0
	Miercoles 23 de Abril	0	0
	Jueves 24 de Abril	0	0
	Viernes 25 de Abril	0	0
	Sabado 26 de Abril	0	0
	TOTAL	0	0
Semana 9	Material Tipo Afirmado - Transporte: Volqueta 15m ³		
	Fecha	Numero de Viajes	Volumen Transportado (m ³)
	Lunes 28 de Abril	0	0
	Martes 29 de Abril	0	
	Miercoles 30 de Abril	0	
	Jueves 1 de Mayo	0	
	Viernes 2 de Mayo	0	
	Sabado 3 de Mayo	0	
	TOTAL	0	0
Material Total de Afirmado (m ³): Semana 2- Semana 9		675	

Semana 3	Material Tipo RCD - Transporte: Volqueta 15m ³		
	Fecha	Numero de Viajes	Volumen Transportado (m ³)
	Martes 18 de Marzo	2	30
	Miercoles 19 de Marzo	3	45
	Jueves 20 de Marzo	0	0
	Viernes 21 de Marzo	1	15
	Sabado 22 de Marzo	0	0
	TOTAL	6	90
Semana 4	Material Tipo RCD - Transporte: Volqueta 15m ³		
	Fecha	Numero de Viajes	Volumen Transportado (m ³)
	Martes 25 de Marzo	2	30
	Miercoles 26 de Marzo	2	30
	Jueves 27 de Marzo	3	45
	Viernes 28 de Marzo	0	0
	Sabado 29 de Marzo	1	15
	TOTAL	8	120
Semana 5	Material Tipo RCD - Transporte: Volqueta 15m ³		
	Fecha	Numero de Viajes	Volumen Transportado (m ³)
	Lunes 31 de Marzo	0	0
	Martes 1 de Abril	0	0
	Miercoles 2 de Abril	0	0
	Jueves 3 de Abril	0	0
	Viernes 4 de Abril	0	0
	Sabado 5 de Abril	0	0
	TOTAL	0	0
Semana 6	Material Tipo RCD - Transporte: Volqueta 15m ³		
	Fecha	Numero de Viajes	Volumen Transportado (m ³)
	Lunes 7 de Abril	0	0
	Martes 8 de Abril	0	0
	Miercoles 9 de Abril	0	0
	Jueves 10 de Abril	0	0
	Viernes 11 de Abril	0	0
	Sabado 12 de Abril	0	0
	TOTAL	0	0
Semana 7	Material Tipo RCD - Transporte: Volqueta 15m ³		
	Fecha	Numero de Viajes	Volumen Transportado (m ³)
	Lunes 14 de Abril	0	0
	Martes 15 de Abril	0	0
	Miercoles 16 de Abril	0	0
	Jueves 17 de Abril	0	0
	Viernes 18 de Abril	0	0
	Sabado 19 de Abril	0	0
	TOTAL	0	0

Semana 8	Material Tipo RCD - Transporte: Volqueta 15m ³		
	Fecha	Numero de Viajes	Volumen Transportado (m ³)
	Lunes 21 de Abril	0	0
	Martes 22 de Abril	0	0
	Miercoles 23 de Abril	0	0
	Jueves 24 de Abril	0	0
	Viernes 25 de Abril	0	0
	Sabado 26 de Abril	0	0
	TOTAL	0	0
Semana 9	Material Tipo RCD - Transporte: Volqueta 15m ³		
	Fecha	Numero de Viajes	Volumen Transportado (m ³)
	Lunes 28 de Abril	0	0
	Martes 29 de Abril	0	
	Miercoles 30 de Abril	0	
	Jueves 1 de Junio	0	
	Viernes 2 de Junio	0	
	Sabado 3 de Junio	0	
	TOTAL	0	0
Material Total tipo RCD(m ³): Semana 2-Semana 9		210	

Semana 3	Material Tipo Gravilla -TSD - Transporte: Volqueta 15m ³		
	Fecha	Numero de Viajes	Volumen Transportado (m ³)
	Martes 18 de Marzo	0	0
	Miercoles 19 de Marzo	0	0
	Jueves 20 de Marzo	0	0
	Viernes 21 de Marzo	0	0
	Sabado 22 de Marzo	0	0
	TOTAL	0	0
Semana 4	Material Tipo Gravilla -TSD - Transporte: Volqueta 15m ³		
	Fecha	Numero de Viajes	Volumen Transportado (m ³)
	Martes 25 de Marzo	0	0
	Miercoles 26 de Marzo	0	0
	Jueves 27 de Marzo	0	0
	Viernes 28 de Marzo	0	0
	Sabado 29 de Marzo	0	0
	TOTAL	0	0
Semana 5	Material Tipo Gravilla -TSD - Transporte: Volqueta 15m ³		
	Fecha	Numero de Viajes	Volumen Transportado (m ³)
	Lunes 31 de Marzo	0	0
	Martes 1 de Abril	0	0
	Miercoles 2 de Abril	0	0
	Jueves 3 de Abril	0	0
	Viernes 4 de Abril	0	0
	Sabado 5 de Abril	0	0
	TOTAL	0	0
Semana 6	Material Tipo Gravilla -TSD - Transporte: Volqueta 15m ³		
	Fecha	Numero de Viajes	Volumen Transportado (m ³)
	Lunes 7 de Abril	0	0
	Martes 8 de Abril	0	0
	Miercoles 9 de Abril	0	0
	Jueves 10 de Abril	0	0
	Viernes 11 de Abril	0	0
	Sabado 12 de Abril	0	0
	TOTAL	0	0
Semana 7	Material Tipo Gravilla -TSD - Transporte: Volqueta 15m ³		
	Fecha	Numero de Viajes	Volumen Transportado (m ³)
	Lunes 14 de Abril	0	0
	Martes 15 de Abril	0	0
	Miercoles 16 de Abril	0	0
	Jueves 17 de Abril	0	0
	Viernes 18 de Abril	0	0
	Sabado 19 de Abril	0	0
	TOTAL	0	0

Semana 8	Material Tipo Gravilla -TSD - Transporte: Volqueta 15m ³		
	Fecha	Numero de Viajes	Volumen Transportado (m ³)
	Lunes 21 de Abril	0	0
	Martes 22 de Abril	0	0
	Miercoles 23 de Abril	0	0
	Jueves 24 de Abril	0	0
	Viernes 25 de Abril	0	0
	Sabado 26 de Abril	0	0
	TOTAL	0	0
Semana 9	Material Tipo Gravilla -TSD - Transporte: Volqueta 15m ³		
	Fecha	Numero de Viajes	Volumen Transportado (m ³)
	Lunes 28 de Abril	1	15
	Martes 29 de Abril	2	30
	Miercoles 30 de Abril	1	15
	Jueves 1 de Mayo	0	0
	Viernes 2 de Mayo	0	0
	Sabado 3 de Mayo	0	0
	TOTAL	4	60
Material Total tipo Gravilla TSD (m ³): Semana 2- Semana 9		60	

Semana 3	Acero 3/8 " - Transporte: Turbo 7 Toneladas			
	Fecha	Numero de Viajes	N° VARILLAS	Cantidad (kg)
	Martes 18 de Marzo	0	0	0
	Miercoles 19 de Marzo	0	0	0
	Jueves 20 de Marzo	0	0	0
	Viernes 21 de Marzo	0	0	0
	Sabado 22 de Marzo	0	0	0
	TOTAL			0
Semana 4	Material Tipo RCD - Transporte: Volqueta 15m ³			
	Fecha	Numero de Viajes	N° VARILLAS	Cantidad (kg)
	Martes 25 de Marzo			0
	Miercoles 26 de Marzo			0
	Jueves 27 de Marzo			0
	Viernes 28 de Marzo			0
	Sabado 29 de Marzo			0
	TOTAL	0		0
Semana 5	Material Tipo RCD - Transporte: Volqueta 15m ³			
	Fecha	Numero de Viajes	N° VARILLAS	Cantidad (kg)
	Lunes 31 de Marzo	1	244	1639,68
	Martes 1 de Abril	0		0
	Miercoles 2 de Abril	0		0
	Jueves 3 de Abril	0		0
	Viernes 4 de Abril	0		0
	Sabado 5 de Abril	0		0
	TOTAL	1		1639,68
Semana 6	Material Tipo RCD - Transporte: Volqueta 15m ³			
	Fecha	Numero de Viajes	N° VARILLAS	Cantidad (kg)
	Lunes 7 de Abril	0	250	1680
	Martes 8 de Abril	0		0
	Miercoles 9 de Abril	0		0
	Jueves 10 de Abril	0		0
	Viernes 11 de Abril	0		0
	Sabado 12 de Abril	0		0
	TOTAL	0		1680
Semana 7	Material Tipo RCD - Transporte: Volqueta 15m ³			
	Fecha	Numero de Viajes	N° VARILLAS	Cantidad (kg)
	Lunes 14 de Abril	1	159	1068,48
	Martes 15 de Abril	0		0
	Miercoles 16 de Abril	0		0
	Jueves 17 de Abril	0		0
	Viernes 18 de Abril	0		0
	Sabado 19 de Abril	0	200	1344
	TOTAL	1		2412,48

Material Tipo RCD - Transporte: Volqueta 15m ³				
Semana 8	Fecha	Numero de Viajes	N° VARILLAS	Cantidad (kg)
	Lunes 21 de Abril	0		0
	Martes 22 de Abril	0		0
	Miercoles 23 de Abril	0		0
	Jueves 24 de Abril	1	200	1344
	Viernes 25 de Abril	0		0
	Sabado 26 de Abril	0		0
	TOTAL	1		1344
Material Tipo RCD - Transporte: Volqueta 15m ³				
Semana 9	Fecha	Numero de Viajes	N° VARILLAS	Cantidad (kg)
	Lunes 28 de Abril	0		0
	Martes 29 de Abril	0		0
	Miercoles 30 de Abril	1	100	672
	Jueves 1 de Mayo	0		0
	Viernes 2 de Mayo	0		0
	Sabado 3 de Mayo	0		0
	TOTAL	1		672
Acero 3/8" Total (kg): Semana 2- Semana 9		7748,16		

Semana 3	Retrocargador (Pajarita) - Corte, cargue y apilamiento de material						
	Fecha	Hora Inicio	Hora Final	Horas	Volumen (m³)	Rendimiento (m³/h)	Anotaciones
	Martes 18 de Marzo	15307,4	15315,8	8,4	56	6,67	Buen Clima
	Miercoles 19 de Marzo	15316,2	15319,5	3,3	15	4,55	
	Jueves 20 de Marzo	15320,1	15329	8,9	49	5,51	Buen Clima
	Viernes 21 de Marzo	15329,4	15336,2	6,8	112	16,47	
	Sabado 22 de Marzo	15336,7	15337,8	1,1	20	18,18	
	TOTAL			28,5	252	Rendimiento Promedio(m³/h)	10,27
Semana 4	Retrocargador (Pajarita) - Corte, cargue y apilamiento de material						
	Fecha	Hora Inicio	Hora Final	Horas	Volumen (m³)	Rendimiento (m³/h)	Anotaciones
	Martes 25 de Marzo	15338,4	15342,4	4	49	12,25	
	Miercoles 26 de Marzo	15342,8	15345,3	2,5	21	8,40	Buen Clima
	Jueves 27 de Marzo	15345,4	15349,3	3,9	35	8,97	
	Viernes 28 de Marzo	15349,7	15352,4	2,7	30	11,11	Buen Clima hasta las 4:00pm
	Sabado 29 de Marzo			0	0	0	No se trabajo
	TOTAL			13,1	135	Rendimiento Promedio(m³/h)	8,15
Semana 5	Retrocargador (Pajarita) - Corte, cargue y apilamiento de material						
	Fecha	Hora Inicio	Hora Final	Horas	Volumen (m³)	Rendimiento (m³/h)	Anotaciones
	Lunes 31 de Marzo	15353,1	15358,2	5,1	42	8,24	
	Martes 1 de Abril	15358,7	15364,9	6,2	63	10,16	
	Miercoles 2 de Abril	15365,4	15370,5	5,1	35	6,86	
	Jueves 3 de Abril	15370,9	15377,3	6,4	56	8,75	
	Viernes 4 de Abril	15377,3	15382,1	4,8	35	7,29	Mal Clima, dia lluvioso
	Sabado 5 de Abril	15382,4	15385,1	2,7	50	18,52	
	TOTAL			30,3	281	Rendimiento Promedio(m³/h)	9,97
Semana 6	Retrocargador (Pajarita) - Corte, cargue y apilamiento de material						
	Fecha	Hora Inicio	Hora Final	Horas	Volumen (m³)	Rendimiento (m³/h)	Anotaciones
	Lunes 7 de Abril	15385,7	15388,5	2,8	28	10,00	Se presento fuerte lluvia desde las 3:00 p.m
	Martes 8 de Abril	15388,5	15391	2,5	7	2,80	Se presento fuerte lluvia desde las 2:30 p.m, operarios llegaron tarde.
	Miercoles 9 de Abril	15391,2	15395,2	4	49	12,25	
	Jueves 10 de Abril	15395,5	15402,7	7,2	98	13,61	
	Viernes 11 de Abril			0	0	0,00	No se presentaron operarios de maquinaria.
	Sabado 12 de Abril	15402,9	15407,2	4,3	28	6,51	
	TOTAL			20,8	210	Rendimiento Promedio(m³/h)	7,53

Semana 7	Retrocargador (Pajarita) - Corte, cargue y apilamiento de material							
	Fecha	Hora Inicio	Hora Final	Horas	Volumen (m³)	Rendimiento (m³/h)		Anotaciones
	Lunes 14 de Abril	15407,3	15412,6	5,3	45	8,49		Buen Clima durante todo el día.
	Martes 15 de Abril	15412,6	15415,4	2,8	35	12,50		Buen Clima durante todo el día.
	Miercoles 16 de Abril	15416,1	15417,8	1,7	0	0		No corre STAND BY por que se realizo mantenimiento
	Jueves 17 de Abril				0	0		
	Viernes 18 de Abril				0	0		
	Sabado 19 de Abril				0	0		
TOTAL				9,8	80	Rendimiento Promedio(m³/h)	3,50	
Semana 8	Retrocargador (Pajarita) - Corte, cargue y apilamiento de material							
	Fecha	Hora Inicio	Hora Final	Horas	Volumen (m³)	Rendimiento (m³/h)		Anotaciones
	Lunes 21 de Abril			0	0	0,00		No se trabajo, operarios llegan a las 10:00 a.m. , topo se retira de la obra, daño de volqueta, operario de motoniveladora si se presente.
	Martes 22 de Abril	15422	15423,8	1,8	35	19,44		Buen Clima durante todo el día, aplica STAND BY
	Miercoles 23 de Abril			0	0	0,00		No se utilizo maquinaria, solo vibrocompactador.
	Jueves 24 de Abril			0	0	0,00		No se trabajo con esta maquinaria.
	Viernes 25 de Abril	15430,6	15433,6	3	56	18,67		Buen clima, día soleado
	Sabado 26 de Abril			0	0	0,00		No se trabajo con esta maquinaria.
TOTAL				4,8	91	Rendimiento Promedio(m³/h)	6,35	
Semana 9	Retrocargador (Pajarita) - Corte, cargue y apilamiento de material							
	Fecha	Hora Inicio	Hora Final	Horas	Volumen (m³)	Rendimiento (m³/h)		Anotaciones
	Lunes 28 de Abril	15435,9	15437	1,1	10	9,09		Mal clima, se presenta fuerte lluvia, no corre STAND BY
	Martes 29 de Abril			0	0			No se uso maquinaria
	Miercoles 30 de Abril			0	0			No se uso maquinaria
	Jueves 1 de Mayo			0	0			Día Festivo no se trabajo.
	Viernes 2 de Mayo			0	0			
	Sabado 3 de Mayo			0	0			
TOTAL				1,1	10	Rendimiento Promedio(m³/h)	9,09	

Semana 3	Volqueta 7m³					
	Fecha	Numero de Viajes	Tiempo Promedio/Viaje (min)	Volumen Transportado (m³)	Rendimiento (m³/h)	Anotaciones
	Martes 18 de Marzo	8	25	56	16,80	
	Miercoles 19 de Marzo	0	0	0	0,00	No se realizo ningun viaje, se anota \$150000
	Jueves 20 de Marzo	7	23	49	18,26	
	Viernes 21 de Marzo	16	20	112	21,00	11- ECOBASE y 5 MATERIAL EXCAVACIÓN.
	Sabado 22 de Marzo	2	20	14	21,00	2 - ECOBASE - \$150.000
	TOTAL	33			Rendimiento Promedio(m³/h)	15,41
Semana 4	Volqueta 7m³					
	Fecha	Numero de Viajes	Tiempo Promedio/Viaje (min)		Rendimiento (m³/h)	Anotaciones
	Martes 25 de Marzo	7	20	49	21,0	
	Miercoles 26 de Marzo	1	18	7	0,0	No se realizo mas viajes, Se anota \$150.000
	Jueves 27 de Marzo	4	21	28	20,0	
	Viernes 28 de Marzo	0	0	0	0,0	Se subio material el cual no se utilizo, por lo tanto se volvio bajar donde estaba dpositado. No se realizo mas viajes, Se anota \$150.000
	Sabado 29 de Marzo		0	0	0,0	No se trabajo
	TOTAL	12			Rendimiento Promedio(m³/h)	10,3
Semana 5	Volqueta 7m³					
	Fecha	Numero de Viajes	Tiempo Promedio/Viaje (min)	Volumen Transportado (m³)	Rendimiento (m³/h)	Anotaciones
	Lunes 31 de Marzo	6	20	42	21,00	
	Martes 1 de Abril	9	17	63	24,71	
	Miercoles 2 de Abril	0	0	0	0,00	Mal clima, amanecio lloviendo, se limpio lodo hasta las 11:00 a.m. Se anotan \$50.000
	Jueves 3 de Abril	8	17	56	24,71	
	Viernes 4 de Abril	2	23	14	18,26	Mal Clima, dia lluvioso, se encuentro dos veces.
	Sabado 5 de Abril	2	17	14	24,71	El dia se presento con buen clima, realizo 2 viajes, se anotan \$100.000
Semana 6	Volqueta 7m³					
	Fecha	Numero de Viajes	Tiempo Promedio/Viaje (min)	Volumen Transportado (m³)	Rendimiento (m³/h)	Anotaciones
	Lunes 7 de Abril	4	15	28	28,00	Se presento fuerte lluvia desde las 3:00 p.m
	Martes 8 de Abril	1	15	7	28,00	Se presento fuerte lluvia desde las 2:30 p.m, operarios llegaron tarde.
	Miercoles 9 de Abril	7	16	49	26,25	
	Jueves 10 de Abril	14	12	98	35,00	
	Viernes 11 de Abril	0	0	0	0,00	No se presentaron operarios de maquinaria.
	Sabado 12 de Abril	4	12	28	35,00	
Semana 6	TOTAL	30			Rendimiento Promedio(m³/h)	25,38

Semana 7	Volqueta 7m³									
	Fecha	Numero de Viajes	Tiempo Promedio/Viaje (min)	Volumen Transportado (m³)	Rendimiento (m³/h)		Anotaciones			
	Lunes 14 de Abril	4	15	28	28,00		Buen Clima durante todo el día.			
	Martes 15 de Abril	5	15	35	28,00		Buen Clima durante todo el día.			
	Miercoles 16 de Abril	0	0	0	0,00		No se presento operario.			
	Jueves 17 de Abril									
	Viernes 18 de Abril									
	Sabado 19 de Abril									
TOTAL				9			Rendimiento Promedio(m³/h)	18,67		
Volqueta 7m³										
Semana 8	Fecha	Numero de Viajes	Tiempo Promedio/Viaje (min)	Volumen Transportado (m³)	Rendimiento (m³/h)		Anotaciones			
	Lunes 21 de Abril	0	0	0	0,00		No se trabajo, operarios llegan a las 10:00 a.m. , topo se retira de la obra, se presento daño en volqueta, operario de motoniveladora si se presento.			
	Martes 22 de Abril	5	15	35	28,00		Buen Clima durante todo el día.			
	Miercoles 23 de Abril	0	0	0	0,00		No se utilizo maquinaria, solo vibrocompactador.			
	Jueves 24 de Abril	0	0	0	0,00		No corre STAND BY			
	Viernes 25 de Abril	8	15	56	28,00		Bbuen clima			
	Sabado 26 de Abril	0	0	0	0,00		No corre STAND BY			
	TOTAL				13			Rendimiento Promedio(m³/h)	9,33	
Volqueta 7m³										
Semana 9	Fecha	Numero de Viajes	Tiempo Promedio/Viaje (min)	Volumen Transportado (m³)	Rendimiento (m³/h)		Anotaciones			
	Lunes 28 de Abril	1	15	7	28,00		Mal clima, se presenta fuerte lluvia, no corre STAND BY			
	Martes 29 de Abril						No se empleo Volqueta			
	Miercoles 30 de Abril						No se empleo Volqueta			
	Jueves 1 de Mayo						No se empleo Volqueta			
	Viernes 2 de Mayo						No se empleo Volqueta			
	Sabado 3 de Mayo						No se empleo Volqueta			
	TOTAL				1			Rendimiento Promedio(m³/h)	28,00	

Semana 3	Vibrocompactador - Ancho de Rodillo 2m - 5 ton							
	Fecha	Hora Inicio	Hora Final	Horas	Longitud Compactada (m)	Area Compactada (m²) - 5m Ancho	Rendimiento (m²/h)	Anotaciones
	Martes 18 de Marzo			0	0	0	0,00	No se trabajo con este equipo
	Miercoles 19 de Marzo			0	0	0	0,00	No se trabajo con este equipo
	Jueves 20 de Marzo	719,1	722,1	3	42	210	70,00	
	Viernes 21 de Marzo	722,1	723,3	1,2	17	85	70,83	
	Sabado 22 de Marzo	723,3	724,6	1,3	17	85	65,38	
	TOTAL			5,5			Rendimiento Promedio(m²/h)	68,74
Semana 4	Vibrocompactador - Ancho de Rodillo 2m - 5 ton							
	Fecha	Hora Inicio	Hora Final	Horas	Longitud Compactada (m)		Rendimiento (m²/h)	Anotaciones
	Martes 25 de Marzo	724,7	725,7	1	13	65	65,00	Mal clima, dia lluvioso
	Miercoles 26 de Marzo	725,8	731	5,2	71	355	68,27	
	Jueves 27 de Marzo	731	734,9	3,9	54	270	69,23	
	Viernes 28 de Marzo	734,9	736,8	1,9	26	130	68,42	
	Sabado 29 de Marzo			0	0	0	0	No se trabajo
	TOTAL			12			Rendimiento Promedio(m²/h)	67,73
Semana 5	Vibrocompactador - Ancho de Rodillo 2m - 5 ton							
	Fecha	Hora Inicio	Hora Final	Horas	Longitud Compactada (m)	Area Compactada (m²) - 5m Ancho	Rendimiento (m²/h)	Anotaciones
	Lunes 31 de Marzo	736,9	737,4	0,5	10	50	100,00	
	Martes 1 de Abril	737,4	739,5	2,1	30	150	71,43	
	Miercoles 2 de Abril	739,5	740,4	0,9	15	75	83,33	Mal clima, amanecio lloviendo, se limpio lodo hasta las 11:00 a.m.
	Jueves 3 de Abril	740,5	743,4	2,9	40	200	68,97	
	Viernes 4 de Abril	743,5	744,6	1,1	18	90	81,82	
	Sabado 5 de Abril	744,6	745,3	0,7	10	50	71,43	
	TOTAL			8,2			Rendimiento Promedio(m²/h)	79,50
Semana 6	Vibrocompactador - Ancho de Rodillo 2m - 5 ton							
	Fecha	Hora Inicio	Hora Final	Horas	Longitud Compactada (m)	Area Compactada (m²) - 5m Ancho	Rendimiento (m²/h)	Anotaciones
	Lunes 7 de Abril	745,3	747,1	1,8	25	125	69,44	Se presento fuerte lluvia desde las 3:00 p.m
	Martes 8 de Abril	747,3	747,9	0,6	10	50	83,33	Se presento fuerte lluvia desde las 2:30 p.m, operarios llegaron tarde.
	Miercoles 9 de Abril	748	750,9	2,9	40	200	68,97	
	Jueves 10 de Abril	750,9	754,8	3,9	55	275	70,51	
	Viernes 11 de Abril			0	0	0	0,00	Hizo presencia en la obra, pero no se uso la maquina.
	Sabado 12 de Abril	754,8	755,7	0,9	15	75	83,33	
	TOTAL			10,1			Rendimiento Promedio(m²/h)	62,60

Vibrocompactador - Ancho de Rodillo 2m - 5 ton									
Semana 7	Fecha	Hora Inicio	Hora Final	Horas	Longitud Compactada (m)	Area Compactada (m²) - 5m Ancho	Rendimiento (m²/h)	Anotaciones	
	Lunes 14 de Abril	755,7	756,3	0,6	10	50	83,33	Buen Clima durante todo el día.	
	Martes 15 de Abril	756,3	758,6	2,3	35	175	76,09	Buen Clima durante todo el día.	
	Miercoles 16 de Abril	756,8	759,2	2,4	35	175	72,92	Buen clima, se trabajo medio día.	
	Jueves 17 de Abril			0	0	0	0		
	Viernes 18 de Abril			0	0	0	0		
	Sabado 19 de Abril			0	0	0	0		
TOTAL				5,3			Rendimiento Promedio(m²/h)	77,45	

Vibrocompactador - Ancho de Rodillo 2m - 5 ton									
Semana 8	Fecha	Hora Inicio	Hora Final	Horas	Longitud Compactada (m)	Area Compactada (m²) - 5m Ancho	Rendimiento (m²/h)	Anotaciones	
	Lunes 21 de Abril	0	0	0	0	0	0	No se trabajo, operarios llegan a las 10:00 a.m. , topo se retira de la obra, daño de volqueta, operario de motoniveladora si se presento.	
	Martes 22 de Abril	0	0	0	0	0	0	Operario no se presento	
	Miercoles 23 de Abril	759,6	760,3	0,7	12	60	85,71	Buen clima, se vibro tercer tramo.	
	Jueves 24 de Abril	0	0	0	0	0	0	No corre STAND BY, no se utilizo	
	Viernes 25 de Abril	760,3	763,3	3	43	215	71,67	Buen clima día Soleado	
	Sabado 26 de Abril	763,3	764,8	1,5	25	125	83,33	Buen clima día Soleado	
	TOTAL				5,2			Rendimiento Promedio(m²/h)	40,11904762

Vibrocompactador - Ancho de Rodillo 2m - 5 ton									
Semana 9	Fecha	Hora Inicio	Hora Final	Horas	Longitud Compactada (m)	Area Compactada (m²) - 5m Ancho	Rendimiento (m²/h)	Anotaciones	
	Lunes 28 de Abril	764,8	765,9	1,1	18	90	81,82	Mal clima, día lluvioso, no aplica STAND BY	
	Martes 29 de Abril			0				No se uso maquinaria	
	Miercoles 30 de Abril			0				No se uso maquinaria	
	Jueves 1 de Mayo			0				Día Festivo no se trabajo.	
	Viernes 2 de Mayo			0					
	Sabado 3 de Mayo			0					
TOTAL				1,1			Rendimiento Promedio(m²/h)	81,82	

Semana 3	Motoniveladora - Cuchilla 2.5m - Corte y Distribucion de Material						
	Fecha	Hora Inicio	Hora Final	Horas	Area Trabajada (m²)	Rendimiento (m²/h)	Anotaciones
	Martes 18 de Marzo			0			
	Miercoles 19 de Marzo			0			
	Jueves 20 de Marzo			0			
	Viernes 21 de Marzo	736,1	742,1	6	405	67,50	
	Sabado 22 de Marzo	742,1	745,8	3,7	215	58,11	
	TOTAL			9,7		Rendimiento Promedio(m²/h)	62,80
Semana 4	Motoniveladora - Cuchilla 2.5m - Corte y Distribucion de Material						
	Fecha	Hora Inicio	Hora Final	Horas	Area Trabajada (m²)	Rendimiento (m²/h)	Anotaciones
	Martes 25 de Marzo	745,8	752,5	6,7	435	64,93	
	Miercoles 26 de Marzo	752,5	756,8	4,3	242	56,28	
	Jueves 27 de Marzo	756,8	762	5,2	355	68,27	
	Viernes 28 de Marzo	762	762,6	0,6	40	66,67	Realizo nivelacion sobre geoceldas por muy poco tiempo, no se le dio mas uso.
	Sabado 29 de Marzo			0	0	0	No se trabajo
	TOTAL			16,8		Rendimiento Promedio(m²/h)	51,23
Semana 5	Motoniveladora - Cuchilla 2.5m - Corte y Distribucion de Material						
	Fecha	Hora Inicio	Hora Final	Horas	Area Trabajada (m²)	Rendimiento (m²/h)	Anotaciones
	Lunes 31 de Marzo	762,6	767,2	4,6	283	61,52	
	Martes 1 de Abril	767,2	774,2	7	418	59,71	
	Miercoles 2 de Abril	774,2	779,6	5,4	345	63,89	
	Jueves 3 de Abril	779,6	787,5	7,9	460	58,23	
	Viernes 4 de Abril	787,5	792,7	5,2	315	60,58	
	Sabado 5 de Abril			0	0	0	No se trabajo con la motoniveladora.
Semana 6	Motoniveladora - Cuchilla 2.5m - Corte y Distribucion de Material						
	Fecha	Hora Inicio	Hora Final	Horas	Area Trabajada (m²)	Rendimiento (m²/h)	Anotaciones
	Lunes 7 de Abril	792,7	798,9	6,2	395	63,71	Se presento fuerte lluvia desde las 3:00 p.m
	Martes 8 de Abril	798,9	802,3	3,4	194	57,06	Se presento fuerte lluvia desde las 2:30 p.m
	Miercoles 9 de Abril	802,3	808,4	6,1	400	65,57	
	Jueves 10 de Abril	808,4	816,9	8,5	498	58,59	
	Viernes 11 de Abril			0	0	0,00	No se presentaron operarios de maquinaria.
	Sabado 12 de Abril	816,9	820,6	3,7	252	68,11	
Semana 6	TOTAL			27,9		Rendimiento Promedio(m²/h)	52,17

Semana 7	Motoniveladora - Cuchilla 2.5m - Corte y Distribucion de Material							
	Fecha	Hora Inicio	Hora Final	Horas	Area Trabajada (m²)	Rendimiento (m²/h)		Anotaciones
	Lunes 14 de Abril	820,6	824,4	3,8	245	64,47		Buen Clima durante todo el dia.
	Martes 15 de Abril	824,4	831,6	7,2	443	61,53		Buen Clima durante todo el dia.
	Miercoles 16 de Abril	832,9	837,4	4,5	258	57,33		
	Jueves 17 de Abril			0	0	0		
	Viernes 18 de Abril			0	0	0		
	Sabado 19 de Abril			0	0	0		
TOTAL				15,5		Rendimiento Promedio(m²/h)	61,11	
Semana 8	Motoniveladora - Cuchilla 2.5m - Corte y Distribucion de Material							
	Fecha	Hora Inicio	Hora Final	Horas	Area Trabajada (m²)	Rendimiento (m²/h)		Anotaciones
	Lunes 21 de Abril			0	0	0		Se presento a las 10:00 a.m. , aplica STAND BY
	Martes 22 de Abril			0	0	0		No se uso maquinaria, presento problemas mecanicos.
	Miercoles 23 de Abril			0	0	0		No se uso maquinaria, presento problemas mecanicos.
	Jueves 24 de Abril			0	0	0		No corre STAND BY
	Viernes 25 de Abril	837,4	841,8	4,4	298	67,73		Buen clima,dia Soleado
	Sabado 26 de Abril			0	0	0		No se uso maquinaria
TOTAL				4,4		Rendimiento Promedio(m²/h)	67,73	
Semana 7	Motoniveladora - Cuchilla 2.5m - Corte y Distribucion de Material							
	Fecha	Hora Inicio	Hora Final	Horas	Area Trabajada (m²)	Rendimiento (m²/h)		Anotaciones
	Lunes 28 de Abril			0				No se uso maquinaria
	Martes 29 de Abril			0				No se uso maquinaria
	Miercoles 30 de Abril			0				No se uso maquinaria
	Jueves 1 de Mayo			0				Dia Festivo no se trabajo.
	Viernes 2 de Mayo			0				No se uso maquinaria
	Sabado 3 de Mayo			0				No se uso maquinaria
TOTAL				0		Rendimiento Promedio(m²/h)		

p1j22ppgchub01n5vgv51r7u14mh4.mpp																															
ID		Task Mode	Nombre de tarea	UNIDAD	Duration	Start	Finish	Predecessors	Cost	Start Slack	Early Finish	Early Start	Resource Names	Qtr1, 2025			Qtr2, 2025			Qtr3, 2025			Qtr4, 2025			Qtr1, 2026			Qtr2, 2026		
														Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun
1			OBRA TRAMO DE PRUEBA		123 days	Fri 1/24/25	Fri 7/18/25		\$ 871738081.00	0 days	Fri 7/18/25	Fri 1/24/25																			
2			TRAMO 1		123 days	Fri 1/24/25	Fri 7/18/25		\$ 107082869.00	0 days	Fri 7/18/25	Fri 1/24/25																			
3			ACTIVIDADES PREVIAS		6 days	Fri 1/24/25	Fri 1/31/25		\$ 0.00	0 days	Fri 1/31/25	Fri 1/24/25																			
4			PRELIMINARES		35 days	Mon 2/03/25	Fri 3/21/25		\$ 11204209.00	0 days	Fri 3/21/25	Mon 2/03/25																			
5			EXCAVACIÓN SIN CLASIFICAR DE LA EXPLANACIÓN Y CA NALES	M3	15 days	Mon 2/03/25	Wed 3/19/25	3	\$ 10284135.00	0 days	Wed 3/19/25	Mon 2/03/25																			
6			CONFORMACIÓN DE LA CALZADA EXISTENTE	M2	12 days	Mon 2/10/25	Fri 3/21/25	16FS-28 days	\$ 920074.00	0 days	Fri 3/21/25	Mon 2/10/25																			
7			ESTRUCTURAS DEL PAVIMENTO		66 days	Wed 2/12/25	Mon 5/19/25		\$ 63737864.00	0 days	Mon 5/19/25	Wed 2/12/25																			
8			INSTALACION GEOTEXTIL PARA ESTABILIZACIÓN DE LA S UBRASANTE SEGÚN ASESORIA TECNICA E INSTRUCCIO NES DEL FABRICANTE. GEOTEXTIL SUMINISTRADO POR UNIVERSIDAD DEL CAUCA	M2	13 days	Wed 2/12/25	Thu 3/27/25	6FS-28 days	\$ 988992.00	0 days	Thu 3/27/25	Wed 2/12/25																			
9			SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE MATERIAL DE AFIRM ADO COMPACTADO SEGUN ARTICULO 311-22 DE LAS E SPECIFICACIONES INVIAS 2022	M3	12 days	Mon 2/17/25	Tue 4/01/25	8FS-28 days	\$ 27491055.00	0 days	Tue 4/01/25	Mon 2/17/25																			
10			SUMINISTRO E INSTALACIÓN CONCRETO ESTRUCTURA L PARA BERMA CUNETA F'C 21 MPA SEGUN DISEÑO	M3	18 days	Wed 4/23/25	Mon 5/19/25	9FS+15 days	\$ 23032617.00	44 days	Mon 5/19/25	Wed 4/23/25																			
11			SUMINISTRO E INSTALACIÓN ACERO DE REFUERZO FY 4 20 MPA	KG	17 days	Thu 4/24/25	Mon 5/19/25	10FF	\$ 12225200.00	44 days	Mon 5/19/25	Thu 4/24/25																			
12			SEÑALIZACION Y DEMARCACION		3 days	Wed 7/16/25	Fri 7/18/25		\$ 9427241.00	0 days	Fri 7/18/25	Wed 7/16/25																			
13			SEÑAL VERTICAL DE TRANSITO TIPO SR, SP Y/O SI, TABLE RO EN LÁMINA CON LAMINA RETRRORREFLECTIVA TIPO IV (60X60 CM) Y POSTE EN ÁNGULO DE 2" X 2" X 1/4" X 3.5M	UND	3 days	Wed 7/16/25	Fri 7/18/25	9FS+74 days	\$ 9427241.00	0 days	Fri 7/18/25	Wed 7/16/25																			
14			ACARREOS Y TRANSPORTES		44 days	Mon 2/03/25	Mon 4/07/25		\$ 22713555.00	0 days	Mon 4/07/25	Mon 2/03/25																			
15			TRANSPORTE DE MATERIALES PETREOS (RCD, TRITURA DO, ARENA Y AFIRMADO)	M3-KM	15 days	Tue 2/18/25	Mon 4/07/25	10FF-29 days	\$ 14231926.00	73 days	Mon 4/07/25	Tue 2/18/25																			
16			CARGUE Y TRANSPORTE DE MATERIALES PROVENIENTE S DE LA EXCAVACIÓN DE LA EXPLANACIÓN, CANALES Y P RÉSTAMOS PARA DISTANCIAS MAYORES DE MIL METRO S (1.000 M) MEDIDOS A PARTIR DE CIENT METROS (100 M) HASTA SITIO DE DISPOSICION FINAL AUTORIZADO	M3-KM	15 days	Mon 2/03/25	Wed 3/19/25	5FS-33 days	\$ 8481629.00	0 days	Wed 3/19/25	Mon 2/03/25																			
17			TRAMO 2 PR14+983 - PR15+371		81 days	Thu 3/20/25	Tue 7/15/25		\$ 402781503.00	2 days	Tue 7/15/25	Thu 3/20/25																			
18			PRELIMINARES		13 days	Fri 3/21/25	Thu 4/10/25		\$ 30702795.00	1 day	Thu 4/10/25	Fri 3/21/25																			
19			EXCAVACIÓN SIN CLASIFICAR DE LA EXPLANACIÓN Y CA NALES	M3	12 days	Mon 3/24/25	Thu 4/10/25	5FS+2 days	\$ 27942572.00	0 days	Thu 4/10/25	Mon 3/24/25																			
20			CONFORMACIÓN DE LA CALZADA EXISTENTE	M2	13 days	Fri 3/21/25	Thu 4/10/25	38FS-13 days	\$ 2760223.00	3 days	Thu 4/10/25	Fri 3/21/25																			
21			ESTRUCTURAS DEL PAVIMENTO		67 days	Fri 4/11/25	Tue 7/15/25		\$ 197427215.00	3 days	Tue 7/15/25	Fri 4/11/25																			
22			INSTALACION DE GEOCELDAS SEGÚN ASESORIA TECNICA E INSTRUCCIONES DEL FABRICANTE. GEOCELDAS SUM INISTRADAS POR LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA	M2	6 days	Tue 4/22/25	Tue 4/29/25	25	\$ 957510.00	3 days	Tue 4/29/25	Tue 4/22/25																			
23			SUMINISTRO E INSTALACION DEL MATERIAL DE AFIRM ADO SOBRE GEOCELDAS, SEGÚN, ASESORIA TECNICA, C OMPACTACIÓN E INSTRUCCIONES DEL FABRICANTE PA VCO - WAVIN	M3	6 days	Mon 4/28/25	Tue 5/06/25	22FS-2 days	\$ 17422954.00	3 days	Tue 5/06/25	Mon 4/28/25																			
24			SUMINISTRO E INSTALACION DE MATERIAL DE RESIDU OS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD) PLANTA A LVARO VASQUEZ COMPACTADO SEGUN ARTICULO 320 -22 DE LAS ESPECIFICACIONES INVIAS 2022	M3	4 days	Wed 5/07/25	Mon 5/12/25	23	\$ 16069638.00	3 days	Mon 5/12/25	Wed 5/07/25																			
25			SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE MATERIAL DE AFIRM ADO COMPACTADO SEGUN ARTICULO 311-22 DE LAS E SPECIFICACIONES INVIAS 2022	M3	7 days	Fri 4/11/25	Mon 4/21/25	20	\$ 24416133.00	3 days	Mon 4/21/25	Fri 4/11/25																			
26			SUMINISTRO DE CEMENTO ASFALTICO MODIFICADO CO N GRANO DE CAUCHO RECICLADO SEGÚN ASESORIA TE CNICA E INSTRUCCIONES DEL FABRICANTE. COLBITUM EN CUMPLIENDO ARTICULO 414-22 DE LAS ESPECIFICA CIONES INVIAS 2022	KG	2 days	Wed 5/14/25	Thu 5/15/25	29	\$ 22015314.00	3 days	Thu 5/15/25	Wed 5/14/25																			
27			SUMINISTRO DE GRAVILLA PARA TRATAMIENTO SUPER FICIAL CON CEMENTO ASFALTICO MODIFICADO CON G RANO DE CAUCHO RECICLADO SEGÚN ASESORIA TECN ICA E INSTRUCCIONES DEL FABRICANTE COLBITUMEN.	M3	2 days	Wed 5/14/25	Thu 5/15/25	26FF	\$ 3161083.00	46 days	Thu 5/15/25	Wed 5/14/25																			
28			ACOMPAÑAMIENTO A LA INSTALACION DE TRATAMIE NTO SUPERFICIAL ASFALTO MODIFICADO SEGÚN ASEO RIA TECNICA, EQUIPO E INSTRUCCIONES DEL FABRICAN TE COLBITUMEN	M2	3 days	Fri 5/16/25	Tue 5/20/25	26	\$ 1720074.00	3 days	Tue 5/20/25	Fri 5/16/25																			
Project: PROGRAMACION TRAMOS DE PRUEBA V3 Date: 8/7/2025 12:38 PM															Task Split · Milestone ◇ Summary Project Summary External Tasks External Milestone ◇ Inactive Task Inactive Milestone ◇ Inactive Summary Manual Task Duration-only Summary Rollup Manual Summary Start-only Finish-only Progress Deadline																
</																															

p1j22ppgchub01n5gvg51r7u14mh4.mpp																															
ID		Task Mode	Nombre de tarea	UNIDAD	Duration	Start	Finish	Predecessors	Cost	Start Slack	Early Finish	Early Start	Resource Names	Qtr1, 2025			Qtr2, 2025			Qtr3, 2025			Qtr4, 2025			Qtr1, 2026			Qtr2, 2026		
														Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun
54			SUMINISTRO E INSTALACIÓN ACERO DE REFUERZO FY 420 MPA	KG	42 days	Mon 5/19/25	Tue 7/15/25	53FF	\$ 35570920.00	0 days	Tue 7/15/25	Mon 5/19/25																			
55			SEÑALIZACION Y DEMARCACION		3 days	Wed 7/16/25	Fri 7/18/25		\$ 6856175.00	0 days	Fri 7/18/25	Wed 7/16/25																			
56			SEÑAL VERTICAL DE TRANSITO TIPO SR, SP Y/O SI, TABLERO EN LÁMINA CON LAMINA RETRORREFLECTIVA TIPO IV (60X60 CM) Y POSTE EN ÁNGULO DE 2" X 2" X 1/4" X 3.5M	UND	3 days	Wed 7/16/25	Fri 7/18/25	54	\$ 6856175.00	0 days	Fri 7/18/25	Wed 7/16/25																			
57			ACARREOS Y TRANSPORTES		21 days	Fri 4/11/25	Mon 5/12/25		\$ 100805705.00	53 days	Mon 5/12/25	Fri 4/11/25																			
58			TRANSPORTE DE MATERIALES PETREOS (RCD, GRAVILLA , TRITURADO, ARENA Y AFIRMADO)	M3-KM	17 days	Thu 4/17/25	Mon 5/12/25	53FF-46 days	\$ 74474625.00	49 days	Mon 5/12/25	Thu 4/17/25																			
59			CARGUE Y TRANSPORTE DE MATERIALES PROVENIENTES DE LA EXCAVACIÓN DE LA EXPLANACIÓN, CANALES Y PÉRESTAMOS PARA DISTANCIAS MAYORES DE MIL METROS (1.000 M) MEDIDOS A PARTIR DE CIENTO METROS (100 M) HASTA SITIO DE DISPOSICION FINAL AUTORIZADO	M3-KM	6 days	Fri 4/11/25	Fri 4/18/25	41FF	\$ 28331080.00	64 days	Fri 4/18/25	Fri 4/11/25																			



Project: PROGRAMACION TRAMOS DE PRUEBA V3
Date: 8/7/2025 12:38 PM

Task

External Milestone

Summary Rollup

Split

Inactive Task

Manual Summary

Milestone

Inactive Milestone

Start-only

Summary

Inactive Summary

Finish-only

Project Summary

Manual Task

Progress

External Tasks

Duration-only

Deadline

Popayán, 15 de Agosto de 2025.

Asunto: CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO DE HORAS DE PRÁCTICA

La empresa VIVAS PERAFAN INGENIERIA S.A.S. con número de NIT. 901.691.125-4 certifica que el estudiante JUAN MANUEL DELGADO, identificada con la cédula de ciudadanía 1.004.748.803 expedida en Popayán, Cauca, realizó el trabajo de grado con modalidad de pasantía exigida por la universidad del Cauca como requisito de grado, cumpliendo las TRESCIENTAS OCHENTA Y CUATRO (384) horas.

Para constancia se firma en la ciudad de Popayán – Cauca a los quince (15) días del mes de agosto de 2025.



FABIAN ANDRÉS VIVAS CEBALLOS

REPRESENTANTE LEGAL

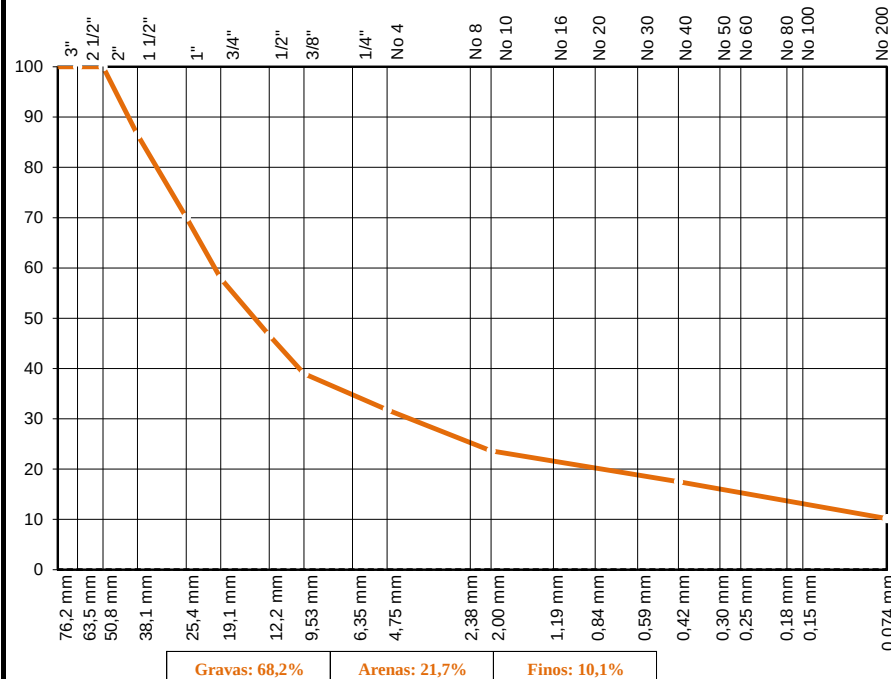
NORME LATERITE



ANALISIS GRANULOMETRICO LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO INDICE DE PLASTICIDAD (NORMAS I.N.V. E - 125 / E - 126 - 07)

FECHA 5 de noviembre de 2024

PROYECTO: CONTROL DE CALIDAD
UBICACIÓN: PLANTA DE TRITURACION LA CLARIDAD - MUNICIPIO DE POPAYAN - DEPTO DEL CAUCA
SRES: CONEXPE S,A,
MATERIAL: DE MEJORAMIENTO CRIBADO
FUENTE: PLANTA DE TRITURACION LA CLARIDAD - CONEXPE



ANALISIS GRANULOMETRICO

Peso Inicial (gr): 12081,0			
TAMIS	PESO	%	%
mm	RETENIDO	RETENIDO	PASA
3"	0,0	0,0	100,0
2 1/2"	0,0	0,0	100,0
2"	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	1632,0	13,5	86,5
1"	1986,0	16,4	70,1
3/4"	1465,0	12,1	57,9
1/2"	1369,0	11,3	46,6
3/8"	922,0	7,6	39,0
No 4	864,0	7,2	31,8
10	988,0	8,2	23,6
40	743,0	6,2	17,5
200	886,0	7,3	10,1
P 200	1226,0	10,1	0,0

12081

Resultados

LIMITE LIQUIDO: 36,0
LIMITE PLASTICO 28,2
ÍNDICE DE PLASTICIDAD 7,8
HUMEDAD NATURAL. 7,4

$C_u = 280,1$ $C_c = 10,8$

CLASIFICACION

A A S H T O (I.G.): A-2-4 (0)
U. S. C. S.: GP-GM

LIMITES D' ATTERBERG

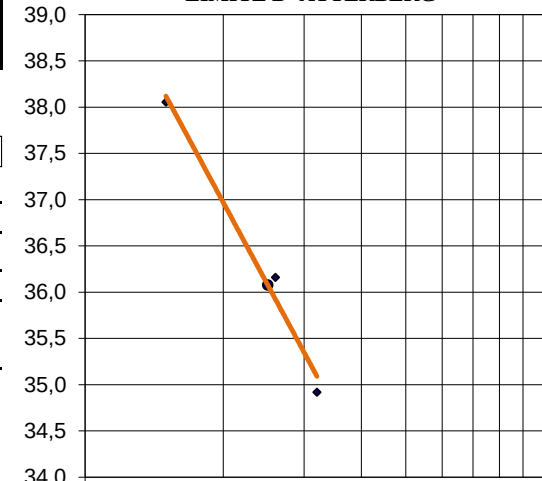
LIMITE LIQUIDO

# DE GOLPES	32	26	15	
Peso 1 (g)	23,75	25,30	26,26	
Peso 2 (g)	18,68	19,63	20,16	
Peso 3 (g)	4,16	3,95	4,13	
% Humedad	34,9	36,2	38,1	

LIMITE PLASTICO

				H.NAT.
Peso 1 (g)	32,60	28,12		252,62
Peso 2 (g)	26,29	22,81		240,63
Peso 3 (g)	3,93	3,91		77,75
% Humedad	28,2	28,1		7,4

LIMITE D' ATTERBERG



OBSERVACIONES

A LA MUESTRA ORIGINAL SE LE RETIRARON LOS SOBRETAMAÑOS
MAYORES DE 2,5" HASTA 4,0" DE DIAMETRO

ESTUDIO DE SUELOS-ENSAYOS DE LABORATORIO-CONTROL DE CALIDAD
Calle 42N No.6-28 Barrio Vega de Prieto 3053264043 - Cel. 3154683980
Email: geoanalisislab@hotmail.com Tel. 8202306 Popayán

Luis Enrique Tobar Plaza
Geoanalisis - Lab
MAT 19516005060 CAU

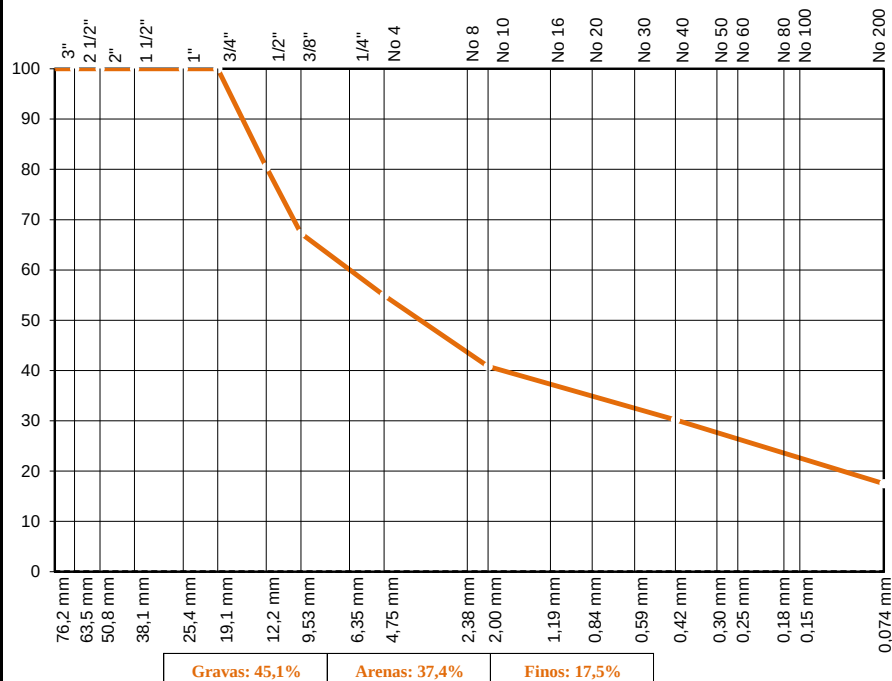
NORME LATERITE



ANALISIS GRANULOMETRICO LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO INDICE DE PLASTICIDAD (NORMAS I.N.V. E - 125 / E - 126 - 07)

FECHA 5 de noviembre de 2024

PROYECTO: CONTROL DE CALIDAD
UBICACIÓN: PLANTA DE TRITURACION LA CLARIDAD - MUNICIPIO DE POPAYAN - DEPTO DEL CAUCA
SRES: CONEXPE S,A,
MATERIAL: DE MEJORAMIENTO CRIBADO
FUENTE: PLANTA DE TRITURACION LA CLARIDAD - CONEXPE
MATERIAL PASA 3/4" NO COMPACTADO



ANALISIS GRANULOMETRICO

Peso Inicial (gr): 6998,0			
TAMIS	PESO	%	%
mm	RETENIDO	RETENIDO	PASA
3"	0,0	0,0	100,0
2 1/2"	0,0	0,0	100,0
2"	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	100,0
1/2"	1369,0	19,6	80,4
3/8"	922,0	13,2	67,3
No 4	864,0	12,3	54,9
10	988,0	14,1	40,8
40	743,0	10,6	30,2
200	886,0	12,7	17,5
P 200	1226,0	17,5	0,0

6998

Resultados

LIMITE LIQUIDO: 36,0
LIMITE PLASTICO 28,2
ÍNDICE DE PLASTICIDAD 7,8
HUMEDAD NATURAL. 7,4

LIMITES D' ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO

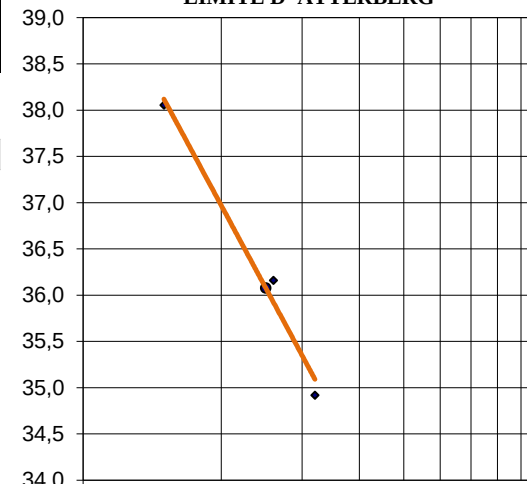
# DE GOLPES	32	26	15	
Peso 1 (g)	23,75	25,30	26,26	
Peso 2 (g)	18,68	19,63	20,16	
Peso 3 (g)	4,16	3,95	4,13	
% Humedad	34,9	36,2	38,1	

LIMITE PLASTICO

H.NAT.

Peso 1 (g)	32,60	28,12		252,62
Peso 2 (g)	26,29	22,81		240,63
Peso 3 (g)	3,93	3,91		77,75
% Humedad	28,2	28,1		7,4

LIMITE D' ATTERBERG



CLASIFICACION

A A S H T O (I.G.): A-2-4 (0)
U. S. C. S.: GM

OBSERVACIONES

ESTUDIO DE SUELOS- ENSAYOS DE LABORATORIO- CONTROL DE CALIDAD
Calle 42N No.6-28 Barrio Vega de Prieto 3053264043 - Cel. 3154683980
Email: geoanalisislab@hotmail.com Tel. 8202306 Popayán

Luis Enrique Tobar Plaza
Geoanalisis - Lab
MAT 19616099060 CAU

NORME LATERITE



ANALISIS GRANULOMETRICO LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO INDICE DE PLASTICIDAD (NORMAS I.N.V. E - 125 / E - 126 - 07)

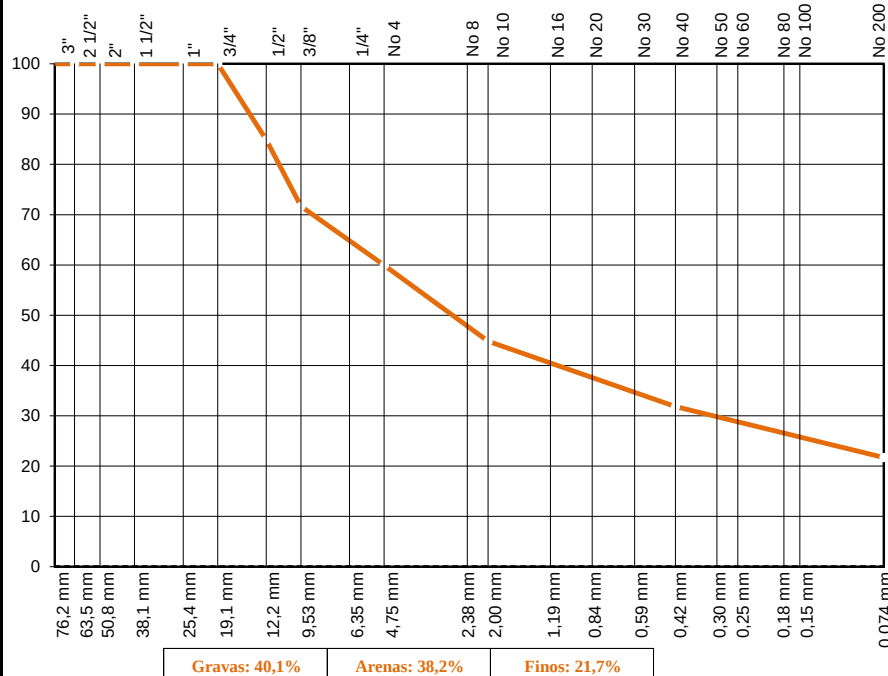
FECHA 5 de noviembre de 2024

PROYECTO: CONTROL DE CALIDAD
UBICACIÓN: PLANTA DE TRITURACION LA CLARIDAD - MUNICIPIO DE POPAYAN - DEPTO DEL CAUCA
SRES: CONEXPE S,A,
MATERIAL: DE MEJORAMIENTO CRIBADO
FUENTE: PLANTA DE TRITURACION LA CLARIDAD - CONEXPE

MATERIAL PASA 3/4" COMPACTADO CON 56 GOLPES Y HUMEDAD OPTIMA

ANALISIS GRANULOMETRICO

LIMITES D' ATTERBERG



Peso Inicial (gr): 4545,0			
TAMIS	PESO	%	%
mm	RETENIDO	RETENIDO	PASA
3"	0,0	0,0	100,0
2 1/2"	0,0	0,0	100,0
2"	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	100,0
1/2"	686,0	15,1	84,9
3/8"	602,0	13,2	71,7
No 4	534,0	11,7	59,9
10	686,0	15,1	44,8
40	589,0	13,0	31,9
200	462,0	10,2	21,7
P 200	986,0	21,7	0,0

4545

Resultados

LIMITE LIQUIDO: 39,0
LIMITE PLASTICO 27,6
ÍNDICE DE PLASTICIDAD 11,4
HUMEDAD NATURAL. 7,4

LIMITE LIQUIDO

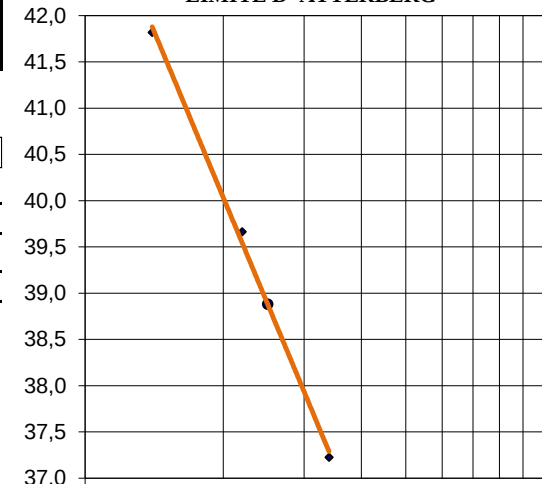
# DE GOLPES	34	22	14	
Peso 1 (g)	30,26	27,30	26,53	
Peso 2 (g)	23,12	20,68	19,86	
Peso 3 (g)	3,94	3,99	3,91	
% Humedad	37,2	39,7	41,8	

LIMITE PLASTICO

H.NAT.

Peso 1 (g)	31,03	31,33		252,62
Peso 2 (g)	25,21	25,45		240,63
Peso 3 (g)	4,08	4,17		77,75
% Humedad	27,5	27,6		7,4

LIMITE D' ATTERBERG



CLASIFICACION

A A S H T O (I.G.): A-2-6 (0)
U. S. C. S.: GM

OBSERVACIONES

ESTUDIO DE SUELOS-ENSAYOS DE LABORATORIO-CONTROL DE CALIDAD
Calle 42N No.6-28 Barrio Vega de Prieto 3053264043 - Cel. 3154683980
Email: geoanalisislab@hotmail.com Tel. 8202306 Popayán

Luis Enrique Tobar Plaza
Geoanalisis - Lab
MAT 19616009060 CAU



ENSAYO DE DESGASTE EN LA MAQUINA DE LOS ANGELES

Proyecto	CONTROL DE CALIDAD
Ubicación	PLANTA DE TRITURACION LA CLARIDAD - MUNICIPIO DE POPAYAN - DEPTO DEL CAUCA
Sres:	CONEXPE S,A,
Material:	DE MEJORAMIENTO CRIBADO
Fuente:	PLANTA DE TRITURACION LA CLARIDAD - CONEXPE
Fecha:	5 de noviembre de 2024

ENSAYO No.	1		
Gradacion usada	A		
No de revoluciones	500		
Peso muestra inicial grs.	5002		
Peso muestra despues de ensayo grs.	2986		
% Desgaste	40,3		
Coeficiente de uniformidad			

Observaciones:

MUESTRA TRAIDA AL LABORATORIO POR EL INTERESADO.

Datos sobre Gradacion, carga abrasiva y revoluciones:

Tamiz	Grad.	A	B	C	D	E	F	G
Pasa	Ret.	Pesos a tomar de cada tamaño en grs.						
3"	2 1/2"					2500		
2 1/2"	2"					2500		
2"	1 1/2"					5000	5000	
1 1/2"	1"	1250					5000	5000
1"	3/4"	1250						5000
3/4"	1/2"	1250	2500					
1/2"	3/8"	1250	2500					
3/8"	1/4"			2500				
1/4"	No 4			2500				
No 4	No 8				5000			
Peso total grs		5000+ -10	5000+ -10	5000+ -10	5000+ 10	10000 + -100	10000 + -100	10000 + -100
No Esferas		12	11	8	6	12	12	12
Peso esferas grs		5000+ -25	4584+ -25	3330+ -20	2500+ -15	5000+ -25	5000+ -25	5000+ -25
No Revoluciones		500	500	500	500	1000	1000	1000

ESTUDIO DE SUELOS-ENSAYOS DE LABORATORIO-CONTROL DE CALIDAD
Calle 42N No.6-28 Barrio Vega de Prieto Tel. 8202306 Cel.3154683980 Popayán
Email:geoanalisislab@hotmail.com

Luis Enrique Tobar Plaza
Geoanálisis - Lab
MAT 19516009060 CAU



FECHA: 5 de noviembre de 2024
 Obra: CONTROL DE CALIDAD
 Ubicación: PLANTA DE TRITURACION LA CLARIDAD - MUNICIPIO DE POPAYAN - DEPTO DEL CAUCA
 Sres: CONEXPE S,A,
 Material: DE MEJORAMIENTO CRIBADO
 Fuente: PLANTA DE TRITURACION LA CLARIDAD - CONEXPE

MASA UNITARIA SUELTA

HUMEDAD NATURAL
252,62
240,63
77,75
7,4

Muestra	Masa Suelta Humedad gr	Masa Suelta Seca gr
No 1	3873	3607
No 2	3845	3581

MOLDE	
Diametro cm	15,2
Altura cm	16,5
Peso gr	6512
Volumen cm ³	2994

Masa Unitaria Suelta Seca gr/cm ³	
No 1	1,205
No 2	1,196
Promedio	1,201

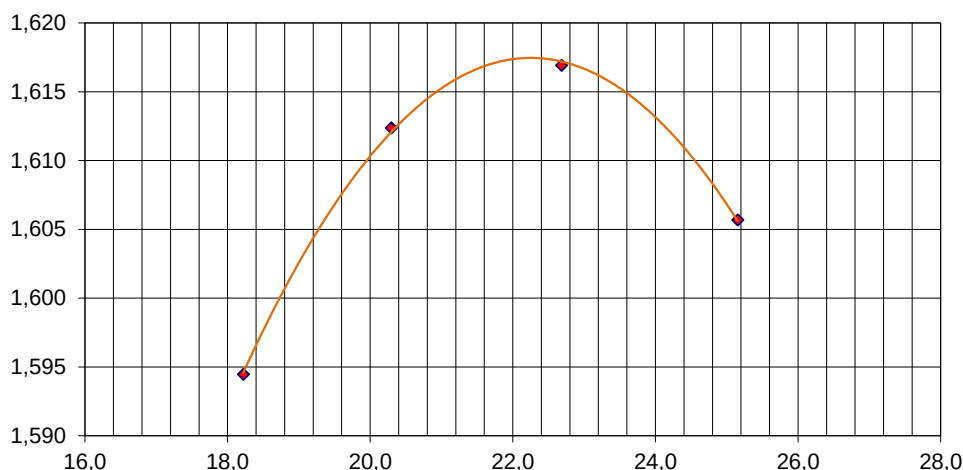

 Luis Enrique Tobar Plaza
 Geoanálisis - Lab
 MAT 19516009060 CAU

ESTUDIO DE SUELOS-ENSAYOS DE LABORATORIO-CONTROL DE CALIDAD
 Calle 42N No.6-28 Barrio Vega de Prieto Tel. 8202306 Cel.3154683980 Popayán
 Email: geoanalisislab@hotmail.com

OBRA: CONTROL DE CALIDAD
UBICACIÓN: PLANTA DE TRITURACION LA CLARIDAD - MUNICIPIO DE POPAYAN - DEPTO DEL CAUCA
SRES: CONEXPE S.A.
MATERIAL: DE MEJORAMIENTO CRIBADO
FUENTE: PLANTA DE TRITURACION LA CLARIDAD - CONEXPE

DENSIDAD	PESO MOLDE + SUELO COMPACTADO (gr)	6646	6760	6852	6906
	PESO MOLDE (gr)	2712	2712	2712	2712
	PESO SUELO COMPACTADO (gr)	3934,0	4048,0	4140,0	4194,0
	VOLUMEN DEL MOLDE (c.c.)	2087,0	2087,0	2087,0	2087,0
	DENSIDAD HÚMEDA (gr/c.c.)	1,885	1,940	1,984	2,010
	DENSIDAD SECA (gr/c.c.)	1,594	1,612	1,617	1,606
HUMEDAD	TARA No	1	2	3	4
	PESO SUELO HUMEDA + TARA (gr)	240,87	228,94	231,65	245,62
	PESO SUELO SECO + TARA (gr)	216,27	202,75	203,19	212,09
	PESO TARA (gr)	81,26	73,71	77,73	78,79
	PESO AGUA (gr)	24,6	26,2	28,5	33,5
	PESO SUELO SECO (gr)	135,0	129,0	125,5	133,3
	HUMEDAD (%)	18,2	20,3	22,7	25,2

PROCTOR MODIFICADO



TIPO DE ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

PESO MOLDE: 2712
VOL. MOLDE: 2087,0
PESO MART.: 10 lb
No CAPAS: 5
H. CAÍDA: 18 "
#GOLPES: 56

ENSAYO SOBRE MATERIAL

PASA TAMIZ: 3/4 "

OBSERVACIONES:

EL MATERIAL DE PASA 3/4" SE COMPACTO SIN REEMPLAZO (ORDEN DE LA PLANTA)

RESULTADOS:

Densidad Max Seca: 1,617 gr/cm³
% Humedad Optima: 22,4



GEOANALISIS - LAB
Laboratorio de Concretos, Suelos y Pavimentos

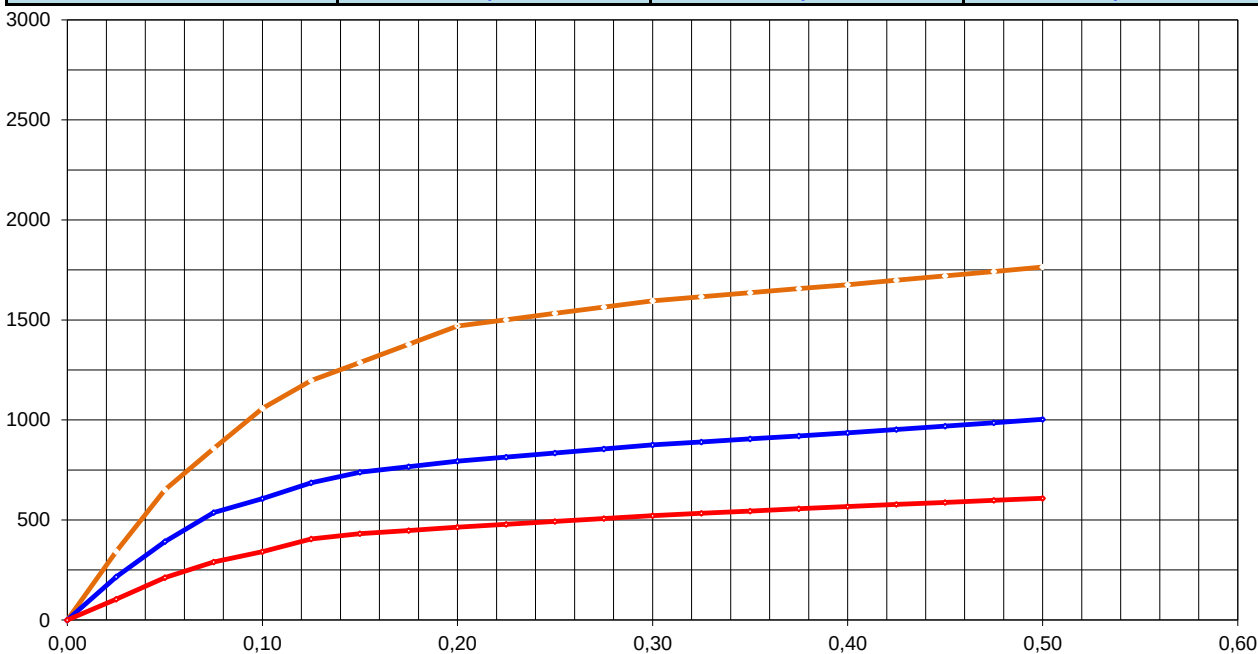
C. B. R.
PENETRACIÓN
(NORMA I.N.V. E - 148)

FECHA:
5 de noviembre de 2024

PROYECTO: CONTROL DE CALIDAD
UBICACIÓN: PLANTA DE TRITURACION LA CLARIDAD - MUNICIPIO DE POPAYAN - DEPROP DEL CAUCA
CBR: CONEXPE S,A,
PROFUND: DE MEJORAMIENTO CRIBADO
FUENTE: PLANTA DE TRITURACION LA CLARIDAD - CONEXPE

ENSAYO SUMERGIDO 4 DIAS EN AGUA

PENETRACIÓN		CARGA STAND Lb.	PROBETA No 1								
			LECT. DIAL <i>u</i>	CARGA Lb.	C.B.R. CORR. %	LECT. DIAL <i>u</i>	CARGA Lb.	C.B.R. CORR. %	LECT. DIAL <i>u</i>	CARGA Lb.	C.B.R. CORR. %
Pulg.	mm.										
0,025	0,635		156,0	343,2		98,0	215,6		47,5	104,5	
0,050	1,270		296,0	651,2		178,0	391,6		96,5	212,3	
0,075	1,905		390,0	858,0		244,0	536,8		132,0	290,4	
0,100	2,540	3000	481,0	1058,2	35,3	276,0	607,2	20,2	155,0	341,0	11,4
0,125	3,175		544,0	1196,8		312,0	686,4		184,0	404,8	
0,150	3,810		585,0	1287,0		336,0	739,2		196,0	431,2	
0,200	5,080	4500	668,0	1469,6	32,7	361,0	794,2	17,6	211,0	464,2	10,3
0,300	7,620		725,5	1596,1		398,0	875,6		237,0	521,4	
0,400	10,160		762,0	1676,4		425,0	935,0		258,0	567,6	
0,500	12,700		802,0	1764,4		456,0	1003,2		276,5	608,3	
HUMEDAD PENETRACION:			26,8%			30,6%			34,7%		



OBSERVACIONES: HUMEDAD COMPACTACION: 22,40%
LAS MUESTRAS TIPO CBR SON SUMERGIDAS DURANTE 4 DIAS EN EL AGUA
% DE EXPANSION = 0,0
EL MATERIAL DE PASA 3/4" SE COMPACTO SIN REEMPLAZO (ORDEN DE LA PLANTA)

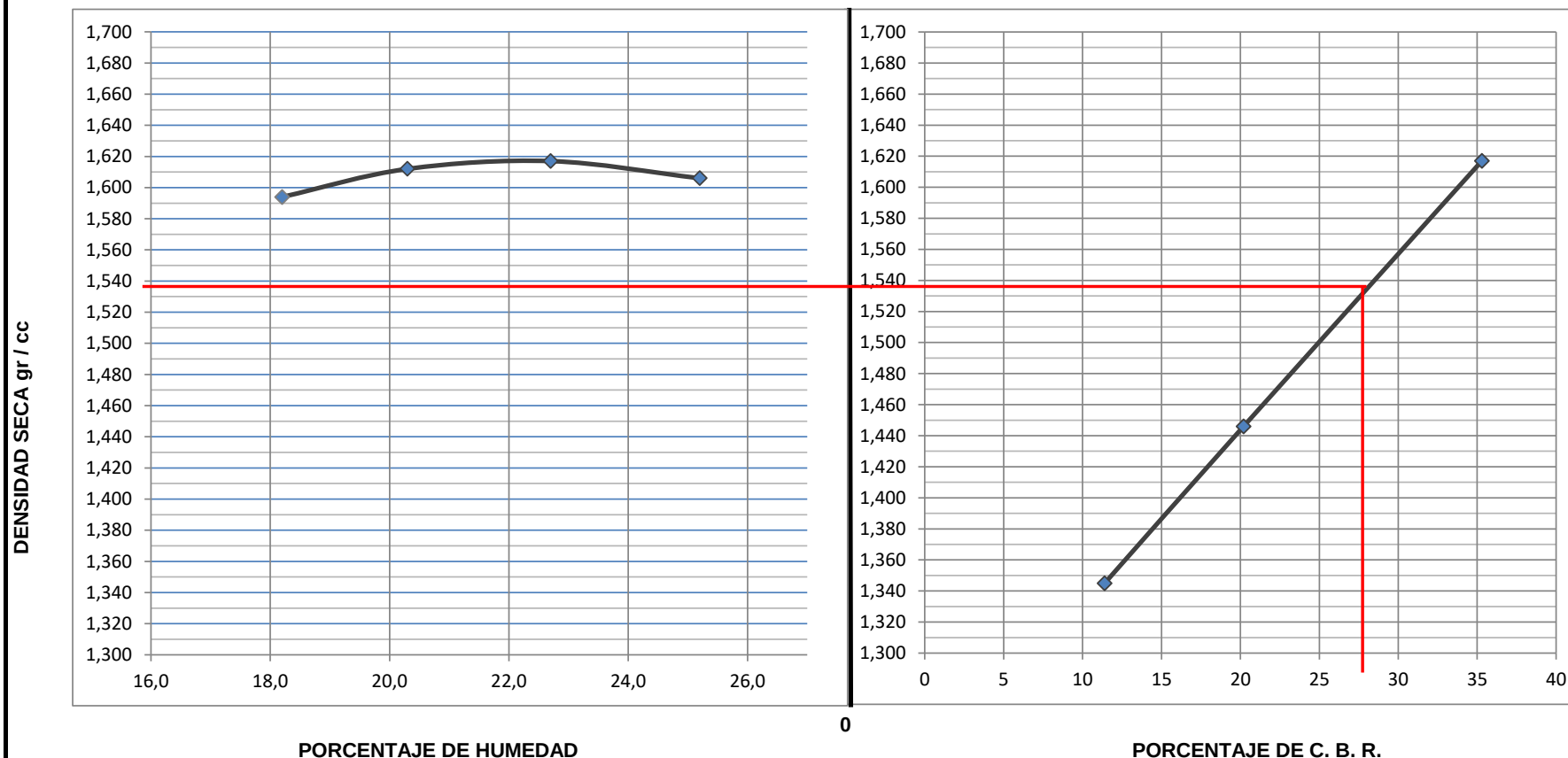
ESTUDIO DE SUELOS-ENSAYOS DE LABORATORIO-CONTROL DE CALIDAD
Calle 42N No.6-28 Barrio Vega de Prieto 30.53264043 - Cel. 3154683980
Email: geoanalisislab@hotmail.com Tel. 8202306 Popayán

Luis Enrique Toboza Plaza
Geoanalisis - Lab
MAT 19616096060 CAU

PROYECTO: CONTROL DE CALIDAD
UBICACIÓN: PLANTA DE TRITURACION LA CLARIDAD - MUNICIPIO DE POPAYAN - DEPTO DEL CAUCA
CBR: CONEXPE S,A,
PROFUND: DE MEJORAMIENTO CRIBADO
MATERIAL: PLANTA DE TRITURACION LA CLARIDAD - CONEXPE

DENSIDAD MÁXIMA: 1,617 gr/cm³
HÚMEDAD ÓPTIMA: 22,4 %
95% DE DENSIDAD MÁX.: 1,536 gr/cm³
C. B. R. 100% PM: 35,3 %
C. B. R. 95% PM: 27,5 %

C. B. R. COMPACTACIÓN



OBSERVACIONES: **EL MATERIAL DE PASA 3/4" SE COMPACTO SIN REEMPLAZO (ORDEN DE LA PLANTA)**

RESULTADO DE ENSAYOS DE LABORATORIO.

OBRA: TRAMO DE PRUEBA DE UN 1 KM DE VÍA PARA LA COMPROBACIÓN EN ENTORNO REAL DE LAS ALTERNATIVAS SELECCIONADAS EN EL MARCO DEL PROYECTO DENOMINADO “CONFORMACIÓN DE UN CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO PARA LA INNOVACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL EN EL DEPARTAMENTO DEL CAUCA.



CLIENTE: INTERVENTORIA COLPROF

ENSAYO DE DENSIDAD DEL TERRENO AFRIMADO GRANULAR TRAMO DE PRUBA PR-14+650 A PR 14 + 743- -VEREDA SAN RAFAEL MUNICIPIO DE POPAYAN DEPARTAMENTO DEL CAUCA.

	FORMATO DE ENSAYO DE DENSIDAD CONO Y ARENA - I.N.V. E - 161- 13- LABORATORIO DE SUELOS		PAG 1
	EDICIÓN		1
	FECHA		16 DE FEBRERO 2025
PROYECTO :	TRAMO DE PRUEBA DE UN 1 KM DE VÍA PARA LA COMPROBACIÓN EN ENTORNO REAL DE LAS ALTERNATIVAS SELECCIONADAS EN EL MARCO DEL PROYECTO DENOMINADO "CONFORMACIÓN DE UN CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO PARA LA INNOVACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL EN EL DEPARTAMENTO DEL CAUCA DENTRO DEL CONTRATO.		
CONTRATANTE:	COLPROF		
N° MUESTRA:	1	FECHA: 14/02/2025	
ABSCISA:	PR14 + 650 a PR 14+ 743	LOCALIZACIÓN: VEREDA SAN RAFAEL MUNICIPIO DE POPAYAN	
DESCRIPCIÓN	GRAVA LIMOSAS MAL GRADADA MEJORAMIENTO CRIBADO PLANTA DE TRITURACION LA CLARIDAD - CONEXPE		

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL MATERIAL FINO					
Muestra N°	1	2	3	4	5
Peso Recipiente+Muestra Húmeda (g)	38,13	48,08	43,49		
Peso Recipiente+Muestra Seca (g)	35,27	44,73	40,33		
Peso del Agua (g)	2,86	3,35	3,16		
Peso Recipiente (g)	4,96	4,55	6,50		
Peso Muestra Seca (g)	30,31	40,18	33,83		
Contenido de Humedad W (%)	9,44	8,34	9,34		

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL MATERIAL GRUESO					
Muestra N°	1	2	3	4	5
Peso Recipiente+Muestra Húmeda (g)	28,18	21,31	74,11		
Peso Recipiente+Muestra Seca (g)	27,24	20,81	70,56		
Peso del Agua (g)	0,94	0,50	3,55		
Peso Recipiente (g)	6,50	6,50	6,50		
Peso Muestra Seca (g)	20,74	14,31	64,06		
Contenido de Humedad W (%)	4,53	3,49	5,54		

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD CORREGIDA POR SOBRETAMAÑOS					
Ensayo N°	1	2	3	4	5
Peso total Aparato + Arena	5522,00	5476,00	5474,00		
Peso Aparato + Arena Restante	1862,00	1136,00	1104,00		
Densidad de la Arena	1,438	1,438	1,438		
Constante del Cono	1606,00	1606,00	1606,00		
Peso Arena de Llenado	2054,00	2734,00	2764,00		
Peso de Material Extraído Humedo	2867,00	4002,00	3948,00		
Peso del Material Extraído Humedo Fino	2662,00	2370,00	1802,00		
Peso del Material Extraído Humedo Grueso	205,00	1632,00	2146,00		
Volumen de la Perforación	1428,37	1901,25	1922,11		
Peso Seco de Material Extraído Fino	2432,48	2187,61	1648,06		
Peso Seco de Material Extraído Grueso	196,11	1576,90	2033,32		
Porcentaje de la Fracción Fina por Masa	92,54	58,11	44,77		
Porcentaje de la Fracción Gruesa por Masa	7,46	41,89	55,23		
Gravedad Específica de la Fracción Gruesa	2,58	2,58	2,58		
Humedad Corregida de Fracciones Fina y Gruesa	9,07	6,31	7,24		
Densidad correguida Seca In-Situ	1,66	1,92	2,04		
Densidad de campo	1,84	1,98	1,92		
Densidad Seca Maxima en Laboratorio	1,62	1,62	1,62		
Porcentaje de Compactación	110,64	103,30	94,03		
Abscisa	PR14+660	PR14+705	PR14+730		
margen	DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA		
espesor del material (m)	0,25	0,25	0,25		

OBSERVACIONES :

ELABORO	APROBÓ
GEOTECNOLOGO	
 JAIME PALECHOR	JAIME PALECHOR

ENSAYO DE DENSIDAD DEL TERRENO AFIRMADO GRANULAR TRAMO DE PRUBA PR-14+983,4 A PR 15 + 076.4 -VEREDA SAN RAFAEL MUNICIPIO DE POPAYAN DEPARTAMENTO DEL CAUCA.

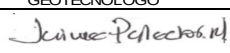
	FORMATO DE ENSAYO DE DENSIDAD CONO Y ARENA - I.N.V. E - 161- 13- LABORATORIO DE SUELOS		EDICIÓN	1
			FECHA	16 DE FEBRERO 2025
			PAG 1	
PROYECTO :	TRAMO DE PRUEBA DE UN 1 KM DE VÍA PARA LA COMPROBACIÓN EN ENTORNO REAL DE LAS ALTERNATIVAS SELECCIONADAS EN EL MARCO DEL PROYECTO DENOMINADO "CONFORMACIÓN DE UN CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO PARA LA INNOVACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL EN EL DEPARTAMENTO DEL CAUCA DENTRO DEL CONTRATO.			
CONTRATANTE:	COLPROF			
MUESTRA N°:	1	FECHA: 14/02/2025		
ABSCISA:	PR14 + 983.4 A PR 15+076,4	LOCALIZACIÓN: VEREDA SAN RAFAEL MUNICIPIO DE POPAYAN		
DESCRIPCIÓN	GRAVA LIMOSAS MAL GRADADA MEJORAMIENTO CRIBADO PLANTA DE TRITURACION LA CLARIDAD - CONEXPE			

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL MATERIAL FINO					
Muestra N°	1	2	3	4	5
Peso Recipiente+Muestra Húmeda (g)	25,54	38,16	32,14		
Peso Recipiente+Muestra Seca (g)	23,66	34,92	29,75		
Peso del Agua (g)	1,88	3,65	3,86		
Peso Recipiente (g)	3,90	4,56	6,50		
Peso Muestra Seca (g)	19,76	30,36	23,25		
Contenido de Humedad W (%)	9,51	12,02	16,60		

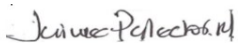
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL MATERIAL GRUESO					
Muestra N°	1	2	3	4	5
Peso Recipiente+Muestra Húmeda (g)	29,96	20,74	20,74		
Peso Recipiente+Muestra Seca (g)	28,84	20,01	19,86		
Peso del Agua (g)	1,12	0,73	0,88		
Peso Recipiente (g)	5,01	6,50	4,11		
Peso Muestra Seca (g)	23,83	13,51	15,75		
Contenido de Humedad W (%)	4,70	5,40	5,59		

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD CORREGIDA POR SOBRETAMAÑOS					
Ensayo N°	1	2	3	4	5
Peso total Aparato + Arena	5330,00	5310,00	5296,00		
Peso Aparato + Arena Restante	2030,00	1988,00	1868,00		
Densidad de la Arena	1,438	1,438	1,438		
Constante del Cono	1606,00	1606,00	1606,00		
Peso Arena de Llenado	1694,00	1716,00	1822,00		
Peso de Material Extraído Humedo	2380,00	2260,00	2656,00		
Peso del Material Extraído Humedo Fino	2128,00	2086,00	2006,00		
Peso del Material Extraído Humedo Grueso	252,00	174,00	650,00		
Volumen de la Perforación	1178,03	1193,32	1267,04		
Peso Seco de Material Extraído Fino	1943,13	1862,13	1720,38		
Peso Seco de Material Extraído Grueso	240,69	165,08	615,60		
Porcentaje de la Fracción Fina por Masa	88,98	91,86	73,65		
Porcentaje de la Fracción Gruesa por Masa	11,02	8,14	26,35		
Gravedad Específica de la Fracción Gruesa	2,58	2,58	2,58		
Humedad Corregida de Fracciones Fina y Gruesa	8,98	11,48	13,70		
Densidad Seca In-Situ	1,69	1,67	1,79		
Densidad de campo	1,85	1,70	1,84		
Densidad Seca Máxima en Laboratorio	1,62	1,62	1,62		
Porcentaje de Compactación	109,93	101,86	102,80		
Abscisa	PR14+990	PR15+035	PR15+070		
espesor del material (m)	0,24	0,24	0,24		

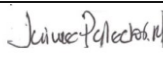
OBSERVACIONES :

ELABORO	APROBÓ
GEOTECNOLOGO  JAIME PALECHOR	JAIME PALECHOR

ENSAYO DE DENSIDAD DEL TERRENO AFIRMADO GRANULAR SOBRE GEOCELDAS TRAMO DE PRUBA PR-15+076.4 A PR 15 + 169.4 -VEREDA SAN RAFAEL MUNICIPIO DE POPAYAN DEPARTAMENTO DEL CAUCA.

		FORMATO DE ENSAYO DE DENSIDAD CONO Y ARENA - I.N.V. E - 161- 13- LABORATORIO DE SUELOS		PAG 1	
		EDICIÓN		1	
		FECHA		16 DE FEBRERO 2025	
PROYECTO : CONTRATANTE: MUESTRA N°: ABSCISA: DESCRIPCIÓN		TRAMO DE PRUEBA DE UN 1 KM DE VÍA PARA LA COMPROBACIÓN EN ENTORNO REAL DE LAS ALTERNATIVAS SELECCIONADAS EN EL MARCO DEL PROYECTO DENOMINADO "CONFORMACIÓN DE UN CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO PARA LA INNOVACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL EN EL DEPARTAMENTO DEL CAUCA." COLPROF 1 PR15 + 076,4 A PR 15+169,4 LOCALIZACIÓN: VEREDA SAN RAFAEL MUNICIPIO DE POPAYAN GRAVA LIMOSAS MAL GRADADA MEJORAMIENTO CRIBADO PLANTA DE TRITURACION LA CLARIDAD - CONEXPE			
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL MATERIAL FINO					
Muestra N°	1	2	3	4	5
Peso Recipiente+Muestra Húmeda (g)	123,68	138,16	132,14		
Peso Recipiente+Muestra Seca (g)	119,20	129,44	123,98		
Peso del Agua (g)	4,48	8,72	8,16		
Peso Recipiente (g)	45,68	47,56	46,50		
Peso Muestra Seca (g)	73,52	81,88	77,48		
Contenido de Humedad W (%)	6,09	10,65	10,53		
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL MATERIAL GRUESO					
Muestra N°	1	2	3	4	5
Peso Recipiente+Muestra Húmeda (g)	129,96	120,74	120,74		
Peso Recipiente+Muestra Seca (g)	125,84	116,22	115,96		
Peso del Agua (g)	4,12	4,52	4,78		
Peso Recipiente (g)	35,01	36,50	34,11		
Peso Muestra Seca (g)	90,83	79,72	81,85		
Contenido de Humedad W (%)	4,54	5,67	5,84		
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD CORREGIDA POR SOBRETAMAÑOS					
Ensayo N°	1	2	3	4	5
Peso total Aparato + Arena	5264,00	5204,00	5152,00		
Peso Aparato + Arena Restante	1782,00	2050,00	2020,00		
Densidad de la Arena	1,438	1,438	1,438		
Constante del Cono	1606,00	1606,00	1606,00		
Peso Arena de Llenado	1876,00	1548,00	1526,00		
Peso de Material Extraído Humedo	2774,00	2394,00	2132,00		
Peso del Material Extraído Humedo Fino	1430,00	1214,00	1860,00		
Peso del Material Extraído Humedo Grueso	1344,00	1180,00	272,00		
Volumen de la Perforación	1304,59	1076,50	1061,20		
Peso Seco de Material Extraído Fino	1347,87	1097,16	1682,77		
Peso Seco de Material Extraído Grueso	1285,68	1116,69	256,99		
Porcentaje de la Fracción Fina por Masa	51,18	49,56	86,75		
Porcentaje de la Fracción Gruesa por Masa	48,82	50,44	13,25		
Gravedad Específica de la Fracción Gruesa	2,58	2,58	2,58		
Humedad Corregida de Fracciones Fina y Gruesa	5,33	8,14	9,91		
Densidad Seca In-Situ	1,98	1,99	1,70		
Densidad de campo	2,02	2,06	1,83		
Densidad Seca Maxima en Laboratorio	1,62	1,62	1,62		
Porcentaje de Compactación	102,09	103,24	107,45		
Abscisa	PR15+080	PR15+110	PR15+160		
margen	DERECHA	CENTRO	IZQUIERDA		
espesor del material (m)	0,21	0,21	0,21		
OBSERVACIONES :					
ELABORO GEOTECNOLOGO  JAIME PALECHOR		APROBÓ JAIME PALECHOR			

ENSAYO DE DENSIDAD DEL TERRENO AL RCD TRAMO DE PRUBA PR-15+169.4 A PR 15 + 262.4- -VEREDA SAN RAFAEL MUNICIPIO DE POPAYAN DEPARTAMENTO DEL CAUCA.

				REGISTRO DE LABORATORIO Ensayo de densidad en el terreno Metodo cono y arena INVE 161 Fecha. 14 FEBRERO DE 2025 Proyecto. TRAMO DE PRUEBA DE UN 1 KM DE VÍA PARA LA COMPROBACIÓN EN ENTORNO REAL DE LAS ALTERNATIVAS SELECCIONADAS EN EL MARCO DEL PROYECTO DENOMINADO "CONFORMACIÓN DE UN CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO PARA LA INNOVACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL EN EL DEPARTAMENTO DEL CAUCA DENTRO DEL CONTRATO. Ubicación. VEREDA SAN RAFAEL MUNICIPIO DE POPAYAN ECO BASE PLANTA ALVARO VAZQUEZ Material:				Código RELAB 003 170319-V1	
ensayo	prueba no.	1	1	1					
	peso frasco+arena inicial (gr)	5314	5270	5250					
	peso frasco y arena restante (gr)	2003	1578	1560					
	peso arena utilizada (gr)	3311	3692	3690					
	constante del cono	1606	1606	1606					
	peso arena en el hueco (gr)	1705	2086	2084					
	densidad de la arena (gr/cm3)	1,438	1,438	1,438					
	volumen del hueco (cm3)	1185,67	1450,63	1449,24					
muestra	peso tara (gr)	540	540	540					
	peso material extraído +tara (gr)	3557	4120	4123					
	peso material extraído humedo (gr)	3017	3580	3583					
humedad ensayo	Tara no.	PB1	PB1	6X					
	peso tara: P1	4,01	4,34	5,44					
	peso tara+muestra humeda : P2	38,9	40,04	34,77					
	peso tara+muestra seca: P3	35,54	35,24	31,2					
	% Humedad	10,66	15,53	13,86					
densidades	peso material extraído seco (gr)	2726,45	3098,66	3146,88					
	densidad material humedo (gr)	2,54	2,47	2,47					
	densidad material seco (gr)	2,30	2,14	2,17					
	densidad maxima laboratorio (gr)	2,237	2,237	2,237					
	% humedad optima laboratorio	7,5	7,5	7,5					
	% de compactacion terreno	102,79	95,49	97,07					
	% de compactacion especificado	95	95	95					
	Abscisa	PR 15+182	PR 15+215	PR 15+250					
	Material	AFIRMADO	AFIRMADO	AFIRMADO					
	margen	CENTRO	IZQUIERDA	DERECHA					
	espesor material (m)	0,21	0,21	0,21					
Observaciones. norma utilizada. INVE 161									
elaboro.  reviso.									
GEOTECNOLOGO JAIME PALECHOR MELENJE									

ANEXO 1

REGISTRO FOTOGRAFICO.

ENSAYO DE DENSIDAD DEL TERRENO AFRIMADO GRANULAR TRAMO DE PRUBA PR-14+650 A PR 14 + 743- -VEREDA SAN RAFAEL MUNICIPIO DE POPAYAN DEPARTAMENTO DEL CAUCA



PR-14+660



PR14+705



PR14+730

ENSAYO DE DENSIDAD DEL TERRENO MEJORAMIENTO TRAMO DE PRUBA PR-14+983,4 A PR 15 + 076.4 -VEREDA SAN RAFAEL MUNICIPIO DE POPAYAN DEPARTAMENTO DEL CAUCA



PR14+990



PR15+035



PR15+070

ENSAYO DE DENSIDAD DEL TERRENO AFIRMADO GRANULAR SOBRE GEOCELDAS TRAMO DE PRUBA PR-15+076.4 A PR 15 + 169.4 -VEREDA SAN RAFAEL MUNICIPIO DE POPAYAN DEPARTAMENTO DEL CAUCA



PR15+080



PR15+110



PR15+160

ENSAYO DE DENSIDAD DEL TERRENO AL RCD TRAMO DE PRUBA PR-15+169.4 A PR 15 + 262.4- -VEREDA SAN RAFAEL MUNICIPIO DE POPAYAN DEPARTAMENTO DEL CAUCA



PR 15+182



PR 15+215



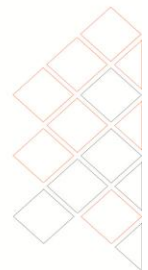
PR 15+250



RESULTADO DE ENSAYOS DE LABORATORIO

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CILINDROS DE CONCRETO

**OBRA: TRAMO DE PRUEBA DE UN 1 KM DE VÍA PARA LA COMPROBACIÓN
EN ENTORNO REAL DE LAS ALTERNATIVAS SELECCIONADAS EN EL MARCO
DEL PROYECTO DENOMINADO “CONFORMACIÓN DE UN CENTRO DE
DESARROLLO TECNOLÓGICO PARA LA INNOVACIÓN DE LA
INFRAESTRUCTURA VIAL EN EL DEPARTAMENTO DEL CAUCA.**



CLIENTE: INTERVENTORIA COLPROF

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CILINDROS DE CONCRETO TRAMO DE PRUBA PR-14+650 A PR 14 + 743- -VEREDA SAN RAFAEL MUNICIPIO DE POPAYAN DEPARTAMENTO DEL CAUCA.

		DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO LISTA DE RESISTENCIAS		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN								
Codigo RELAB 0010-170319-V2												
OBRA: CONTRATO DE OBRA No. 5.5-17.12/006 DE 2024, CONTRATAR UN TRAMO DE PRUEBA DE UN 1 KM DE VÍA PARA LA COMPROBACIÓN EN ENTORNO REAL DE LAS ALTERNATIVAS SELECCIONADAS EN EL MARCO DEL PROYECTO DENOMINADO "CONFORMACIÓN DE UN CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO PARA LA INNOVACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL EN EL DEPARTAMENTO DEL CAUCA DENTRO DEL CONTRATO.												
UBICACIÓN: VEREDA SAN RAFAEL												
SEÑORES : INTERVENTORIA COLPROF												
MATERIALES: CEMENTO ARGOS, AGREGADO DE CONEXPE												
DOSIFICACIÓN: concreto premezclado (3000psi)												
PROB No	FECHA FUNDIDA	UBICACIÓN DE TOMA DE MUESTRA	FECHA RUPTURA	AST.	TIPO DE	RESISTENCIA					PROB	OBSERVACIONES
				Pg	MEZCLA	P.S.I.					P.S.I.	
						Lect Dial	7 DIAS	14 DIAS	21 dias	28 DIAS	28 DIAS	
1	7-may-25	TRAMO 1 K14 + 680 a k14-730 lado derecho	4-jun-25			37,9				2955	3204	28 DIAS
2	7-may-25		4-jun-25			38,1				2971	3181	
3	28-may-25	TRAMO 1 K14 + 650 a k14-690 lado izquierdo	25-jun-25			39,8				3103	3151	
1	28-may-25		25-jul-24			37,8				2947	3416	
2	7-jun-25	TRAMO 1 K14 + 650 a k14-690 lado derecho	5-jul-25			40,2				3134	3314	
3	7-jun-25		5-jul-25			37,5				2924	3367	

OBSERVACIONES

CILINDROS TRAIDOS AL LABORATORIO PARA SU ENSAYO A COMPRESION

GEOTECNOLOGO

Elabora JAIME PALECHOR  Geotecnologo M.P N°19516019391 CAU	María Ligia Yarce Dorado Ingeniera civil M.P N°19202-218026 CAU 
--	---

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CILINDROS DE CONCRETO TRAMO PR 14 +983.4 A PR 15+ 371.4 DE PRUBA -VEREDA SAN RAFAEL MUNICIPIO DE POPAYAN DEPARTAMENTO DEL CAUCA.

		DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO LISTA DE RESISTENCIAS		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN									
Codigo RELAB 0010-170319-V2 OBRA: CONTRATO DE OBRA No. 5.5-17.12/006 DE 2024, CONTRATAR UN TRAMO DE PRUEBA DE UN 1 KM DE VÍA PARA LA COMPROBACIÓN EN ENTORNO REAL DE LAS ALTERNATIVAS SELECCIONADAS EN EL MARCO DEL PROYECTO DENOMINADO "CONFORMACIÓN DE UN CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO PARA LA INNOVACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL EN EL DEPARTAMENTO DEL CAUCA DENTRO DEL CONTRATO.													
UBICACIÓN: VEREDA SAN RAFAEL.													
SEÑORES : INTERVENTORIA COLPROF													
MATERIALES: CEMENTO ARGOS, AGREGADO DE CONEXPE													
DOSIFICACION: concreto premezclado (3000psi)													
PROB No	FECHA FUNDIDA	UBICACIÓN DE TOMA DE MUESTRA	FECHA RUPTURA	AST. Pg	TIPO DE MEZCLA	RESISTENCIA					PROB P.S.I.	OBSERVACIONES	
						Lect Dial	7 DIAS	14 DIAS	21 dias	28 DIAS	28 DIAS		
1	6-jun-25	TRAMO 2 K15+205 a K15+ 240 lado izquierdo	4-jul-25			27,91				2176	3204	28 DIAS	
2	6-jun-25		4-jul-25			27,65				2156	3181		
3	19-jun-25		TRAMO 2 K15+060 a K15+ 010 lado derecho	17-jul-25			27,32				2130		3151
1	19-jun-25	17-jul-25				34,62				2699	3416		
2	24-jun-25	TRAMO 2 K15 + 983,4 a k15 + 030,4 lado izquierda		5-jun-25			33,59				2619		3314
3	24-jun-25		5-jun-25			34,12				2660	3367		
OBSERVACIONES CILINDROS TRAIDOS AL LABORATORIO PARA SU ENSAYO A COMPRESION GEOTECNOLOG+A20:M250													
Elaboro JAIME PALECHOR  Geotecnologo M.P N°19516019391 CAU						María Ligia Yarce Dorado Ingeniera civil M.P N°19202-218026 CAU 							

ENSAYO DE DENSIDAD DEL TERRENO AFIRMADO GRANULAR SOBRE GEOCELDAS TRAMO DE PRUBA PR 15+ 371.4 A PR 15+ 650-VEREDA SAN RAFAEL MUNICIPIO DE POPAYAN DEPARTAMENTO DEL CAUCA.

		DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO LISTA DE RESISTENCIAS		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN								
Codigo RELAB 0010-170319-V2												
OBRA: CONTRATO DE OBRA No. 5.5-17.12/006 DE 2024, CONTRATAR UN TRAMO DE PRUEBA DE UN 1 KM DE VIA PARA LA COMPROBACIÓN EN ENTORNO REAL DE LAS ALTERNATIVAS SELECCIONADAS EN EL MARCO DEL PROYECTO DENOMINADO "CONFORMACIÓN DE UN CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO PARA LA INNOVACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL EN EL												
UBICACIÓN: VEREDA SAN RAFAEL												
SEÑORES : INTERVENTORIA COLPROF												
MATERIALES: CEMENTO ARGOS, AGREGADO DE CONEXPE												
DOSIFICACION: concreto premezclado (3000psi)												
PROB.	FECHA FUNDIDA	UBICACIÓN DE TOMA DE MUESTRA	FECHA RUPTURA	AST.	TIPO DE	RESISTENCIA					PROB.	OBSERVACIONES
No				Pg	MEZCLA	P.S.I.					P.S.I.	
						Lect Dial	7 DIAS	14 DIAS	21 dias	28 DIAS	28 DIAS	
1	3-jul-25	TRAMO 3 K15 + 680 a k14-730 lado derecho	24-jun-25			39,83				3106	3152	28 DIAS
2	3-jul-25		24-jun-25			38,8				3025	3061	
3	7-jul-25	TRAMO 3 K14 + 650 a k14-690 lado izquierdo	28-jun-25			40,16				3131	3131	
1	7-jul-25		28-jul-24			39,65				3092	3092	
2	16-jul-25	TRAMO 3 K14 + 650 a k14-690 lado derecho	23-jun-25			33,59	2203				3204	
3	16-jul-25		23-jun-25			34,12	2183				3181	
OBSERVACIONES CILINDROS TRAIDOS AL LABORATORIO PARA SU ENSAYO A COMPRESION GEOTECNOLOGO												
Elabora JAIME PALECHOR  Geotecnologo M.P N°19516019391 CAU						María Ligia Yarce Dorado Ingeniera civil M.P N°19202-218026 CAU 						

ENSAYO DE DENSIDAD DEL TERRENO AL RCD TRAMO DE PRUBA PR-15+169.4 A PR 15 + 262.4- -VEREDA SAN RAFAEL MUNICIPIO DE POPAYAN DEPARTAMENTO DEL CAUCA.

		DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN								
		LISTA DE RESISTENCIAS										
Codigo RELAB 0010-170319-V2												
OBRA: CONTRATO DE OBRA No. 5.5-17.12/006 DE 2024, CONTRATAR UN TRAMO DE PRUEBA DE UN 1 KM DE VÍA PARA LA COMPROBACIÓN EN ENTORNO REAL DE LAS ALTERNATIVAS SELECCIONADAS EN EL MARCO DEL PROYECTO DENOMINADO "CONFORMACIÓN DE UN CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO PARA LA INNOVACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL EN EL												
UBICACIÓN: VEREDA SAN RAFAEL												
SEÑORES : INTERVENTORIA COLPROF												
MATERIALES: CEMENTO ARGOS, AGREGADO DE CONEXPE												
DOSIFICACION: concreto premezclado (3000psi)												
PROB	FECHA FUNDIDA	UBICACIÓN DE TOMA DE MUESTRA	FECHA RUPTURA	AST	TIPO DE	RESISTENCIA					PROB	OBSERVACIONES
No				Pg	MEZCLA	P.S.I.					P.S.I.	
						Lect Dial	7 DIAS	14 DIAS	21 dias	28 DIAS	28 DIAS	
1	3-jul-25	TRAMO 3 K15 + 680 a k14-730 lado derecho	24-jun-25			39,83				3106	3152	28 DIAS
2	3-jul-25		24-jun-25			38,8				3025	3061	
3	7-jul-25	TRAMO 3 K14 + 650 a k14-690 lado izquierdo	28-jun-25			40,16				3131	3131	
1	7-jul-25		28-jul-24			39,65				3092	3092	
2	16-jul-25	TRAMO 3 K14 + 650 a k14-690 lado derecho	23-jun-25			33,59	2203				3204	
3	16-jul-25		23-jun-25			34,12	2183				3181	
OBSERVACIONES												
CILINDROS TRAIDOS AL LABORATORIO PARA SU ENSAYO A COMPRESION												
GEOTECNOLOGO												
Elaboro JAIME PALECHOR 						María Ligia Yarce Dorado Ingeniera civil M.P N°19202-218026 CAU 						
Geotecnologo M.P N°19516019391 CAU												

CARTERA DE COORDENADAS RASANTE

Abscisa	Coordenadas Lado Izquierdo (N.E.Cota)				Peralte Izquierdo	Coordenadas Eje				Peralte Derecho	Coordenadas Lado Derecho (N.E.Cota)						
	(m)	Chalfan	Calzada con sobreebanco	%		(m)	N.E.	Negra	Rasante		Calzada con sobreebanco	Chalfan	%				
14650	770953.587	1043529.488	1765.362	-	770954.455	1043529.485	1764.918	-	770956.245	1043529.488	1764.954	1764.604	-	770958.045	1043529.482	1764.918	
PCI 14657.441	770953.520	1043522.058	1765.201	-	770954.417	1043522.054	1764.659	-	770956.217	1043522.048	1764.603	1764.273	-	770958.019	1043522.041	1764.587	
14660	770953.575	1043519.453	1764.981	-	770954.430	1043519.456	1764.545	-	770956.229	1043519.488	1764.512	1764.159	-	770958.029	1043519.512	1764.473	
14665	770953.857	1043514.574	1764.432	-	770954.580	1043514.507	1764.322	-	770956.376	1043514.491	1764.292	1764.286	1763.936	-	770958.176	1043514.574	1764.250
14670	770954.154	1043509.295	1764.100	-	770954.898	1043509.254	1764.089	-	770956.149	1043509.501	1764.053	1763.703	-	770958.487	1043509.444	1764.017	
14675	770954.441	1043504.215	1763.671	-	770955.384	1043504.322	1763.828	-	770957.177	1043504.524	1763.786	1763.792	1763.442	-	770958.961	1043504.726	1763.756
PT1 14676.812	770954.611	1043502.377	1763.530	-	770955.600	1043502.501	1763.727	-	770957.387	1043502.725	1763.683	1763.691	1763.341	-	770959.173	1043502.949	1763.655
14680	770954.710	1043499.177	1763.363	-	770955.997	1043499.138	1763.526	1.21	770957.783	1043499.562	1763.476	1763.504	1763.154	-1.21	770959.569	1043499.785	1763.483
14690	770956.382	1043489.308	1762.768	-1.26	770957.239	1043489.416	1762.825	-	770959.025	1043489.652	1762.801	1762.847	1762.497	1.26	770960.815	1043489.861	1762.660
PCI 14693.006	770956.652	1043486.313	1762.419	-	770957.613	1043486.433	1762.593	-	770959.399	1043486.657	1762.579	1762.629	1762.279	-	770961.185	1043486.880	1762.665
14695	770956.794	1043484.509	1762.249	-	770957.784	1043484.567	1762.442	-	770959.581	1043484.671	1762.418	1762.428	-	770961.378	1043484.776	1762.514	
14700	770956.572	1043479.993	1761.762	-	770957.665	1043479.874	1762.046	-	770959.455	1043479.679	1762.056	1762.082	1761.732	-	770961.244	1043479.484	1762.118
14705	770955.835	1043475.525	1761.452	-	770956.766	1043475.265	1761.622	-	770958.502	1043474.776	1761.647	1761.658	1761.308	-	770960.255	1043474.287	1761.694
14710	770955.116	1043471.345	1760.876	-	770955.123	1043470.869	1761.171	-	770956.759	1043470.009	1761.188	1761.192	1760.857	-	770958.377	1043469.330	1761.243
14715	770951.928	1043467.393	1760.481	-	770952.769	1043466.807	1760.702	-	770954.246	1043465.778	1760.716	1760.738	1760.388	-	770955.723	1043464.749	1760.774
14720	770949.052	1043463.899	1760.070	-	770949.774	1043463.192	1760.278	-	770951.059	1043461.933	1760.241	1760.314	1759.964	-	770952.345	1043460.673	1760.350
14725	770945.627	1043460.940	1759.710	-	770946.220	1043460.124	1759.917	-	770947.279	1043458.669	1759.836	1759.953	1759.603	-	770948.338	1043457.213	1759.989
14730	770941.767	1043458.571	1759.429	-	770942.207	1043457.688	1759.618	-	770943.030	1043456.077	1759.602	1759.654	1759.304	-	770944.174	1043453.740	1759.647
PT2 14730.055	770941.722	1043458.545	1759.426	-	770942.161	1043457.665	1759.615	-	770942.961	1043456.063	1759.584	1759.651	1759.301	-	770943.760	1043454.440	1759.687
14740	770932.895	1043453.966	1759.170	-	770933.252	1043453.247	1759.206	-	770934.051	1043451.634	1759.254	1759.242	1758.892	-0.65	770934.851	1043450.021	1759.231
14750	770925.093	1043447.191	1759.049	-	770925.093	1043447.191	1759.029	-	770925.093	1043447.191	1759.029	1759.029	1759.029	-	770925.093	1043447.191	1759.029
14760	770916.134	1043442.748	1758.873	-	770916.134	1043442.748	1758.873	-	770916.134	1043442.748	1758.873	1758.873	1758.873	-	770916.134	1043442.748	1758.873
14770	770907.175	1043438.305	1758.818	-	770907.175	1043438.305	1758.782	-	770907.175	1043438.305	1758.782	1758.782	1758.782	-	770907.175	1043438.305	1758.782
14780	770908.216	1043433.862	1758.789	-	770908.216	1043433.862	1758.756	-	770908.216	1043433.862	1758.756	1758.756	1758.756	-	770908.216	1043433.862	1758.756
14790	770889.258	1043429.419	1758.795	-	770889.258	1043429.419	1758.795	-	770889.258	1043429.419	1758.795	1758.795	1758.795	-	770889.258	1043429.419	1758.795
14800	770880.299	1043424.976	1758.898	-	770880.299	1043424.976	1758.898	-	770880.299	1043424.976	1758.898	1758.898	1758.898	-	770880.299	1043424.976	1758.898
14810	770871.340	1043420.532	1759.066	-	770871.340	1043420.532	1759.066	-	770871.340	1043420.532	1759.066	1759.066	1759.066	-	770871.340	1043420.532	1759.066
PCI 14819.754	770862.602	1043416.199	1759.327	-	770862.602	1043416.199	1759.304	-	770862.602	1043416.199	1759.327	1759.304	1759.304	-	770862.602	1043416.199	1759.327
14825	770862.381	1043416.090	1759.313	-	770862.381	1043416.090	1759.313	-	770862.381	1043416.090	1759.313	1759.313	1759.313	-	770862.381	1043416.090	1759.313
14830	770857.793	1043414.109	1759.511	-	770857.793	1043414.109	1759.511	-	770857.793	1043414.109	1759.511	1759.511	1759.511	-	770857.793	1043414.109	1759.511
14835	770848.152	1043411.509	1760.029	-	770848.152	1043411.509	1760.029	-	770848.152	1043411.509	1760.029	1760.029	1760.029	-	770848.152	1043411.509	1760.029
14840	770843.190	1043410.915	1760.442	-	770843.190	1043410.915	1760.439	-	770843.190	1043410.915	1760.442	1760.439	1760.439	-	770843.190	1043410.915	1760.442
14845	770838.193	1043410.801	1760.860	-	770838.193	1043410.801	1760.860	-	770838.193	1043410.801	1760.860	1760.860	1760.860	-	770838.193	1043410.801	1760.860
14850	770833.208	1043411.166	1761.316	-	770833.208	1043411.166	1761.316	-	770833.208	1043411.166	1761.316	1761.316	1761.316	-	770833.208	1043411.166	1761.316
14855	770828.262	1043412.008	1761.774	-	770828.262	1043412.008	1761.774	-	770828.262	1043412.008	1761.774	1761.774	1761.774	-	770828.262	1043412.008	1761.774
14860	770823.459	1043413.320	1762.231	-	770823.459	1043413.320	1762.231	-	770823.459	1043413.320	1762.231	1762.231	1762.231	-	770823.459	1043413.320	1762.231
PT1 14863.067	770820.571	1043414.351	1762.511	-	770820.571	1043414.351	1762.511	-	770820.571	1043414.351	1762.511	1762.511	1762.511	-	770820.571	1043414.351	1762.511
14870	770814.113	1043416.875	1763.145	-	770814.113	1043416.875	1763.145	-	770814.113	1043416.875	1763.145	1763.145	1763.145	-	770814.113	1043416.875	1763.145
14880	770804.799	1043420.514	1763.981	-	770804.799	1043420.514	1764.006	-	770804.799	1043420.514	1763.981	1764.006	1764.006	-	770804.799	1043420.514	1763.981
PCI 14881.177	770803.703	1043420.943	1764.161	-	770803.703	1043420.943	1764.161	-	770803.703	1043420.943	1764.161	1764.161	1764.161	-	770803.703	1043420.943	1764.161
14885	770800.234	1043422.543	1764.517	-	770800.234	1043422.543	1764.517	-	770800.234	1043422.543	1764.517	1764.517	1764.517	-	770800.234	1043422.543	1764.517
14890	770796.029	1043425.239	1764.974	-	770796.029	1043425.239	1764.974	-	770796.029	1043425.239	1764.974	1764.974	1764.974	-	770796.029	1043425.239	1764.974
14895	770792.295	1043428.557	1765.407	-	770792.295	1043428.557	1765.431	-	770792.295	1043428.557	1765.407	1765.431	1765.431	-	770792.295	1043428.557	1765.407
14900	770789.122	1043432.915	1765.888	-	770789.122	1043432.915	1765.888	-	770789.122	1043432.915	1765.888	1765.888	1765.888	-	770789.122	1043432.915	1765.888
14905	770786.589	1043436.720	1766.346	-	770786.589	1043436.720	1766.346	-	770786.589	1043436.720	1766.346	1766.346	1766.346	-	770786.589	1043436.720	1766.346
PT1 14909.144	770785.018	1043440.551	1766.687	-	770785.018	1043440.551	1766.724	-	770785.018	1043440.551	1766.687	1766.724	1766.724	-	770785.018	1043440.551	1766.687
14910	770784.745	1043441.363	1766.803	-1.47	770784.745	1043441.363	1766.803	-	770784.745	1043441.363	1766.803	1766.803	1766.803	-1.47	770784.745	1043441.363	1766.803
PCI 14915.820	770782.891	1043446.875	1767.335	-	770782.891	1043446.875	1767.335	-	770782.891	1043446.875	1767.335	1767.335	1767.335	-	770782.891	1043446.875	1767.335
14920	770781.438	1043450.798	1767.658	-	770781.438	1043450.798	1767.715	-	770781.438	1043450.798	1767.658	1767.715	1767.715	-	770781.438	1043450.798	1767.658
14925	770779.388	1043455.357	1768.163	-	770779.388	1043455.357	1768.163	-	770779.388	1043455.357	1768.163	1768.163	1768.163	-	770779.388	1043455.357	1768.163
14930	770777.009	1043459.753	1768.602	-	770777.009	1043459.753	1768.602	-	770777.009	1043459.753	1768.602	1768.602	1768.602	-	770777.009	1043459.753	1768.602
PT1 14933.194	770775.323	1043462.465	1768.879	-	770775.323	1043462.465	1768.879	-	770775.323	1043462.465	1768.879	1768.879	1768.879				

Abscisa (m)	Coordenadas Lado Izquierdo (N.E.Cota)			Peralte Izquierdo %	Coordenadas Eje			Cota (m)	Peralte Derecho			Coordenadas Lado Derecho (N.E.Cota)		
	Chaffan	Calzada con sobreancho			N.E	Negra	Rasante		Subrasante	%		Calzada con sobreancho	Chaffan	
15160	770650.833, 1043432.631, 1785.992	770651.847, 1043433.158, 1786.312	-	-	770653.444, 1043433.989	1786.324	1786.348	1786.386	-	-	770655.041, 1043434.819, 1786.312	770655.883, 1043435.257, 1786.154		
15170	770655.364, 1043432.716, 1786.023	770656.462, 1043432.287, 1786.421	-	-	770658.059, 1043432.517	1786.483	1786.457	1786.217	-0.13	-	770659.656, 1043435.948, 1786.454	770660.349, 1043436.208, 1786.708		
PC11 15176.386	770658.528, 1043436.181, 1786.480	770659.048, 1043438.621, 1786.674	-	-	770661.006, 1043439.454	1786.698	1786.671	1786.477	-	-	770662.062, 1043440.209, 1786.686	770663.288, 1043440.628, 1786.696		
15180	770659.979, 1043435.130, 1786.729	770660.861, 1043435.491, 1786.893	-	-	770662.526, 1043436.174	1786.924	1786.897	1786.687	-	-	770664.191, 1043436.858, 1786.963	770665.022, 1043437.203, 1787.253		
15185	770661.440, 1043430.714, 1787.088	770662.392, 1043430.972, 1787.277	-	-	770664.130, 1043431.442	1787.317	1787.313	1787.073	-	-	770665.867, 1043431.912, 1787.349	770666.814, 1043432.168, 1788.101		
15190	770662.387, 1043430.462, 1787.589	770663.348, 1043430.297, 1787.764	-	-	770665.131, 1043430.547	1787.836	1787.8	1787.56	-	-	770666.914, 1043430.797, 1787.836	770667.914, 1043430.938, 1788.705		
15195	770662.762, 1043430.526, 1788.209	770663.714, 1043430.539, 1788.353	-	-	770665.514, 1043430.565	1788.439	1788.389	1788.149	-	-	770667.314, 1043430.590, 1788.425	770668.683, 1043430.610, 1790.148		
15200	770662.452, 1043396.375, 1788.017	770663.434, 1043396.375, 1788.017	-	-	770665.130, 1043396.375	1788.318	1788.318	1788.318	-	-	770667.002, 1043396.375, 1788.318	770668.176, 1043396.375, 1788.318		
PT11 15200.457	770662.602, 1043396.375, 1788.017	770663.434, 1043396.375, 1788.017	-	-	770665.230, 1043396.375	1788.152	1788.146	1788.806	-	-	770667.007, 1043395.900, 1789.182	770668.166, 1043395.758, 1790.401		
15210	770661.483, 1043386.964, 1790.584	770662.271, 1043386.867, 1790.613	-	-	770664.057, 1043386.648	1790.772	1790.649	1790.409	-1.18	-	770665.844, 1043386.429, 1790.627	770666.769, 1043386.315, 1791.257		
15220	770660.113, 1043377.051, 1791.847	770661.052, 1043376.942, 1792.003	-	-	770662.839, 1043376.722	1792.083	1792.039	1791.799	-	-	770664.625, 1043376.503, 1792.003	770665.520, 1043376.503, 1792.003		
PC12 15220.504	770660.012, 1043376.560, 1791.893	770660.991, 1043376.442, 1792.064	-	-	770662.777, 1043376.223	1792.138	1792.1	1791.86	-	-	770664.564, 1043376.001, 1792.064	770665.455, 1043376.001, 1792.064		
15225	770659.385, 1043377.083, 1792.319	770660.461, 1043377.316, 1792.724	-	-	770662.288, 1043377.316	1792.719	1792.714	1792.714	-	-	770664.038, 1043377.554, 1792.579	770665.084, 1043377.439, 1793.421		
15230	770658.509, 1043362.064, 1793.539	770659.427, 1043361.978, 1793.494	-	-	770661.710, 1043366.787	1793.088	1793.112	1792.872	-	-	770663.500, 1043366.601, 1793.076	770664.012, 1043361.643, 1793.494		
PT12 15238.229	770658.515, 1043358.836, 1793.534	770659.136, 1043358.751, 1793.725	-	-	770660.930, 1043358.595	1793.753	1793.761	1793.521	-	-	770662.723, 1043358.439, 1793.725	770663.488, 1043358.327, 1793.945		
15240	770657.895, 1043357.081, 1793.571	770658.883, 1043356.986, 1793.848	-	-	770660.776, 1043356.800	1793.884	1793.884	1793.884	-	-	770662.569, 1043356.674, 1793.848	770663.301, 1043356.611, 1793.985		
15250	770657.141, 1043347.105, 1794.365	770658.117, 1043347.024, 1794.584	-	-	770659.510, 1043346.868	1794.561	1794.584	1794.344	-0.61	-	770661.703, 1043346.712, 1794.584	770662.525, 1043346.606, 1794.813		
15260	770656.237, 1043337.150, 1795.003	770657.251, 1043337.061, 1795.217	-	-	770659.044, 1043336.906	1795.212	1795.235	1795.013	1.86	-	770660.837, 1043336.750, 1795.287	770662.078, 1043336.642, 1794.882		
PC13 15260.535	770656.179, 1043336.618, 1795.024	770657.205, 1043336.525, 1795.248	-	-	770658.998, 1043336.373	1795.241	1795.284	1795.044	2	-	770660.791, 1043336.217, 1795.320	770662.255, 1043336.090, 1795.320		
15265	770658.200, 1043331.982, 1795.486	770658.200, 1043331.982, 1795.517	-	-	770658.220, 1043331.982	1795.486	1795.517	1795.517	-	-	770658.220, 1043331.982, 1795.517	770658.220, 1043331.982, 1795.486		
15270	770656.446, 1043327.316, 1795.719	770656.446, 1043327.316, 1795.724	-	-	770656.446, 1043327.316	1795.719	1795.724	1795.724	-	-	770656.446, 1043327.316, 1795.724	770656.446, 1043327.316, 1795.719		
15275	770653.786, 1043323.091, 1795.870	770653.786, 1043323.091, 1795.874	-	-	770653.786, 1043323.091	1795.877	1795.874	1795.874	-	-	770653.786, 1043323.091, 1795.874	770653.786, 1043323.091, 1795.870		
15280	770650.346, 1043319.475, 1796.008	770650.346, 1043319.475, 1795.997	-	-	770650.346, 1043319.475	1796.008	1795.997	1795.997	-	-	770650.346, 1043319.475, 1796.008	770650.346, 1043319.475, 1796.008		
15285	770646.260, 1043316.608, 1796.120	770646.260, 1043316.608, 1796.120	-	-	770646.260, 1043316.608	1796.125	1796.12	1796.12	-	-	770646.260, 1043316.608, 1796.120	770646.260, 1043316.608, 1796.120		
15290	770641.688, 1043314.603, 1796.248	770641.688, 1043314.603, 1796.248	-	-	770641.688, 1043314.603	1796.248	1796.248	1796.248	-	-	770641.688, 1043314.603, 1796.248	770641.688, 1043314.603, 1796.248		
15295	770636.811, 1043313.539, 1796.367	770636.811, 1043313.539, 1796.367	-	-	770636.811, 1043313.539	1796.333	1796.376	1796.367	-	-	770636.811, 1043313.539, 1796.367	770636.811, 1043313.539, 1796.333		
15300	770631.820, 1043313.458, 1796.490	770631.820, 1043313.458, 1796.490	-	-	770631.820, 1043313.458	1796.439	1796.49	1796.49	-	-	770631.820, 1043313.458, 1796.490	770631.820, 1043313.458, 1796.490		
15305	770626.911, 1043314.364, 1796.613	770626.911, 1043314.364, 1796.613	-	-	770626.911, 1043314.364	1796.695	1796.613	1796.613	-	-	770626.911, 1043314.364, 1796.613	770626.911, 1043314.364, 1796.613		
15310	770622.277, 1043316.220, 1796.788	770622.277, 1043316.220, 1796.788	-	-	770622.277, 1043316.220	1796.788	1796.788	1796.788	-	-	770622.277, 1043316.220, 1796.788	770622.277, 1043316.220, 1796.788		
PT13 15312.856	770619.824, 1043317.480, 1796.846	770619.824, 1043317.480, 1796.846	-	-	770619.824, 1043317.480	1796.846	1796.846	1796.846	-	-	770619.824, 1043317.480, 1796.846	770619.824, 1043317.480, 1796.846		
15315	770616.909, 1043317.647, 1796.892	770616.909, 1043317.647, 1796.892	-	-	770616.909, 1043317.647	1796.892	1796.892	1796.892	-	-	770616.909, 1043317.647, 1796.892	770616.909, 1043317.647, 1796.892		
PC14 15316.373	770613.980, 1043321.785, 1796.982	770613.980, 1043321.785, 1796.982	-	-	770613.980, 1043321.785	1797.012	1796.982	1796.982	-	-	770613.980, 1043321.785, 1796.982	770613.980, 1043321.785, 1797.012		
15325	770610.218, 1043325.076, 1797.154	770610.218, 1043325.076, 1797.105	-	-	770610.218, 1043325.076	1797.154	1797.105	1797.105	-	-	770610.218, 1043325.076, 1797.105	770610.218, 1043325.076, 1797.154		
15330	770606.811, 1043328.732, 1797.287	770606.811, 1043328.732, 1797.228	-	-	770606.811, 1043328.732	1797.281	1797.228	1797.228	-	-	770606.811, 1043328.732, 1797.228	770606.811, 1043328.732, 1797.287		
15335	770603.784, 1043332.737, 1797.351	770603.784, 1043332.737, 1797.351	-	-	770603.784, 1043332.737	1797.351	1797.351	1797.351	-	-	770603.784, 1043332.737, 1797.351	770603.784, 1043332.737, 1797.351		
PT14 15335.024	770603.781, 1043332.737, 1797.351	770603.781, 1043332.737, 1797.351	-	-	770603.781, 1043332.737	1797.351	1797.351	1797.351	-	-	770603.781, 1043332.737, 1797.351	770603.781, 1043332.737, 1797.351		
15340	770600.985, 1043336.853, 1797.474	770600.985, 1043336.853, 1797.474	-	-	770600.985, 1043336.853	1797.451	1797.474	1797.474	0.49	-	770600.985, 1043336.853, 1797.474	770600.985, 1043336.853, 1797.474		
PC15 15348.446	770596.241, 1043343.841, 1797.654	770596.241, 1043343.841, 1797.682	-	-	770596.241, 1043343.841	1797.654	1797.682	1797.682	-	-	770596.241, 1043343.841, 1797.682	770596.241, 1043343.841, 1797.654		
15350	770595.349, 1043345.113, 1797.691	770595.349, 1043345.113, 1797.691	-	-	770595.349, 1043345.113	1797.691	1797.691	1797.691	-	-	770595.349, 1043345.113, 1797.691	770595.349, 1043345.113, 1797.691		
15355	770592.227, 1043349.016, 1797.843	770592.227, 1043349.016, 1797.843	-	-	770592.227, 1043349.016	1797.807	1797.843	1797.843	-	-	770592.227, 1043349.016, 1797.843	770592.227, 1043349.016, 1797.843		
15360	770588.746, 1043352.602, 1797.966	770588.746, 1043352.602, 1797.966	-	-	770588.746, 1043352.602	1797.955	1797.966	1797.966	-	-	770588.746, 1043352.602, 1797.966	770588.746, 1043352.602, 1797.966		
15365	770584.936, 1043355.838, 1798.104	770584.936, 1043355.838, 1798.089	-	-	770584.936, 1043355.838	1798.104	1798.089	1798.089	-	-	770584.936, 1043355.838, 1798.089	770584.936, 1043355.838, 1798.104		
15370	770580.833, 1043358.692, 1798.212	770580.833, 1043358.692, 1798.212	-	-	770580.833, 1043358.692	1798.246	1798.212	1798.212	-	-	770580.833, 1043358.692, 1798.212	770580.833, 1043358.692, 1798.212		
15375	770577.638, 1043363.465, 1798.317	770577.638, 1043363.465, 1798.317	-	-	770577.638, 1043363.465	1798.371	1798.317	1798.317	-	-	770577.638, 1043363.465, 1798.317	770577.638, 1043363.465, 1798.317		
15380	770572.836, 1043365.583, 1798.462	770572.836, 1043365.583, 1798.462	-	-	770572.836, 1043365.583	1798.539	1798.462	1798.462	-	-	770572.836, 1043365.583, 1798.462	770572.836, 1043365.583, 1798.462		
15385	770567.879, 1043367.322, 1798.531	770567.879, 1043367.322, 1798.531	-	-	770567.879, 1043367.322	1798.604	1798.531	1798.531	-	-	770567.879, 10433			

CONSORCIO VIAL UNICAUCA 2024

CONTRATO DE OBRA N°5.5-17.12/006 DE 2024

CONTRATAR LA OBRA DE UN TRAMO DE PRUEBA DE UN KILÓMETRO (1KM) DE VÍA PARA LA COMPROBACIÓN EN ENTORNO REAL DE LAS ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS SELECCIONADAS, EN EL MARCO DE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO DENOMINADO “CONFORMACIÓN DE U CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO PARA LA INNOVACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL EN EL DEPARTAMENTO DEL CAUCA”

PLAN DE MANEJO DE TRÁNSITO - PMT

POPAYÁN, CAUCA

ENERO, 2025

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN.....	4
2	OBJETIVOS Y ALCANCE	5
2.1	OBJETIVO GENERAL.....	5
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
2.3	ALCANCE.....	6
3	LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	7
4	PRINCIPIOS FUNDAMENTALES.....	10
5	ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO	11
5.1	CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE INFLUENCIA	11
5.2	TRÁNSITO DE LA ZONA DE INFLUENCIA.....	12
5.3	CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA	12
5.4	EQUIPOS Y MAQUINARIA A UTILIZAR EN EL PROYECTO.....	15
6	PLAN GENERAL DEL TRÁNSITO.....	16
6.1	MANEJO DE LAS DIFERENTES TIPOLOGIAS DE TRANSPORTE	18
6.2	MANEJO DE ACTORES VIALES	18
6.2.1	TRANSPORTE VEHICULAR	18
6.2.2	MANEJO DE TRÁNSITO PEATONAL	20
6.2.3	ESQUEMA DE INTERVENCIÓN CON CIERRE TOTAL DE VÍA.....	21
6.2.4	VÍAS ALTERNAS	22
7	SEÑALIZACIÓN DE OBRA A UTILIZAR.....	24
7.1	SEÑALES VERTICALES	24
7.1.1	Señales preventivas	24
7.1.2	Señales reglamentarias.....	26
7.1.3	Señales Informativas.....	29
7.2	DISPOSITIVOS DE CANALIZACIÓN	31
7.2.1	Barricadas de listones	31
7.2.2	Delineadores tubulares compuestos.....	31
7.2.3	Barricada plástica (maletines).....	32
7.3	RESUMEN CANTIDADES DE SEÑALIZACION	33
8	PLAN DE DIFUSIÓN	34
9	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	35
10	BIBLIOGRAFIA	36

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Ubicación del Municipio Popayán, Departamento del Cauca a partir del mapa Colombia.....	7
Ilustración 2. Ubicación del proyecto, municipio de Popayán	8
Ilustración 3. Ubicación del proyecto Popayán-San Rafael- Vía Morinda(Cruce ruta 25KAB)-Santa Rosa-La Tetilla-La Meseta PR14+650 - PR15+650.....	8
Ilustración 4. Esquema típico circulación de peatones	20
Ilustración 5. Esquema Típico para cierre total	21
Ilustración 6. Tramo en estudio	22
Ilustración 7. Alternativa vial #1 en caso de cierre total del tramo.	23
Ilustración 8. Alternativa vial #2 en caso de cierre total del tramo.	23
Ilustración 9. Esquema medidas señalización preventiva	24
Ilustración 10. Trabajos en la vía	25
Ilustración 11. Maquinaria en la vía.....	25
Ilustración 12. Auxiliar de tránsito	25
Ilustración 13. Angostamiento a la derecha	26
Ilustración 14. Angostamiento a la izquierda.....	26
Ilustración 15. Altura en señales para obras	27
Ilustración 16. Esquema medidas señalización reglamentaria	28
Ilustración 17. Vía cerrada	28
Ilustración 18. Señal desvió	29
Ilustración 19. Señal Uno a Uno.....	29
Ilustración 20. Señal aproximación obra en la vía SIO-01.....	30
Ilustración 21. Señal inicio y fin de obra SIO-02 y SIO-03.....	30
Ilustración 22. Señal Peatones SIO-24	30
Ilustración 23. Barricada de listones	31
Ilustración 24. Delineador tubular.....	32
Ilustración 25. Barricada plástica (maletines	32
Ilustración 26. Cantidad de señales	33
Ilustración 27. Información básica del volante.....	34

1 INTRODUCCIÓN

El proyecto **CONTRATAR LA OBRA DE UN TRAMO DE PRUEBA DE UN KILÓMETRO (1KM) DE VÍA PARA LA COMPROBACIÓN EN ENTORNO REAL DE LAS ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS SELECCIONADAS, EN EL MARCO DE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO DENOMINADO “CONFORMACIÓN DE UN CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO PARA LA INNOVACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL EN EL DEPARTAMENTO DEL CAUCA”**, se realiza a partir del interés de generar mejores condiciones de vida y la transformación positiva de los territorios y se ejecutará como una alternativa que da solución a la situación actual de la red vial terciaria del departamento del Cauca, aumentando la calidad de vida de las personas y generando a su vez condiciones de desarrollo a nivel económico, educativo, recreación y deporte y de salud.

El mencionado proyecto tiene 2 objetivos específicos: primero la consolidación de procesos que aseguren la generación de soluciones a los problemas, necesidades y oportunidades de investigación y desarrollo tecnológico en el sector vial terciario del Departamento del Cauca; y segundo, mediante la conformación de un CDT vial para la gestión conjunta de proyectos, entre los actores que permita la disminución de las brechas de conectividad en las diferentes zonas del departamento. En este sentido, se hace necesario ejecutar la caracterización topográfica e hidrológica para la realización de tramos de prueba que permita llevar a cabo la ejecución de 1 kilómetro de tramos de prueba como producto del proyecto.

Este documento contiene el Plan de Manejo de Tránsito (PMT) que es “una herramienta técnica que plantea las estrategias, alternativas y actividades necesarias para minimizar o mitigar el impacto generado en las condiciones normales de movilización y desplazamientos de los usuarios de las vías (peatones, vehículos, ciclistas y comunidad en general) causados por la ejecución de una obra vial o aquellas que intervengan el espacio público, de manera que siempre se favorezca la seguridad de los usuarios de la vía, de los ciudadanos en general y de quienes participan en la construcción de la obra.”

Toda obra o intervención sobre vía y espacio público debe contar con un PMT en el cual se establezca la señalización y dispositivos de regulación vial necesarios para garantizar las medidas de seguridad de los usuarios.

Este documento describe cómo ejecutar el PMT, con el fin de brindar seguridad vial de los actores durante la ejecución del proyecto basándose en el capítulo 4 del manual de señalización vial 2015.

2 OBJETIVOS Y ALCANCE

2.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar el plan de manejo del tránsito correspondiente a los tramos de vías terciarias ubicados en el municipio de Popayán, Departamento del Cauca, en el marco del proyecto **“CONTRATAR EL SERVICIO DE CARACTERIZACIÓN TOPOGRAFICA E HIDROLÓGICA EN EL MARCO DEL PROYECTO “CONFORMACIÓN DE UN CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO PARA LA INNOVACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL EN EL DEPARTAMENTO DEL CAUCA BPIN 2018000100167 ID 5019”**, estableciendo las acciones que permitan mitigar el impacto al flujo vehicular, tránsito peatonal comerciantes y residentes del sector, generado por las obras que se desarrollaran en la vía pública y en zonas aledañas a estas.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Plantear un PMT que procure la seguridad e integridad de los usuarios, peatones y trabajadores.
- Evitar en lo posible la restricción u obstrucción de los flujos vehiculares y peatonales.
- Proponer una señalización clara y de fácil interpretación, que a los conductores y peatones toma de decisiones en forma oportuna, ágil y segura.
- Implementar rutas alternativas con elementos de control y operación del tránsito, para permitir al transporte público y particular la optimización de distancias y tiempos de recorrido en caso de requerir desvíos para la ejecución de las obras.
- Proponer señalización que garantice la seguridad de los usuarios, peatones y trabajadores durante los cierres totales o parciales por ejecución de las obras.

ALCANCE

El presente PMT se constituye con el fin de garantizar un adecuado control del tránsito vehicular y peatonal con el objetivo de mitigar los impactos generados por la ejecución de las obras de construcción y de esta manera evitar la restricción y/o obstrucción de los flujos vehiculares y peatonales en la zona de obra. Es importante recalcar que siempre se debe tener una atención permanente y continua para garantizar la seguridad vial en los tramos intervenidos y su zona de influencia.

DATOS DEL PROYECTO:

NO. CONTRATO	N°5.5-17.12/006 DE 2024
ENTIDAD CONTRATANTE	UNIVERSIDAD DEL CAUCA
DATOS DEL CONTRATISTA	CONSORCIO VIAL UNICAUCA 2024 NIT: 907887915-9 REPRESENTANTE LEGAL: FABIÁN ANDRÉS VIVAS CEBALLOS CORREO: CONSORCIOVIALUNICAUCA2024@GMAIL.COM DIRECCIÓN: CL 5 A NORTE 9 54 AP 13 BRR EL MODELO TELÉFONO: 316 6196581
DATOS INTERVENTORÍA	COLPROF LTDA LÍDER INTERVENTORÍA : JOSE SOSSA LOPEZ CORREO: COLPROFLTDA@GMAIL.COM DIRECCIÓN: KRA. 9 N°. 3N-17 TELÉFONO: 3117451410
PLAZO DEL CONTRATO	3 MESES

LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se encuentra localizado en el Departamento del Cauca, en el municipio del Popayán; ciudad ubicada en el valle de Pubenza, entre la Cordillera Occidental y Central al suroccidente del país. Su extensión territorial es de 512 km², su altitud media es de 1760 m sobre el nivel del mar, su precipitación media anual de 1941 mm, su temperatura promedio de 14/19 °C y distancia aproximada de 600 km a Bogotá, capital de Colombia.

A continuación, se presenta la localización general del proyecto.

Ilustración 1. Ubicación del Municipio Popayán, Departamento del Cauca a partir del mapa Colombia



Fuente: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/18/Colombia_-_Cauca_-_Popay%C3%A1n.svg

Ilustración 2. Ubicación del proyecto, municipio de Popayán



Fuente: Adaptación a partir de Google Earth

Ilustración 3. Ubicación del proyecto Popayán-San Rafael- Via Morinda(Cruce ruta 25KAB)-Santa Rosa-La Tetilla-La Meseta PR14+650 - PR15+650



Fuente: Adaptación a partir de Google Earth

COORDENADAS DE UBICACIÓN DEL TRAMO DE VIA			
	ABSCISA	N	E
INICIO	K14+650.00	770956.245	1043529.488
FINAL	K15+650.00	770493.373	1043157.105

. Coordenadas tramo de vía a intervenir

3 PRINCIPIOS FUNDAMENTALES

Categoría II - Obras de Interferencias Moderadas:

Este tipo de obras corresponde a aquellas que comprometen la circulación tanto vehicular como peatonal en el lugar de los trabajos mismos y en zonas aledañas a estos. Los residentes y/o comercios del sector tendrán inconvenientes en cuanto a la accesibilidad, pero en todo caso su acceso será directo. La zona de influencia para la elaboración del PMT de este tipo de intervención comprende el área de las obras y hasta dónde los análisis de tránsito evidencien afectación por congestiones o demoras producto de los trabajos que se realizan.

Las estrategias para el manejo temporal del tránsito por obras civiles deben apoyarse en los siguientes principios fundamentales:

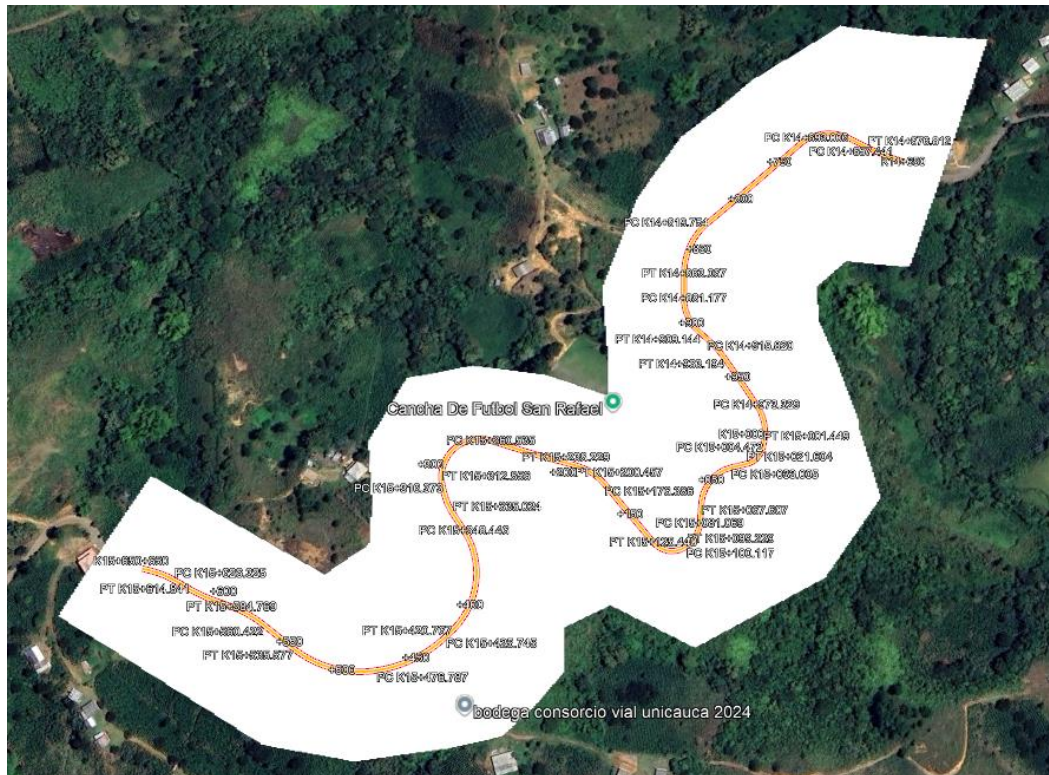
- La seguridad de los usuarios en áreas de control temporal del tránsito debe ser un elemento integral y de alta prioridad de todo proyecto.
- La circulación vial deberá ser restringida u obstruida lo menos posible.
- Los conductores y los peatones deben ser guiados de manera clara mediante dispositivos, mientras se aproximan y atraviesan la zona de las obras.
- Con el propósito de asegurar niveles de operación aceptables, se deben realizar inspecciones rutinarias de los elementos de regulación del tránsito.
- Difusión y divulgación de los trabajos temporales por desarrollar, con el propósito de que se tenga un buen conocimiento de ellos por parte de los usuarios de las vías y los habitantes de la zona.

4 ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO

4.1 CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE INFLUENCIA

El tramo en estudio presenta cultivos aledaños principalmente de café. La topografía de la zona es montañosa.

ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO: el proyecto de investigación consta de un tramo de prueba de un kilómetro de longitud (1 km) con un ancho de vía a intervenir de 5m , con lo cual se determina que son aproximadamente 5000 m2 de área de influencia del proyecto sobre la vía. Y tiene un área de influencia sobre predios aledaños de 132.080 m2



Área de influencia

4.2 TRÁNSITO DE LA ZONA DE INFLUENCIA

En la zona donde se ejecutarán las obras de construcción se presenta un tránsito, en su mayoría de vehículos particulares y motocicletas para el transporte de víveres, productos agrícolas, estudiantes y demás personas de la zona.

Dado que los volúmenes de tránsito para los corredores viales en estudio son muy bajos, se realiza una estimación del tránsito por medio de encuestas ver ***Volumen I. Estudio de tránsito, capacidad y nivel de servicio.***

4.3 CARACTERISTICAS DE LA OBRA

Para dar cumplimiento con el proceso constructivo de los tramos viales, se deben ejecutar actividades de obra, a continuación, se presentan algunas de ellas:

- Replanteo de vía
- Descapote
- Excavaciones varias
- Terraplenes
- Construcción de aliviaderos
- Conformación de capas granulares
- Conformación de mejoramiento rasante
- Señalización vial

Metodología de la obra: el proyecto consta de la construcción de la estructura de pavimento de 3 tramos de vía independientes los cuales se construirán en forma secuencial iniciando con el tramo 1 de 93 ml luego el tramo 2 de 279 ml y finalmente el tramo 3 de 279 ml, las actividades de obra principales serán excavación a nivel de subrasante, instalación de geo sintéticos y materiales según disposición de diseño y finalmente instalación de tratamiento superficial en los tramos 2 y 3, a continuación se indican las lo tipos de intervención y sus abscisas

TRAMO 1		TRANSICION	
K14+650		K14+743.0	K14+983.4
L = 93 m		L = 240.4 m	
espesor (m)	Capa	espesor (m)	Capa
0.25	Afirmado	Rodadura existente	
0.1	Mejoramiento + Geotextil		

Estructura de pavimento tramo 1

TRAMO 2						TRANSICION	
K14+983.4		K15+076.4		K15+169.4		K15+262.4	
L = 93 m		L = 93 m		L = 93 m		L = 109 m	
espesor (m)	Capa	espesor (m)	Capa	espesor (m)	Capa	espesor (m)	Capa
Tratamiento superficial 1						Rodadura existente	
0.24	Afirmado	0.21	Afirmado + Geocelda	0.21	Ecobase - RCD		

Estructura de pavimento tramo 2

TRAMO 3					
K15+371.4	K15+464.4	K15+464.4	K15+557.4	K15+557.4	K15+650
L = 93 m		L = 93 m		L = 93 m	
espesor (m)	Capa	espesor (m)	Capa	espesor (m)	Capa
Tratamiento superficial 2					
0.24	Afirmado	0.21	Afirmado + Geocelda	0.21	Ecobase - RCD
0.1	Mejoramiento + Geotextil	0.1	Mejoramiento + Geotextil	0.1	Mejoramiento + Geotextil

Estructura de pavimento tramo 3

ESPECIFICACIONES DE LA VÍA A INTERVENIR: la vía a intervenir hace parte de la red terciaria departamental en la ruta SANTA ROSA-LA TETILLA-LA MESETA entre las abscisas K14+650 - K15+650 actualmente este tramo de vía tiene un ancho total de calzada de 5m, la vía presenta una capa de rodadura en material fino y granular, con un ancho de calzada existente de aproximadamente 3.1 metros, pendientes longitudinales promedio de 7%- 8%, peraltes irregulares y cunetas naturales en algunos sectores

De acuerdo a la clasificación del Manual de Diseño Geométrico INV-2008 numeral 1.2.2 y teniendo en cuenta la inclinación media en los sitios de máxima pendiente el tipo de terreno es Montañoso ya que tiene pendientes transversales al eje de la vía entre trece y cuarenta grados (13° - 40°).

A continuación, se presenta registro fotográfico y las condiciones actuales del tramo en estudio:





4.4 EQUIPOS Y MAQUINARIA A UTILIZAR EN EL PROYECTO

La ejecución de las obras se efectuará con herramienta menor y maquinaria mediana que no necesita ningún proceso especial de instalación o retiro en la operación. Se prevé utilizará los siguientes equipos:

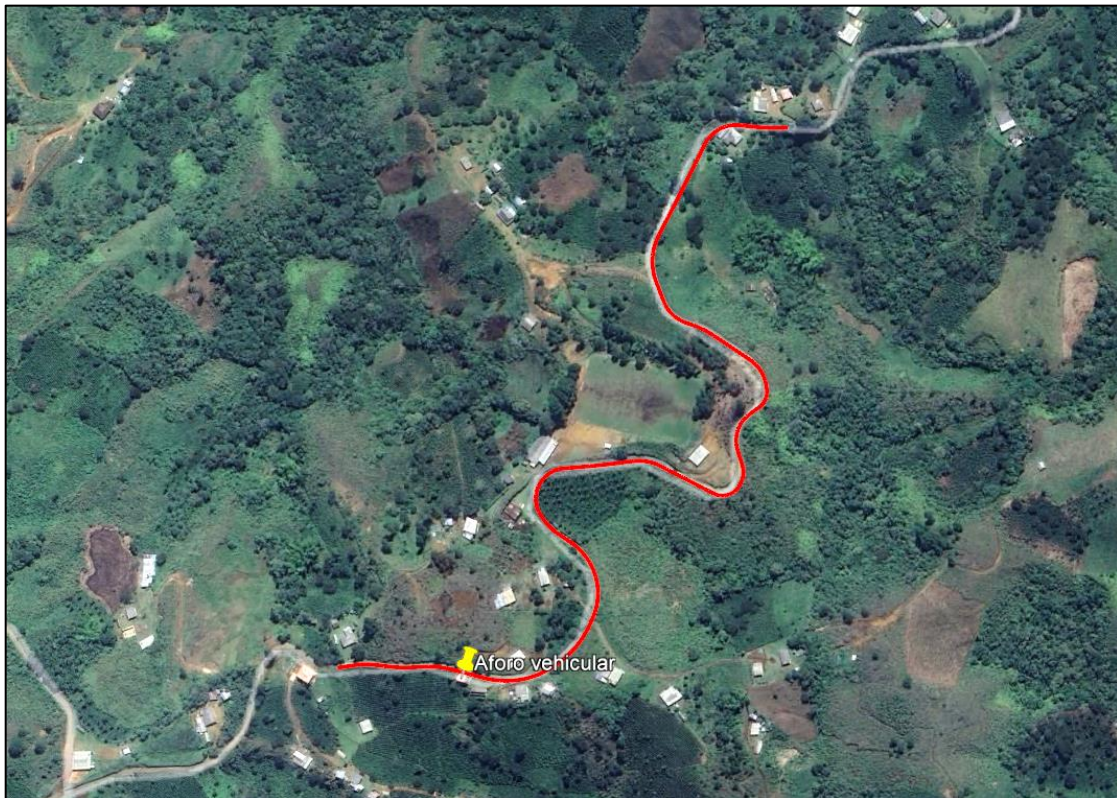
- Motoniveladora
- Bulldozer
- Vibro-compactador
- Volquetas
- Cama baja
- mezcladora de concreto
- vibrador
- formaletas
- herramienta menor y maquinaria mediana.

5 PLAN GENERAL DEL TRÁNSITO

Este PMT se elabora, para determinar un adecuado control del tránsito vehicular y peatonal y si es el caso a plantear vías alternas y desvíos, basados en el Manual de Señalización del INVIAS 2015, en donde se resalta que se debe garantizar la disponibilidad de la vía al tránsito en la forma más eficaz posible.

5.1 CARACTERÍSTICAS DEL TRANSITO

En la etapa de formulación se tomaron conteos vehiculares de campo en el sector de la vereda San Rafael, mediante cámara de video y un DVR, en un periodo de 24 horas, 7 días consecutivos, para posteriormente procesar la información en oficina.





Coordenadas aforo vehicular

Los vehículos que buscan identificar en los aforos son los siguientes:

- Motos
- Automóviles
- Buses (Pequeños y grandes)
- Camiones tipo C2P
- Camiones tipo C2G
- Camiones tipo C3

Los siguientes vehículos no se tuvieron en cuenta, ya que debido a las condiciones de la vía tales como ancho de vía, geometría y estado actual de la superficie de rodadura, no es posible la circulación de estos vehículos:

- Camiones tipo C4
- Camiones tipo C3S2
- Camiones tipo C3S3.

A continuación, se presenta el formato utilizado para el procesamiento de los aforos de tránsito, los aforos realizados se presentan como anexo a este volumen:

DIA	PROMEDIO											
	Motos	Autos	Bus Pequeño	Bus Grande	C2P	Chivas y C2G	C3	C4	C3-S2	C3-S3	Tractor (2)	
1 - Sab	361	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2 - Dom	478	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3 - Lun	374	24	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
04-mar	153	12	1	0	0	2	0	0	0	0	0	
5 - Mier	142	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
6 - Juev	154	7	0	0	0	2	0	0	0	0	0	
7 - Vier	168	14	0	0	2	2	0	0	0	0	2	
Promedio	261	17	1	0	1	1	0	0	0	0	1	21
TPD's (sin motos)	21											
% Distribución (sin motos) :		80.95	4.76	0.00	4.76	4.76	0	0	0	0	4.76	
Transito Atraído :	5.50%	del Normal										
Transito Generado :	5.50%	del Normal										
TPDS Atraído :	14	0.94	0.06	0.00	0.06	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	1
TPDS Generado :	14	0.94	0.06	0.00	0.06	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	1
TPDS Total :	290	19	1.1	0.0	1.1	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	23

5.2 MANEJO DE LAS DIFERENTES TIPOLOGIAS DE TRANSPORTE

Con el fin de orientar de manera precisa a los usuarios de la vía, en el PMT se tiene contemplada la instalación de señales informativas, reglamentarias y preventivas, junto con la debida señalización de primer nivel, aproximación a obra y la canalización mediante dispositivos canalizadores de tránsito tipificados en el Manual de Señalización vial 2015, de tal manera que se advierta la presencia de las obras y se tomen las medidas preventivas correspondientes, para que el tránsito sea seguro y ágil y la presencia de las obras no sea causa de accidentes ni represamientos.

5.3 MANEJO DE ACTORES VIALES

5.3.1 TRANSPORTE VEHICULAR, TRANSPORTE PUBLICO Y DE CARGA.

Durante la ejecución de la obra, el flujo vehicular se verá restringido en su totalidad, esto debido al limitado ancho de la vía y a que los procesos constructivos requieren de construcción de la calzada en todo el ancho. Se dispondrán de pasa vías informativas en el inicio y final para tomar la ruta alterna, adicionalmente para paso de peatones y no motorizados en el tramo de vía en intervención se habilitará un paso peatonal, adicional se informa la ruta alterna en el momento de cierre de vía.

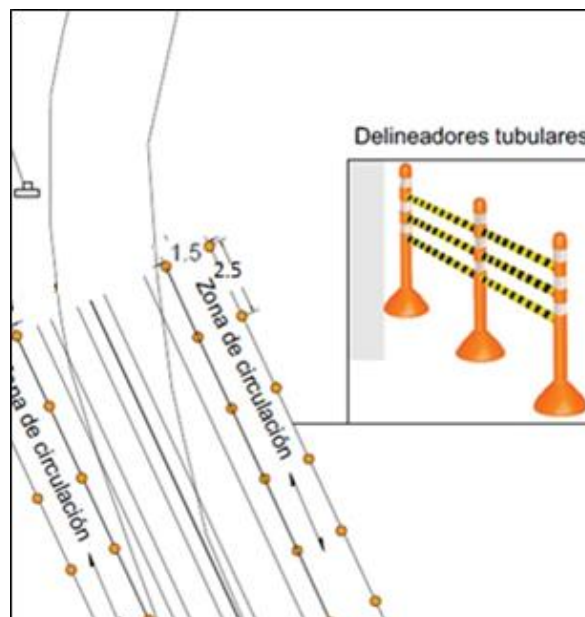
En el tramo de vía a intervenir no circulan vehículos de transporte público, la única ruta de transporte público que circula hacia esta zona llega hasta el cruce de la tetilla lo cual esta a 2 km del proyecto.



5.3.2 MANEJO DE TRÁNSITO PEATONAL

Se deberá disponer de todos los elementos necesarios exigidos por la normatividad vigente para dar seguridad y accesibilidad a los peatones, se implementarán señales verticales y horizontales que orienten al peatón, así como senderos peatonales delimitados por delineadores. Los senderos peatonales se ubicarán paralelamente a la zona de ejecución de obra. En caso que un peatón presente discapacidad o se presente una emergencia, se le prestará la debida ayuda por medio del personal encargado especialmente para estos fines; de acuerdo con el avance de la obra y los resultados de la retroalimentación, los dispositivos de seguridad y señalización para los pasos peatonales se reubicarán de acuerdo a los alcances de las obras dentro del corredor de obra y según a las etapas constructivas.

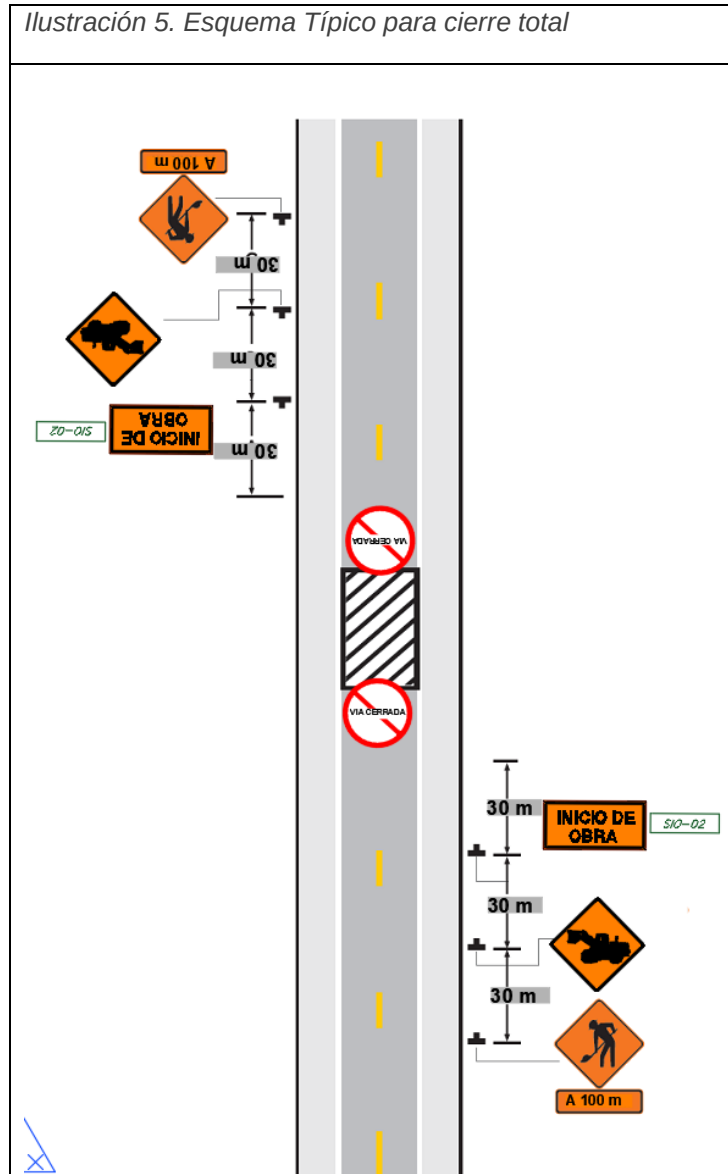
Ilustración 4. Esquema típico circulación de peatones



Fuente: Elaboración propia

5.3.3 ESQUEMA DE INTERVENCIÓN CON CIERRE TOTAL DE VÍA

Con el fin de indicar la señalización que debe ser tomada en cuenta en el cierre vial, a continuación, se presenta el esquema de señalización para las restricciones viales que se pueden presentar (ver plano del PMT para más detalle).



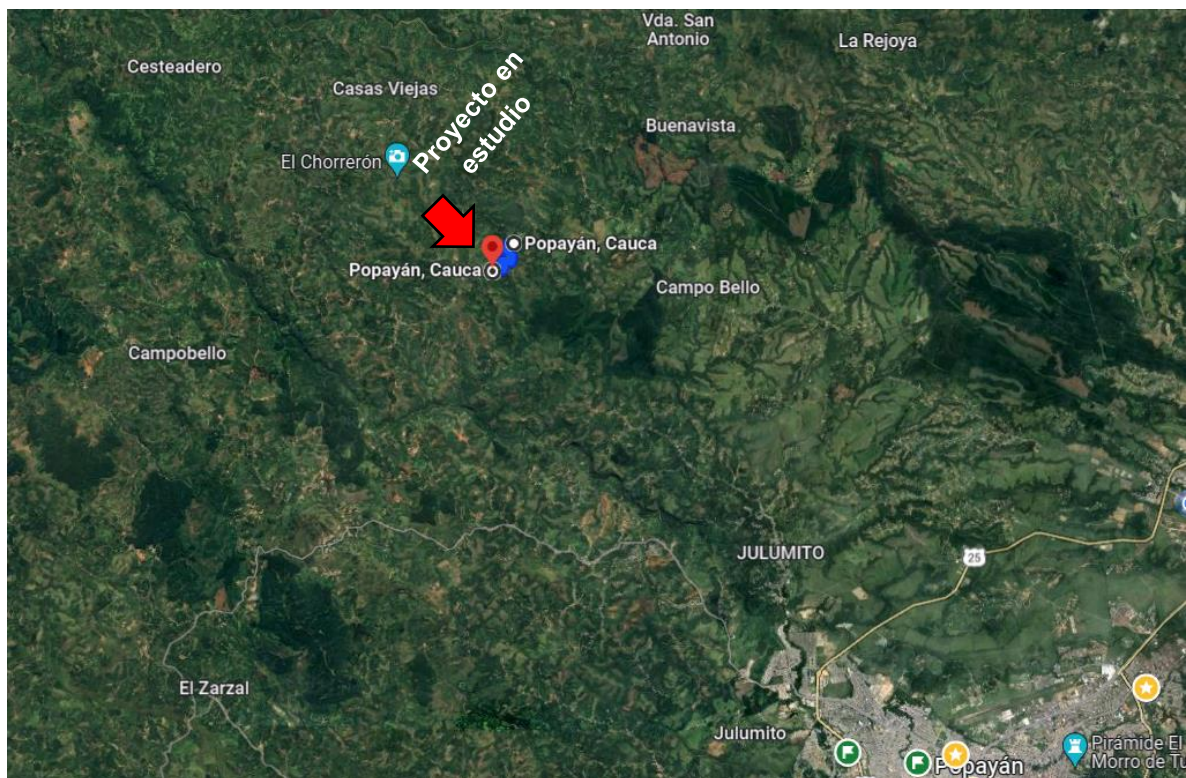
Fuente: Adaptación a partir del Manual de señalización vial 2015

5.3.4 VÍAS ALTERNAS

Cuando se presente obstrucción completa del paso vehicular, se puede emplear el uso de vías alternas, con el fin de obtener alternativas de transporte al sitio de destino.

A continuación, se presenta un esquema del tramo en estudio (color rojo):

Ilustración 6. Tramo en estudio

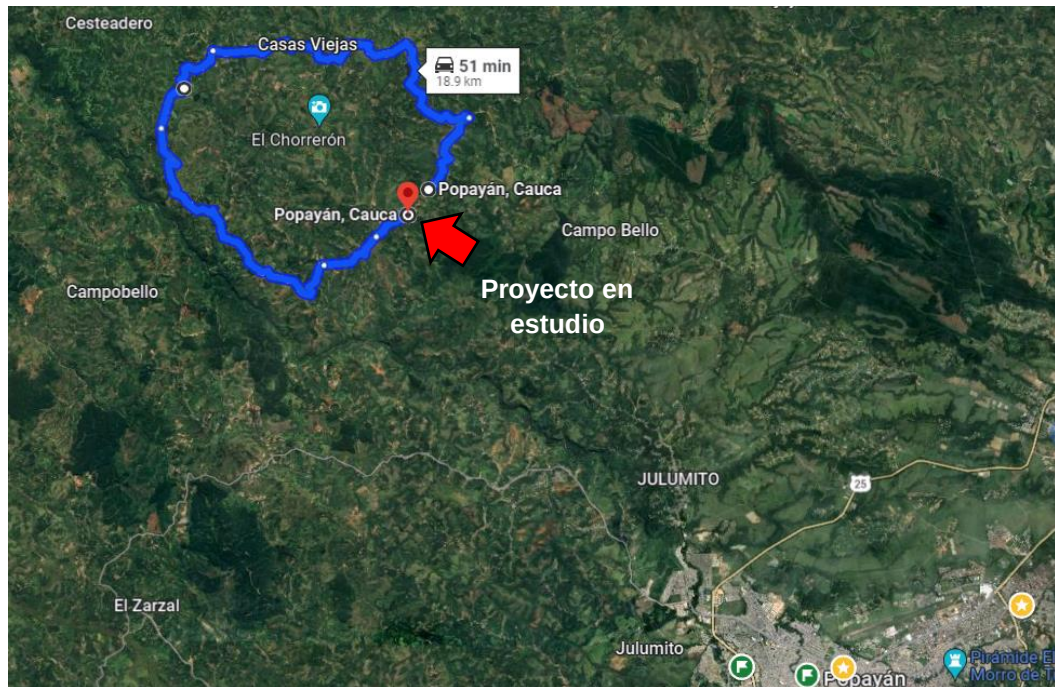


Fuente: Adaptación de Google Maps

Unas vías alterna que conecta los puntos intervenidos del sitio en estudio (inicio y fin), en caso de cierre total de la vía por la construcción, sin necesidad de pasar por el proyecto, son las vías que se muestra en el siguiente esquema (color azul):

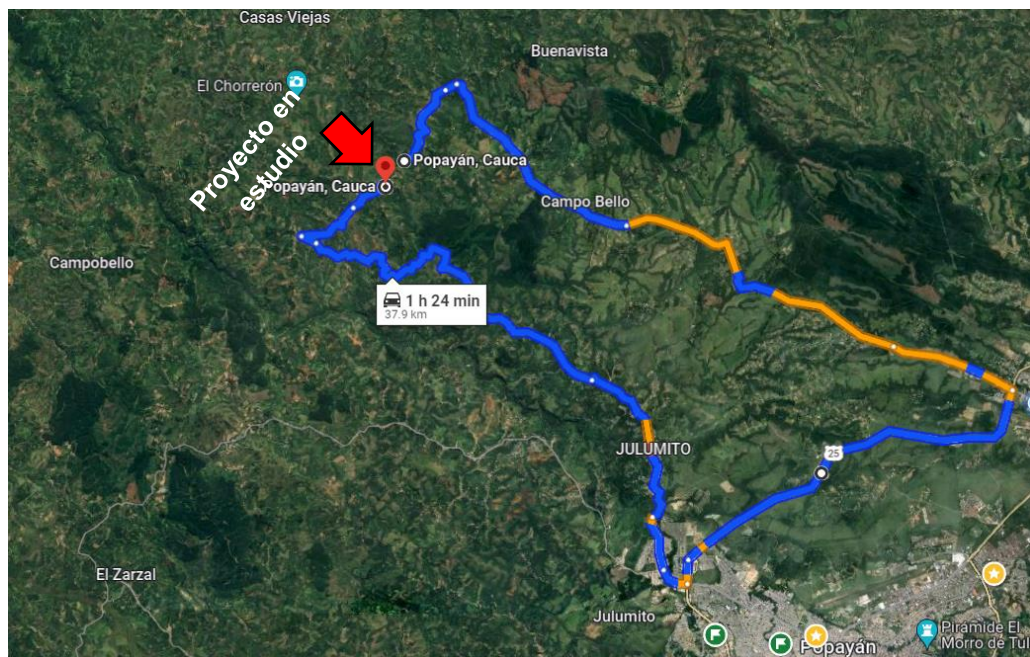
Al emplear estas alternativa, se estaría dando solución a la obstrucción del flujo vehicular para la conexión entre veredas aledañas y entre el sector y el municipio de Popayán.

Ilustración 7. Alternativa vial #1 en caso de cierre total del tramo.



Fuente: Adaptación de Google Maps.

Ilustración 8. Alternativa vial #2 en caso de cierre total del tramo.



Fuente: Adaptación de Google Maps.

6 SEÑALIZACIÓN DE OBRA A UTILIZAR

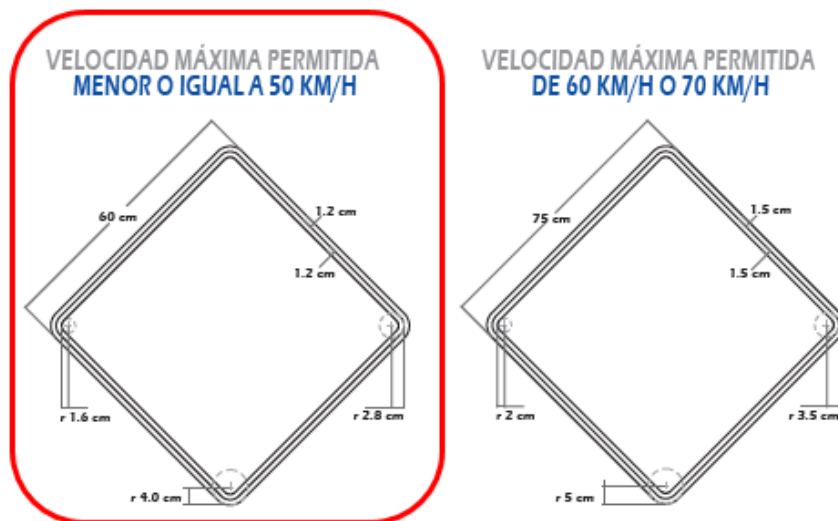
6.1 SEÑALES VERTICALES

6.1.1 Señales preventivas

Tienen por objeto advertir a los usuarios de la vía sobre los peligros potenciales existentes en la zona, cuando existe una obra que afecta el tránsito y puede presentarse un cierre parcial o total de la vía. Las señales preventivas deberán ubicarse con suficiente anticipación al lugar de inicio de la obra. Estas señales se identificarán por el código SPO-Número.

Las señales preventivas tienen forma de rombo y sus colores serán naranja para el fondo y negro para símbolos, textos, flechas y orla. Para carreteras y vías urbanas de alta velocidad su tamaño será como mínimo de 60 por 60 cm o 75 por 75 cm. Se colocarán a el (los) lado(s) (derecho y/o izquierdo) de la vía que se afecte por la obra. Para este proyecto se recomienda emplear la señal de 60cm por 60cm, debido a que se trata de una vía principal donde los vehículos transitan con velocidades menores a 50 Km/h.

Ilustración 9. Esquema medidas señalización preventiva



Fuente: Manual de señalización vial 2015

Cuando se requieran señales preventivas con texto, su forma será rectangular. Las letras del mensaje serán de una altura mínima de 15 cm (Ver manual de señalización vial INVIAS).

SPO-01. TRABAJOS EN LA VÍA

Esta señal se empleará para advertir la proximidad a un tramo de la vía que se ve afectado por la ejecución de una obra que perturba el tránsito por la calzada o sus zonas aledañas.

Ilustración 10. Trabajos en la vía



Fuente: Manual de señalización vial 2015

SPO-02. MAQUINARIA EN LA VÍA

Esta señal se empleará para advertir la proximidad a un sector por el que habitualmente circula equipo pesado para el desarrollo de obras.

Ilustración 11. Maquinaria en la vía



Fuente: Manual de señalización vial 2015

SPO-03. AUXILIAR DE TRANSITO

Esta señal se empleará para advertir a los conductores la aproximación a un tramo de vía que estará regulado por personal de la obra, el cual utilizará señales manuales.

Ilustración 12. Auxiliar de tránsito



Fuente: Manual de señalización vial 2015

SPO-05. ANGOSTAMIENTO A LA DERECHA

Esta señal debe ser usada para advertir un estrechamiento al costado derecho de la calzada.

Ilustración 13. Angostamiento a la derecha



Fuente: Manual de señalización vial 2015

SPO-06. ANGOSTAMIENTO A LA IZQUIERDA

Esta señal debe ser usada para advertir un estrechamiento al costado izquierdo de la calzada.

Ilustración 14. Angostamiento a la izquierda



Fuente: Manual de señalización vial 2015

6.1.2 Señales reglamentarias

Los trabajos en las vías públicas o en las zonas próximas a ellas que afecten el tránsito, originan situaciones que requieren atención especial. Si en tales condiciones son necesarias medidas de reglamentación diferentes a las usadas normalmente, los dispositivos reglamentarios permanentes se removerán o se cubrirán adecuadamente y se reemplazarán por los que resulten apropiados para las nuevas condiciones del tránsito. Estas señales se identificarán con el código SRO-Número.

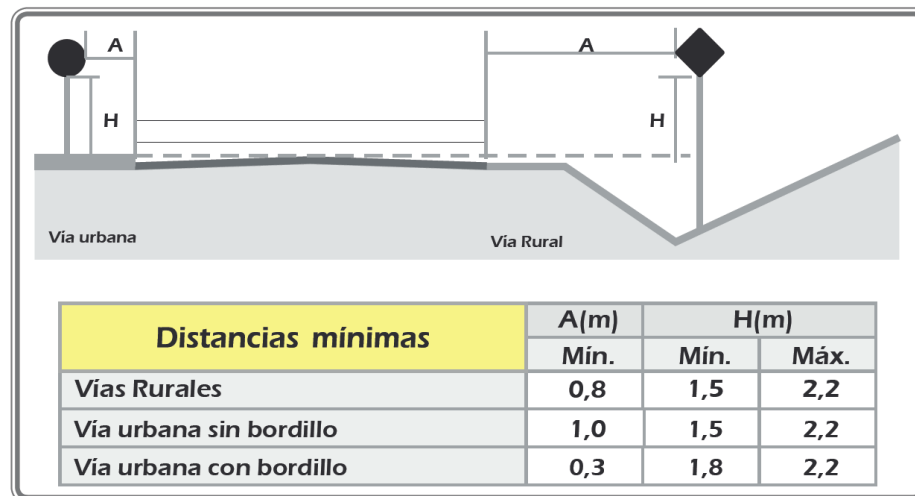
En los sectores en donde se limite el peso del vehículo, o el peso por eje permitido, además de utilizar las señales reglamentarias correspondientes, en la medida de lo posible se habilitará un desvío para los vehículos que excedan los límites señalados para el tramo sometido a la realización de las obras.

Para carreteras con velocidades menores a 50 Km/h, el diámetro será de 60cm, para velocidades entre 60 y 70 Km/h, el diámetro será de 75cm. Se colocarán a el (los) lado(s) (derecho y/o izquierdo) de la vía que se afecte por la obra. Para este proyecto se recomienda las señales de diámetro 60cm.

Las señales reglamentarias para utilizar tienen forma circular principalmente, fondo color blanco con orla roja, excepcionalmente cuando llevan leyenda adicional deben estar inscritas en un rectángulo.

La altura correcta cuando es fija debe considerar factores como, la altura de los vehículos de circulación, alto de la vegetación o presencia de cualquier obstáculo, sin embargo, se adopta lo especificado en la figura 4-4 del Manual de Señalización Vial que recomienda:

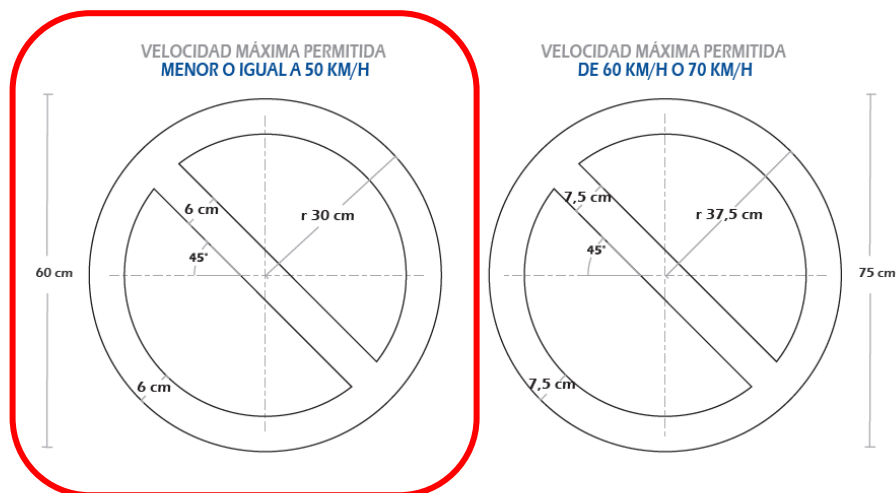
Ilustración 15. Altura en señales para obras



Fuente: Manual de señalización vial 2015

Para este tipo de obra pueden utilizarse señales portátiles las cuales deben estar en buenas condiciones y se debe verificar que las mismas no sean afectadas por el tráfico conservando en todo momento su verticalidad.

Ilustración 16. Esquema medidas señalización reglamentaria



Fuente: Manual de señalización vial 2015

SRO-01. VÍA CERRADA

Esta señal se empleará para notificar a los conductores el inicio de un tramo de vía por el cual no se permite circular mientras duren las obras.

Ilustración 17. Vía cerrada



Fuente: Manual de señalización vial 2015

SRO-02. DESVÍO

Esta señal se empleará para notificar el sitio mismo en donde es obligatorio tomar el desvío señalado.

Ilustración 18. Señal desvió



Fuente: Manual de señalización vial 2015

SRO-03 Uno a uno

Esta señal se empleará para reglamentar el paso alternado de los vehículos cuando en una calzada de dos carriles de sentido único, se cierra uno de ellos.

Ilustración 19. Señal Uno a Uno



Fuente: Manual de señalización vial 2015

6.1.3 Señales Informativas.

Las señales informativas tienen como propósito orientar y guiar a los usuarios de la vía a través de la zona de obras, entregándoles la información necesaria con suficiente anticipación para que puedan transitar por ella de la forma más segura, simple y directa posible.

Son rectangulares y su lado mayor puede colocarse tanto horizontal como verticalmente. Su color de fondo es naranja y sus símbolos, letras y orla negros. La primera señal debe ser naranja fluorescente.

SIO-01. APROXIMACIÓN A OBRA EN LA VÍA

Esta señal se empleará para advertir a conductores y peatones la aproximación a un tramo de vía afectado por la obra. La señal llevara la leyenda "OBRA EN LA VÍA", seguida de la distancia a la cual se encuentra la obra. Se podrá usar conjuntamente con otras señales o repetirla variando la distancia.

Ilustración 20. Señal aproximación obra en la vía SIO-01



Fuente: Manual de señalización vial 2015

SIO-02. SIO-03. INFORMACIÓN DE INICIO O FIN DE OBRA

Esta señal indicará el inicio de los trabajos en la vía o zona adyacente a ella, con el mensaje "INICIO DE OBRA". Igualmente, se instalará otra señal con las mismas características, pero indicando el sitio de finalización de la obra, con la leyenda "FIN DE OBRA".

Ilustración 21. Señal inicio y fin de obra SIO-02 y SIO-03

SIO-02



SIO-03



Fuente: Manual de señalización vial 2015

SIO-024. PEATONES

Esta señal indica a los peatones que deben circular por un sector especialmente habilitado para ellos.

Ilustración 22. Señal Peatones SIO-24



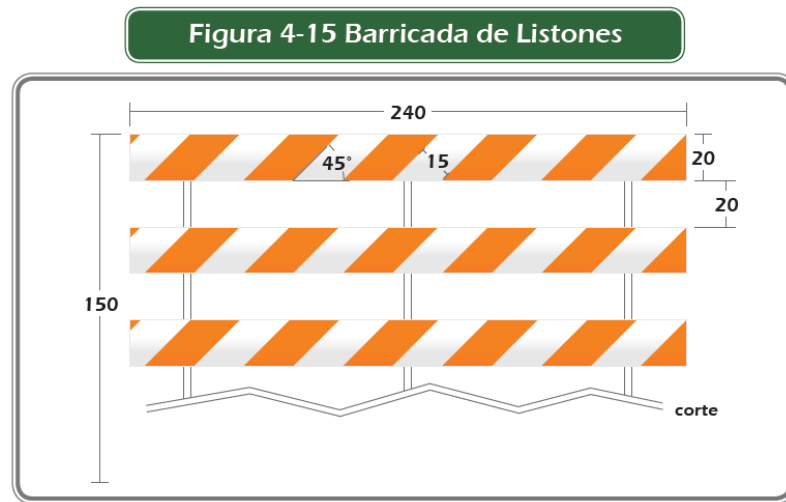
Fuente: Manual de señalización vial 2015

6.2 DISPOSITIVOS DE CANALIZACIÓN

6.2.1 Barricadas de listones

Las barricadas se utilizan para hacer cierres de carriles o calzadas, para cercar áreas de trabajo y para delinear angostamientos. Cuando se emplean para cerrar vías o carriles se colocan de forma perpendicular al eje de la vía, y se instalan secuencialmente obstruyendo la calzada o los carriles inhabilitados para la circulación del tránsito vehicular, incluyendo bermas. La señal correspondiente B-3 tendrá luz intermitente para reducir los riesgos nocturnos.

Ilustración 23. Barricada de listones



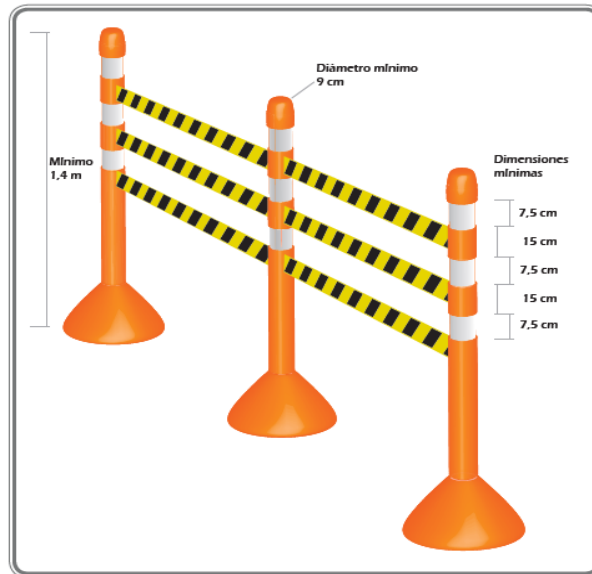
Fuente: Manual de señalización vial 2015

6.2.2 Delineadores tubulares compuestos

Estos delineadores se utilizan tanto para definir transiciones por angostamiento como para delinear el borde de la calzada, para hacer cerramientos en obras y para el control de peatones.

Ilustración 24. Delineador tubular

Figura 4-13 Ejemplo Delineador Compuesto

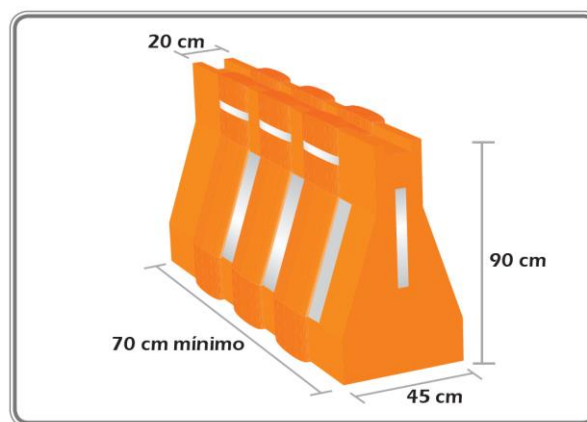


Fuente: Manual de señalización vial 2015

6.2.3 Barricada plástica (maletines)

Estos dispositivos se pueden utilizar como elementos de canalización de tránsito en los casos en que sea necesario definir una variación en el perfil transversal disponible para el tránsito de vehículos o para indicar el alineamiento en tramos rectos y curvas o para aislar excavaciones hasta de 1,0 metro de profundidad, también se usan para separar flujos peatonales de flujos de ciclo usuarios o de flujos vehiculares.

Ilustración 25. Barricada plástica (maletines)

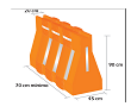


Fuente: Manual de señalización vial 2015

6.3 RESUMEN CANTIDADES DE SEÑALIZACION

A continuación, se presentan las cantidades de señales a implementar para un tramo priorizado

Ilustración 26. Cantidad de señales

CANTIDAD DE SEÑALES PARA UN TRAMO PRIORIZADO			
SEÑAL		CANTIDAD	UNIDAD
SPO-01		2	Placa
SPO-02		2	Placa
SIO-02		2	Placa
SIO-03		2	Placa
Barrera plástica (Maletín)		4	Unidad
Dispositivos de canalización		100	mL
Vía cerrada		2	Placa

Fuente: Elaboración propia

NOTA: Las cantidades de los dispositivos proyectados y personal necesario se presentan en los planos anexos al presente informe, así mismo el presupuesto se define con las cantidades aquí presentadas y se complementa con el análisis de costos en el respectivo Volumen XII Estudio de Presupuesto.

7 PLAN DE DIFUSIÓN

Para la difusión del PMT se cuenta con el apoyo del especialista que se encargará de la divulgación y socialización del proyecto a ejecutar.

Para llevar a cabo la socialización se adelantarán reuniones con la comunidad del sector.

Los medios que se emplearán para la difusión del proyecto serán, entre otros: reuniones con la comunidad, vallas informativas y cuñas radiales en las emisoras locales.

La señalización vertical y canalización también constituyen un medio de divulgación de la obra.

Se recomienda realizar el diseño de un volante general para la etapa de construcción de la obra. Este volante deberá ser elaborado por un diseñador gráfico a cargo del contratista de obra previo al inicio de actividades y contener mínimamente la siguiente información:

Se instalará pasavías antes de entrar en el tramo a intervenir por el sector de La Tetilla y cruce de La Meseta, los volantes serán entregados a las comunidades de la vereda san Rafael, la Tetilla, la Meseta y veredas aledañas.

Ilustración 27. Información básica del volante

Atención

COMUNIDAD DE LA VEREDA SAN RAFAEL

Se le informa a la comunidad que a partir del 3/02/2025 la vía entre la Tetilla y la Meseta estará inhabilitada para el paso vehicular debido a la ejecución de la obra " CONTRATAR LA OBRA DE UN TRAMO DE PRUEBA DE UN KILÓMETRO (1KM) DE VÍA PARA LA COMPROBACIÓN EN ENTORNO REAL DE LAS ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS SELECCIONADAS, EN EL MARCO DE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO DENOMINADO "CONFORMACIÓN DE UN CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO PARA LA INNOVACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL EN EL DEPARTAMENTO DEL CAUCA "

Ofrecemos disculpas por las dificultades presentadas, agradecemos a la comunidad, tomar vías alternas y cumplir con las medidas Preventivas de manejo de tránsito.



CONSORCIO VIAL UNICAUCA 2024



Si tienes dudas acércate al SAU ubicado en la escuela de la vereda san Rafael

Fuente: Elaboración propia

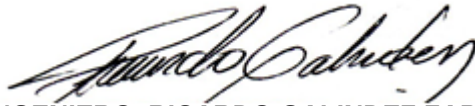
8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Si bien el PMT debe implementarse con anticipación al inicio de las obras, éste debe ser flexible y su evolución deberá estar prevista a través de distintos estados progresivos de la obra, especialmente, cuando esta ha sido programada para realizarse por etapas. En caso de ajustes significativos se requerirá de la presencia del ingeniero que diseñó el plan inicial o de no ser posible, otro ingeniero con perfil similar al del ingeniero diseñador.
- Cuando se presenten más de dos frentes, se debe seguir el mismo plan de manejo de tránsito especificado en este documento y se debe señalizar con señales preventivas de obra en cada frente.
- Se debe retirar las señales existentes de la vía que puedan generar confusiones o interferencias en el momento de instalar las señales preventivas de obra, con el fin de que los usuarios queden prevenidos sobre las obras en la vía.
- En caso de presentarse actividades en la noche, el puesto donde se ubica el Auxiliar de Tránsito debe iluminarse apropiadamente con dispositivos que no encandilen a los conductores, peatones y/o trabajadores y preferiblemente brinden 360 grados de iluminación.
- Una vez terminada la etapa de construcción, se debe retirar las señales de obra implementadas en este PMT.
- El ingeniero Director de Obra y/o el ingeniero residente son los responsables de implementar de manera adecuada el Plan de Manejo de Tránsito que se ha propuesto en este documento para la construcción de las obras.
- Se recomienda en los casos donde no se exista vías alternas, se debe tramitar una resolución de cierre vial con el ente administrador.

9 BIBLIOGRAFIA

MINISTERIO DE TRANSPORTE (2015). Manual de Señalización Vial - Dispositivos uniformes para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia.

MINISTERIO DE TRANSPORTE, Resolución 0001885 (17, junio, 2015) por la cual se adopta el Manual de Señalización Vial - Dispositivos uniformes para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia.



INGENIERO. RICARDO GALINDEZ ZAPATA
CONSORCIO VIAL UNICAUCA 2024