

**CORRECCIÓN TOPOLÓGICA Y PRIORIZACIÓN DE VÍAS DE LA PROVINCIA  
CENTRO DEL DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**

**HANSBLEIDY KATHERINE ARCOS LESMES  
LUIS ENRIQUE DEVIA BUITRAGO**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE TRANSPORTE Y VÍAS  
TUNJA  
2018**

**CORRECCIÓN TOPOLÓGICA Y PRIORIZACIÓN DE VÍAS DE LA PROVINCIA  
CENTRO DEL DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**

**PRÁCTICA CON PROYECCIÓN EMPRESARIAL O SOCIAL  
(EMPREDIMIENTO EMPRESARIAL Y PASANTÍAS)**

**HANSBLEIDY KATHERINE ARCOS LESMES  
LUIS ENRIQUE DEVIA BUITRAGO**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de  
INGENIERO DE TRANSPORTE Y VÍAS**

**Directora  
FLOR ÁNGELA CERQUERA ESCOBAR  
Ingeniera de transporte y vías  
PhD. Geografía**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE TRANSPORTE Y VÍAS  
TUNJA  
2018**

Nota de aceptación:

---

---

---

---

---

---

---

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

Tunja, febrero de 2018.

La autoridad científica de la Facultad de Ingeniería reside en ella misma, por tanto, no responde por las opiniones expresadas en este proyecto de investigación. Se autoriza su uso y reproducción indicando su origen.

*Este trabajo está dedicado principalmente a Dios por habernos permitido llegar a un logro más en nuestra vida como profesionales, por darnos fuerzas para superar los obstáculos y dificultades a lo largo de nuestras vidas.*

*A nuestros padres y hermanos pilares fundamentales en el desarrollo de esta meta, es por ellos por quien nos esforzamos día a día, a ser mejores personas.*

## **AGRADECIMIENTOS**

A nuestra directora de trabajo de grado, la Ingeniera Flor Ángela Cerquera Escobar, que con su sabiduría nos encaminó al correcto desarrollo de las actividades de este proyecto.

A nuestras familias ya que, con su apoyo incondicional, sabios consejos y ejemplo fueron fundamentales en la realización de este gran logro, fueron ellos de quien encontramos fortaleza en los momentos más difíciles.

A nuestros compañeros, con los que compartimos la mayoría de momentos y se convirtieron en testigos de muchas vivencias y experiencias, que hoy nos hacen mejores personas.

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN .....	16
1. ASPECTOS GENERALES .....	18
1.1. MARCO CONCEPTUAL.....	18
1.1.1. Aplicaciones. ....	18
1.1.2. Georreferenciación.....	18
1.1.3. Sistemas de referencia.....	19
1.1.4. Shapefile. ....	21
1.1.6. Plan vial departamental.....	21
1.1.7. Priorización vial. ....	22
1.2. MARCO LEGAL .....	23
1.3. GENERALIDADES DE LOS MUNICIPIOS.....	24
1.3.1. Provincia Centro.....	25
1.3.2. Municipio de Cucaita. ....	26
1.3.3. Municipio de Chíquiza. ....	27
1.3.4. Municipio de Samacá.....	28
1.3.5. Municipio de sora.....	29
1.3.6. Municipio de Sotaquirá.....	30
1.3.7. Municipio de Cómbita.....	31
1.3.8. Municipio de Tuta.....	33
2. METODOLOGÍA.....	35
2.1. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN .....	36
2.1.1. Información para la actualización de la base de datos “fichas PVD”.....	36
2.1.2. Información para corrección topológica.....	37
2.2. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN .....	37
2.2.1. Corrección topológica en QGIS 2.14.20.....	37
2.2.2. Actualización de la base de datos “fichas PVD” .....	53
3. ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	56
3.1. CORRECCIÓN TOPOLÓGICA .....	56
3.2. PRIORIZACIÓN DE VÍAS .....	59
3.2.1. Indicadores técnicos.....	60

3.2.2. Conectividad intermodal.....	61
3.2.3. Indicadores económicos.....	61
3.2.4. Indicadores sociales.....	62
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	69
BIBLIOGRAFÍA.....	71
ANEXOS.....	73

## LISTA DE ILUSTRACIONES

	Pág.
Ilustración 1. Sistema MAGNA-SIRGAS red básica GPS (octubre 2004).....	20
Ilustración 2. Ubicación provincia centro.....	25
Ilustración 3. Mapa político del municipio de Cucaita .....	26
Ilustración 4. Mapa político del municipio de Chíquiza .....	27
Ilustración 5. Mapa político del municipio de Samacá. ....	28
Ilustración 6. Mapa político del municipio de Sora.....	29
Ilustración 7. Mapa político del municipio de Sotaquirá. ....	31
Ilustración 8. Mapa político del municipio de Cóbbita. ....	32
Ilustración 9. Mapa político del municipio de Tuta. ....	33
Ilustración 10. Panel de capas.....	39
Ilustración 11. Indicación de la información de Shapefiles.....	40
Ilustración 12. Shapefiles Mapa Administrativo de municipios de Boyacá.....	42
Ilustración 13. Herramienta de geoprocso "cortar".....	43
Ilustración 14. Ventana de corte de capas vectoriales.....	43
Ilustración 15. Corte del municipio de Cóbbita con las vías rurales correspondientes. .....	44
Ilustración 16. Imágenes satelitales. ....	45
Ilustración 17. Sistema de coordenadas geográficas.....	46
Ilustración 18. Sistema de coordenadas y escala de corrección topológica .....	47
Ilustración 19. Municipio de Cóbbita en base a imagen satelital.....	47
Ilustración 20. Vista de vías a escala 1:2500 .....	48
Ilustración 21. Comando "conmutar edición" .....	48
Ilustración 22. Herramienta de nodos. ....	49
Ilustración 23. Edición a partir de nodos. ....	49
Ilustración 24. Cuadro de elementos de creación de mapas .....	51
Ilustración 25. Mapa topológico sin corregir de los municipios de Cóbbita Tuta y Sotaquirá. ....	56
Ilustración 26. Mapa topológico corregido de los municipios de Cóbbita, Tuta y Sotaquirá. ....	57
Ilustración 27. Mapa topológico sin corregir de los municipios de Chíquiza, Sora, Cucaita y Samacá.....	58
Ilustración 28. Mapa topológico sin corregir de los municipios de Chíquiza, Sora, Cucaita y Samacá.....	58
Ilustración 29. Vía puente de Boyacá - sector el desagadero .....	68

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Diseño de la metodología general .....	35
Figura 2. Tamaño de mapa.....	50
Figura 3. Mapa de las vías de los municipios de Combita, Tuta y Sotaquirá.....	52

## LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Tabla de atributos de un shapefile. ....	41
Tabla 2. Selección del municipio estudio de acuerdo a la tabla de atributos. ....	42
Tabla 3. Componente espacial para cada uno de los archivos de tipo geográfico. ....	46
Tabla 4. Títulos y responsables de la formulación del Plan Vial Departamental ...	54
Tabla 5. Datos iniciales priorización vial .....	59
Tabla 6. Indicadores técnicos .....	60
Tabla 7. Conectividad intermodal.....	61
Tabla 8. Indicadores económicos .....	62
Tabla 9. Indicadores sociales.....	62
Tabla 10. Posición en el eje .....	63
Tabla 11. Factores de ajuste y prioridad obtenida .....	63
Tabla 12. Conectividad departamental en el eje Tunja - Chiquinquirá.....	64
Tabla 13. Conectividad red vial municipal en el eje Tunja - Chiquinquirá .....	65
Tabla 14. Priorización del eje según importancia.....	65
Tabla 15. Conectividad departamental con el eje Tunja - Sogamoso .....	66
Tabla 16. Conectividad red vial municipal eje Tunja - Sogamoso.....	66
Tabla 17. Priorización del eje según importancia.....	67

## RESUMEN

**TÍTULO:** CORRECCIÓN TOPOLÓGICA Y PRIORIZACIÓN DE VÍAS DE LA PROVINCIA CENTRO DEL DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.

**AUTORES:** ARCOS LESMES, Hansbleidy Katherine  
DEVIA BUITRAGO, Luis Enrique

**PALABRAS CLAVE:** Corrección Topológica, plan vial departamental, priorización de red vial, resolución 1067 de 2015 del Ministerio de Transporte de Colombia, sistemas de información geográfica.

**DESCRIPCIÓN:** El presente documento hace una descripción detallada del trabajo de grado “CORRECCIÓN TOPOLÓGICA Y PRIORIZACIÓN DE VÍAS DE LA PROVINCIA CENTRO DEL DEPARTAMENTO DE BOYACÁ”, de los quince (15) municipios que conforma la provincia de centro del Departamento de Boyacá, el trabajo se realizó a siete (7) de estos, específicamente los municipios de Cómbita, Tuta, Sotaquirá, Cucaita, Sora, Samacá y Chíquiza, los cuales fueron asignados por la Secretaria de Infraestructura de la Gobernación de Boyacá.

Para la ejecución del proyecto se utilizó la metodología recomendada por la resolución 1067 de 2015 del Ministerio de Transporte, por la cual conforma la metodología para reportar la información que conforma el Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras. Versión 2. Para la actualización de la topología de las vías se utilizó el software QGIS for Desktop 2.14.20, debido a que son archivos de tipo geográfico, lo cual implica que tienen un componente alfanumérico y un componente espacial asociado a cada registro.

EL proyecto fue desarrollado bajo cuatro (4) fases siguientes, las cuales permitieron el cumplimiento de los objetivos propuestos.

- FASE I: establecimiento de las bases para la formulación del plan vial departamental y el acopio de la información.

- FASE II: recolección, procesamiento, sistematización e integración de la información y corrección.
- FASE III: Actualización y diligenciamiento de las fichas PVD y elaboración de propuesta de mejoramiento de tramos de red vial analizado.
- FASE IV: desarrollo de informe final y libro final.

El cumplimiento de las fases logró obtener archivos actualizados, identificando la geometría de las vías y la caracterización topológica de los municipios mediante la creación de una base de datos, la cual conforma el Inventario Vial del Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras (SINC), al igual que la presentación de una propuesta de priorización de las vías secundarias y terciarias que conforman dichos municipios.

## ABSTRACT

**TITLE:** TOPOLOGICAL CORRECTION AND PRIORITIZATION OF ROADS OF THE CENTRAL PROVINCE OF THE DEPARTMENT OF BOYACÁ.

**AUTHOR:** ARCOS LESMES, Hansbleidy Katherine  
DEVIA BUITRAGO, Luis Enrique

**KEYWORDS:** Topological correction, departmental road plan, road network prioritization, "resolución 1067 de 2015 del Ministerio de Transporte de Colombia", Geographic Information System.

**DESCRIPTION:** This document gives a detailed description of the graduation work "CORRECCIÓN TOPOLÓGICA Y PRIORIZACIÓN DE VÍAS DE LA PROVINCIA CENTRO DEL DEPARTAMENTO DE BOYACÁ", of the fifteen (15) municipalities that conform the central province of the Department of Boyacá, this work was applied to seven (7) of these municipalities, specifically to Cómbita, Tuta, Sotaquirá, Cucaita, Sora, Samacá and Chíquiza, which were assigned by the Secretaria de infraestructura de la Gobernación de Boyacá.

For the development of the project, the methodology used was the one established by "resolución 1067 de 2015 Del Ministerio de Transporte", for consummate the information in the "Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras. Versión 2." To update the topology of the roads, it was used the QGIS for Desktop 2.14.20 software, which implies that it has an alphanumeric component and a spatial component associated with each registration.

- The project was developed according to (4) following phases, which allowed the fulfillment of the proposed goals.
- PHASE I: establishment of the bases for the formulation of "plan vial departamental" and the recollection of information.

- PHASE II: recollection, processing, systematization and integration of information and correction.
- PHASE III: Update and filling of the PVD cards and preparation of a proposal to improve the roads analyzed.
- PHASE IV: development of final report and final book.

With the phases, it was able to obtain updated files, identify the geometry of the roads and characterize the topology of the municipalities through the creation of a database, which comforms the “Inventario Vial del Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras (SINC)”, as well as that the presentation of a proposal for prioritization of secondary and tertiary roads that make up these municipalities.

## INTRODUCCIÓN

El desarrollo de un Plan Vial Departamental permite crear metodologías apropiadas de mejoramiento, rehabilitación y conservación de vías, de manera que siempre se brinden las mejores condiciones de transitabilidad y conectividad, trabajando constantemente por una revisión, un correcto inventario y una debida actualización de la Red Vial Departamental.

Es importante que los departamentos participen dentro de los planes viales departamentales para que logren fortalecer su ámbito financiero y puedan ser orientados en el gasto de proyectos viales que a su vez mejora la competitividad e integración de las economías regionales.

Este documento muestra cómo se realizó la corrección de la topología de las vías rurales y una propuesta de priorización de las vías secundarias y terciarias específicamente los municipios que conectan entre Cómbita, Tuta, Sotaquirá, Cucaita, Sora, Samacá y Chíquiza de la provincia de Centro del Departamento de Boyacá, para esto se desarrollaban adecuadamente los objetivos específicos que permitirían el cumplimiento de lo anteriormente mencionado, entre las actividades desarrolladas se encuentran recolección de la información existente de las vías rurales que comprenden los municipios por los entes de control a cargo del departamento, sistematización de datos suministrados por los entes de control sobre las vías rurales existentes de los municipios, siguiendo los lineamientos de la resolución 1067 de 2015, actualización de la base de datos que hace parte del Plan Vial Departamental utilizando el software QGIS referente a estado físico, código de vía, fecha de registro, y demás parámetros exigidos en la resolución 1067 de 2015, generar diversos elementos cartográficos (mapas) y finalmente proponer una priorización de las vías secundarias y terciarias de la provincia de centro específicamente los municipios mencionados anteriormente.

Teniendo en cuenta lo anterior, este documento se estructura en cuatro (4) capítulos. El primer capítulo refiere aspectos generales como la normatividad y metodologías existentes a tener en cuenta para la actualización y/o corrección de un PVD y una pequeña descripción de las características de los municipios. El segundo capítulo describe la metodología detallada para la actualización del PVD y la corrección topológica de los municipios de Cómbita, Tuta, Sotaquirá, Cucaita, Sora, Samacá Y Chíquiza, por medio del software QGIS for Desktop 2.14.20, bajo los lineamientos establecidos por la Resolución 1067 de 2015 del Ministerio de

Transporte. Como tercer capítulo de este documento se encuentra el análisis de resultados tanto de la corrección topológica como la priorización de vías de los municipios. El último capítulo presenta las conclusiones a las que se llegaron en la realización del proyecto y recomendaciones dadas.

Este trabajo se ha realizado bajo la supervisión de la Escuela de Ingeniería de Transporte y Vías de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia y por la Secretaria de Infraestructura de la Gobernación de Boyacá, quien será el principal beneficiario de dicho trabajo.

## 1. ASPECTOS GENERALES

En este primer capítulo contiene los conceptos básicos de Sistemas de Información Geográfica y de plan vial departamental, también se encuentra con un marco legal donde enuncia la normatividad que se tuvo en cuenta durante el desarrollo del proyecto y finaliza con un subcapítulo sobre generalidades de los municipios de estudio.

### 1.1. MARCO CONCEPTUAL

Este corto subcapítulo contiene los conceptos básicos y no menos importantes que se deben tener en cuenta en la aplicación de Sistemas de Información Geográfica y de planes viales departamentales, un claro concepto de este vocabulario hace más fácil la relación del lector con el documento.

**1.1.1. Aplicaciones.** Dentro de las múltiples aplicaciones de una topología y una priorización de una red vial, se encuentra la compilación y construcción de información para caracterizar la movilidad, identificando el tipo de vía de toda la malla vial, integrando características como: el estado actual del pavimento y anchos de calzada.

En lo referente a la priorización vial, es de vital importancia conocer los tramos de vía más significativos de una malla vial, para determinar y programar un correcto control del estado y mejoramiento de dichos tramos, así como la adecuada inversión de la red vial de la región.

**1.1.2. Georreferenciación.** La georreferenciación es el uso de coordenadas de mapa para asignar una ubicación espacial a entidades cartográficas. Todos los elementos de una capa de mapa tienen una ubicación geográfica y una extensión específicas que permiten situarlos en la superficie de la Tierra o cerca de ella. La capacidad de localizar de manera precisa las entidades geográficas es fundamental tanto en la representación cartográfica como en SIG.

La correcta descripción de la ubicación y la forma de entidades requiere un marco para definir ubicaciones del mundo real. Un sistema de coordenadas geográficas se utiliza para asignar ubicaciones geográficas a los objetos. Un sistema de

coordenadas de latitud-longitud global es uno de esos marcos. Otro marco es un sistema de coordenadas cartesianas o planas que surge a partir del marco global.

Los mapas representan ubicaciones en la superficie de la Tierra que utilizan cuadrículas, gráficas y marcas de graduación con etiquetas de diversas ubicaciones terrestres (tanto en medidas de latitud-longitud como en sistemas de coordenadas proyectadas [como metros de UTM]). Los elementos geográficos incluidos en diversas capas de mapa se trazan en un orden específico (uno sobre otro) para la extensión del mapa determinada.

Los datasets SIG incluyen ubicaciones de coordenadas dentro de un sistema de coordenadas cartesianas o globales para registrar ubicaciones y formas geográficas. De este modo, es posible superponer capas de datos SIG sobre la superficie de la Tierra.<sup>1</sup>

**1.1.3. Sistemas de referencia.** En Colombia el instituto geográfico Agustín Codazzi, organismo nacional encargado de determinar, establecer, mantener y proporcionar los sistemas de referencia geodésico, gravimétrico y magnético (decretos No. 2113/1992 y 208/2004), inicio a partir de las estaciones SIRGAS, la determinación de la Red Básica GPS, denominada MAGNA (Marco Geocéntrico Nacional de Referencia), que, por estar referida a SIRGAS, se denomina convencionalmente MAGNA-SIRGAS.

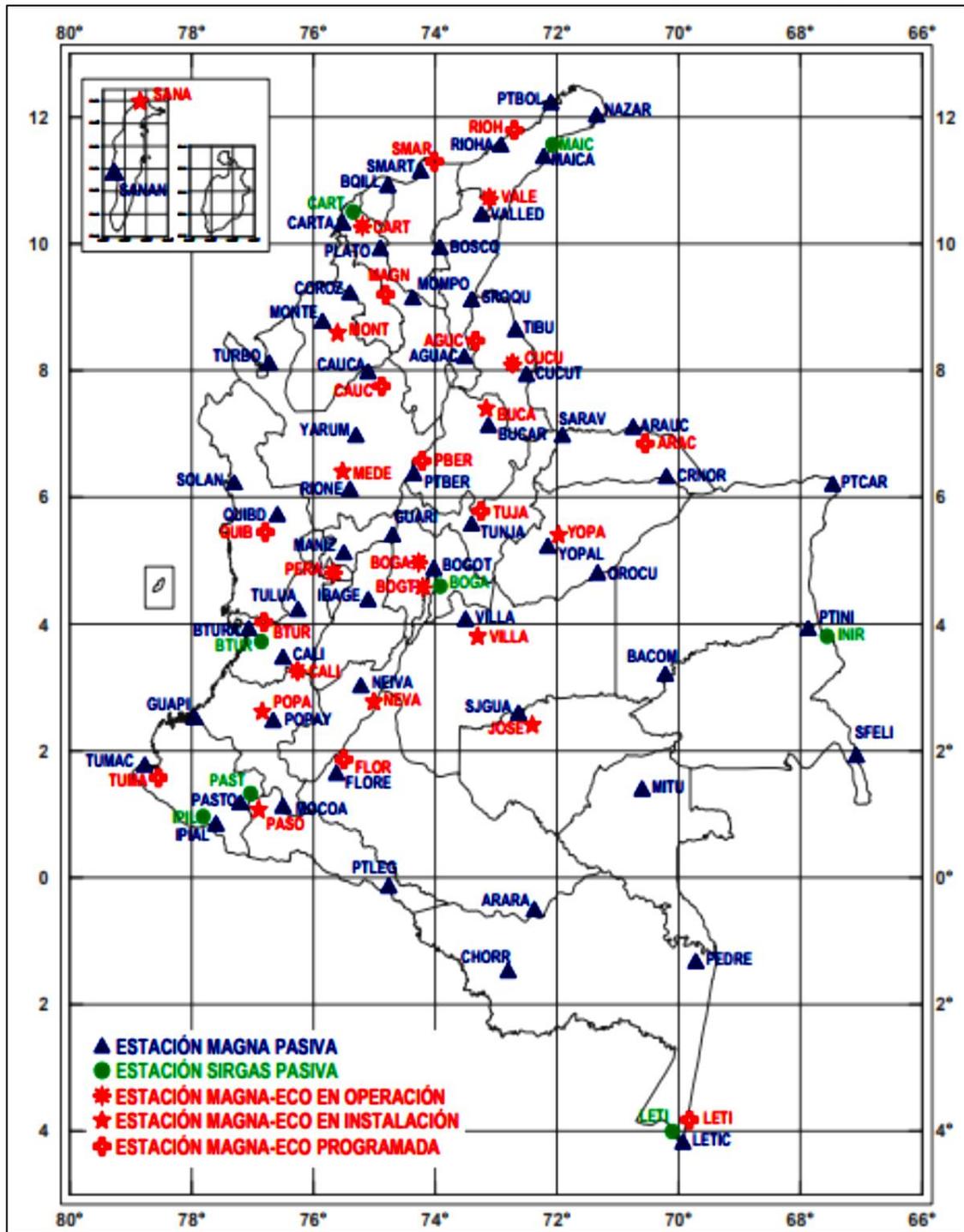
Esta se halla conformada por 60 estaciones GPS de cubrimiento nacional de las cuales 8 son vértices SIRGAS y 16 corresponden con la red geodinámica CASA (Central and South American geodymanics network), como lo muestra la ilustración 1. Estos fueron determinados durante los años 1994,1995 y 1997 con el propósito de suministrar una plataforma confiable a los productores y usuarios principales en el procesamiento de los datos GPS fue su integración al Sistema de Referencia Geocéntrico, definido por el marco internacional de referencia terrestre (ITRF).<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> GEORREFERENCIACIÓN Y SISTEMAS DE COORDENADAS (en línea) revisado el 17 de enero de 2018, disponible en internet: [<http://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n000000s000000.htm>].

<sup>2</sup> INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI, adopción del marco teórico nacional de referencia magna – sirgas como datum oficial de Colombia, Bogotá, Colombia, 2004 pg. 16 - 17.

Ilustración 1. Sistema MAGNA-SIRGAS red básica GPS (octubre 2004)



Fuente: adopción del marco teórico nacional de referencia magna – sirgas como datum oficial de Colombia. Instituto geográfico Agustín Codazzi Bogotá Colombia (2004).

**1.1.4. Shapefile.** Un shapefile es un formato de almacenamiento de datos vectoriales de Esri para almacenar la ubicación, la forma y los atributos de las entidades geográficas. Un shapefile se almacena en un conjunto de archivos relacionados y contiene una clase de entidad. Los shapefiles suelen contener entidades grandes con muchos datos asociados y tradicionalmente se han utilizado en aplicaciones de escritorio SIG como ArcMap.

**1.1.5. Topología.** La topología: expresa las relaciones espaciales entre características de vectores (puntos, polilíneas y polígonos) conectados o adyacentes en un SIG. Los datos topológicos o basados en la topología sirven para detectar y corregir errores de digitalización (p.ej. dos líneas en una capa vectorial de vías que no se juntan perfectamente en una intersección).

Hay distintos tipos de errores topológicos y pueden agruparse dependiendo de si los tipos de características de vector son polígonos o polilíneas. Los errores topológicos con características polígono pueden incluir polígonos abiertos, huecos entre los bordes del polígono o bordes del polígono superpuestos. Un error topológico común con características polilínea es no encontrarse en el mismo punto (nodo). Este tipo de error se llama undershoot cuando hay un espacio vacío entre las líneas y un overshoot cuando una línea termina más allá de la línea con la que debería estar conectada.

El resultado de los errores de undershoot y overshoot se denomina «nodos colgados» al final de las líneas. Los nodos colgados son aceptables en casos especiales, por ejemplo, si están adjuntos a una calle sin salida.<sup>3</sup>

**1.1.6. Plan vial departamental.** El Plan Vial Departamental es una herramienta de planificación que presenta ordenadamente el estado, a un momento dado, de la red vial departamental y la propuesta de mejoramiento a las situaciones encontradas. Constituye el principal instrumento para la gestión vial del Gobierno Departamental.

---

<sup>3</sup>TOPOLOGÍA (en línea) revisado el 17 de enero de 2018, disponible en internet: <[https://docs.qgis.org/2.18/es/docs/gentle\\_gis\\_introduction/topology.html](https://docs.qgis.org/2.18/es/docs/gentle_gis_introduction/topology.html)>

La formulación del Plan Vial Departamental está a cargo del Gobierno Departamental, quien designara al grupo técnico encargado de llevar adelante el proceso. La metodología propuesta requiere la participación activa de los agentes de desarrollo del departamento, es tarea del Gobierno Departamental el establecer las instancias consultivas y los espacios participativos correspondientes.<sup>4</sup>

**1.1.7. Priorización vial.** El marco técnico conceptual para la priorización toma en cuenta un conjunto de variables e indicadores que sirven de referencia para calificar la importancia de las vías. La priorización de la vía se establece en función de su rol articulador de los flujos de bienes y servicios y su incidencia en el desarrollo territorial y económico del departamento.

La base teórica sobre la que se sustenta la priorización de los proyectos viales tiene cuatro dimensiones que se consideran como centrales:

**1.1.7.1. Dimensión espacial.** Considera la articulación de la vía desde una perspectiva dinámica en su rol articulador del sistema urbano y regional del departamento. Se han trabajado indicadores de número de centros urbanos que une la vía dentro de su área de influencia (considerando un área de influencia de 10 km respecto de eje de la vía). Asimismo, bajo el criterio de articulación territorial se aplica el indicador de conectividad, otorgándose mayor prioridad a las vías que atiendan un mayor número de centros poblados, aeropuertos, puertos y embarcaderos, y articulen mayor longitud de vías terciarias.

**1.1.7.2. Dimensión económica.** Los indicadores se orientan a medir la importancia económica de la vía siguiendo los siguientes criterios: por la carga que transita sobre la vía, por la incidencia del flete de transporte en el precio del producto, por su rol articular de centros turísticos en su área de influencia (considerando 10 km del eje de la vía). Adicionalmente se tomará el indicador de importancia de la vía referido a la articulación de los centros turísticos.

**1.1.7.3. Dimensión social.** Los criterios empleados responden a los objetivos de orientar las intervenciones hacia las zonas de mayor pobreza y servir a mayor población. Se utilizan indicadores de niveles de pobreza y volumen poblacional que sirve la vía (considerando como área de influencia 10 km del eje de la vía).

---

<sup>4</sup> MINISTERIO DE TRANSPORTE, metodología para el desarrollo de planes viales departamentales, Colombia, 2012 pg. 23

**1.1.7.4. Dimensión técnica.** Considera criterios de transitabilidad de la vía, tráfico proyectado a 10 años y frecuencia de los servicios de transporte público.<sup>5</sup>

## **1.2. MARCO LEGAL**

Como marco legal se encuentra enunciada la normatividad, metodologías y resoluciones que se tuvieron en cuenta en el desarrollo del proyecto.

- **LEY 1682 de 2013.** Por la cual se adoptan medidas y disposiciones para los proyectos de infraestructura de transporte y se conceden facultades extraordinarias.

Es el documento guía de todos los proyectos de infraestructura que se celebren en el país, adoptando medidas generales acerca de los lineamientos de trabajo, diseño y ejecución de los mismos.

- **Decreto 1895 de 2008.** Por el cual se determina la red a Cargo del Departamento de Boyacá.

Este documento delimita la red vial a cargo del Departamento de Boyacá y su correspondiente clasificación de acuerdo a las categorías (secundarias y terciarias).

- **Resolución 5574 de 2016.** Por la cual se prorroga el termino establecido en numeral 6.6.1 del documento denominado “*Metodología General para reportar la información que conforma el Sistema Integral de Información de Carreteras*” adoptado por la resolución 1860 de 2013, modificada por la resolución 1067 de 2015.

La resolución permitió ampliar el plazo a los departamentos para el reporte de la información que conforma el sistema integral de carreteras hasta el 30 de abril de 2018.

- **Resolución 1067 de 2015.** Por la cual se adopta la Metodología General para reportar la información que conforma el Sistema Integral de Información de Carreteras “SINC” y se dictan otras disposiciones.

---

<sup>5</sup> MINISTERIO DE TRANSPORTE, metodología para el desarrollo de planes viales departamentales, Colombia, 2012 pg. 41 – 42.

Esta resolución establece una guía detallada para el reporte de la información de carreteras por parte de las gobernaciones de cada departamento al Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras SINC.

- **Resolución 339 de 1999.** Por la cual establece la nomenclatura de las carreteras a cargo de la Nación y algunas a cargo de los Entes Territoriales y se dictan otras disposiciones.

De acuerdo a esta resolución se asigna la nomenclatura a cada una de las vías del país, ya sean de carácter nacional o departamental.

- **Resolución MAGNA - SIRGAS, resolución 068 de 2005.** Por la cual se adopta como único datum oficial de Colombia el Marco Geocéntrico Nacional de Referencia: MAGNA-SIRGAS.

Esta resolución establece el sistema de coordenadas para el país como marco de referencia para la representación espacial de la geografía oficial.

- **Ministerio de Transporte.** Metodología para el desarrollo de planes viales departamentales.

Esta metodología brinda una completa guía en la recolección y procesamiento de la información para el desarrollo de planes viales departamentales.

- **Conpes 3480.** Política para el mejoramiento de la gestión vial departamental a través de la implementación del “Plan Vial Regional”.

El Consejo Nacional de Política Económica y Social sometió a consideración el programa Plan Vial Regional del Gobierno Nacional buscando obtener las ventajas económicas y sociales de dicho proyecto.

### **1.3. GENERALIDADES DE LOS MUNICIPIOS**

Es importante conocer las regiones en estudio, la clave para generar proyectos de cualquier índole sobre un municipio radica en la importancia de lo que el mismo le puede ofrecer naturalmente a la sociedad, las ventajas que tienen sobre otras zonas y el aporte que podrían generar en el desarrollo no solo del departamento sino también del país.

A continuación, se describe algunas características de los municipios de proyecto de la provincia de centro del departamento de Boyacá, una reseña de la ubicación y de las condiciones climáticas de cada uno.

**1.3.1. Provincia Centro.** Conformada por 15 municipios, incluyendo a Tunja, la capital del departamento, su nombre está relacionado con la ubicación, en la parte central del departamento, como lo muestra la ilustración 2.

Ilustración 2. Ubicación provincia centro



Fuente. Provincia de centro, departamento de Boyacá. Boyacá cultural (2018).

Los municipios son: Tunja (capital), Combita, Cucaita, Chíquiza, Chivata, Motavita, Oicatá, Samacá, Siachoque, Sora, Soracá, Sotaquirá, Toca, Tuta y Ventaquemada. Entre ellos hay municipios históricos como Chivata (ejemplo de las encomiendas indígenas y centro de desarrollo de la obra “los pecados de Inés Hinojosa, de Prospero Morales Pradilla) y Ventaquemada (episodio de valor del insobornable Pedro De Pascacio Martínez, quien dio captura al general español Barreiro fugitivo después de la batalla de Boyacá), fruteros como Sotaquirá y de agricultura tecnificada como Samacá.<sup>6</sup>

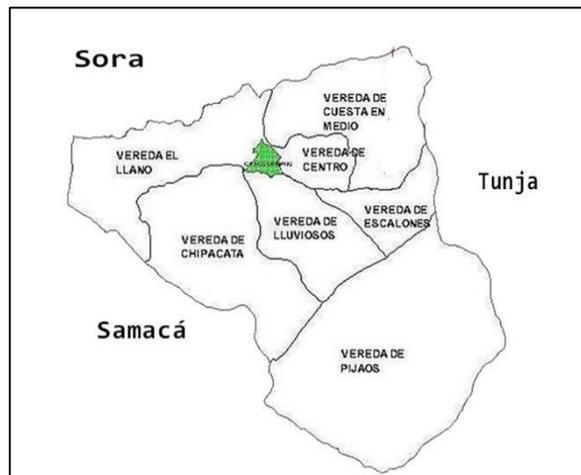
---

<sup>6</sup> PROVINCIA DEL CENTRO, (en línea) revisado el 21 de enero de 2018, disponible en internet: <[https://docs.qgis.org/2.18/es/docs/gentle\\_gis\\_introduction/topology.html](https://docs.qgis.org/2.18/es/docs/gentle_gis_introduction/topology.html)>

**1.3.2. Municipio de Cucaita.** Cucaita es un municipio localizado al noreste del departamento de Boyacá. Su cabecera está ubicada a los 05° 32' 45" de latitud norte y 73° 27' 26" de longitud oeste, a una altura sobre el nivel del mar de 2.650 m aproximadamente, cuenta con una temperatura media de 14,2 °C y una precipitación media anual de 760 mm. Cucaita tiene una extensión territorial de 43 kms; está dividido en 6 veredas y el Casco Urbano. Las Veredas del Municipio son: Pijaos, Escalones, El Llano, Cuesta en Medio, Chipacatá, Lluviosos y vereda de centro, como lo evidencia la ilustración 3.

Su relieve pertenece a la cordillera Oriental y se destacan las lomas Azulejo y Las Cruces y el alto de Calicanto. Lo riegan varias quebradas, entre ellas El Chusque, San Joaquín, Santiago y Alcalá. Sus tierras corresponden al piso térmico frío.

Ilustración 3. Mapa político del municipio de Cucaita



Fuente. Mapa político municipio de Cucaita. Alcaldía de Cucaita (2018).

Tiene zonas de mayor oferta ambiental del ecosistema ya sea por suelos, humedad y favorecimiento de los fuertes vientos y donde las condiciones según la época del año permiten el desarrollo de una cosecha favorable. La mayor parte del territorio Cucaicense, se dedica a la agricultura, un menor porcentaje a la ganadería, y un mínimo a la minería subterránea y/o a cielo abierto.

En cuanto a la agricultura, en el sector alto del municipio se cultiva en mayor escala la papa, y las hortalizas, cebada, maíz, trigo, arveja, frijol; mientras que, en la parte plana del territorio, la mayor parte de la población se dedica al cultivo de cebolla cabezona, hortalizas y en menor escala frutales y cereales. La industria ganadera se desarrolla con doble propósito: cría y engorde de ganado vacuno y explotación

lechera. Además, existen en menor escala, explotaciones de ganados lanar, porcino y aves de corral.<sup>7</sup>

**1.3.3. Municipio de Chíquiza.** Chíquiza es un municipio situado en la zona centro occidental de la provincia centro, en el departamento de Boyacá. Chíquiza, según la etimología chibcha, quiere decir "Campo Pelado", "erial". Es el "carapampa" quichua, que significa campo raso. El historiador doctor Joaquín Acosta Ortega dice en su libro "el idioma chibcha": "CUIQHIZA" solamente "Chi-qui-za". Primer elemento adjetivo, segundo título inferior de nobleza; tercero, nombre propio. En la lista de repartimientos y pueblos de indios de la ciudad de Tunja, no se encuentra Chíquiza sino Chequita.

Ilustración 4. Mapa político del municipio de Chíquiza



Fuente. Mapa político municipio de Chíquiza. Alcaldía de Chíquiza (2018).

El Municipio de Chíquiza hace parte de los 15 entes territoriales de la provincia de centro y colinda al norte con Arcabuco, al sur con Sora y Sáchica, al occidente con Villa de Leiva y al oriente con Motavita. La extensión total del municipio es de 119.52

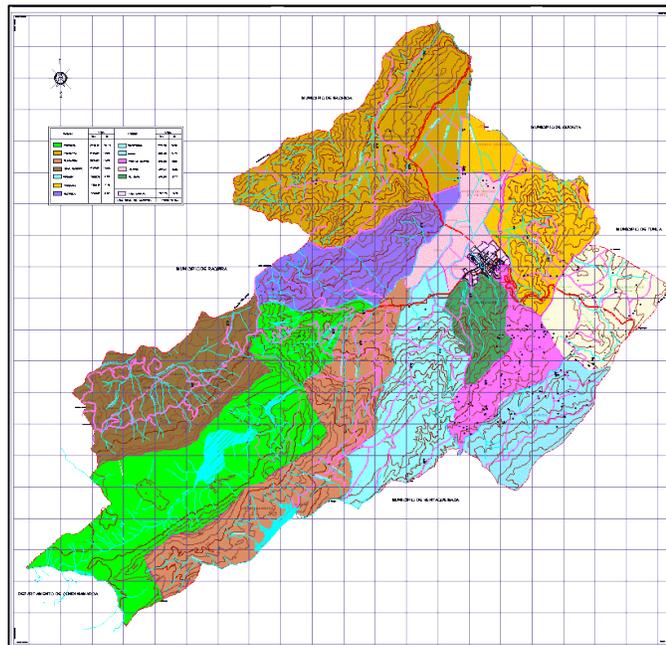
<sup>7</sup> MUNICIPIO DE CUCAITA, (en línea) revisado el 21 de enero de 2018, disponible en internet: <[http://www.cucaita-boyaca.gov.co/informacion\\_general.shtml](http://www.cucaita-boyaca.gov.co/informacion_general.shtml)>

Km<sup>2</sup> Según datos del EOT Km<sup>2</sup> y presenta una altitud en su cabecera municipal de 2900 m.s.n.m.

Los habitantes de esta región obtienen sus ingresos económicos de la venta de productos agrícolas y productos lácteos; pastorean animales como ovejas, cerdos, ganado y cabras que luego son destinados para el sustento de la familia. Se cultivan productos como maíz, papa, arveja, trigo, nabos, ibias, rubas, cebolla y tallos.<sup>8</sup>

**1.3.4. Municipio de Samacá.** Samacá es un municipio de unos 160 Km<sup>2</sup> de extensión que pertenece a la Provincia del Centro del departamento de Boyacá. Dista 32 kilómetros de Tunja y 159 Km de Bogotá. Geográficamente está situado a los 5°29' Latitud Norte y 73°30' Longitud Oeste del meridiano de Greenwich.

Ilustración 5. Mapa político del municipio de Samacá.



Fuente. Mapa político municipio de Samacá. Alcaldía de Samacá (2018)

Además del área urbana o centro, como se muestra en la ilustración 4 el municipio está dividido en las siguientes veredas: Tibaquirá, Guantoque, Páramo Centro, Gacal, Quite, Pataguy, Salamanca, Chorrera, Loma Redonda, Ruchical y Churuvita. La vereda es una división rural en donde las familias viven y trabajan en sus fincas o haciendas. Generalmente las veredas se encuentran sectorizadas por grupos

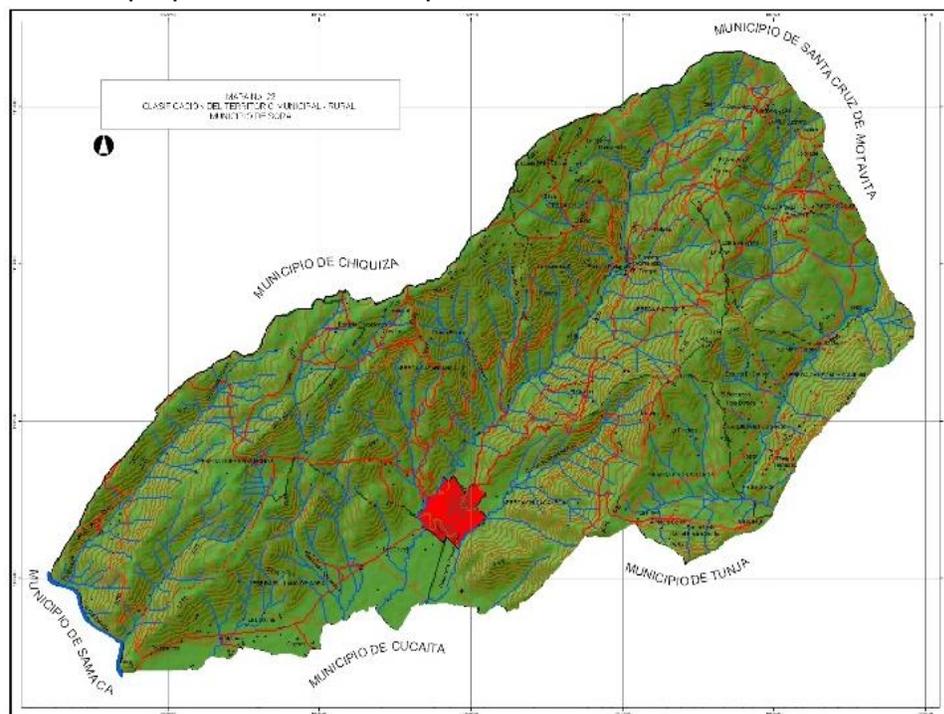
<sup>8</sup> MUNICIPIO DE CHIQUIZA, (en línea) revisado el 21 de enero de 2018, disponible en internet: <[http://www.chiquiza-boyaca.gov.co/informacion\\_general.shtml](http://www.chiquiza-boyaca.gov.co/informacion_general.shtml)>

vecinales. Ejemplos de ello son: El Valle, El Venado, La Fábrica, El Abejón, El Llanito, La Cumbre, La Cabuya, Rincón Santo, El Cerrito, El Mamonal, etc.

Las condiciones del suelo, el clima y el agua ubican a Samacá entre los principales productores agrícolas. La minería del carbón y la producción de coque son eje fundamental de su economía. Otras actividades importantes son: la ganadería, el comercio, el transporte de pasajeros y de carga, la electromecánica y la industria textil.<sup>9</sup>

**1.3.5. Municipio de sora.** El municipio de Sora está ubicado en la República de Colombia 159 Km al norte de Santafé de Bogotá D.C. en la provincia del centro en el departamento de BOYACÁ (altiplano cundiboyacense), a 19 km. De la Tunja, capital del departamento; limitando al norte con los municipios de Motavita y Chíquiza; por el sur, con Cucaita y Samacá; por el oriente, con Motavita y Tunja y por el occidente con Sáchica y Chíquiza.

Ilustración 6. Mapa político del municipio de Sora.



Fuente. Mapa político municipio de Sora. Alcaldía de Sora (2018).

<sup>9</sup> MUNICIPIO DE SAMACA, (en línea) revisado el 21 de enero de 2018, disponible en internet: <[http://www.samaca-boyaca.gov.co/informacion\\_general.shtml](http://www.samaca-boyaca.gov.co/informacion_general.shtml)>

Cuenta con un área total de 47 km<sup>2</sup>, se encuentra entre los pisos térmicos frío y páramo cuya temperatura oscila entre 10 y 14 °C y la precipitación se presenta entre 600 y 1.000 mm.

La cabecera municipal de este municipio se localiza a los 5° 33' 40" de latitud norte y a 0° 40' 00" de latitud norte con relación al meridiano de Santafé de Bogotá; y a los 73° 26' 00" longitud al oeste de Greenwich. Una altitud de 2650 m.s.n.m.

De acuerdo a la ilustración 5 el municipio posee desde una topografía quebrada a muy quebrada; la población mora al pie de las colinas Cuesta en medio, El Gavilán, El Salitre, Pita y Chone y Casablanca, que forman una especie de herradura con abertura para el sur. Hacia este punto cardinal se desprende un valle de topografía plana que se extiende hacia los valles de Samacá y Cucaita.

En cuanto a la economía, la agricultura es la base de la misma destacándose cultivos semipermanentes y permanentes como fresa, mora, curuba, manzana, pera y durazno, y en mayor cantidad los cultivos semestrales o anuales con productos como la papa, el maíz, cebada, arveja, trigo, frijol, avena y hortalizas<sup>10</sup>.

**1.3.6. Municipio de Sotaquirá.** Sotaquirá fue fundada en 1582, es un caserío prehistórico, al igual que sesenta y seis pueblos de las quince provincias del Departamento de Boyacá. Inicialmente fue una comarca de origen chibcha, el cual no tuvo diligencia de fundación y con 26 veredas como lo muestra la ilustración 6.

En el siglo XVI se configuró como un pueblo de indios o reducciones, mediante la unión de los Repartimientos de Ocosa, Tímiza y Soconsuca.

Los indígenas Sotairaes le proporcionaron gobierno, justicia. Correspondiendo al Agustino Fray Arturo Cabeza de Vaca, en 1582, ser su primer doctrinero, quien construyó una capilla, creando el poblado que a través del tiempo se convertiría en Vice-parroquia, constituyéndose en Parroquia en el año de 1777.

Paulatinamente se fue habitando por familias españolas, al principio tuvo evangelizadores, Corregidores, Comisarios, después Alcaldes Pedáneos y por último Ayuntamientos o Concejos Municipales, constituyéndose así en Municipio.

---

<sup>10</sup> MUNICIPIO DE SORA, (en línea) revisado el 21 de enero de 2018, disponible en internet: <[http://www.sora-boyaca.gov.co/informacion\\_general.shtml](http://www.sora-boyaca.gov.co/informacion_general.shtml)>

Ilustración 7. Mapa político del municipio de Sotaquirá.



Fuente. Mapa político municipio de Sotaquirá. Alcaldía de Sotaquirá (2018).

La historia del pueblo sotaquireño es la dinámica evolutiva del establecimiento y desarrollo en el tiempo y en el espacio de un pueblo indígena localizado en su territorio, en el cual floreció la cultura chibcha o muisca, representada en los indios "SOTAIRAES", quienes asimilaron la cultura española por enculturación y se mezclaron con los peninsulares, permitiendo el surgimiento del mestizaje. Considerado como un pueblo pre-histórico, inicialmente se configuró por las parcialidades o repartimientos de Ocusá, Tímiza y Soconuca. Sotaquirá perteneció al cacicazgo de Tunja o "Tchunza" sede de los zaques; conserva los usos, costumbres, ritos y agüeros de los indígenas de la provincia de Tunja.

En la actualidad la economía del municipio de Sotaquirá, se fundamenta en el sector primario, constituido por los subsectores agrícola y pecuario, en segunda instancia interviene el sector del comercio y servicios, y el agroindustrial. En el primero se destaca la agricultura como principal renglón y la explotación ganadera y de especies menores, como avicultura, piscicultura, cunicultura, porcicultura, y ganado lanar.<sup>11</sup>

**1.3.7. Municipio de Cómbita.** Provincialmente Cómbita ocupa el 8,3% del territorio, y es el quinto en número de habitantes con 11.811 pobladores en el año 2000, la

<sup>11</sup> MUNICIPIO DE SOTAQUIRÁ, (en línea) revisado el 21 de enero de 2018, disponible en internet: <[http://www.sotaquirá-boyacá.gov.co/informacion\\_general.shtml](http://www.sotaquirá-boyacá.gov.co/informacion_general.shtml)>

distancia entre la cabecera municipal de C6mbita y el Municipio de Tunja capital de la Provincia y del Departamento es de 8.5 Km por carretera pavimentada y en buen estado; su cercanía le facilita el desarrollo econ6mico y social, influenciado por el crecimiento urbano de Tunja, como se evidencia en la ilustraci6n 7.

C6mbita se ubica a 2825 m.s.n.m, y se localiza a 5°39'25r de latitud Norte y a 73°20' al Oeste de Greenwich, con una temperatura promedio de 13 °C. Limita por el norte con el municipio de Arcabuco y departamento de Santander; por el nororiente con el municipio de Sotaquir6; al oriente con los municipios de Tuta y Oicat6; por el sur con los municipios de Tunja y Motavita; por el occidente con los municipios de Arcabuco y Motavita. El Municipio a nivel regional se comunica con la capital de la provincia del Centro y de all6 con el resto del pa6s a trav6s de la llamada Transversal de Boyac6 o carretera del progreso.

Ilustraci6n 8. Mapa pol6tico del municipio de C6mbita.



Fuente: mapa pol6tico municipio de C6mbita. Alcald6a de C6mbita (2018)

En C6mbita, la actividad que m6s genera empleo en la regi6n es la agropecuaria; est6 conformada por dos ramas: La agr6cola y la Ganadera; la provincia produce especialmente productos transitorios (papa, cebada, trigo, ma6z y arveja).

En la Vereda Santa Bárbara, el clima es diferente, lo mismo la calidad de sus suelos, factores que hacen de está, junto con San Rafael y Las Mercedes, la despensa agrícola del municipio en productos de clima frío.

Los cultivos son de carácter familiar, conformados por pequeñas extensiones, su manejo obedece a procesos tradicionales. En la Vereda Santa Bárbara los principales productos son papa y frutales como curuba, durazno, ciruela y en menor proporción, arveja, haba y maíz.<sup>12</sup>

**1.3.8. Municipio de Tuta.** Tuta “Propiedad del Sol”, “Labranza Prestada”. El caserío es anterior a la conquista de los españoles, bajo las órdenes de Tutazua jefe tributario y hermano del Zaque de Hunza, Tunja, sus primeros evangelizadores fueron los padres dominicanos que arribaron al caserío en 1556. Como encomenderos llegaron a Tuta Miguel Sánchez, señalado este como uno de los soldados que participo en el incendio del templo del sol en Sogamoso y Juan de Avendaño.

Ilustración 9. Mapa político del municipio de Tuta.



Fuente. Mapa político municipio de Tuta. Alcaldía de Tuta (2018).

<sup>12</sup> MUNICIPIO DE COMBITA, (en línea) revisado el 21 de enero de 2018, disponible en internet: <[http://www.combita-boyaca.gov.co/informacion\\_general.shtml](http://www.combita-boyaca.gov.co/informacion_general.shtml)>

El arzobispo de santa fe, doctor don Agustín de Alvarado y Castillo expidió en 1776 un Decreto sobre la fundación de nuevas parroquias en donde quiera que las pidan los feligreses, esto dio pie para que los habitantes de Tuta solicitaran que el caserío fuera exaltado a la categoría de parroquia, hecho que se oficializo el 23 de marzo de 1777, cuando fue publicado el Decreto respectivo.

Su cabecera está localizada a los 05° 41' 36" de latitud norte y 73° 13' 51" de longitud oeste. La altura sobre el nivel del mar es de 2600 metros, la temperatura media es de 14 °C y la precipitación anual es de 935 mm. Dista de Tunja 26 Km. El área municipal es de 165 km<sup>2</sup> El territorio de Tuta está dividido en 8 veredas que son: Alisal, Hato, Hacienda, San Nicolás, Leonera, Agua Blanca, Resguardo y Río de Piedras.<sup>13</sup>

El Ministerio de Transporte tiene como actividad, socializar el programa PVR a la comunidad en general, incluyendo los gremios, el sector privado, el sector público, la academia y la población, así como la elaboración de guías técnicas e institucionales y la revisión del marco normativo y técnico aplicable a la inversión y gestión vial departamental, adaptándolo a las condiciones viales propias de ET. Tuta es un municipio de perfil económico agroindustrial; muy cerca de su territorio se encuentran grandes complejos fabriles como: Industrias MAGUNCIA, el Grupo Siderúrgico DIACO, TERMO PAIPA.

En cuanto a su producción agrícola se destacan los cultivos de: papa, cebada, frijol, maíz, habas, hortalizas, arveja, cebolla, frutales entre otros. El sector ganadero es fuerte y con una marcada tendencia al crecimiento. Se destacan: la cría de ganado vacuno, caballar, mular, asnar y lanar; su producción lechera es muy importante.

En cuanto al sector minero, se encuentran yacimientos de: asfalto, cal, yeso, carbón, petróleo, caolín, hierro, arena y azufre. En el Alto de Ginua se han encontrado algunas esmeraldas. La pavimentación de sus vías de acceso y el servicio regular y permanente de transporte desde las principales ciudades del Departamento, han supuesto el crecimiento y la dinamización.

---

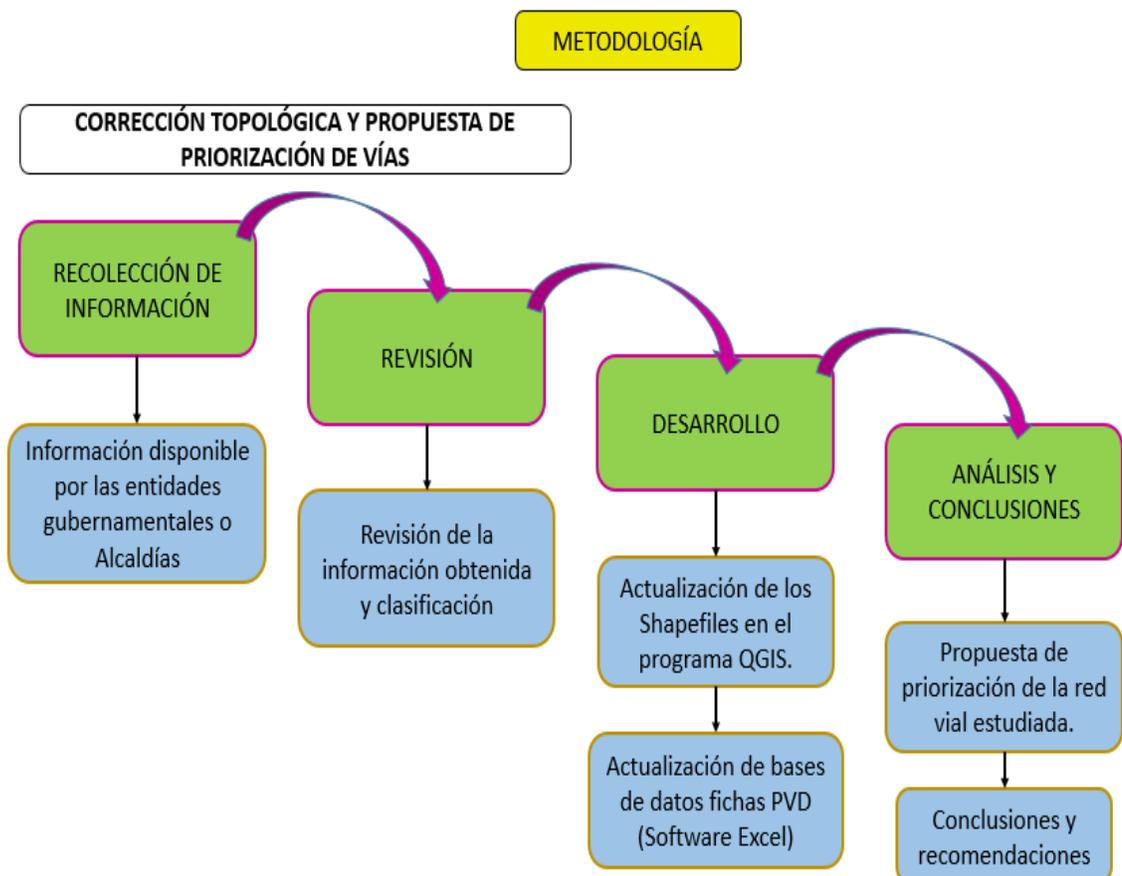
<sup>13</sup> MUNICIPIO DE TUTA, (en línea) revisado el 21 de enero de 2018, disponible en internet: <[http://www.tuta-boyaca.gov.co/informacion\\_general.shtml](http://www.tuta-boyaca.gov.co/informacion_general.shtml)>

## 2. METODOLOGÍA

Se tuvo en cuenta la normatividad y las metodologías recomendadas por el Ministerio de Transporte para el proceso de actualización del Plan Vial Departamental (PVD), y la debida corrección topológica de los municipios, por ende en este capítulo se describen los procesos que se llevaron a cabo durante el desarrollo del proyecto y que funciona como manual guía para la recolección y procesamiento de información en SIG.

A continuación, se muestra un cuadro resumen de las actividades desarrolladas en el proyecto.

Figura 1. Diseño de la metodología general



Fuente. Elaboración propia

## **2.1. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN**

Para la recolección de la información se tuvo en cuenta la información suministrada por la Gobernación de Boyacá, de tal manera que se realizó una revisión detallada de esta y se seleccionó la que sería útil para el proceso de actualización del PVD, de la misma manera para la corrección topológica de las vías.

**2.1.1. Información para la actualización de la base de datos “fichas PVD”.** La ficha PVD, es una base de datos en software Excel por la cual se agrupan 37 fichas cada una con la debida información que se debe suministrar y/o actualizar.

Para el diligenciamiento de las fichas se obtuvo información por parte de las alcaldías de cada municipio, de manera que la Gobernación de Boyacá suministró una carta para solicitar a la entidad la colaboración de adquirir la información para la actualización del Plan Vial Departamental, también se realizaron preguntas a las empresas de transporte intermunicipal en las terminales de la ciudad de Tunja, de igual manera a los transportadores de carga y también se consultaron las páginas web de las alcaldías de cada municipio, página de la Gobernación de Boyacá, página del IGAC y del INVIAS.

La información que se solicitó a las alcaldías municipales fue:

- Mapa de riesgos municipal, para identificar las vías que cruzan por las zonas de riesgo.
- Inversión realizada en infraestructura vial, fuente de financiamiento y porcentaje de inversión en el sector de infraestructura vial por parte del municipio (proyectado y en ejecución)
- Dotación de centros de salud y educación en el área rural y urbana.
- Caminos ancestrales (si los hay)
- Costos de los 5 principales productos del municipio por tonelada y costos de transporte hasta los centros de distribución, indicar distancia al centro de distribución.
- Estudios de volúmenes de tránsito en las vías del municipio (si se tienen).

De la información que se consultó vía web, página de la gobernación de Boyacá, páginas de las alcaldías municipales, página del INVIAS.

## **Documentos.**

- Plan de Desarrollo Departamental.
- Plan de Transporte e Infraestructura.
- Plan de Desarrollo Municipal.
- Plan Vial Departamental.
- Plan de Ordenamiento Territorial de los municipios.
- Plan de Movilidad Municipal.
- Antecedentes de Diagnósticos y formulaciones previas.
- Diagnóstico del Plan Maestro de Movilidad.
- Sistema de Transporte y Movilidad.
- Documento Manual del Espacio Público.

**2.1.2. Información para corrección topológica.** La Gobernación de Boyacá proporcionó diferentes shapefiles con contenido sobre el Departamento de Boyacá en general.

## **2.2. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

Este subcapítulo enmarca la metodología del desarrollo del proyecto, por lo tanto, está dividido en dos partes, la primera muestra el proceso de corrección de la topología en el software QGIS y la segunda en lo que refiere a la actualización de la información en la base de datos (fichas PVD).

**2.2.1. Corrección topológica en QGIS 2.14.20.** De acuerdo a la información suministrada por la Gobernación de Boyacá referente a los shapefiles mencionados en el numeral 2.1.2, se llevó a cabo la corrección topológica de las vías secundarias y terciarias de los municipios de proyecto.

A continuación, se hará la descripción detallada de la metodología empleada, tomando como ejemplo uno de los municipios de proyecto; cabe aclarar que la metodología fue la misma empleada para los demás municipios.

El software QGIS 2.14.20 se escogió para la realización de dicha corrección debido a su practicidad en el manejo de información, además de su licencia gratuita evita inconvenientes legales, con entidades como la Gobernación a futuro.

**2.2.1.1. Clasificación de la información.** De la información suministrada por la Gobernación de Boyacá, se realizó una clasificación de los shapefiles revisando cada uno de los archivos en el software QGIS de manera que se tomara solo la información necesaria y la más actualizada.

**Paso 1.** En la barra de herramientas de Administrar capas, se selecciona el primer ícono “añadir capa vectorial” como lo señala la ilustración 8, la cual abrirá una ventana que permitirá agregar los archivos shapefiles.

Ilustración 10. Barra de herramientas "Administrar capas"



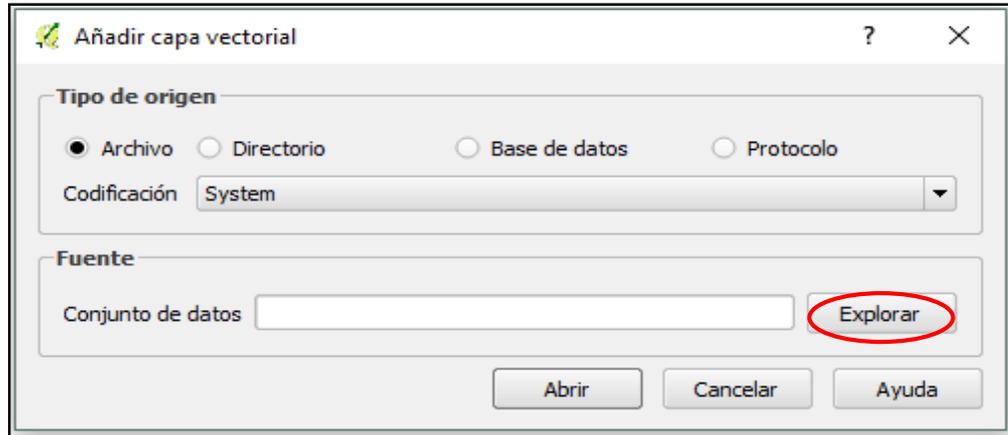
Fuente. Elaboración propia a partir del software QGIS 2.14.20.

**Paso 2.** En el botón explorar de la ventana de “capa vectorial” le permitira ir a la dirección dónde se encuentran los shapefiles, como lo muestra la ilustración 9, puede agregar varios shapefiles a la vez siempre y cuando se encuentren en la misma carpeta.

Gran parte de los shapes utilizados en esta corrección fueron suministrados por la secretaria de infraestructura del Departamento de Boyaca, recopilado de entidades como el Ministerio de Salud y Educacion, el Instituto Nacional de Vías INVIAS, el

Instituto Geografico Agustin Codazzi IGAC y por el Ministerio de Transporte, de igual manera con informacion propia de dicha secretaria.

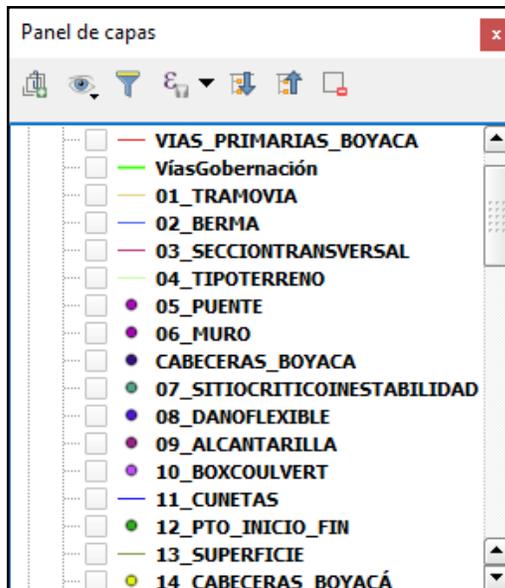
Ilustración 11. Ventana "Añadir capa vectorial"



Fuente. Elaboración propia a partir del software QGIS 2.14.20.

**Paso 3.** Los shapefiles son agregados automáticamente como capas vectoriales en la ventana de panel de capas como aparece en la ilustración 10. Se pueden agregar varios shapefiles a la vez, sin embargo ocurre que se duplican o triplican las capas en cada uno, estos pueden ser eliminados sin generar ninguna alteración en la información.

Ilustración 10. Panel de capas



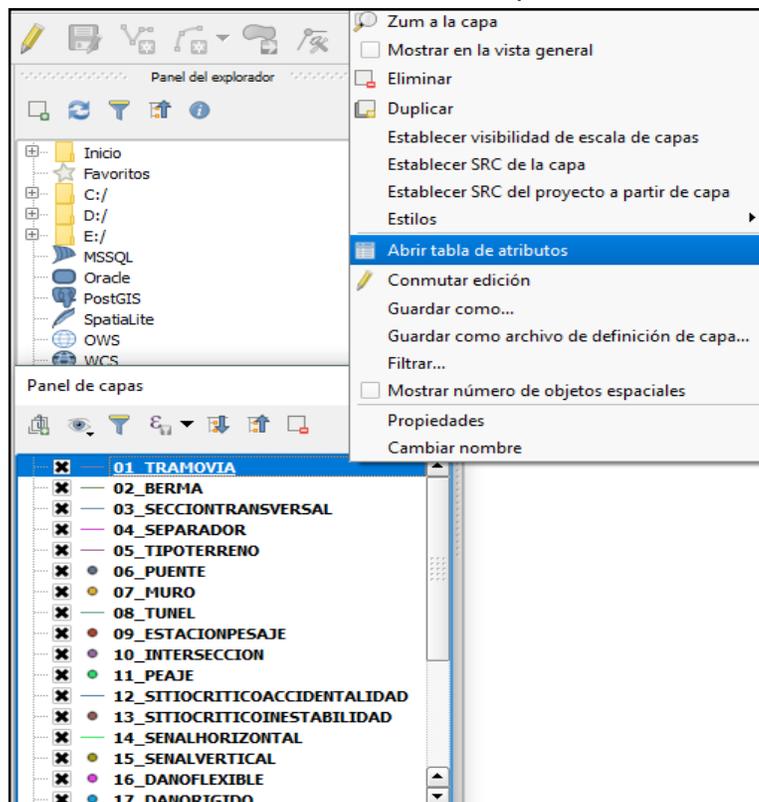
Fuente. Elaboración propia a partir del software QGIS 2.14.20.

La asignación de nombre y número corresponde a la recomendada por el Ministerio de Transporte en el documento “Metodología General para reportar la información que conforma el Sistema Integral de Información de Carreteras (SINC)” .

**Paso 4.** Una vez ingresados los shapefiles de trabajo, se toma cada uno para revisar la información que contienen, haciendo click derecho sobre la capa se encuentra la tabla de atributos, la ilustración 11 muestra de manera grafica este paso.

La tabla de atributos que muestra la tabla 1, contiene la información de la capa seleccionada, en este caso es una capa de un tramovia con información de código de la vía, fecha, nombre, categoría y municipio.

Ilustración 11. Indicación de la información de Shapefiles



Fuente. Elaboración propia a partir del software QGIS 2.14.20.

De acuerdo entonces a los pasos 1, 2 y 3, se revisó la información de cada una de las capas, tomando los shapefiles importantes y necesarios para la corrección y actualización topológica de los municipios.

Tabla 1. Tabla de atributos de un shapefile.

	CODIGOVIA	CODIGOENT	CODIGOEI	FECHA	NOMBRE	SECTOR	CORREDOR	CATEG	PRINI	DISTRINI	PRFIN	DISTRFIN	LONGITUD
74	50287	NULL	0	2009-10-08	MBITA - BOQUE...	NULL	NULL	3	0	0.00	10	332.12	10332.12 /M/
75	50288	NULL	0	2009-10-08	MBITA - LA PALMA	NULL	NULL	3	0	0.00	2	396.36	2396.36 SE
77	50291	NULL	0	2009-10-08	MBITA - UVERO	NULL	NULL	3	0	0.00	5	409.05	5409.05 /M/
60	D1576311	NULL	0	2009-10-08	ALBANIA - MONT...	NULL	NULL	3	0	0.00	21	362.78	21362.78 SE
160	D1502202	NULL	0	2009-10-08	ALMEIDA - BELEN	NULL	NULL	3	0	0.00	6	288.99	6288.99 /M/
289	568704-1	NULL	0	2009-10-08	ALMEIDA - SOM...	NULL	NULL	2	0	0.00	28	699.25	28699.25 /M/
308	648701	NULL	0	2009-10-08	ALTO DE SAGRA ...	NULL	NULL	2	0	0.00	32	515.04	32515.04 /M/
123	D1513115	NULL	0	2009-10-08	ALTO DEL AIRE - ...	NULL	NULL	3	0	0.00	8	244.43	8244.43 /M/
317	658701-1	NULL	0	2009-10-08	ALTO DEL OSO - ...	NULL	NULL	2	0	0.00	57	97.55	57097.55 /M/
32	D1564649	NULL	0	2009-10-08	ALTO SAMAC? - ...	NULL	NULL	3	0	0.00	11	283.67	11283.67 /M/
29	D1550016	NULL	0	2009-10-08	ANTIGUA VIA PA...	NULL	NULL	3	0	0.00	8	314.85	8314.85 /M/
305	628703	NULL	0	2009-10-08	ARCABUCO - NA...	NULL	NULL	2	0	0.00	20	312.54	20312.54 /M/
295	628713	NULL	0	2009-10-08	ARCABUCO LIMI...	NULL	NULL	2	0	0.00	5	692.96	5692.96 /M/
149	D1567601	NULL	0	2009-10-08	ARRAYANES - SA...	NULL	NULL	3	0	0.00	10	427.36	10427.36 /M/
148	D1563236	NULL	0	2009-10-08	BALCONES - MO...	NULL	NULL	3	0	0.00	6	405.15	6405.15 /M/
157	49942	NULL	0	2009-10-08	BARZAL-CORA	NULL	NULL	3	0	0.00	6	844.01	6844.01 /M/
208	D1508706	NULL	0	2009-10-08	BELEN - MONTER...	NULL	NULL	3	0	0.00	10	962.64	10962.64 SE
209	D1508705	NULL	0	2009-10-08	BELEN - PETITAS ...	NULL	NULL	3	0	0.00	3	695.97	3695.97 /M/
130	D1548003	NULL	0	2009-10-08	BETANIA - FAUNI...	NULL	NULL	3	0	0.00	7	843.41	7843.41 /M/
191	54904	NULL	0	2009-10-08	BOAVITA - SAN F...	NULL	NULL	3	0	0.00	26	990.12	26990.12 /M/

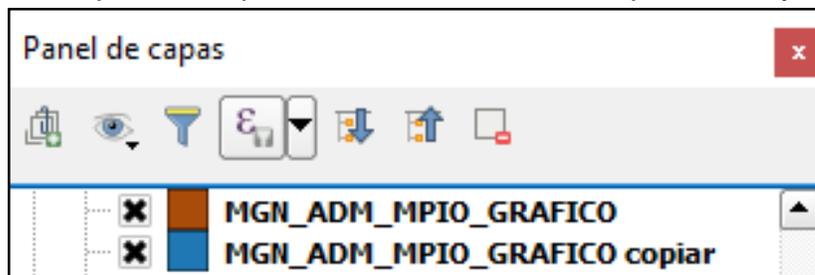
Fuente. Elaboración propia a partir del software QGIS 2.14.20.

**2.2.1.2. Cortes de los municipios.** Se realizaron los cortes correspondientes a los municipios de la provincia de centro suministrada por la Gobernación de Boyacá.

**Paso 1.** Se toman los shapefiles del mapa administrativo de municipios de manera que con click derecho y en la opción “duplicar” se genere una copia de la capa vectorial.

Se recomienda cambiar el nombre de la capa copiada de manera que no surja confusión con la capa que se está trabajando o que será eliminada más adelante.

Ilustración 12. Shapefiles Mapa Administrativo de municipios de Boyacá.



Fuente. Elaboración propia a partir del software QGIS 2.14.20.

**Paso 2.** Con el shapefile original se selecciona la tabla de atributos y se escoge el municipio de trabajo, en este caso la tabla 2 muestra el municipio de cómbita y que será el municipio guía en adelante.

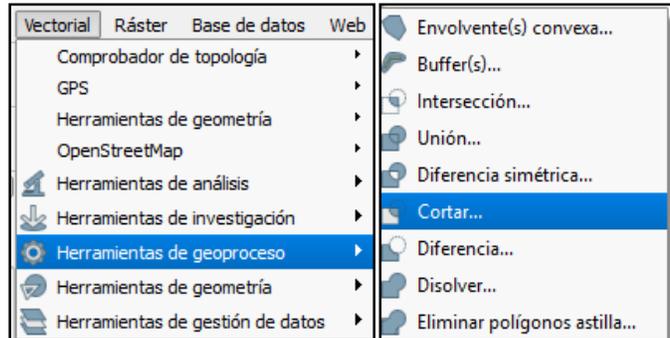
Tabla 2. Selección del municipio estudio de acuerdo a la tabla de atributos.

MGN_ADM_MPIO_GRAFICO :: Features total: 123, filtered: 123, selected: 1								
	OBJECTID	DPTO_CCDGO	MPIO_CCDGO	MPIO_CNMBR /	MPIO_CRSLC	MPIO_NANO_	MPIO_NAREA	MPIO_CSMBL
22	218	15	204	CÃ*MBITA	1777	1993	147.57931575000	4
12	208	15	131	CALDAS	1837	1993	77.47904910000	4
13	209	15	135	CAMPOHERMOSO	1823	1993	300.79064646000	4
14	210	15	162	CERINZA	1782	1993	62.51893451000	4
29	225	15	232	CHÃQUIZA	Ordenanza 19 de...	1993	115.80194250000	4

Fuente. Elaboración propia a partir del software QGIS 2.14.20.

**Paso 3.** Luego en la barra de herramientas menú se selecciona la opción “vectorial” luego “herramientas de geoprocso” y la opción “cortar”, como lo señala la ilustración 16, del cual aparecerá una ventana de corte.

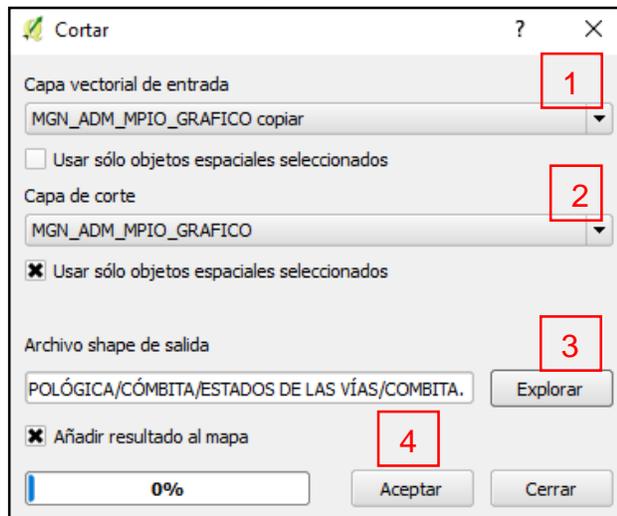
Ilustración 13. Herramienta de geoprocso "cortar"



Fuente. Elaboración propia a partir del software QGIS 2.14.20.

**Paso 4.** De acuerdo a la ilustracion 15 en la opción 1 capa vectorial de entrada se debe seleccionar la capa vectorial base sobre la cual se hará el corte, en la opción 2 se selecciona la capa a la cual se le hará el corte seleccionando la casilla de usar solo objetos espaciales seleccionados, luego en el botón de explorar se debe dar la dirección de salida, dónde se guardará el corte asignando un nombre al archivo de manera que no contengan espacios entre palabras, se pueden usar guines u otra clase de simbolos para separar palabras, finalmente se selecciona el boton aceptar.

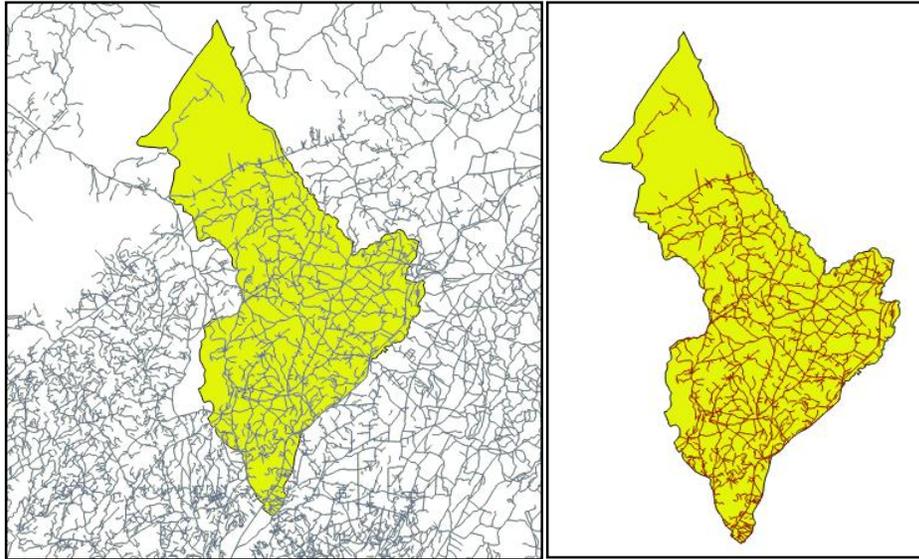
Ilustración 14. Ventana de corte de capas vectoriales



Fuente. Elaboración propia a partir del software QGIS 2.14.20.

De acuerdo a la información suministrada por la Gobernación de Boyacá se procedió a realizar el corte de los shapefiles de las vías rurales con respecto a la zona del municipio como lo muestra la siguiente ilustración.

Ilustración 15. Corte del municipio de Cómbita con las vías rurales correspondientes.



Fuente. Elaboración propia a partir del software QGIS 2.14.20.

Se realizaron cortes de cada uno de los shapefiles y de cada municipio ejecutando el mismo procedimiento anterior. Esto facilita la corrección topológica de las vías ya que se pueden observar los límites que hacen parte del municipio, igualmente facilitaría la creación de los mapas temáticos.

Los archivos de tipo geográfico expuestos por la Metodología SINC son los siguientes:

- 01\_TRAMOVIA
- 02\_BERMA
- 03\_SECCIONTRANSVERSAL
- 04\_SEPARADOR
- 05\_TIPOTERRENO
- 06\_PUENTE
- 07\_MURO
- 08\_TUNEL
- 09\_ESTACIONPESAJE
- 10\_INTERSECCION

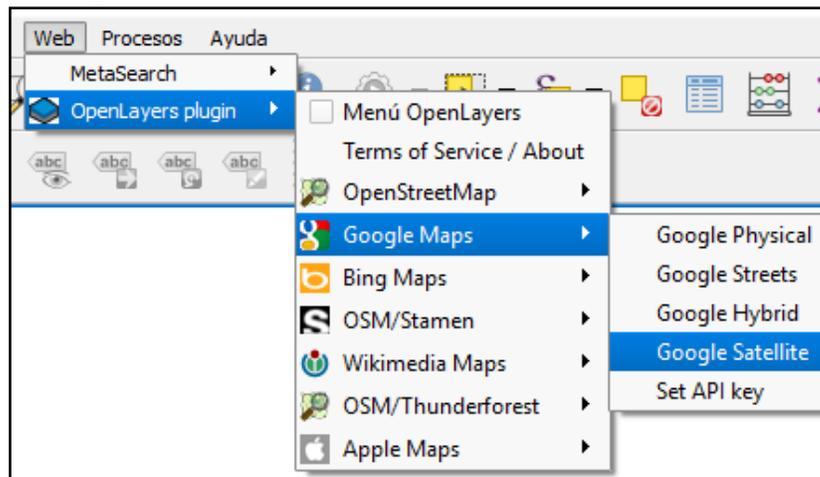
- 11\_PEAJE
- 12\_SITIOCRITICOACCIDENTALIDAD
- 13\_SITIOCRITICOESTABILIDAD
- 14\_SENALHORIZONTAL
- 15\_SENALVERTICAL
- 16\_DANOFLEXIBLE
- 17\_DANORIGIDO
- 18\_DANOAFIRMADO

**2.2.1.3. Corrección topológica de las vías.** Con ayuda de complementos de Software QGIS 2.14, se llevó a cabo el proceso de corrección de la topología de las vías.

Se deben agregar las imágenes satelitales de las zonas del proyecto en las cuales se hará la corrección topológica de las vías y demás características de tipo geográfico expuestos en la metodología SINC.

**Paso1.** En la barra de herramientas de menú se selecciona el botón Web entrando en la opción OpenLayers plugin - Google Maps - Google Satellite.

Ilustración 16. Imágenes satelitales.



Fuente. Elaboración propia a partir del software QGIS 2.14.20.

De acuerdo a la resolución 1067 de 2015 del Ministerio de Transporte, por la cual establece la Metodología General para Reportar la Información que conforma el Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras. Versión 2, Se tomaron los

lineamientos correspondientes a la clasificación, códigos, nombre, sector, corredor, longitud, etc. de acuerdo a los diferentes archivos de tipo geográfico, lo cual tienen un componente alfanumérico y un componente espacial asociado a cada registro.

Tabla 3. Componente espacial para cada uno de los archivos de tipo geográfico.

Componente Espacial:

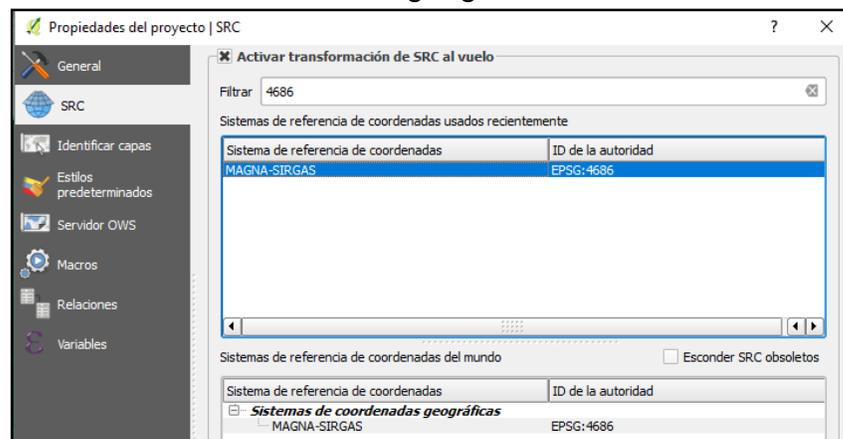
Tipo de Geometría	Sistema de Referencia Espacial	Dimensiones	Unidades
LineString	MAGNA (EPSG:4686)	3 (Longitud, Latitud, Altura)	Grados (Longitud y Latitud) Metros (Altura)

Fuente: Ministerio de Transporte. Metodología General para Reportar la Información que conforma el Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras. Versión 2. Resolución 1067 de 2015. Colombia.

Una vez se hayan cargado las imágenes satelitales se debe modificar las coordenadas en la parte inferior derecha del programa, por lo tanto se debe manejar el sistema de coordenadas geográficas MAGNA-SIRGAS con id de autoridad EPSG:4686 del cual se habló en el marco legal de este documento, en la **Resolución MAGNA - SIRGAS, resolución 068 de 2005**. Por la cual se adopta como único datum oficial de Colombia el Marco Geocéntrico Nacional de Referencia: MAGNA-SIRGAS.

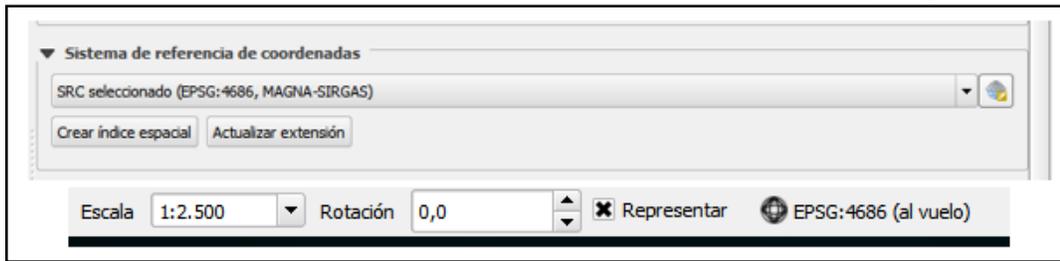
**Paso 2.** En la parte inferior derecha de QGIS damos click en EPSG de manera que aparece una ventana la cual se selecciona el sistema de coordenadas MAGNA-SIRGAS EPSG: 4686 como lo muestra la siguiente ilustración.

Ilustración 17. Sistema de coordenadas geográficas.



Fuente. Elaboración propia a partir del software QGIS 2.14.20.

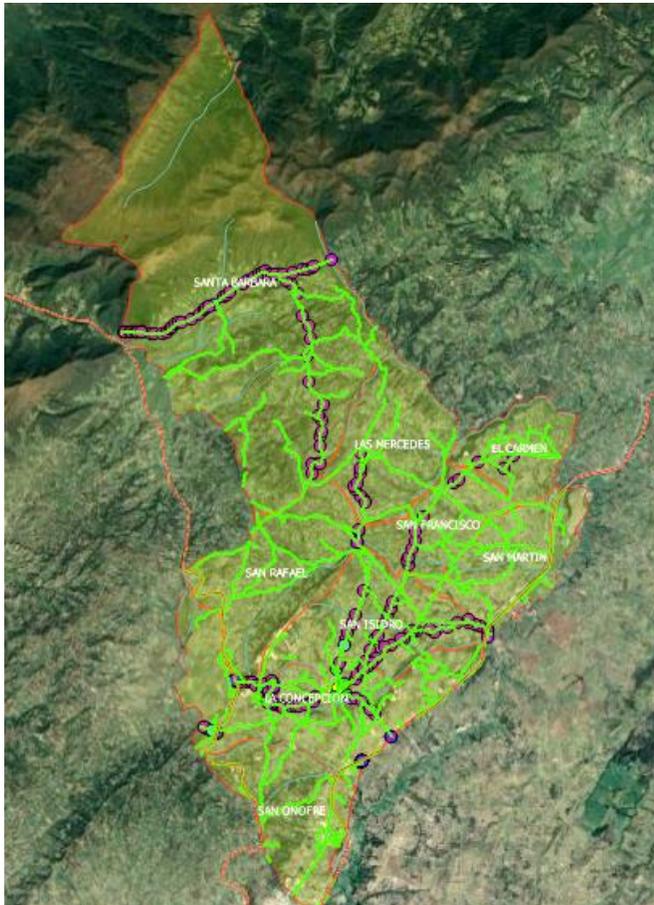
Ilustración 18. Sistema de coordenadas y escala de corrección topológica



Fuente. Elaboración propia a partir del software QGIS 2.14.20.

Las siguientes ilustraciones muestran una captura general de la zona del municipio con respecto a la imagen satelital, la otra captura se muestra a una escala de 1: 2.500, la cual se trabajó todo el proceso de corrección de la topología y que también es la escala por la que el Ministerio de Transporte determina por medio de la metodología SINC.

Ilustración 19. Municipio de Cómbita en base a imagen satelital



Fuente. Elaboración propia a partir del software QGIS 2.14.20.

Ilustración 20. Vista de vías a escala 1:2500

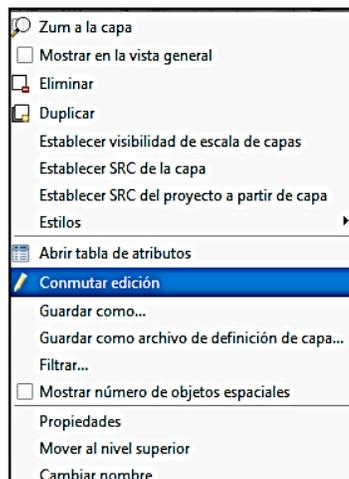


Fuente. Elaboración propia a partir del software QGIS 2.14.20.

Como se observa en la ilustración 21, las vías a cargo del departamento se encontraban con errores topológicos de manera que se cortaban sin sentido alguno o se encontraban vías que no hacían parte del departamento.

**Paso 3.** Del panel de capas, con click derecho sobre una de las capas, se selecciona la opción "conmutar edición"

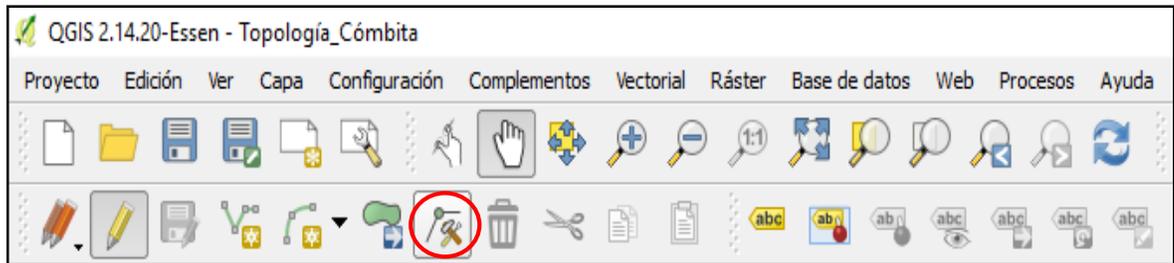
Ilustración 21. Comando "conmutar edición"



Fuente. Elaboración propia a partir del software QGIS 2.14.20.

Automáticamente se activará la barra de herramientas de digitalización por la cual se selecciona la herramienta de nodos, como lo muestra la ilustración 22.

Ilustración 22. Herramienta de nodos.



Fuente. Elaboración propia a partir del software QGIS 2.14.20.

Una vez la herramienta de nodos este activa, se procede a seleccionar una de las vías de manera que se convierta en varios nodos que permitiera su corrección.

La ilustración 23 a continuación muestra sobre una vía los nodos por los que permite, eliminar, extender y/o unir dependiendo del error de la topografía.

Ilustración 23. Edición a partir de nodos.



Fuente. Elaboración propia a partir del software QGIS 2.14.20.

**2.2.1.4. Mapas temáticos.** Para la creación de los mapas temáticos se dividieron los municipios en dos grupos, se realizaron mapas de los municipios de Cómbita, Tuta y Sotaquirá y los mismos mapas de los municipios de Samacá, Chiquiza, sora y Cucaita en conjunto.

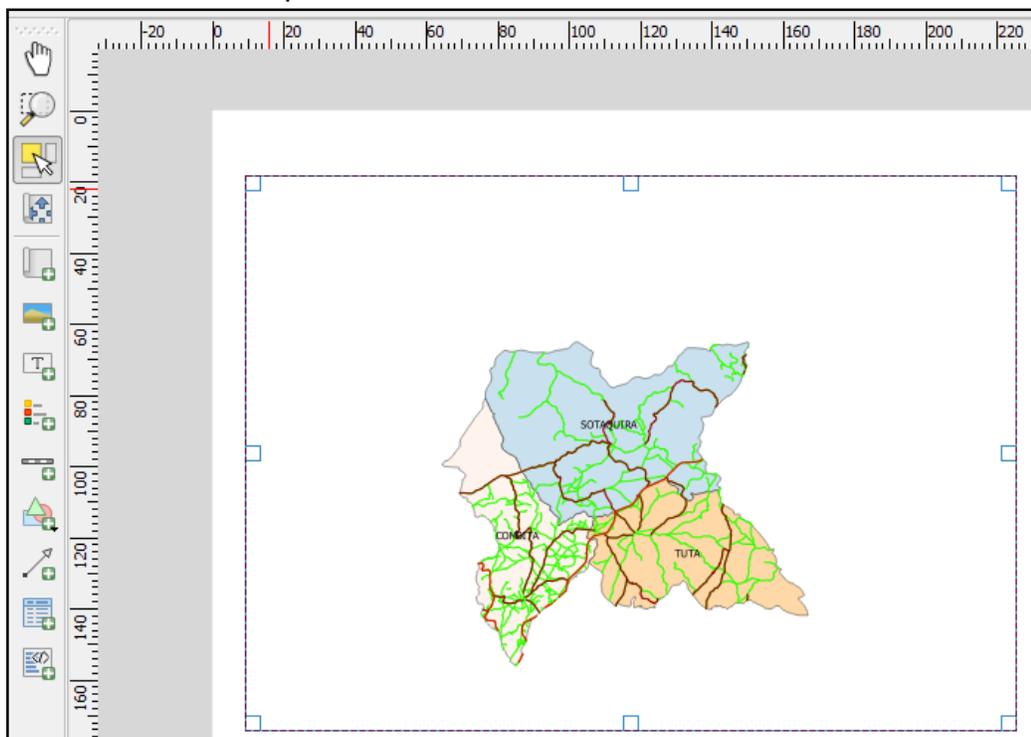
**Paso 1.** En la barra de herramientas de archivo click en “nuevo diseñador de impresión”, de manera que se abre una ventana para ingresar el título del diseñador y aceptar.

Automáticamente se abrirá una ventana con el título del diseñador que se ha asignado, la ventana permite la creación de mapas temáticos.

**Paso 2.** En la parte izquierda de la pantalla se encuentra el botón “añadir mapa nuevo” una vez seleccionado se dibuja el tamaño del cuadrante que se desee el mapa como se muestra en la figura 2.

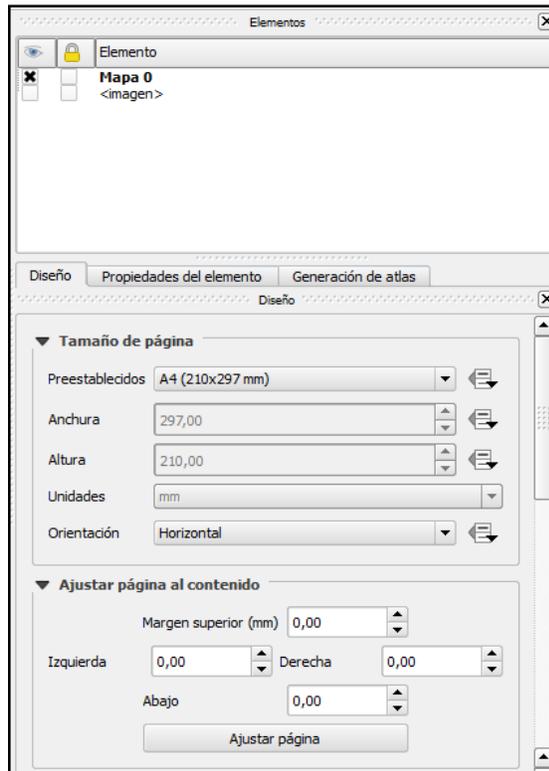
**Paso 3.** En la parte derecha de la pantalla se encuentra los elementos de creación, como diseño, propiedades del elemento y creación de atlas.

Figura 2. Tamaño de mapa



Fuente. Elaboración propia a partir del software QGIS 2.14.20.

Ilustración 24. Cuadro de elementos de creación de mapas

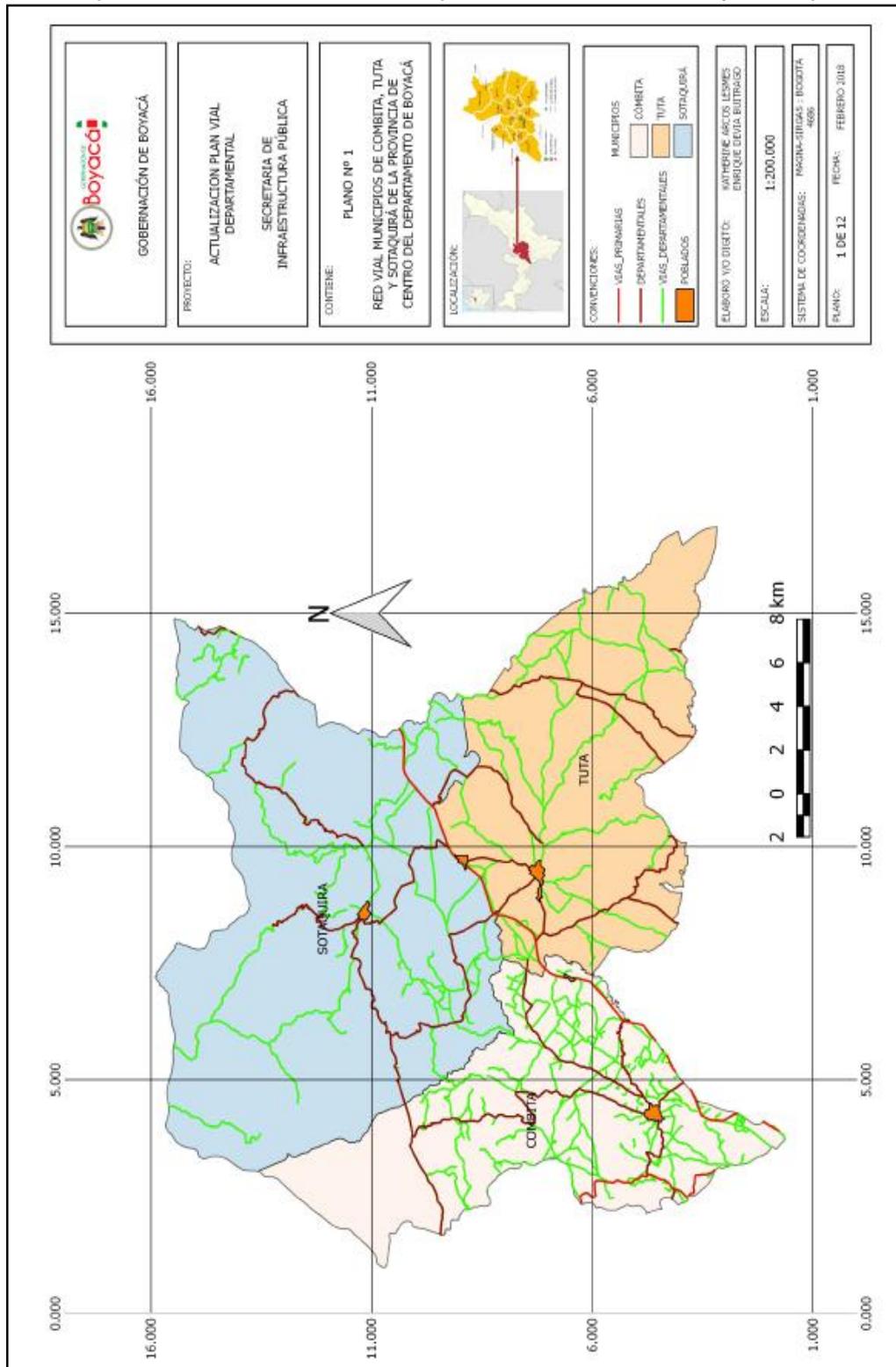


Fuente. Elaboración propia a partir del software QGIS 2.14.20.

De acuerdo a la edición y creación de elementos de mapas, en la figura 3 se muestra el mapa de las vías que conforman los municipios de Combita, Tuta y Sotaquirá

Los mapas temáticos se dividieron en dos secciones, debido a que los municipios asignados están divididos en dos Zonas agrupada. Por lo tanto los municipios de Cómbita, Tuta y Sotaquirá harán parte a la sección 1 y serán nombrados ahora en el documento de esa manera y los municipios de Samaca, Chiquiza, Cucaita y Sora serán la sección 2 que igualmente serán llamados en adelante en el documento.

Figura 3. Mapa de las vías de los municipios de Combita, Tuta y Sotaquirá.



Fuente. Elaboración propia a partir del software QGIS 2.14.20.

**2.2.2. Actualización de la base de datos “fichas PVD”.** Para la actualización de la base de datos, se llevó a cabo las instrucciones de cada una de las fichas expuestas en la base de datos. Ver anexo A.

Dentro del procesamiento de la información de la base de datos PVD se encuentran las recomendaciones generales a continuación.

1. La información indicada en el procedimiento para el diligenciamiento de la presente formulación hace referencia al archivo magnético que se encuentra formulado.
2. En las fichas que requiera más filas para el diligenciamiento de la información copie y pegue las filas sobre la línea negra de cada una de las hojas.
3. En cada una de las fichas indicar la fecha de elaboración de las mismas en la celda C9.
4. Las columnas grises presentes en cada una de las fichas, indican que son columnas que contienen formulas, por lo tanto no se debe borrar la información que esta contengan, adicionalmente cuando se inserten filas adicionales es necesario copiar la formulas en las nuevas filas.
5. En las columnas que se deba normalizar la información, se debe identificar el valor más alto de la columna y dividir cada uno de los datos por el valor identificado.
6. La información solicitada en el presente documento puede ser susceptible de modificaciones previa concertación con el delegado del Ministerio de Transporte, de requerirse es necesario que quede plenamente justificado en el documento de soporte que acompaña el Plan Vial.
7. La puntuación que tiene un tramo de vía puede variar de 0 a 17, antes de ser afectada por los factores de reajuste.<sup>14</sup>

La tabla 4, hace una recopilación de los títulos y de las entidades responsables en reportar información.

---

<sup>14</sup> MINISTERIO DE TRANSPORTE. Formulación Plan Vial Departamental. Base de datos PVD, Microsoft Excel, ficha 1. Disponible en. Corrección Topológica Y Priorización De Vías De La Provincia Centro Del Departamento De Boyacá. Anexo C. 2018.

Tabla 4. Títulos y responsables de la formulación del Plan Vial Departamental.

<b>No. FICHA</b>	<b>TITULO</b>	<b>RESPONSABLES</b>
FICHA No. 1	RED VIAL EN EL DEPARTAMENTO	SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA
FICHA No. 2	RED VIAL DEPARTAMENTAL	SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA
FICHA No. 3	CONECTIVIDAD VIAL DE LA RED SECUNDARIA	SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA
FICHA No. 4	CARACTERÍSTICAS DE LOS AEROPUERTOS	SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA
FICHA No. 5	CARACTERÍSTICAS DE LA RED FERROVIARIA DEL DEPARTAMENTO	SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA
FICHA No. 6	DIAGNÓSTICO RED FLUVIAL Y EMBARCADEROS	SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA
FICHA No. 7	DIAGNÓSTICO MARÍTIMO Y CABOTAJE	SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA
FICHA No. 8	CARACTERÍSTICAS DE LOS CABLES AÉREOS	SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA
FICHA No. 9	VOLÚMENES DE CARGA Y PASAJEROS MOVILIZADOS EN LA RED DEPARTAMENTAL Y POR MODO DE TRANSPORTE EN EL AÑO	SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA
FICHA No. 10	PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL PROGRAMADOS Ó EN EJECUCIÓN EN EL DEPARTAMENTO	OFICINA DE PLANEACIÓN, SECRETARIA DE DESARROLLO, SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA
FICHA No. 11	TRÁFICO DE BUSES Y CARGA NOMINAL Y PASAJEROS QUE CIRCULA POR EL TRAMO DE VÍA	SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA
FICHA No. 12	RELACIÓN COSTO DEL VIAJE Y PRECIO DE LOS PRODUCTOS QUE CIRCULAN POR CADA VÍA	TRANSPORTADORES / SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA
FICHA No. 13	DIVISIÓN POLÍTICA DEL DEPARTAMENTO (MUNICIPIOS)	SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA
FICHA No. 14	ZONAS DE RIESGO A NIVEL MUNICIPAL	DIRECCIÓN DE ATENCIÓN Y PREVENCIÓN DE EMERGENCIAS
FICHA No. 15	VÍAS EN ZONAS DE RIESGO	DIRECCIÓN DE ATENCIÓN Y PREVENCIÓN DE EMERGENCIAS
FICHA No. 16	ÁREAS PROTEGIDAS DEL DEPARTAMENTO	SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE
FICHA No. 17	VÍAS EN ZONAS PROTEGIDAS	OFICINA DE PLANEACIÓN, SECRETARÍA DE DESARROLLO, SECRETARÍA DE AGRICULTURA, SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA
FICHA No. 18	CRECIMIENTO INTERCENSAL DE LA POBLACIÓN A NIVEL DEPARTAMENTAL	SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA
FICHA No. 19	FUNCIONES Y ROL DE LOS CENTROS URBANOS JERARQUIZADOS DEL DEPARTAMENTO	OFICINA DE PLANEACIÓN, SECRETARÍA DE DESARROLLO, SECRETARÍA DE AGRICULTURA, SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA

Tabla 4. (Continuación)

FICHA No. 20	ZONAS TURÍSTICAS	SECRETARÍA DE TURISMO, OFICINA DE PLANEACIÓN, SECRETARÍA DE DESARROLLO
FICHA No. 21	VÍAS QUE CONECTAN LAS ZONAS TURÍSTICAS	SECRETARÍA DE TURISMO, OFICINA DE PLANEACIÓN, SECRETARÍA DE DESARROLLO
FICHA No. 22	ÁREAS DE ESPECIALIZACIÓN PRODUCTIVA Y DIFERENCIADAS POR SU NIVEL DE DINAMISMO	OFICINA DE PLANEACIÓN, SECRETARÍA DE DESARROLLO, SECRETARÍA DE AGRICULTURA, SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, CAR, SECRETARÍA DE MINAS
FICHA No. 23	CALIFICACIÓN ÁREAS DE DESARROLLO	SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA
FICHA No. 24	INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA, DISCRIMINANDO LAS INVERSIONES EN EL SECTOR VIAL Y FUENTES DE FINANCIAMIENTO / PARTICIPACIÓN DEL SECTOR VIAL(En miles de \$)	SECRETARIA DE HACIENDA
FICHA No. 25	INVERSIÓN VIAL PROYECTADA POR FUENTE DE FINANCIAMIENTO DE LOS PRÓXIMOS 10 AÑOS MANTENIENDO POLÍTICAS ACTUALES (En miles de \$)	OFICINA DE PLANEACIÓN, SECRETARÍA DE HACIENDA
FICHA No. 26	ÁREAS DE DESARROLLO EJES VIALES DEL DEPARTAMENTO	OFICINA DE PLANEACIÓN, SECRETARÍA DE DESARROLLO, SECRETARÍA DE AGRICULTURA, SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, CAR, SECRETARÍA DE MINAS
FICHA No. 27	VÍAS DEPARTAMENTALES ESTRATÉGICAS	SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA
FICHA No. 28	DOTACIONES DE INFRAESTRUCTURA	SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA
FICHA No. 29	PRIORIZACIÓN DE TRAMOS Y FACTORES DE AJUSTE	SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA
FICHA No. 30	PLAN CARRETERO - RECURSOS DISPONIBLES	SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA
FICHA No. 31	PLAN CARRETERO - RECURSOS NECESARIOS PARA MANTENER LA RED EN BUENAS CONDICIONES	SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA
FICHA No. 32	PLAN FLUVIAL	SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA
FICHA No. 33	PLAN AEROPORTUARIO	SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA
FICHA No. 34	CAMINOS ANCESTRALES	SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA
FICHA No. 35A	SEGUIMIENTO PLAN VIAL DEPARTAMENTAL	SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA MINISTERIO DE TRANSPORTE
FICHA No. 35B	GRAFICAS DEL SEGUIMIENTO DEL PLA VIAL DEPARTAMENTAL	SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA MINISTERIO DE TRANSPORTE
FICHA No. 36A	SEGUIMIENTO PLAN FLUVIAL	SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA MINISTERIO DE TRANSPORTE
FICHA No. 36B	GRAFICAS DEL SEGUIMIENTO DEL PLA FLUVIAL	SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA MINISTERIO DE TRANSPORTE
FICHA No. 37A	SEGUIMIENTO PLAN AEROPORTUARIO	SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA MINISTERIO DE TRANSPORTE
FICHA No. 37B	GRAFICAS DEL SEGUIMIENTO DEL PLA AEROPORTUARIO	SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA MINISTERIO DE TRANSPORTE

Fuente. Elaboración propia a partir de información de la base de datos PVD. Ficha 1.

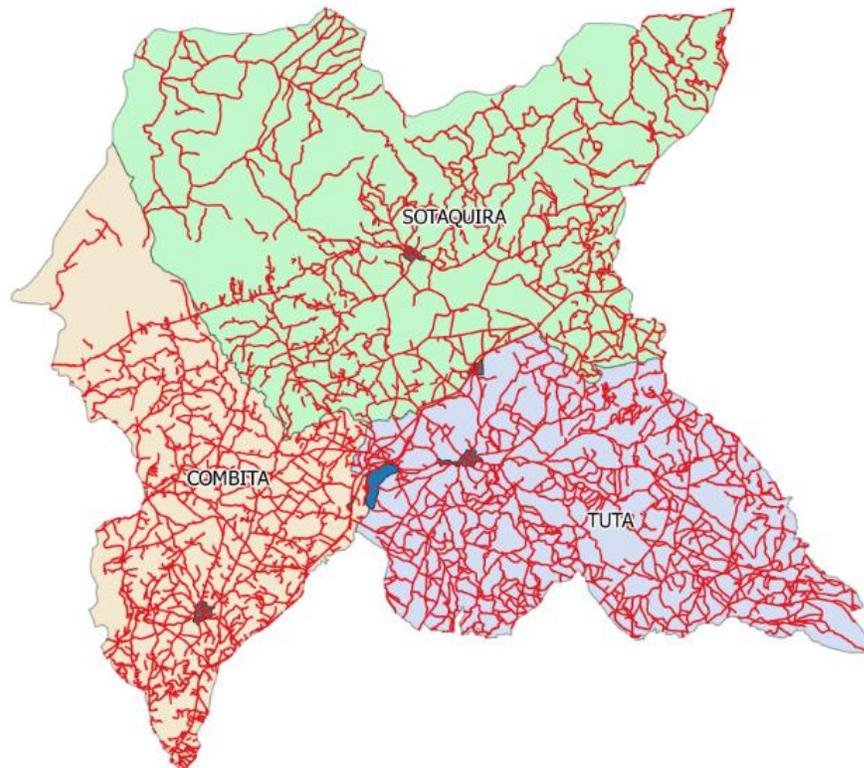
### 3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Dentro de los análisis de resultados se encuentran clasificados en dos subcapítulos de acuerdo al objetivo principal de este proyecto basado en la corrección topológica de las vías de los municipios y de un segundo subcapítulo referente a la priorización de vías.

#### 3.1. CORRECCIÓN TOPOLÓGICA

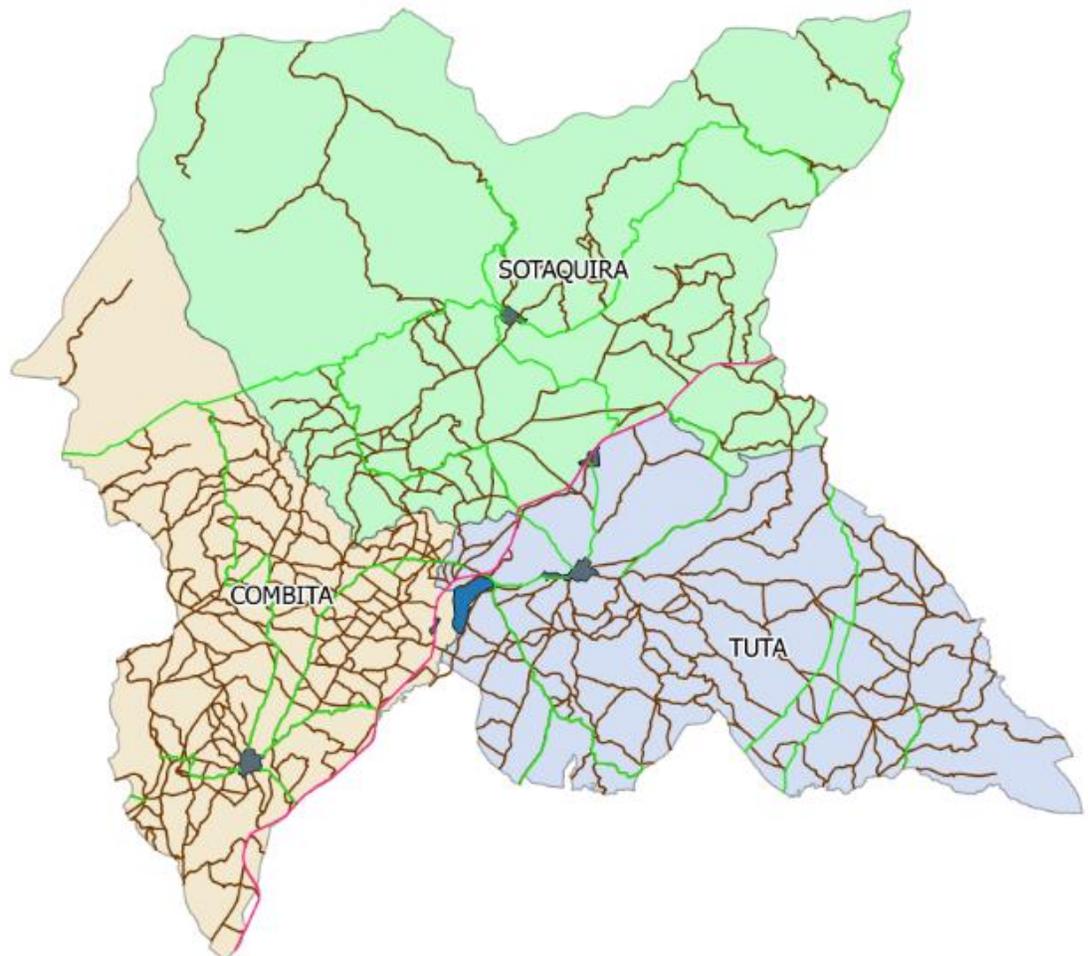
A continuación se muestra en la ilustración 25 el mapa topológico sin corregir de los municipios de Cómbita, Tuta y Sotaquirá, dónde registraba senderos y tramos cortos de vía hacia las viviendas que no son tenidos en cuenta por parte de la Gobernación de Boyacá ya que son vías privadas por lo tanto serían eliminadas. La ilustración 26 muestra la corrección topológica de los municipios mencionados.

Ilustración 25. Mapa topológico sin corregir de los municipios de Cómbita Tuta y Sotaquirá.



Fuente. Elaboración propia a partir del software QGIS 2.14.20.

Ilustración 26. Mapa topológico corregido de los municipios de Cómbita, Tuta y Sotaquirá.

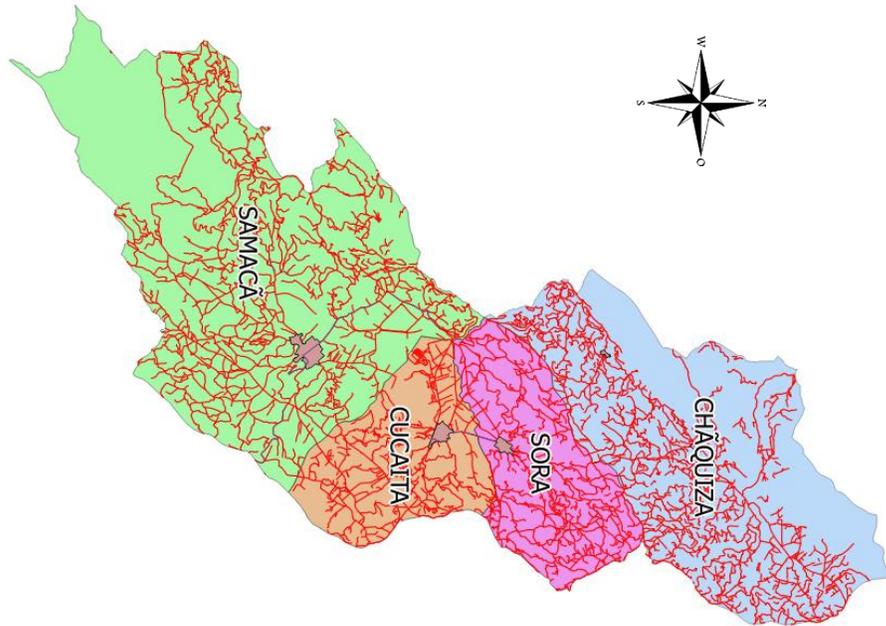


Fuente. Elaboración propia a partir del software QGIS 2.14.20.

Al igual que en las ilustraciones anteriores, a continuación se muestra en la ilustración 27 el mapa topológico sin corregir de los municipios de Chíquiza, Sora, Cucaita y Samacá dónde registraba senderos y tramos cortos de vía hacia las viviendas que no son tenidos en cuenta por parte de la Gobernación de Boyacá ya que son vías privadas por lo tanto serían eliminadas. La ilustración 28 muestra la corrección topológica de los municipios mencionados.

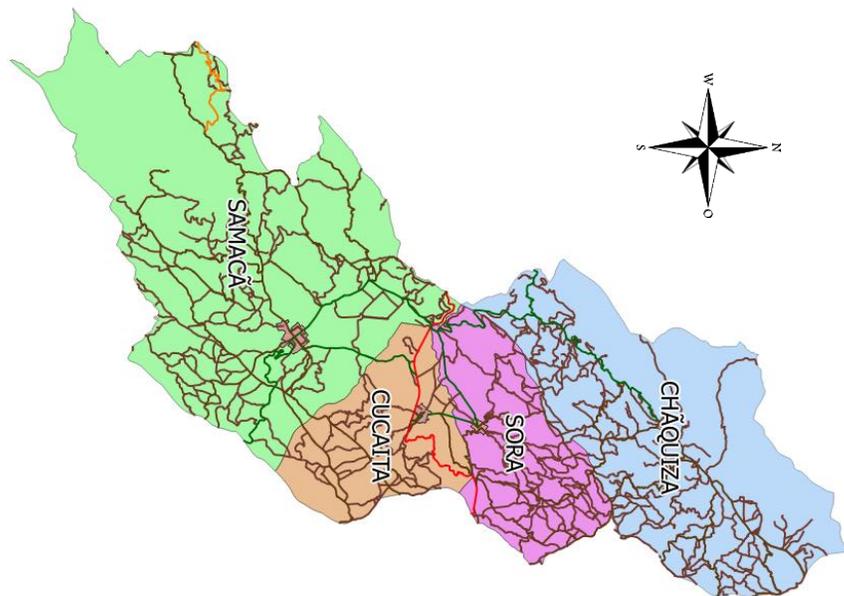
Al igual se puede evidenciar la aplicación de estilos de acuerdo con la metodología propuesta por el Ministerio de Transporte en el cual las vías primarias deberían estar de color rojo, las secundarias de color verde, las terciarias a cargo del departamento de color marrón y las terciarias a cargo del Instituto Nacional de Vías INVIAS de color naranja.

Ilustración 27. Mapa topológico sin corregir de los municipios de Chíquiza, Sora, Cucaita y Samacá.



Fuente. Elaboración propia a partir del software QGIS 2.14.20.

Ilustración 28. Mapa topológico sin corregir de los municipios de Chíquiza, Sora, Cucaita y Samacá.



Fuente. Elaboración propia a partir del software QGIS 2.14.20.

### 3.2. PRIORIZACIÓN DE VÍAS

Establecer las vías de mayor importancia en una determinada zona permite optimizar el mantenimiento de toda la red vial y así fortalecer e impulsar la economía de la zona.

Es por esto que basándose en el método de priorización propuesto en la metodología para el desarrollo de planes viales departamentales que el Ministerio de Transporte de la República de Colombia estableció en el 2012, se desarrolló una priorización de las vías, señaladas en este proyecto.

En primer lugar, la hoja de cálculo establecida por el ministerio de transporte determina una serie de datos iniciales necesarios, referentes a las características del tramo; los datos solicitados aquí son: códigos, zonas que conecta y tramos que conforman cada una de las vías.

Tabla 5. Datos iniciales priorización vial

PRIORIDAD	CÓDIGO	TRAMO	MUNICIPIO	
			DESDE	HASTA
1	55BY 04	CRUCERUTA 55 (FUENTE DE BOYACA) - SAMACA - EL INF	TUNJA	SAMACÁ
9	55BY 05	CRUCERUTA 55 (MORTIÑAL) - COMBITA	CÓMBITA	CÓMBITA
2	55BY 06	CRUCERUTA 55 TUTA (RAMAL)	TUTA	TUTA
11	55BY 07	CRUCERUTA 55 SOTAQUIRA (RAMAL)	SOTAQUIRÁ	SOTAQUIRÁ
15	55BY 14	CRUCERUTA 5502 (EL KIOSCO) - OICATA - CHIVATA	CÓMBITA	CHIVATÁ

Fuente. Elaboración propia a partir de información de la base de datos PVD.

De igual manera como parte de dicha metodología se asigna un puntaje a las diferentes características que puede tener la vía.

El ministerio dividió y asignó un puntaje a los tramos de acuerdo con características propias de la vía, la economía, o la región, estos se dividieron de la siguiente manera:

**3.2.1. Indicadores técnicos.** Los indicadores técnicos establecen un puntaje a las características de la vía propiamente como el hecho de la conectividad con otras vías, así mismo el número de pasajeros transportados, la transitabilidad entendida como el número de días que puede ser transitable el corredor, y el crecimiento proyectado.

Tabla 6. Indicadores técnicos

INDICADORES TÉCNICOS				
CONECTIVIDAD CON MUNICIPIO	PASAJEROS TRANSPORTADOS	TRANSITABILIDAD	TRÁFICO PROYECTADO	TOTAL INDICADORES TÉCNICOS
1,00	0,54	1,00	0,44	2,98
1,00	0,81	1,00	0,02	2,83
1,00	-	1,00	1,00	3,00
1,00	0,14	1,00	0,05	2,19
1,00	-	1,00	0,03	2,03

Fuente. Elaboración propia a partir de información de la base de datos PVD.

De esta manera se asignaron valores de acuerdo con la conectividad de cada tramo es decir la cantidad y tipo de vías que eran adyacentes al tramo estudiado, así mismo si contaba con rutas de transporte público, el número de pasajeros que circulaban por esta, de acuerdo a los días que el tramo estaba disponible al año se indicaba la transitabilidad y el tráfico proyectado según el tipo de vía.

**3.2.2. Conectividad intermodal.** Las vías y sus conexiones con la red vial son fundamentales en la priorización ya que determinan la importancia que puede tener dicha vía en el entorno, así mismo si cuenta con facilidades de conexión con otros modos de transporte como la cercanía de aeropuertos o puertos marítimos o fluviales, que permitan alternativas de transporte.

Tabla 7. Conectividad intermodal

CONECTIVIDAD INTERMODAL						
AÉREA	CARRETERA	FLUVIAL	MARÍTIMO Y CABOTAJE	FÉRREA	CABLES	TOTAL CONECTIVIDAD INTERMODAL
-	0,18	-	-	-	-	0,18
-	0,48	-	-	-	-	0,48
-	0,27	-	-	-	-	0,27
-	0,14	-	-	-	-	0,14
-	0,15	-	-	-	-	0,15

Fuente. Elaboración propia a partir de información de la base de datos PVD.

En el caso de las vías estudiadas no se contaba con alternativas en modos de transporte así que solo se calificó las conexiones terrestres que tenían las vías asignando un valor de acuerdo el número y validez de conexiones.

**3.2.3. Indicadores económicos.** Características de las zonas que logra conectar una vía también determinan el ambiente económico que naturalmente dará a la vía un nivel de importancia más o menos alta, características como el nivel de carga, el número de municipios que une, la presencia de centros turísticos o estar ubicado en un área de desarrollo importante, hace que la vía tenga más relevancia en la región.

Tabla 8. Indicadores económicos

INDICADORES ECONÓMICOS						
CARGA	CALIFICACIÓN ÁREA DESARROLLO NORMALIZADO	CALIFICACIÓN ÁREA DESARROLLO	MUNICIPIO INICIAL	MUNICIPIO FINAL	ARTICULACIÓN CON CENTROS TURÍSTICOS	TOTAL INDICADORES ECONÓMICOS
1,00	1	1,83	2,30	1,37	1,00	3,00
0,03	0,59	1,07	1,07	1,07	0,60	1,21
0,34	0,56	1,03	1,03	1,03	0,60	1,50
0,06	0,22	0,40	0,40	0,40	0,60	0,88
0,03	0,64	1,18	1,07	1,29	0,60	1,27

Fuente. Elaboración propia a partir de información de la base de datos PVD.

**3.2.4. Indicadores sociales.** Por último, se evalúan las características sociales de la región como la ubicación de centros educativos o de salud así mismo la conexión de municipios e índices de pobreza de la región que conecta

Tabla 9. Indicadores sociales

INDICADORES SOCIALES						
ÍNDICE DE POBREZA MULTIDIMENSIONAL NORMALIZADO	ÍNDICE DE POBREZA MULTIDIMENSIONAL	MUNICIPIO INICIAL	MUNICIPIO FINAL	POBLACIÓN BENEFICIADA NORMALIZADA	DOTACIÓN	TOTAL INDICADORES SOCIALES
0,884525	0,82	0,84	0,79	1,00	0,82	2,70
0,81	0,75	0,75	0,75	0,15	0,09	1,05
0,88	0,81	0,81	0,81	0,10	0,09	1,08
0,87	0,81	0,81	0,81	0,10	1,00	1,97
0,90	0,84	0,75	0,92	0,10	-	1,01

Fuente. Elaboración propia a partir de información de la base de datos PVD.

El hecho de que el corredor estudiado este ubicado dentro de un eje vial o lo conecte difiere en la calificación, en el caso estudiado la gran mayoría conecta al eje vial.

Tabla 10. Posición en el eje

POSICIÓN EN EL EJE ESTRATÉGICO	HACE PARTE DEL EJE		CONECTA CON EL EJE		PUNTAJE TOTAL
0,80	-	0	21,42	0,8	9,48
0,80	-	0	4,64	0,8	5,90
0,80	-	0	2,96	0,8	6,38
0,80	-	0	7,66	0,8	5,84
0,80	-	0	8,80	0,8	5,11

Fuente. Elaboración propia a partir de información de la base de datos PVD.

Por último, se ajustan los valores obtenidos de acuerdo con conectividad con vías 4G, conexión con el plan maestro de transporte o castigado si atraviesa zonas protegidas o fallas geológicas.

Tabla 11. Factores de ajuste y prioridad obtenida

FACTORES DE AJUSTE						PERTENECE A MUNICIPIO DE POST CONFLICTO	PUNTAJE FINAL	PRIORIDAD
AJUSTES POR IMPACTO			CONECTIVIDAD (Este tipo de factores premian la calificación)					
ATRAVIESA ÁREAS EN ZONAS PROTEGIDAS	LA VÍA SE ENCUENTRA EN ZONA DE RIESGO GEOLÓGICO	AJUSTE POR IMPACTO	CONECTA CONCESIÓN 4G	CONECTA CON PROYECTO DE PLAN MAESTRO DE TRANSPORTE	TIENE CONEXIÓN INTERDEPARTAMENTAL O REGIONAL	AJUSTE POR CONECTIVIDAD		
NO	NO	1,00				1,00	9,48	1
NO	NO	1,00				1,00	5,90	9
NO	NO	1,00				1,00	6,38	2
NO	NO	1,00				1,00	5,84	11
NO	NO	1,00				1,00	5,11	15

Fuente. Elaboración propia a partir de información de la base de datos PVD.

Se realizó la priorización de vías obteniendo resultados como los siguientes:

Los ejes viales permitieron la identificación de los corredores económicos y sociales a nivel regional dando un indicador y una prioridad al eje con ayuda de la corrección topológica para dicha identificación.

Se encuentran dos ejes viales por los que hace parte la provincia de centro, el eje vial Tunja - Chiquinquirá y el eje Tunja - Sogamoso y que siendo el eje más importante dentro de la zona se identificaron los siguientes tramos con tal nivel de prioridad.

De la tabla 12 se obtuvo la red vial departamental que conecta con el eje Tunja - Chiquinquirá, los tramos en su mayoría son parte de cruces, como el cruce ruta 60, Cucaita-Sora-Llano y dos tramos del mismo cruce de la ruta 6008 con longitud de 14,12 km y 6,54 km respectivamente.

Tabla 12. Conectividad departamental en el eje Tunja - Chiquinquirá

<b>RED VIAL DEPARTAMENTAL QUE SE CONECTA AL EJE</b>			
<b>CÓDIGO</b>	<b>TRAMO</b>	<b>LONGITUD (km)</b>	<b>LONGITUD TOTAL (km)</b>
60BY04	CRUCE RUTA 60 -	0,54	21,74
60BY11-1	CUCAITA - SORA - LLANO	7,08	21,20
60BY12	CRUCE RUTA 6008 -	7,59	14,12
60BY13	CRUCE RUTA 6008 -	6,54	6,54

Fuente. Elaboración propia a partir de información de la base de datos PVD.

En la siguiente tabla se encuentra la conectividad municipal del eje Tunja - Chiquinquirá el cual cuenta con 6 tramos conectados a este eje.

Tabla 13. Conectividad red vial municipal en el eje Tunja - Chiquinquirá

RED VIAL MUNICIPAL QUE SE CONECTA AL EJE			
CÓDIGO	TRAMO	LONGITUD (km)	LONGITUD TOTAL (km)
1089	BARRIAL - SAN ANTONIO	28	68
1090	CHIQUIZA CENTRO -	7	43
1091	LAS RAICES - VEREDA	6	43
1890	DESAGUADERO -	4	39
1891	DESAGUADERO - LAS TAPIAS - LAS CRUCES	7	36
1892	DESAGUADERO - SORA	4	31
1893	EL 15 - LA ROSITA - LOMA DE ARENA - LAS CRUCES	6	35
1705	VIA TRONCAL DEL PARAMO	6	34

Fuente. Elaboración propia a partir de información de la base de datos PVD.

De los tramos se identificaron el nivel de prioridad de acuerdo a parámetros de conexión con los diferentes aspectos como económicos, redes férreas, redes fluviales, redes con otras vías, aeropuertos y con las longitudes de dichos tramos.

Tabla 14. Priorización del eje según importancia

CONECTIVIDAD		INDICADOR DEL EJE	PRIORIZACIÓN DEL EJE SEGÚN IMPORTANCIA
CALIFICACIÓN DE CONECTIVIDAD DEL EJE (COLUMNA K/COLUMNA B)	NORMALIZACIÓN DE CALIFICACIÓN DE CONECTIVIDAD		
1,22	0,35	0,35	13
0,87839726	0,25	0,25	11
0,79	0,23	0,23	10
0,62	0,18	0,18	8
0,49	0,14	0,14	6
0,42	0,12	0,12	3
0,48	0,14	0,14	5
		0,14	4

Fuente. Elaboración propia a partir de información de la base de datos PVD.

Tabla 15. Conectividad departamental con el eje Tunja - Sogamoso

RED VIAL DEPARTAMENTAL QUE SE CONECTA AL EJE			
CÓDIGO	TRAMO	LONGITUD (km)	LONGITUD TOTAL (km)
55BY04	CRUCE RUTA 55 (PUENTE DE	21,42	45,48
55BY05	CRUCE RUTA 55	4,64	25,87
55BY06	CRUCE RUTA 55 TUTA	2,96	32,94
55BY07	CRUCE RUTA 55	7,66	32,76
55BY14	CRUCE RUTA 5502 (EL	8,80	28,67
55BY15	CRUCE RUTA 5502 ( LA BOMBA) -COMBITA	1,81	19,87
55BY16	CRUCE RUTA 5502 -	11,71	18,05
55BY17	CRUCE RUTA 5502 (RIO	2,78	6,35
55BY18	CRUCE RUTA 55	3,57	3,57

Fuente. Elaboración propia a partir de información de la base de datos PVD.

Tabla 16. Conectividad red vial municipal eje Tunja - Sogamoso

RED VIAL MUNICIPAL QUE SE CONECTA AL EJE			
CÓDIGO	TRAMO	LONGITUD (km)	LONGITUD TOTAL (km)
2017	RAMAL DE SOTAQUIRÁ -	3	120
2018	RAMAL DE SOTAQUIRÁ -	7	117
2019	RAMAL DE SOTAQUIRÁ -	2	109
2020	RAMAL DE SOTAQUIRÁ -	1	108
2021	RAMAL DE SOTAQUIRÁ -	2	107
2022	RAMAL DE SOTAQUIRÁ - SOTAQUIRÁ	9	105
2023	RAMAL DE SOTAQUIRÁ -	5	96
2024	RAMAL DE SOTAQUIRÁ -	1	92
1147	VIA CEMENTERIO - LAS	7	91
1148	VIA CENTRO - EL ALTO	18	84
1149	VIA LA FABRICA - EL	12	66
1150	VIA TIENDA NUEVA -	20	54
1996	200 M DE ESQUINA OCCIDENTAL PARQUE SOTAQUIRÁ - LA CUCHILLA	9	34
1997	3,8 KM DE LA ENTRADA	7	25
1998	4,5 KM DE LA ENTRADA	8	19
1999	7,7 KM DEL PARQUE DE	11	11

Fuente. Elaboración propia a partir de información de la base de datos PVD.

El eje Tunja -Sogamoso cuenta con 9 cruces de vias departamentales y 16 tramos de vias municipales es evidente la importancia de estas vias debido a la facilidad de conexión con la via principal.

De los tramos que conectan con el eje a continuacion se presenta el nivel de priorización.

Tabla 17. Priorización del eje según importancia.

CONECTIVIDAD		INDICADOR DEL EJE	PRIORIZACIÓN DEL EJE SEGÚN IMPORTANCIA
CALIFICACIÓN DE CONECTIVIDAD DEL EJE (COLUMNA K/COLUMNA B)	NORMALIZACIÓN DE CALIFICACIÓN DE CONECTIVIDAD		
3,45	1,00	1,00	24
2,97	0,86	0,86	23
2,96	0,86	0,86	22
2,92	0,85	0,85	21
2,82	0,82	0,82	20
2,60	0,76	0,76	19
2,38	0,69	0,69	18
2,04	0,59	0,59	17
1,97	0,57	0,57	16
1,75	0,51	0,51	15
1,38	0,40	0,40	14
1,13	0,33	0,33	12
0,71	0,21	0,21	9
0,53	0,15	0,15	7
0,39	0,11	0,11	2
0,22	0,06	0,06	1

Fuente. Elaboración propia a partir de información de la base de datos PVD.

El tramo que conecta la doble calzada entre el sector del puente de Boyacá y el sector conocido como el desaguadero atravesando el municipio de Samacá, arroja ser un sector vital en la red vial estudiada y de carácter prioritario, ya que permite la conexión de dos ejes viales en el departamento como los es la doble calzada Briceño - Tunja y la vía Tunja - Chiquinquirá, esto se debe a que permite la conexión más rápida entre el centro del país y el occidente de Boyacá principalmente con poblaciones de gran flujo de turistas como lo es Villa de Leyva.

Ilustración 29. Vía puente de Boyacá - sector el desagadero



Fuente. Elaboración propia a partir de Google maps.

La priorización arroja que las vías más importantes del sector además de los ejes viales departamentales, son las vías que permiten conectar las poblaciones con los ejes, como el ramal de Sotaquirá hacia la doble calzada.

Tabla 18. Tramos con máxima prioridad.

PRIORIDAD	CÓDIGO	TRAMO	MUNICIPIO	
			DESDE	HASTA
1	55BY04	CRUCE RUTA 55 (PUENTE DE BOYACA) - SAMACA - EL INF	TUNJA	SAMACÁ
5	55BY05	CRUCE RUTA 55 (MORTIÑAL) - COMBITA	CÓMBITA	CÓMBITA
3	55BY06	CRUCE RUTA 55 TUTA (RAMAL)	TUTA	TUTA
2	55BY15	CRUCE RUTA 5502 ( LA BOMBA) -COMBITA	CÓMBITA	CÓMBITA
4	55BY17	CRUCE RUTA 5502 (RIO PIEDRA) - TUTA	SOTAQUIRÁ	TUTA

Fuente. Elaboración propia a partir de información de la base de datos PVD

El carácter rural de la población boyacense genera que los cascos urbanos de los municipios cuenten con gran cantidad de vías con destino a sus veredas, esto genera problemáticas debido a que no es fácil mantener dichas vías en condiciones ideales, en consecuencia esto dificulta el tránsito de vehículos aumentando precios de fletes de los diferentes productos, y haciendo la calidad de vida de nuestros campesinos en ocasiones paupérrimas, debido a sus difíciles condiciones de vida

#### **4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

La corrección topológica permite hacer análisis de la red vial como determinar las longitudes e identificar las rutas más cortas, de manera tal que estas deben estar conectadas en un punto a otras vías.

La actualización de un Plan Vial Departamental permite a las regiones tomar decisiones de manera más precisa en pro de mejorar la calidad de vida de la comunidad frente a la falta de infraestructura vial para la adecuada movilidad.

La provincia de centro del Departamento de Boyacá cuenta con una gran red de vías terciarias que se consideran estratégicas para el desarrollo del territorio, así como otras que en dicha actualización deben tenerse en cuenta dentro de estas y realizar su debido mantenimiento o reconstrucción.

Para que sea tenida en cuenta la red vial de los campos se deben incluir todas las vías con las que hace parte las regiones en el transporte de productos dentro del plan vial departamental y realizar la priorización de estas, haciéndolas vías estratégicas para el desarrollo de la región y así se soliciten los recursos por parte de las entidades gubernamentales, esto con el objetivo de mejorar la conectividad y el transporte entre las áreas rurales y los centros urbanos.

Los proyectos municipales se deben desarrollar de acuerdo al nivel de importancia que tiene y el aporte que genera al desarrollo de la región, la actualización del PVD es una herramienta básica para llevar a cabo la correcta planeación de estos.

La categorización de las vías es importante para distribuir de la mejor manera los recursos del municipio y establecer los valores de viaje sumados a los productos.

El mantenimiento periódico de las vías genera menos gastos de viaje en los usuarios, siendo municipios ricos en productos agrícolas necesitan que la infraestructura se encuentre siempre en buenas condiciones.

Mantener constante control del estado de las vías, por parte de las entidades gubernamentales es fundamental en el desarrollo de una región, ya que de esta manera los recursos se pueden optimizar, en el mantenimiento de los corredores viales resultan siendo mucho más económico que la reconstrucción de los mismos.

Una red vial funcionando en óptimo estado permite a una región avanzar de manera significativa, ya que en el caso de la zona analizada, abre campo a la reducción de costos de producción de los productos que se comercializan.

El cumplimiento de las fases logró obtener archivos actualizados, identificando la geometría de las vías y la caracterización topológica de los municipios mediante la creación de una base de datos, la cual conforma el Inventario Vial del Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras (SINC), al igual que la presentación de una propuesta de priorización de las vías secundarias y terciarias que conforman dichos municipios.

Se recomienda o sería de gran utilidad el correcto manejo de la información por parte de los municipios, ya que estos datos son valiosos para determinar que vías o que sectores necesitan un mayor control y mantenimiento, así disminuir costos y evitar contratiempos a los habitantes de zonas alejadas, mejorando la calidad de vida de los mismos.

El correcto manejo de una red vial permitirá la reducción de costos de transporte de los productos cultivados en la zona y esto favorece a los productores haciéndolos más competitivos en el mercado, por ello el óptimo estado de las vías debe ser una política de cada gobierno.

## BIBLIOGRAFÍA

GEORREFERENCIACIÓN Y SISTEMAS DE COORDENADAS (en línea) revisado el 17 de enero de 2018, disponible en internet: <<http://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n000000s000000.htm>>

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI, adopción del marco teórico nacional de referencia magna – sirgas como datum oficial de Colombia, Bogotá, Colombia, 2004

MINISTERIO DE TRANSPORTE, metodología para el desarrollo de planes viales departamentales, Colombia, 2012

MUNICIPIO DE CUCAITA, (en línea) revisado el 21 de enero de 2018, disponible en internet: <[http://www.cucaita-boyaca.gov.co/informacion\\_general.shtml](http://www.cucaita-boyaca.gov.co/informacion_general.shtml)>

MUNICIPIO DE CHIQUIZA, (en línea) revisado el 21 de enero de 2018, disponible en internet: <[http://www.chiquiza-boyaca.gov.co/informacion\\_general.shtml](http://www.chiquiza-boyaca.gov.co/informacion_general.shtml)>

MUNICIPIO DE SORA, (en línea) revisado el 21 de enero de 2018, disponible en internet: <[http://www.sora-boyaca.gov.co/informacion\\_general.shtml](http://www.sora-boyaca.gov.co/informacion_general.shtml)>

MUNICIPIO DE SOTAQUIRÁ, (en línea) revisado el 21 de enero de 2018, disponible en internet: <[http://www.sotaquira-boyaca.gov.co/informacion\\_general.shtml](http://www.sotaquira-boyaca.gov.co/informacion_general.shtml)>

MUNICIPIO DE COMBITA, (en línea) revisado el 21 de enero de 2018, disponible en internet: <[http://www.combita-boyaca.gov.co/informacion\\_general.shtml](http://www.combita-boyaca.gov.co/informacion_general.shtml)>

MUNICIPIO DE TUTA, (en línea) revisado el 21 de enero de 2018, disponible en internet: <[http://www.tuta-boyaca.gov.co/informacion\\_general.shtml](http://www.tuta-boyaca.gov.co/informacion_general.shtml)>

MUNICIPIO DE SAMACA, (en línea) revisado el 21 de enero de 2018, disponible en internet: [http://www.samaca-boyaca.gov.co/informacion\\_general.shtml](http://www.samaca-boyaca.gov.co/informacion_general.shtml)

PROVINCIA DEL CENTRO, (en línea) revisado el 21 de enero de 2018, disponible en internet: [https://docs.qgis.org/2.18/es/docs/gentle\\_gis\\_introduction/topology.html](https://docs.qgis.org/2.18/es/docs/gentle_gis_introduction/topology.html)

SHAPEFILE. Esri Shapefile. [en línea]. Tomado de  
[<https://doc.arcgis.com/es/arcgis-online/reference/shapefiles.htm>]

TOPOLOGÍA (en línea) revisado el 17 de enero de 2018, disponible en internet:  
<[https://docs.qgis.org/2.18/es/docs/gentle\\_gis\\_introduction/topology.html](https://docs.qgis.org/2.18/es/docs/gentle_gis_introduction/topology.html)>

## **ANEXOS**

### **ANEXO A. SHAPEFILES**

Anexo A1. Shapefiles Vías.

Anexo A2. Shapefiles de Infraestructura general.

### **ANEXO B. MAPAS TEMÁTICOS**

Anexo B1. Mapa Red vial de la provincia de centro sector 1.

Anexo B2. Mapa Red vial de la provincia de centro sector 2.

Anexo B3. Mapa de sitios críticos de inestabilidad sector 1.

Anexo B4. Mapa de sitios críticos de inestabilidad sector 2.

Anexo B5. Mapa de Centros educativos y de salud sector 1.

Anexo B6. Mapa de Centros educativos y de salud sector 2.

Anexo B7. Infraestructura Vial sector 1.

Anexo B8. Infraestructura Vial sector 2.

Anexo B9. Parques y reservas naturales sector 2.

### **ANEXO C. BASE DE DATOS**

Anexo C1. Base de Datos PVD Excel