

ACTUALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN VIAL Y CATASTRAL DE LA ZONA SUR ALTA DE TUNJA UTILIZANDO SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

ÁREA PRINCIPAL DE INGENIERÍA CIVIL DEL PROYECTO:
SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

PEDRO SANTIAGO REYES MEDINA

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

TUNJA

2018

ACTUALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN VIAL Y CATASTRAL DE LA ZONA SUR
ALTA DE TUNJA UTILIZANDO SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRAFICA

PEDRO SANTIAGO REYES MEDINA

Proyecto de grado en modalidad de práctica con proyección empresarial para
optar el título de Ingeniero Civil

Director:

DIEGO FERNANDO GUALDRÓN ALFONSO

Ingeniero Civil

Especialista en Ingeniería Ambiental

Codirector:

JUAN CARLOS QUEVEDO ALVAREZ

Arquitecto

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

TUNJA

2018

Nota de aceptación

Firma Director del proyecto

Firma Codirector del proyecto

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Tunja, Abril del 2018

La autoridad científica de la Facultad de ingeniería reside en ella misma, por lo tanto no responde por las opiniones expresadas en este trabajo de grado.

“Se autoriza su reproducción indicando necesariamente su origen”

DEDICATORIA

Dedicado:

“A Dios por permitirme cumplir uno de mis sueños y siempre darme razones para continuar a pesar de las dificultades.

A mis padres: Por brindarme su confianza y fe en mí para emprender y culminar este reto.

A mi hermano Mario por confiar en mí y verme como un ejemplo, lo que me impulsó a continuar este camino.

A mis hermanas Marcela y Andrea por brindarme siempre su apoyo incondicional, por ser las patrocinadoras de este sueño y porque gracias a sus sacrificios, apoyo, consejos y entrega total hacia mi hermano y a mi logré cumplir esta meta, sin ustedes no lo hubiese logrado.

A mi novia Angélica por estar desde el inicio de este proceso junto a mí, apoyándome y dándome fuerza para continuar cuando las cosas parecían no tener un futuro.

Gracias a ustedes por hacerme el hombre que soy, los amo.”

Santiago

AGRADECIMIENTOS

A Dios y a mis padres por darme la constancia, paciencia y fortaleza para cumplir este sueño.

A mi hermano Mario y mis hermanas Marcela y Andrea por brindarme su apoyo incondicional, su comprensión y amor y por siempre estar ahí en los momentos difíciles.

A mis amigos Kristian, Antonio, Sebastián, Pilar y Julieth y a mamá María, que son mi segunda familia y me impulsaron en momentos difíciles a continuar y seguir con este proyecto.

A mi novia Angélica y a nuestros compañeros, colegas y amigos. Pilar, Angélica y Julián por recorrer este camino juntos y siempre brindarme su apoyo y alegría en todo momento.

A la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, especialmente a la Escuela de Ingeniería Civil por brindarme los conocimientos y herramientas necesarias para lograr este sueño.

Al director del Proyecto Ingeniero Diego Fernando Gualdrón por su apoyo y acompañamiento a lo largo de esta pasantía.

Al codirector, el Arquitecto Juan Carlos Quevedo, Asesor de Planeación de la Alcaldía Mayor de Tunja por permitir realizar esta práctica empresarial y brindar el apoyo necesario para desarrollarla.

A la Ingeniera Sandra Buitrago y al Ingeniero Daniel Sánchez por su acompañamiento y conocimientos otorgados a lo largo de esta pasantía. De igual manera al grupo de pasantes, sin su apoyo esta práctica no hubiese sido posible.

A la oficina Asesora de Planeación de la Alcaldía Mayor de Tunja, en especial a la Arquitecta Gloria Católico y la Ingeniera Nancy Amaya por brindar asistencia y apoyo en todo lo relacionado a la pasantía.

RESUMEN

La ciudad de Tunja tiene la obligación a través de la Alcaldía Mayor, reportar información acerca de las vías que se tienen en su territorio, con el fin de conformar el Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras (SINC) utilizando la metodología expuesta en la resolución 1067 de 2015 expedida por el Ministerio de Transporte, adicionalmente la alcaldía a través de la oficina asesora de planeación necesita saber la condición actual de los paramentos con el fin de realizar una actualización del POT de la ciudad de Tunja, así como proporcionar dicha información a los ingenieros de sistemas de la alcaldía para que puedan crear una plataforma en donde se simplifique los trámites que tienen que ver con el código predial. Finalmente se realizara una evaluación del estado de la señalización tanto vertical como horizontal en base a su deterioro, visibilidad o ausencia en el sector.

El enfoque del trabajo está dirigido a las vías de la zona sur alta de la ciudad de Tunja, para lo cual se utilizó información secundaria proporcionada por la alcaldía como lo fue shapefiles de la malla vial proyectada de la ciudad, barrios, predial del año 2015, y por último una orto foto del casco urbano de la ciudad tomada en el año 2015. Los receptores GPS utilizados para la georreferenciación fueron el Mobile Mapper 10 y el Mobile Mapper 50, el software para el procesamiento de la información georreferenciada fue ArcGIS con ayuda del programa Excel.

El trabajo final consiste en un inventario vial y catastral el cual contenga la totalidad de la información descrita en la resolución 1067 del 2015 del Ministerio de Transporte, adicionalmente a la información solicitada por la alcaldía a través de la oficina asesora de planeación.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	15
2. OBJETIVOS.....	16
2.1. GENERAL.....	16
2.2. ESPECÍFICOS.....	16
3. ASPECTOS GENERALES.....	17
3.1. ALCANCE	17
3.2. LOCALIZACIÓN.....	17
4. MARCO REFERENCIAL.....	19
4.1 MARCO LEGAL	19
4.1.1. Sistema integral nacional de información de carreteras (SINC).....	19
4.1.2. Manual de señalización vial.	24
4.2. MARCO TEÓRICO	25
4.2.1. Sistemas Globales de Navegación por Satélite o Global Navigation Satellite System (GNSS).	25
4.2.2. Sistemas de Información Geográfica (SIG).....	30
4.2.3. Inventario vial.....	35
4.2.4. Plan de Ordenamiento Territorial (POT).	36
4.2.5 Catastro.	37
4.2.6 Panel de expertos.....	37

5. DISEÑO METODOLÓGICO.....	38
5.1. FASE I: RECONOCIMIENTO DE BASES TEÓRICAS MÍNIMAS E INFORMACIÓN SECUNDARIA.....	38
5.2. FASE II: PRUEBA PILOTO RUTA 55 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN EN CAMPO Y TRABAJO EN OFICINA	40
5.2.1. Trabajo de campo Prueba Piloto Ruta 55.	41
5.2.1. Trabajo de oficina Prueba Piloto Ruta 55.....	46
5.3. FASE III: ZONA SUR ALTA DE LA CIUDAD DE TUNJA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN EN CAMPO Y TRABAJO EN OFICINA	49
6. ESTRUCTURACIÓN BASE DE DATOS GEORREFERENCIADA	51
6.1. CAPA PARAMENTOS.	51
6.2. CAPA SEÑAL VERTICAL FALTANTE.....	52
6.3. MAPA N° 13 PRIORIZACIÓN SEÑALIZACIÓN DE VÍAS.....	53
6.4. METADATOS GENERADOS.....	54
7. ANÁLISIS Y RESULTADOS	55
7.1. CAPA 01_TRAMOVIA	55
7.2. CAPA 02_BERMA	56
7.3. CAPA 03_SECCIONTRANSVERSAL.....	56
7.4. CAPA 04_SEPARADOR	59
7.5. CAPA 05_TIPOTERRENO	60
7.6. CAPA 06_PUENTE.....	61
7.7. CAPA 10_INTERSECCION	62
7.8. ESTADO DE LA MALLA VIAL ZONA SUR ALTA DE TUNJA.....	62
7.8.1. Capa 16_DANOFLEXIBLE.	62

7.8.2. Capa 17_DANORIGIDO.	64
7.8.3. Capa 18_DANOAFIRMADO	65
7.9. CAPA 20_PARAMENTOS	67
7.10. SEÑALIZACIÓN.....	68
7.10.1. Capa 14_SENALHORIZONTAL.....	68
7.10.2. Capa 15_SENALVERTICAL	72
7.10.3. Priorización de señalización de vías en la zona sur alta de Tunja.	77
8. CONCLUSIONES	82
9. RECOMENDACIONES.....	84
10. BIBLIOGRAFIA	85
11. ANEXOS	87

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ventajas y Desventajas de un SIG	34
Tabla 2. Características equipos GPS utilizados en la georreferenciación	41
Tabla 3. Componente espacial asociado a cada registro	43
Tabla 4. Componente Alfanumérico Capa 01_TRAMOVIA	44
Tabla 5. Componente Alfanumérico Capa 10_INTERSECCION	45
Tabla 6. Componente Alfanumérico Capa 20_PARAMENTO	52
Tabla 7. Componente Alfanumérico Capa 15_1_SENALVERTICALFALTANTE...	53
Tabla 8. Componente Alfanumérico Capa 01_TRAMOVIA-PRIORIZACIÓN	53
Tabla 9. Vías con Prioridad 1 para implementación de señalización	78
Tabla 10. Vías con Prioridad 2 para implementación de señalización	80
Tabla 11. Vías con Prioridad 3 para implementación de señalización	80

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización zona sur alta de Tunja.....	18
Figura 2. Línea Temporal SINC	23
Figura 3. Constelación de satélites GPS	27
Figura 4. Segmentos de un GNSS.....	29
Figura 5. Elementos básicos de un SIG.....	32
Figura 6. Metodología Utilizada en la Práctica.....	38
Figura 7. Metadato Capa 20_PARAMENTOPAR	54
Figura 8. Georreferenciación Tramovia	56
Figura 9. Tipo de Superficie en base a la Longitud.....	57
Figura 10. Porcentajes encontrados de Tipos de Superficie.....	57
Figura 11. Porcentajes encontrados de Anchos de Calzada	58
Figura 12. Toma de Ancho Sección Transversal	59
Figura 13. Porcentajes encontrados de Tipo de Terreno.....	61
Figura 14. Tipos de Daño Flexible Zona Sur Alta de Tunja.	62
Figura 15. Porcentajes Tipos de Daño Flexible Zona Sur Alta de Tunja.....	63
Figura 16. Tipos de Daño Rígido Zona Sur Alta de Tunja	64
Figura 17. Porcentajes Tipos de Daño Rígido Zona Sur Alta de Tunja.....	64
Figura 18. Tipos de Daño Afirmado Zona Sur Alta de Tunja	66
Figura 19. Porcentajes Tipos de Daño Afirmado Zona Sur Alta de Tunja.....	66
Figura 20. Porcentajes Tipos de Señalización Horizontal Zona Sur Alta de Tunja.	69
Figura 21. Porcentajes Estado de la Señalización Horizontal Zona Sur Alta de Tunja.....	69
Figura 22. Señal Horizontal (Línea Central y Líneas de Borde de Vía) en mal estado.....	70
Figura 23. Señal Horizontal (Resalto) en buen estado, no visible.....	70
Figura 24. Señal Horizontal (Cebra) en mal estado	71

Figura 25. Porcentajes de Existencia de la Señalización Horizontal Zona Sur Alta de Tunja.....	71
Figura 26. Porcentaje Señalización Vertical Según su Clasificación Zona Sur Alta de Tunja.....	73
Figura 27. Estado de la Señalización Vertical Zona Sur Alta de Tunja.....	74
Figura 28. Visibilidad de la Señalización Vertical Zona Sur Alta de Tunja.....	75
Figura 29. Señalización Vertical (Zona deportiva y Prohibido parquear) en mal estado.....	75
Figura 30. Señales Verticales con Obstrucciones en la Visualización.....	76
Figura 31. Comparación entre Señal Vertical en buen Estado y Mal Estado.....	76

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Carta Emitida por Spectra.....	87
Anexo 2. Mapas.....	88
Anexo 3. Geodatabase Zona Sur Alta de Tunja.....	CD
Anexo 4. Registro Fotográfico.....	CD

1. INTRODUCCIÓN

Las vías son uno de los factores primordiales para el desarrollo de una sociedad, cumplen un papel fundamental como ejes económicos, industriales, turísticos, agrícolas, etc. Colombia cuenta con 1.122 municipios de los cuales Boyacá alberga 123 en su territorio y una cantidad de vías bastante grande, para administrar la red vial del país el Ministerio de Transporte quien es el ente encargado de formular y adoptar políticas y planes para la regulación técnica en materia de tránsito y transporte del país, creó el Sistema Integral de Información de carreteras (SINC) en donde estará de manera única la información de todas las carreteras del país. Esta herramienta será administrada por el Ministerio de Transporte y las entidades adscritas a este como lo son los departamentos, municipios y distritos que están obligados a reportar la información al SINC según la metodología de la resolución 1067 de 2015.

Por lo tanto la Oficina Asesora de Planeación de la ciudad de Tunja debe recolectar los distintos datos y requerimientos de las vías según las normativas nacionales con destino al SINC, además de obtener la información actualizada de los parámetros de una forma digitalizada que permita crear una base de datos con el fin de disminuir los trámites que se realizaran por medio del código predial debido al cambio de nomenclatura del 62% de la ciudad.

En el trabajo final se realiza un análisis detallado de acuerdo a los requerimientos de la resolución 1067 del 2015 y de la oficina asesora de planeación, finalmente los resultados fueron presentados ante la Alcaldía Mayor de Tunja a través de la oficina asesora de planeación y a el Ministerio de Transporte.

2. OBJETIVOS

2.1. GENERAL

Brindar asistencia técnica en la recopilación de información georreferenciada en la zona sur alta de la ciudad de Tunja siguiendo lineamientos nacionales con destino a la actualización del POT.

2.2. ESPECÍFICOS

- Evaluar las condiciones en las que se encuentra la señalización de la zona sur alta de Tunja con base en su deterioro, visibilidad o ausencia en el sector.
- Realizar levantamientos detallados utilizando receptores del Sistema de Posicionamiento Global en la zona sur alta de Tunja conforme a la metodología de la Resolución 1067 de 2015 incluyendo la toma de datos de paramentos.
- Estructurar una base de datos georreferenciada de la malla vial y de la información catastral según lo requerido por la Oficina de Planeación de Tunja utilizando los lineamientos establecida en la Resolución 1067 de 2015.

3. ASPECTOS GENERALES

3.1. ALCANCE

Mediante la presente pasantía se pretende apoyar a la Oficina de Planeación a obtener la información necesaria para la actualización y sistematización de los trámites que se realizan por medio de los códigos prediales, incluyendo los lineamientos de la Metodología General para reportar la Información del SINC según lo estipulado en la Resolución 1067 de 2015, por lo tanto para ahorrar recursos se hace necesario levantar la información de ambos requerimientos al mismo tiempo. Así mismo evaluar las condiciones en que se encuentra la señalización presente en el sector teniendo en cuenta el grado de deterioro y la visibilidad que estas tengan.

Esta pasantía se limita a la obtención de información georreferenciada de la zona sur alta de Tunja ya que existe limitación en los equipos y la obtención de datos está sujeta a factores climáticos, además la metodología del SINC exige la toma de gran cantidad de información.

3.2. LOCALIZACIÓN

El área de trabajo de la pasantía es la ciudad de Tunja ubicada en el departamento de Boyacá a 130 kilómetros al noroeste de Bogotá sobre la cordillera oriental de los Andes. Esta encontrada a 2782 m.s.n.m., con una temperatura media de 13 °C y una extensión total de 121.4920 Km² de los cuales 19.7661 Km² son urbanos y 101.7258 Km² pertenecen al área rural¹. Según el

¹ SITIO WEB ALCALDIA DE TUNJA. Presentación. [En Línea]-[Consultado: 23 de Enero de 2018]-< <http://www.tunja-boyaca.gov.co/presentacion.shtml>>

DANE para el 2017, la capital boyacense cuenta con una población estimada de 195.496 habitantes, de los cuales 187.689 pertenecen a la zona urbana y 7.807 pertenecen al territorio rural.

Para el caso de esta pasantía la zona de estudio es la zona sur alta de la ciudad ubicada en parte en la comuna 8 de la ciudad o comuna suroriental (comuna conformada por los barrios Cooservicios, Nazareth, Florida, San Francisco, Ciudad Jardín y San Carlos).

Figura 1. Localización zona sur alta de Tunja



Fuente: Elaboración Propia

4. MARCO REFERENCIAL

4.1 MARCO LEGAL

4.1.1. Sistema integral nacional de información de carreteras (SINC). El Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras fue creado a través del Congreso de la República mediante el artículo 10 de la ley 1228 de 2008² en donde se indica que el Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras (SINC) es un sistema público de información único nacional conformado por toda la información correspondiente a las carreteras a cargo de la nación, los departamentos, municipios y distritos especiales y que conformarán el inventario nacional de carreteras. En este sistema se deben registrar cada una de las carreteras existentes identificadas por su categoría, ubicación, especificaciones, extensión, proyectos nuevos, intervenciones futuras y demás información que determine la entidad administradora del sistema que en este caso es el Ministerio de Transporte.

Posteriormente el Ministerio de Transporte expide la resolución 1860 de 2013³ en la cual se adopta la metodología general para reportar la información que conforma el Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras y se establecen los primeros plazos para reportar la información al SINC, esta fue modificada por la resolución 1067 de 2015⁴ la cual es la resolución actual referente a la metodología para reportar los datos al sistema, a continuación se explicara con más detalle el contenido de esta resolución.

La resolución 1067 de 2015 del Ministerio de Transporte contiene algunos antecedentes y una presentación más clara del SINC como es denominado el

² SENADO DE LA REPUBLICA. Ley 1228 del 2008. Artículo 10

³ MINISTERIO DE TRANSPORTE. Resolución 1860 de 2013

⁴ MINISTERIO DE TRANSPORTE. Resolución 1067 de 2015

Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras a partir de la fecha de publicada dicha resolución. En esta se encuentra una clasificación de las vías según la entidad que tiene la vía a su cargo o según la categoría al que estas pertenezcan.

4.1.1.1. Clasificación según la entidad que tiene actualmente a cargo la vía.

- Vías a cargo de la nación o nacionales: Aquellas que están a cargo del Instituto Nacional de Vías o concesionadas por la Agencia Nacional de Infraestructura.
- Vías a cargo del departamento o departamentales.
- Vías a cargo de los municipios y distritos.

4.1.1.2. Clasificación según la categoría.

- Primer orden o arteriales.
- Segundo orden o intermunicipales.
- Tercer orden o veredales.

En cuanto a las fuentes de información oficial para el SINC, la resolución 1067 de 2015 del Ministerio de Transporte expresa que estas dependen de la naturaleza e infraestructura tecnológica de cada entidad y en los casos en que la información de dichas fuentes se encuentre en formatos diferentes o no cumplan con los requerimientos de la metodología presente en la resolución, es responsabilidad de cada proveedor de datos del SINC realizar las respectivas transformaciones y cambios para conformar los datos en la forma y requerimientos que tiene el sistema⁵. Las fuentes de información que determina la resolución 1067 de 2015 del Ministerio de Transporte son las siguientes:

- Esquemas de Ordenamiento Territorial Municipal

⁵ MINISTERIO DE TRANSPORTES. Resolución 1067 de 2015. Numeral 4

- Planes de Ordenamiento Territorial Municipal
- Planes de Ordenamiento Territorial Distrital
- Planes Zonales
- Sistemas de Información Geográfica de cada entidad
- Contratos de levantamiento de inventarios viales
- Contratos de mantenimiento vial
- Contratos de construcción
- Sistemas de gestión de concesiones
- Plan vial regional

La resolución 1067 de 2015 del Ministerio de Transporte expone los requerimientos técnicos y lineamientos que se deben tener en cuenta para hacer el reporte de los datos que se requieren para el SINC, además indica las normas técnicas para realizar la representación cartográfica de la información, por otra parte señala las orientaciones para la caracterización de las vías en los términos establecidos para el SINC, se presenta el nombre de los campos, su estructura y obligatoriedad, los archivos a entregar son de tipo geográfico lo que implica que deben tener un componente alfanumérico y un componente espacial asociado a cada registro⁶. La información a reportar al SINC es la siguiente:

- 01_TRAMOVIA
- 02_BERMA
- 03_SECCIONTRANSVERSAL
- 04_SEPARADOR
- 05_TIPOTERRENO
- 06_PUENTE
- 07_MURO
- 08_TUNEL

⁶ MINISTERIO DE TRANSPORTES. Resolución 1067 de 2015. Numeral 5.1

- 09_ESTACIONPESAJE
- 10_INTERSECCION
- 11_PEAJE
- 12_SITIOCRITICOACCIDENTALIDAD
- 13_SITIOCRITICOINESTABILIDAD
- 14_SENALHORIZONTAL
- 15_SENALVERTICAL
- 16_DANOFLEXIBLE
- 17_DANORIGIDO
- 18_DANOAFIRMADO

El formato de entrega para la información a reportar debe ser “*ESRI Shapefile*” y puede ser enviada por alguno de estos medios de soporte⁷:

- Discos ópticos
- Directorio web de transferencia
- Web services

Las especificaciones cartográficas que debe tener la información a entregar son las siguientes:

El sistema de referencia espacial o datum será MAGNA-SIRGAS en los términos definidos en la resolución 068 de 2005 del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).

En cuanto a las dimensiones y unidades la información debe ser de tipo tridimensional por lo que la latitud y longitud vienen dadas en grados sexagesimales y la altura en metros sobre el nivel del mar.

⁷ MINISTERIO DE TRANSPORTE. Resolución 1067 de 2015. Numeral 6.1

El tipo de geometría que se requiere debe ser multi-parte debido a esto el tipo de geometría a utilizar será LineString y Point.

La precisión cartográfica de los datos a incluir al SINC viene dada por los términos del artículo 2° de la Ley 1228 de 2008⁸, de esta forma la precisión cartográfica requerida para la información debe ser igual o menor a un (1) metro.

Para la unificación de los ejes los datos enviados al SINC deben tener un eje único de vía correspondiente al archivo 01_TRAMOVIA, por lo que los demás archivos deben utilizar este mismo eje como base para definir los segmentos de línea y la localización de los puntos.

Por último la temporalidad de las entregas de la información ha variado a lo largo de los años con las diferentes resoluciones que se han publicado sobre el SINC, debido a que los primeros plazos de entrega no fueron suficientes para poder recolectar, organizar y enviar la información pertinente debido a múltiples factores que generaron que se ampliaran los plazos en varias ocasiones, lo que llevo a tener como fecha última de entrega de la información hasta el 30 de abril de 2018, a continuación se mostrara una pequeña línea de tiempo sobre la creación y los diferentes plazos de entrega de información perteneciente al SINC hasta el momento.

Figura 2. Línea Temporal SINC



Fuente: Elaboración Propia

⁸ SENADO DE LA REPUBLICA. Ley 1228 del 2008. Artículo 2

4.1.2. Manual de señalización vial. (Dispositivos para la regulación del tránsito en las calles carreteras y ciclorrutas de Colombia). El manual de señalización vial es una recopilación de diferentes tipos de dispositivos de regulación del tránsito utilizados en Colombia y en el extranjero. Este documento es una herramienta destinada a contribuir a la seguridad de los ciudadanos como una guía y material de consulta para los usuarios de las calles, carreteras y ciclorrutas del país, para las entidades responsables de la infraestructura vial y las autoridades de tránsito tanto nacionales como departamentales, distritales y municipales, profesionales de ingeniería, entidades educativas, entre otras instituciones⁹.

En este manual se establecen las especificaciones de diseño, ubicación y aplicación de los dispositivos para la regulación del tránsito, su aplicación consiste en conocer el uso, clasificación, funcionalidad, color, tamaño, materiales, mantenimiento, etc., de los dispositivos utilizados en el ámbito nacional para regular el tránsito. El objetivo del manual es reglamentar y divulgar los dispositivos requeridos para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia, con el propósito de generar un ambiente ágil, seguro y eficiente para los usuarios en su movilización por las vías públicas del país, la autoridad legal que rige el manual corresponde al Ministerio de Transporte conforme a lo dispuesto en el artículo 5° de la Ley 769 de 2002¹⁰ donde dispone reglamentar las características técnicas de la demarcación de toda la infraestructura vial, norma que también le fija al Ministerio de Transporte la responsabilidad de determinar los elementos y los dispositivos de señalización necesarios para obras de construcción, las señales, barreras, luces, demarcación en pasos a nivel de vías férreas y la reglamentación del diseño y la definición de las características de las señales de tránsito, su uso, ubicación y demás características¹¹.

⁹ MINISTERIO DE TRANSPORTE. Manual de Señalización Vial. Presentación

¹⁰ SENADO DE LA REPUBLICA. Ley 769 de 2002. Artículo 5

¹¹ MINISTERIO DE TRANSPORTE. Manual de Señalización Vial. Numeral 1.5

4.1.2.1. Contenido del manual. En el manual se puede encontrar los siguientes capítulos¹²:

- Capítulo 1- Aspectos generales
- Capítulo 2 - Señalización vertical
- Capítulo 3 - Señalización horizontal
- Capítulo 4 - Señalización de calles y carreteras afectadas por obras
- Capítulo 5 - Otros dispositivos para la regulación del tránsito
- Capítulo 6 - Señalización de ciclorrutas
- Capítulo 7 - Semáforos
- Capítulo 8 - Especificaciones técnicas
- Capítulo 9 - Ejemplos típicos de señalización
- Anexos
- Bibliografía
- Glosario

4.2. MARCO TEÓRICO

4.2.1. Sistemas Globales de Navegación por Satélite o Global Navigation Satellite System (GNSS). Los sistemas globales de navegación por satélite se refieren al conjunto de sistemas de navegación por satélite que proporcionan un posicionamiento geoespacial con cobertura global, tanto de forma autónoma como con sistemas de aumentación¹³.

El concepto de GNSS es relativamente reciente puesto que su historia comienza en los años 70 con el desarrollo del sistema estadounidense NAVSTAR-GPS o

¹² MINISTERIO DE TRANSPORTE. Manual de Señalización Vial. Numeral 1.2

¹³ NAGARVIL. Sistemas GNSS Introducción. [En Línea]-[Consultado: 23 de Enero de 2018]-<<https://nagarvil.webs.upv.es/sistemas-gnss-introduccion/>>

GPS como se conoce comúnmente el cual fue desarrollado en un principio para aplicaciones exclusivamente de uso militar y estaba bajo el control del DoD o el Departamento de Defensa de los Estados Unidos y estaba sometido a un estricto control gubernamental. Posteriormente en los 90 después de varios estudios para aplicaciones civiles es cuando esta tecnología comienza a emplearse para fines civiles y a alcanzarse numerosos acuerdos entre el gobierno de los Estados Unidos y distintos países de todo el mundo¹⁴.

Adicionalmente al GPS existen otros sistemas de navegación por satélite como el GLONASS (Rusia) y el Galileo (Europa), sistemas que se han implementado parcialmente como es el caso del GLONASS o que aún están en desarrollo como el Galileo.

Los sistemas de navegación por satélite tienen definida claramente una estructura, la cual está dividida en tres segmentos distintos (segmento espacial, segmento de control y segmento de usuarios) por lo que un GNSS no se podría entender como un sistema de navegación por satélite si no contara con alguno de estos tres segmentos¹⁵.

4.2.1.1. Segmentos de los GNSS.¹⁶ Segmento espacial: Está compuesto por los satélites que forman el sistema tanto de navegación como de comunicación. Los primeros orbitan alrededor de la tierra repartiéndose en distintos planos orbitales,

¹⁴ GARCIA ALVAREZ, David Abelardo. Sistema GNSS (global navigationsatellitesystem).Proyecto fin de carrera. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid. Escuela Politécnica Superior. Dpto. de Ingeniería Informática, 2008.p.22

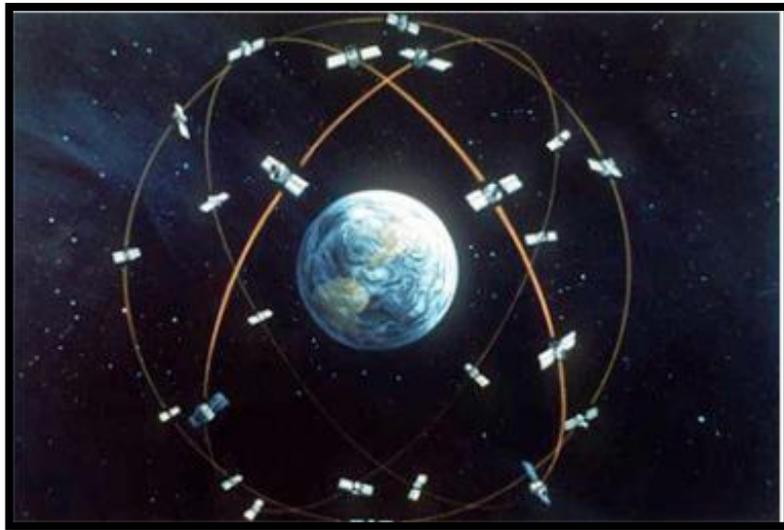
¹⁵ GARCIA ALVAREZ, David Abelardo. Sistema GNSS (global navigationsatellitesystem).Proyecto fin de carrera. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid. Escuela Politécnica Superior. Dpto. de Ingeniería Informática, 2008.p.23

¹⁶ GARCIA ALVAREZ, David Abelardo. Sistema GNSS (global navigationsatellitesystem).Proyecto fin de carrera. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid. Escuela Politécnica Superior. Dpto. de Ingeniería Informática, 2008.p.24, 25,26.

los segundos son los que forman los llamados sistemas de aumento que sirven para la corrección de errores de posicionamiento.

En el caso de los satélites de navegación el segmento espacial de un GNSS debe contar con el suficiente número de satélites de navegación, tales que estos puedan garantizar una cobertura global en todo momento, adicionalmente debe tener un número de satélites lo suficientemente grande para que permita transmitir información de manera redundante en caso de que algún satélite deje de funcionar o para que haya un mayor número de satélites en una zona lo que permitirá obtener un posicionamiento más preciso. La distribución de los satélites debe ser tal que estos estén ubicados en diferentes planos orbitales para que de tal forma se cubra toda la tierra de una forma global, dependiendo del número de satélites la distribución dentro de los planos orbitales no necesariamente debe ser uniforme. Actualmente el sistema GPS tiene una constelación de 30 satélites distribuidos en seis planos orbitales de manera no uniforme debido a que los satélites adicionales que proporcionan información redundante se han ido incorporando poco a poco a la constelación original de distribución uniforme de 24 satélites.

Figura 3. Constelación de satélites GPS



Fuente: Navegar.com. Disponible en internet. < <http://www.navegar.com/como-funciona-el-sistema-de-localizacion-por-gps/>>

Por otro lado refiriéndose a los satélites de comunicación en el SS se pueden encontrar satélites de comunicación GEO, los cuales forman los llamados sistemas de aumento que son particulares de cada país. Dicho satélite retransmite la información con correcciones procedente del segmento de control lo que aumenta la precisión del sistema.

Segmento de control: Está formado por el conjunto de estaciones en tierra encargadas de recoger los datos de los satélites, este segmento es complejo en su definición debido que es propio de cada país o coalición de países y son estructurados en función de distintos criterios como más convenga.

Sus funciones son garantizar las prestaciones del sistema mediante monitoreo del segmento espacial y aplicar correcciones de posición orbital y temporal a los satélites, enviando información de sincronización de relojes atómicos y correcciones de posicionamiento de órbitas a los distintos satélites.

La estructura básica del segmento de control para todo GNSS es un conjunto de estaciones de monitoreo y una estación de control que recibe las señales de los satélites y lleva a cabo las funciones nombradas anteriormente, cada estación genera una información propia sobre el funcionamiento del sistema, por último la información envía a una estación de control que aplica las correcciones al satélite del GNSS en cuanto a su posición orbital y coordenadas temporales o retransmite la información a un satélite geoestacionario que forma un sistema de aumento, finalmente a través de las estaciones ya sea de monitoreo o de control la información nueva es enviada al satélite el cual corrige su órbita y su mensaje de navegación.

Segmento de usuario: Está formado por los equipos GNSS que reciben las señales que proceden del segmento espacial. Este dispositivo está formado por un conjunto de elementos básicos que son la antena receptora y el receptor el cual tiene las siguientes funciones principales:

- Satellite Manager: Gestionar los datos que envía el satélite.
- Select Satellite: Seleccionar a partir de una lista de satélites visibles, los cuatro necesarios para cada momento, es decir, los que tengan la geometría adecuada para la correcta navegación.
- Sv Position Velocity Acceleration: Calcular la velocidad y la posición de los satélites utilizados durante la navegación.
- Por último se debe resaltar la importancia de que existan acuerdos entre distintos GNSS de forma tal que los receptores de algún sistema puedan recibir señales de satélites pertenecientes a otro sistema o de sistemas de aumento.

4.2.1.2. Funcionamiento de un sistema GNSS.¹⁷ El funcionamiento de un GNSS comprende los diferentes segmentos vistos anteriormente los cuales se relacionan entre sí: Segmento espacial: Encargado de enviar la señal que es recibida en los segmentos de control y usuario. Segmento de control: Recibe la señal del segmento espacial, monitoriza y actualiza la información enviando correcciones a los satélites si es necesario. Segmento de usuario: Recibe la información proveniente del segmento espacial y calcula su posición.

Figura 4. Segmentos de un GNSS



Fuente: GARRIDO NATALIA, Anquea Ana. Sistemas GNSS Fundamentos y Aplicaciones. Departamento de Ingeniería Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría

¹⁷ GARCIA ALVAREZ, David Abelardo. Sistema GNSS (global navigationsatellitesystem). Proyecto fin de carrera. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid. Escuela Politécnica Superior. Dpto. de Ingeniería Informática, 2008.p.28

4.2.2. Sistemas de Información Geográfica (SIG). Un sistema de información geográfica es una integración organizada de hardware, software, datos geográficos y personal, diseñada para capturar, almacenar, manejar, analizar, modelar y representar en todas sus formas la información geográficamente referenciada con el fin de resolver problemas complejos de planificación y gestión. También puede definirse como un modelo de una parte de la realidad referido a un sistema de coordenadas terrestres y construidas para satisfacer unas necesidades concretas de información.

El SIG funciona como una base de datos con información geográfica de datos alfanuméricos que se encuentra asociada por un identificador común a los objetos gráficos de un mapa digital. De esta forma, señalado un objeto se conocen sus atributos e inversamente, preguntando por un registro de la base de datos se puede saber su localización en la cartografía¹⁸.

La gestión de información espacial es la razón fundamental para utilizar un SIG debido a que el sistema permite separar la información en diferentes capas temáticas y almacenarlas de manera independiente lo que permite trabajarlas de una forma más rápida y sencilla lo que brinda al profesional la oportunidad de relacionar la información existente mediante la tipología de los objetos y así generar una nueva que no se podría obtener de una manera diferente. Lo que más resalta a un SIG son las operaciones de análisis de datos que se puede desarrollar con estos sistemas.

Los SIG tienen como objetivo el almacenamiento, manejo y manipulación de grandes volúmenes de datos georreferenciados espacialmente, por otro lado también proveen medios para llevar a cabo análisis que implican de una manera específica la posición geográfica de los elementos. Otro objetivo importante de los sistemas de información geográfica es la organización y administración de los

¹⁸ OLAYA, Victor. Sistemas de información geográfica. 2014. p.25

datos de manera que dicha información sea fácilmente accesible para los usuarios y por último que se pueda tener una vinculación de diversas bases de datos.

Los sistemas de información geográfica tienen infinidad de aplicaciones entre las cuales están:

- Cartografía automatizada
- Infraestructura
- Gestión territorial
- Medio ambiente
- Recursos mineros
- Ingeniería del tránsito
- Demografía
- Cartografía digital 3D
- Equipamiento Social

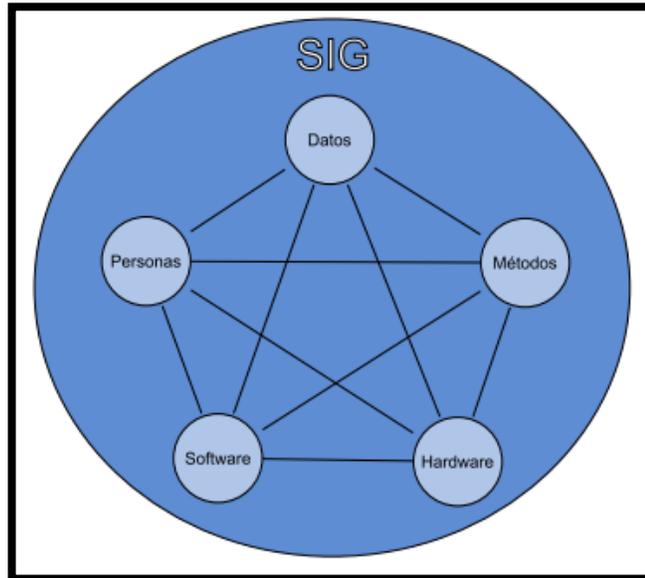
4.2.2.1. Elementos básicos de un SIG. Son cinco elementos básicos que se contemplan tradicionalmente como partes de un sistema de información geográfica¹⁹:

- Datos: Son la materia prima necesaria para el trabajo en un SIG y contienen la información geográfica vital para la propia existencia de los SIG.
- Métodos: Son un conjunto de formulaciones y metodologías a aplicar sobre los datos.
- Software: Es necesaria una aplicación informática que pueda trabajar con los datos e implemente los métodos anteriores.
- Hardware: Es el equipo necesario para ejecutar el software.

¹⁹ OLAYA, Victor. Sistemas de información geográfica. 2014. p.37

- Personas: Son las encargadas de diseñar y utilizar el software, siendo el motor del sistema SIG.

Figura 5. Elementos básicos de un SIG



Fuente: OLAYA, Victor. Sistemas de información geográfica. 2014. p 38

4.2.2.2. Funciones de un SIG. Las principales funciones de un sistema de información geográfica son las siguientes²⁰:

- Capturar: Un SIG debe proveer métodos para la entrada de datos geográficos (coordenadas) y datos tabulares (atributos). Entre más métodos de entrada hayan más versátil es el SIG. La captura de datos se puede hacer a través de mapas impresos, datos digitales, coordenadas o provenientes de sistemas GNSS (GPS).
- Almacenar: Hay dos modelos básicos para el almacenaje de datos geográficos (vector y raster). Un SIG debería ser capaz de guardar o almacenar datos en ambos formatos.

²⁰ GUALDRON, Diego. Sistemas de Información Geográfica Énfasis en Hidroambiental. [Diapositivas].2017

La mayoría de los elementos que existen en la naturaleza pueden ser representados mediante formas geométricas (puntos, líneas o polígonos) llamados vectores o mediante celdillas de información (raster). Son formas de ilustrar el espacio de forma intuitiva y versátil que ayudan a comprender mejor los elementos objeto de estudio según su naturaleza. Según lo anterior se puede clasificar los SIGs en dos grandes modelos o formatos como lo son el modelo SIG vectorial y el modelo SIG raster.

En el formato vectorial o modelo SIG vectorial el modelo de los datos es tipo vector y representa features en forma muy similar a como lo hacen los mapas, usando puntos, líneas y áreas. Un sistema de coordenadas x, y (cartesiano) referenciando ubicaciones del mundo real.

En el formato o modelo raster se asignan valores a las celdas que cubren ubicaciones de coordenadas. El formato raster calza bien con el análisis espacial y también es apropiado para el almacenamiento de datos coleccionados en formato malla (grid). La precisión de este formato depende del tamaño de celda del raster, entre más pequeña sea la celda más preciso será el modelo y la definición grafica será mejor, pero el tamaño del archivo generado será más grande.

- Consultar: Un SIG debe ser capaz de responder las preguntas concernientes a la interacción de relaciones espaciales entre múltiples conjuntos de datos.
- Analizar: Los sistemas de información geográfica deben ser capaces de responder las preguntas concernientes a la interacción de relaciones espaciales entre múltiples conjuntos de datos.
- Desplegar: Los SIG deben tener herramientas para la visualización de features geográficos usando una variedad de símbolos
- Resultados: Un SIG debe ser capaz de desplegar resultados en una variedad de formatos tales como mapas, reportes y gráficos.

4.2.2.3. ¿Por qué son importantes los Sistemas de Información Geográfica?

Los SIG son importantes porque²¹:

- Integran información espacial y de otros tipos.
- Ofrecen un marco consistente de análisis para los datos geográficamente referenciados.
- Ofrecen nuevas y novedosas formas de manipular y desplegar datos y permiten la visualización y el análisis de datos con base en las relaciones y proximidad geográficas.

4.2.2.4. Ventajas y desventajas de un SIG.

Tabla 1. Ventajas y Desventajas de un SIG

Ventajas de un SIG	Desventajas de un SIG
1. Capacidad de almacenamiento. Múltiples niveles de datos.	1. Altos costos de adquisición y mantenimiento del sistema.
2. Los datos se almacenan y se presentan en forma separada. La presentación es múltiple.	2. Costos y problemas técnicos en la captura de datos (conversión analógica-digital) y la en la transferencia (incompatibles).
3. Capacidad de manejo. Edición y actualización.	3. Costos de mantenimiento de datos. Administración, actualización y edición.
4. Rapidez en la operación.	4. Necesidad de formación de cuadros especializados. Operación en el ámbito digital.
5. Capacidad de establecer una relación coherente. Utilizar simultáneamente datos espaciales y sus atributos.	5. Falsa sensación de exactitud.
6. Capacidad de análisis. Implementación de modelos de aplicación.	

Fuente: INSTITUTO NACIOLA DE ESTADISTICA Y GEOGRAFIA. Sistema de Información Geográfica. 2014. p 8

²¹ INSTITUTO NACIOLA DE ESTADISTICA Y GEOGRAFÍA. Sistemas de Información Geográfica. 2014. p. 8

4.2.3. Inventario vial. ²²Los inventarios viales son herramientas que permiten determinar y describir las vías que pueden conformar una red primaria, secundaria o terciaria, realizando la contabilización de las características geométricas y estados físicos de las mismas.

Con el desarrollo del inventario se desea llegar a un diagnóstico que pueda medir la longitud real de la red vial de estudio, dimensiones de la calzada y bermas, estado y tipo de la superficie de rodadura, obras de arte (alcantarillas, cunetas, canales, zanjas de drenaje, etc.), estructuras tales como puentes, pontones, muros de contención y túneles, además del registro de la ubicación de sitios críticos (fallas geológicas, geotécnicas, hidrológicas o de seguridad vial), cuencas y fuentes de material. Además se registran las señales de tránsito existentes en la carretera de estudio

La forma más utilizada para realizar un inventario vial es a través de inspección visual haciendo un reconocimiento de todas las carreteras que integran la malla vial a la cual se le va a realizar el estudio. Dentro de un marco de implementaciones y herramientas tecnológicas los datos levantados de un inventario vial se deben incluir en un sistema de información geográfica (SIG), el cual permita ser perdurable en el transcurso del tiempo donde su información se pueda visualizar y manipular fácilmente.

En la actualidad los inventarios viales han adquirido una gran importancia en la planeación y gestión de proyectos relacionados con el mantenimiento, rehabilitación o reconstrucción de la infraestructura vial, para de esta forma conservar o mejorar el nivel de servicio, mantenimiento, costos razonables de operación vehicular y tiempos en los trayectos de viaje.

²² CASTAÑEDA, Daniel. Inventario Vial de la Red Terciaria de la Vereda Chauta en el Municipio de Madrid (Cundinamarca), Utilizando Herramientas SIG. Universidad de la Salle. Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería Civil. Bogotá D.C. 2017. p. 35.

4.2.4. Plan de Ordenamiento Territorial (POT). ²³ El Plan de Ordenamiento Territorial es un instrumento técnico y normativo de planeación y gestión a largo plazo; es el conjunto de acciones y políticas, administrativas y de planeación física, que orientaran el desarrollo del territorio municipal por los próximos años y que regularán la utilización, ocupación y transformación del espacio físico urbano y rural. Un POT es en esencia, el pacto social de una población con su territorio.

El Plan de Ordenamiento Territorial se concreta a través de la ejecución de obras físicas y de control urbano y rural. Los proyectos de infraestructura y equipamientos que se han programado para realizar en el corto plazo (4 años), mediano plazo (8 años) y largo plazo (12 o más años) permitirán construir a través de las sucesivas administraciones, municipios más productivos, equitativos y sostenibles. Todos los municipios del país deben tener un POT de acuerdo con las características y tamaño de cada municipio, se establecen distintos planes así:

- Planes de Ordenamiento Territorial (POT): Deben elaborarlos los municipios con una población superior a 100.000 habitantes.
- Planes Básicos de Ordenamiento Territorial (PBOT): Deben elaborarlos los municipios con población entre 30.000 y 100.000 habitantes.
- Esquemas de Ordenamiento Territorial (EOT): Deben elaborarlos los municipios con población inferior a 30.000 habitantes.

Es importante tener en cuenta para la elaboración de un POT los siguientes aspectos:

- La visión de futuro del municipio, construida en consenso con la población.
- La articulación de esa visión de futuro con las perspectivas regionales y departamentales.

²³ MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Información Práctica para Formulación de Planes de Ordenamiento Territorial.2004.p.5-6

- La coherencia de las decisiones locales con las decisiones y proyectos de otros ordenes territoriales.
- Las estrategias y directrices de desarrollo económico del municipio
- Las políticas de conservación de su patrimonio cultural.
- Las regulaciones sobre conservación, preservación y uso y manejo del medio ambiente.
- La prevención de riesgos y amenazas naturales.
- Las relaciones intermunicipales, metropolitanas y regionales.

4.2.5 Catastro.²⁴ El termino catastro se una para designar el censo o registro que tiene el estado de los diferentes tipos de propiedades privadas y establecimientos existentes en su territorio. El principal objetivo del catastro es el conocimiento de tales espacios a fin de poder aplicar de manera adecuada y proporcional los correspondientes impuestos. El catastro puede servir además para el control y para la organización geográfica del espacio ya que permite conocer que espacios están libres, cuales están ocupados, cuáles deben ser renovados, etc.

4.2.6 Panel de expertos.²⁵ El panel de expertos es una técnica o metodología utilizada en investigación cualitativa. Consiste en invitar a personas especialistas en un determinado problema o área de conocimiento a participar en una o varias reuniones de trabajo. Se suele recurrir a esta metodología para tratar de obtener el conocimiento necesario para validar o evaluar los resultados de una fase de la investigación, o simplemente para ayudar a comprender las particularidades de un objeto de investigación. Esta metodología no es universal y debe adaptarse a cada objeto de estudio.

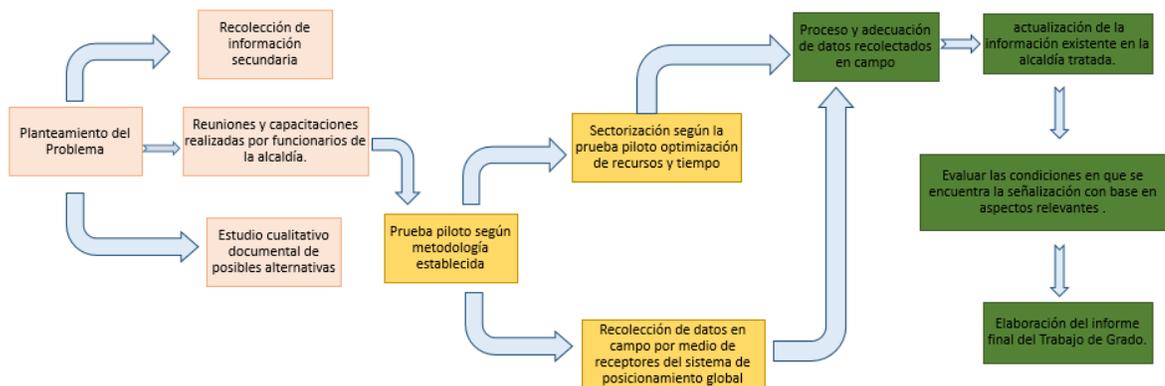
²⁴ DEFINICIÓNABC. Definición de Catastro. [En Línea]-[Consultado: 26 de Enero de 2018]-<
<https://www.definicionabc.com/general/catastro.php>>

²⁵ BLOGSPOT. Panel de Expertos. [En Línea]-[Consultado: 22 de Febrero de 2018]-<
<http://sociologianecesaria.blogspot.com.co/2014/10/panel-de-expertos.html>>

5. DISEÑO METODOLÓGICO

Para el desarrollo de la pasantía o práctica empresarial se siguieron una serie de fases con el fin de tener un correcto desarrollo del proyecto, a continuación se describirán una a una las fases que comprenden desde un reconocimiento de bases teóricas mínimas, recolección de información en campo, el respectivo trabajo de oficina y análisis de los datos y resultados obtenidos.

Figura 6. Metodología Utilizada en la Práctica



Fuente: Elaboración Propia

5.1. FASE I: RECONOCIMIENTO DE BASES TEÓRICAS MÍNIMAS E INFORMACIÓN SECUNDARIA

En primera instancia la oficina asesora de planeación de la ciudad de Tunja cita a una reunión encabezada por los ingenieros contratistas con el fin de sustentar una prueba piloto inicial realizada en la avenida norte entre la glorieta hasta los concesionarios en la calle 53, reunión en donde se expuso la información tomada en campo, la forma en que se tomó dicha información y los resultados finales de la prueba, se dictaron algunas correcciones del trabajo y aspectos e información adicional que se debía recolectar en campo y se hizo la presentación del grupo de

pasantes que iban a conformar el grupo del inventario vial y catastral de la ciudad de Tunja ante el asesor de planeación Arq. Juan Carlos Quevedo y la Arq. Gloria Católico que serían los codirectores encargados de la supervisión de la práctica empresarial por parte de la alcaldía.

Posteriormente se realizó una capacitación del uso de los equipos GPS en la cual los ingenieros contratistas Sandra Buitrago y Daniel Sánchez dieron a conocer los equipos que se utilizarían para la georreferenciación de las vías los cuales serían dos GPS un mobile mapper 10 y un mobile mapper 50, se habló sobre el funcionamiento, características y forma de manejo de los equipos. Se presentó la información secundaria con la que se contaría para realizar el trabajo se indicaron la totalidad de información que se solicitaba levantar en campo en donde se habló de la información solicitada por el Ministerio de transporte en base a la resolución 1067 de 2015²⁶ y la información adicional que es requerida por la oficina asesora de planeación, por último se realizó un cronograma inicial de las actividades que se iban a realizar durante la práctica.

A continuación se muestra la información secundaria proporcionada por la oficina de planeación para realizar el inventario vial y catastral de la ciudad de Tunja.

- Ortofoto de la ciudad de Tunja año 2016 (Formato .tiff)
- Predial Tunja 2015 (Formato .shp)
- Barrios (Formato .shp)
- Cambio 62% (Cambio de nomenclatura en el 62% de la ciudad, formato .shp)
- Malla vial proyectada (Formato .shp)
- Excel con base de datos de estratos y usos prediales (Formato .xlsx)

Adicionalmente por parte de cada pasante se realizó una revisión general de la normatividad referente al Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras especialmente de la resolución 1067 de 2015 del Ministerio de Transporte, esto

con el fin de tener claro los requerimientos que esta resolución demanda para la conformación de los inventarios viales a nivel nacional y tener una visión más clara de la información relevante que se debe tomar en campo cuando se realice la georreferenciación de cada una de las vías con el fin de realizar este trabajo de una manera correcta y los más eficientemente posible.

5.2. FASE II: PRUEBA PILOTO RUTA 55 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN EN CAMPO Y TRABAJO EN OFICINA

El Arq. Juan Carlos Quevedo asesor de planeación de la ciudad de Tunja indica a los ingenieros contratistas del inventario vial y catastral que se debe dar prioridad al inventario de la ruta 55 la cual es una ruta troncal nacional y debido a esto la información referente al tramo de esta ruta que pasa por la jurisdicción de la ciudad debe ser georreferenciada y entregada a la oficina asesora de planeación en el menor tiempo posible, basándose en esto se tomó la decisión de realizar la prueba piloto ruta 55 con el fin de hacer un reconocimiento del trabajo en campo y oficina que se debería realizar a lo largo de la pasantía por parte de los pasantes y adicionalmente cumplir con el requerimiento exigido por el asesor de planeación. Inicialmente se hizo una descripción del trabajo que se iba a realizar antes de ir a campo donde se indicaron los límites de la ruta que se iba a georreferenciar, que contempla la ruta y cuáles serían los puntos iniciales y finales de la misma.

La prueba piloto ruta 55 contempla desde los límites rurales en la vereda Chorro Blanco, pasando por la Av. Oriental hasta la glorieta norte y desde la calle 53 en los concesionarios correspondiente a la Av. Norte hasta los límites con Combita, al tramo de la glorieta norte hasta la calle 53 referente a una prueba piloto predecesora solo se le realizaron las respectivas correcciones del trabajo de oficina presentadas en la primer reunión de la práctica. Se determinó que se tendrían dos puntos iniciales los cuales serían los límites de la ciudad en el sur

(Vereda Chorro Blanco) y en el norte (límite con Combita) y dos puntos finales que serían la glorieta norte y la calle 53 a la altura de los concesionarios.

5.2.1. Trabajo de campo Prueba Piloto Ruta 55. Para el trabajo de campo se utilizaron como ya se ha dicho anteriormente dos equipos GPS cuyas características se indican a continuación.

Tabla 2. Características equipos GPS utilizados en la georreferenciación

Mobile Mapper 10	Mobile Mapper 50
<p>Especificaciones GNSS :Antena interna con 20 canales</p> <ul style="list-style-type: none"> • GPS L1 C/A • SBAS: WAAS/EGNOS/MSAS • Conector de antena externa • Salida NMEA <p>Especificaciones de precisión: RMS horizontal</p> <ul style="list-style-type: none"> • SBAS Tiempo real < 2 m típico • Posprocesado < 50 cm típico <p>Procesador</p> <ul style="list-style-type: none"> • ARM9™ • Frecuencia de reloj: 600 MHz <p>Sistema operativo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Microsoft Windows Mobile Professional versión 6.5 <p>Comunicación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Celular: Antena GSM/GPRS integrada • Bluetooth: Versión 2.1 con EDR • Wi.Fi integrado • Interfaz: USB <p>Memoria</p> <ul style="list-style-type: none"> • 128 MB (SDRAM) • Tarjeta de memoria MicroSDHC 	<p>Características generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Compatible con receptores GNSS SP60 y SP80 de última generación. • Sistema operativo Android • Procesador de cuatro núcleos de 1,2 GHz • 16 GB de memoria • Levanta datos SIG mediante el software de campo Mobile Mapper Field <p>Especificaciones GNSS: Antena interna con 72 canales</p> <ul style="list-style-type: none"> • GPS L1 C/A • GLONASS L1 C/A • BeiDou B1 • QZSS L1 C/A • SBAS: WAAS/ EGNOS/ MSAS/ GAGAN • Sistema de constelación doble: GPS/GLONASS o GPS/BeiDou • Conector de antena externa • Salida NMEA • Grabación de datos brutos <p>Especificaciones de Precisión (RMS horizontal)</p> <ul style="list-style-type: none"> • SBAS en tiempo real < 1,5 m típico • Posprocesado < 80 cm típicos

Fuente: Elaboración Propia

Inicialmente para el trabajo de campo solo se contó con uno de los dos equipos GPS el Mobile Mapper 50 debido a que el otro equipo estaba en mantenimiento por lo que los primeros tres días de trabajo de campo de la prueba piloto ruta 55

se realizaron solo con este equipo, para el resto del trabajo se utilizaron los dos equipos GPS.

Antes de realizar el levantamiento con los equipos GPS se creó en cada equipo un archivo de trabajo con el nombre de la prueba piloto (Ruta 55), las capas y los sus respectivos atributos como lo estipula la resolución 1067 del 2015 del Ministerio de Transporte, con el fin de ingresar en cada atributo la información obtenida en campo e irla almacenando para el posterior trabajo de oficina. Se revisó la información exigida por el Ministerio de Transporte y se excluyeron algunas de las capas presentadas en la resolución 1067 de 2015 debido a que la información exigida en estas no existía en el trayecto de la vía que se iba a trabajar, por otra parte se vio la necesidad de crear dos capas nuevas denominadas Paraderos y Paramentos ya que era un requisito adicional exigido por el asesor de planeación, esto con el fin de realizar una actualización de esta información y la recolección de información nueva acerca de los predios, nomenclatura vistas en campo y paraderos existentes.

A continuación se muestran las capas que se trabajaron en la prueba piloto Ruta 55 las cuales fueron creadas en cada uno de los receptores GPS, cabe resaltar que la única capa que se trabajó con geometría tipo línea fue 01_TRAMOVIA debido a que es la capa de referencia, el resto de las capas se trabajaron con geometría tipo punto para facilitar la toma de datos en campo, posteriormente se convertirán a tipo línea las capas que deban tener este tipo de geometría, esta conversión de se explicara más adelante en el trabajo de oficina.

- 01_TRAMOVIA
- 02_BERMA
- 03_SECCIONTRANSVERSAL
- 04_SEPARADOR
- 05_TIPOTERRENO
- 06_PUENTE

- 07_MURO
- 10_INTERSECCION
- 13_SITIOCRITICOINESTABILIDAD
- 14_SENALHORIZONTAL
- 15_SENALVERTICAL
- 16_DANOFLEXIBLE
- 19_PARADEROS
- 20_PARAMENTOS

En los siguientes ejemplos se darán a conocer las características y atributos de algunas de las capas que exige la resolución 1067 de 2015 del Ministerio de Transporte.

Tabla 3. Componente espacial asociado a cada registro

Sistema de Referencia Espacial	Dimensiones	Unidades
MAGNA(EPSC:4686)	3 (Longitud, Latitud, Altura)	Grados(Longitud y latitud), Metros (Altura)

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla anterior se muestra el componente espacial asociado a cada registro o a cada una de las capas exigidas en la resolución 1067 de 2015 del Ministerio de Transporte.

5.2.1.1. Capa 01_ TRAMOVIA. El tipo de geometría de esta capa es LineString, este registro es el más importante debido a que la georreferenciación debe hacerse bajo un eje único vial, por esto los archivos tipo línea y tipo punto que se georreferencien deben localizarse exactamente sobre él. En la siguiente tabla se da a conocer de forma general el componente alfanumérico de esta capa.

Tabla 4. Componente Alfanumérico Capa 01_TRAMOVIA

Nombre de Campo	Obligatorio	Tipo
CODIGOVIA	Obligatorio	Texto
CODIGOENT	Opcional	Texto
CODIGOEJ	Obligatorio	Numérico
FECHA	Obligatorio	Texto
NOMBRE	Obligatorio	Texto
CORREDOR	Opcional	Texto
SECTOR	Obligatorio	Texto
CATEG	Opcional	Numérico
PRINI	Obligatorio	Numérico
DISTPRINI	Obligatorio	Numérico
PRFIN	Obligatorio	Numérico
DISTPRFIN	Obligatorio	Numérico
LONGITUD	Obligatorio	Numérico
OBSERVACIO	Opcional	Texto
DEPARTAM	Obligatorio	Numérico
MUNICIPIO	Obligatorio	Numérico

Fuente: Elaboración Propia

5.2.1.2. Capa 10_INTERSECCION. El tipo de geometría de esta capa es Point, cada uno de los registros representa una intersección vial ubicada sobre el eje de la vía. A continuación se muestra de manera general el componente alfanumérico de esta capa.

Tabla 5. Componente Alfanumérico Capa 10_INTERSECCION

Nombre de Campo	Obligatorio	Tipo
CODIGOENT	Opcional	Texto
CODIGOVIA	Obligatorio	Texto
CODIGOVIA2	Obligatorio	Texto
CODIGOVIA3	Opcional	Texto
CODIGOVIA4	Opcional	Texto
FECHA	Obligatorio	Texto
NOMBRE	Opcional	Texto
CODPR	Obligatorio	Numérico
DISTPR	Obligatorio	Numérico
TIPOINTERS	Obligatorio	Numérico
NIVEL	Obligatorio	Numérico
ALUMBRADO	Obligatorio	Numérico
SEMAFOROS	Obligatorio	Numérico
OBSERVACIO	Opcional	Texto
DEPARTAM	Obligatorio	Numérico
MUNICIPIO	Obligatorio	Numérico

Fuente: Elaboración Propia

Creadas cada una de las capas en los receptores GPS se hace necesario configurar el sistema de coordenadas a WGS-1984 en el cual se trabajaron las posiciones de las entidades y se activa la opción de grabación de los datos con el fin de poder realizar el debido posproceso de los datos para realizar la respectiva corrección diferencial de posición, respecto a una estación GNSS que en este caso sería la estación TUNA del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) ubicada en la ciudad de Tunja.

Una vez configurados los equipos GPS y la ruta establecida, se procedió a la programación del vehículo de transporte otorgado por la alcaldía el cual llevaba al equipo de trabajo al punto de inicio de la georreferenciación, una vez en este lugar, el grupo se divide en dos cada uno con un receptor GPS y a cargo de uno de los ingenieros contratistas, ya con los dos grupos de trabajo listos se da inicio a la recolección de la información teniendo en cuenta de encender la toma de datos brutos en los receptores GPS para el posterior posproceso. Se inicia el recorrido a pie para la toma de datos debido a que el registro de la información debe ser lo

más detallado posible, este registro empezaba con la capa 01_TRAMOVIA la cual va ser la referencia del resto de las capas, se registra la información pertinente para esta capa y se daba inicio al recorrido, una vez encontrada información perteneciente a otras capas se daba pausa al registro del tramovia, se registraba la información perteneciente a la nueva capa y se reanudaba el registro del tramovia hasta encontrar información de otras capas o hasta llegar al final del recorrido programado.

A lo largo del recorrido se tomaba información como anchos de calzada, tipo de superficie, tipos de daño en la vía, medida de andenes, cunetas, antejardines, etc., esto con ayuda de un decámetro para tomar las respectivas mediciones.

Terminado el recorrido planeado para cada día se finaliza el registro de cada una de las capas especialmente de la capa 01_TRAMOVIA debido a que esta tiene un registro constante durante todo el trayecto. El horario de trabajo fue de 8:00 am a 4:00 p.m. en jornada continua durante cinco (5) días de duración del trabajo de campo de la prueba piloto Ruta 55.

5.2.1. Trabajo de oficina Prueba Piloto Ruta 55. Inicialmente se hace necesario realizar la descarga de la información recolectada en campo en un computador para poder realizar el debido posproceso, este posproceso se realiza mediante el software MobileMapperOffice (versión 2,1 para el Mobile Mapper 10) con el fin de disminuir al máximo los errores de posición que se hayan presentado en campo. Para el caso del receptor GPS Mobile Mapper 10 el posprocesamiento se realizó con los datos base de referencia (RINEX) de la estación Tuna, información que puede ser descargada de la página del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). Una vez hecho el posproceso se generan una serie de archivos nuevos, para realizar el trabajo se utilizaron los archivos que contenían la palabra final (TRAMOVIA (final).shp).

Por otro lado en el caso del receptor GPS Mobile Mapper 50 los contratistas dieron a conocer que este equipo en específico presenta errores al momento de realizar el posproceso debido a que el sistema operativo del GPS es Android y no es compatible con el software MobileMapperOffice por lo que la información que generaba al realizar el posprocesamiento no era confiable, debido a esto era necesario activar la opción de filtro en este equipo y configurar que este fuera menor a un (1) metro con el fin de que el dispositivo no guardara aquellas entidades si la precisión de medición es inferior a ese valor. También dio a conocer una carta enviada por el fabricante del receptor GPS en este caso Spectra, en donde certifican el error encontrado en el posproceso y recomendaban abstenerse de realizar este procedimiento a los datos. Por este motivo se trabajó con el filtro menor a (1) metro y no se realizó posproceso de la información recolectada con este equipo. (Anexo1)

Terminado el posproceso y teniendo los archivos con los que se va a trabajar se sigue una serie de pasos que se describirán a continuación.

5.2.1.1. Proyección Cartográfica. Para realizar la proyección cartográfica primero se debe cargar todas las capas que se van a trabajar en el programa ArcGIS para el caso de la práctica se utilizó la versión 10.5, posteriormente se le define a cada capa el sistema de coordenadas trabajado con los receptores GPS el cual fue WGS-1984, finalmente se hace la proyección de las coordenadas al sistema MAGNA Colombia Bogotá, sistema de coordenadas exigido por el Ministerio de Transporte y la Alcaldía de Tunja.

5.2.1.2. Calibración de rutas. La calibración de rutas se hace exclusivamente para la capa 01_TRAMOVIA debido a que esta es la capa de referencia para trabajar las demás capas que se solicitan, para realizar la calibración es importante disponer de valores de medición precisos a lo largo de las rutas, sobre todo si dichos valores se utilizan para vincular gran cantidad de datos como es el

caso de esta capa. La calibración no es más que un ajuste de las mediciones de las rutas para que estas correspondan con ubicaciones de medidas conocidas, la calibración ajusta mediciones de ruta utilizando puntos que contienen coordenadas de medición (m). Una ruta puede ser calibrada correctamente con dos o más puntos.

Por consiguiente para realizar la calibración de rutas se debe conocer primero la longitud de la ruta que se va a calibrar en este caso la longitud de la Ruta 55, posteriormente se digitalizan los puntos que se vayan a utilizar para la calibración y se le asigna un valor de medición a cada uno, por ejemplo cero (0) metros para el punto inicial y para el punto final 13651 metros que sería la longitud total de la Ruta 55.

5.2.1.3. Edición y creación de tablas de atributos de eventos. Como primera medida se exporta cada una de las tablas de atributos a el programa Excel en donde se organiza la información correspondiente a cada capa, se edita la información que requiera de edición, se elimina aquella información innecesaria y se calcula e incluye aquella información que hace falta, esto con el fin de tener la información organizada como lo exige el Ministerio de Transporte en la resolución 1067 de 2015.

5.2.1.4. Agregar eventos de ruta para creación de capas en ArcGIS. Editadas y creadas las tablas de atributos en Excel, las hojas de cálculo son importadas a ArcGIS utilizando la herramienta Display Route Events o Mostrar Eventos de Ruta, la cual permite describir una parte de una ruta o una ubicación única a lo largo de una ruta, es decir ubicar un nuevo evento de ruta que puede ser un punto o una línea sobre una ruta existente, para este caso la ruta existente sería la capa 01_TRAMOVIA. Utilizando esta herramienta se transforman los datos de las hojas de Excel en líneas que toman como guía la capa 01_TRAMOVIA, se exceptúan de convertirse en línea las capas referentes a intersecciones y señal vertical debido a

que en estos casos el evento de ruta son puntos que se ubican sobre la capa de referencia. (Ver Mapa A)

5.3. FASE III: ZONA SUR ALTA DE LA CIUDAD DE TUNJA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN EN CAMPO Y TRABAJO EN OFICINA

En primera instancia se describirá la zona sur alta de la ciudad de Tunja la cual se conforma por los siguientes barrios con una extensión total de su malla vial de veintidós (22) kilómetros.

- Ciudad Jardín
- Pinos de Oriente
- San Carlos
- San Francisco
- Granja Sur
- La Perla
- Central de Mercado
- Los Quince
- Dora Leonilde
- Libre
- Antonia Santos Conjunto Residencial
- Ciudadela Sol de Oriente
- La Florida
- Sagrado Corazón

Se hace aclaración que las zonas trabajadas por el grupo del inventario vial y catastral en la práctica fueron la oriental, sur oriental y parte de la zona sur de la ciudad, por lo que la zona sur occidental de la ciudad no se ha levantado debido a que la oficina de planeación dio prioridad a las zonas anteriormente mencionadas,

cabe resaltar que las zonas que faltan por georreferenciar en la ciudad serán trabajadas a lo largo del primer semestre del año en curso en cabeza de los ingenieros contratistas pioneros del proyecto. Por tal motivo la zona sur alta de la ciudad está conformada únicamente por los barrios que anteriormente se dieron a conocer. (Mapa N°1)

El trabajo de campo y oficina fue exactamente el mismo que para la Ruta 55 con la diferencia de que las capas 07_MURO y 13_SITIOCRITICOINESTABILIDAD fueron omitidas debido a que no se encontró información referente a ellas, la capa 19_PARADERO también fue omitida debido a que se le dio prioridad a las capas exigidas por el SINC, por el contrario se hizo necesario añadir las capas 17_DANORIGIDO y 18_DANOAFIRMADO debido a que se encontraron varias vías con este tipo de superficie y en mal estado, las capas trabajadas para la zona sur alta de la ciudad son las siguientes:

- 01_TRAMOVIA
- 02_BERMA
- 03_SECCIONTRANSVERSAL
- 04_SEPARADOR
- 05_TIPOTERRENO
- 06_PUENTE
- 10_INTERSECCION
- 14_SENALHORIZONTAL
- 15_SENALVERTICAL
- 16_DANOFLEXIBLE
- 17_DANORIGIDO
- 18_DANOAFIRMADO
- 20_PARAMENTOS

6. ESTRUCTURACIÓN BASE DE DATOS GEORREFERENCIADA

Siguiendo los requerimientos establecidos en la resolución 1067 de 2015 del Ministerio de Transporte se estructuró la base de datos georreferenciada de la malla vial de la zona sur alta de Tunja. Las capas o shapefile que no están contenidos en la resolución se crearon de la siguiente manera.

6.1. CAPA PARAMENTOS.

El tipo de geometría de esta capa es LineString, este registro está conformado por líneas paralelas a la capa 01_TRAMOVIA, líneas que están segmentadas por cada predio que se conecte con el tramovia, el sentido del abcisado establecido es de sur a norte y de oriente a occidente. Debido a que se debe tomar información de los predios de cada lado de la vía se requiere crear un shapefile para cada lado siendo el paramento par el conformado por los predios que están al lado derecho de la vía y el paramento impar el conformado por los predios del lado izquierdo.

El sistema de referencia espacial será MAGNA-SIRGAS, en cuanto a las dimensiones y unidades la información debe ser de tipo tridimensional por lo que la latitud y longitud vienen dadas en grados sexagesimales y la altura en metros sobre el nivel del mar como se determina en la resolución 1067 de 2015. En la siguiente tabla se da a conocer de forma general el componente alfanumérico de esta capa.

Tabla 6. Componente Alfanumérico Capa 20_PARAMENTO

Nombre de Campo	Obligatorio	Tipo
CODIGOVIA	Obligatorio	Texto
CODIGOENT	Obligatorio	Texto
FECHA	Obligatorio	Fecha
NOMBRE	Opcional	Texto
BARRIO	Obligatorio	Texto
SECTOR	Opcional	Texto
PRINI	Obligatorio	Numérico
DISTPRINI	Obligatorio	Numérico
PRFIN	Obligatorio	Numérico
DISTPRFIN	Obligatorio	Numérico
LONGITUD	Obligatorio	Numérico
ANCHOSEP	Obligatorio	Numérico
ANHOCAL	Obligatorio	Numérico
ANCHOBERMA	Obligatorio	Numérico
ANHOCUNET	Obligatorio	Numérico
ANCHOANDEN	Obligatorio	Numérico
ANCHOANTEJ	Obligatorio	Numérico
PARAMENTO	Obligatorio	Numérico
PARAMEXG	Obligatorio	Numérico
MANZANA_CO	Obligatorio	Texto
CODIGOP	Obligatorio	Texto
NOMBRE_1	Obligatorio	Texto
DIRECCION	Obligatorio	Texto
MATRICULA	Obligatorio	Texto
ESTRATO	Obligatorio	Numérico
USO PREDIA	Obligatorio	Texto
OBSERVACIO	Opcional	Texto
DEPARTAM	Obligatorio	Numérico
MUNICIPIO	Obligatorio	Numérico

Fuente: Elaboración Propia

6.2. CAPA SEÑAL VERTICAL FALTANTE.

Los componentes y atributos de este shapefile son los mismos encontrados en la capa 15_SENALVERTICAL de la resolución 1067 de 2015, el tipo de geometría de esta capa es Point, cada uno de los registros representa la localización del lugar en donde hace falta una señal vertical en la zona sur alta de Tunja. En la siguiente tabla se da a conocer el componente alfanumérico del shapefile.

Tabla 7. Componente Alfanumérico Capa 15_1_SENALVERTICALFALTANTE

Nombre de Campo	Obligatorio	Tipo
CODIGO VIA	Obligatorio	Texto
CODIGO ENT	Opcional	Texto
FECHA	Obligatorio	Texto
COD PR	Obligatorio	Numérico
DIST PR	Obligatorio	Numérico
LADO	Obligatorio	Numérico
COD SENAL	Obligatorio	Numérico
FECH INST	Opcional	Texto
NUM CONT	Opcional	Texto
OBSERVACIO	Opcional	Texto
DEPARTAM	Obligatorio	Numérico
MUNICIPIO	Obligatorio	Numérico

Fuente: Elaboración Propia

6.3. MAPA N° 13 PRIORIZACIÓN SEÑALIZACIÓN DE VÍAS.

Para la creación de este mapa se adiciono un atributo tipo numérico a la tabla de atributos de la capa 01_TRAMOVIA llamado PRIORIDAD, el cual permite visualizar la priorización realizada a las vías de la zona sur alta de Tunja en base a la necesidad de señalización.

Tabla 8. Componente Alfanumérico Capa 01_TRAMOVIA-PRIORIZACIÓN

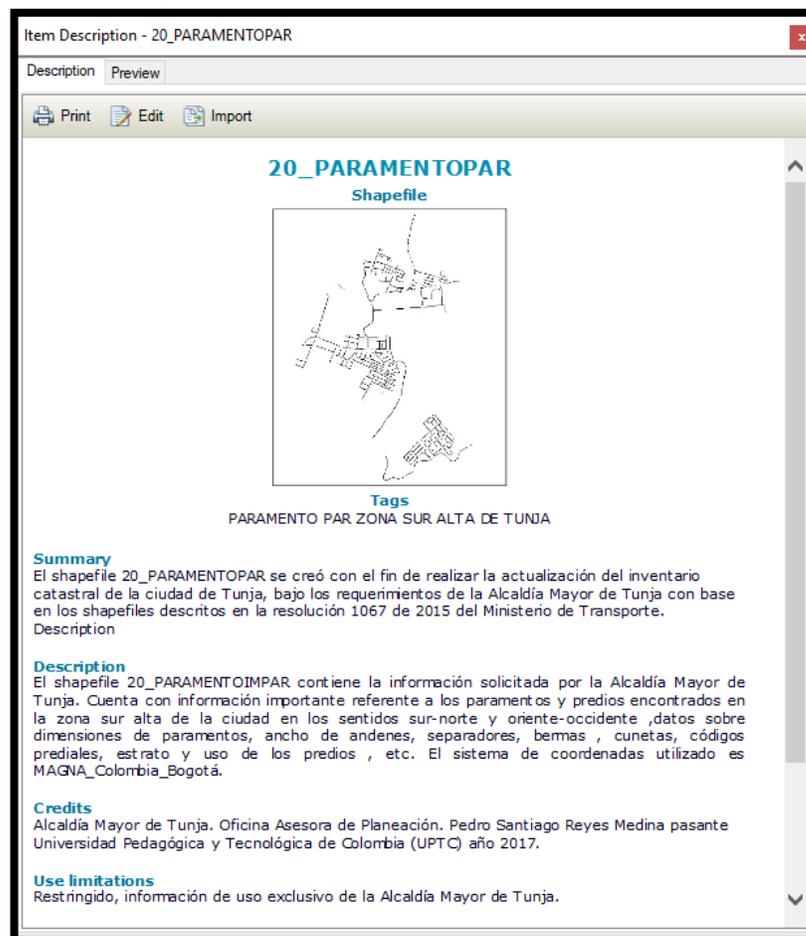
Nombre de Campo	Obligatorio	Tipo
CODIGO VIA	Obligatorio	Texto
CODIGO ENT	Opcional	Texto
CODIGO EJ	Obligatorio	Numérico
FECHA	Obligatorio	Texto
NOMBRE	Obligatorio	Texto
CORREDOR	Opcional	Texto
SECTOR	Obligatorio	Texto
CATEG	Opcional	Numérico
PRINI	Obligatorio	Numérico
DISTPRINI	Obligatorio	Numérico
PRFIN	Obligatorio	Numérico
DISTPRFIN	Obligatorio	Numérico
LONGITUD	Obligatorio	Numérico
OBSERVACIO	Opcional	Texto
DEPARTAM	Obligatorio	Numérico
MUNICIPIO	Obligatorio	Numérico
PRIORIDAD	Opcional	Numérico

Fuente: Elaboración Propia.

6.4. METADATOS GENERADOS.

Los metadatos son cuadros o tablas donde se almacena aquella información que describe los elementos creados en ArcGIS como los shapefiles y los raster. Permiten registrar información importante como restricciones en el uso de la información contenida en los shapefiles, descripción general del contenido de la tabla de atributos de los elementos, información sobre los autores del trabajo, etc. Esto proporciona una herramienta eficaz sobre el uso y la autenticidad de la información y la protección de la misma a plagios o modificaciones. A continuación se da a conocer un ejemplo de los metadatos generados para cada una de las capas contenidas en este documento.

Figura 7. Metadato Capa 20_PARAMENTOPAR



Fuente: Elaboración Propia.

7. ANÁLISIS Y RESULTADOS

A continuación se da a conocer los resultados obtenidos del trabajo realizado y su respectivo análisis correspondiente a cada una de las capas trabajadas en la Zona Sur Alta de la ciudad de Tunja.

7.1. CAPA 01_TRAMOVIA

Para realizar el registro de esta capa y su posterior procesamiento se basaron los recorridos en información secundaria, en este caso en el shape de Malla Vial Proyectada proporcionado por la alcaldía, debido a esto al momento de realizar la georreferenciación de las vías se encontraron inconsistencias como vías que en la realidad no existen aún y que simplemente están proyectadas , vías que pertenecen a propiedades privadas por lo tanto no pudieron georreferenciarse, vías que se encuentran en la información secundaria pero en campo no son apreciables o son pasos peatonales que pasan por lotes y que conectan dos o más vías y finalmente vías que no existen en la información secundaria pero en campo se encontraron por lo que esta no tienen una nomenclatura definida.

Se georreferenciaron un total veintidós (22) kilómetros correspondientes a la Zona Sur Alta de la ciudad de los cuales un kilómetro y medio (1.5Km) corresponden a pasos peatonales y veinte kilómetros y medio (20.5 Km) corresponden a vías de tránsito vehicular. En el mapa n° 2 se puede observar la malla vial georreferenciada diferenciando los pasos peatonales y las vías de tránsito vehicular.

Figura 8. Georreferenciación Tramovia



Fuente: Elaboración Propia

7.2. CAPA 02_BERMA

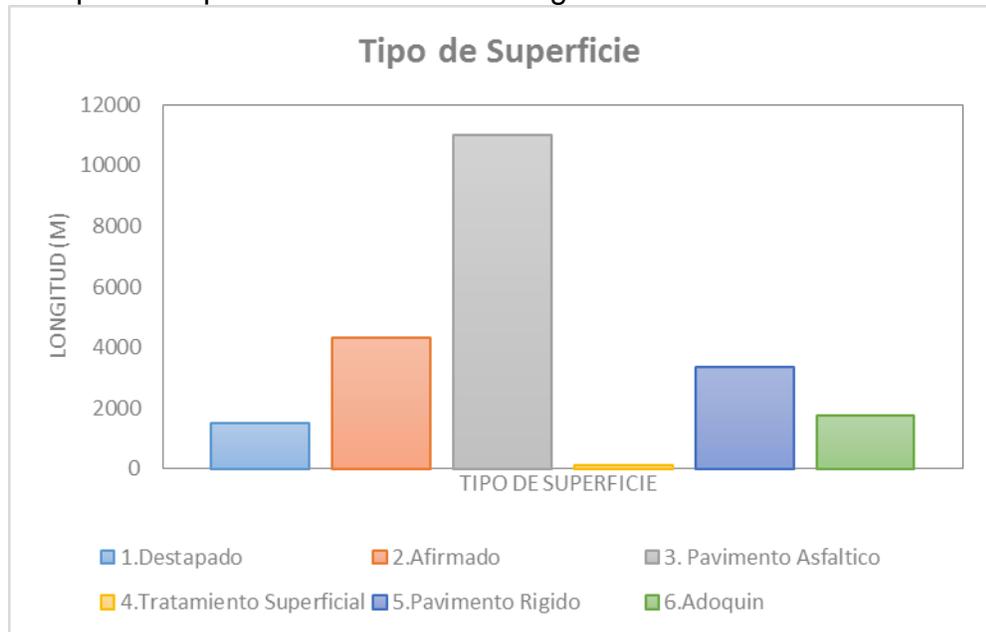
Se tiene un total de 1,2 Km de berma en la zona sur alta de la ciudad con un ancho de sección predominante de 0,2m y un tipo de cubierta dos (2) según lo establecido en la resolución 1067 de 2015 del Ministerio de Transporte correspondiente a pavimento. La berma está ubicada en la avenida el progreso y en la carrera séptima y octava en los barrios Pinos de Oriente, Ciudad Jardín y San Francisco.

7.3. CAPA 03_SECCIONTRANSVERSAL

En la capa de sección transversal se destacan para el análisis el tipo de superficie de calzada y el ancho de calzada, en la zona sur alta se encontraron los cinco tipos de superficie de calzada expuestos en la resolución 1067 de 2015 del Ministerio de Transporte y adicionalmente a estos se encontró un tipo de superficie

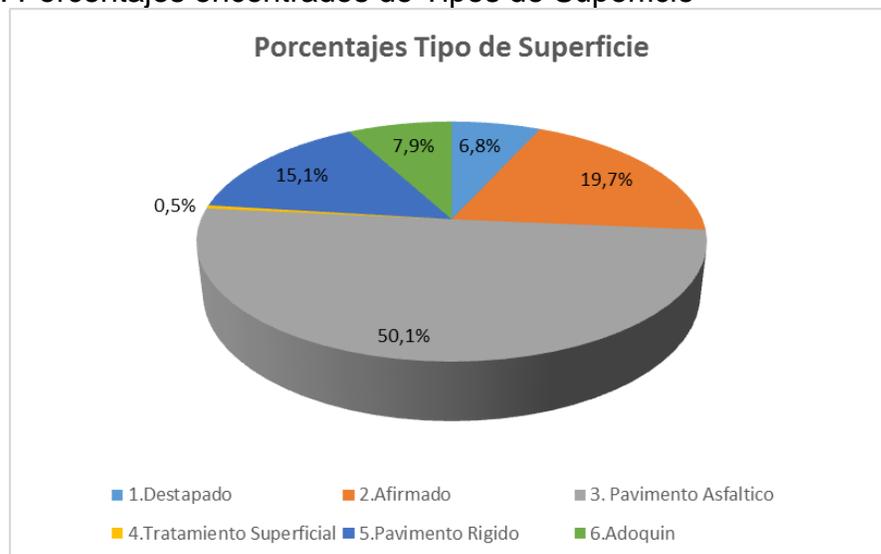
diferente, al cual se le dio una codificación de 6 con el fin de poder diferenciar este tipo de superficie de las expuestas en la resolución, a continuación se mostrara gráficamente la tendencia de cada tipo de superficie en torno a la longitud y el porcentaje que se obtuvo del tipo de superficie.

Figura 9. Tipo de Superficie en base a la Longitud



Fuente: Elaboración Propia

Figura 10. Porcentajes encontrados de Tipos de Superficie



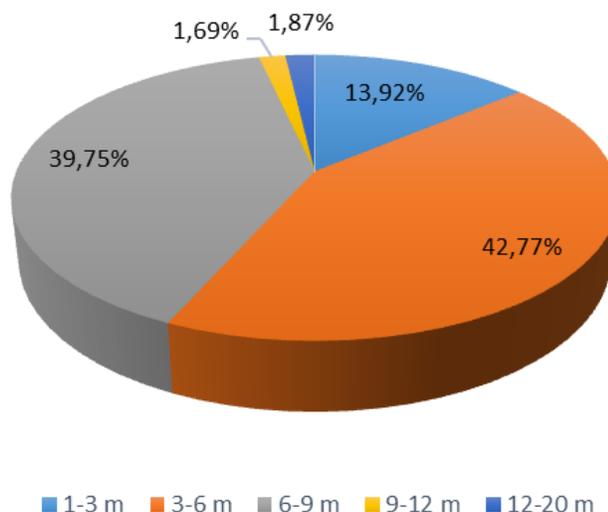
Fuente: Elaboración Propia

En base a las figuras anteriores se determinó que el tipo de superficie predominante en la zona sur alta de la ciudad es pavimento asfáltico con un 50,1% y una longitud de 11017,32 m seguido de vías en afirmado con un 19,7% y una longitud de 4325,95 m, por ultimo con un 15,1% está el pavimento rígido con 3328,95 m de longitud. En el caso de los tipos de superficie en adoquín, destapado y tratamiento superficial se encuentran en una proporción mucho menor con porcentajes y longitudes de 7,9%- 1737,484m, 6,8%- 1487,60m y 0,5%- 103,02m, respectivamente, lo que indica que un 84,9% de la malla vial de la zona sur alta de la ciudad esta pavimentada o cuenta con al menos una capa de afirmado que garantiza de cierta manera un adecuado tránsito vehicular, el restante 15,1% puede corresponder a pasos peatonales o senderos que comunican dos o más vías entre sí .

Para el caso del ancho de calzada se tienen valores entre 1,1 m – 20 m en la siguiente figura se observan los porcentajes de los anchos de calzada encontrados.

Figura 11. Porcentajes encontrados de Anchos de Calzada

Porcentajes Ancho de Calzada



Fuente: Elaboración Propia

Se encontró que el 42,77% de las vías cuentan con un ancho de calzada entre los 3m a 6 m lo que indica que son vías que cuentan con un carril por sentido para la circulación de vehículos, un 39,75% de las vías con calzadas de 6m a 9 m en donde se encontrarían dos carriles por sentido para la circulación de los vehículos, vías con un 3,56% de calzadas que van entre los 9 m a los 20 m que serían dobles calzadas que contarían con dos carriles por sentido en el caso de las calzadas entre los 12 m a los 20 m, las cuales serían vías principales y por último se tiene un 1,9% con anchos de 1m a 3m que podrían corresponder a pasos de uso peatonal.

Figura 12. Toma de Ancho Sección Transversal



Fuente: Elaboración Propia

7.4. CAPA 04_SEPARADOR

Los anchos de separador para la zona sur alta de Tunja van de 0,2 m a 2,9 m, se cuenta con una longitud total de separador de 500 m. Los separadores están ubicados en las calles 6 S, 7S, en la carrera 11 y en la avenida el progreso, en los barrios San Carlos, Central de Mercado, Libre, La Perla, Los Quince y San Francisco.

7.5. CAPA 05_TIPOTERRENO

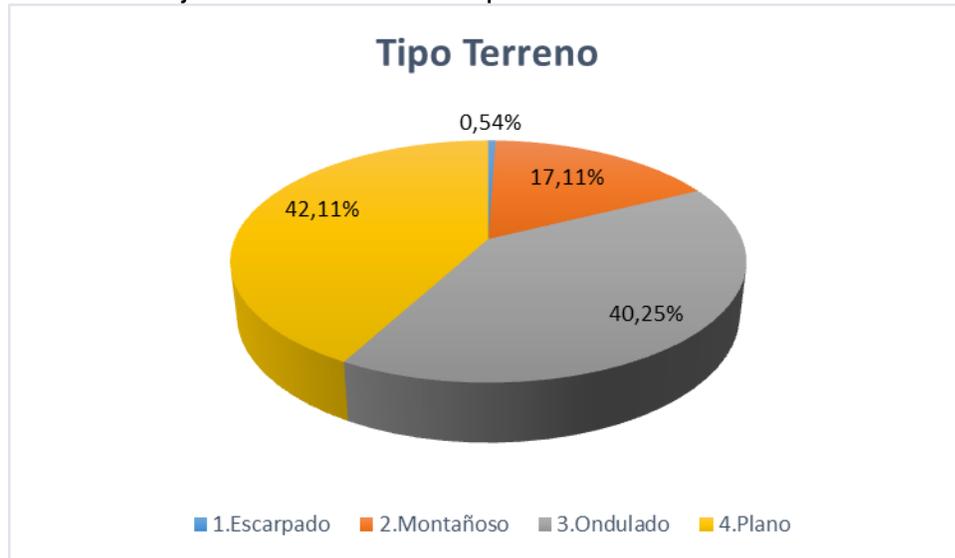
En esta capa se dan a conocer las pendientes longitudinales encontradas en campo y se clasifica el tipo de terreno en base al valor de dichas pendientes. Según el Manual de Diseño Geométrico de Vías²⁶ se tiene cuatro tipos de terreno que dependen de la topografía que predomine en el tramo de estudio, a continuación se describen los diferentes tipos de terreno encontrados en el manual:

- Terreno plano: Cuyas pendientes longitudinales son normalmente menores de tres por ciento (3%).
- Terreno ondulado: Sus pendientes longitudinales se encuentran entre tres y seis por ciento (3% - 6%).
- Terreno montañoso: Las pendientes longitudinales que predominan en este tipo de terreno se encuentran entre seis y ocho por ciento (6% - 8%).
- Terreno escarpado: Generalmente sus pendientes longitudinales son superiores a ocho por ciento (8%)

Para la zona sur alta de Tunja se muestran en la siguiente figura los porcentajes del tipo de terreno encontrado.

²⁶ INSTITUTO NACIONAL DE VIAS. Manual de Diseño Geométrico de Vías. Capítulo 1. Numeral 1.2.2. p. 5

Figura 13. Porcentajes encontrados de Tipo de Terreno



Fuente: Elaboración Propia

Se tiene que en las vías de la zona predomina el tipo de terreno plano con un 42,25% y el ondulado con un 40,25%, por lo que se puede decir que la zona es en su mayoría plana, debido a esto el movimiento de tierras va ser mínimo o moderado en algunos casos, el efecto erosivo por efectos del agua no va ser grande lo que permite tener una mejor conservación del estado de la malla vial y un menor transporte de sedimentos que puedan obstruir obras de drenaje en las vía.

7.6. CAPA 06_PUENTE

La zona sur alta de la ciudad cuenta con un único puente ubicado en la diagonal 3 (DG 3) en el barrio Ciudadela Sol de Oriente, tiene una luz y una longitud de 4,2 m el ancho del tablero es de 10,2 m y el ancho de la calzada corresponde a 6 m por lo que permite el tránsito de un vehículo por cada sentido de la vía, es un puente con paso a nivel.

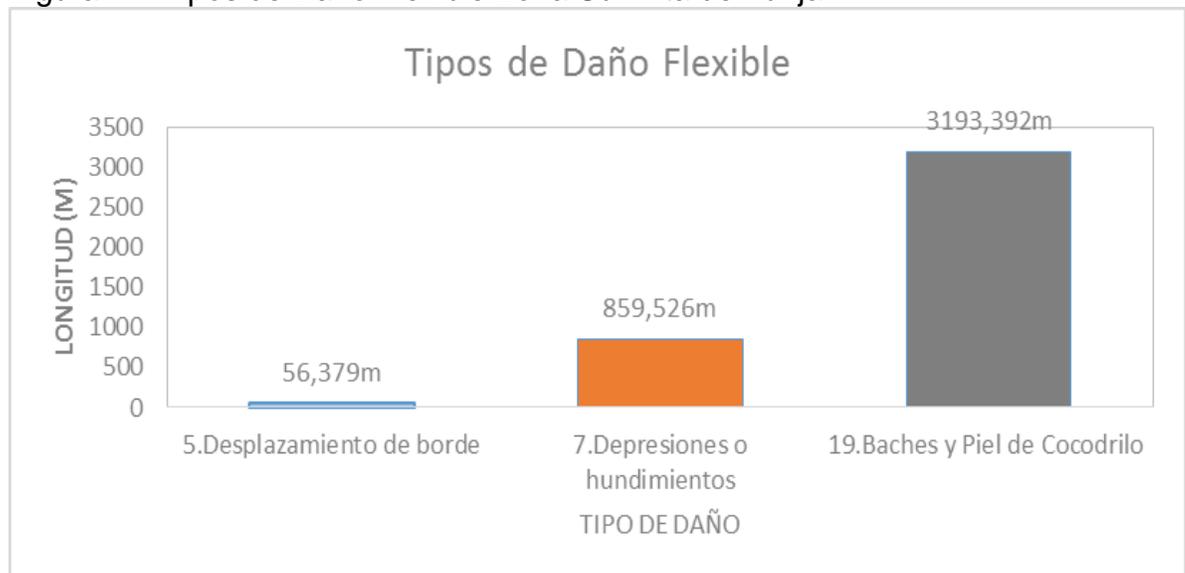
7.7. CAPA 10_INTERSECCION

Se tiene un total de 229 intersecciones en la zona de las cuales 48 son en “cruz” o tipo 1, 154 son en “T” o tipo 2, hay una glorieta o intersección tipo 6, 3 intersecciones en trébol o tipo 8 y por ultimo 18 intersecciones de tipo 9 o llamadas en la resolución 1067 de 2015 del Ministerio de Transporte como “otro” que para la zona sur alta son intersecciones en “L”. El 97% de las intersecciones cuentan con iluminación y solo en 1,75% hay presencia de semáforos.

7.8. ESTADO DE LA MALLA VIAL ZONA SUR ALTA DE TUNJA

7.8.1. Capa 16_DANOFLEXIBLE. La mayor parte de la malla vial de la zona sur alta tiene una superficie en pavimento flexible como se vio anteriormente en la sección transversal, exactamente el 50,1% de las vías tienen este tipo de superficie de este porcentaje el 37,3% presenta daños, en la Figura 14 se dan a conocer los tipos y longitudes de daños en pavimento flexible que se encontraron.

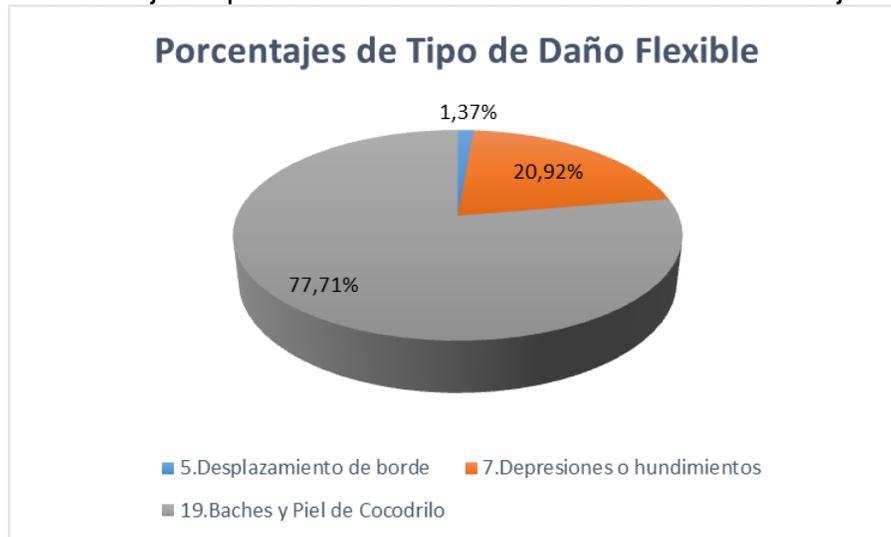
Figura 14. Tipos de Daño Flexible Zona Sur Alta de Tunja.



Fuente: Elaboración Propia

A continuación en la figura 15 se observan los porcentajes que se tienen en cada tipo de daño:

Figura 15. Porcentajes Tipos de Daño Flexible Zona Sur Alta de Tunja

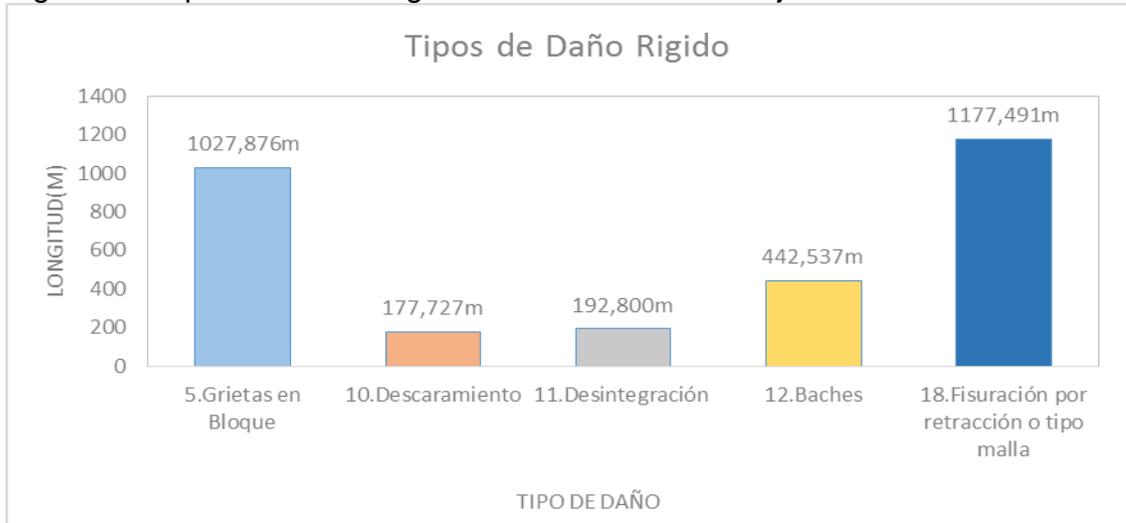


Fuente: Elaboración Propia

Como se puede apreciar el tipo de daño que predomina en el pavimento flexible de esta zona son baches y piel de cocodrilo con un 77,71% que pueden ser causados por falla debido a la fatiga de la estructura o la carpeta asfáltica causada por deformaciones en la subrasante, espesores de estructura insuficientes, por rigidización de la mezcla asfáltica debido al envejecimiento, problemas de drenaje, reparaciones mal ejecutadas, etc. Con un porcentaje de 20,92% las depresiones o hundimientos son los daños que en segunda medida se presentan en la zona, estos pueden ser causados principalmente por alguna deformación de tipo plástica de la carpeta asfáltica o de la subrasante debido a la fatiga de la estructura ante la repetición de cargas. Por último el desplazamiento de borde es el último daño que se presenta en el pavimento flexible de la zona sur alta con un porcentaje muy pequeño del orden del 1,37%, este daño puede ser causado debido a la falta de confinamiento lateral de la estructura o por sobre-carpetas que llegan hasta el borde del carril y quedan en desnivel debido a esto la fisura es generada cuando el tránsito vehicular circula muy cerca del borde.

7.8.2. Capa 17_DANORIGIDO. El pavimento rígido se encuentra en un 15,10% de la malla vial de la zona sur alta de la ciudad de este porcentaje el 90,67% presenta daños en su estructura en la figura 16 se dan a conocer los tipos y longitudes de daños en pavimento rígido encontrados para la zona sur alta de la ciudad.

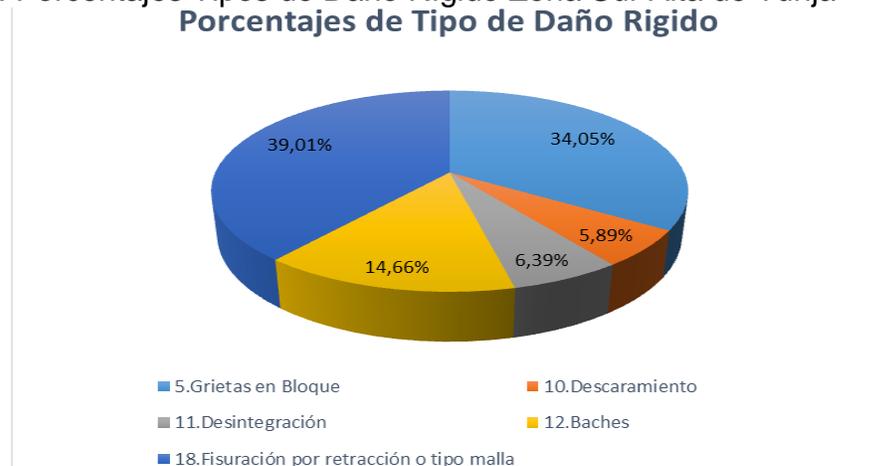
Figura 16. Tipos de Daño Rígido Zona Sur Alta de Tunja



Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente figura se aprecian los porcentajes de los diferentes tipos de daño en pavimento rígido encontrados:

Figura 17. Porcentajes Tipos de Daño Rígido Zona Sur Alta de Tunja



Fuente: Elaboración Propia

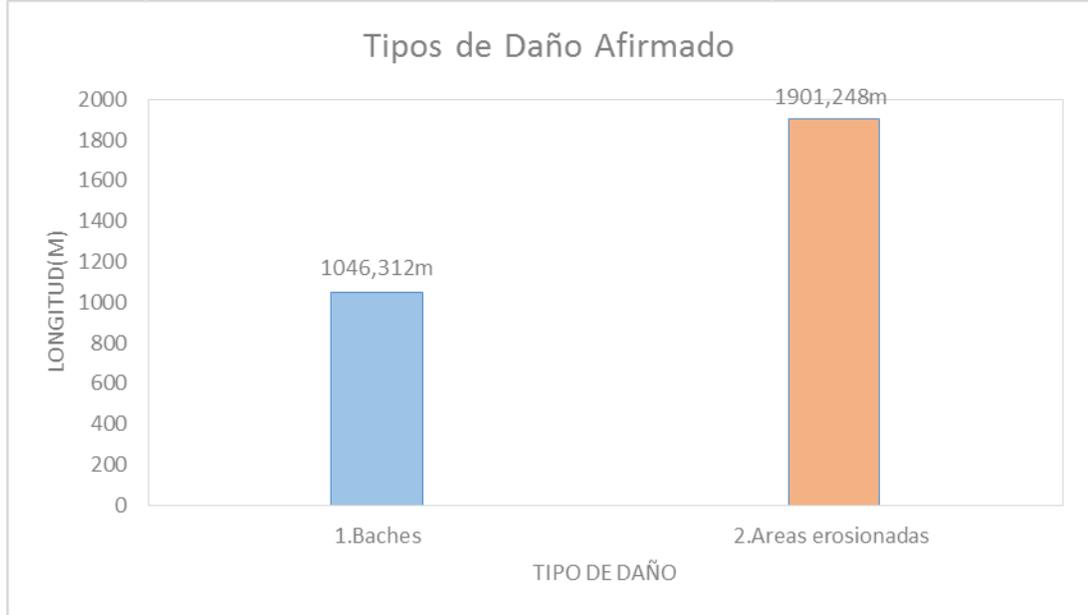
La fisuración por retracción o tipo malla es el tipo de daño que más se encuentra en el pavimento rígido de la zona con un 39,01%, este daño puede ser producido por un exceso de acabado en el concreto lo que ocasiona una exudación del mismo ocasionando que la superficie del concreto resulte ser débil frente a la retracción, debido a esto las fisuras pueden aparecer por el efecto del tránsito dando origen a un posterior descaramiento de dicha superficie. Con un 34,05% las grietas en bloque son el segundo tipo de daño que más se encontró en la zona sur alta de la ciudad este daño puede ser generado por la fatiga del concreto debida a repeticiones elevadas de cargas de tránsito o por un soporte de la losa deficiente lo que genera una mala capacidad de soporte de la losa.

Los baches tienen un 14,66% de afectación al pavimento rígido, causado por múltiples factores como espesores del pavimento que son estructuralmente insuficientes, defectos constructivos, retención de agua en zonas con hundimientos o fisuras, entre otros. La desintegración tiene un porcentaje de afectación de 6,39%, generalmente producida por acción del tránsito que provoca efectos abrasivos sobre concretos de baja calidad, o por deficiencias en los procesos constructivos al momento de realizar el vaciado del concreto en las losas que constituyen el pavimento rígido. Por último el descaramiento tiene un porcentaje de 5,89% que es causado como se dijo anteriormente por un exceso de acabado en el concreto.

7.8.3. Capa 18_DANOAFIRMADO

En la zona sur alta de Tunja se tiene un 19,7% de vías en afirmado de las cuales el 68,14% presentan daños, en la figura 17 se muestran los tipos y longitudes de daños encontrados en vías con este tipo de superficie.

Figura 18. Tipos de Daño Afirmado Zona Sur Alta de Tunja



Fuente: Elaboración Propia

Los porcentajes de los diferentes tipos de daño en las vías en afirmado de la zona sur alta de Tunja se presentan en la siguiente figura.

Figura 19. Porcentajes Tipos de Daño Afirmado Zona Sur Alta de Tunja.



Fuente: Elaboración Propia

Las áreas erosionadas son el tipo de daño que más se presenta en la zona de estudio con un 64,50%, por otro lado los baches tienen un porcentaje de afectación de 35,50%. Estos daños son causados generalmente por la saturación del material debido a la presencia de agua ya sea por obras de drenaje con mal funcionamiento o ausencia de las mismas, en épocas de lluvias la velocidad del agua y la pendiente de las vías son un factor que influye directamente en la erosión debido a que con caudales grandes y pendientes pronunciadas la velocidad del agua es mayor y debido a esto se tiene arrastre de material que conforma la capa de afirmado de las vías generando surcos.

Finalmente el porcentaje de daños totales que tiene la malla vial de la zona sur alta de Tunja es de 45,80% lo que indica que la zona tiene una gran proporción de sus vías en mal estado por lo que se necesita una intervención urgente para realizar los respectivos mantenimientos de la malla vial de esta zona de la ciudad.

7.9. CAPA 20_PARAMENTOS

Esta capa fue un requerimiento especial solicitado por la oficina asesora de planeación en la cual se expone información de uso confidencial de la alcaldía como lo son los códigos prediales, el código de la manzana, nombre del propietario del predio, dirección y el número de matrícula información que será omitida en la tabla de atributos de esta capa debido a que si se divulga dicha información, la alcaldía incurrirá en acciones legales.

En esta capa se puede encontrar información referente a anchos de cunetas, andenes, separador, berma, antejardín, ancho de calzada medida desde el centro de la vía y finalmente el valor del paramento que sería la sumatoria de los anchos de los datos anteriormente mencionados, también se encuentra información referente al uso predial y al estrato que tiene cada uno de los predios, su longitud

y el barrio al cual pertenece. Para la zona sur alta de la ciudad de Tunja se tiene un total de 3274 lotes en donde el paramento máximo que se encontró fue de 20,1 metros, el mínimo de 0,55 m y un paramento promedio de 4,6m en toda la zona. El uso predial que prevalece en esta zona es el uso residencial de estratos 1, 2, 3,4 y 5, siendo la mayoría viviendas que corresponden a los estratos 2 y 3.

7.10. SEÑALIZACIÓN

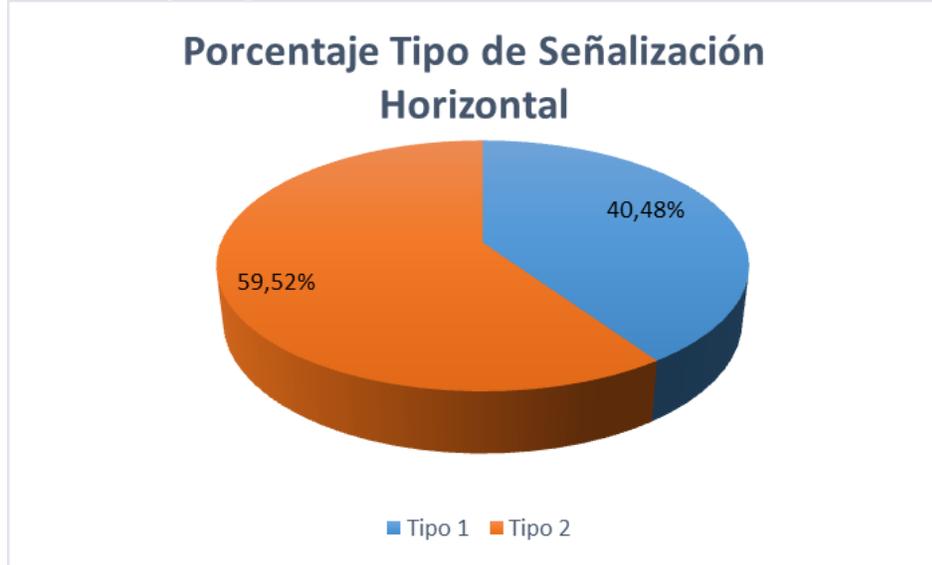
La señalización es uno de los aspectos más relevantes de los inventarios viales debido a que son dispositivos que permiten regular el tránsito, dar aviso sobre posibles cambios que se tengan en las vías lo que permite prevenir riesgos, y reglamentan el uso de las mismas brindando a los ciudadanos una guía sobre el correcto uso de la malla vial.

A continuación se mostrara los resultados y análisis de la señalización tanto horizontal como vertical de la zona sur alta de la ciudad.

7.10.1. Capa 14_SENALHORIZONTAL. La zona sur alta de Tunja cuenta con un total de 84 señales horizontales de las cuales el 40,48% es de tipo longitudinal y el 59,52% es de tipo transversal como se puede ver en la figura 20.

Del 40,48% de señal de tipo longitudinal el 64,71% son líneas centrales correspondientes a líneas de separación de carriles y el 35,29% son flechas indicativas del sentido de la vía, para el caso de la señal de tipo transversal el 64% del total de las señales de este tipo corresponden a resaltos, el 36% restante son cebras utilizadas para indicar el paso de peatones.

Figura 20. Porcentajes Tipos de Señalización Horizontal Zona Sur Alta de Tunja.



Fuente: Elaboración Propia

El estado de la señalización horizontal encontrada en la zona sur alta de la ciudad se puede observar en la figura 21, en donde se puede apreciar los porcentajes de señalización que está en buen y mal estado.

Figura 21. Porcentajes Estado de la Señalización Horizontal Zona Sur Alta de Tunja



Fuente: Elaboración Propia

Como se observa en la gráfica el 66,67% de la señalización está en buen estado, de este porcentaje el 76,79% de las señales cuentan con buena visibilidad, mientras que el 23,21% restante no es visible, porcentaje que corresponde a resaltos que están en un buen estado pero no cuentan con la demarcación indicada para que los conductores logren verlo. El restante 33,33% del total de la señalización horizontal está en mal estado, siendo visibles el 50% de estas señales el otro 50% no cuenta con una buena visibilidad debido a que están demasiado deterioradas y son muy difíciles de percibir.

Figura 22. Señal Horizontal (Línea Central y Líneas de Borde de Vía) en mal estado



Fuente: Elaboración Propia

Figura 23. Señal Horizontal (Resalto) en buen estado, no visible



Fuente: Elaboración Propia

Figura 24. Señal Horizontal (Cebra) en mal estado



Fuente: Elaboración Propia

Finalmente la zona sur alta de Tunja solo cuenta con presencia de señal horizontal en 18 de las 120 vías que conforman la malla vial de uso vehicular de esta zona, por lo que se hace evidente la falta de señalización de este tipo. En la siguiente figura se muestra los porcentajes de señalización con base en su existencia en la zona sur alta de la ciudad.

Figura 25. Porcentajes de Existencia de la Señalización Horizontal Zona Sur Alta de Tunja



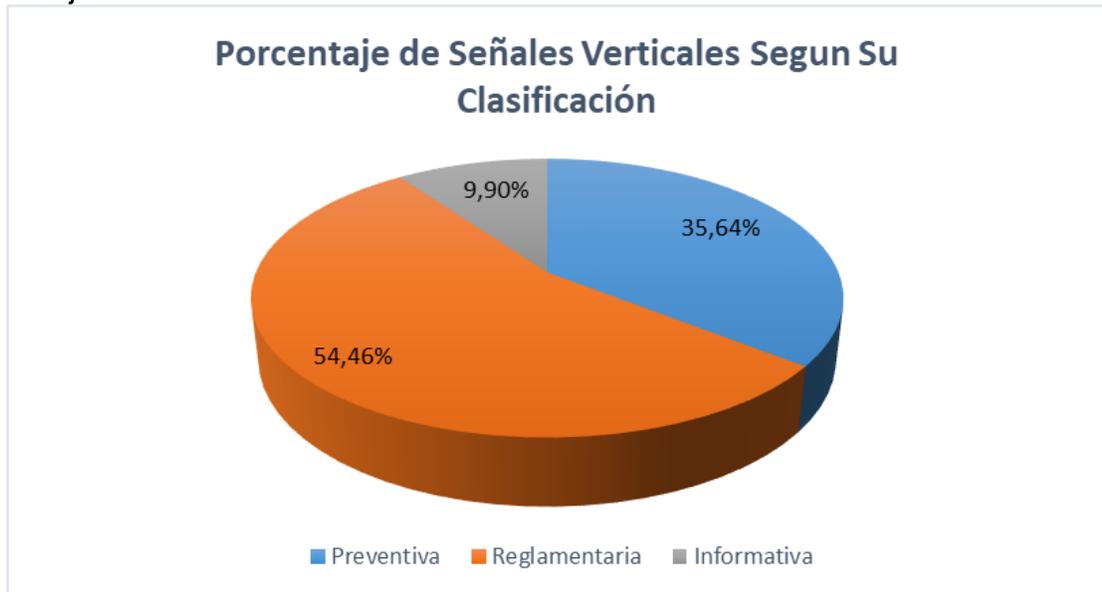
Fuente: Elaboración Propia

La falta de señalización puede darse en relación a la cantidad de daños que se tiene en las vías de la zona ya que este porcentaje es alto, debido a esto las vías que presentaron daños, en la mayoría de los casos no tenían señalización ya que esta no existía o estaba en un estado de deterioro tal que no era posible realizar su georreferenciación. Otro motivo por el cual no se tiene presencia de señalización en todas las vías es el 7.1% de vías destapadas o que solo cuentan con tratamiento superficial lo que hace imposible poder realizar señalización de este tipo en estas vías.

7.10.2. Capa 15_SENALVERTICAL. La zona sur alta de Tunja cuenta con un total de 101 señales verticales, de las cuales se tienen 24 señales de Velocidad máxima (código 89), 12 señales de Pare (código 62), 9 señales correspondientes a Zonas escolares (código 47), 7 señales de Resalto (código 25), 6 señales de Peatones en la vía (código 46) ,5 señales de Circulación prohibida de vehículos de carga (código 77) y Prohibido parquear (código 87) cada una, 4 señales de Ciclistas en la vía (código 60), 3 señales que corresponden a Curvas sucesivas primera derecha (código 8), Ceda el paso (código 63) y Prohibido adelantar (código 85) con igual valor cada una , 2 señales de cada tipo para Zona deportiva (código 48), Cruce a nivel con el ferrocarril (código 52), Paradero (código 99), Croquis (código 113), Paradero de buses (código 118), Primero auxilios (código 126) e Iglesia (código 130), por último con una señal para cada tipo se encontró señalización referente a Curva peligrosa a la izquierda (código 1), Curvas sucesivas primera izquierda (código 7), Glorieta (código 20), Peso máximo total permitido (código 90), Informativa de decisión de destino (código 112) y Confirmativa de destino (código 115).

El porcentaje de señales en base a su clasificación en la zona sur alta de Tunja se puede apreciar en la siguiente figura:

Figura 26. Porcentaje Señalización Vertical Según su Clasificación Zona Sur Alta de Tunja

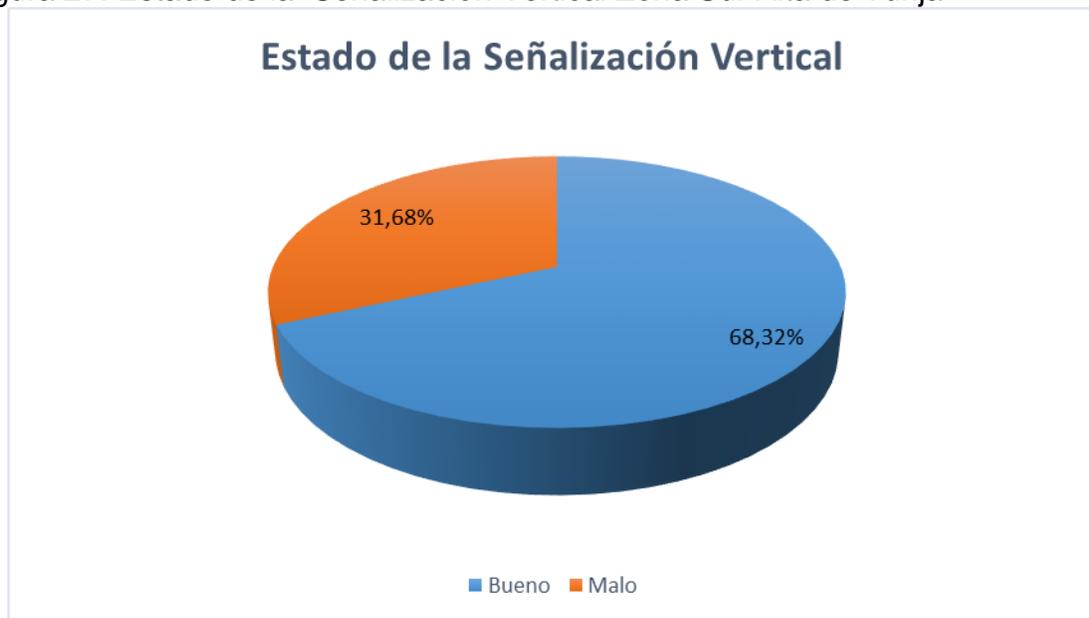


Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar la mayor parte de la señalización de la zona es de tipo reglamentaria con un 54,46% lo que es un buen indicador ya que la señalización vertical más importante en vías urbanas es esta, son señales cuya finalidad es indicar las limitaciones, prohibiciones o restricciones que se tienen sobre el uso de las vías. El 35,64% de la señalización es de tipo preventiva, estas señales tienen el objetivo de advertir sobre la existencia de condiciones peligrosas y el origen de las mismas a los usuarios de las vías con el fin de prevenir accidentes. Por último con un 9,90% están las señales de tipo informativo o señales informativas como se les conoce comúnmente, son señales que brindan información necesaria a los usuarios de las vías para identificar destinos, direcciones, sitios de interés turístico, distancias por recorrer, prestación de servicios, etc.

Se tiene un total de 69 señales en buen estado de las cuales, 2 señales no tienen buena visibilidad debido a que presentan obstrucciones tales como, vegetación, postes de luz y grafitis que no permiten visualizarlas. En la figura 27 se presenta el estado de la señalización vertical de la zona sur alta de Tunja:

Figura 27. Estado de la Señalización Vertical Zona Sur Alta de Tunja

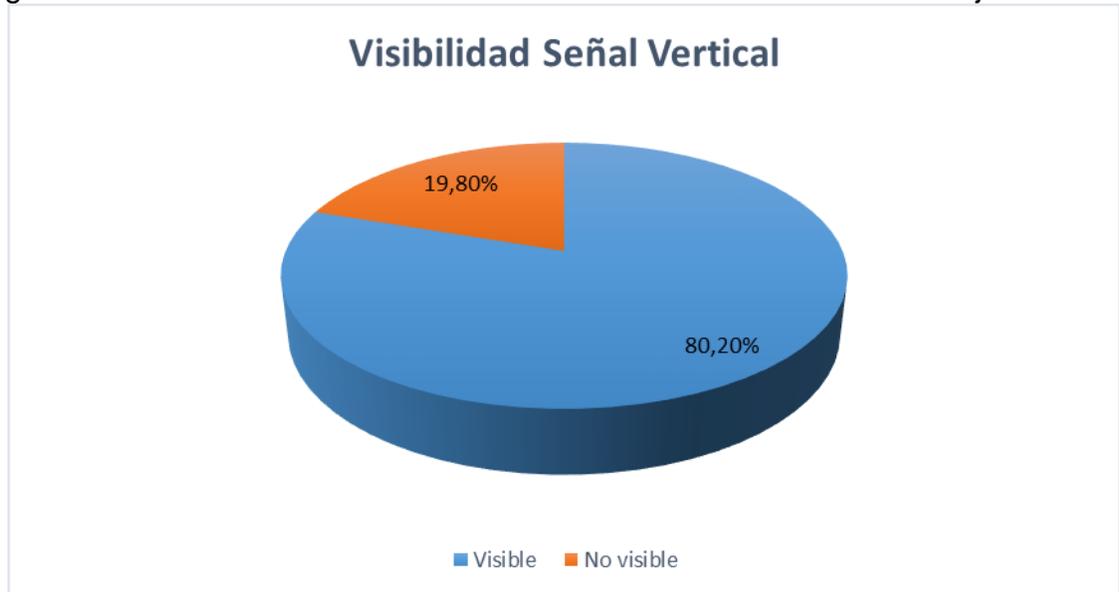


Fuente: Elaboración Propia

En base a la figura anterior el 68,32% de la señalización está en buen estado, mientras que el 31,68% presenta deterioro y daños tales como abolladuras, dobleces, oxidación, algunas presentan inclinaciones que no permiten visualizarlas, entre otros daños que hacen que se requiera retirarlas y reemplazarlas. En cuanto a la visibilidad de las señales verticales se tiene que 20 de las 101 señales no tienen buena visibilidad, ya sea por el estado en que se encuentran o por agentes externos que no permiten visualizarlas como vegetación y postes de luz ubicados frente a las señales.

En la siguiente figura se muestra el porcentaje de visibilidad que se tiene de la señalización vertical de la zona sur alta de la ciudad:

Figura 28. Visibilidad de la Señalización Vertical Zona Sur Alta de Tunja



Fuente: Elaboración Propia

Como se observa en la figura el 80,20% de la señalización cuenta con buena visibilidad, mientras que el 19,80% no es visible.

Figura 29. Señalización Vertical (Zona deportiva y Prohibido parquear) en mal estado.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 30. Señales Verticales con Obstrucciones en la Visualización



Fuente: Elaboración Propia

Figura 31. Comparación entre Señal Vertical en buen Estado y Mal Estado



Fuente: Elaboración Propia

Finalmente se tiene un total de 12 señales verticales detectadas en campo que no existen en la zona pero que se deberían incluir, estas señales corresponden a 10 Resaltos (código 25), señales que complementan a las señales horizontales de tipo transversal (resalto) descritas anteriormente, las cuales en su mayoría no tienen una demarcación adecuada y por tanto no tienen buena visibilidad lo que genera riesgos de accidentes para los usuarios de estas vías , una señal de Zona

escolar (47) que advierte a los conductores de la proximidad de un cruce especial para la zona escolar que debe complementarse con una señal de Velocidad máxima(89). En el mapa n° 12 se puede observar la ubicación de las señales verticales que hacen falta en la zona sur alta de la ciudad.

7.10.3. Priorización de señalización de vías en la zona sur alta de Tunja. La zona sur alta de la ciudad como ya se ha dicho, presenta una gran ausencia de señalización horizontal que lleva de la mano también ausencia de señal vertical , esto se debe a que en las alcaldías no se tiene una inversión importante para este propósito, ni tampoco se cuenta con políticas reales que estipulen la inversión y la forma de señalar las vías urbanas, debido primero al estado de superficie de rodadura de las vías puesto que en la zona se tiene una gran cantidad de vías con daños y vías destapadas a las cuales se tendría que reemplazar su superficie de rodadura, ya sea asfalto o concreto, o en su defecto hacer reparcheos y segundo el desgaste de la señalización horizontal es muy alto debido al alto tráfico de vehículos que desgastan la pintura rápidamente. Con base a esto invertir en señalización para la totalidad de vías urbanas no es rentable, lo ideal es que todas las vías estén demarcadas pero esto es imposible por lo que se debe realizar una priorización de las vías para implementar señalización en las zonas que más lo necesiten.

Mediante la metodología de panel de expertos²⁷, se encuestaron a profesionales en el área, con el fin de determinar los criterios de priorización de las vías para realizar la implementación de señalización en la zona sur alta de la ciudad, obteniendo los siguientes criterios jerarquizados en orden de importancia:

²⁷ BLOGSPOT. Panel de Expertos. [En Línea]-[Consultado: 22 de Febrero de 2018]-<
<http://sociologianecesaria.blogspot.com.co/2014/10/panel-de-expertos.html>>

- 1. Accidentabilidad (30%)
- 2. Interconexión con vías de mayor jerarquía ya sean nacionales, departamentales o municipales. (30%)
- 3. Cruce con vías férreas. (15%)
- 4. Zonas escolares. (15%)
- 5. Resaltos. (10%)

A continuación se dan a conocer las vías que tienen prioridad para la implementación de señalización tanto horizontal como vertical en la zona sur alta de Tunja, teniendo un rango de 1 a 3, donde 1 son las vías priorizadas con un porcentaje mayor de importancia y 3 son las vías priorizadas con menor porcentaje de importancia. (Ver Mapa N°13)

- Vías con prioridad 1.

Tabla 9. Vías con Prioridad 1 para implementación de señalización

CODIGOVIA	BARRIO
CL 10 S	CIUDAD JARDIN
KR 6	Ciudadela Sol de Oriente
KR 9	FLORIDA
CL 1B	FLORIDA
SIN NOMENCLATURA	FLORIDA
CL 2	FLORIDA
AVENIDA EL PROGRESO	LIBRE
CL 6 S	LIBRE, LA PERLA, LOS QUINCE, SAN FRANCISCO
CL 5 S	LOS QUINCE
KR 6	SAN CARLOS
CL 5 D S	SAN FRANCISCO
CL 5 C S	SAN FRANCISCO
KR 7	SAN FRANCISCO
CL 5B S	SAN FRANCISCO
KR 5B	SAN FRANCISCO
CL 6 C S	SAN FRANCISCO
TV 5 A	SAN FRANCISCO
DG 5A	SAN FRANCISCO
KR 5L	SAN FRANCISCO
CL 6D S	SAN FRANCISCO

Fuente: Elaboración Propia.

En prioridad 1 se encuentran aquellas vías que presentaron accidentes de algún tipo como es el caso de la KR 7 y la Avenida el Progreso en donde según lo encontrado en el shape de accidentalidad²⁸ se presentaron dos accidentes que involucraron vehículos y peatones (niños), en estos puntos de accidentabilidad las vías donde sucedieron los accidentes y las vías aledañas deben ser señalizadas con el fin de prevenir nuevos sucesos de accidentes en estas zonas, señalar estos puntos es de vital importancia debido a los antecedentes de accidentalidad que tiene la ciudad, según el Plan Nacional de Seguridad Vial²⁹. Tunja presenta una tasa de 17 personas fallecidas por cada 100.000 habitantes, la cual es una tasa mayor a la media nacional que esta entre 12 – 13 personas fallecidas por cada 100.000 habitantes, tema que es preocupante debido al crecimiento que presenta la ciudad por lo que la alcaldía y las autoridades competentes deben tomar acciones inmediatas para lidiar con este problema, una de las acciones que podrían ayudar a mitigar los sucesos de accidentes es implementar una correcta señalización en los puntos donde se presentaron los siniestros. Por otro lado también se tienen vías que se interconectan con vías de mayor jerarquía por lo que se debe especificar aquellas que tengan prelación con respecto a las otras con el fin de evitar accidentes de tránsito; para las vías anteriormente mencionadas se deben señalar como mínimo con señal horizontal de paso peatonal o cebra y señales verticales de Pare (62), Ceda el paso (63), Velocidad máxima (89) y Riesgo de accidente (61).

²⁸ HUERTAS TATIANA. Actualización de la Información Vial y Catastral de la Zona Oriente Baja de Tunja Utilizando Sistemas de Información Geográfica. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Civil, 2018.

²⁹ MINISTERIO DE TRANSPORTE. Plan Nacional de Seguridad Vial Colombia 2011-2021.

- Vías con prioridad 2.

Tabla 10. Vías con Prioridad 2 para implementación de señalización

CODIGOVIA	BARRIO
DG3	Ciudadela Sol de Oriente
SIN NOMENCLATURA	Ciudadela Sol de Oriente
CL 3B	Ciudadela Sol de Oriente
CL 12 S	CIUDAD JARDIN
CL 7 S	SAN FRANCISCO
KR 6D	FLORIDA

Fuente: Elaboración Propia

Con prioridad 2 se encuentran aquellas vías que cruzan con vías férreas y que pasan por zonas escolares, estas vías deben ir señalizadas debido a la importancia de advertir al conductos sobre la proximidad a un paso a nivel con ferrocarril o de la existencia de un cruce especial destinado a las zonas escolares con el fin de prevenir accidentes que puedan generarse ya sea por imprudencia de los conductores o de los peatones que transiten por estas vías. Estas vías deben señalizarse como mínimo con la respectiva señal horizontal de ferrocarril y zonas escolares y señalización vertical correspondiente a Cruce a nivel con el ferrocarril (52), Paso a nivel (54), Pare (62), Velocidad máxima (89), Zona escolar (47) y Prohibido parquear (87).

- Vías con prioridad 3.

Tabla 11. Vías con Prioridad 3 para implementación de señalización

CODIGOVIA	BARRIO
KR 2 E	PINOS DE ORIENTE
KR 3 E	PINOS DE ORIENTE
KR 13	DORA LEONILDE, LIBRE

Fuente: Elaboración Propia

Dentro de las vías con prioridad 3 se encuentran aquellas que presentan señales horizontales de resaltos que generan cortes en el flujo vehicular, pero que el estado y la visibilidad de los mismos no es bueno lo que puede generar accidentes de gravedad alta debido a que los conductores no pueden percatarse de la existencia de estos elementos, por lo que se debe implementar señalización horizontal que demarque y resalte su presencia en la vía, y señal vertical que advierta a los conductores la proximidad de dichos resaltos. Las señales verticales a usar para estas vías serian Resalto (25) y Velocidad máxima (89).

8. CONCLUSIONES

- La creación de un total de 13 shapefile con información del inventario vial y catastral de la Zona Sur Alta de Tunja proporciona una herramienta a la Alcaldía Mayor de la ciudad en la toma de decisiones respecto a proyectos de mejoramiento de la malla vial, implementación de nueva señalización y actualización referente a las nomenclaturas y paramentos.
- Al analizar los accidentes reportados en la Zona Sur Alta de la ciudad se determinó que dichos sucesos pueden verse relacionados no solo por imprudencia del conductor o el peatón, sino por la falta de una adecuada señalización en las vías donde ocurrieron dichos siniestros, esto puede corroborarse con lo encontrado en campo donde se observó que la mayoría de las vías de la zona no cuentan con ningún tipo de señalización ya sea horizontal o vertical lo cual genera un mayor riesgo de que se vuelvan a presentar accidentes en los mismos puntos o se presenten en otras vías de la zona.
- La ausencia de señalización en la Zona Sur Alta de Tunja se debe en parte a la poca inversión realizada por la alcaldía en proyectos de este tipo y en la mayoría de los casos es ocasionada por el deterioro de la malla vial puesto que para poder implementar señalización de tipo horizontal es necesario tener una adecuada superficie de rodadura.
- La información obtenida de la malla vial y predios de la Zona Sur Alta de Tunja permite realizar el análisis del porcentaje de daños que se encuentran en las vías así como, la ausencia de señalización, que afectan el tránsito de los vehículos que circulan por estas, generan riesgos de accidentes e impactan de manera negativa a la comunidad que transita en el sector.

- Las nomenclaturas encontradas en campo comparadas con las registradas en la Alcaldía Mayor de Tunja, en la mayoría de los casos no coinciden, se encontró que la mayoría de dichas nomenclaturas no han sido reglamentadas por el respectivo ente de control, sino estipuladas por los mismos propietarios de las viviendas, esto se debe a la falta de control y organización por parte de la oficina de planeación al momento de otorgar las nomenclaturas en la ciudad.
- El uso de los Sistemas de Información Geográfica en el análisis de información de infraestructura vial es de gran utilidad ya que proporciona a las entidades municipales, departamentales, nacionales e internacionales un sistema en donde estas entidades pueden buscar y actualizar la información necesaria para la toma de decisiones y enfocar estas decisiones desde múltiples puntos de vista y variables para establecer ya sea el origen de un problema, o las diferentes posibilidades de solución para los mismos, y encontrar así mecanismos de respuesta adecuados para las diferentes problemáticas que se tienen en materia de gestión territorial e infraestructura vial.

9. RECOMENDACIONES

- Plantear una metodología para el trabajo de campo y oficina con el fin de tener un mejor rendimiento al momento de realizar los levantamientos y el procesamiento de la información recolectada.
- Dar continuidad al proyecto del Inventario Vial y Catastral de la ciudad, debido a que es una fuente de gran cantidad de información no solo referente a la parte vial de la ciudad, sino al estado real de la misma.
- Realizar un análisis detallado por parte de la alcaldía de Tunja sobre la seguridad vial de la ciudad con el fin de identificar las falencias que se tienen respecto a este tema y poder así implementar las medidas correctivas que sean necesarias para disminuir el índice de accidentalidad que se tiene en la ciudad, debido que a nivel nacional es uno de los más altos por lo que es un tema al que se le debe presentar atención inmediata.
- Al establecer las vías de la zona sur alta a las cuales se les debe dar prioridad en la implementación de señalización se puede determinar los puntos en donde puede generarse mayor riesgo de accidentes y en base a esto tomar las medidas necesarias para mitigar dicho riesgo.
- La información reportada a cerca de paramentos, nomenclaturas, estratos, predios y uso predial, servirá a la alcaldía para realizar el cambio de nomenclatura que se tiene planeado en la ciudad, una actualización al POT y brindar información actualizada acerca de predios y paramentos a la ciudadanía.

10. BIBLIOGRAFIA

SITIO WEB ALCALDIA DE TUNJA. Presentación. [En Línea]-[Consultado: 23 de Enero de 2018]-< <http://www.tunja-boyaca.gov.co/presentacion.shtml>>

SENADO DE LA REPUBLICA. Ley 1228 del 2008. Artículo 10

MINISTERIO DE TRANSPORTE. Resolución 1860 de 2013

MINISTERIO DE TRANSPORTE. Resolución 1067 de 2015

MINISTERIO DE TRANSPORTE. Manual de Señalización Vial. Presentación

SENADO DE LA REPUBLICA. Ley 769 de 2002. Artículo 5

NAGARVIL. Sistemas GNSS Introducción. [En Línea]-[Consultado: 23 de Enero de 2018]-< <https://nagarvil.webs.upv.es/sistemas-gnss-introduccion/>>

GARCIA ALVAREZ, David Abelardo. Sistema GNSS (global navigationsatellitesystem).Proyecto fin de carrera. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid. Escuela Politécnica Superior. Dpto. de Ingeniería Informática, 2008.p.22

OLAYA, Victor. Sistemas de información geográfica. 2014. p.25

GUALDRON, Diego. Sistemas de Información Geográfica Énfasis en Hidroambiental. [Diapositivas].2017

INSTITUTO NACIOLA DE ESTADISTICA Y GEOGRAFÍA. Sistemas de Información Geográfica. 2014. p. 8

CASTAÑEDA, Daniel. Inventario Vial de la Red Terciaria de la Vereda Chauta en el Municipio de Madrid (Cundinamarca), Utilizando Herramientas SIG. Universidad de la Salle. Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería Civil. Bogotá D.C. 2017. p. 35.

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Información Práctica para Formulación de Planes de Ordenamiento Territorial.2004.p.5-6

DEFINICIÓNABC. Definición de Catastro. [En Línea]-[Consultado: 26 de Enero de 2018]-< <https://www.definicionabc.com/general/catastro.php>>

BLOGSPOT. Panel de Expertos. [En Línea]-[Consultado: 22 de Febrero de 2018]-< <http://sociologianecesaria.blogspot.com.co/2014/10/panel-de-expertos.html>>

HUERTAS TATIANA. Actualización de la Información Vial y Catastral de la Zona Oriente Baja de Tunja Utilizando Sistemas de Información Geográfica. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Civil, 2018.

MINISTERIO DE TRANSPORTES. Plan Nacional de Seguridad Vial Colombia 2011-2021.

11. ANEXOS

ANEXO 1. Carta Emitida por Spectra



Westminster, 14 de febrero de 2017

A QUIEN INTERESE

Spectra Precision una división de Trimble Navigation Ltd., empresa especialistas en el desarrollo y fabricación de sistemas de posicionamiento aéreo, marino y terrestre, hace del conocimiento de los interesados que el pasado 25 de Enero del 2017 fue publicado un boletín donde se notifica a todos los usuarios de Mobile Mapper Post Proceso opción para los MM50 queda detenida hasta generar una nueva versión que corrija problemas de precisión de la misma.

Dicho problema no afecta a los equipos como MM120 y Promark 120 que pueden continuar usando el MobileMapper Office 4.8 para procesar sus datos hasta el lanzamiento del nuevo software de oficina para corregir los problemas con MM50.

También en recientes consultas se estima que esta misma semana se estará liberando la nueva versión para corregir este problema.

Por lo anterior eximimos a Geosystem Ingeniería S.A.S de cualquier atraso en la entrega de los MM50 con dicha aplicación y esperamos a la brevedad resolver el problema para no ocasionar mas atrasos.

También adjuntamos el Boletín original enviado por nuestra fabrica y gente de servicio.

Atentamente,

A handwritten signature in black ink that reads "Miguel Rodríguez Sáenz". The signature is written in a cursive style.

Miguel Rodríguez Sáenz
Latin America Customer Manager
Spectra Precision/ Trimble Geospatial
Mobil: +1-408-368-0722 or +506-8846-5808
Office: +1-303-635-8899 or +506-2263-2120
Miguel_rodriguez@spectraprecision.com

ANEXO 2. MAPAS