

PRACTICA EMPRESARIAL, APOYO A LA GESTION Y MEJORAMIENTO DE LA
MALLA VIAL URBANA Y RURAL DE LA CIUDAD DE TUNJA, SECRETARIA DE
INFRAESTRUCTURA ALCALDIA MAYOR DE TUNJA

NICOLAS FERNANDO RODRIGUEZ GARCIA

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS SECCIONAL TUNJA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
TUNJA
2023

PRACTICA EMPRESARIAL, APOYO A LA GESTION Y MEJORAMIENTO DE LA
MALLA VIAL URBANA Y RURAL DE LA CIUDAD DE TUNJA, SECRETARIA DE
INFRAESTRUCTURA ALCALDIA MAYOR DE TUNJA

NICOLAS FERNANDO RODRIGUEZ GARCIA

Pasantía para obtener el título de Ingeniero Civil

Director: Ingeniera Sandra Elodia Ospina Lozano
Magister en Ingeniería Geotécnica

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS SECCIONAL TUNJA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
TUNJA
2023

AGRADECIMIENTOS

A mi querida madre Nidia, por su amor y apoyo incondicional desde el día de mi nacimiento hasta esta etapa importante de mi vida.

A mis familiares quienes fueron bondadosos y me ayudaron a superar varios obstáculos.

A mis amigos y colegas ingenieros por compartir un período importante de la vida donde coincidimos en el ser ingenieros civiles, además de conocimiento y momentos especiales.

A la vida por permitirme estar acá, a sus misterios a sus verdades, a la existencia misma de mi ser.

DEDICATORIA

Dedicado a la perseverancia, la paciencia, el esfuerzo constante, y la magia de aprender cosas nuevas en la vida.

A cada uno de los docentes que brindaron su conocimiento y ayudaron a forjar mi camino, cada uno era un sabio a su manera.

A las personas que dudan de sus capacidades, pero batallan día a día por superarse a sí mismos

A mis seres apreciados por ofrecerme su mano en cada momento, jamás me sentí solo en este proceso

Al amor porque en cada una de sus manifestaciones, a través del apoyo, cariño y afecto, las dudas y miedos desaparecen y a su vez el júbilo de crecer y ayudar, cambia nuestro mundo poco a poco.

Nota de aceptación:



Firma del Tutor

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Tunja, día del mes, año

CONTENIDO

DEDICATORIA.....	4
RESUMEN.....	10
1. OBJETIVOS	14
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	14
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
2. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA O EMPRESA.....	15
3. DESCRIPCIÓN ACTIVIDADES DESARROLLADAS	18
4. APORTES DEL TRABAJO	57
4.1 COGNITIVOS.....	57
4.2 A LA COMUNIDAD	58
5. IMPACTOS DEL TRABAJO DESEMPEÑADO	59
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	61
7. GLOSARIO.....	63
8. REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA.....	65
9. APENDICES Y ANEXOS	67

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1-Resultados ensayo porcentaje de asfalto material RAP	40
Tabla 2-Granulometría material	42
Tabla 3 Ensayo estabilidad y flujo dimensiones y pesos de briquetas.....	44
Tabla 4 Especificaciones equipo Marshall Universidad Santo Tomas	47
Tabla 5 Resultados obtenidos ensayo estabilidad y flujo.....	49

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Fig.1 Localización de Tunja dentro del contexto urbano Territorial	15
Fig. 2 Toponimia general ciudad de Tunja [2].....	16
Fig. 3- Ortofotografía ciudad de Tunja. [6].....	18
Fig. 4- Sectorización ciudad de Tunja.	19
Fig. 5- Barrios Sector 7.....	19
Fig. 6- Creación archivo shape elementos viales.	21
Fig. 7- Primer elemento vial barrio Los parques.	21
Fig. 8- Elementos viales barrio Los Parques.	22
Fig. 9- Tipo de elemento barrio Villa Universitaria.	24
Fig. 10- Elementos viales barrio La María.	24
Fig. 11- CIV elementos viales barrio JJ Camacho.	25
Fig.12- Ejes viales barrio Los Rosales.	25
Fig. 13- Nomenclatura de vías barrio Los Rosales.....	26
Fig.14- Calles y carreras barrio Los Rosales.....	26
Fig. 15- Aplicación diagnostico malla vial- espacio público. [7]	28
Fig. 16- Aplicación diagnostico malla vial- espacio público- accesibilidad. [7].....	29
Fig.17- Aplicación diagnostico malla vial- espacio público- estado del elemento. [7]	30
Fig. 18- Aplicación diagnostico malla vial- señalización. [8]	31
Fig. 19- Aplicación diagnostico malla vial- señalización- CIV- ubicación. [8].....	31
Fig. 20- Aplicación diagnostico malla vial- señalización- tipo de señalización. [8].	32
Fig. 21- Aplicación diagnostico malla vial- señalización- estado y registro fotográfico. [8].....	32
Fig. 22- Imagen PK y nomenclatura de vías Remansos de Santa Inés.....	33
Fig. 23- Nomenclatura de vías Remansos de Santa Inés.	33
Fig. 24- espacio público asignado barrio Santa Inés.	34
Fig. 25- Barrios asignados zona norte.	34
Fig. 26- Material R.A.P para laboratorios.	36
Fig. 27- Insumos desarrollo de ensayos (emulsión, rejuvenecedor, RAP).	36
Fig. 28- Cuarteo de Material Para laboratorios.....	37
Fig. 29- Muestras seleccionadas para Ensayos.	37
Fig. 30- Masa muestra RAP ensayo % de asfalto.	38
Fig. 31- Masa anillo filtrante.	39
Fig. 32- Lavado del material.	39
Fig. 33- Proceso de centrifuga del material RAP.....	40
Fig. 34- Tamices y muestra para granulometría.	41
Fig. 35- Peso material retenido tamiz #10.	41
Fig. 36- Curva granulométrica material RAP.	42
Fig. 37 - Proceso de fabricación briquetas ensayo estabilidad y flujo.	44
Fig. 38- extracción de probetas.	45
Fig. 39- Briquetas terminadas N1 a N4.	46
Fig. 40- Briquetas a Baño maría.....	46

Fig. 41- Briqueta N1 en equipo Marshall.	47
Fig. 42- Lectura Briqueta fallada N1.	47
Fig. 43- Briquetas N1-N6 Falladas.	48
Fig. 44- Traslado de maquinaria MARU al tramo prueba.	50
Fig. 45- Demolición carpeta asfáltica afectada.	50
Fig. 46- Proceso de fabricación de mezcla primera descarga.	51
Fig. 47- Extensión de mezcla asfáltica.	51
Fig. 48- Compactación de la mezcla asfáltica sobre terreno.	52
Fig. 49- Extracción carpeta asfáltica Tramo 2B La Colorada.	53
Fig. 50- Compactación de subrasante tramo 2B La Colorada.	53
Fig. 51- Extracción de material de subrasante tramo 2B La Colorada.	54
Fig. 52- Cable dañado de vibro compactador.	55
Fig. 53- Intervención por ruptura de manguera de acometida tramo 2B La Colorada.	55
Fig. 54- Presencia de interventoría tramo 2B La Colorada.	56

RESUMEN

Este documento enuncia y describe las actividades realizadas en la práctica empresarial “Apoyo a la gestión y mejoramiento de la malla vial urbana y rural de la ciudad de Tunja” propuesta por la Alcaldía Mayor de la ciudad, desde el 09 de febrero hasta el 30 de septiembre de 2022; enfocada en la planeación y gestión de proyectos viales rurales y urbanos, que buscan solucionar la problemática vial que ha afectado bastante tiempo la movilidad de la ciudad. Esto requiere un plan de acción detallado, en el cual se utilizan distintas herramientas con el fin de iniciar el diagnóstico del estado actual de la malla vial, para posteriormente evaluarlo y generar las respectivas soluciones.

Por tanto, fueron realizadas actividades de modelación y análisis con sistemas de información geográfica (SIG), inspecciones en campo, aforos, supervisión en obra, entre otras, de la mano de un equipo de trabajo capacitado, amplio y colaborativo, considerando aspectos de accesibilidad y movilidad incluyente que benefician a toda la población, la información obtenida es indispensable ya que los resultados o análisis obtenidos son considerados en las fases posteriores del proyecto. Asimismo, este escenario permitió el uso de alternativas más amigables con el medio ambiente, para lo cual se realiza una prueba piloto con una máquina recicladora de asfalto (equipo MARU) en un tramo de la ciudad, buscando reducción en la contaminación y los gastos a diferencia de procesos tradicionales en cuanto a recuperación y rehabilitación de carreteras.

Palabras clave: SIG, MARU, elementos viales, laboratorios, inspección, malla vial

ABSTRACT

This document enunciates and describes the activities carried out in the business practice "Support to the management and improvement of the urban and rural road network of the city of Tunja" proposed by the Mayor's Office of the city, from February 9 to September 30, 2022; focused on the planning and management of rural and urban road projects, which seek to solve the road problems that have affected the mobility of the city for a long time. This requires a detailed action plan, in which different tools are used in order to start the diagnosis of the current state of the road network, to subsequently evaluate it and generate the respective solutions.

Therefore, modeling and analysis activities were carried out with geographic information systems (GIS), field inspections, gauging, on-site supervision, among others, with the help of a trained, broad and collaborative work team, considering aspects of accessibility and inclusive mobility that benefit the entire population, the information obtained is essential because the results or analysis obtained are considered in subsequent phases of the project. Likewise, this scenario allowed the use of more environmentally friendly alternatives, for which a pilot test was carried out with an asphalt recycling machine (MARU equipment) in a section of the city, seeking a reduction in pollution and costs as opposed to traditional processes in terms of recovery and rehabilitation of roads.

Keywords: SIG, MARU, road elements, laboratories, inspection, maru, road mesh.

INTRODUCCIÓN

La Secretaría de infraestructura de la Alcaldía mayor de la ciudad de Tunja acoge dentro de la etapa de planeación y etapa precontractual de diferentes proyectos viales, la práctica empresarial “Apoyo a la gestión y mejoramiento de la malla vial urbana y rural de la ciudad de Tunja”, puesto que se destinan recursos económicos para el mejoramiento de la transitabilidad y movilidad de la ciudad, para lo cual el apoyo de los pasantes es fundamental en diferentes labores de acompañamiento técnico en campo y de desarrollo documental a los profesionales del equipo técnico especializado de la secretaria de Infraestructura; profesionales Ingenieros en Transportes y Vías, Ingenieros civiles especialistas en infraestructura vial y en gerencia de proyectos.

Esta práctica permite afianzar e incorporar los conocimientos teórico prácticos adquiridos durante la formación profesional como Ingeniero Civil, mediante el ejercicio activo con la entidad pública donde se desarrollan proyectos con un trabajo intersectorial, en el cual se establecen relaciones con Sectoriales como es la Secretaria de Gobierno, secretaria de desarrollo, Secretaria de Educación, Oficina Asesora de Planeación, Unidad Municipal de Gestión del riesgo, Oficina de Control Urbano y Secretaria de Tránsito y Transporte. Su ejecución se realiza a partir de febrero del año 2022 hasta septiembre del año 2022 y se subdivide en tres escenarios principales; La modelación con sistemas de información geográfica (SIG) del inventario de la malla vial, La evaluación de las problemáticas de las infraestructuras existentes, y la prueba piloto con una maquina recicladora de asfalto (equipo MARU) en un tramo de la ciudad.

El primer escenario, la modelación con sistemas de información geográfica (SIG) del estado actual de la malla vial, corresponde a la organización de las características de las vías y el espacio público de 10 sectores de la ciudad a partir de bases de datos y ortofotos suministradas por la alcaldía, donde se encuentra representada la ciudad de Tunja a partir de fotografías aéreas, que posteriormente se subdivide en capas o sectores asignados a la planta de trabajo de pasantes de la secretaria de infraestructura.

Así, se asigna al pasante el sector 7 correspondiente a los barrios Altos de San Diego, Altos del Zue, Colina del Norte, Cristales, Estancia del Roble, JJ Camacho, La Granja, entre otros; Posteriormente, se crea un archivo tipo shape realizado en el Software de modelación cartográfica ArcMap (herramienta de modelación creado por ArcGIS) la , que contiene características de longitud, área, ancho, sector, barrio, tipo de elemento, eje vial, entre otros datos que proveen información preliminar para la siguiente fase que contempla las inspecciones a campo de cada una de los elementos viales.

En el siguiente escenario se realiza la verificación en campo de las condiciones de los elementos viales pre analizados con las herramientas de ArcMap, a partir de una aplicación desarrollada por la secretaria de infraestructura para el diagnóstico del espacios público, vías y señalización; En la cual se introducen datos como: CIV (código de identificación vial), PK (punto kilométrico), estado del elemento, accesibilidad, entre otros que relacionan las condiciones de las vías, espacio público y señalización que posee la ciudad. Adicionalmente este escenario comprende la realización de aforos vehiculares y peatonales en algunas vías de la ciudad.

El último escenario corresponde al apoyo de una prueba piloto realizada con una maquina recicladora de asfalto (equipo MARU) en un tramo de la ciudad; Para esto se solicitó el espacio de laboratorios de la Universidad Santo Tomás, seccional Tunja, con el fin de analizar el material de rehabilitación de la vía seleccionada; Adicionalmente se ejecutan actividades de supervisión en campo durante la ejecución del piloto con el fin de analizar la productividad de la máquina y su factibilidad en un futuro alquiler.

A continuación, se describen detalladamente los objetivos, zona de trabajo, actividades, aportes, impactos, conclusiones y recomendaciones presentes a lo largo de toda la pasantía empresarial.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Apoyar y desarrollar las actividades asignadas en la implementación del sistema de gestión vial y espacio público del municipio de Tunja y demás proyectos desarrollados por la secretaria de infraestructura

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

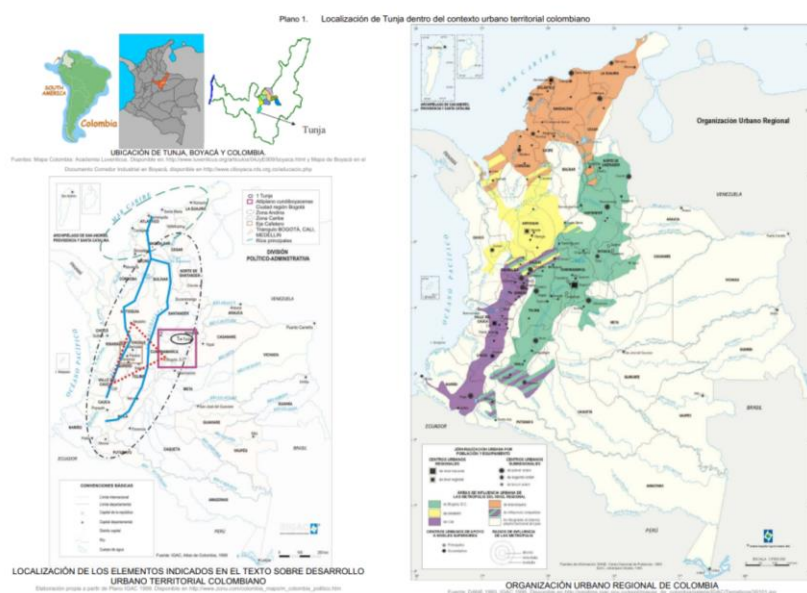
- Crear y organizar datos a partir de ortofotografías y sistemas de información geográfica en un archivo shape, referentes a la malla vial del sector 7 a través del programa ArcMap.
- Evaluar en campo condiciones de infraestructura vial y espacio público a partir de la App de diagnóstico de malla vial espacio público desarrollada por la secretaria de infraestructura
- Examinar el material R.A.P mediante ensayos de laboratorio para el desarrollo de tramo prueba con maquinaria recicladora de asfalto (equipo MARU)

2. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA O EMPRESA

La ciudad de Tunja se encuentra ubicada sobre la cordillera Oriental, en la parte central del Departamento de Boyacá, localizado a 05°32'7" de latitud norte y 73°22'04" de longitud oeste, con alturas que van desde los 2.700 m.s.n.m. hasta 3.150 m.s.n.m. en la parte más elevada, con una extensión de 121.4 Km^2 y una temperatura de 13°C. Tunja es Agrícola, Cultural y Comercial.

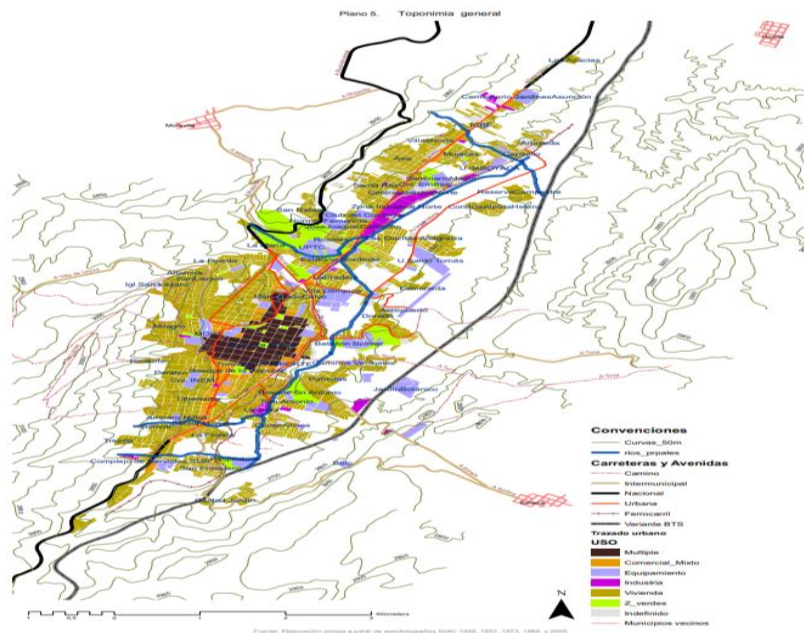
Limita por el norte con los municipios de Motavita y Cómbita, al oriente con los municipios de Oicatá, Chivatá, Soracá y Boyacá, por el sur con Ventaquemada y por el occidente con los municipios de Samacá, Cucaita y Sora. Registra 200 desarrollos urbanísticos en la zona urbana y 10 veredas en el sector rural: Barón Gallero, Barón Germania, Chorroblanco, El Porvenir, La Esperanza, La Hoya, La Lajita, Pirgua, Runta y Tras del Alto. Los ríos: Jordán que atraviesa a la ciudad de sur a norte y la Vega que va de occidente a oriente, se consideran sus principales fuentes hídricas. [1]

Fig.1 Localización de Tunja dentro del contexto urbano Territorial



Fuente: DANE 1993, IGAC 1995.

Fig. 2 Toponimia general ciudad de Tunja [2].



La estructura administrativa del municipio de Tunja se encuentra conformada por los siguientes organismos:

Sector central: Constituido por el despacho del alcalde y las secretarías de despacho, estos son los principales entidades en cuanto a la administración del municipio de Tunja.

Sector Descentralizado: conformado por establecimientos públicos, empresas industriales y comerciales, sociedades de economía mixta y empresa social de estado.

Organos de administración, consultoría y participación ciudadana: compuesto por comités, consejos, juntas y comisiones con el fin de mejorar la administración y políticas públicas.

En el sector central se encuentran las secretarías de despacho, dentro de estas la secretaría de infraestructura, cuyo objetivo es plantear proyectos para mejorar las condiciones de las vías, espacio público y obras de infraestructura a la vez que regula un desarrollo territorial, previene desastres y optimiza las obras públicas que genere la administración. [3]

Esta se constituye con las siguientes dependencias: despacho de secretario, interventoría, división de control urbano y espacio público, gestión de proyectos y el CLOPAD (comité local para la prevención y atención de desastres).

Entre otras funciones que desarrolla la secretaría de infraestructura se encuentra trabajar en conjunto con la oficina de asesoría y planeación con el fin evaluar las necesidades de infraestructura para diseñar programas de ejecución de obras, colaborar en la dirección y asesoría técnica del municipio de Tunja y la comunidad, permitir la planeación de obras de infraestructura que respondan a las necesidades mínimas de la población, evaluar y promover sistemas de gestión y financiamiento nacionales e internacionales para el desarrollo de obras de infraestructura. [4]

La oficina de la secretaría de infraestructura se encuentra ubicada en el quinto piso del edificio municipal de Tunja (calle 19 #9-95), dentro de sus inmediaciones se realizan las actividades referentes a la creación e implementación de un sistema de gestión vial e inventario de la malla vial urbana y de la infraestructura asociada al espacio público en el municipio de Tunja, realizando acompañamiento en actividades de digitalización de información (procesamiento desde SIG) y evaluación de elementos viales en campo.

El desarrollo de este proyecto y posteriores actividades designadas se realizan en varios puntos de la ciudad, sin embargo como no se contempla una remuneración o subsidio de transporte dentro de la afiliación a la empresa, el transportarse hasta a los puntos del estudio se torna complicado en varias situaciones.

3. DESCRIPCIÓN ACTIVIDADES DESARROLLADAS

A continuación, se describen cada una de las actividades realizadas durante la práctica empresarial ejecutada a partir de febrero hasta septiembre del año 2022; Tales como, el apoyo en la implementación del sistema de gestión vial e inventario de la malla vial urbana y de infraestructura asociada al espacio público, la realización de ensayos de laboratorio y seguimiento a la prueba piloto realizada con el equipo MARU y supervisión y acompañamiento en frentes de trabajo de recuperación de la malla vial.

3.1 IMPLEMENTACION DE SISTEMA DE GESTION VIAL E INVENTARIO DE LA MALLA VIAL URBANA ASOCIADA AL ESPACIO PUBLICO

Como primera acción para el diagnóstico de la malla vial de la ciudad de Tunja se utiliza una foto satelital de la ciudad proporcionada por la secretaría de infraestructura de la alcaldía mayor de Tunja:

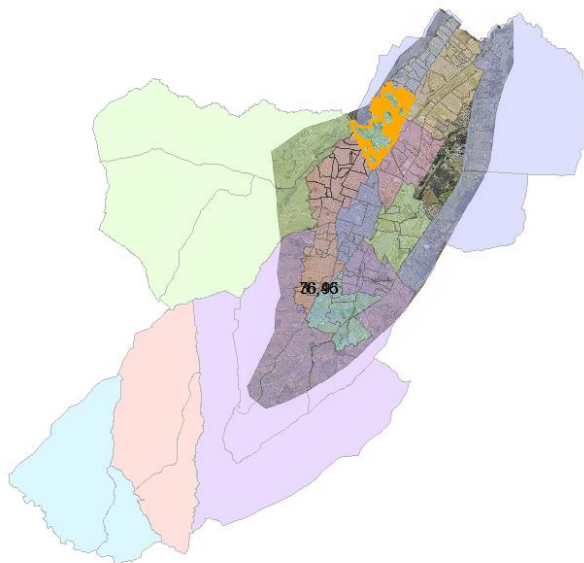
Fig. 3- Ortofotografía ciudad de Tunja. [6]



Fuente: Propia

Posteriormente se hace una sectorización de todo el casco urbano y de los barrios que se encuentran dentro de cada sector, se resalta que toda la información se analizó y proporciono por parte de ingenieros de la secretaria de infraestructura.

Fig. 4-Sectorización ciudad de Tunja.



Fuente: Propia

A partir de 10 sectores definidos, se inicia el proceso de creación de un archivo tipo shape que contiene toda la información referente a la malla vial, en el desarrollo de cada sector, específicamente el 7 (asignado al pasante) el cual tiene información referente a la población perímetro, área, límites; entre otros datos que facilitan una posterior inspección de los elementos en la zona tras analizarse previamente con programas de modelación SIG. ArcMap para este caso.

Fig. 5- Barrios Sector 7.



Fuente: Propia

Los barrios del sector 7 trabajados son: Altos de San Diego, Altos del Zue, Colina del Norte, Cristales, Estancia del Roble, JJ Camacho, La Granja, La María, Los Corales, Los Lirios, Los parques, Los Rosales, Pozo de Donato, Prados del Norte, San Rafael, Villa Toledo y Villa Universitaria; posteriormente se crea una base de datos para definir la cantidad de elementos en todo el sector y sus atributos.

3.1.1 CREACION SHAPE SECTOR 7.

En la creación del shapefile elementos viales sector 7, se define un archivo tipo polígono en el cual se ilustrarán las vías, andenes, bahías, separadores y puentes peatonales existentes, luego con la herramienta editor se comienza a dibujar en el sentido Sur-Norte de la ciudad cada elemento que se encuentre en la fotografía.

Fig. 6-Creación archivo shape elementos viales.



Fuente: Propia

El primer elemento realizado se encuentra ubicado en la glorieta norte, en sentido hacia el barrio La María, en primera medida únicamente se contemplan las vías para luego analizar dentro de estos tramos que más elementos viales participan en, como lo son andenes, bahías, separadores, entre otros.

Fig. 7- Primer elemento vial barrio Los parques.



Fuente: Propia

A manera de recomendación de los ingenieros de la secretaria se sugiere que a parte de realizar los esquemas sentido sur- norte, tambien se realicen por barrios de esta manera contemplar que barrios ya han sido trabajados.

Fig. 8-Elementos viales barrio Los Parques.



Fuente: Propia

Una vez desarrolladas todas las vias que se contemplan dentro del sector 7, se prosigue a diligenciar la respectiva tabla de atributos para describir las características de la malla vial correspondiente a dicho sector.

Fig. 8- Elementos viales sector 7.



Fuente: Propia

Al finalizar con esta primera actividad se obtienen 1065 elementos entre vías, andenes, bahías de estacionamiento y puentes, y se realiza posteriormente la creación de una tabla de atributos de los elementos viales

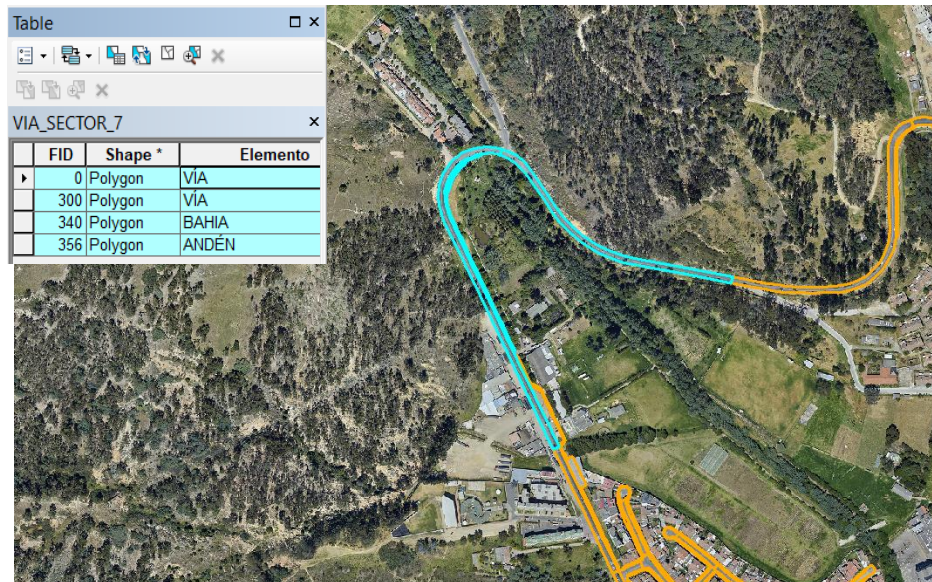
3.1.2 CREACION TABLA DE ATRIBUTOS DE LOS ELEMENTOS VIALES

Luego de contar con el total de elementos del sector 7 ilustrados y revisados se prosigue a asignar los atributos que denoten las características que posee cada elemento de la malla vial, para esta actividad también se analiza cada tramo en sentido Norte-Sur de la ciudad teniendo en cuenta el tipo de elemento, barrio, sector, CIV (código de identificación vial), eje vial y otros aspectos que se describen a continuación.

Los atributos que se añaden al shapefile elementos viales sector 7 son:

- **Tipo de elemento:** corresponde al elemento en específico que se encuentra en el tramo vía, andén, bahía, etc.

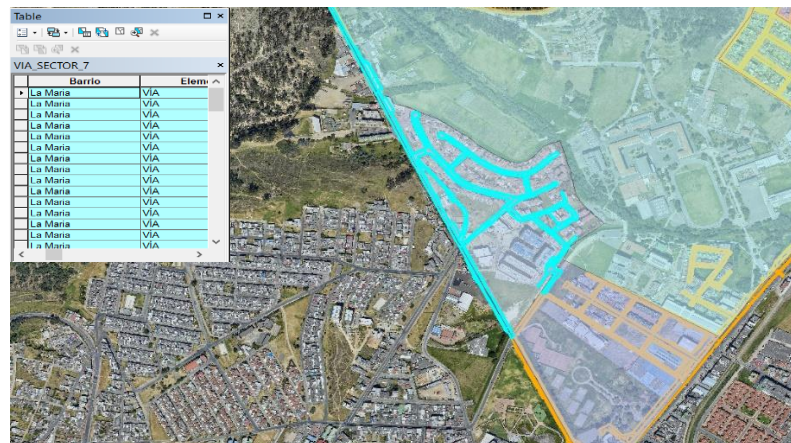
Fig. 9- Tipo de elemento barrio Villa Universitaria.



Fuente: propia

- Barrio: corresponde al conjunto de residencias donde está ubicado el elemento.

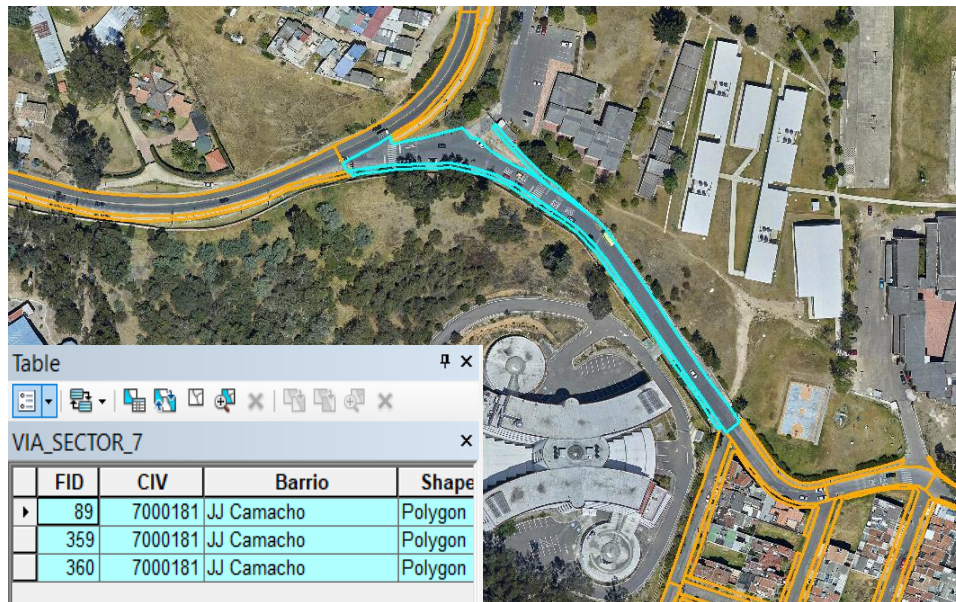
Fig. 10-Elementos viales barrio La María.



Fuente: propia

- **CIV:** Corresponde al código de identificación vial que se establece a cada elemento, este se asigna a todos los elementos dispuestos en un mismo tramo, por lo tanto, sin importar el tipo de elemento que sea estos compartirán el mismo CIV.

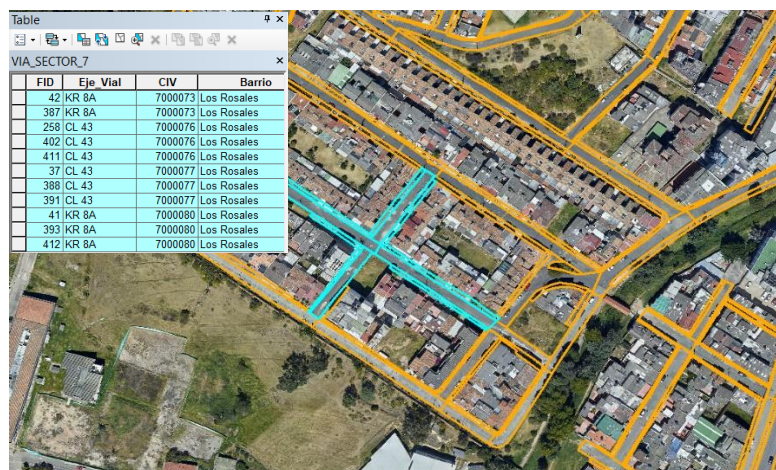
Fig. 11-CIV elementos viales barrio JJ Camacho.



Fuente: propia

- **Eje vial:** se refiere al eje que esta predominando el elemento, sea alguna calle, carrera, transversal, etc. Para el desarrollo de esta y posteriores actividades se utiliza el archivo shape SECCIONTRANSVERSALS7 que muestra la nomenclatura de las vías de la ciudad.

Fig.12- Ejes viales barrio Los Rosales.



Fuente: propia

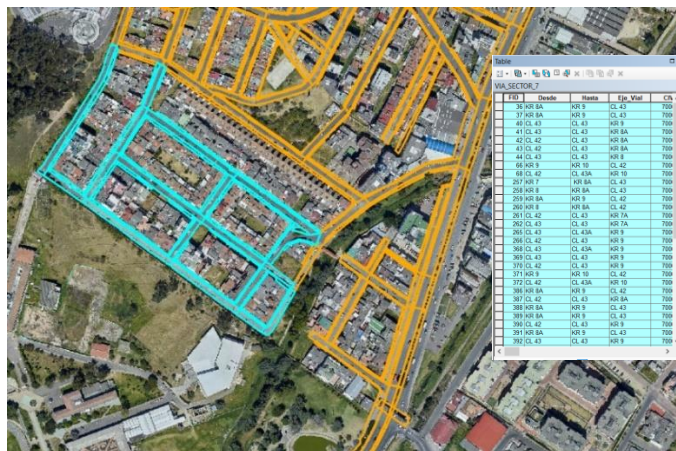
Fig. 13- Nomenclatura de vías barrio Los Rosales.



Fuente: propia

- **Desde - Hasta:** estos atributos se refieren a los limites que comprende un tramo en donde los elementos se encuentran distribuidos, a partir de la informacion del shape del punto anterior se recopilan datos sobre las calles y carreras por donde se distribuyen los elementos de la malla vial, se añade que no todas las calles y carreras del archivo shape contenian nomenclatura, para lo cual en algunos casos se hizo visita a campo en los sitios respectivos donde carecia la informacion.

Fig.14- Calles y carreras barrio Los Rosales.



Fuente: propia

Los atributos descritos anteriormente fueron desarrollados en las instalaciones de la alcaldía mayor de Tunja, sin embargo, existen algunos como lo son: Tipo de superficie, índice de daño, ancho, área, entre otros los cuales no es posible completar debido a que no se cuenta con la suficiente información, la solución para esto se encuentra en realizar las inspecciones en campo de las condiciones actuales de cada elemento vial.

Para continuar la actividad de inspección de la malla vial en campo, previamente todos los sectores del 1 al 10 deben contar con la información de los atributos anteriormente descritos, una vez revisada la información, se asigna la respectiva inspección de los elementos a un grupo de pasantes de la secretaria de infraestructura.

3.2 RECOPIACION DE INFORMACION CON APLICACIÓN DIAGNOSTICO DE MALLA VIAL DE LA CIUDAD DE TUNJA

Continuando con la evaluación de la malla vial de la ciudad, se asigna al pasante la revisión del espacio público (andenes, bahías, ciclo rutas, separadores) y señalización (vertical y horizontal) de algunos barrios de la ciudad, para registrar la información la secretaria de infraestructura desarrollo una aplicación web que permite diligenciar datos en campo del elemento de igual manera permite hacer un registro fotográfico del estado en que se encuentra y subirlo a una base de datos.

3.2.1 DESCRIPCION DE LA APLICACIÓN

A. ESPACIO PÚBLICO

Esta aplicación desarrollada por ingenieros y pasantes de la secretaria de infraestructura cuenta en primer lugar con tres casillas correspondientes al nombre del usuario que llena la información, otra en el que se solicita el PK (Punto Kilométrico) del tramo y una última donde se indica el tipo de elemento a evaluar.

Fig. 15- Aplicación diagnostico malla vial- espacio público. [7]



ELABORADO POR*
Nombre completo del responsable

PK*
Ingrese numero de PK

TIPO DE ELEMENTO*
Seleccione el tipo de elemento

-Seleccione-

ENVIAR

Fuente: propia

Una vez ingresada esa información, se despliegan más recuadros donde se solicitan datos referentes a lo que se observa del elemento, para el caso de espacio público, en la casilla de accesibilidad se requiere ver si cumple o no, como por ejemplo el andén cuenta con rampas de acceso o superficies que faciliten el desplazamiento de los peatones, dicho andén en qué estado se encuentra (excelente, bueno, malo, destruido); además también se cuenta con un cuadro de observaciones donde se puede hacer anotaciones adicionales sobre lo que se perciba del elemento sea este andén, bahía y/o separador, por último un espacio donde se solicita ingresar una fotografía o máximo 5 fotografías donde se observe el estado real del elemento de la malla vial.

Fig. 16- Aplicación diagnostico malla vial- espacio público- accesibilidad. [7]

ALCALDIA MAYOR DE TUNJA
SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA
DIAGNOSTICO MALLA VIAL
ESPACIO PUBLICO

ELABORADO POR*
Nombre completo del responsable

Nicolas Rodriguez

PK*
Ingrese numero de PK

13227

TIPO DE ELEMENTO*
Seleccione el tipo de elemento

ANDEN

ACCESIBILIDAD*
Seleccione el estado de accesibilidad del elemento

☐ CUMPLE

☒ NO CUMPLE

ESTADO DEL ELEMENTO*

Fuente: propia

Fig.17- Aplicación diagnostico malla vial- espacio público- estado del elemento. [7]

The screenshot displays a web application interface with a blue header and footer. The main content area is white and contains two sections: 'ACCESIBILIDAD*' and 'ESTADO DEL ELEMENTO*'. Both sections have a sub-instruction: 'Seleccione el estado de accesibilidad del elemento' and 'Seleccione el estado de daño en el que se encuentra el elemento' respectively. Under 'ACCESIBILIDAD*', there are two radio button options: 'CUMPLE' and 'NO CUMPLE', with 'NO CUMPLE' selected. Under 'ESTADO DEL ELEMENTO*', there are seven radio button options: 'EXCELENTE', 'MUY BUENO', 'BUENO' (selected), 'ACEPTABLE', 'MALO', 'MUY MALO', and 'DESTRUIDO'. Below these sections is an 'OBSERVACIONES' section with a text input field. At the bottom, there is a Windows taskbar with icons for various applications.

Fuente: propia

Fig. 18- Aplicación diagnostico malla vial- espacio público- observaciones y fotografías. [7]

The screenshot shows a web application interface with a blue header and footer. The main content area is white and contains three sections: 'OBSERVACIONES', 'REGISTRO FOTOGRAFICO*', and a 'Enviar' button. The 'OBSERVACIONES' section has a text input field with a '100%' character count indicator. The 'REGISTRO FOTOGRAFICO*' section displays two photo entries, each with a thumbnail, filename, and size. Below the entries is a section for adding more photos, labeled '3' and 'Soltar image aquí o seleccionar image (numero de archivos permitidos: 1 - 5)'. At the bottom, there is a 'Enviar' button and a footer text: 'Con tecnología de ArcGIS Survey123'.

Fuente: Propia

A. SEÑALIZACION

Al igual que el espacio público, la información de la señalización vial horizontal y vertical se debe digitalizar, observar todas las características que esta posee y hacer

el registro en un formato para señalización, parecido al de espacio público en algunos ítems como el nombre de quien realiza el diagnóstico.

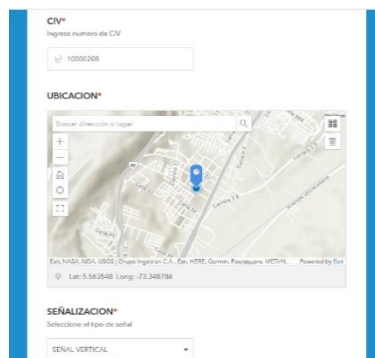
Continuando con el diagnóstico, se solicita el CIV de la vía donde se encuentra la señal, después de ingresarlo se solicita la ubicación en tiempo real de la señal para lo cual es preciso contar con un equipo GPS o para mayor facilidad usar la herramienta “buscar mi ubicación” con la que cuenta la aplicación, hay que resaltar que como solo se trabaja el espacio público las señales que se van a evaluar son netamente verticales.

Fig. 18- Aplicación diagnostico malla vial- señalización. [8]



Fuente: propia

Fig. 19- Aplicación diagnostico malla vial- señalización- CIV- ubicación. [8]



Fuente: propia

Después de ingresar los datos mencionados la aplicación solicita ingresar el tipo de señalización que se encuentra en el sitio reglamentarias, preventivas y servicios generales, una vez seleccionado el tipo de señal hay que especificar dentro de ese tipo a que señal corresponde, pare, giro a la derecha, prohibido parquear, giro en u, etc.

Fig. 20- Aplicación diagnostico malla vial- señalización- tipo de señalización. [8]

SEÑALIZACION VERTICAL

SEÑAL VERTICAL*

Seleccione la señal vertical

REGLAMENTARIAS

SEÑAL VERTICAL REGLAMENTARIA*

PROHIBIDO GIRAR EN U - SR - 10

Fuente: propia

Para finalizar el diagnóstico se requiere indicar el estado de la señal, buena regular o mala y hacer un registro fotográfico donde se ilustre su estado actual.

Fig. 21-Aplicación diagnostico malla vial- señalización- estado y registro fotográfico. [8]

SEÑAL VERTICAL REGLAMENTARIA*

PARADERO SR - 40

ESTADO DE LA SEÑAL*

☒ BUENO

☐ REGULAR

☐ MALO

REGISTRO FOTOGRAFICO

senalizacion reglamentaria.jpg 103.9KB

senal paradero.jpg 103.9KB

Enviar

Fuente: propia

A continuación, se muestra a través imágenes tomadas del software ArcGIS los PK y nomenclatura de los elementos que serán evaluados en el barrio Remansos de Santa Inés.

Fig. 22- Imagen PK y nomenclatura de vías Remansos de Santa Inés.



Fuente: propia

Fig. 23- Nomenclatura de vías Remansos de Santa Inés.



Fuente: propia

A su vez, se asigna la revisión del espacio público en el barrio Santa Inés, en su totalidad son 34 elementos los que serán analizados con la aplicación de diagnóstico de la malla vial.

Fig. 24- espacio público asignado barrio Santa Inés.

Barrio	Elemento	PK	CIV	Eje_vial	Desde	Hasta
SANTA INES	BAHIA	11779	8000470	AV NORTE	KR 5	DG 46
SANTA INES	ANDEN	11068	8000088	KR 5A	CL 41	
SANTA INES	ANDEN	11073	8000089	KR 5	CL 41	CL 42
SANTA INES	ANDEN	11074	8000088	KR 5A	CL 41	
SANTA INES	ANDEN	11075	8000281	CL 41	KR 4	KR 5
SANTA INES	ANDEN	11076	8000089	KR 5	CL 41	CL 42
SANTA INES	ANDEN	11077	8000091	CL 42	KR 4B	KR 5
SANTA INES	ANDEN	11078	8000093	KR 4B	CL 41A	CL 42
SANTA INES	ANDEN	11079	8000090	CL 41A	KR 4A	KR 4B
SANTA INES	ANDEN	11080	8000090	CL 41A	KR 4A	KR 4B
SANTA INES	ANDEN	11081	8000092	KR 4A	CL 41A	CL 42
SANTA INES	ANDEN	11082	8000092	KR 4A	CL 41A	CL 42
SANTA INES	ANDEN	11083	8000101	CL 42	KR 4	KR 4A
SANTA INES	ANDEN	11084	8000313	KR 4A	CL 42	CL 42A
SANTA INES	ANDEN	11085	8000103	KR 4	CL 42	CL 43
SANTA INES	ANDEN	11086	8000094	CL 42A	KR 4A	KR 4B
SANTA INES	ANDEN	11087	8000282	KR 4B	CL 42	CL 42A
SANTA INES	ANDEN	11088	8000091	CL 42	KR 4B	KR 5
SANTA INES	ANDEN	11089	8000314	KR 5	CL 42	CL 43
SANTA INES	ANDEN	11090	8000314	KR 5	CL 42	CL 43
SANTA INES	ANDEN	11092	8000109	CL 43	KR 4	KR 5
SANTA INES	ANDEN	11095	8000093	KR 4B	CL 41A	CL 42
SANTA INES	ANDEN	11097	8000094	CL 42A	KR 4A	KR 4B
SANTA INES	ANDEN	11098	8000031	CL 41	KR 3A	KR 4
SANTA INES	ANDEN	11099	8000102	KR 4	CL 41	CL 42
SANTA INES	ANDEN	11100	8000102	KR 4	CL 41	CL 42
SANTA INES	ANDEN	11101	8000104	CL 42	KR 3B	KR 4
SANTA INES	ANDEN	11102	8000104	CL 42	KR 3B	KR 4
SANTA INES	ANDEN	11103	8000103	KR 4	CL 42	CL 43
SANTA INES	ANDEN	11104	8000284	KR 3B	CL 42	CL 42B
SANTA INES	ANDEN	11105	8000105	CL 42B	KR 3A	KR 3B
SANTA INES	ANDEN	11106	8000096	KR 3A	CL 42	CL 42B
SANTA INES	ANDEN	11107	8000095	KR 3B	CL 41A	CL 42
SANTA INES	ANDEN	11109	8000097	CL 41A	KR 3A	KR 3B
SANTA INES	ANDEN	11110	8000097	CL 41A	KR 3A	KR 3B

Fuente: propia

Barrios del sector norte de la ciudad donde se realizan las labores de evaluación de las condiciones de la malla vial y espacio público.

Fig. 25- Barrios asignados zona norte.



Fuente: propia

3.3 ENSAYOS DE LABORATORIO DE MATERIAL R.A.P Y SUPERVISION PARA TRAMO DE PRUEBA CON MAQUINARIA MARU

La secretaria de infraestructura en el desarrollo de distintos proyectos para mejorar las carreteras de la ciudad recibe una propuesta del grupo Marset que busca apoyar el desarrollo de la infraestructura vial de la ciudad planteando un progreso sostenible en la reparación de carreteras con una maquinaria patentada de reciclaje de asfalto conocida con el nombre de MARU, esta máquina funciona únicamente con material tipo R.A.P (pavimento asfáltico reciclado) lo cual en cuanto a desarrollo sostenible de carreteras es muy bueno ya que se reutiliza el asfalto, además de esto también cuenta con la ventaja de realizar el proceso de mezcla y descargue en el sitio donde se hará la rehabilitación o reparación necesaria, disminuyendo los costos en cuanto al transporte del material.

Para el correcto desarrollo de esta proyecto, ambas entidades concuerdan en realizar un tramo de prueba con el equipo para observar si cumple con los requerimientos que se necesitan y poder aceptar la propuesta comercial para iniciar con labores de reparación en la malla vial, sin embargo se establece que antes de iniciar con el tramo de prueba es muy importante hacer un análisis del material que se va a utilizar en la maquinaria, para esta actividad se solicitó el uso de los espacios del laboratorio de geotecnia de la universidad Santo Tomas seccional Tunja, los laboratorios mencionados a continuación son lo requeridos para posteriormente hacer el diseño de mezcla.

- Porcentaje de asfalto
- Granulometría
- Estabilidad y flujo

El material RAP para los ensayos es proporcionado por el municipio de Tunja, la abscisa de donde se reciclo el material no es muy claro, sin embargo, se encuentra dentro del tramo vial que comprende Green Hills hasta la entrada al barrio San Francisco.

A continuación, se establece la preparación de los materiales y especímenes necesarios para el desarrollo de los ensayos, estos se ejecutaron en los laboratorios de geotecnia de la Universidad Santo Tomas Seccional Tunja.

Fig. 26-Material R.A.P para laboratorios.



Fuente: propia

Fig. 27- Insumos desarrollo de ensayos (emulsión, rejuvenecedor, RAP).



Fuente: propia

Fig. 28- Cuarteo de Material Para laboratorios



Fuente: propia

Fig. 29-Muestras seleccionadas para Ensayos.



Fuente: propia

3.3.1 PORCENTAJE DE ASFALTO

A continuación, se muestra los procedimientos realizados para calcular el porcentaje de asfalto, para esto se tuvo en cuenta la normativa Invias INV E-732-13 extracción cuantitativa del asfalto en mezclas para pavimentos.

Se toma una muestra de 1200gr aproximadamente del material R.A.P, posteriormente este se calienta en la estufa para que las partículas del asfalto se vayan soltando del material, mientras tanto se realiza el pesaje de los discos que se pondrán en la maquina centrifuga, una vez ya realizado este proceso se dispone el material en el tazón que va dentro de la maquina y se le añade el reactivo de Tricloroetileno.

Fig. 30- Masa muestra RAP ensayo % de asfalto.



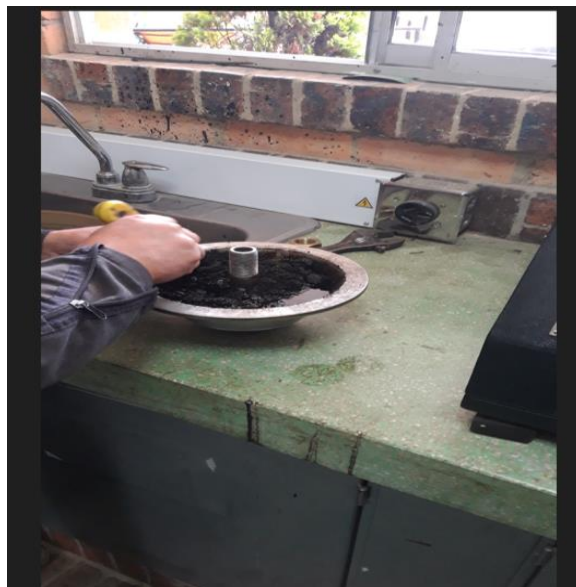
Fuente: propia

Fig. 31- Masa anillo filtrante.



Fuente: propia

Fig. 32- Lavado del material.



Fuente: propia

Una vez se prepara la muestra se introduce en la máquina para que empiece el proceso de centrifugado que separa el asfalto del material a su vez se utiliza una sonda para filtrar el reactivo de la máquina, culminada la extracción, se toma el peso

del material en el plato y de los anillos filtrantes para realizar los respectivos cálculos.

Fig. 33- Proceso de centrifuga del material RAP.



Fuente: propia

Tabla 1-Resultados ensayo porcentaje de asfalto material RAP

Peso inicial muestra de asfalto-W1 (g)	1200
Peso extraído muestra de asfalto-W2 (g)	1129.1
Peso inicial filtro-W3 (g)	15.6
Peso final filtro-W4 (g)	16.4
W1-W2	70.9
W4-W3	0.8
% de Asfalto	5.90

Nota. Porcentaje de asfalto obtenido del material RAP. [1]

3.3.2 GRANULOMETRIA

Teniendo en cuenta la normativa INV E-782-13 y una vez culminado el ensayo de porcentaje de asfalto se procede a realizar la granulometría del material, primero se organizan los tamices desde el de mayor abertura (tamiz 1") hasta el de menor (tamiz #200) luego se dispersa el material dentro de los tamices y se realiza el proceso manual de tamizaje realizando un movimiento de forma vertical y lateral.

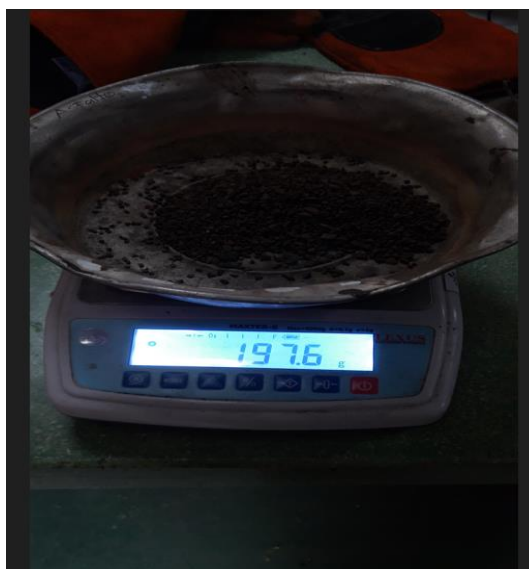
Fig. 34- Tamices y muestra para granulometría.



Fuente: propia

Se prosigue a pesar y tomar los valores del material retenido en cada uno de los tamices para después realizar la respectiva curva granulométrica del material.

Fig. 35- Peso material retenido tamiz #10.



Fuente: propia

Posteriormente se organizan los datos tomados en una tabla, esta cuenta con la información sobre los tamices, tamaño de abertura, peso retenido, porcentaje retenido, porcentaje retenido acumulado y porcentaje que pasa.

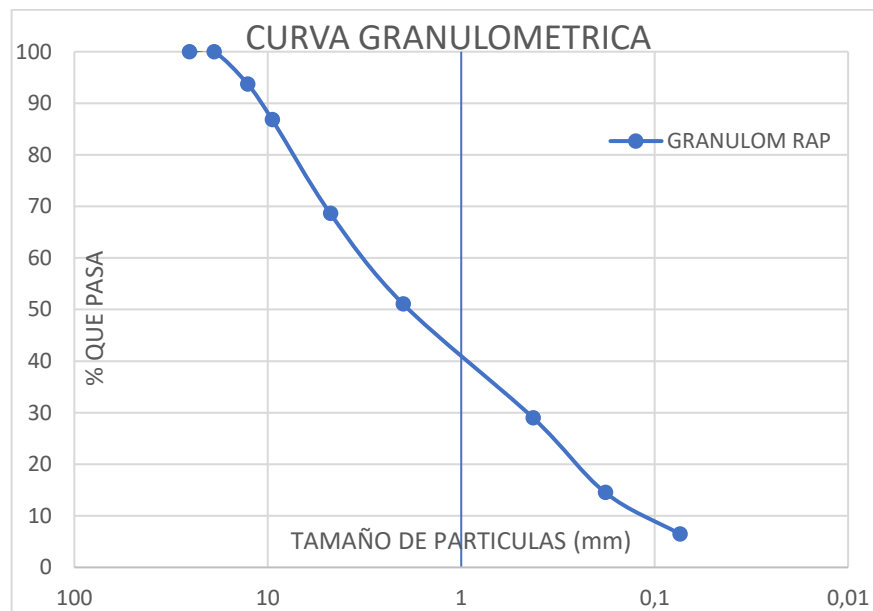
Tabla 2-Granulometría material

Tamiz	abertura (mm)	peso retenido (g)	% retenido	% retenido acumulado	% Pasa
1"	25,4	0	0	0	100
3/4"	19	0	0	0	100
1/2"	12,7	70,9	6,28	6,28	93,72
3/8"	9,5	77,5	6,86	13,14	86,86
No. 4	4,75	205,8	18,23	31,37	68,63
No.10	2	197,8	17,52	48,89	51,11
No.40	0,425	249,6	22,11	71,00	29,00
No.80	0,18	163,6	14,49	85,49	14,51
No.200	0,074	90,8	8,04	93,53	6,47
Fondo	0	72,7	6,44	99,97	0,03
W muestra(g)	1129	1128,7	99,9734278		

Nota. Granulometría obtenida material RAP. [1]

Teniendo los datos mencionados anteriormente se prosigue a graficar la curva granulométrica, en el eje Y % que pasa y en el eje X tamaño de partículas.

Fig. 36- Curva granulométrica material RAP.



Fuente: propia

3.3.3 ESTABILIDAD Y FLUJO

Para el desarrollo del laboratorio se usa la norma INV E-748-13 “Estabilidad y flujo de mezclas asfálticas en caliente empleando el equipo Marshall” que consiste en preparar probetas cilíndricas sometidas a un proceso de curado para para ser cargadas en la prensa Marshall bajo condiciones normales y así determinar su estabilidad y deformación [1]

Se fabrican 18 briquetas en total y a cada una de estas se les hace tres mediciones del diámetro y altura para obtener un promedio de las dimensiones de cada espécimen; de acuerdo a recomendaciones de los ingenieros del grupo Marset se decidió hacer un adición de emulsión asfáltica y rejuvenecedor (tradicional y vegetal) a la mezcla de las briquetas esperando que se obtengan resultados variados para futuras consideraciones en el diseño de mezcla y dosificaciones de emulsión y rejuvenecedor para el tramo de prueba.

A. Fabricación de Briquetas

Para el proceso de elaboración en primer lugar se calienta una de las muestras en la estufa hasta alcanzar un rango de temperatura entre 120 y 135°C luego esta mezcla se lleva al molde de probetas para iniciar con el proceso de compactación, este proceso con los martillos de compactación se hace de manera manual sujetando la pesa y dejándole caer sobre el molde para empezar a armar las

probetas, en este proceso se requiere que a cada cara de la probeta se le apliquen 75 golpes 150 en total para que queden bien compactas las briquetas para el ensayo.



Fig. 37 - Proceso de fabricación briquetas ensayo estabilidad y flujo.

A continuación, se muestran las dimensiones y pesos de las briquetas fabricados además de los porcentajes por peso que se añadieron de emulsión asfáltica (E), rejuvenecedor (R) y rejuvenecedor a base de vegetales (Ro).

Tabla 3 Ensayo estabilidad y flujo dimensiones y pesos de briquetas

	D1(mm)	D2(mm)	D3(mm)	H1(mm)	H2(mm)	H3(mm)	D Prom (mm)	H Prom (mm)	W peso (gr)
RAP N1	99	98,5	98,7	52	52,9	51,8	98,73	52,23	1133,8
RAP N2	98,8	99	98,9	53,8	54,8	55	98,90	54,53	1150,1
RAP N3	98,9	98,9	98,9	55,1	54,2	54,8	98,90	54,70	1155,9
RAP N4	98,8	99	99	51,5	52	51,9	98,93	51,80	1119,2
RAP N5	98,9	98,8	99	55	56	54,8	98,90	55,27	1169,9
RAP N6	98,7	99	98,9	50,5	50,9	48,5	98,87	49,97	1073,2
RAP N7 E-0,2%_R-0,4%	99,5	99	98,9	55,1	53,2	56	99,13	54,77	1175,1
RAP N8 E-0,2%_R-0,4%	98	98,8	98	56,5	51	55	98,27	54,17	1150,7
RAP N9 E-0,2%_R-0,5%	98,7	98	97,9	55,5	53,5	54	98,20	54,33	1181,8
RAP N10 E-0,2%_R-0,5%	98,5	98	97,8	54,8	54	54,5	98,10	54,43	1175,8
RAP N11 E-0,2%_R-0,6%	98,7	98,8	99	53	52	53	98,83	52,67	1154
RAP N12 E-0,2%_R-0,6%	98,5	99	99	58	55,5	57,5	98,83	57,00	1174,2
RAP N13 E-0,2%_Ro-0,4%	98,8	98,5	99	53	55	54,2	98,77	54,07	1168,5
RAP N14 E-0,2%_Ro-0,4%	98,8	99,7	99	53	54	56	99,17	54,33	1163,5
RAP N15 E-0,2%_Ro-0,5%	98,7	99	99,7	51	50	53	99,13	51,33	1131,8
RAP N16 E-0,2%_Ro-0,5%	99	96	97	55	53	57,00	97,33	55,00	1182,2
RAP N17 E-0,2%_Ro-0,6%	98	99	97,5		56	58	98,17	57,00	1188,6
RAP N18 E-0,2%_Ro-0,6%	97	98	99	54	53,5	55	98,00	54,17	1170,3

Nota. Datos obtenidos diámetro, altura y peso. [1]

Una vez fabricadas las probetas se debe esperar un lapso de 24 horas para poder fallarlas con el equipo marshal, transcurridas las 24 horas las briquetas se extraen del molde y se colocan en baño de agua alrededor de 30-40 minutos con una temperatura aproximada de 60°C.

Fig. 38- extracción de probetas.



Fuente: propia

Fig. 39- Briquetas terminadas N1 a N4.



Fuente: propia

Fig. 40- Briquetas a Baño maría.



Fuente: propia

Terminado el tiempo en el baño de agua maría se retira la briqueta, se seca y dispone en el equipo Marshall para fallarse, luego se toman las lecturas de estabilidad y flujo (deformación) indicadas en el equipo; a continuación, se resaltan ciertas características del equipo utilizado.

Tabla 4 Especificaciones equipo Marshall Universidad Santo Tomás

Rango (KN)	50
Sensibilidad de equipo (KN)	0.001
Velocidad (mm/min) (según norma INV E-748-13)	50 ± 5

Nota. características del equipo utilizado en el ensayo estabilidad y flujo. [1]

Fig. 41- Briqueta N1 en equipo Marshall.



Fuente: propia

Fig. 42- Lectura Briqueta fallada N1.



Fuente: propia

Fig. 43- Briquetas N1-N6 Falladas.



Fuente: propia

Una vez terminado el ensayo se hace el mismo proceso con las briquetas faltantes, se organiza la información referente a este y los ensayos anteriormente ejecutados para entregarse a los ingenieros del grupo Marset y de la secretaria de infraestructura y tomen las decisiones pertinentes para la ejecución del tramo prueba.

Tabla 5 Resultados obtenidos ensayo estabilidad y flujo

Briqueta RAP N°	1	2	3	4	5	6
Espesor briqueta (mm)	52,23	54,53	54,7	51,8	55,27	49,97
Temperatura del agua(°C)	25	25	25	25	25	25
Peso en el aire(g)	1133,8	1150,1	1155,9	1119,2	1169,9	1073,2
Peso aire SSS(g)	1135	1153,1	1170,6	1120,4	1172	1073,5
Peso en el agua(g)	693,6	698,6	712,1	684,5	710,2	656,6
Gmb bulk (gr/cm ³)	2,561	2,523	2,513	2,560	2,526	2,567
Estabilidad (KN)	29,3	31,14	22,57	25,49	25,38	20,5
Factor de corrección	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
Estab corregida (KN)	29,3	31,14	22,57	25,49	25,38	20,5
Flujo (mm)	5,715	4,61	7,45	5,234	4,346	4,927

Nota: Estabilidad y Flujo briquetas material RAP. [1]

3.4 SUPERVISION DE PRUEBA PILOTO CON EQUIPO MARU

Una vez se analizan los resultados de la fase de laboratorios y tomado las decisiones necesarias a cargo de los ingenieros, se prosigue a la ejecución del piloto, este se realiza en las inmediaciones de la UNAD (CR 2 calle 17), en los días 31 de agosto y 1-2 de septiembre.

En primer lugar, se transporta la maquina con ayuda de una retro excavadora al sitio donde se van a realizar las intervenciones.

Fig. 44- Traslado de maquinaria MARU al tramo prueba.



Fuente: propia

Se prosigue con la delimitación y extracción de la carpeta asfáltica, se puede apreciar que es una amplia zona en la que se aplicara la mezcla fabricada con el RAP.

Fig. 45- Demolición carpeta asfáltica afectada.



Fuente: propia

Una vez preparado el terreno se prosigue a introducir el material en el equipo MARU que tarda aproximadamente 30 40 minutos en hacer la primera descarga.

Fig. 46- Proceso de fabricación de mezcla primera descarga.



Fuente: propia

Se puede observar la aplicación de la primera descarga en el bache a reparar. También se aprecia la temperatura a la que se encuentra la mezcla por lo cual es necesario distribuir rápido y uniformemente la mezcla.

Fig. 47- Extensión de mezcla asfáltica.



Fuente: propia

Finalmente, con ayuda del vibro compactador se compacta la mezcla asfáltica al terreno y se aplica emulsión asfáltica.

Fig. 48- Compactación de la mezcla asfáltica sobre terreno.



Fuente: propia

Durante los tres días de trabajo se realizan 12 reparcheos con un total de producción de la máquina de 8.27 m³ sueltos, y 6.26 m³ compactados con el material R.A.P, estos resultados no concuerdan con los proporcionados en la propuesta comercial donde se indica que por cada jornada se pueden realizar 8 m³ dando a entender que en 3 días se producen 24 m³, al comentarlo con el ingeniero operario de MARU

manifestó que el material RAP que se proporciona contiene altos contenidos de humedad lo cual retrasa la actividad en el calentamiento de la mezcla, también añade que la maquina se encontraba sin engrasar y los sinfines trabajan con menos eficacia, estos detalles impiden la productividad real de la máquina.

3.5 ACTIVIDADES DE SUPERVISION EN GESTION DE INFRAESTRUCTURA REHABILITACION VIA LA COLORADA

Por otro lado, simultáneamente en la ciudad de Tunja se realizan diferentes frentes de trabajo en materia de estudios, diseños y mejoramiento de la malla vial y espacio público de la ciudad; al pasante se le asigna la supervisión del Tramo 2B la Colorada, donde realiza reporte de actividades diarias y de situaciones que comprometan el correcto desarrollo de la obra.

Para la vía en intervención, durante el tiempo de trabajo del pasante se realizan actividades de extracción de carpeta asfáltica y material de subbase, medición de niveles de subrasante y transporte de materiales.

Fig. 49- Extracción carpeta asfáltica Tramo 2B La Colorada.



Fuente: propia

Fig. 50- Compactación de subrasante tramo 2B La Colorada.



Fuente: propia

Fig. 51- Extracción de material de subrasante tramo 2B La Colorada.



Fuente: propia

Durante el desarrollo de la obra se presentaron inconvenientes que retrasaron el progreso de la misma, como el daño de una correa de la retroexcavadora, poca eficiencia en la fuerza de compactación del vibrocompactador además de otros problemas como en el momento de extracción del material de subrasante se afectan mangueras de acometida de viviendas, factores climáticos como precipitación, intervención por parte del INVIAS debido a que la rehabilitación estaba muy cerca a la vía principal y esta no podía verse afectada por dicha reparación, etc.

Fig. 52- Cable dañado de vibro compactador.



Fuente: propia

Fig. 53- Intervención por ruptura de manguera de acometida tramo 2B La Colorada.



Fuente: propia

Fig. 54- Presencia de interventoría tramo 2B La Colorada.



Fuente: propia

4. APORTES DEL TRABAJO

4.1 COGNITIVOS

En el marco de ejecución de actividades se desarrolla un archivo shape con información SIG que describe las características de un sector específico de la ciudad, el cual está compuesto por varios elementos viales y de espacio público los cuales necesariamente deben ser enumerados, clasificados y analizados para el correcto desarrollo de un sistema de gestión vial; este trabajo en conjunto con los demás pasantes e ingenieros facilita la ejecución de los proyectos realizados por la secretaria de infraestructura, puesto que se instruye al pasante en actividades de carácter técnico en un campo de trabajo con el sector público, y simultáneamente en el desarrollo de dichas actividades apoya las labores de la seccional.

Para la aplicación en campo cada uno de los elementos se analiza a través de la app desarrollada por la secretaria, al final de cada inspección se levanta una base de datos con registro fotográfico pertinente al elemento analizado, esto reduce tiempo en cuanto a futuras visitas en etapas precontractuales y de planeación ya que existe un soporte de información técnica y grafica de la malla vial existente y recientemente estudiada.

En otro escenario con la ejecución y análisis de laboratorios se hace entrega de resultados de tres laboratorios, estos resumidos en una hoja de cálculo de Excel a disposición de los ingenieros de la secretaria de infraestructura y del grupo Marset, previo a esto, el pasante realiza una solicitud de los espacios de laboratorio para lo cual la universidad da el aval puesto que manifiesta el interés de que uno de sus alumnos participe y vincule a la universidad con la empresa pública dando espacio para futuros proyectos y participación mutua en pro del desarrollo.

En la ejecución del proyecto piloto, bajo supervisión de ingenieros del grupo Marset, el pasante opera la maquina MARU durante todo un proceso de producción, cargamento de la máquina, aplicación de dosificaciones de rejuvenecedor y emulsión asfáltica, revisión de presiones, temperaturas, entre otras funciones que capacitan y acerca más a la realidad al pasante en los procesos de recuperación y rehabilitación vial con maquinaria sostenible.

En ultimas actividades el pasante realiza la supervisión en la rehabilitación del tramo La Colorada como resultado se hace entrega de un reporte diario de actividades durante la estadía del pasante en la obra.

4.2A LA COMUNIDAD

En el desarrollo del proyecto del sistema de gestión vial para la ciudad de Tunja durante las inspecciones a campo, se mantiene contacto con la comunidad, la cual expresa sus inquietudes en las actividades realizadas, como pasante se aporta con dialogo e intercambio de ideas con el fin de obtener mayor información sobre las expectativas de las reparaciones en tramos de la malla vial de los barrios que no han tenido ninguna en años, estas interacción ayudan con un mejor flujo de información por parte del municipio y sus pobladores .

Se realizan visitas a varios sectores de la ciudad donde la alcaldía mayor de Tunja y la secretaria de infraestructura interactúan con la comunidad y escuchan todas las necesidades de los barrios pertinentes a los temas de infraestructura vial.

Al aportar con la realización del sector 7 una base de datos, la comunidad o lideres pertenecientes a este, interesados en el desarrollo de su sector pueden consultar el estado actual de los distintos elementos viales que componen la zona, de esta manera participar y solicitar que se realicen reparaciones que la población de su zona ve como prioridad, mejorando las condiciones de movilidad, seguridad vial y de espacio público.

En la supervisión de frentes de trabajo se puede evidenciar que las empresas constructoras que realizan los proyectos de intervención en la recuperación de la malla vial de Tunja son empresas del mismo municipio lo cual es excelente porque son las mismas empresas de la ciudad las que participan en los procesos de licitación generando empleo y desarrollo para la comunidad.

Por ultimó en el acompañamiento del tramo prueba con maquinaria MARU, varias personas de la zona donde se ejecuta el proyecto muestran su preocupación debido a que piensan que esta alternativa para reparar no es muy eficaz sin embargo los ingenieros de grupo Marset dialogan y explican los beneficios de trabajar con esta maquinaria ilustrando a la comunidad sobre procesos más sostenibles de recuperación de carreteras logrando satisfacer a un gran porcentaje de la comunidad de la zona con los trabajos realizados mediante el dialogo y las buenas prácticas.

En las actividades realizadas durante la práctica es complejo medir que tanto se aporta a la población explícitamente, sin embargo, con cada esquema, supervisión y diagnóstico realizado por el pasante referente a la malla vial, implícitamente se aporta al desarrollo de mejores condiciones de infraestructura vial y de espacio público en beneficio a la comunidad.

5. IMPACTOS DEL TRABAJO DESEMPEÑADO

Antes de la aceptación del pasante en la empresa, el sistema de gestión vial en un escenario inicial contaba con datos de nomenclatura de calles y carreras, además de archivos en bases de datos con información de los distintos sectores de la ciudad, el avance hasta dicho momento era alrededor del 20%.

Tres meses después del ingreso del pasante se avanzó hasta un 70% en el desarrollo del sistema e inventario vial, día a día se elaboran archivos shape con información de los elementos viales que compone cada sector, posteriormente en campo se analizaba y notificaba el estado en el que se encontraba cada uno de estos.

En cuanto a impactos ambientales, en la rehabilitación y reparación de la malla vial de la ciudad, la solución propuesta con el equipo MARU resulta beneficiosa ya que se utiliza material reciclado para la recuperación de la infraestructura ahorrando en gastos de materiales nuevos y transporte.

Retomando el desarrollo de sistema de gestión vial, la secretaria de infraestructura económicamente ahorra un capital considerable gracias a la labor del pasante, ya que no se contaba con personal suficiente para desarrollar las actividades de creación de bases de datos y recopilación de información en campo referente a infraestructura vial y espacio público; puesto que es un trabajo arduo y extenso probablemente en otro escenario para poder desarrollarlo sería necesario realizar un proceso licitatorio, destinando recursos que se pueden aprovechar en otros proyectos de mayor prioridad para la comunidad.

Cada una de las actividades realizadas por el pasante generan un impacto positivo al avance y desarrollo de proyectos de la secretaria de infraestructura, desde el aporte en creación de bases de datos, inspecciones en campo, ensayos de laboratorio, entre otras; no se exalta que sin el labor del pasante no se puedan seguir desarrollando proyectos aun así gracias al impacto que este tuvo en los que participo, ingenieros y supervisores de la seccional logran acelerar sus diseños y propuestas para la ejecución de actividades dando inicio pronto a obras y planes que mejoran la infraestructura vial de la ciudad, mejorando la calidad de estas y la movilidad de vehículos y peatones.

Cabe resaltar el impacto que la práctica empresarial tuvo en el pasante, los conceptos y conocimientos aprendidos en la universidad son de vital importancia en el desarrollo de la vida profesional de un ingeniero civil, sin embargo, en el momento donde se inicia el mundo de la práctica se aprecia una brecha grande en cuanto al concepto del saber y del hacer, esta práctica enseña varias nociones del aspecto laboral que se desconocía e inclusive no se tocaron en la universidad haciendo que el pasante despertara su conciencia sobre la complejidad e importancia de las

labores como ingeniero civil y los retos que se presentan día a día, es deber de este realizar cada proyecto de su vida laboral con todos los conocimientos y enseñanzas que la universidad y la práctica imparten día a día.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como resultado del desarrollo de la base de datos para el diagnóstico de la malla vial de la ciudad, específicamente en el sector 7, se obtuvo 1065 elementos viales entre vías, andenes, bahías de estacionamiento y puentes. Con respecto a la toma de información y evaluación de las estructuras en campo se presentan varias situaciones a considerar.

En primer lugar, al ser una práctica empresarial que no contempla ningún tipo de pago o auxilio económico, el transporte a los puntos de análisis se tornaba complicado ya que los gastos son asumidos por parte del pasante, es poco comprensible que la empresa no contemple en etapas anteriores al desarrollo del proyecto o en la fase de contratación del personal para estas actividades pagos o subsidios que faciliten dichas labores de campo.

Por otro lado durante las inspecciones mencionadas se evidencia que la comunidad no se encuentra informada sobre estas actividades, generando entre ellos curiosidad y a veces preocupación puesto que como no se cuenta con algún tipo de documento que identifique al pasante como trabajador de la secretaria de infraestructura, y para el análisis hay que hacer registros fotográficos, entonces se puede malinterpretar estas acciones en algunos barrios donde sus residentes son algo más precavidos por este tipo de acciones, hay que añadir que la policía metropolitana de Tunja si contaba con esta información sin embargo se recomienda difundir este tipo de información a la población puesto que se pueden presentar varios inconvenientes en el desarrollo de las actividades anteriores a las fases constructivas.

Respecto a la ejecución de los ensayos de laboratorio para el desarrollo del tramo prueba con la maquina recicladora de asfalto MARU se obtienen los siguientes resultados. En el ensayo de porcentaje de asfalto de la norma INV E-732-13 extracción cuantitativa del asfalto en mezclas para pavimentos, a través del método A con anillos filtrantes, se obtiene un valor del contenido de asfalto en la muestra de material R.A.P de 5.9%.

En los ensayos de estabilidad y flujo INV E748-13 estabilidad de flujo de mezclas asfálticas en caliente empleando el equipo Marshall se presentaron valores de deformación para las 18 briquetas falladas, desde 4.2 a 5.6 mm en promedio, en cuanto a la estabilidad se aprecian valores desde los 29 KN hasta 10KN; según afirmaciones de algunos ingenieros de la secretaría de infraestructura es posible que la mezcla se encuentra algo rígida por lo cual podría presentarse fatiga temprana en el material, sin embargo esto puede variar según el nivel de tránsito para el cual se diseñe la vía, en el capítulo 4 de las especificaciones del INVIAS; especificaciones generales de construcción de carreteras (Tabla 410-10 Criterios para el diseño preliminar de la mezcla asfáltica en caliente de gradación continua por el método Marshall.) la relación estabilidad / flujo para NT1, NT2 o NT3 son 2.0

a 4.0 - 4.5 a 7.5 – 4.5 a 9 (KN/mm) respectivamente, que para los valores obtenidos en las briquetas ensayadas se encuentra dentro de este rango.

Los valores de gravedad especifican bulk se encuentran alrededor de 2.5 y 2.6 gr/cm³ esto asimismo refleja que posee un peso específico superior al del concreto (material con características rígidas) lo cual para una mezcla asfáltica no es adecuado.

Estos resultados se encuentran afectados por ciertos factores, en primer lugar, en el momento de la elaboración de las briquetas se hizo la compactación de forma manual afectando así la energía de compactación con la que se fabricaban las briquetas, segundo al calcular la gravedad específica bulk no se consideró que era necesario extraer el aire de los vacíos que se encontraban dentro de las briquetas analizadas, para esto era preciso realizar otras pruebas donde se considere la presencia de estos vacíos como por ejemplo la prueba INV E-736-13 donde se calcula el porcentaje de vacíos con aire en mezclas asfálticas compactadas densas y abiertas, se hizo la recomendación a los ingenieros del grupo Marset y la Secretaria de infraestructura de volver a fabricar las briquetas con las consideraciones anteriores, sin embargo puesto que se necesitaba iniciar lo antes posible con la prueba piloto se tomó la opción de llevar muestras del material R.A.P a otro laboratorio.

Como resultado del seguimiento a la prueba piloto con la maquinaria MARU, se obtiene que la maquina no cumplió con lo establecido en la propuesta de trabajo, puesto que su rendimiento durante los tres días de ejecución fue de 8.26 m³ de producción de material, un valor muy lejano a los 24 m³ que se supone hace en los ya mencionados tres días de jornada de trabajo, considerando las implicaciones del material húmedo, como los percances presentados en cuanto a su mecanismo, se recomienda volver a realizar un piloto que contemple las características apropiadas de materiales y maquinaria así como condiciones climáticas apropiadas con el fin de garantizar si la producción del equipo MARU que propone el grupo Marset es real y más importante aún si brinda una solución adecuada para el problema de infraestructura vial que presenta la ciudad de Tunja, o si por el contrario representa un gasto innecesario para la administración.

7. GLOSARIO

ARCGIS: Software de Modelación de sistemas de información Geográfica.

APP MALLA VIAL: Aplicación desarrollada por la secretaria de infraestructura de la ciudad de Tunja con el fin de recolectar información sobre el estado de la malla vial de la ciudad.

ASFALTO: Mineral negro de origen natural u obtenido artificialmente por destilación del petróleo.

BRIQUETA: Porción de mezcla asfáltica, que cumple con un patrón establecido de porcentajes de participación de agregados y cemento asfáltico. [9]

CIV: Código de identificación vial, se refiere al código asignado a un grupo de elementos viales dentro de un esquema vial.

DOSIFICACION: hace referencia a medir la cantidad o fracción de algunas sustancias.

EJE VIAL: Línea central de una vía, calzada o carretera. [10]

ELEMENTO VIAL: Elemento físico que se encuentra dentro de la infraestructura vial (andén, vía, separador).

EMULSION ASFALTICA: Es una combinación de asfalto, agua y una pequeña cantidad de agente emulsificante se utilizan en aplicaciones en frío para la construcción, conservación y rehabilitación de carreteras. [11]

ESPACIO PUBLICO: hace referencia a los andenes, bahías y separadores de la malla vial.

GRANULOMETRIA: Hace referencia a la distribución por tamaños de las partículas de un árido. Para conocer la distribución de tamaños de las partículas que componen una muestra de árido se separan estos mediante cedazos o tamices. [12]

GRAVEDAD ESPECIFICA BULK: Es la relación entre la masa de un volumen dado de material, y la masa de un volumen igual de agua destilada, libre de gas, a la misma temperatura. [13]

INFRAESTRUCTURA VIAL: Conjunto de componentes físicos que interrelacionados entre sí de manera coherente y bajo cumplimiento de ciertas

especificaciones técnicas de diseño y construcción, ofrecen condiciones cómodas y seguras para la circulación de los usuarios que hacen uso de ella. [14]

MALLA VIAL: Conformada por tramos viales cuya principal función es la de permitir la accesibilidad a las unidades de vivienda. [15]

MARU: Maquinaria recicladora de asfalto utilizada en procesos de recuperación de carreteras.

PK: Punto Kilométrico, sirven de referencia para identificar la posición geográfica en cada una de las vías o tramos de carretera. [16]

PORCENTAJE DE ASFALTO: material bituminoso de color negro, constituido principalmente por asfáltenos, resinas y aceites; se emplean en la elaboración de carpetas, morteros, riegos y estabilizaciones. [17]

R.A.P: Residuo asfáltico de pavimento, pavimentos que contienen materiales tales como asfalto y agregados pétreos que fueron removidos y reprocesados para ser incorporados como materiales en una nueva carpeta asfáltica [18]

REJUVENECEDOR: Líquido aplicado sobre las superficies asfálticas que reduce el deterioro provocado por factores externos (ambientales).

SHAPE: Tipo de formato de un documento compatible en el software ArcGIS con información de sistemas de información geográfica (sig.)

SIG: Sistemas de información geográfica utilizados en un marco de trabajo para reunir, analizar y gestionar datos. [19]

TAMIZ: El tamiz es un Utensilio que se usa para separar las partes finas de las gruesas de mezclas de materiales, está formado por una tela metálica o rejilla tupida [20]

8. REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

- [1] INVIAS, «INV E-748-13 -ESTABILIDAD Y FLUJO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE EMPLEANDO EL EQUIPO MARSHALL,» de SECCION 700-800 MATERIALES Y MEZCLAS ASFÁLTICAS Y PROSPECCION DE PAVIMENTOS.
- [2] «Tunja Ciudad de Tesoros Escondidos,» [En línea]. Available:
[] <https://www.tunjatesorosescondidos.com/index.php/division-politica/260-division-politica>.
- [3] Alcaldía Mayor de Tunja, «Alcaldía Mayor de Tunja,» 2018. [En línea]. Available:
[] <https://www.tunja-boyaca.gov.co/municipio/nuestro-municipio>.
- [4] A. M. d. Tunja, «Alcaldía Mayor de Tunja,» 2020. [En línea]. Available:
[] <https://www.tunja-boyaca.gov.co/alcaldia/organigrama>.
- [5] A. M. d. Tunja, «Alcaldía Mayor de Tunja,» 25 Febrero 2005. [En línea].
[] Available:
https://alcaldiatunja.micolombiadigital.gov.co/sites/alcaldiatunja/content/files/000410/20498_estructura_organizacional_alcaldia.pdf.
- [6] Secretaría de infraestructura de la alcaldía mayor de Tunja, «Ortofotografía ciudad de Tunja,» Tunja.
- [7] Alcaldía Mayor de Tunja, «Diagnostico Malla Vial Espacio Público,» [En línea].
[] Available:
<https://survey123.arcgis.com/share/c85a0d05a75d4a1498d099088d7b4e08>.
- [8] Alcaldía Mayor de Tunja, «Diagnostico de Malla Vial Señalización,» [En línea].
[] Available:
<https://survey123.arcgis.com/share/6c9e36ac5f71441795d8ad0b583277e2>.
- [9] «Vise,» [En línea]. Available: [https://blog.vise.com.mx/conoce-las-](https://blog.vise.com.mx/conoce-las-caracter%C3%ADsticas-del-asfalto)
[] [caracter%C3%ADsticas-del-asfalto](https://blog.vise.com.mx/conoce-las-caracter%C3%ADsticas-del-asfalto). [Último acceso: 06 junio 2023].
- [1] «studocu,» [En línea]. Available:
0] <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-pedro-ruiz-gallo/resistencia-de-materiales-i/informe-de-elaboracion-de-briquetas-de-asfaltopdf-aa/15417934>.
[Último acceso: 06 junio 2023].
- [1] «Secretaria distrital de planeacion,» [En línea]. Available:
1] <https://www.sdp.gov.co/gestion-territorial/vias-transporte-y-servicios-publicos/vias>. [Último acceso: 06 junio 2023].
- [1] «m y m Instrumentos Técnicos S.A.S,» [En línea]. Available:
2] <https://www.myinstrumentostecnicos.com/equipos-de-laboratorio/tamices/%E2%96%B6-tamiz-que-es/>. [Último acceso: 06 junio 2023].

- [1 «Juan de Castilla y León,» [En línea]. Available:
3] <https://datosabiertos.jcyl.es/web/jcyl/set/es/transporte/carreteras-puntos-kilometricos-cyl/1284813435661>. [Último acceso: 06 junio 2023].
- [1 «instituto mexicano del transporte,» [En línea]. Available:
4] <https://imt.mx/resumen-boletines.html?IdArticulo=504&IdBoletin=184>. [Último acceso: 06 junio 2023].
- [1 IDEAM, «IDEAM,» [En línea]. Available: <http://www.ideam.gov.co/curvas-idf>.
5]
- [1 «Glosario de Riego,» [En línea]. Available:
6] <http://www.riego.org/glosario/tag/pluviograma/>.
- [1 Departamento nacional de planeación, «Dnp,» [En línea]. Available:
7] <https://www.dnp.gov.co/Paginas/Las-16-grandes-apuestas-de-Colombia-para-cumplir-los-Objetivos-de-Desarrollo-Sostenible.aspx>.
- [1 INVIAS, DETERMINACIÓN EN EL LABORATORIO DEL CONTENIDO DE
8] AGUA (HUMEDAD) DE MUESTRAS DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO -AGREGADO, 2013.

9. APENDICES Y ANEXOS

Anexo A. Bitácora (1-17).

Anexo B. Anexos (fotografías)

Anexo C. Convenio (Formatos inicio pasantía, formatos fin pasantía)

Anexo D. Detalles.