

**Práctica empresarial mejoramiento, mantenimiento y /o rehabilitación de la malla vial
urbana y rural en el municipio de Sogamoso**

Carlos Fabián Melo Aguilar

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Civil

Director

Allex Eduardo Álvarez Lugo

Ph.D. - Ingeniería Civil

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Fisicomecánicas

Escuela de Ingeniería Civil

Bucaramanga

2022

Dedicatoria

En primer lugar, a Dios por acompañarme siempre en mi vida, por brindarme la oportunidad, la sabiduría y la fuerza necesaria para ayudarme a superar cada una de las pruebas que se presentaron en este camino de mi formación como profesional, por guiarme a tomar las mejores decisiones en los momentos de incertidumbre y confusión.

A mi Padre Luis Ernesto Melo, por la confianza depositada en mí, en ésta y durante todas las etapas de mi vida.

A mi madre María O. Aguilar, por darme la fortuna de tener a la mejor mujer como madre, por apoyarme en todo momento y siempre alentarme con su amor incondicional.

A mis hermanos Diana Melo y Yeisson Melo, por acompañarme y alentarme en cada momento difícil.

Agradecimientos

Ante todo, quiero agradecer a Dios por permitirme cumplir este logro tan importante en mi vida profesional, por ser mi guía cada día y en cada proceso.

Agradezco a la Universidad Industrial de Santander, por aprobar la culminación de este proceso y permitirme ser miembro de tan prestigiosa institución.

Al ingeniero Alex Eduardo Álvarez Lugo docente de la Escuela de Ingeniería Civil y director del proyecto MEJORAMIENTO, MANTENIMIENTO Y /O REHABILITACIÓN DE LA MALLA VIAL Y RURAL EN EL MUNICIPIO DE SOGAMOSO, por su guía en el buen desarrollo del proyecto y ser un gran mentor dentro de mi formación, tanto académica como personal.

Al ingeniero William A. Wiest Suarez funcionario de la Secretaria de Infraestructura de Sogamoso, por brindarme su apoyo en el desarrollo de cada actividad.

A todos los ingenieros, tecnólogos, oficiales, ayudantes de obra y demás profesionales de la Secretaria de Infraestructura que estuvieron en cada proceso, brindándome su conocimiento y generosidad, que me permitieron enriquecer mi formación como Ingeniero Civil.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	20
1. Objetivos	22
1.1 Objetivo General	22
1.2 Objetivos Específicos.....	22
2. Características principales del territorio	22
2.1 Características físicas del municipio.....	24
3. Secretaria de Infraestructura	26
3.1 Misión	26
3.2 Funciones	26
4. Alcance – Resultados esperados	28
5. Marco Teórico.....	29
5.1 Pavimento	29
5.1.1 Pavimentos Rígidos	30
5.1.1.1 Daños en pavimentos rígidos	31
5.1.1.1.1 Erosión (bombeo) del material de soporte de la losa.....	31
5.1.1.1.2 Fatiga del concreto hidráulico (CH)	32
5.1.2 Pavimentos flexibles	33
5.1.2.1. Daños en pavimentos flexibles	34
5.1.2.1.1 Fisuras longitudinales y transversales.....	35
5.1.2.1.2 Fisuras en juntas de construcción	35

PRÁCTICA EMPRESARIAL MEJORAMIENTO, MANTENIMIENTO...	5
5.1.2.1.3 Fisuras por reflexión de juntas o grietas en placas de concreto	36
5.1.2.1.4 Piel de cocodrilo	36
5.1.3 Pavimentos articulados	37
5.1.3.1 Partes de un pavimento articulado.	38
5.1.3.1.1 Adoquines	38
5.1.3.1.2 Sello de arena.....	38
5.1.3.1.3 Capa de arena.....	38
5.1.3.2 Mecanismo de falla.....	38
5.1.3.3 Ejemplos de Tipos de Aparejo con Adoquín	38
5.2 Situación actual.....	40
6. Metodología	41
7. Descripción de actividades desarrolladas	43
7.1 Rehabilitación y construcción de una nueva estructura vial del tramo de vía sector Centro..	43
7.1.1 Localización.....	43
7.1.2 Problemática	44
7.1.3 Construcción tramo de vía	45
7.1.3.1 Demolición andenes existentes	46
7.1.3.2 Retiro de escombros.....	46
7.1.3.3 Mejoramiento de la Subrasante.....	47
7.1.3.4 Instalación subbase granular	47
7.1.3.5 Instalación de base granular.....	48
7.1.3.8 Instalación de adoquín, bolardos, señalización vial y limpieza	50
7.2 Rehabilitación del tramo de vía Sector Candelaria Norte.....	51

PRÁCTICA EMPRESARIAL MEJORAMIENTO, MANTENIMIENTO...	6
7.2.1 Localización.....	51
7.2.2 Problemática	52
7.2.3 Construcción tramo de vía	53
7.2.3.1 Mejoramiento de la Subrasante.....	53
7.2.3.2 Instalación Subbase.....	54
7.2.3.3 Instalación Base	55
7.2.3.4 Instalación de bordillos y sardineles	56
7.2.3.5 Instalación de adoquín.	57
8. Conclusiones.....	59
Referencias Bibliográficas	60
Anexos	62

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. <i>Datos Generales del municipio de Sogamoso</i>	25
Tabla 2. <i>Distribución Territorial del municipio de Sogamoso urbano - rural</i>	26

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. <i>Ubicación del departamento de Boyacá</i>	23
Figura 2. <i>Símbolos Patrios de Sogamoso</i>	23
Figura 3. <i>Provincia de Sugamuxi</i>	24
Figura 4. <i>Estructura de pavimentos rígidos</i>	31
Figura 5. <i>Agrietamiento de losas</i>	31
Figura 6. <i>Escalonamiento de losas</i>	32
Figura 7. <i>Agrietamiento por fatiga en losas</i>	32
Figura 8. <i>Estructura de Pavimentos Flexibles</i>	34
Figura 9. <i>Fisura transversal</i>	35
Figura 10. <i>Fisura por junta de construcción</i>	35
Figura 11. <i>Fisura por reflexión de juntas</i>	36
Figura 12. <i>Fisura piel de cocodrilo</i>	37
Figura 13. <i>Estructura típica pavimentos articulados</i>	37
Figura 14. <i>Adoquinado en formación en hilera</i>	38
Figura 15. <i>Adoquinado en espina de pescado</i>	39
Figura 16. <i>Adoquinado en formación en bloques</i>	39
Figura 17. <i>Ubicación general del tramo</i>	43
Figura 18. <i>Localización específica del tramo de vía</i>	44
Figura 19. <i>Tramo a intervenir</i>	45
Figura 20. <i>Demolición andes existentes</i>	46

Figura 21. <i>Retiro de escombros</i>	46
Figura 22. <i>Extensión de la subbase granular con mini-cargador</i>	47
Figura 23. <i>Extendido de base granular con motoniveladora</i>	48
Figura 24. <i>Limpieza de cajas eléctricas y de inspección</i>	49
Figura 25. <i>Instalación de sardineles, canaleta y guías</i>	49
Figura 26. <i>Instalación de agregado fino y adoquín</i>	50
Figura 27. <i>Ubicación general del tramo</i>	52
Figura 28. <i>Localización específica del tramo de vía</i>	52
Figura 29. <i>Tramo de vía a intervenir</i>	53
Figura 30. <i>Conformación de la subrasante</i>	54
Figura 31. <i>Extensión de la subbase granular con motoniveladora</i>	54
Figura 32. <i>Humectación y compactación de subbase granular</i>	55
Figura 33. <i>Extendido de base granular con motoniveladora</i>	55
Figura 34. <i>Excavación e instalación de bordillos</i>	56
Figura 35. <i>Instalación de sardineles</i>	57
Figura 36. <i>Instalación de ladrillo tolete</i>	58
Figura 37. <i>Instalación de adoquín de Ko+020 a Ko+060</i>	58

Anexos

	Pág.
Anexo A. Cronograma de Actividades Calle 14a Cr12.....	62
Anexo B. Diseño de Estructura Vial – Calle 14ª Cr 12, Sector Centro.....	63
Anexo C. Registro Fotográfico Calle14a Cr12	63
Anexo D. Cronograma de Actividades Candelaria Norte	66
Anexo E. Diseño de Estructura Vial - Candelaria Norte.....	66
Anexo F. Diseño de Pendientes Candelaria Norte	67
Anexo G. Registro fotográfico Candelaria Norte.....	70

Glosario

Acarreo: Transporte de materiales a diferentes distancias en el área de la obra.

Acera: Parte de una vía urbana o de un puente destinada exclusivamente al tránsito de peatones.

Adoquín: Piedra labrada, concreto u otro material en forma de un prisma para uso en pavimentos.

Adoquinado: Tipo de pavimento cuya superficie de rodadura está formada por adoquines.

Afirmado: Capa compactada de material granular natural ó procesado con gradación específica que soporta directamente las cargas y esfuerzos del tránsito. Debe poseer la cantidad apropiada de material fino cohesivo que permita mantener aglutinadas las partículas. Funciona como superficie de rodadura en carreteras.

Aglomerante: Material capaz de unir partículas de material inerte por efectos físicos o transformaciones químicas o ambas.

Agregado: Material granular de composición mineralógica como arena, grava, escoria, o roca triturada, usado para ser mezclado en diferentes tamaños.

Agregado fino: Material proveniente de la desintegración natural o artificial de partículas cuya granulometría es determinada por las especificaciones técnicas correspondientes. Por lo general pasa la malla N° 4 (4,75 mm) y contiene finos.

Agregado grueso: Material proveniente de la desintegración natural o artificial de partículas cuya granulometría es determinada por las especificaciones técnicas correspondientes. Por lo general es retenida en la malla N°4 (4,75 mm).

Ahuellamiento: Surcos o huellas que se presentan en la superficie de rodadura de una carretera pavimentada o no pavimentada y que son el resultado de la consolidación o movimiento lateral de los materiales por efectos del tránsito.

Alcantarilla: Elemento del sistema de drenaje superficial de una carretera, construido en forma transversal al eje ó siguiendo la orientación del curso de agua; puede ser de madera, piedra, concreto, metálicas y otros.

Área de trabajo: Superficie de terreno comprendida dentro de un perímetro donde se efectúa una obra.

Arena: Partículas de roca que pasan la malla N° 4 (4,75 mm.) y son retenidas por la malla N° 200.

Asentamiento: Desplazamiento vertical o hundimiento de cualquier elemento de la vía.

Asfalto: Es un material de color oscuro, que presenta propiedades ligantes y aglutinantes, conformado por una serie muy compleja de elementos y compuestos en los que sobresalen los hidrocarburos.

Bache: Depresión que se forma en la superficie de rodadura producto del desgaste originado por el tránsito vehicular y la desintegración localizada.

Bacheo: Actividad de mantenimiento rutinario que consiste en rellenar y compactar los baches o depresiones que pudieran presentarse en la superficie de rodadura.

Base: Capa de material selecto y procesado que se coloca entre la parte superior de una subbase o de la subrasante y la capa de rodadura. Esta capa puede ser también de mezcla asfáltica o con tratamientos según diseños. La base es parte de la estructura de un pavimento.

Bitácora de obra: Documento que, debidamente foliado, se abre al inicio de toda obra y en el que el Inspector o Supervisor y el residente de obra anotan las ocurrencias, órdenes, consultas y las respuestas a las consultas.

Bombeo: Inclinación transversal que se construye en las zonas en tangente a cada lado del eje de la plataforma de una carretera con la finalidad de facilitar el drenaje lateral de la vía.

Cabezal de alcantarilla: Estructura terminal a la boca de entrada y salida de una alcantarilla, construida con la finalidad de encauzar y evitar la erosión del agua, así como ajustarse a la superficie del talud del terreno.

Caja colectora: Estructura que recoge las aguas de una cuneta para encauzar a una alcantarilla.

Calendario de avance de la obra (cao): Documento en el que consta la programación mensual valorizada para la ejecución de una obra.

Canal: Es una zanja construida para recibir y encauzar medianas o pequeñas cantidades de agua provenientes del terreno natural o de otras obras de drenaje.

Carretera: Camino para el tránsito de vehículos motorizados, de por lo menos dos ejes, con características geométricas definidas de acuerdo a las normas técnicas vigentes en el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Carretera no pavimentada: Carretera cuya superficie de rodadura está conformada por gravas o afirmado, suelos estabilizados o terreno natural.

Carretera pavimentada: Carretera cuya superficie de rodadura, está conformada por mezcla bituminosa (flexible) o de concreto Pórtland (rígida).

Carril: Parte de la calzada destinada a la circulación de una fila de vehículos en un mismo sentido de tránsito.

Cimentación: Parte de una estructura que transmite cargas al terreno de fundación.

Cohesión: La resistencia al corte de un suelo, a una tensión normal.

Compactación: Proceso manual o mecánico que tiende a reducir el volumen total de vacíos de suelos, mezclas bituminosas, morteros y concretos frescos de cemento Pórtland.

Concreto: Mezcla de material aglomerante y agregados fino y grueso. En algunos casos se agrega aditivos para proporcionarle cualidades que no poseen y en otros para mejorar los que poseen.

Concreto asfáltico: Mezcla procesada, compuesta por agregados gruesos y finos, material bituminoso. Es utilizada como capa de base o de rodadura y forma parte de la estructura del pavimento.

Concreto ciclópeo: Concreto Portland al que se adiciona piedra grande o mediana en porcentajes según diseño. Por lo general se utiliza en estructuras de gran volumen.

Construcción: Ejecución de obras de una vía nueva con características geométricas acorde a las normas de diseño y construcción vigentes.

Contenido de humedad óptimo: Es el contenido de humedad al cual un suelo ó material granular al ser compactado utilizando un esfuerzo especificado proporciona una máxima densidad seca. El esfuerzo puede ser estándar ó modificado.

Contenido de humedad: Volumen de agua de un material determinado bajo ciertas condiciones y expresado como porcentaje de la masa del elemento húmedo, es decir, la masa original incluyendo la sustancia seca y cualquier humedad presente.

Contratista: Proveedor que celebra contrato con Entidad Licitante o Contratante.

Control de calidad: Pruebas técnicas para comprobar la correcta ejecución de las diferentes etapas o fases de un trabajo con relación a las especificaciones técnicas o requisitos específicos establecidos.

Cubicación: Medición de los volúmenes de movimiento de tierras (excavaciones, terraplenes o rellenos).

Densidad: Relación entre la masa y el volumen de un cuerpo.

Empalme: Conexión de una carretera con otras, acondicionada para el tránsito vehicular.

Enrocado: Colocación de piedras grandes en forma ordenada para fundación de cimentación o protección de taludes.

Estaca: Elemento de madera, metal u otro con punta en un extremo, que se hinca en el terreno para marcar un punto.

Estación total: Instrumentos topográfico que combina un teodolito electrónico y un medidor electrónico de distancias con su correspondiente microprocesador.

Elementos de protección personal: Es cualquier equipo o dispositivo destinado para ser utilizado o sujetado por el trabajador, para protegerlo de uno o varios riesgos y aumentar su seguridad o su salud en el trabajo.

Finos: Porción del agregado fino o suelo que pasa la malla N° 200 (0,074 mm).

Fraguado: Proceso de una mezcla de concreto o mortero para alcanzar progresivamente la resistencia de diseño.

Grava: Agregado grueso, obtenido mediante proceso natural o artificial de los materiales pétreos.

Infraestructura vial pública: Todo camino, arteria, calle o vía férrea, incluidas sus obras complementarias, de carácter rural o urbano de dominio y uso público.

Levantamiento topográfico: Conjunto de operaciones de medidas efectuadas en el terreno para obtener los elementos necesarios y elaborar su representación gráfica.

Mortero: Conglomerado o masa constituida por arena, conglomerante (bituminoso o cemento Pórtland), agua y puede contener aditivos.

Mortero asfáltico: Mezcla de agregados pétreos, agua, emulsión asfáltica, polvo mineral y eventualmente aditivos que se aplica sobre la superficie de una vía de acuerdo con las especificaciones.

Obra: Infraestructura vial ejecutada en un área de trabajo, teniendo como base un Expediente Técnico aprobado, empleando generalmente recursos: mano de obra, materiales y equipo.

Pavimento: Estructura construida sobre la subrasante de la vía, para resistir y distribuir los esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito. Por lo general está conformada por las siguientes capas: subbase, base y capa de rodadura.

Pavimento articulado: Capa de rodadura elaborada con bloques de concreto prefabricado llamado adoquín, constituido por una capa de arena fina apoyada sobre una capa de sub base granular.

Pavimento flexible: Constituido con materiales bituminosos como aglomerantes, agregados y de ser el caso aditivo.

Pavimento rígido: Constituido por cemento Pórtland como aglomerante, agregados y de ser el caso aditivos.

Pendiente de la carretera: Inclinación del eje de la carretera, en el sentido de avance.

Perfil longitudinal: Trazado del eje longitudinal de la carretera con indicación de cotas y distancias que determina las pendientes de la carretera.

Peralte: Inclinación transversal de la carretera en los tramos de curva, destinada a contrarrestar la fuerza centrífuga del vehículo.

Rasante: Nivel terminado de la superficie de rodadura. La línea de rasante se ubica en el eje de la vía.

Replanteo topográfico: Acción de trazar y/o controlar en el terreno un proyecto antes, durante y después de su ejecución y cuantas veces sea necesario.

Riego de liga: Aplicación delgada y uniforme de material asfáltico sobre una superficie existente de asfalto o de concreto hidráulico, con la finalidad de asegurar la adherencia entre la capa de rodadura existente y la de cobertura.

Sardinel: Encintado de concreto, piedra u otros materiales, que sirve para delimitar o confinar la calzada o la plataforma de la vía. También se utiliza en puentes para advertir al usuario y como defensa de la estructura contra los impactos que puede originar un vehículo.

Subbase: Capa que forma parte de la estructura de un pavimento que se encuentra inmediatamente por debajo de la capa de Base.

Subrasante: Superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte o relleno), sobre la cual se coloca la estructura del pavimento o afirmado.

Superficie de rodadura: Parte de la carretera destinada a la circulación de vehículos compuesta por uno o más carriles, no incluye la berma.

Resumen

Título: Práctica empresarial mejoramiento, mantenimiento y /o rehabilitación de la malla vial y rural en el municipio de Sogamoso*

Autor: Carlos Fabián Melo Aguilar**

Palabras Clave: Estructura, rehabilitación, mantenimiento, malla vial, pavimento, base granular, subbase granular, capa de rodadura.

Descripción:

A continuación, se describe el desarrollo de las actividades realizadas como Auxiliar de Ingeniería Civil en la Secretaria de Infraestructura del municipio de Sogamoso, en donde durante un periodo de cuatro meses se aportó un apoyo tanto a ingenieros residentes como a los inspectores de obra en la ejecución de cada uno de los frentes de obra asignados. Se llevó a cabo el control y supervisión técnica a los procesos constructivos de actividades como, la construcción de una nueva estructura vial desde la instalación de la red de tubería de alcantarillado y acueducto, pasando con el suministro, extendida y compactación de material seleccionado para base, subbase granular, capa de rodadura, ya sea en pavimento de concreto, pavimento asfáltico o pavimento de adoquines todo esto según el cronograma.

De igual modo, todos los frentes de obra dispuestos en los diferentes puntos del municipio se ejecutaron en concordancia con las leyes, políticas, normas y reglamentos, que rigen para el área de la Secretaria de Infraestructura, además de llevar a cabo el Plan de Desarrollo “Sogamoso Tarea de Todos” para los años comprendidos entre 2020-2023 y de esta manera cumplir con los propósitos trazados. Con la misión de encaminar al Municipio hacia el cumplimiento de los fines del Estado Colombiano, servir a la comunidad y en general maximizar el nivel de calidad de vida de los ciudadanos y ciudadanas de Sogamoso.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Alex Eduardo Alvarez Lugo. Ph.D Ingeniería Civil.

Abstract

Title: Business practice improvement, maintenance and / or rehabilitation of the road and rural network in the municipality of Sogamoso. *

Author(s): Carlos Fabián Melo Aguilar **

Key Words: Structure, rehabilitation, maintenance, road network, pavement, granular base, granular subbase, wearing course.

Description:

This document describes the development of the activities performed as Civil Engineering Assistant in the Secretary of Infrastructure of the municipality of Sogamoso. During a period of four months I provided support to both residents and site inspectors in the execution of each of the work fronts assigned. These works included the control and technical supervision of the construction processes of activities such as the construction of a new road structure from the installation of the sewage and aqueduct piping network, through the supply, spreading and compaction of selected material for granular base, granular subbase to its wearing course either for concrete pavement, asphalt pavement or block pavement; all this according to the works.

In the same way, all the work fronts arranged in the different points of the municipality were executed in accordance with the laws, policies, rules and regulations governing the area of the Secretary of Infrastructure, in addition to carrying out the Development Plan "Sogamoso Tarea de Todos" for the years between 2020-2023 and thus fulfill the purposes outlined. With the mission of leading the Municipality towards the fulfillment of the purposes of the Colombian State, serve the community and generally maximize the quality of life of the citizens of Sogamoso.

* Degree Work

**Faculty of Physical and Mechanical Engineering. School of Civil Engineering. Director: Alex Eduardo Alvarez Lugo. Ph.D. Civil Engineering.

Introducción

Para crecer como profesional y ampliar los conocimientos adquiridos en el periodo universitario, es necesario interactuar directamente con el entorno de la Ingeniería Civil. Por tal motivo, realizar la práctica empresarial forma al estudiante para el campo personal y profesional en todos los ámbitos relacionados con el campo laboral. De esta manera, la práctica empresarial se realizó en la Secretaría de Infraestructura del municipio de Sogamoso.

La Secretaria de Infraestructura del municipio se encarga de realizar el mejoramiento, mantenimiento y /o rehabilitación de la malla vial para el beneficio de la comunidad sogamoseña tanto para la zona rural como para la urbana. De esta manera, con el desarrollo de estas obras realizadas por la Secretaria, la administración municipal asegura la movilidad peatonal y vehicular en la ciudad. Así mismo, la Secretaria cuenta con la obligación de garantizar el estado óptimo de los espacios públicos para que permanezcan en las mejores condiciones físicas.

En apoyo a la secretaría de infraestructura del municipio de Sogamoso se realizaron principalmente actividades de mejoramiento, mantenimiento y/o rehabilitación de la malla vial urbana, además de los espacios públicos del municipio.

Entre los antecedentes principales que derivan al problema raíz, el cual es el deterioro de la malla vial del municipio de Sogamoso, están principalmente: la falta de una estructura vial definida, el poco o nulo mantenimiento que se le ha realizado a las diferentes vías, los malos drenajes por la carencia de adecuados medios para canalizar el agua que provoca mayor filtración al suelo reduciendo la vida útil de las estructuras de pavimento.

El proyecto que a continuación se describe, pretende dar solución a la problemática de ¿cómo el mejoramiento, mantenimiento y/o rehabilitación de la malla vial del municipio permite

el beneficio de la comunidad?, por lo cual se requiere el apoyo del equipo de trabajo de la Secretaria de Infraestructura del municipio.

Derivado de este deterioro de las vías del municipio se presentan muchos inconvenientes como la dificultad de desplazamiento por la zona, un transporte regional del comercio deficiente, como también, el difícil acceso a los lugares primordiales como hospitales, instituciones educativas, centros deportivos, alcaldía e iglesias, entre otros. De la misma manera, se presentan vehículos afectados, ya que al circular por estas vías en mal estado producen un aumento de emisiones de gases, los cuales son dañinos tanto al medio ambiente como para la salud de las personas, además, de aumentar el consumo de gasolina en estos vehículos. Por otro lado, se presenta inseguridad en la zona, ya que los vehículos deben transitar lentamente o en su defecto se le presentan fallas mecánicas producidas por el estado de la vía generando focos de vandalismo en diferentes puntos del municipio.

Además, se resaltar que, al conducir sobre estas vías en mal estado, se presenta una mayor probabilidad de cometer errores al volante provocando accidentes. Es por ello, que es necesario darles solución a estas problemáticas y así contribuir a un mejor mantenimiento de la malla vial del municipio y así lograr la protección de la vida de la comunidad mediante el mejoramiento, mantenimiento y/o rehabilitación de dichas vías.

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Desarrollar las funciones en el apoyo como auxiliar de ingeniería civil a la Secretaria de Infraestructura de Sogamoso en el mejoramiento, mantenimiento y/o rehabilitación de la malla vial urbana y rural del municipio de Sogamoso.

1.2 Objetivos Específicos

Participar activamente en la ejecución de actividades relacionadas al campo de la Ingeniería Civil para generar un complemento a los conocimientos teóricos adquiridos en el pregrado, proponiendo soluciones a las necesidades planteadas.

Aportar una colaboración técnica a los superiores o profesionales en cuanto actividades fuera de mi área.

Llevar a cabo el plan de trabajo dentro de los tiempos estimados para el mismo.

2. Características principales del territorio

El Departamento de Boyacá cuenta con una longitud vial de 9.348 kilómetros de vías categorizadas en primarias, secundarias, y terciarias, a lo largo de los 123 municipios que conforman la extensión del territorio. Es por ello, que es necesario resaltar que el Departamento de Boyacá es el séptimo en extensión, noveno en número de habitantes y segundo en número de municipios con respecto a los demás departamentos de la región Andina en el territorio nacional.

Figura 1.

Ubicación del departamento de Boyacá



Nota. En la figura 1 se presenta la ubicación del departamento de Boyacá en el país y donde también se indica el municipio de Sogamoso. Fuente: Cartografía Sogamoso Boyacá <https://senacentrogestiontunja.blogspot.com/p/nosotros.html>

Debido a la importancia del departamento para el territorio colombiano, la alcaldía de Sogamoso lleva a cabo el Plan de Desarrollo “Sogamoso Tarea de Todos” para los años comprendidos entre 2020-2023 y de esta manera cumplir con los propósitos trazados. Con la misión de encaminar al Municipio hacia el cumplimiento de los fines del Estado Colombiano, servir a la comunidad y en general maximizar el nivel de calidad de vida de los ciudadanos y ciudadanas de Sogamoso.

Figura 2.

Símbolos Patrios de Sogamoso



Nota. El gráfico corresponde a los símbolos patrios del municipio de Sogamoso. Fuente *Plan de Desarrollo, 2020-2023*

2.1 Características físicas del municipio

El Municipio de Sogamoso se encuentra localizado en la provincia de Sugamuxi, constituido como entidad territorial integrante del Departamento de Boyacá. Se encuentra ubicado en el centro oriente del país a una latitud de 5° 42' 57" Norte, y a una longitud de 72° 55' 38" Oeste.

Figura 3.

Provincia de Sugamuxi



Además de estar localizado en la cordillera oriental, forma parte de la denominada cuenca de Santa Fe de Bogotá, con rocas sedimentarias cuyas edades oscilan entre el Cretáceo y Cuaternario reciente. En el área de Sogamoso se encuentran las siguientes formaciones geológicas: “Formación Ermitaño, Formación Guaduas, Formación Socha-inferior, Formación

Socha-Superior, Formación Picacho, Formación Concentración y depósitos cuaternarios. El rasgo tectónico principal del área es la Falla de Soapaga, que, aunque no aflora en el área del proyecto si tuvo influencia en la misma por pasar muy cerca. Paralela a esta gran distribución regional corren otras fallas de tipo regional como las Fallas de Gámeza, Tópaga y Monguí, las cuales cortan bruscamente el área hacia el oriente de la misma manifestándose por la creación de truncamientos de los escarpes principalmente de las Formaciones arenosas”. (Municipio de Sogamoso, 2000).

El municipio de Sogamoso, se localiza cerca al límite entre las zonas de amenaza sísmica alta e intermedia (Estudio de Amenaza Sísmica, Ingeominas,1995); según el Mapa de riesgo sísmico del Instituto Geofísico de los Andes (1977) en la zona puede ocurrir un sismo de intensidad Mercalli mayor de 7 ¼ cada siglo (poco daño a edificios bien diseñados, daño leve a moderado para edificaciones regulares de buena construcción, considerable daño a edificaciones mal diseñadas o construidas, rotura de chimeneas. Perceptible para personas que se encuentren conduciendo vehículos a motor (Municipio de Sogamoso, 2000).

Tabla 1.

Datos Generales del municipio de Sogamoso

EXTENSION	208,54 Km²
Suelo urbano	1.843,87 Has - 8,83 % del territorio municipal
Suelo rural	19028,94 Hectáreas - 91,17% del territorio municipal
Altitud	Entre los 2.500 msnm y los 4.000 msnm
Cuencas de primer orden	Magdalena y Orinoco
Cuencas de segundo orden	Chicamocha y Cusiana
Identificación provincial	Sugamusxi - 13 Municipios
Barrios	67, el 40% (27) conformados mediante Acuerdo Municipal
Veredas	17 veredas con 59 sectores
Centros poblados	Morcá, Milagro y Playita, El Crucero
Caseros	Según el DIVIPOLA DANE ubica cinco centros poblados (Mortiñal, Vanegas, Siatame, El Crucero, Alcaparral y , Milagro y Playita)
Distancia a Bogotá	228 kmts

Nota. Esta tabla muestra los datos generales del municipio de Sogamoso

EXTENSION	208,54 Km²
Distancia a Tunja	75 kmts.

Distancia Yopal	146 kmts.
Límites municipales	Norte: Nobsa y Tópaga Oriente: Tópaga, Monguí y Aquitania Sur: Aquitania, Cuítiva e Iza
Año de declaratoria como villa republicana	6 de Septiembre 1810
Categoría del municipio	2
Porcentaje de Km2 con respecto al área del departamento	0.9%

Nota. Esta tabla muestra los datos generales del municipio de Sogamoso

Tabla 2.

Distribución Territorial del municipio de Sogamoso urbano - rural

Suelo	Área en Ha	% de área	Clasificación del suelo	Área en Ha	% de área
Rural	19.028,59	91,17%	Protección rural	11076,2	53,07%
			Rural resto	7.510,50	35,98%
			Suburbano	442,2	2,12%
Urbano	1.843,96	8,83%	Urbano resto	1.758,40	8,42%
			Protección Urbana	85,5	0,41%
Total	20.872,82	100%	Total General	20.872,82	100%

Nota. Esta tabla muestra la distribución territorial del municipio de Sogamoso tanto urbano como

rural. Fuente Acuerdo 029 de 2016 POT Sogamoso

3. Secretaria de Infraestructura

3.1 Misión

Formular y ejecutar los planes, programas y proyectos de desarrollo vial, equipamiento e infraestructura social, de conformidad con el plan de desarrollo y el plan de ordenamiento territorial.

3.2 Funciones

1. Definir los programas de desarrollo urbano integral de mediano y largo plazo del Municipio de Sogamoso, en coordinación de la Oficina Asesora de Planeación, teniendo en cuenta las políticas definidas en el Plan de Ordenamiento territorial y el Plan de Desarrollo

Municipal; para lo cual deberá tener en cuenta presupuesto para su financiamiento, el desarrollo sostenible y la satisfacción de la comunidad.

2. Articular en coordinación con las demás dependencias, las acciones municipales para el desarrollo urbano integral del Municipio, contribuyendo a la renovación y construcción del espacio urbano y los equipamientos públicos, con la participación del sector privado y las organizaciones sociales, con el fin de consolidar una ciudad ordenada, sostenible y próspera.

3. Realizar los diseños, estudios y pliegos de condiciones técnicas y económicas para la ejecución de las obras de desarrollo urbano integral, para aprobación de entidades de orden departamental, nacional e internacional, en coordinación con las dependencias del municipio involucradas.

4. Realizar el diseño, mejoramiento y construcción de la infraestructura física vial y de movilidad.

5. Elaborar y ejecutar los proyectos de desarrollo urbano integral, definidos en el Plan de Ordenamiento Territorial y el Plan de Desarrollo Municipal.

6. Planear e identificar la necesidad de adquisición de los inmuebles que requiera para el cumplimiento de los planes, programas o proyectos de desarrollo urbano y rural; así como remitir la información necesaria a la Oficina Asesora Jurídica para su adquisición, mediante la enajenación voluntaria o los mecanismos legales de expropiación judicial o administrativa.

7. Promover y ejecutar proyectos de acueductos rurales en coordinación con la Secretaria de Gobierno y la Oficina de Gestión de Riesgos y Ambiente, brindando asesoría técnica para su diseño, construcción y operación.

8. Dirigir, coordinar y controlar la ejecución de las obras de construcción, mantenimiento y adecuación de la infraestructura municipal que se ejecute directamente, a través de convenios, delegación o por contratación.

9. Realizar la supervisión de convenios, contratos de obra y/o interventoría, relacionados con los proyectos de la dependencia, según la normatividad vigente y aplicable.

4. Alcance – Resultados esperados

El presente proyecto tiene como fin principal resolver las problemáticas detectadas sin vacilar en metas fuera de los objetivos propuestos. Esto en cuanto al deterioro de la malla vial urbana y rural como también de los espacios públicos del municipio de Sogamoso; ya que tiene una gran incidencia en la comunidad para tener un transporte cómodo, seguro y económico. Esto, a partir de las diferentes intervenciones de la Secretaria de Infraestructura, ejecutándose con recursos del Municipio de Sogamoso.

Es de vital importancia como auxiliar de ingeniería civil en apoyo a la secretaria de infraestructura de Sogamoso unificar procesos y actividades para que este proyecto tenga una estructura más sólida y un mayor cumplimiento en el cronograma de actividades en la cual el éxito de estos esté asegurado. Asimismo, se quiere profundizar y complementar los conocimientos adquiridos, bajo el acompañamiento de los diferentes profesionales que hacen parte de una obra de construcción, en este caso del mejoramiento, mantenimiento y/o rehabilitación de la malla vial del municipio de Sogamoso.

Para el cumplimiento de las actividades a realizar es necesario contar con maquinaria como: retro-cargador, motoniveladora, vibro-compactador, doble-troques, hormigonera de concreto, mini-cargador, canguro y soplador. De la misma manera, dentro del personal a utilizar

es necesario contar con: ingeniero director de obra, ingeniero residente, inspector de obra, inspector SISO, topógrafos, maestros oficiales, operadores de maquinaria, ayudantes de obra, y auxiliar de ingeniería civil en práctica.

Según la definición en el cronograma, el proyecto se realizará en un plazo total de 17 semanas, en donde las actividades de mejoramiento, mantenimiento y/o rehabilitación de la malla vial del municipio iniciarán en el mes de junio de 2022.

5. Marco Teórico

El presente capítulo brinda las definiciones fundamentales para el adecuado entendimiento de los antecedentes y la situación actual para el desarrollo del proyecto “Mejoramiento, mantenimiento y /o rehabilitación de la malla vial y rural en el municipio de Sogamoso”.

5.1 Pavimento

El pavimento se define como la estructura multicapas que está diseñada para soportar cierta repetición de carga generada por el tránsito de vehículos y personas (Caro, 2015). Esta estructura también se ve afectada por factores externos tales como el clima y condiciones geotécnicas específicas del terreno, los cuales deben ser tenidos en cuenta durante el proceso de diseño. Los pavimentos se dividen en dos grupos principalmente, a partir de los cuales se escoge la estructura a utilizar: Rígidos y flexibles. La diferencia entre ambos tipos de pavimento es el tipo de revestimiento utilizado y la distribución de la carga transmitida.

El pavimento rígido tiene una mejor respuesta ante la aplicación de cargas altas por lo que es utilizado generalmente en vías destinadas para el tránsito de vehículos de carga pesada (mayor a 3.5 toneladas). Aunque sería ideal utilizar pavimento a base de concreto hidráulico en

todas las vías, para incrementar su vida útil, restricciones de presupuesto impiden que esto sea posible. La vida útil de un pavimento flexible se estima en 20 años, mientras que la de un pavimento rígido se estima en 40 años (Caro, 2015). Sin embargo, en Colombia algunos factores hacen que la vida útil para la cual es diseñada el pavimento se reduzca. Debido a lo anterior se presentan distintos tipos de fallas en el pavimento que son clasificadas y estudiadas a partir del tipo y de las posibles causas por las que se generan. De igual manera, las fallas pueden presentarse en diferentes partes de la estructura del pavimento:

1. En la carpeta: Debido a agentes climatológicos y a la falta de resistencia ante la repetición de cargas.
2. En la base y sub-base: Por inestabilidad de estas capas.
3. Subrasante: En caso de que haya madrigueras de animales.

Las fallas presentes, disminuyen el índice nivel de servicio de las vías. Por lo tanto, el estado de las vías depende de factores como las ondulaciones longitudinales, deformaciones transversales, textura de la carpeta de rodadura y el porcentaje de baches y áreas reparadas.

5.1.1 Pavimentos Rígidos

Este tipo de pavimentos están formados por una losa cuyo material corresponde a cemento Portland por lo que son susceptibles a la fatiga. Esta losa puede ser fundida sobre algún tipo de base o directamente sobre la subrasante. Dicha losa permite que los esfuerzos se transmitan al suelo en menor magnitud, ya que recibe directamente las cargas que ejercen los vehículos sobre el pavimento (Centeno, 2010). Se puede decir que su resistencia a la flexión es alta.

Figura 4.*Estructura de pavimentos rígidos*

Nota. El gráfico representa la estructura de un pavimento rígido (concreto)

5.1.1.1 Daños en pavimentos rígidos. Al analizar un tramo de vía, su estado se clasifica a partir de la cantidad de fallas presentes y la severidad de las mismas (Consejo de Directores de Carreteras de Iberia e Iberoamérica, 2002). A continuación, serán descritas brevemente las fallas más frecuentes en los pavimentos rígidos:

5.1.1.1.1 Erosión (bombeo) del material de soporte de la losa. Expulsión de la fracción fina del material de soporte de la losa (e.g., base granular) a través de juntas, bordes y grietas, debido a la acción repetida de cargas vehiculares pesadas sobre materiales de apoyo de los erodables (e.g., base granular) saturados.

Figura 5.*Agrietamiento de losas*



Nota. El gráfico representa el agrietamiento de losas de concreto hidráulico, debido a la pérdida de soporte de las losas por bombeo.

Figura 6.

Escalonamiento de losas



Nota. El gráfico representa el escalamiento de losas de concreto hidráulico debido a la pérdida de soporte de las losas

5.1.1.1.2 Fatiga del concreto hidráulico (CH). Proceso de deterioro progresivo del concreto hidráulico sometido a carga repetida, que se manifiesta en reducción de rigidez y fisuración progresiva del material hasta su fractura.

Figura 7.

Agrietamiento por fatiga en losas



Nota. El gráfico representa el agrietamiento por fatiga en losas de concreto hidráulico

5.1.2 Pavimentos flexibles

Se clasifican como pavimentos flexibles los que, a partir de las cargas que transmiten los vehículos que transitan sobre él, se deflecan o se flexionan (Canal Construcción, 2012). Para los pavimentos flexibles se utiliza cemento asfáltico para la capa de rodadura, por lo que también son denominados pavimentos asfálticos y la carga actúa de forma puntual. La construcción se realiza de forma descendente dependiendo de la capacidad de carga. Cada capa del pavimento tiene una función específica que contribuye al funcionamiento eficiente del pavimento, distribuyendo las cargas de forma adecuada y con la resistencia suficiente para evitar que se generen deformaciones permanentes en la estructura. Cuando determinada capa se ve superada por la carga recibida, traslada el excedente a la capa inferior (Canal Construcción, 2012). La estructura de un pavimento flexible está compuesta por:

- **Subrasante:** Corresponde al suelo natural del terreno que va a ser pavimentado. Dependiendo del tipo de suelo, cuando es de buena calidad puede utilizarse para disminuir el espesor de la base, de lo contrario puede ser estabilizado. Se busca que proteja de material fino que genere cambios en el volumen y afecte a las capas que reposan encima.

- Base: Reposa sobre la subrasante y tiene como función principal brindar la resistencia requerida para soportar las tensiones generadas por los vehículos. Debido a que la calidad de la subrasante puede no ser tan buena, la base debe estar en la capacidad de disipar la carga que le transmite. Los materiales utilizados para la base deben cumplir con ciertos requisitos, en este caso impuestos por el INVÍAS y el IDU.
- Sub-base granular: Se define como la capa granular que está entre la base y la subrasante, en pavimentos flexibles. Está compuesto por gravas, arenas y limos. (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., s.f.)
- Carpeta asfáltica (Pavimentos flexibles): Su función es proporcionar una superficie de rodamiento adecuada para el tránsito eficiente y cómodo de los vehículos (Universidad de Sonora). De igual forma, el asfalto impide la filtración de agua evitando el deterioro de capas inferiores.

Figura 8.

Estructura de Pavimentos Flexibles



Nota. El gráfico representa la estructura de un pavimento flexible (asfalto)

5.1.2.1. Daños en pavimentos flexibles. En los pavimentos flexibles se pueden presentar fallas clasificadas en: fisuras, deformaciones, pérdida de capas estructurales, daños superficiales y

otros (INVÍAS, 2006). Factores como el clima, condiciones geotécnicas, entre otros. Hacen que el pavimento se deteriore y se generen dichas fallas. A continuación, se describirán los daños más frecuentes en los pavimentos flexibles y los criterios para determinar la severidad de los mismos.

5.1.2.1.1 Fisuras longitudinales y transversales. Discontinuidades en la capa de rodadura, en la misma dirección o transversales al tráfico. Pueden estar relacionadas con fatiga en alguna parte de la estructura.

Figura 9.

Fisura transversal



Nota. El gráfico representa la falla correspondiente a una fisura transversal

5.1.2.1.2 Fisuras en juntas de construcción. Fisuras longitudinales o transversales generadas por mala ejecución de las juntas de la rodadura. Generalmente se presentan en el eje de la vía.

Figura 10.

Fisura por junta de construcción



Nota. El gráfico representa la falla correspondiente a una fisura por juntas de construcción

5.1.2.1.3 Fisuras por reflexión de juntas o grietas en placas de concreto. Se generan cuando se sobrepone una capa de concreto asfáltico sobre una capa de concreto hidráulico. Se presentan como la proyección de las juntas de las losas

Figura 11.

Fisura por reflexión de juntas



Nota. El gráfico representa la falla correspondiente a una fisura por reflexión de juntas.

5.1.2.1.4 Piel de cocodrilo. Fisuras interconectadas con patrones irregulares. Las fisuras se generan bajo la capa asfáltica por el efecto de cargas, y posteriormente se propagan a la superficie.

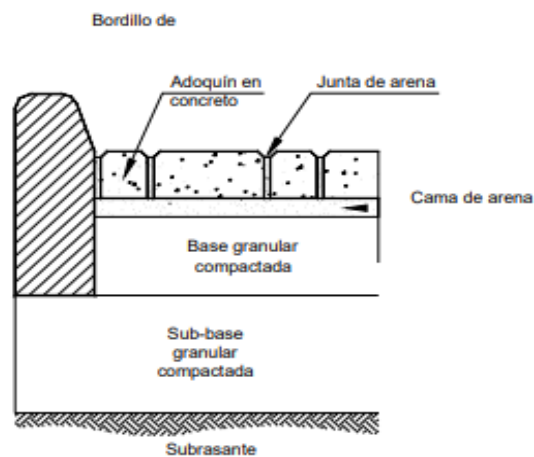
Figura 12.

Fisura piel de cocodrilo

Nota. El gráfico representa la falla correspondiente a piel de cocodrilo.

5.1.3 Pavimentos articulados

Un pavimento articulado está compuesto por una capa de rodadura de adoquines de concreto; la capa de base granular y la de subbase granular cuando la anterior exista y opcionalmente una capa de mejoramiento de la subrasante. Es importante que se tenga unas restricciones laterales de confinamiento adecuadas.

Figura 13.*Estructura típica pavimentos articulados*

Nota. El gráfico representa la estructura de un pavimento articulado.

5.1.3.1 Partes de un pavimento articulado.

5.1.3.1.1 Adoquines. Son elementos macizos, prefabricados, de espesor uniforme e iguales entre sí, con forma de prisma recto tal que, al colocarlos sobre una superficie, encajen unos con otros de manera que solamente queden juntas entre ellos.

5.1.3.1.2 Sello de arena. Está constituido por arena fina que se colca para llenar las juntas entre los adoquines. Sirve como sello de las misma y garantiza el buen comportamiento a flexión y la capacidad portante de la superficie del pavimento.

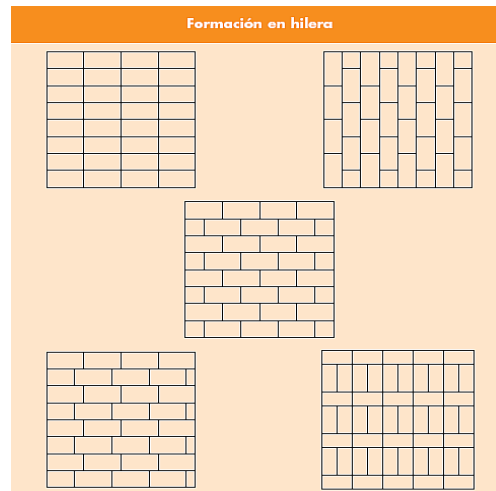
5.1.3.1.3 Capa de arena. Capa de arena gruesa y limpia de poco espesor sobre la cual se colocan los adoquines. Está compuesta por partículas resistentes a la degradación, con una granulometría uniforme que facilita su colocación, la infiltración y el flujo libre de agua.

5.1.3.2 Mecanismo de falla. Los pavimentos de adoquines pueden presentar fallas asociadas a deficiencias en el diseño, en la calidad de materiales y en las practicas constructivas. El manual de diagnóstico de fallas y mantenimiento de vías reconoce seis fallas típicas de este tipo de pavimentos, describe la metodología de inspección y evaluación, sus posibles casusas y factores que afectan su desarrollo y posibles actividades de mantenimiento.

5.1.3.3 Ejemplos de Tipos de Aparejo con Adoquín. A continuación, se muestran algunos tipos comunes.

Figura 14.

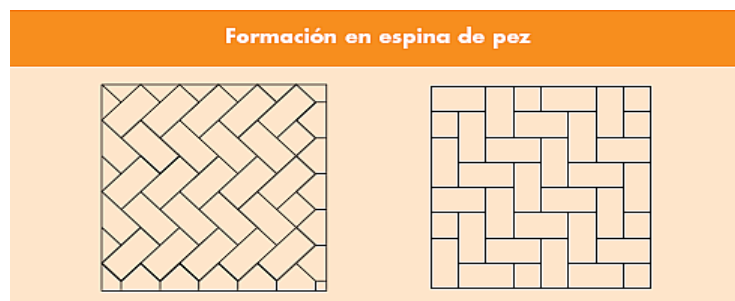
Adoquinado en formación en hilera



Nota. El gráfico representa las diferentes disposiciones del adoquinado por formación en hilera.

Figura 15.

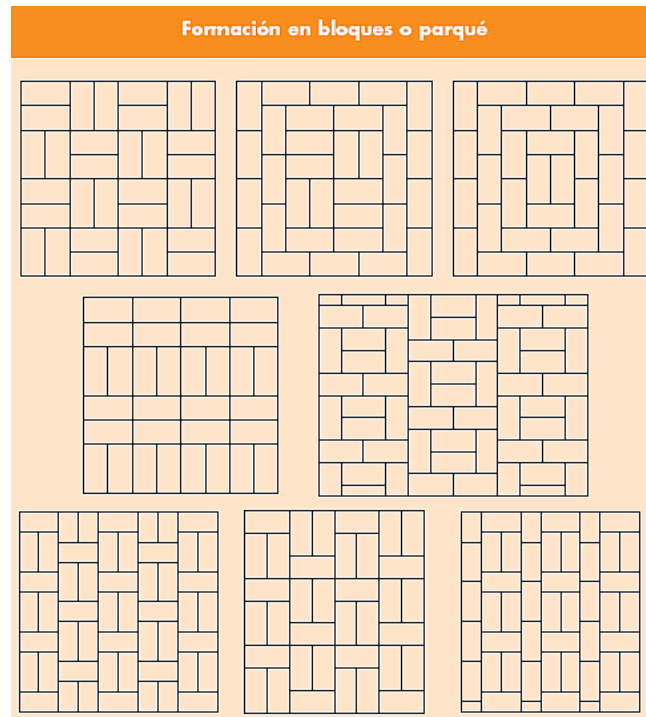
Adoquinado en espina de pescado



Nota. El gráfico representa el adoquinado en forma de espina de pescado.

Figura 16.

Adoquinado en formación en bloques



Nota. El gráfico representa el tipo de adoquinado por formación en bloques

5.2 Situación actual

Infraestructura vial: se cuenta con una malla vial urbana de 271.8 km, 153.77 km en buen estado, 50.50 km en estado regular y 67.50 km en mal estado; 336.57 km de vías rurales, donde 116.92 km están en buen estado, 108.13 en estado regular y 111.53 km en mal estado.

Se carece de un catastro de espacio público actualizado, están identificados como espacio público 3 parques principales, 23 parques, 4 plazoletas, 15 espacios deportivos, el déficit del espacio público por habitantes es muy grande. Se dispone de 2,25 Km, de cicloruta el cual se encuentra en buen estado. Movilidad vial: La disposición de agentes de tránsito por parte de INTRASAGO es insuficiente, presentándose dificultad en la movilidad debido a la falta de cultura ciudadana y el incremento de población, esto no permite desarrollar de manera adecuada las acciones de prevención y disminución de los índices de accidentalidad.

En el último año ha disminuido la accidentalidad vial, pasando de 255 casos en 2016 a 219 en 2019. Equipamientos municipales: El Municipio de Sogamoso, dispone de dos equipamientos en funcionamiento que cumplen los requerimientos de accesibilidad (Centro de Eventos Deportivos y Culturales y Centro Urbano de Recreación Infantil), y en construcción se encuentra el aeropuerto Alberto Lleras Camargo. Es necesario caracterizar los equipamientos existentes, evaluar su estado de cumplimiento a las normas de sismo resistencia y adecuarlos para que sean funcionales y sostenibles. El Municipio de Sogamoso cuenta con 11.125 luminarias distribuidas en su casco urbano y rural no todas cuentan tecnología LED, siendo indispensable su adaptación.

El sistema de alumbrado público del Municipio de Sogamoso, tiene cobertura del 97% en el casco urbano, actualmente no se cuenta con un censo de alumbrado en el sector rural, por lo que no se cuenta con indicadores de cobertura en este sector.

Vivienda de interés social: El déficit de vivienda en el área urbana es de 7% equivalente a 2.366 viviendas y en el área rural de 12%, que equivale a 616 familias sin vivienda. En Referencia al déficit cualitativo de vivienda se toman datos del censo 2005, pues el censo 2018 aún no arroja proyecciones relacionadas con esta temática, el cual equivale al 10,97%, existen aproximadamente 15 viviendas ubicadas en zona de alto riesgo.

6. Metodología

El proceso de formulación del plan proyecto mejoramiento, mantenimiento y/o rehabilitación de la malla vial urbana y rural en el municipio de Sogamoso tiene como base principal el Plan de Desarrollo ‘Sogamoso, Tarea de todos’ 2020 - 2023, que asume la metodología planteada por el Departamento Nacional de Planeación a través del Kit Territorial,

bajo la orientación de las guías para la construcción del plan, tomando para el diagnóstico los cinco pasos sugeridos. “Éstos son: análisis y cierre de brechas, análisis de situaciones positivas y negativas, identificación de problemas, análisis causa efecto de los problemas, priorización de situaciones problemáticas, aportes del proceso participativo y síntesis de la situación actual del territorio.” (POT. 2020-2023)

Para la intervención de la malla vial del municipio de Sogamoso, se realiza una inspección para determinar la magnitud de daños que esta contenga y de acuerdo a ello se procede a establecer el personal que estaría al frente de la reparación. Por lo general, en cada una de las obras a cargo de la Secretaria de Infraestructura estará a cargo un ingeniero residente, un inspector de obras, un inspector SISO, oficiales de obra, ayudantes de obra, maquinaria y sus operadores. Todo esto, con el fin de cubrir la reparación con una duración mínima en condiciones climáticas buenas.

Por otro lado, en cuanto al apoyo como auxiliar de Ingeniería Civil se brindará un acompañamiento al ingeniero residente de cada frente de trabajo, en donde en primera instancia se debe verificar que el personal reciba y utilice los elementos de protección personal (EPP) entregados por los SISO de obra, quienes son los encargados de la seguridad y salud en el trabajo, y de esta manera evitar accidentes. Posteriormente, se debe comprobar que el inspector SISO realice la respectiva señalización del área de trabajo con vallas, maletines, colombinas y cinta de seguridad y luego realizar un cierre temporal de la vía en donde el SISO prosigue a efectuar charlas de seguridad a los trabajadores.

En ese mismo orden de ideas, el ingeniero residente informa al auxiliar de ingeniería civil las actividades que se desarrollarán en el día, las oportunas precauciones a tener en los procesos

constructivos y de estar pendiente de recibir los materiales de construcción en las mejores condiciones.

7. Descripción de actividades desarrolladas

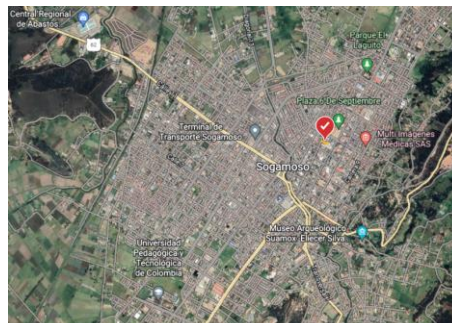
Las actividades desarrolladas durante la práctica empresarial como auxiliar de ingeniería civil comprendieron dos diferentes frentes de trabajo relacionados al mejoramiento y/o rehabilitación de la malla vial urbana del municipio. A continuación, se evidenciará el proceso constructivo en los frentes de obra ejecutados. Estos son: rehabilitación y construcción de una nueva estructura vial del tramo de vía sector centro y rehabilitación del tramo de vía sector Candelaria Norte.

7.1 Rehabilitación y construcción de una nueva estructura vial del tramo de vía sector Centro

7.1.1 Localización

El tramo de vía a intervenir de la zona urbana del municipio de Sogamoso, se encuentra localizado en el centro del municipio en la Calle 14a con Carrera 12, a pocos metros de la alcaldía municipal y de una de las plazas más importantes del municipio, “Plaza 6 De Septiembre”.

Figura 17. *Ubicación general del tramo*



Nota. El gráfico representa la ubicación general del tramo a intervenir con un marcador color rojo Fuente *Google Earth, 2022*

Figura 18. Localización específica del tramo de vía



Nota. El gráfico representa la localización específica del tramo de vía a intervenir. Fuente *Google Earth, 2022*

7.1.2 Problemática

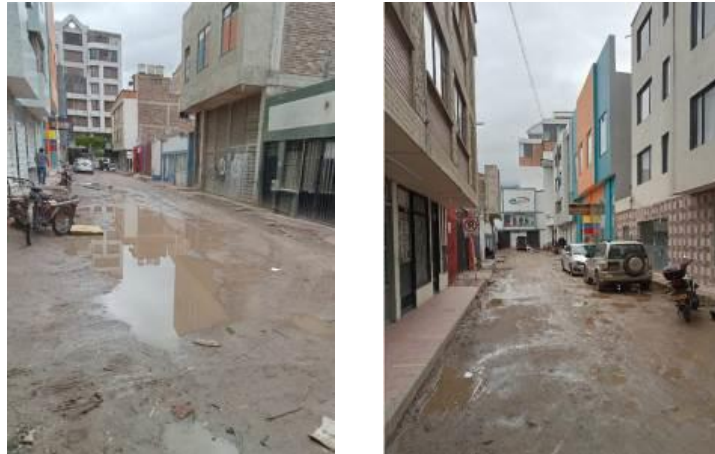
El tramo de vía a intervenir presenta un nivel alto de severidad, ya que al ser una estructura de pavimento flexible muestra pérdidas grandes de sus capas estructurales, además, el sistema de drenaje longitudinal es muy pobre, pues no se contemplan cunetas o canales que logren recoger el caudal que discurre por la vía para luego ser canalizado y entregado aguas arriba o aguas abajo a una alcantarilla en una zona preparada para resistir el paso del agua.

Por otro lado, se evidencia un difícil tránsito de peatones y de vehículos, ya que sus andenes están en mal estado provocando que el peatón se desplace por la vía y de la misma manera, no existe la señalización vial adecuada que impida el estacionamiento de vehículos en ambos costados.

Es por ello, que se ve la necesidad de una nueva estructura vial que solucione esta problemática mediante la gestión oportuna de la Secretaria de Infraestructura. En la figura 6 se observa el estado inicial del tramo de vía a intervenir.

Figura 19.

Tramo a intervenir



Nota. El gráfico representa el estado inicial del tramo de vía a intervenir. Fuente: propia

7.1.3 Construcción tramo de vía

La ejecución de este tramo de vía tuvo aportes importantes por parte de la comunidad, en cuanto al suministro de materiales. El “Ing. Orlando González, ACL inversiones Construcciones S.A.S y El Pintor”. Estos realizaron la donación de, 5 toneladas de cemento, 19.800 adoquines, 4 postes con sus canastillas, 4 luminarias para los postes y 21 bolardos.

De este modo, se da inicio a la intervención del tramo de vía, desarrollando las actividades correspondientes a la nueva estructura vial del tramo comprendido desde el Ko+00 hasta Ko+60 (60 metros lineales).

En ese mismo orden de ideas, con la oportuna participación de la compañía de servicios públicos de Sogamoso S.A. E.S.P. (Coservicios), se realizó el remplazo de las acometidas domiciliarias de agua potable y el cambio de la red de alcantarillado.

A continuación, se presentan las actividades ejecutadas durante la intervención de esta nueva estructura vial.

7.1.3.1 Demolición andenes existentes. Esta actividad consistió en demoler los andenes existentes para desarrollar el nuevo diseño de la vía.

Figura 20.

Demolición andes existentes



Nota. El gráfico representa la demolición de los andenes existentes. Fuente: propia

7.1.3.2 Retiro de escombros. Se realiza el respectivo retiro de escombros para limpiar la zona en ejecución y de esta manera tener un trabajo óptimo.

Figura 21.

Retiro de escombros



Nota. El gráfico representa el retiro de escombros provenientes de la demolición de andes existentes. Fuente: propia

7.1.3.3 Mejoramiento de la subrasante. En esta actividad se realizó el mejoramiento de la subrasante donde se aumenta la capacidad portante del suelo y de esta manera se tiene listo el terreno para la instalación de la subbase granular.

7.1.3.4 Instalación de subbase granular. En esta actividad se procede a extender el material de subbase granular sobre la superficie de la subrasante, para luego extenderlo con ayuda del mini-cargador. Todo esto de acuerdo a un espesor uniforme de manera que al compactarlo quede al nivel indicado según las verificaciones del profesional de topografía.

Figura 22. *Extensión de la subbase granular con mini-cargador*



Nota. El gráfico representa el extendido de la subbase granular. Fuente: propia

7.1.3.5 Instalación de base granular. En esta actividad se extiende la base granular usando motoniveladora y verificando espesores con el profesional de topografía, se humedece o airea el material para obtener la humedad óptima, para posterior compactación. Y, por último, se verifican densidades.

Figura 23.

Extendido de base con motoniveladora



Nota. El gráfico representa el extendido de la base granular. Fuente: propia

7.1.3.6 Limpieza y nivelación de cajas eléctricas. La ejecución de esta actividad se realizó con el apoyo de la Compañía de Servicio Públicos de Sogamoso S.A. E.S.P. (Coservicios), la limpieza de cajas eléctricas. Además, se realizó la nivelación de las respectivas tapas de las cajas.

Figura 24.

Limpieza de cajas eléctricas y de inspección



Nota. El gráfico representa la limpieza de las cajas eléctricas y de inspección. Fuente: propia

7.1.3.7 Instalación de sardineles, canaleta de confinamiento y losetas guías. Se prosigue con la instalación de prefabricados como sardineles, canaleta para posterior confinamiento de adoquines. De la misma manera, se instala loseta guía para espacio público.

Figura 25.

Instalación de sardineles, canaleta y guías.





Nota. El gráfico representa la instalación de sardineles, canaleta y guías. Fuente: propia

7.1.3.8 Instalación de adoquín, bolardos, señalización vial y limpieza. Finalmente, se prepara el terreno con agregado fino, ver figura 27, para posterior instalación de adoquín de tipo cuarterón en arcilla, dispuesto mediante la formación de hileras. Este tipo de adoquín presenta excelentes características de impermeabilidad, durabilidad y resistencia.

También se realizó la instalación de bolardos con el fin de evitar el estacionamiento de vehículos sobre la vía y en último lugar se realizó la respectiva limpieza de la obra para posterior entrega por parte de la alcaldía de Sogamoso a la comunidad.

Figura 26. *Instalación de agregado fino y adoquín*



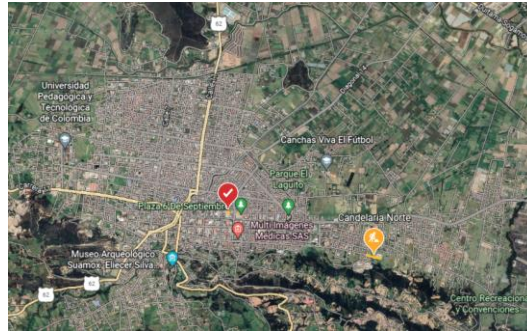


Nota. El gráfico representa la instalación de agregado fino y adoquín. Fuente: propia

7.2 Rehabilitación del tramo de vía Sector Candelaria Norte

7.2.1 Localización

El tramo de vía a intervenir de la zona urbana del municipio de Sogamoso, se encuentra localizado entre la Calle 31 con Cr 9 en el sector Candelaria Norte, comprendido del Ko + 00 hasta Ko +170. (170 metros lineales). En la Figura 28 se presenta la localización específica del tramo de vía a intervenir.

Figura 27. *Ubicación general del tramo*

Nota. El gráfico representa la ubicación general del tramo a intervenir con un marcador color amarillo. Fuente *Google Earth, 2022*

Figura 28. *Localización específica del tramo de vía*

Nota. El gráfico representa la ubicación local del tramo de vía a intervenir. Fuente *Google Earth, 2022.*

7.2.2 Problemática

En la visita preliminar al tramo de vía a intervenir se evidenció un nivel de severidad medio, ya que es un tramo de vía en material arcilloso, es decir no hay una estructura vial definida. La cual se ha deteriorado cada vez más por las fuertes lluvias que se han presentado en los últimos tiempos ocasionando la erosión del suelo, formando baches, razón por la cual no solo

se ven afectados los residentes del conjunto Candelaria Norte, sino también los sogamoseños que deben transitar por aquel tramo y desarrollar sus actividades cotidianas.

Razón por la cual, la comunidad del conjunto residencial Candelaria Norte solicitó a la alcaldía municipal de Sogamoso la intervención oportuna de este tramo de vía. De esta manera, junto con el equipo de trabajo de la Secretaria de Infraestructura del municipio, se realizó el mejoramiento de la misma.

7.2.3 Construcción tramo de vía

Para dar comienzo a la intervención de este tramo de vía sector Candelaria Norte, previamente la compañía de servicios públicos de Sogamoso S.A. E.S.P (Coservicios) realizó la respectiva instalación de la red de tubería y acueducto.

Figura 29. Tramo de vía a intervenir



Nota. El gráfico representa el tramo de vía a intervenir. Fuente: Propia

A continuación, se presentan las actividades ejecutadas durante la intervención del tramo donde se construye una nueva estructura vial.

7.2.3.1 Mejoramiento de la subrasante. Se realizó el mejoramiento de la subrasante mediante el uso de materiales como escoria, aumentando la capacidad portante del suelo y de

acuerdo, a los diseños estructurales de la vía se tuvo preparado el terreno para la instalación de la subbase granular.

Figura 30. *Conformación de la subrasante*



Nota. El gráfico representa el mejoramiento de la subrasante. Fuente: propia

7.2.3.2 Instalación de subbase granular. En esta actividad las volquetas dejan el material de subbase granular sobre la superficie de la subrasante, luego este se extiende usando motoniveladora o mini-cargador con un espesor uniforme, de manera que al compactarlo quede al nivel indicado. Todo esto, se realiza con ayuda del topógrafo, que va indicando a qué nivel debe estar la capa de subbase granular.

Figura 31.

Extensión de la subbase granular con motoniveladora



Nota. El gráfico representa la instalación de la subbase granular con motoniveladora. Fuente: propia

Figura 32.

Humectación y compactación de subbase granular



Nota. El gráfico representa la humectación del material y la respectiva compactación. Fuente: propia

7.2.3.3 Instalación de base granular. Se realiza el mismo procedimiento que la actividad anterior; se extiende la base usando motoniveladora y se verifica espesores con el profesional de topografía; se humedece o airea el material para obtener la humedad optima y luego compactar con el vibro-compactador. Finalmente, se verifican densidades.

Figura 33.

Extendido de base granular con motoniveladora



Nota. Los gráficos representan la extendida de base granular y verificación de niveles finales, con topografía. Fuente: propia

7.2.3.4 Instalación de bordillos y sardineles. En esta actividad se realizó la instalación de 70 metros lineales de bordillos, específicamente desde la Ko+00 hasta Ko+070. De la misma manera, se instalaron 25 metros de sardineles; desde el Ko+075 hasta Ko+100.

Figura 34.

Excavación e instalación de bordillos



Nota. Los gráficos representan la excavación y la instalación de 70 m de bordillos. Fuente: propia.

Figura 35.

Instalación de sardineles



Nota. El gráfico representa la instalación de 25 m de sardineles. Fuente: propia.

7.2.3.5 Instalación de adoquín. Durante esta actividad se realizó la respectiva instalación de adoquín con ladrillo común recocido (tolete), el cual por sus arcillas de alta calidad lo hacen un producto con excelentes características a factores externos de absorción, compresión y flexión.

Figura 36.

Instalación de ladrillo tolete.



Nota. El gráfico representa la instalación de adoquín en ladrillo tolete con base en agregado fino.

Fuente: propia.

Figura 37.

Instalación adoquín de Ko+020 a Ko+060.



Nota. Resultado final del adoquinado con ladrillo tolete. Fuente: propia.

8. Conclusiones

La práctica empresarial realizada en el Municipio de Sogamoso, específicamente con la Secretaria de Infraestructura en el campo de la malla vial, permitió al estudiante tener un contacto directo con el mundo laboral, pues se tuvo participación en dos proyectos; Rehabilitación y construcción de una nueva estructura vial del tramo de vía sector Centro y Rehabilitación del tramo de vía Sector Candelaria Norte.

Se desarrollaron satisfactoriamente las funciones en el apoyo como auxiliar de ingeniería civil a la Secretaria de Infraestructura de Sogamoso en el mejoramiento, mantenimiento y/o rehabilitación de la malla vial urbana y rural del municipio de Sogamoso.

Se logró comprender con mayor claridad los procesos constructivos estudiados en el pregrado y bajo la experiencia de los diferentes profesionales que hicieron parte de la ejecución de cada proyecto se complementaron estas destrezas, las cuales permiten un mejor desarrollo personal como profesional de Ingeniería Civil.

Finalmente se tuvo éxito al llevar a cabo cada uno de los planes de trabajo, ejecutándose dentro de los tiempos estimados, a pesar de los imprevistos que se presentaron en cada una de las obras, como retrasos en las actividades por tiempos lluviosos y demoras en la entrega de materiales.

Referencias Bibliográficas

Alcaldía Municipal de Sogamoso. (2022). Obtenido de: <https://www.sogamoso-boyaca.gov.co/>

Fonseca, A. M. (1998). INGENIERÍA DE PAVIMENTOS DE CARRETERAS. Bogotá D.C:
Universidad Católica de Colombia

INVIAS (2012). Normas y Especificaciones 2012 INVIAS (CAPITULO 3 – AFIRMADOS, SUBBASES Y BASES). Bogotá, Colombia: Consorcio Normas 2012. Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras.

INVIAS (2012). Normas y Especificaciones 2012 INVIAS (CAPITULO 4 – PAVIMENTOS ASFALTICOS). Bogotá, Colombia: Consorcio Normas 2012. Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras.

INVIAS (2012). Normas y Especificaciones 2012 INVIAS (CAPITULO 6 – ESTRUCTURAS Y DRENAJES – ART. 630 CONCRETO ESTRUCTURAL, ART. 672 BORDILLOS EN CONCRETO). Bogotá, Colombia: Consorcio Normas 2012. Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras.

INVIAS. (2012). Normas y Especificaciones 2012 INVIAS (Sección 300 – Cemento). Bogotá, Colombia: Consorcio Normas 2012. Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras.

INVIAS. (2012). Normas y Especificaciones 2012 INVIAS (Sección 400 –Concreto Hidráulico) Bogotá, Colombia: Consorcio Normas 2012. Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras.

Mesa M, Guillermo G. (2001). Guía para el diseño de pavimentos de adoquines de concreto para tráfico vehicular y peatonal.

NSR-10. (2010). Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (Vols. Título C – Concreto Estructural). Bogotá, Colombia: Comisión asesora permanente para el régimen de construcciones sismo resistentes (creada por la ley 400 de 1997).

NSR-10. (2010). Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (Vols. Título H - Estudios Geotécnicos). Bogotá, Colombia: Comisión asesora permanente para el régimen de construcciones sismo resistentes (creada por la ley 400 de 1997).

Ortiz A. (2017). Universidad Distrital Francisco José de Caldas - Instructivo del proceso constructivo de una vía en pavimento flexible.

Anexos

Nota: La información correspondiente a: evaluación de calidad de materiales, evaluación de procesos constructivos, ensayos de laboratorio, estudios de suelos, diseños estructurales viales preliminares y resultados de tomas de densidades de suelos; no se encuentran disponibles para ser incluidos en este trabajo, dado que la Secretaria de Infraestructura del municipio de Sogamoso, tiene esta la información bajo reserva.

Anexo A. Cronograma de Actividades Calle 14a Cr12

"ALCALDIA MUNICIPAL DE SOGOMOSO" NIT 891.855.130-1 "SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA"									SOGAMOSO Paisa de Indio									
SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA: ING. DEYSI LORENA COY SALAMANCA			AÑO EN EJECUCION: 2022			OBRAS MALLA VIAL Y ESPACIO PUBLICO												
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES Y CONTROL DE EJECUCION DE OBRA																		
ACTIVIDADES Y CONTROL DE OBRA SEMANAL																		
OBRA N° 1	UBICACIÓN: CALLE 14A CON CARRERA 12 - CENTRO				TIPO DE OBRA		MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCION TRAMO VIA K0+00 hasta K0+60		SEMANAS									
									% TOTAL	% EJECT.	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5	SEM 6	SEM 7	SEM 8
No.	ACTIVIDAD	Dias	Und.	Cant.	Cant. Eject.	Cant. Fall.	% TOTAL	% EJECT.	1-3 JUN-01 JUL	04-08 JUL	11-16 JUL	18-22 JUL	25-30 JUL	01-05 AGO	08-12 AGO	15-19 AGO	22-26 AGO	
1	DISEÑO DE LA ESTRUCTURA VIAL	5	gl	-	-	-	-	-	█									
2	PRELIMINARES	2	-	-	-	-	-	-		█								
3	REMOCIÓN DE CARPETA ASFÁLTICA EXISTENTE A MÁQUINA	1	m3	90,00	86,40	3,60	100%	96,00%			█							
4	INSTALACIÓN TUBERIA ALCANTARILLADO Y ACUEDUCTO	2	ml	45,00	43,50	1,50	100%	96,67%				█						
5	LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO	1	m2	390,00	390,00	0,00	100%	100,00%				█						
6	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	1	ml	60,00	60,00	0,00	100%	100,00%				█						
7	CERRAMIENTO CON CINTA DE SEGURIDAD	1	ml	6,50	6,50	0,00	100%	100,00%				█						
8	REMOCIÓN DE CARPETA ASFÁLTICA EXISTENTE MANUAL	2	m3	12,60	12,60	0,00	100%	100,00%				█						
9	DEMOLICIÓN DE ANDENES MANUALMENTE	5	m3	20,70	20,70	0,00	100%	100,00%				█						
10	DESMONTE DE BORDILLOS DESDE K0-25 HASTA K0+45	2	ml	20,00	20,00	0,00	100%	100,00%				█						
11	RETIRO Y TRANSPORTE DE MATERIAL SOBRAANTE	6	m3	117,00	78,00	39,00	100%	66,67%					█					
12	INSTALACIÓN SUB-BASE GRANULAR	1	m3	54,00	54,00	0,00	100%	100,00%					█					
13	INSTALACIÓN BASE GRANULAR	4	m3	74,40	74,40	0,00	100%	100,00%					█					
14	AJUSTE, NIVELACIÓN, COMPACTACIÓN Y SELLADO	3	m3	46,80	46,80	0,00	100%	100,00%					█					
15	AJUSTE DE CAJAS ELÉCTRICAS, DE INSPECCIÓN Y SUMIDEROS	1	ml	13,00	13,00	0,00	100%	100,00%					█					
16	INSTALACIÓN DE BORDILLO DESDE K0+00 HASTA K0+60	4	ml	60,00	60,00	0,00	100%	100,00%						█				
17	INSTALACIÓN DE ADOQUÍN	15	m3	43,20	28,80	14,40	100%	66,67%							█			

Anexo B. Diseño de Estructura Vial – Calle 14ª Cr 12, Sector Centro



Anexo C. Registro Fotográfico Calle14a con Cr12



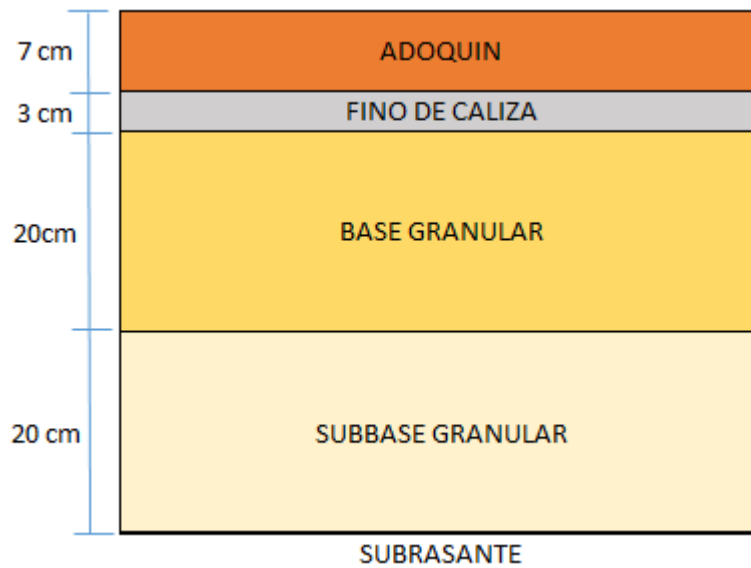




Anexo D. Cronograma de Actividades Candelaria Norte

"ALCALDIA MUNICIPAL DE SOGAMOSO" NIT 891.855.130-1 "SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA"									
SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA: ING. DEYSI LORENA COY SALAMANCA			AÑO EN EJECUCION: 2022			OBRAS MALLA VIAL Y ESPACIO PUBLICO			
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES Y CONTROL DE EJECUCION DE OBRA									
ACTIVIDADES Y CONTROL DE OBRA SEMANAL									
OBRA N° 2	UBICACIÓN: CALLE 31 CON CARRERA 9 - CANDELARIA NORTE			TIPO DE OBRA		REHABILITACION TRAMO DE VIA K0+00 hasta K0+170			
Nº	ACTIVIDAD	Días	Unid.	Cant.	Cant. Eject.	Cant. Falt.	% TOTAL	% EJECT.	
1	DISEÑO DE LA ESTRUCTURA VIAL	5	gl	-	-	-	-	-	
2	PERIURBANALES	2	-	-	-	-	-	-	
3	EXCAVACION Y REPLANTO	1	m2	1275,00	1275,00	0,00	100,00%	100,00%	
4	INSTALACION TUBERIA ALCAÑIARILLADO Y ACUEDUCTO	2	m1	146,00	146,00	0,00	100,00%	100,00%	
5	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO	1	m1	170,00	170,00	0,00	100,00%	100,00%	
6	CFRANDEO CON CINTA DE SEGURIDAD	1	m1	100,00	85,00	15,00	100,00%	85,00%	
7	LIMPIEZA Y DESCAPOTE A MAQUINA	2	m2	90,00	82,50	7,50	100,00%	91,67%	
8	EXCAVACION MANUAL	1	m3	4,28	4,28	0,00	100,00%	100,00%	
9	DESAMONTE Y REUBRICACION DE BORDILLOS K0+80 HASTA K0+100	1	m1	20,00	20,00	0,00	100,00%	100,00%	
10	AJUSTE DE CAJAS DE INSPECCION Y SUMIDOROS	1	Unid.	3,00	3,00	0,00	100,00%	100,00%	
11	RETRIO Y TRANSPORTE DE MATERIAL SOBRIANTE	4	m3	675,00	576,00	99,00	100,00%	85,93%	
12	INSTALACION SUB-BASE GRANULAR	3	m3	360,72	360,72	0,00	100,00%	100,00%	
13	INSTALACION BASE GRANULAR	5	m3	360,72	360,72	0,00	100,00%	100,00%	
14	COMPACTACION CON VIBROCOMPACTADOR	2	m3	90,18	90,18	0,00	100,00%	100,00%	
15	TOMA DE TERNERAS	1	Unid.	1,00	1,00	0,00	100,00%	100,00%	
16	INSTALACION DE SARDINELES	2	m1	25,00	25,00	0,00	100,00%	100,00%	
17	INSTALACION BORDILLO DESDE K0+80 HASTA K0+70	1	m1	70,00	70,00	0,00	100,00%	100,00%	
18	INSTALACION DE ADOQUIN	20	m3	167,00	100,00	67,00	100,00%	59,88%	

Anexo E. Diseño de Estructura Vial - Candelaria Norte



Anexo F. Diseño de Pendientes vía Candelaria Norte.

DISEÑO DE PENDIENTES VIA CANDELARIA NORTE

DISEÑO		ANDEN	BI	EJE	BD	ANDEN	
		3.5	3.5		3.5	3.5	
	K0+000						
DISEÑO	K0+000	2499.49	2499.22	2499.42	2499.62	2499.83	0.11
		0.8%	2499.32	2499.52	2499.72	0.6%	
	K0+010						
DISEÑO	K0+010	2499.57	2499.3	2499.49	2499.68	2499.98	0.2
		1.0%	2499.4	2499.59	2499.78	0.7%	
	K0+020						2499.906
DISEÑO	K0+020	2499.67	2499.4	2499.575	2499.75	2500.07	0.22
		1.0%	2499.5	2499.675	2499.85	0.2%	
	K0+030						
DISEÑO	K0+030	2499.77	2499.5	2499.635	2499.77	2500.07	0.2
		1.0%	2499.6	2499.735	2499.87	0.3%	
	K0+040						
DISEÑO	K0+040	2499.87	2499.6	2499.7	2499.8	2500.05	0.15
		1.0%	2499.7	2499.8	2499.9	0.2%	
	K0+050						
DISEÑO	K0+050	2499.97	2499.7	2499.76	2499.82	2500.05	0.13
		1.0%	2499.8	2499.86	2499.92	0.3%	
	K0+060						
DISEÑO	K0+060	2500.07	2499.8	2499.825	2499.85	2500.09	0.14
		0.8%	2499.9	2499.925	2499.95	0.5%	
	K0+065						
DISEÑO	K0+065		2499.94	2499.95	2499.96		
			2499.98	2499.99	2500		
	K0+070						
	K0+070		2499.545	2499.5625	2499.58	2499.76	0.08
			2499.645	2499.6625	2499.68		

DISEÑO	ANDEN	BI	EJE	BD	ANDEN	
	3.5	3.5		3.5	3.5	
K0+074		2499.24	2499.24	2499.24	2499.5	0.16
		2499.34	2499.34	2499.34		
K0+080		2499.06	2499.095	2499.06	2499.32	0.16
		2499.16	2499.195	2499.16		
K0+090	2499.09	2498.83	2498.9	2498.83	2499.09	0.16
		2498.93	2499	2498.93		
K0+100	2498.94	2498.68	2498.74	2498.67	2498.93	0.16
		2498.78	2498.84	2498.77		
K0+110	2498.8	2498.54	2498.57	2498.5	2498.82	0.220
		2498.64	2498.67	2498.6		
K0+118	2498.65	2498.39	2498.46	2498.39		-2498.5 2498.496
		2498.49	2498.56	2498.49		
K0+120	2498.65	2498.39	2498.44	2498.37	2498.65	0.18
		2498.49	2498.54	2498.47		
K0+130	2498.44	2498.18	2498.315	2498.245	2498.505	0.16
		2498.28	2498.415	2498.345		
K0+140	2498.39	2498.1	2498.095	2498.09	2498.36	0.17
		2498.2	2498.195	2498.19		

DISEÑO	ANDEN	BI	EJE	BD	ANDEN	
	3.5	3.5		3.5	3.5	
	K0+150	2498.255	2497.985	2498.0125	2498.04	2498.31
			2498.085	2498.1125	2498.14	
						0.17
	K0+160	2498.12	2497.84	2497.92	2498	2498.28
			2497.94	2498.02	2498.1	
						0.18
	K0+170	2498	2497.7	2497.825	2497.95	2498.25
			2497.8	2497.925	2498.05	
						0.2

Anexo G. Registro Fotográfico Candelaria Norte



