



**UDEC**  
UNIVERSIDAD DE  
CUNDINAMARCA

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SIG PARA CARACTERIZAR OBRAS DE DRENAJE QUE HACEN PARTE DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL TERCIARIA DEL SECTOR ORIENTAL DEL MUNICIPIO DE SILVANIA.**

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SIG PARA CARACTERIZAR OBRAS DE DRENAJE QUE HACEN PARTE DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL TERCIARIA DEL SECTOR ORIENTAL DEL MUNICIPIO DE SILVANIA.**

**JESÚS DAVID GARCÍA MURCIA  
MARIO EDUARDO LÓPEZ CASTAÑEDA**

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA.  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
TECNOLOGÍA EN CARTOGRAFÍA  
FUSAGASUGÁ, CUNDINAMARCA**

**2017**



**UDEC**  
UNIVERSIDAD DE  
CUNDINAMARCA

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SIG PARA CARACTERIZAR OBRAS DE DRENAJE QUE HACEN PARTE DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL TERCIARIA DEL SECTOR ORIENTAL DEL MUNICIPIO DE SILVANIA.**

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SIG PARA CARACTERIZAR OBRAS DE DRENAJE QUE HACEN PARTE DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL TERCIARIA DEL SECTOR ORIENTAL DEL MUNICIPIO DE SILVANIA.**

**TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN CARTOGRAFÍA**

**JESÚS DAVID GARCÍA MURCIA 190214110**  
**MARIO EDUARDO LÓPEZ CASTAÑEDA 190212211**

**DIRECTOR:**  
**ING. TOPOGRÁFICO**  
**ADRIAN ALEJANDRO GONZALEZ RODRIGUEZ.**

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA.**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**TECNOLOGÍA EN CARTOGRAFÍA**  
**FUSAGASUGÁ, CUNDINAMARCA**

**2017**



**IMPLEMENTACIÓN DE UN SIG PARA CARACTERIZAR OBRAS DE DRENAJE QUE HACEN  
PARTE DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL TERCIARIA DEL SECTOR ORIENTAL DEL MUNICIPIO DE SILVANIA.**

**NOTA DE ACEPTACIÓN.**

---

---

---

---

\_\_\_\_\_.

**ADRIAN ALEJANDRO GONZALEZ RODRIGUEZ**

**Director de proyecto.**

\_\_\_\_\_.

**SOCRATES CARDONA GIRALDO**

**Jurado.**

\_\_\_\_\_.

**LORENA BECERRA**

**Jurado.**



**UDECA**  
UNIVERSIDAD DE  
CUNDINAMARCA

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SIG PARA CARACTERIZAR OBRAS DE DRENAJE QUE HACEN  
PARTE DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL TERCIARIA DEL SECTOR ORIENTAL DEL MUNICIPIO DE SILVANIA.**

***Dedicatoria***

*Este trabajo fue logrado gracias a personas importantes que de una u otra forma creyeron en el esfuerzo e hicieron posible culminar con gran éxito el proyecto. El mayor orgullo de los padres es que un hijo y miembro de la familia culmine una etapa universitaria con sacrificio, responsabilidad y humildad por lo tanto la dedicatoria es para ellos.*



**UDEC**  
UNIVERSIDAD DE  
CUNDINAMARCA

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SIG PARA CARACTERIZAR OBRAS DE DRENAJE QUE HACEN  
PARTE DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL TERCIARIA DEL SECTOR ORIENTAL DEL MUNICIPIO DE SILVANIA.**

*Agradecimientos*

*Agradecer primeramente a Dios porque él es quien hace todo posible, a nuestras familias por ser el eje de motivación para salir cada día a estudiar y enriquecernos en conocimiento, por último, a nuestros compañeros de trabajo y universidad porque hubo colaboración mutua, apoyo y mucha disposición en la totalidad de tiempo que duró la carrera.*



## **TABLA DE CONTENIDO**

Resumen .....	13
Introducción .....	14
1. Planteamiento del problema .....	15
2. Justificación.....	17
3. Objetivos .....	18
3.1. General:.....	18
3.2. Específicos: .....	18
4. Antecedentes: .....	19
4.1. Mejoramiento de vías terciarias mediante la construcción de placa huella y obras de drenaje, Vereda el Mago, Corregimiento los Andes, Cali, Valle del Cauca: .....	19
4.2. Control fiscal participativo en construcción y mantenimiento vía terciaria Santa Librada-Solana- san Isidro Alto, Municipio de Machetá.....	20
5. Marco Teórico .....	21
5.1. Sistema de información geográfica.....	23
6. Marco legal.....	27
7. Diseño Metodológico .....	28
7.1. Ubicación y características Agroclimatológicas: .....	29
7.2. Técnicas o instrumentos para la recolección de datos: .....	31
7.3. Infraestructura y equipos: .....	31
7.4. Sistema de Información geográfica: .....	31
7.4.1. Fase 1 : Informacion básica.....	32



**PARTE DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL TERCIARIA DEL SECTOR ORIENTAL DEL MUNICIPIO DE SILVANIA.**

7.4.2.	Fase 2: Levantamiento de Campo.....	32
7.4.3.	Fase 3: Procesamiento.....	39
7.4.4.	Fase 4 : Pruebas.....	46
8.	Análisis y resultados.....	50
8.1.	Actualizacion division politica del municipio .....	50
8.2.	Obras y puntos identificados.....	57
8.3.	Distancia entre cabezales .....	64
8.4.	Daños que presentan los cabezales .....	67
8.5.	Condiciones y porcentaje de placa huella.....	73
8.6.	Distancia y porcentaje de vias pavimentadas.....	77
8.7.	Implementación del sistema de información geográfica. ....	81
9.	Conclusiones .....	83
10.	Bibliografía.....	84



## **LISTA DE IMÁGENES**

Imagen 1 Sistemas de drenaje y partes de la infraestructura vial. Fuente: (COSTA RICA. PROYECTO MOPT-GTZ).....	21
Imagen 2 Componentes de un SIG.....	24
Imagen 3 Fases para el desarrollo del SIG Fuente: Autores .....	31
Imagen 4 Formato cartera de campo. Fuente: Autores .....	34
Imagen 5 Formato anexo a la cartera de campo.....	35
Imagen 6 Modelo de datos Fuente: Autores .....	40
Imagen 7 Modelo entidad-relación Fuente: Autores.....	41
Imagen 8 Estructura Geodatabase personal .....	43
Imagen 9 Modelo cartográfico del sistema Fuente: Autores .....	45
Imagen 10 Contenido en la cuenta Arcgis Online .....	46
Imagen 11 Aplicación Web Fuente: Autores .....	48
Imagen 12 Convenciones de puntos identificados .....	62
Imagen 13 Convenciones mapa distancia entre cabezales.....	66
Imagen 14 Convenciones mapa daños en la estructura.....	72
Imagen 15 Convenciones mapa placas huella.....	73
Imagen 16 Leyenda Aplicación Web.....	82



## **LISTA DE FOTOGRAFIAS**

Fotografía 1 Identificación cabezales de entrada y salida. Autores .....	36
Fotografía 2 Levantamiento de información mediante la cartera de campo. Autores .....	36
Fotografía 3 Puntos de referencia. Autores .....	37
Fotografía 4 Identificación Placas huella. Autores .....	37
Fotografía 5 Identificación de otras obras. Autores .....	38
Fotografía 6 Formatos de campo diligenciados. Autores.....	38
Fotografía 7 Vías en mal estado sector Jalisco. Fuente: Autores.....	67
Fotografía 8 Placa huella en buena estado (Vereda san Luis) Fuente: Autores.....	76
Fotografía 9 Placa huella con deterioro en la estructura (Vereda Subia) Fuente: Autores ....	76
Fotografía 10 Vía Pavimentada Sector Subia el Vergel Fuente: Autores.....	80
Fotografía 11 Vía sin pavimentar Sector Subia Oriental Fuente : Autores.....	80



## **LISTA DE TABLAS**

Tabla 1 Requerimiento del sistema Fuente: Autores .....	42
Tabla 2 Dominios Geodatabase personal Fuente: Autores .....	44
Tabla 3 Comparación entre porcentajes Fuente: Autores .....	55
Tabla 4 Reporte área división política-administrativa (Actualizada) Fuente: Autores.....	56
Tabla 5 Reporte área división política-administrativa (Desactualizada) Fuente: Autores.....	56
Tabla 6 Reporte de obras identificadas Fuente: Autores.....	63
Tabla 7 Reporte tipos de daño en cabezales Fuente: Autores .....	72
Tabla 8 Reporte Placas huella Fuente: Autores .....	77
Tabla 9 Distancia y porcentaje de vías pavimentadas. Fuente: Autores .....	78



## **LISTA DE MAPAS**

Mapa 1 Ubicación geográfica Municipio de Silvania Fuente: Autores .....	30
Mapa 2 División político-administrativa del municipio de Silvania Fuente : Datos Abiertos ESRI.....	52
Mapa 3 División político-administrativa del municipio de Silvania Fuente: Autores.....	53
Mapa 4 Puntos identificados y georreferenciados durante el trayectoFuente: Autores .....	58
Mapa 5 Puntos identificados y georreferenciados durante el trayecto (Puente Rojo-Agua Bonita) Fuente: Autores .....	59
Mapa 6 Puntos identificados y georreferenciados durante el trayecto (Agua Bonita- El vergel (Panamericana)). Fuente: Autores .....	60
Mapa 7 Puntos identificados y georreferenciados durante el trayecto (Agua Bonita- La Central) Fuente: Autores.....	61
Mapa 8 Distancia entre cabezales Fuente: Autores.....	65
Mapa 9 Daños cabezales de entrada y salida Fuente: Autores.....	68
Mapa 10 Daños cabezales de entrada y salida (Puente rojo- Colegio Agua Bonita) Fuente: Autores.....	69
Mapa 11 Daños cabezales de entrada y salida (Colegio Agua Bonita-El Vergel) Fuente: Autores .....	70
Mapa 12 Daños cabezales de entrada y salida (Colegio Agua Bonita-la Central) Fuente: Autores .....	71
Mapa 13 Condiciones y porcentaje de placa huella Fuente: Autores .....	75
Mapa 14 Distancia y porcentaje vías pavimentadas en el trayecto (Puente Rojo-El Vergel, Colegio Agua Bonita- La Central) Fuente : Autores .....	79



## **LISTA DE DIAGRAMAS**

Diagrama 1 Metodología.....	49
Diagrama 2 Porcentaje de área desactualizado Fuente : Autores.....	54
Diagrama 3 Porcentaje de área actualizado Fuente: Autores.....	54
Diagrama 4 Porcentaje de obras identificadas Fuente: Autores.....	63
Diagrama 5 Tipos de daño en cabezales Fuente : Autores.....	72

## **Resumen**

La utilización de nuevas herramientas en cuanto al procesamiento de información geográfica se ha convertido en unas de las formas más eficientes para generar conocimientos, el municipio de Silvania cuenta con una limitada cartografía, por lo tanto, se ha presentado la necesidad de implementar este tipo de sistema para verificar por parte de la población las condiciones en las que se encuentran las obras de drenaje ya que el estado de las vías en gran parte depende de las funciones que cumplen estas estructuras.

Para tal fin, se optó por diseñar e implementar un Sistema de Información Geográfica-SIG, el cual realiza el procesamiento de la información adquirida por estudiantes de Cartografía en el municipio de Silvania y posteriormente genera las salidas gráficas del estado actual de un tramo en el sector oriental el cual es muy transitado por cuestiones educativas y comerciales, para dicho proceso será implementada una aplicación web de libre acceso con la extensión ArcGis *Online* del software ArcGis y su herramienta *Web App Builder* sin desarrollo.

Cabe destacar que este sistema funciona como prestador de servicios en la página web de la alcaldía municipal para así aportar a la progresión de esta entidad.

**Palabras claves:** Sistema de Información Geográfica- SIG, obras de drenaje, ArcGis *online*, pagina web.



## **Introducción**

Al transcurrir de los años los Sistemas de Información Geográfica se han convertido en una apuesta acertada en distintos aspectos como la toma de decisiones ya que anteriormente no había posibilidad de acceder a otros datos generados por otras personas o instituciones.

Este proyecto tiene como propósito organizar la información cartográfica y aprovechar las herramientas que facilitan los SIG, para lograr mostrar los diversos cambios que se generan sobre la rasante de las vías terciarias identificando así espacialmente aquellas obras de drenaje que no cumplen sus funciones adecuadamente. Permitiendo a su vez que los usuarios y funcionarios logren el intercambio de información facilitando los diferentes procesos que se llevan a cabo en el municipio de Silvania, reduciendo tiempo de ejecución y mejorando la gestión de éstos.

Gracias a este tipo de sistemas hay mejor toma de decisiones, optimización de procesos, y aporta con mapas temáticos en la web por esto mismo se quieren generar unos cuantos proyectos de este tipo en varias temáticas para enriquecer los datos cartográficos en los sectores más vulnerables del municipio de Silvania.

Por lo tanto, entre más completa y actualizada sea esta información, más favorable será para el crecimiento de la sociedad.



## **1. Planteamiento del problema**

Las vías terciarias son de gran importancia para todos los sectores principalmente el agropecuario ya que unen las cabeceras municipales con sus veredas o unen veredas entre sí, por lo tanto, son indispensables para el cómodo transporte y el crecimiento de la economía de la región que beneficie principalmente a la comunidad directamente relacionada mejorando su calidad de vida.

Una de las causas del deterioro y daños en la malla vial tipo tres que comprenden el sector oriental del municipio de Silvania es el manejo inadecuado de las obras de drenaje natural y superficial sobre dichas vías, donde los cabezales de entrada y salida (alcantarillas) que están ubicados en la rasante de la misma cumplen con la función de recolectar y encausar las aguas lluvia y las que fluyen por cada uno de los predios (aguas residuales) hacia la infraestructura de drenaje desembocando en los afluentes que atraviesan el sector cuya función no se cumple en algunos tramos que se realizaron en el estudio.

Lo anterior se soporta por medio del registro fotográfico tomado en el trabajo de campo.

También se evidenció mediante el trabajo de campo que el shapefile con el que se ha realizado la limitada cartografía en el municipio de Silvania no corresponde a la realidad, por lo tanto, se requirió una actualización.

Por tales razones es necesario implementar UN SIG PARA CARACTERIZAR OBRAS DE DRENAJE QUE HACEN PARTE DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL TERCIARIA DEL SECTOR ORIENTAL DEL MUNICIPIO DE SILVANIA que permita dar soporte tecnológico al seguimiento del proyecto y dar el aval a cada uno de los proyectos que el municipio requiere. Así mismo, integrarlos a inversiones presupuestales e información geográfica de población que como principal salida del sistema se generen mapas temáticos que apoyen la toma de decisiones orientadas al cumplimiento de cada uno de dichos proyectos y programas.



**IMPLEMENTACIÓN DE UN SIG PARA CARACTERIZAR OBRAS DE DRENAJE QUE HACEN PARTE DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL TERCIARIA DEL SECTOR ORIENTAL DEL MUNICIPIO DE SILVANIA.**

Existen consecuencias positivas para el municipio en cuanto a la visualización de este tipo de problemáticas por medio de los SIG y los servicios web geográficos, ya que sería un aporte al desarrollo de nuevas tecnologías porque aparte de generar impacto social es una fuente de adquisición de conocimientos no solo para este proyecto sino para cualquier temática que se desee y con la supervisión de la comunidad que está directamente relacionada con estos procesos.



## **2. Justificación**

Actualmente el municipio de Silvania está en un proceso de reconstrucción en el cual se pretende realizar una actualización catastral cumpliendo con parámetros establecidos dentro del PBOT.

Teniendo en cuenta la inexistencia de cartografía temática se llevó a cabo la creación de una herramienta tecnológica para determinar a ciencia cierta y lo más cercano posible a la realidad en este caso las condiciones de las obras de drenaje que son causantes del estado actual de las vías terciarias del municipio.

Esta información adquirida mediante el Sistema de Información Geográfica será manipulada a partir de salidas gráficas para satisfacer al usuario mediante los análisis estadísticos de cada uno, y principalmente la aplicación web de fácil acceso público para verificar la información y agilizar procesos en la toma de decisiones.



### **3. Objetivos**

#### **3.1. General:**

Implementar un SIG para caracterizar obras de drenaje que hacen parte de la infraestructura vial terciaria del sector oriental del municipio de Silvania.

#### **3.2. Específicos:**

- Realizar un estudio primario de las características que presentan las obras sobre las vías terciarias del municipio de Silvania para la creación de una base de datos.
- Estructurar la Personal GDB mediante la extensión ArcMap del software ArcGis.
- Recolectar la información de campo y hacer un procesamiento de los datos con el fin de generar salidas graficas con su respectivo análisis estadístico.
- Publicar un servicio web geográfico por medio de las herramientas ArcGis por Desktop (ArcMap), ArcGis For Developer y ArcGis *Online (Web App Builder)* enlazado a la página del municipio que permita la interacción y actualización de los datos del proyecto por parte de los administradores de la misma.



#### **4. Antecedentes:**

Teniendo en cuenta que el proyecto trata de caracterización de obras de drenaje sobre la malla vial terciaria del municipio de Silvania y no existe un proyecto como tal de la misma índole, hay algo en común que es la optimización de la malla vial terciaria ya que en la mayoría de municipios no se cuenta con el presupuesto o recursos económicos para que conserven las adecuadas condiciones en las vías de acceso entre las veredas del municipio.

##### **4.1. Mejoramiento de vías terciarias mediante la construcción de placa huella y obras de drenaje, Vereda el Mago, Corregimiento los Andes, Cali, Valle del Cauca:**

Autor:

Pedro Pablo Magaña Herrera (Santiago de Cali.2016)

Teniendo en cuenta la temática desarrollada en este proyecto se puede admitir que influye mucho en cuanto a la finalidad del proyecto caracterización de obras de drenaje ya que teniendo la información sobre estas estructuras se quiere dar solución al deterioro que presentan las vías en algunas de las zonas de estudio, por lo tanto, el contenido de este proyecto a cargo del señor Pedro Pablo Magaña interviene en cuanto a ideas para la inspección y mantenimiento de las vías de acceso en el municipio de Silvania.

Año de inicio: 2016 Año Final: 2020

Descripción de la Alternativa

Las obras de drenaje son factor fundamental en cuanto a las condiciones de la infraestructura vial, si no se cumplen con las normas establecidas para el perfecto funcionamiento y mantenimiento de las obras mencionadas la malla vial va a presentar una serie de detrimentos tales como deterioro y erosión del terreno, para aportar una idea valida en cuanto a la solución al tránsito que las personas prestan al servicio de pasajeros y de carga es la creación de placa huella vehicular en concreto y construcción de cunetas para la conducción de aguas lluvia.



#### **4.2. Control fiscal participativo en construcción y mantenimiento vía terciaria Santa Librada-Solana- san Isidro Alto, Municipio de Machetá.**

Trabajo de grado- Convenio Universidad Militar Nueva Granada con la contraloría general de la Republica.

**Autores:**

Katerin Julieth Castañeda Ramos

José Alexander Castellanos León

Cindy Lorena Rivera Calderón

Juan David Sánchez Villamil

Julián Andrés Álvarez Gaitán

El tema de vías terciarias a nivel nacional entra en discusión por parte de la comunidad ya que constantemente hay quejas ante los entes gubernamentales debido a inconformidades para el adecuado tránsito de pasajeros y carga, teniendo en cuenta este proyecto que se realizó en Machetá Cundinamarca en el cual se pretende hacer un control y mantenimiento de las vías terciarias para dar al país mayor experiencia en cuanto al seguimiento de proyectos y ganancia en termino de formación con conocimientos técnicos, al igual que generar fuentes en empleo para estudiantes de ingeniería civil y ciencias afines.

Con respecto al proyecto de grado que se realizó en el municipio de Silvania se hace énfasis en las obras que hacen parte de la infraestructura vial debido a que son causantes de las condiciones que actualmente presenta la malla vial, por lo tanto, tener un control y mantenimiento sobre las vías terciarias es importante para el desarrollo del municipio de Silvania.

En cuanto a la Metodología se tienen en común elementos como la recolección de información geográfica del municipio y las visitas de campo.



## 5. Marco Teórico

Este proyecto se trabaja sobre las vías terciarias del municipio de Silvania según (Vias-INVIAS, 2008) “Las vías terciarias son aquellas vías de acceso que unen las cabeceras municipales con sus veredas o unen veredas entre sí. Las carreteras consideradas como Terciarias deben funcionar en afirmado. En caso de pavimentarse deberán cumplir con las condiciones geométricas estipuladas para las vías”

Un sistema de drenaje es el conjunto de obras que permite un manejo adecuado de los fluidos, para lo cual es indispensable considerar los procesos de captación, y evacuación de los mismos.

El objetivo de este tipo de obras es el conducir las aguas de escorrentías o de flujo superficial, rápido y controladamente hasta su disposición final. De esta manera se convierten en un soporte importante para el control de la erosión en taludes y la protección de la estructura del pavimento, permitiendo la rápida evacuación del agua que, además de afectar la estructura, afecta la seguridad de los usuarios.



Imagen 1 Sistemas de drenaje y partes de la infraestructura vial. Fuente: (COSTA RICA. PROYECTO MOPT-GTZ)

El drenaje superficial se le considera las obras que actúan directamente sobre la carretera y las obras para el control de erosión de taludes que resultan ser muy importantes en la estabilidad de la vía.

Las obras de drenaje superficial que trabajan directamente sobre la carretera se consideran como longitudinales o transversales, según la posición que estas guarden con respecto al eje de la vía. (INVIAS, Manual para la inspeccion visual de estructuras de drenaje, 2006)

El drenaje longitudinal tiene por objeto captar los flujos de agua para evitar que lleguen a la vía o permanezcan en ella causando desperfectos.

Este sistema está constituido por aquellos elementos que se desarrollan en forma aproximadamente paralela al eje de la carretera, el más notorio es la cuneta, canal que atrapa el caudal que discurre por la vía y lo canaliza. Por lo general la entrega se entrega aguas arriba o agua debajo de una alcantarilla en una zona preparada para resistir el paso del agua. El drenaje trasversal son aquellos elementos que transportan cruzando el eje de la carretera; por lo general el cruce se realiza de manera perpendicular al eje y transportan el aporte de la cuenca que se centra aguas arriba de la vía en dirección aguas abajo. (INVIAS, Manual para la inspeccion visual de estructuras de drenaje, 2006)

Las cunetas son canales abiertos construidos en los costados de las carreteras.

El objetivo de las cunetas es recoger las aguas de escorrentía de la calzada evitando así encharcamientos en la vía que disminuyen el nivel de servicio y que si están mal construidas pueden causar problemas de infiltración a las capas subyacentes.

Recoger las aguas de escorrentía procedentes de los taludes de cortes y laderas adyacentes. (INVIAS, Manual para la inspeccion visual de estructuras de drenaje, 2006)

Las alcantarillas Son estructuras de evacuación de las aguas de escorrentía y su función es la de drenar corrientes de agua permanentes o estacionales. También se les denomina alcantarillas a aquellas estructuras que permiten la evacuación en sitios predeterminados, los caudales entregados

por las cunetas, que a su vez recogen las aguas lluvias que caen sobre la calzada. (INVIAS, Manual para la inspeccion visual de estructuras de drenaje, 2006).

La separación entre alcantarillas depende de varios factores entre los cuales podemos destacar la topografía, la hidrología de la zona, la pendiente del tramo de carretera, la vegetación, el trazado entre otros aspectos.

Las alcantarillas veredales o sobre las vías terciarias tienen una estructura en concreto con el fin cubrir la tubería llamados cabezales.

Los cabezales de entrada y salida para obras de arte en carreteras. Son alcantarillas que hacen discurrir las aguas pluviales por debajo de la capa asfáltica en zonas de selva. (Bibliocad, 2010)

Los muros son estructuras de contención, construidas con diferentes materiales, para soportar empujes horizontales de diversos materiales, sólidos, granulados y líquidos; utilizados para el control de la erosión de taludes en corte o terraplén, dar estabilidad al terreno natural y proteger o sostener otra obras o estructuras como puentes, pontones, alcantarillas etc. (INVIAS, 2009)

Los gaviones son estructuras construidas a base de malla metálica galvanizada, llenas de piedra, muy resistentes a los efectos de deslaves y el agua, por lo que se utilizan con mejor resultado especialmente para proteger las subestructuras de puentes y obras similares, se recomienda la colocación de las piedras manualmente de manera que estas queden en una buena posición para evitar un exceso de presión contra la malla. (Figueroa, 2010)

### **5.1.Sistema de información geográfica**

Un sistema de información geográfica, es una herramienta de análisis de información en la que, tal información tiene una referencia espacial y debe conservar una inteligencia propia sobre la topología y representación.

El sistema de información geográfica separa la información en diferentes capas temáticas y las almacena independientemente, permitiendo trabajar con ellas de manera rápida y sencilla, y facilitando al profesional la posibilidad de relacionar la información existente a través de la topología de los objetos, con el fin de generar otra nueva que no podríamos obtener de otra forma. (Instituto Geográfico Nacional, 2016)

### **Funciones de SIG:**

Las principales cuestiones que puede resolver un Sistema de Información Geográfica, ordenadas de menor a mayor complejidad, son:

- Localización: preguntar por las características de un lugar concreto.
- Condición: el cumplimiento o no de unas condiciones impuestas al sistema.
- Tendencia: comparación entre situaciones temporales o espaciales distintas de alguna característica.
- Rutas: cálculo de rutas óptimas entre dos o más puntos.
- Pautas: detección de pautas espaciales.
- Modelos: generación de modelos a partir de fenómenos o actuaciones simuladas.

### **Construcción de un SIG:**

La construcción e implementación de un SIG en cualquier organización es una tarea siempre progresiva, compleja, laboriosa y continúa. Los análisis y estudios anteriores a la implantación de un SIG son similares a los que se deben realizar para establecer cualquier otro sistema de información. Pero en los SIG, además, hay que considerar las especiales características de los datos que utiliza y sus correspondientes procesos de actualización.

### **Componentes de un SIG:**



*Imagen 2 Componentes de un SIG*



- **Equipos (Hardware)**

Es donde opera el SIG. Los programas de SIG se pueden ejecutar en un amplio rango de equipos, desde servidores hasta computadores personales usados en red o trabajando en modo "desconectado".

- **Programas (Software)**

Los programas de SIG proveen las funciones y las herramientas necesarias para almacenar, analizar y desplegar la información geográfica. Los principales componentes de los programas son:

- Herramientas para la entrada y manipulación de la información geográfica.
- Un sistema manejador de base de datos
- Herramientas que permitan búsquedas geográficas, análisis y visualización.
- Interfaz gráfica para el usuario para acceder fácilmente a las herramientas.

- **Datos**

Probablemente la parte más importante de un sistema de información geográfico son sus datos. Los datos pueden ser adquiridos por quien implementa el sistema de información, así como por terceros que ya los tienen disponibles. El sistema de información geográfico integra los datos espaciales con otros recursos de datos y puede incluso utilizar los manejadores de base de datos más comunes para manejar la información geográfica.

- **Recurso humano**

La tecnología de los SIG está limitada si no se cuenta con el personal que opera, desarrolla y administra el sistema; Y que establece planes para aplicarlo en problemas del mundo real.

- **Procedimientos**

Un SIG operará acorde con un plan bien diseñado y con unas reglas claras del negocio, que son los modelos y las prácticas operativas características de cada organización.

- **Funciones de los componentes de un SIG**

Captura de la información, esta se logra mediante procesos de digitalización, procesamiento de imágenes de satélite, fotografías, videos, procesos Aero fotogramétricos, entre otros.

Otra función básica de procesamiento de un SIG hace referencia a la parte del análisis que se puede realizar con los datos gráficos y no gráficos, se puede especificar la función de contigüidad de objetos sobre un área determinada, del mismo modo, se puede especificar la función de coincidencia que se refiere a la superposición de objetos dispuestos sobre un mapa.

#### **- Diferencias entre SIG y CAD**

Una pregunta que siempre se ha planteado con regularidad entre las personas que ingresan al tema de los sistemas de información geográfico, es cuál es la diferencia entre los archivos CAD (utilizados por software como el AutoCAD) y lo generado por los SIG, pues bien “los CAD solo son un sistema basado en líneas para su creación, sirven en todo caso más como una herramienta de creación de mapas, por lo cual se quedan cortos a la hora de compararlos con un SIG, pero esto no los hace menos importantes, ya que en un caso práctico ambos tienen propósitos diferentes, los SIG reflejan lo que hay, lo real, mientras que los CAD sirven para definir construcciones y mapas futuros”

#### **Los servicios web geográficos**

Los servicios web geográficos permiten al usuario la máxima interacción con la información geográfica. Por un lado, el usuario o cliente accede a información en su formato original, de manera que es posible realizar consultas tan complejas como las que haría un SIG. Un servidor de mapas funciona enviando, a petición del cliente, desde su navegador de internet, una serie de páginas HTML (normalmente de contenido dinámico DHTML), con una cartografía asociada en formato de imagen (por ejemplo, una imagen GIF o JPG sensitiva). Un servidor de mapas es, de hecho, un SIG a través de internet. Las primeras versiones de servidores de mapas sólo permitían realizar funciones básicas de visualización y consultas alfanuméricas simples. En las versiones más recientes es posible realizar funciones mucho más avanzadas. El tiempo dirá si los servidores de mapas tendrán toda la funcionalidad de los SIG. El servidor de mapas es personalizable, es decir, se pueden preparar o programar las herramientas (los iconos de la aplicación) de manera que sean intuitivas para el usuario no experto en SIG.



## **6. Marco legal**

### **RESOLUCIÓN NÚMERO 000024 DE 2011**

**(Enero 7)**

**Por la cual se adopta el Manual de Drenaje para Carreteras.**

**EL MINISTRO DE TRANSPORTE,**

**en ejercicio de las facultades legales, especialmente las que le confieren los artículos 5°, numeral 5.3 del Decreto 2053 de 2003 y 13 parágrafo 3° de la Ley 105 de 1993, y**

Esta resolución tiene como fin la creación de un documento que se encargue del diseño y construcción de obras típicas para el drenaje y sub drenaje de carreteras, por lo tanto, como ente principal en cuanto a la temática de las vías a nivel nacional el Instituto Nacional de Vías- INVIAS quienes dentro de sus funciones adelantan los estudios técnicos para la ejecución de planes , programas y proyectos para la modernización de la infraestructura, mediante un radicado en el año 2010 suscrito por el director del Instituto Nacional de Vías se solicitó la adopción de diseñar el “Manual de Drenaje para Carreteras” .

**Dada en Bogotá, D. C., a los 7 días del mes de enero del año 2011.**

**El Ministro de Transporte,**

**GERMÁN CARDONA GUTIÉRREZ.**

**(C. F.).**



## **7. Diseño Metodológico**

La metodología de este proyecto está directamente enlazada al trabajo de campo y la recolección de datos, por lo tanto, cumple con un enfoque descriptivo con base en el componente cualitativo.

Para este caso en el trabajo de campo se tienen en cuenta variables tales como (Nombre de punto, tipo de daño, estado vía, ancho de la vía, estado del punto identificado, drenaje, tipo de drenaje, descripción, coordenadas x, y, z). Todo esto para determinar si las obras de drenaje identificadas cumplen con los requisitos y funciones establecidas para mantener las vías terciarias en un óptimo estado teniendo en cuenta que las condiciones de la malla vial dependen de un buen drenaje.

Se realizó una Base de Datos Geográfica-GDB estructurada a partir de un modelo de datos mediante dominios establecidos con sus distintos códigos para organizar la información proporcionada en campo.

La cartografía base toma un papel secundario en la información recolectada suministrada por fuentes como datos abiertos de *Environmental Systems Research Institute* - ESRI y el Sistema de Información Geográfica para la Planeación y el Ordenamiento Territorial Nacional - SIGOT, con el fin de estructurar la GDB a partir de los shapefiles del municipio ( vías, drenajes, curvas de nivel).

La ruta establecida es de un aproximado de 21 km recorriendo en su orden las veredas : La Victoria, Agua Bonita, Jalisco, San Luis y Subia. Para recopilar información se realizó en su orden identificando obras que hacen parte de la infraestructura vial terciaria capturando puntos (Waypoints –GPS ) e imagenes con Camara fotográfica para asi determinar la ubicación de cada uno de ellos anexando la caracterización por medio del formato de campo. Esto con el fin de verificar el estado en el que se encuentran los puntos identificados.



## IMPLEMENTACIÓN DE UN SIG PARA CARACTERIZAR OBRAS DE DRENAJE QUE HACEN PARTE DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL TERCIARIA DEL SECTOR ORIENTAL DEL MUNICIPIO DE SILVANIA.

Para la elaboración de la aplicación web fue utilizada la extensión de ArcGis *Online* con su herramienta *Wep App Builder* sin desarrollo.

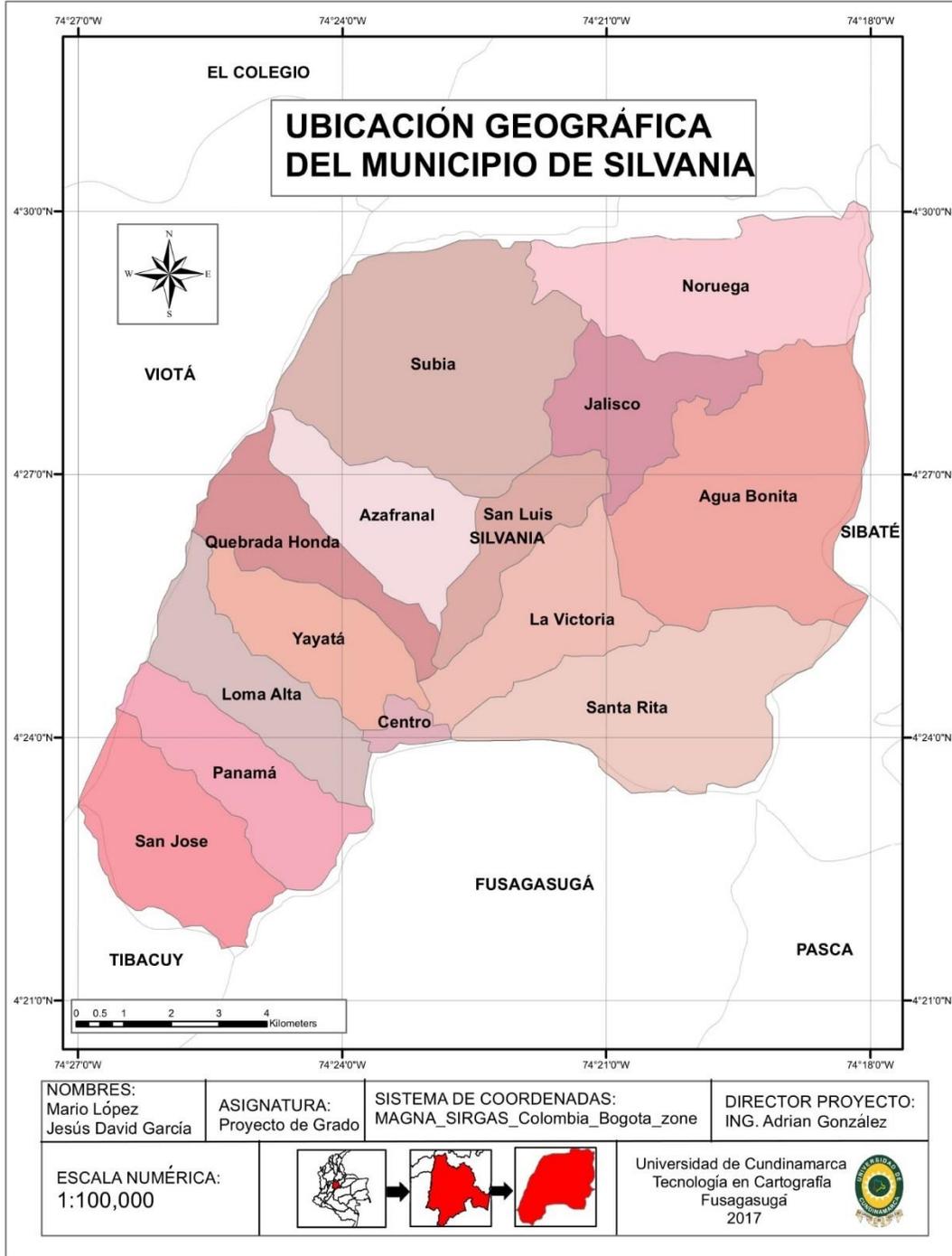
### **7.1. Ubicación y características Agroclimatológicas:**

El municipio de Silvania está ubicado hacia el sur del Departamento de Cundinamarca, Provincia del Sumapaz conformando uno de sus 10 municipios, se encuentra a 50 Km aprox. de Bogotá D.C. Entre sus límites hacia el norte se encuentra el municipio de Granada, hacia el sur los municipios de Tibacuy y Fusagasugá, hacia el este se encuentran los municipios de Fusagasugá y Sibaté y hacia el oeste limita con los municipios de Viotá y Mesitas del Colegio.

Su temperatura media es de los 20°C y su altura en la cabecera municipal alcanza los 1470 msnm, sus coordenadas son: Latitud 4°24'21.88" N y Longitud 74°23'13.47" W.



**IMPLEMENTACIÓN DE UN SIG PARA CARACTERIZAR OBRAS DE DRENAJE QUE HACEN PARTE DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL TERCIARIA DEL SECTOR ORIENTAL DEL MUNICIPIO DE SILVANIA.**



Mapa 1 Ubicación geográfica Municipio de Silvania Fuente: Autores



### 7.2. Técnicas o instrumentos para la recolección de datos:

Para realizar un Sistema de Información Geográfica hay que tener en cuenta que su principal componente son los datos, por lo tanto, la recolección de los datos es un aspecto fundamental en este proyecto debido a que de esto depende la credibilidad y valides que se afronta en esta temática.

La técnica utilizada en este proyecto de implementación de un SIG fue la de observación durante el tramo recorrido con el fin de estipular las condiciones en las que se encuentran las obras identificadas sobre la malla vial, para así obtener una ubicación geográfica mediante mapas temáticos y la aplicación web.

### 7.3. Infraestructura y equipos:

- Software GIS y hardware con herramientas para el trabajo de creación SIG sobre las vías terciarias caracterizadas en el municipio de Silvania.
- Cámara fotográfica para evidenciar los puntos identificados.

### 7.4. Sistema de Información geográfica:

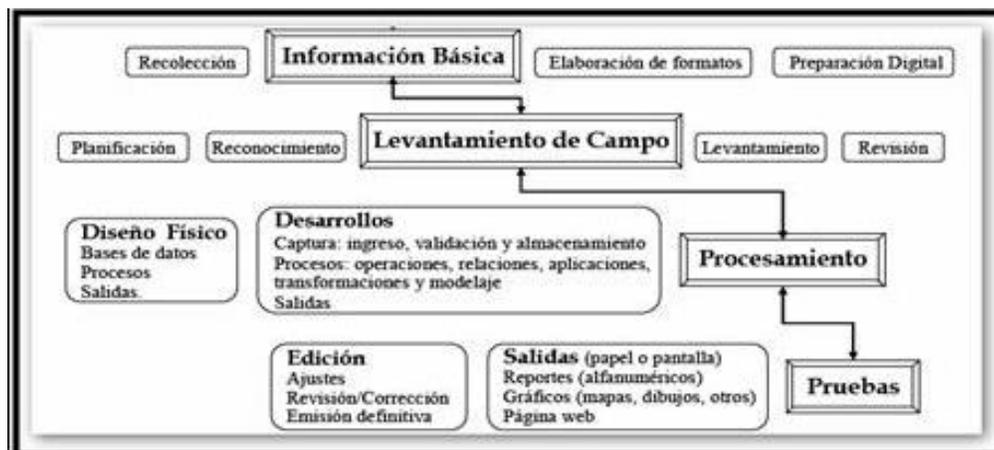


Imagen 3 Fases para el desarrollo del SIG Fuente: Autores

#### **7.4.1. Fase 1 : Información básica.**

La temática a desarrollar dentro del proyecto de grado esta directamente enlazada a el Instituto Nacional de Vias-INVIAS ya que por medio de sus manuales se tiene un diagnóstico sobre las obras que hacen parte de la infraestructura vial tipo 3 .

En el caso de la cartografía base del municipio se adquirió mediante fuentes externas a la oficina de planeación ya que allí no se cuenta con ningún tipo de cartografía ya sea en formato físico o digital, esto para tener como referencia las diferentes capas que conforman la representación espacial del municipio de Silvania.

Teniendo información del territorio y sobre los componentes que hacen parte de la estructura vial se considera realizar el formato de campo acorde a unas normas establecidas dentro de dichos documentos .

Teniendo en cuenta que la limitada cartografía que posee el municipio de Silvania está desactualizada según el shapefile descargado por la pagina de datos abiertos *Environmental Systems Research Institute -ESRI*, se vio la necesidad de hacer actualización de la division política del municipio en formato digital.

#### **7.4.2. Fase 2: Levantamiento de Campo.**

##### **7.4.2.1. Planificación.**

Se realizó un inventario sobre los instrumentos necesarios para la recolección en campo (Navegador *Global Positioning System -GPS* Garmin, Cámara fotográfica, Formato de campo, esfero, Cinta métrica, flexómetro), se estipularon fechas teniendo en cuenta que el navegador GPS fue adquirido en el laboratorio de Cartografía de la UDEC y el cada préstamo del equipo tiene una vigencia de 3 días sin tener en cuenta las condiciones atmosféricas que se presenten durante ese tiempo.



#### ***7.4.2.2. Reconocimiento.***

El reconocimiento de la zona de estudio se realizó en un vehículo de transporte público observando la situación y condiciones de las obras que hacen parte de la infraestructura vial, al mismo tiempo se realizó el trazado o track con el navegador GPS para delimitar la zona de trabajo que se consideró con una longitud de aproximadamente 21 kilómetros.

#### ***7.4.2.3. Levantamiento.***

La toma de puntos y caracterización en las obras que hacen parte de la infraestructura vial se realizó en el orden según sus veredas: La Victoria, Agua Bonita, Jalisco, San Luis y Subia.

El levantamiento de información fue realizado en su totalidad sin ningún tipo de vehículo, al identificar cada una de las obras se procedió a georreferenciar mediante un waypoint con el navegador GPS y su respectiva caracterización mediante los formatos de campo anexando su evidencia fotográfica.

En el caso de identificación de construcciones placas huella se tomaron 2 puntos uno al comienzo y otro al final, de igual forma se realizó el cálculo de su longitud.

#### ***7.4.2.4. Revisión.***

Al finalizar el trabajo de campo se realiza una comparación entre los *waypoints* y el formato de campo para verificar que la información coincide y no presentar inconvenientes en el procesamiento de datos.



**IMPLEMENTACIÓN DE UN SIG PARA CARACTERIZAR OBRAS DE DRENAJE QUE HACEN PARTE DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL TERCIARIA DEL SECTOR ORIENTAL DEL MUNICIPIO DE SILVANIA.**

Dominios		
Nombre	Descripcion	Codigo
Vereda-Municipio	Nombre-vereda	1 San Luis 2 La Victoria 3 Agua Bonita 4 Subia Oriental 5 Jalisco
Nombre_punto	Tipo de obra o punto identificado	1 Cuneta 2 Cabezal ent-Sal 3 Gavion 4 Muro de Contencion 5 Talud 6 Punto de referencia 7 Placa huella 8 Otro
Tipo_daño	Daño que presenta la estructura	1 deterioro o daño en la estructura 2 Acumulacion de sedimentos y maleza 3 Deterioro y acumulacion de sedimentos de maleza 4 Degradacion de Talud 5 Otro 6 No presenta daños
Via	Condiciones de la via	1 Pavimentada 2 Sin pavimentar
Ancho_via	Ancho de la via	1 > o = a 6 metros 2 < a 6 metros
Estado	Calificacion de la obra identificada	1 Aprobado 2 Sin aprobar
Sistema de coordenadas proyectadas		1 MAGNA Colombia BOGOTA
Drenaje	Clase de drenaje	1 Natural 2 Superficial
Tipo de drenaje	clasificacion de drenaje	1 Transversal 2 Longitudinal
Medidas.Cabezal.Entrada( Alto,largo,ancho	Medidas cabezal de entrada	
Medidas.Cabezal.Salida.(Alto,largo,ancho)	Medicas Cabezal de salida	
Adjuntos	#Fotografias	
Descripcion	Descripcion del punto	

*Imagen 5 Formato anexo a la cartera de campo*



**IMPLEMENTACIÓN DE UN SIG PARA CARACTERIZAR OBRAS DE DRENAJE QUE HACEN PARTE DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL TERCIARIA DEL SECTOR ORIENTAL DEL MUNICIPIO DE SILVANIA.**



*Fotografía 1 Identificación cabezales de entrada y salida. Autores*



*Fotografía 2 Levantamiento de información mediante la cartera de campo. Autores*



**IMPLEMENTACIÓN DE UN SIG PARA CARACTERIZAR OBRAS DE DRENAJE QUE HACEN PARTE DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL TERCIARIA DEL SECTOR ORIENTAL DEL MUNICIPIO DE SILVANIA.**



*Fotografía 3 Puntos de referencia. Autores*



*Fotografía 4 Identificación Placas huella. Autores*





### **7.4.3. Fase 3: Procesamiento.**

#### ***7.4.3.1. Diseño físico.***

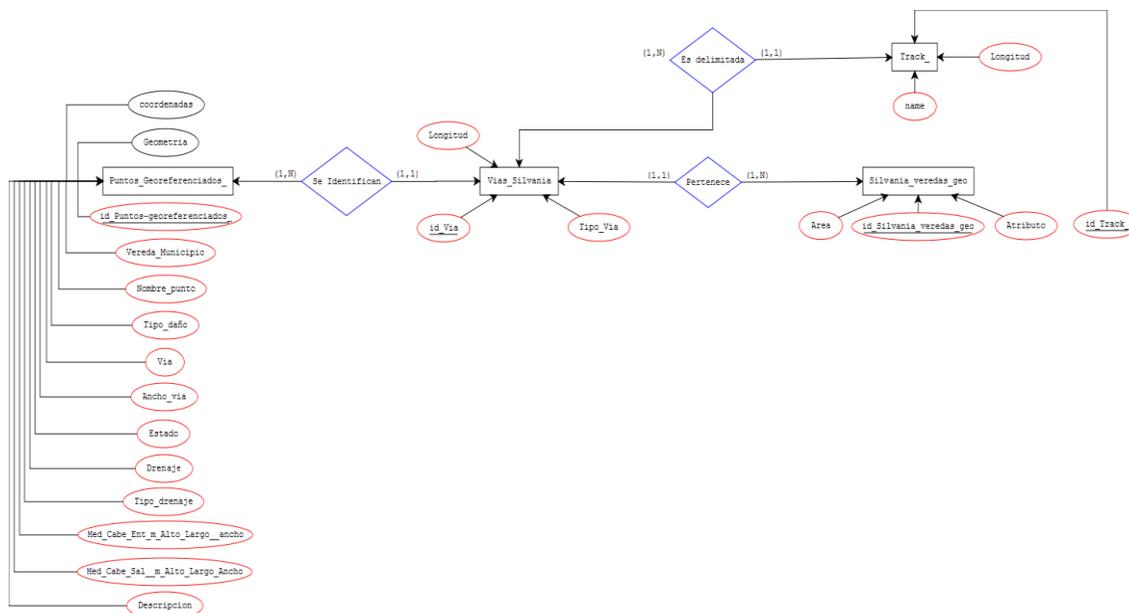
Un modelo de datos es una serie de conceptos que puede utilizarse para describir un conjunto de datos y las operaciones para manipularlo (Rincón, 2006).



Modelo de Datos						
TEMA	ENTIDAD	NOMBRE DE CAPA	GEOMETRIA	ATRIBUTOS	FORMATO	DOMINIO
Caracterización infraestructura vial tipo 3	Puntos georreferenciados	Puntos_Georreferenciados_	Punto	Vereda-Municipio	Short Integer	San Luis
						La Victoria
						Agua Bonita
						Subia Oriental
						Jalisco
				Nombre_Punto	String	Cuneta
						Cabezal ent-sal
						Gavion
						Muro de Contención
						Talud
						Punto de referencia
						Placa huella
				Tipo_daño	Short Integer	Otro
						Deterioro o daño en estructura
						Acumulacion de sedimentos y maleza
						Deterioro, acumulacion de sedimentos y maleza
						Degradacion de talud
						Otro
	Via	Short Integer	No presenta daño			
	Ancho_via	Short Integer	Pavimentada			
			Sin pavimentar			
	Estado	Short Integer	Mayor o igual a 6 metros			
			Menor a 6 metros			
	Drenaje	Short Integer	Aprobado			
			Sin aprobar			
	Tipo de drenaje	Short Integer	Natural			
			Superficial			
			Transversal			
	Medidas cabezal de entrada	Text	Longitudinal			
	Medidas Cabezal de salida	Text				
	Descripcion	Text				
	ObjectID	ObjectID				
	Veredas de Silvania	Silvania_veredas_geo	Poligono	Tipo_via	Long	
Area				Doble		
ObjectID				ObjectID		
Vias de Silvania	Vias_Silvania_	Linea	Tipo_via	Long		
			Shape_Length	Doble		
			ObjectID	ObjectID		
Track	Track	Linea	Name	String		
			Shape_Length	Doble		
			ObjectID	ObjectID		

Imagen 6 Modelo de datos Fuente: Autores

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SIG PARA CARACTERIZAR OBRAS DE DRENAJE QUE HACEN PARTE DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL TERCIARIA DEL SECTOR ORIENTAL DEL MUNICIPIO DE SILVANIA.**



*Imagen 7 Modelo entidad-relación Fuente: Autores*

Este sistema tiene como finalidad caracterizar las obras que hacen parte en la infraestructura vial terciaria en el sector oriental del municipio de Silvania por lo tanto su objetivo principal es la recolección de dicha información geográfica.

Esto es para enriquecer los documentos cartográficos que posee el municipio en formatos digitales, al igual que lograr una interacción entre la aplicación web y los usuarios implementando nuevas tecnologías ofreciendo información más adecuada y uniforme.

En forma general, este sistema cuenta con información geográfica sobre los Puntos Georreferenciados, vías, Veredas de Silvania y Track.

Estando en el lugar de los usuarios y se procede a la aplicación web, al escoger un punto identificado se observan las siguientes variables:



**IMPLEMENTACIÓN DE UN SIG PARA CARACTERIZAR OBRAS DE DRENAJE QUE HACEN PARTE DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL TERCIARIA DEL SECTOR ORIENTAL DEL MUNICIPIO DE SILVANIA.**

<b>Variables</b>
Vereda-Municipio
Nombre punto
Tipo_daño
Vía
Ancho_via
Estado
Drenaje
Tipo_drenaje
Medidas.Cabezal.Entrada( Alto,largo,ancho)
Medidas.Cabezal.Salida(Alto,largo,ancho)
Descripción
Adjuntos ( Fotografía)

*Tabla 1 Requerimiento del sistema Fuente: Autores*

#### **7.4.3.2. Base de Datos Geográfica.**

Para el almacenamiento de la información se diseñó una Base de Datos Geográfica-GDB que es un esquema unificado de almacenamiento de datos e información tanto alfanumérico como espacial, el cual facilita la unidad e integridad de los datos en el sistema e igualmente la generación de información espacial de salidas para la prestación eficaz del servicio.

La estructuración de la GDB consta de :

- GDB personal “SIG vias terciarias Silvania”

- Feature Dated “Caracterización\_infraestructura\_vial\_3”
- Feature Class “Puntos\_georreferenciados, Silvania\_Veredas, Track, Vias\_Silvania, Drenajes\_Silvania, Curvas\_nivel”).

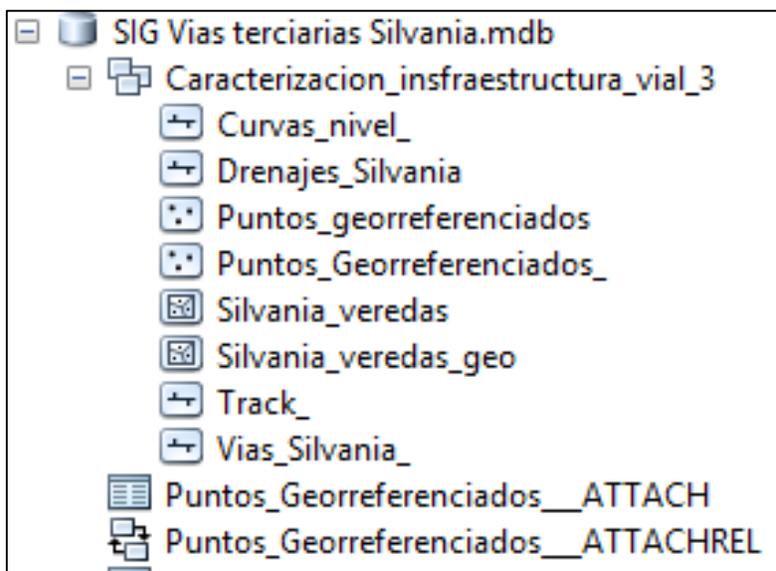


Imagen 8 Estructura Geodatabase personal

La base de datos geografica tiene un sistema de coordenadas MAGNA\_SIRGAS\_Colombia\_Bogota\_zone (3116) que hace parte del Marco Geocéntrico Nacional de Referencia MAGNA-SIRGAS como datum oficial de Colombia según el *Geodetic Parameter Registry* - EPSG, por lo tanto, la información que requiera la GDB debe cumplir con el mismo sistema de referencia.

A continuación se observan los dominios establecidos en la GDB personal.



**IMPLEMENTACIÓN DE UN SIG PARA CARACTERIZAR OBRAS DE DRENAJE QUE HACEN PARTE DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL TERCIARIA DEL SECTOR ORIENTAL DEL MUNICIPIO DE SILVANIA.**

Dominios			
Nombre	Descripción	Codigo	Descripción
Vereda-Municipio	Nombre-vereda	1	San Luis
		2	La Victoria
		3	Agua Bonita
		4	Subia Oriental
		5	Jalisco
Nombre_punto	Tipo de obra o punto identificado	1	Cuneta
		2	Cabezal ent-Sal
		3	Gavion
		4	Muro de Contencion
		5	Talud
		6	Punto de referencia
		7	Placa huella
		8	Otro
Tipo_daño	Daño que presenta la estructura	1	deterioro o daño en la estructura
		2	Acumulacion de sedimentos y maleza
		3	Deterioro y acumulacion de sedimentos de maleza
		4	Degradacion de Talud
		5	Otro
		6	No presenta daños
Via	Condiciones de la via	1	Pavimentada
		2	Sin pavimentar
Ancho_via	Ancho de la via	1	> o = a 6 metros
		2	< a 6 metros
Estado	Calificacion de la obra identificada	1	Aprobado
		2	Sin aprobar
Drenaje	Clase de drenaje	1	Natural
		2	Superficial
Tipo de drenaje	clasificacion de drenaje	1	Transversal
		2	Longitudinal
Medidas.Cabezal.Entrada( Alto,largo,ancho)	Medidas cabezal de entrada		
Medidas.Cabezal.Salida.(Alto,largo,ancho)	Medicas Cabezal de salida		
Descripcion	Descripcion del punto		

*Tabla 2 Dominios Geodatabase personal Fuente: Autores*

### 7.4.3.3. Modelo Cartográfico del sistema.

El modelado cartográfico supone el uso de modelos (de información geoespacial) representados cartográficamente (como mapas).

Luego de haber procesado la captación de datos (GDB, datos de campo) y definir la escala se tiene el resultado cartográfico según las capas en este caso *feature class*.

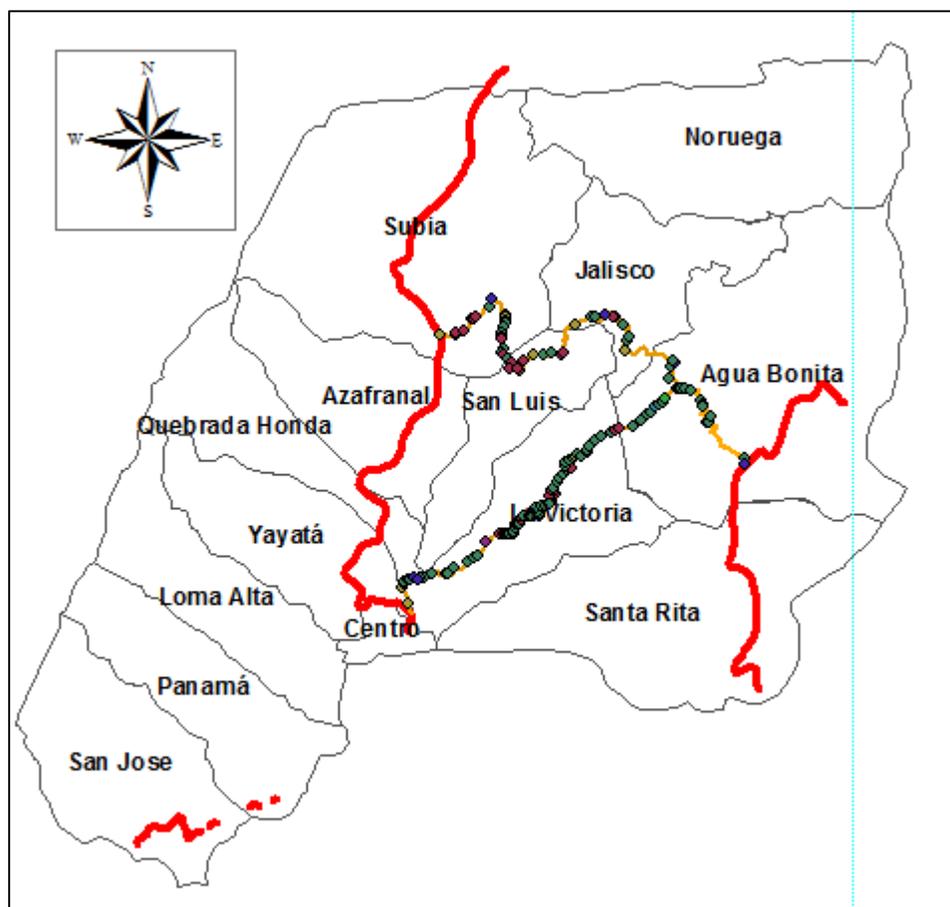


Imagen 9 Modelo cartográfico del sistema Fuente: Autores

#### 7.4.4. Fase 4 : Pruebas

Finalizada la parte del procesamiento de los datos se plasmaron las pruebas mediante las diferentes salidas gráficas y la aplicación web.

En el caso de las salidas graficas se pueden observar en los análisis y resultados teniendo en cuenta las diferentes variables que se tomaron en campo.

A partir de la Personal GDB se ejecutan procesos de creación de cartografía temática y creación de una aplicación web con las diferentes herramientas y extensiones del software ArcGis.

Crear un cuenta en Arcgis Online es el primer paso para construir la aplicación ya que directamente desde el ArcMap abriendo la cuenta online se pueden publicar los servicios requeridos .

Una vez se han publicado los servicios en ArcGis online deben aparecer dentro del contenido de la cuenta.

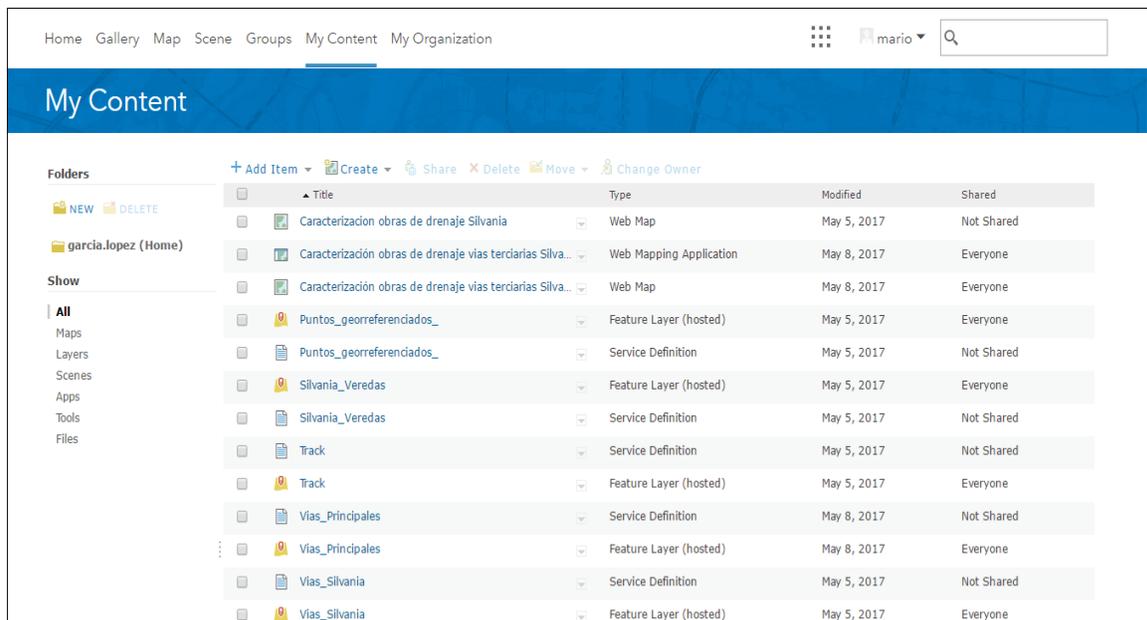


Imagen 10 Contenido en la cuenta ArcGis Online



**IMPLEMENTACIÓN DE UN SIG PARA CARACTERIZAR OBRAS DE DRENAJE QUE HACEN  
PARTE DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL TERCIARIA DEL SECTOR ORIENTAL DEL MUNICIPIO DE SILVANIA.**

La publicación de los servicios se realizó por cada uno de los *feature class* (Puntos\_georreferenciados\_ ,Silvania\_Veredas, Track, Vias\_Silvania), por lo tanto, la información fue organizada dentro de un solo mapa y se procedió a guardar como un mapa web dentro del mismo contenido.

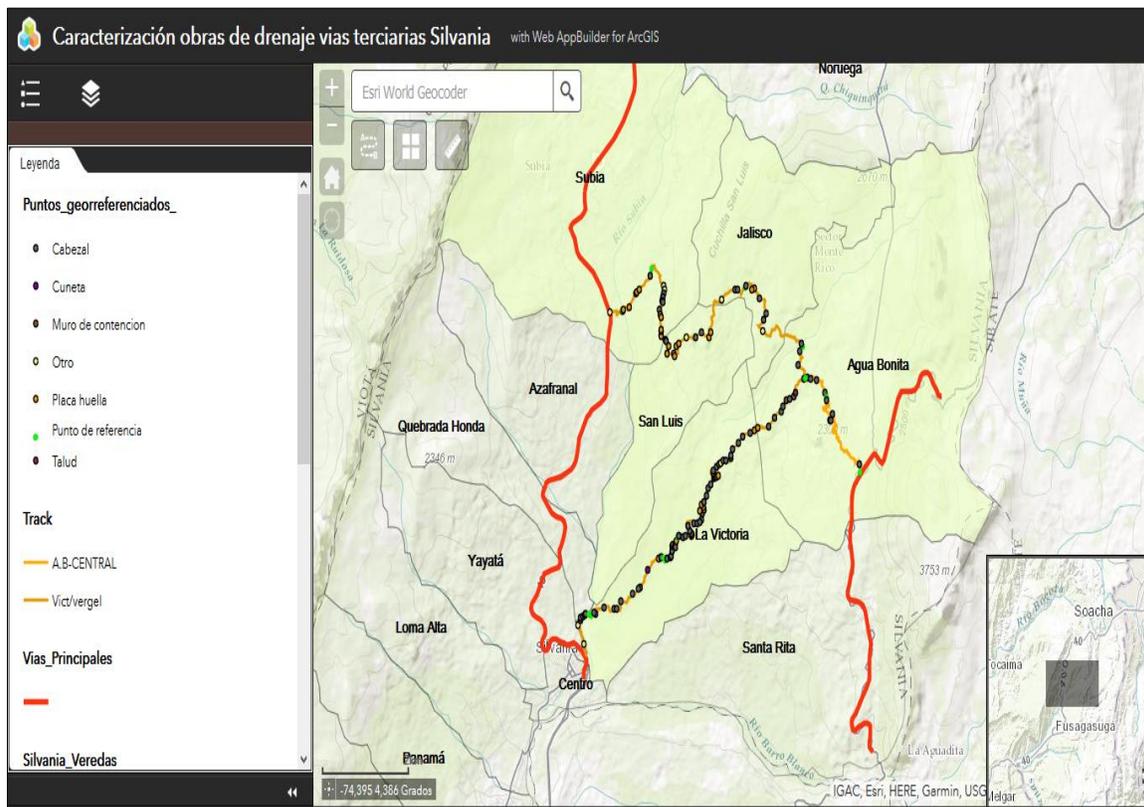
Una vez se tiene guardado el mapa web dentro de la tabla de contenido se procede a la opción *share* o compartir la cual nos da el acceso a la herramienta del Arcgis Online “ *Web App Builder*” como lo dice su traducción “ Constructor de aplicaciones web”, desde allí se construye la aplicación web adquiriendo los diferentes estilos y widgets (que facilitan el acceso a funciones frecuentemente usadas y dispone información visual) que se consideren importantes según la temática.

Para mayor informacion pueden acceder al siguiente link para observar la aplicación web.

<http://garcia-lopez.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=2bf4fe42d39440ad9c6069438302828>



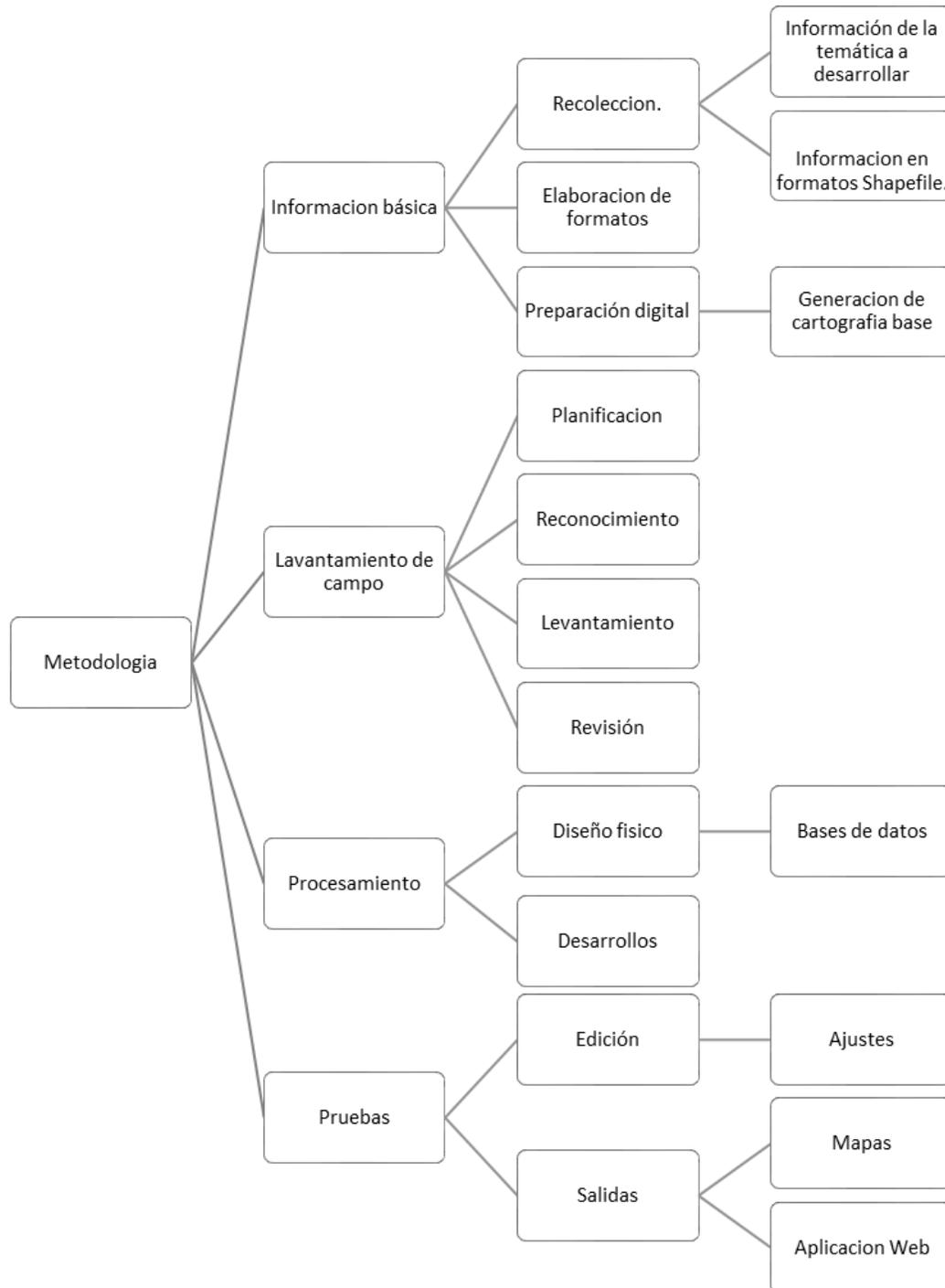
**IMPLEMENTACIÓN DE UN SIG PARA CARACTERIZAR OBRAS DE DRENAJE QUE HACEN PARTE DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL TERCIARIA DEL SECTOR ORIENTAL DEL MUNICIPIO DE SILVANIA.**



*Imagen 11 Aplicación Web Fuente: Autores*

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SIG PARA CARACTERIZAR OBRAS DE DRENAJE QUE HACEN PARTE DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL TERCIARIA DEL SECTOR ORIENTAL DEL MUNICIPIO DE SILVANIA.**

*Diagrama 1 Metodología*





## **8. Análisis y resultados**

Mediante las herramientas suministradas por el Sistema de Información Geográfica, a continuación, se presentará un análisis estadístico de la información obtenida a través del desarrollo e implementación del sistema.

A partir de salidas graficas generadas con la informacion recolectada durante el trabajo de campo se brindan los respectivos analisis, esto implica disipar las dudas que se tenga sobre algun motivo relacionado con la intervencion de estas obras de drenaje que hacen parte de la infraestructura vial tipo tres que comprenden las veredas de La Victoria, Jalisco, San Luis , Subia oriental y Agua Bonita . Para esta fase del proyecto se plantea la siguiente preguntas: ¿ Los analisis y resultados esperados contribuyen de alguna u otra forma a la inspección y mantenimiento del estado en el que se encuentra el sistema de drenaje? .

El analizar las variables que se recolectaron en campo mediante las salidas graficas genera mayor comprension en cuanto a un balance y reporte de las informacion espacial, teniendo en cuenta que a traves de la aplicación web se puede observar cada uno de los puntos con sus atributos y adjunto, pero no se hay un inventario de los datos que componen el sistema de información geográfica.

### **8.1.Actualizacion division politica del municipio**

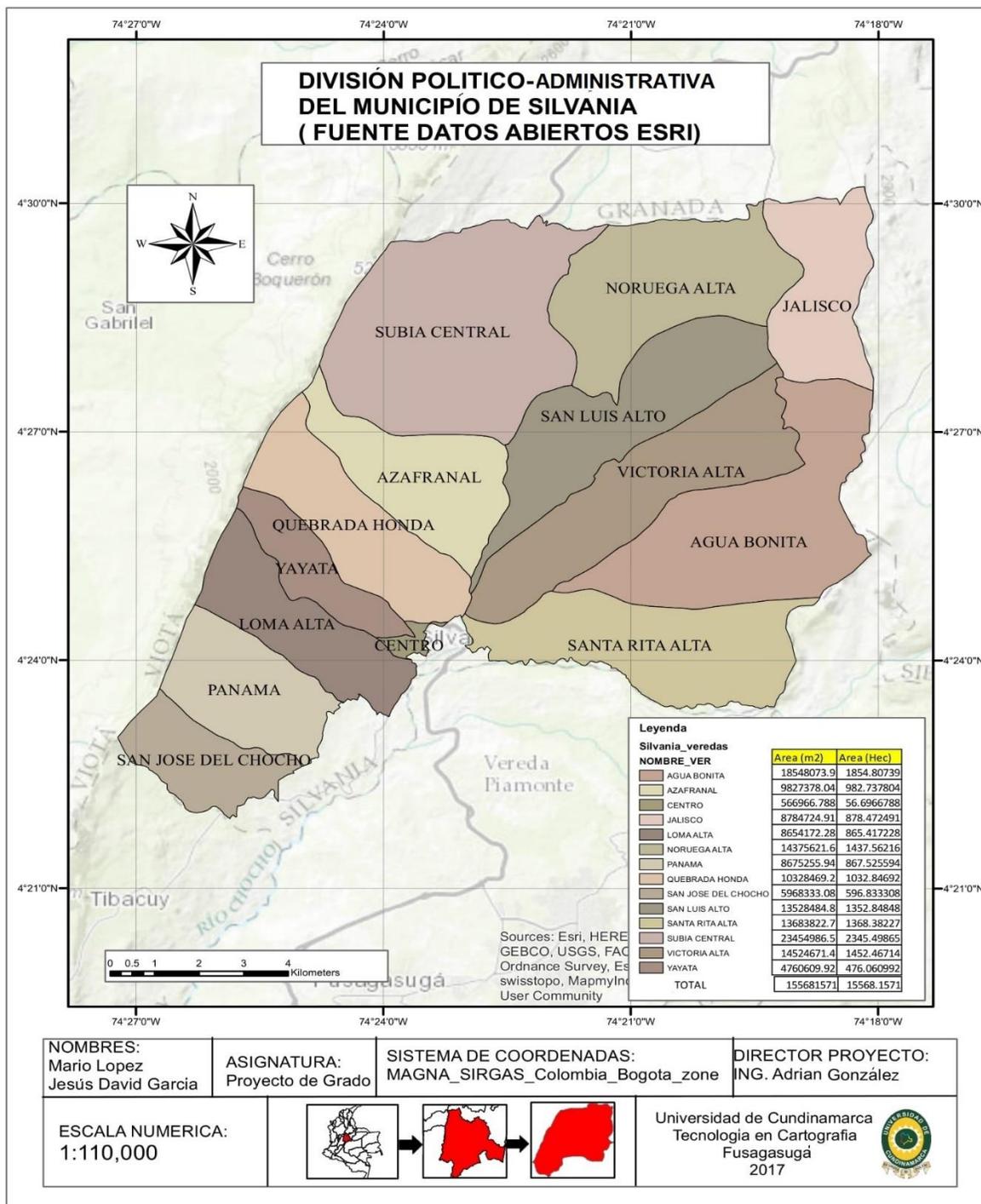
Durante el proceso de realizár el Sistema de Informacion Geográfica se requiere una base de datos estructurada con información actualizada y puntual, el shapefile que posee el municipio de Silvania esta desactualizado y no corresponde al área total y la ubicación de las veredas que lo conforman. Por tal motivo se vio la necesidad de hacer la actualizacion de la division politico-administrativa del municipio para dar a la comunidad informacion geografica generando un producto capaz de atraer y admitir conocimientos. A continuación se tiene un balance entre la información actualizada y la desactualizada.



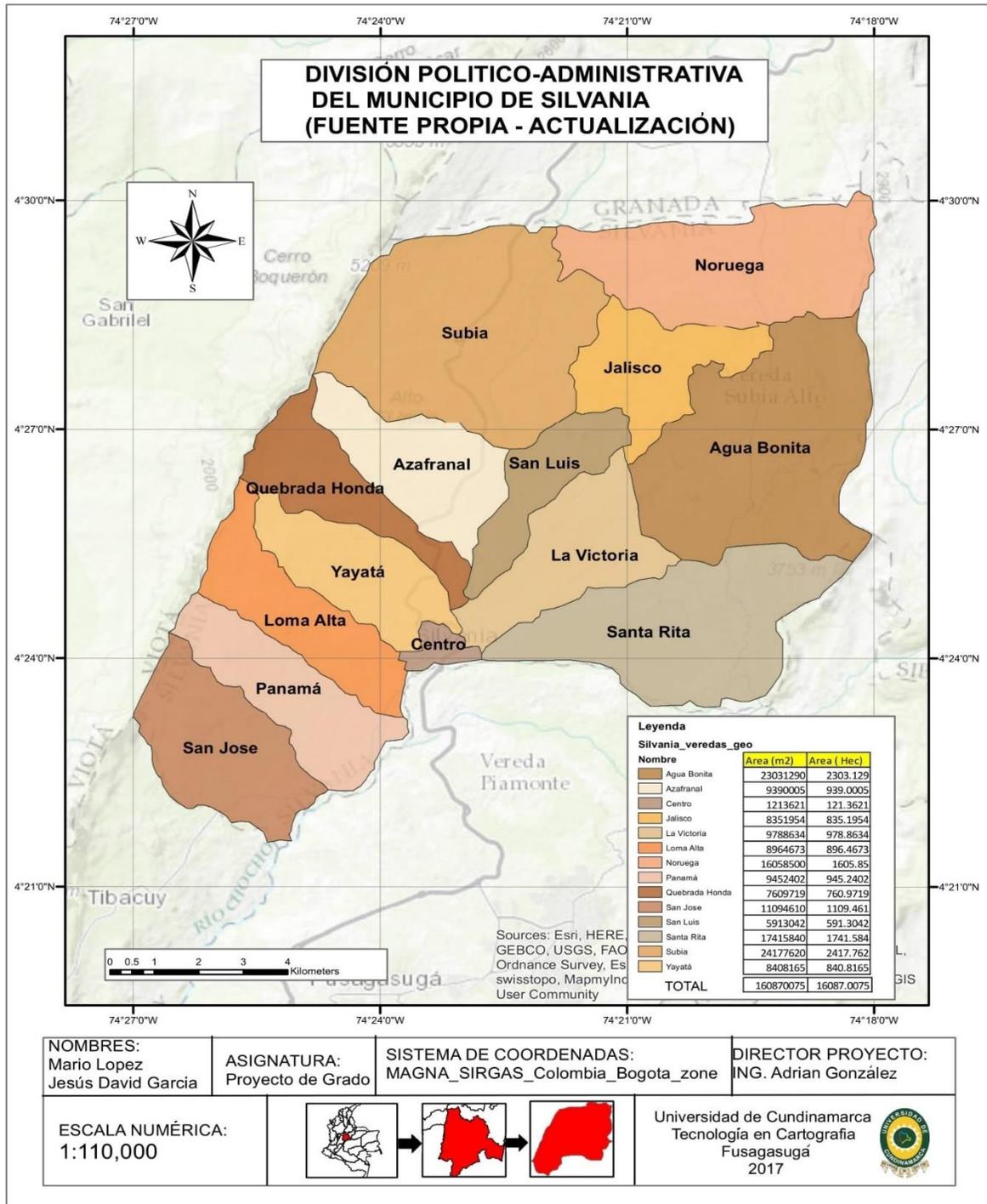
**UDEC**  
UNIVERSIDAD DE  
CUNDINAMARCA

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SIG PARA CARACTERIZAR OBRAS DE DRENAJE QUE HACEN PARTE DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL TERCIARIA DEL SECTOR ORIENTAL DEL MUNICIPIO DE SILVANIA.**

Se espera que mediante el shapefile actualizado la cartografía del municipio sea concreta y válida ya que hay documentos cartograficos representados con información desactualizada creando inconvenientes en cuanto a la imagen que se tiene del municipio y la información espacial requerida para proyectos futuros.



Mapa 2 División político-administrativa del municipio de Silvania Fuente : Datos Abiertos ESRI



Mapa 3 División político-administrativa del municipio de Silvania Fuente: Autores

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SIG PARA CARACTERIZAR OBRAS DE DRENAJE QUE HACEN PARTE DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL TERCIARIA DEL SECTOR ORIENTAL DEL MUNICIPIO DE SILVANIA.**

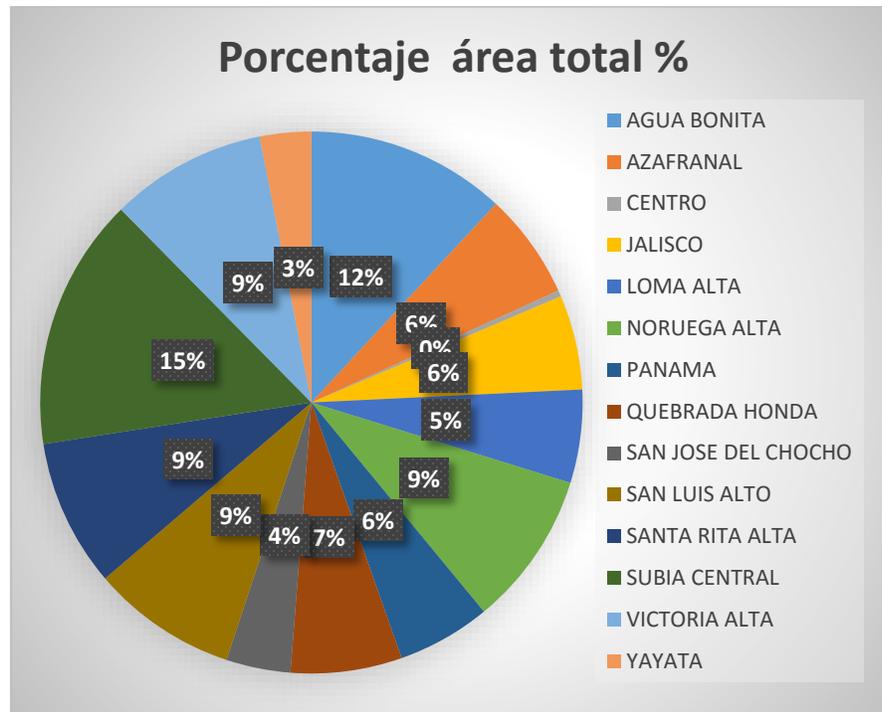


Diagrama 2 Porcentaje de área desactualizado Fuente : Autores

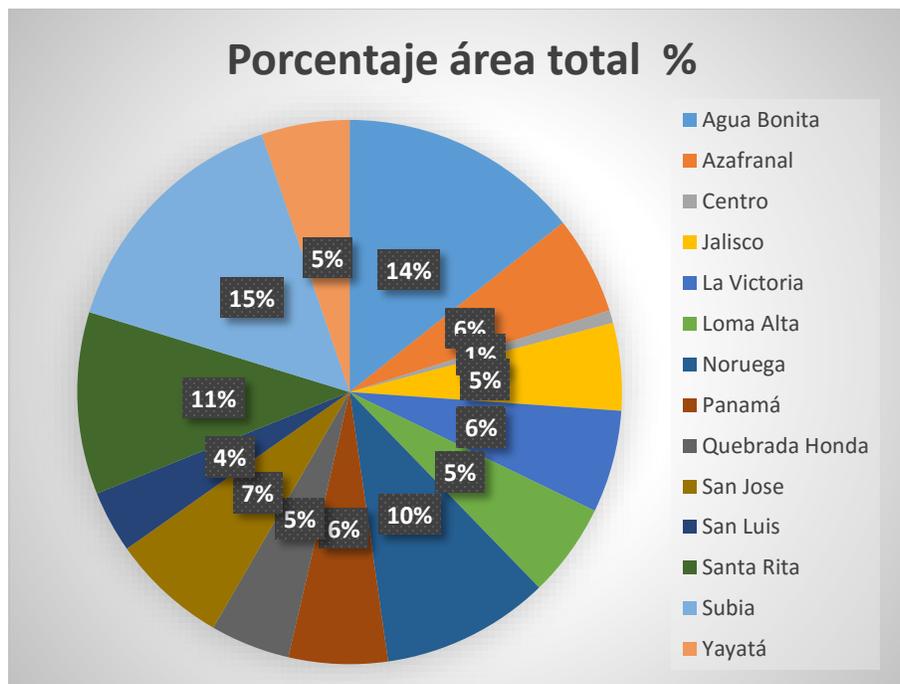


Diagrama 3 Porcentaje de área actualizado Fuente: Autores



**IMPLEMENTACIÓN DE UN SIG PARA CARACTERIZAR OBRAS DE DRENAJE QUE HACEN PARTE DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL TERCIARIA DEL SECTOR ORIENTAL DEL MUNICIPIO DE SILVANIA.**

Según los diagramas se procede a hacer una comparación entre los porcentajes del área de cada una de las veredas del municipio de Silvania.

<b>Vereda</b>	<b>% Actualizado</b>	<b>% Desactualizado</b>
Agua Bonita	14	12
Azafranal	6	6
Centro	1	0
Jalisco	5	6
La Victoria	6	9
Loma Alta	5	5
Noruega	10	9
Panamá	6	6
Quebrada Honda	5	7
San Jose	7	4
San Luis	4	9
Santa Rita	11	9
Subia	15	15
Yayatá	5	3

*Tabla 3 Comparación entre porcentajes Fuente: Autores*



**IMPLEMENTACIÓN DE UN SIG PARA CARACTERIZAR OBRAS DE DRENAJE QUE HACEN PARTE DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL TERCIARIA DEL SECTOR ORIENTAL DEL MUNICIPIO DE SILVANIA.**

Nombre	Area (m)	Area ( Hectáreas)
Agua Bonita	23031290	2303.129
Azafranal	9390005	939.0005
Centro	1213621	121.3621
Jalisco	8351954	835.1954
La Victoria	9788634	978.8634
Loma Alta	8964673	896.4673
Noruega	16058500	1605.85
Panamá	9452402	945.2402
Quebrada Hc	7609719	760.9719
San Jose	11094610	1109.461
San Luis	5913042	591.3042
Santa Rita	17415840	1741.584
Subia	24177620	2417.762
Yayatá	8408165	840.8165
Total	160870075	16087.0075

*Tabla 4 Reporte área división política-administrativa (Actualizada) Fuente: Autores*

Nombre-Vereda	Area (m)	Area (Hectáreas)
AGUA BONITA	18548073.9	1854.807393
AZAFRANAL	9827378.04	982.7378042
CENTRO	566966.788	56.69667884
JALISCO	8784724.91	878.4724906
LOMA ALTA	8654172.28	865.417228
NORUEGA ALTA	14375621.6	1437.562159
PANAMA	8675255.94	867.5255935
QUEBRADA HONDA	10328469.2	1032.846916
SAN JOSE DEL CHOCH	5968333.08	596.833308
SAN LUIS ALTO	13528484.8	1352.848476
SANTA RITA ALTA	13683822.7	1368.382268
SUBIA CENTRAL	23454986.5	2345.498655
VICTORIA ALTA	14524671.4	1452.467144
YAYATA	4760609.92	476.0609916
TOTAL	155681571	15568.1571

*Tabla 5 Reporte área división política-administrativa (Desactualizada) Fuente: Autores*



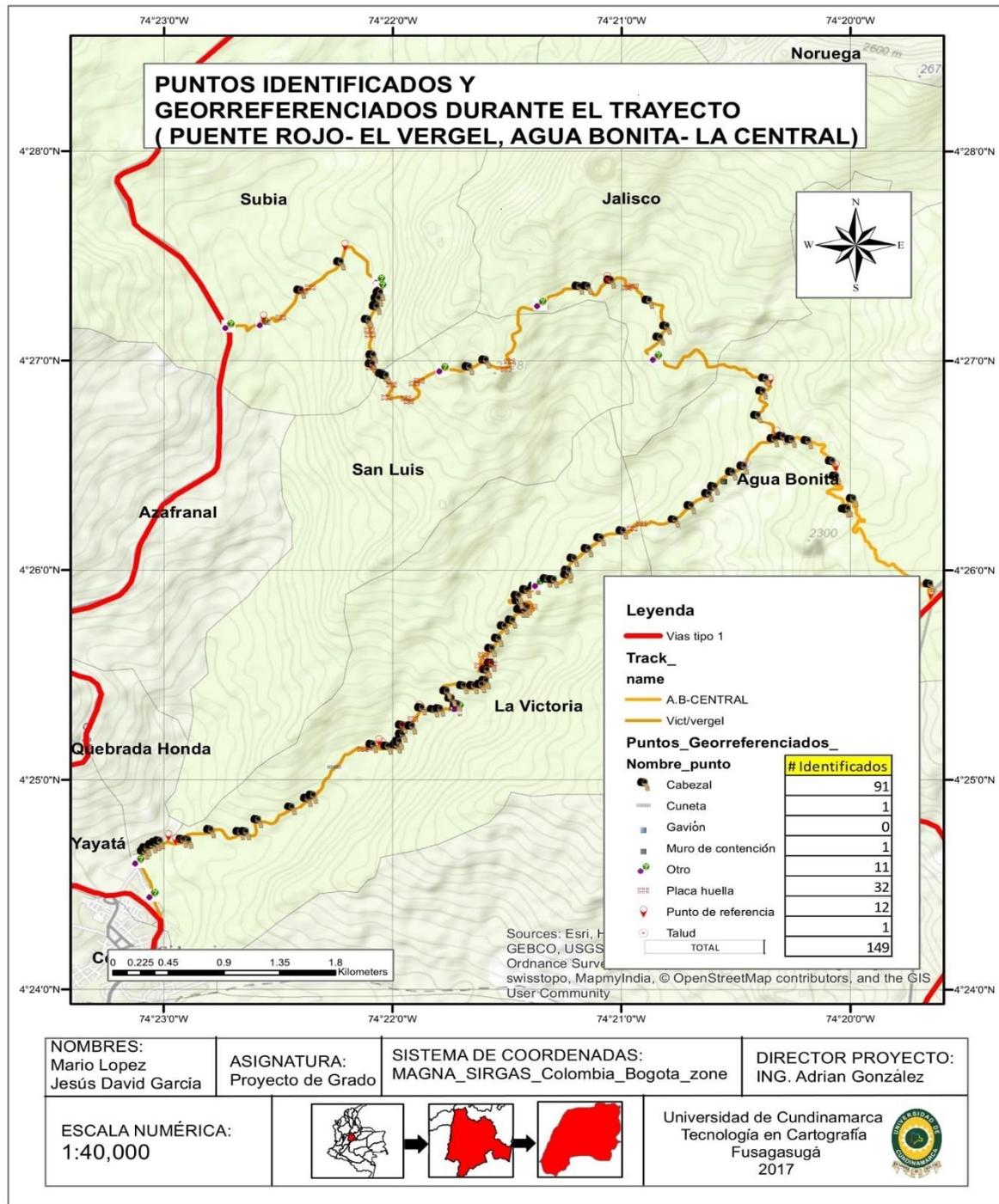
## **8.2. Obras y puntos identificados**

- Este análisis es el más importante debido a la información geográfica que se levantó en campo ya que para la construcción del SIG los datos son pieza fundamental.
- Se espera que con los diferentes análisis que se tienen sobre las obras identificadas sirvan como evidencia para que la oficina de planeación del municipio se apodere de la situación y se realice una inspección para que las obras cumplan correctamente sus funciones y se mejore la calidad de las vías del municipio.

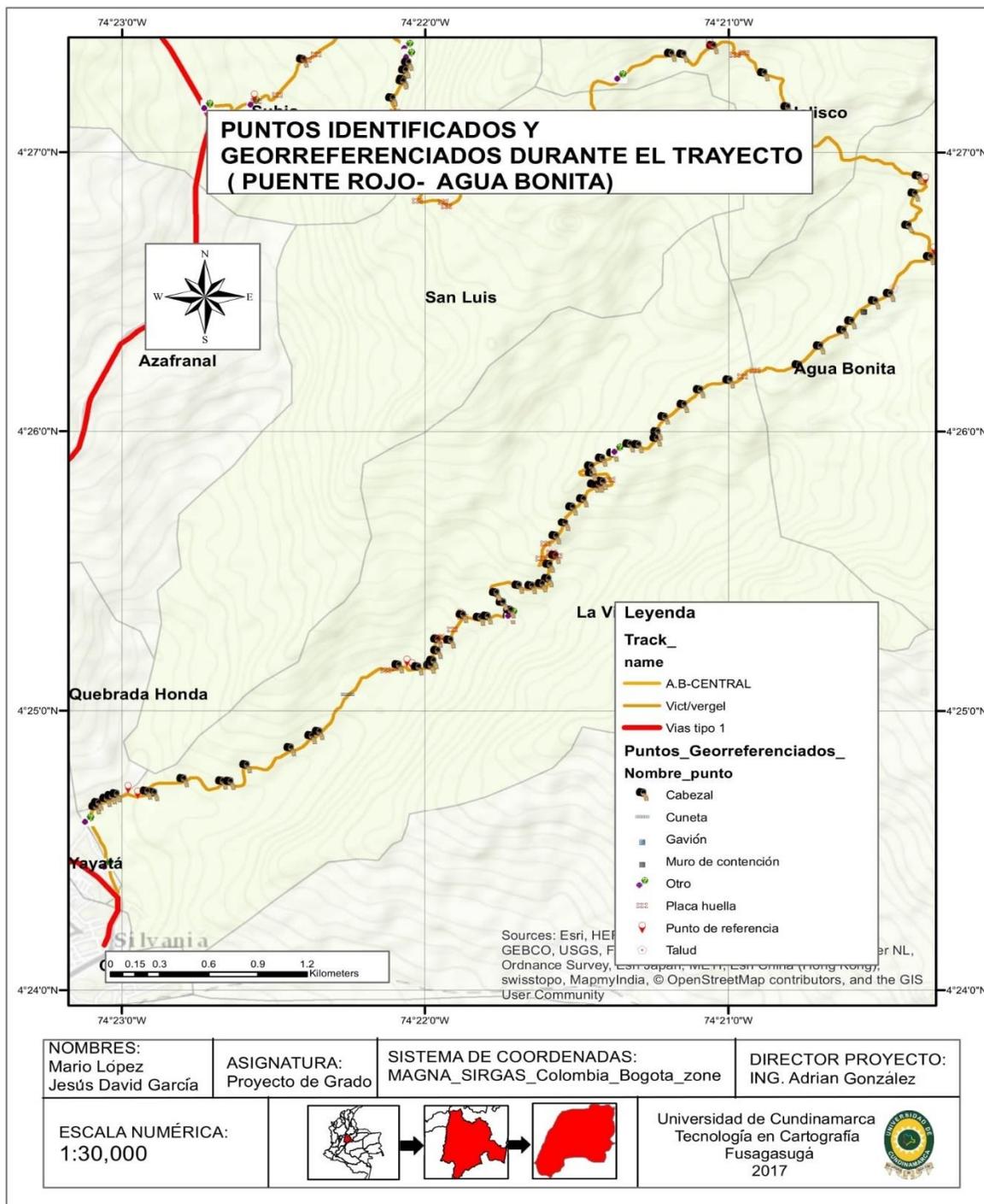
Se tienen en cuenta 4 salidas graficas en este análisis: una general y las otras repartidas en 3 sectores para tener mayor visibilidad de los puntos identificados durante el trayecto.



**IMPLEMENTACIÓN DE UN SIG PARA CARACTERIZAR OBRAS DE DRENAJE QUE HACEN PARTE DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL TERCIARIA DEL SECTOR ORIENTAL DEL MUNICIPIO DE SILVANIA.**

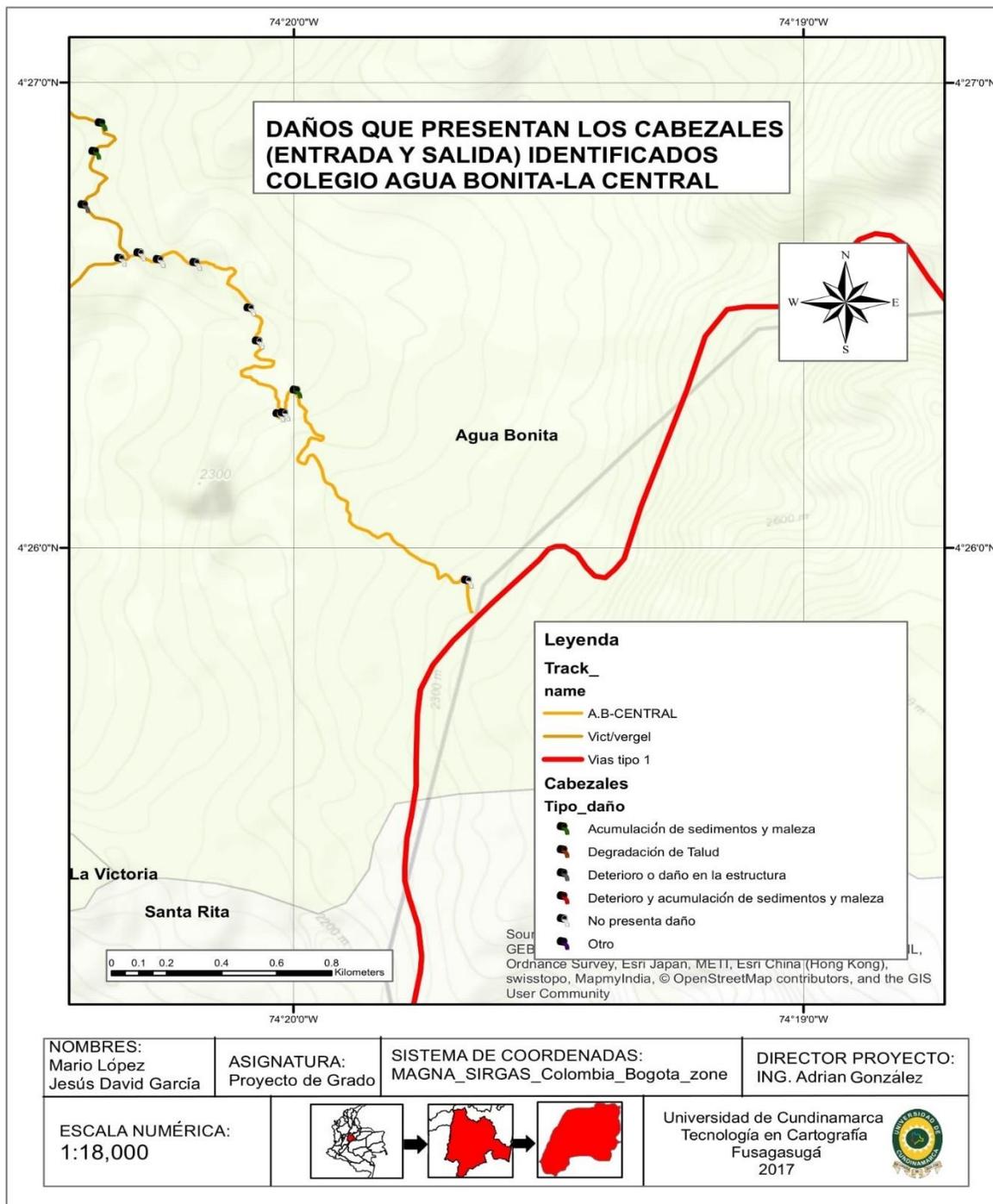


Mapa 4 Puntos identificados y georreferenciados durante el trayecto Fuente: Autores



Mapa 5 Puntos identificados y georreferenciados durante el trayecto (Puente Rojo-Agua Bonita) Fuente: Autores





Mapa 7 Puntos identificados y georreferenciados durante el trayecto (Agua Bonita- La Central) Fuente: Autores

- La leyenda del mapa nos proporciona la información clasificada contenida en el mismo, allí especifica los distintos atributos que son tenidos en cuenta para conformar la base de datos teniendo como referencia la infraestructura vial tipo tres.

Leyenda	
	Vias tipo 1
<b>Track_</b>	
<b>name</b>	
	A.B-CENTRAL
	Vict/vergel
<b>Puntos_Georeferenciados_</b>	
<b>Nombre_punto</b>	<b># Identificados</b>
Cabezal	91
Cuneta	1
Gavion	0
Muro de contencion	1
Otro	11
Placa huella	32
Punto de referencia	12
Talud	1
<b>TOTAL</b>	<b>149</b>

*Imagen 12 Convenciones de puntos identificados*

-En la imagen anterior se resaltan con una categorización los tipos de obras que se identificaron con su respectivo reporte el cual nos indica que existen siete tipos de estructuras de drenaje encontradas en el trayecto y una denominada (Otro) relacionada con esas obras adyacentes tales como cajas de acueducto, quiebra patas (rejillas) etc.

- En el reporte y el diagrama se puede observar que hay un total de 149 obras identificadas y los cabezales con 91 obras pertenecientes a un 61 % de las obras totales identificadas son los que predominan sobre las vías terciarias del municipio.



**IMPLEMENTACIÓN DE UN SIG PARA CARACTERIZAR OBRAS DE DRENAJE QUE HACEN PARTE DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL TERCIARIA DEL SECTOR ORIENTAL DEL MUNICIPIO DE SILVANIA.**

Nombre_punto	# Identificados
Cabezal	91
Cuneta	1
Gavión	0
Muro de contencion	1
Otro	11
Placa huella	32
Punto de referencia	12
Talud	1
<b>TOTAL</b>	<b>149</b>

Tabla 6 Reporte de obras identificadas Fuente: Autores

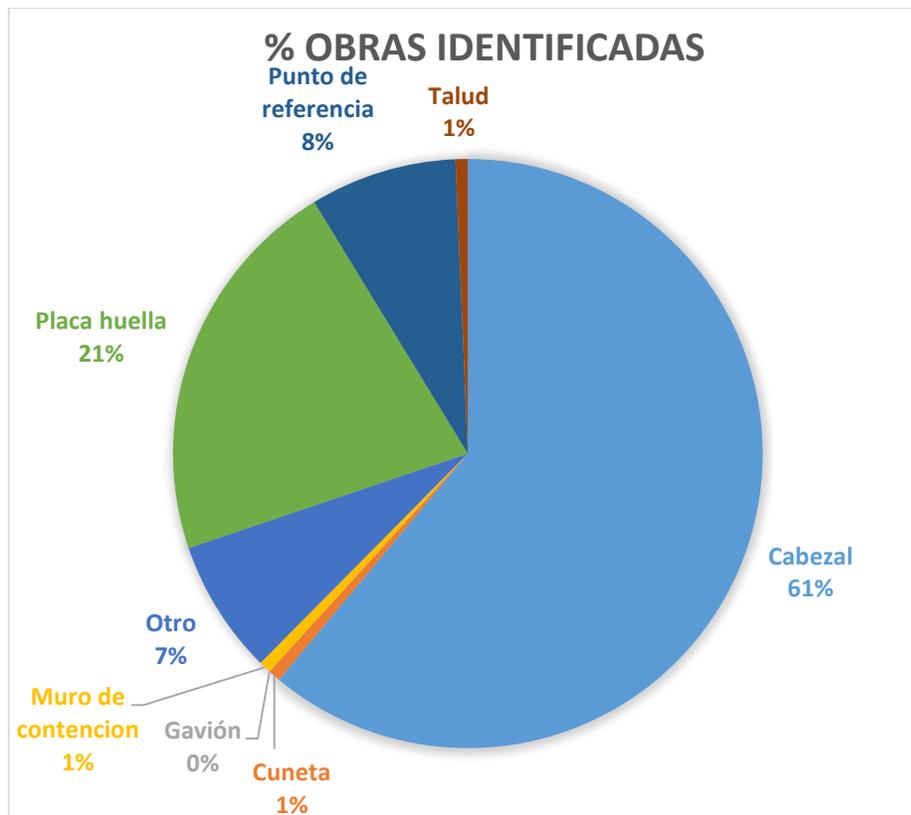


Diagrama 4 Porcentaje de obras identificadas Fuente: Autores

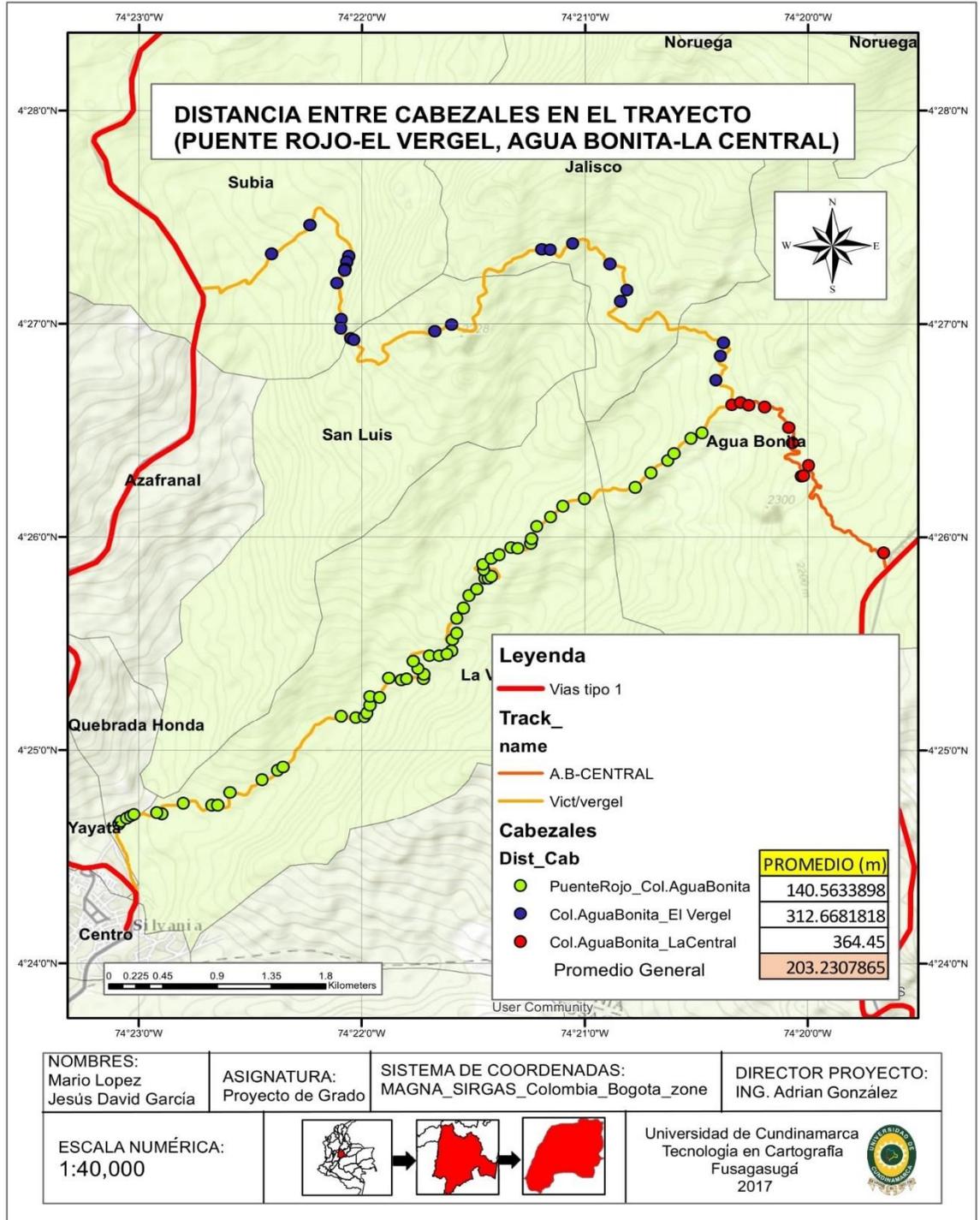


### **8.3. Distancia entre cabezales**

- Los cabezales como principales factores de identificación y caracterización durante el trabajo de campo son fundamentales sobre las vías terciarias ya que son los encargados de la evacuación de la escorrentía y su función es drenar corrientes de agua permanentes o estacionales. Este tipo de drenaje permite el paso transversal del agua que cruza el eje de la vía para que la circulación del agua sea eficiente y no provoque estancamientos o aumentos de velocidad causante de erosiones.
- Según el trabajo de campo realizado fue evidenciado que las zonas donde hay menor número de obras de drenaje, por lo tanto la distancia en promedio en metros entre cada una de las obras es muy alto poseen fallas en cuanto a la infraestructura vial como lo son deterioros sobre la rasante debido a que hacen falta estructuras que se encarguen de drenar las aguas tales como lluvia y escorrentía que se depositan sobre las vías provocando estancamiento del agua y generando inconvenientes en cuanto a la movilidad, transporte público y de productos agropecuarios.
- Se espera mediante este análisis que el ente encargado en este caso la oficina de planeación con ayuda de la gobernación esté al tanto de la situación y pueda ser establecido un proyecto para la creación de estructuras de drenaje en las zonas más afectadas sobre las vías terciarias del municipio de Silvania.



**IMPLEMENTACIÓN DE UN SIG PARA CARACTERIZAR OBRAS DE DRENAJE QUE HACEN PARTE DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL TERCIARIA DEL SECTOR ORIENTAL DEL MUNICIPIO DE SILVANIA.**



NOMBRES:  
Mario Lopez  
Jesús David García

ASIGNATURA:  
Proyecto de Grado

SISTEMA DE COORDENADAS:  
MAGNA\_SIRGAS\_Colombia\_Bogota\_zone

DIRECTOR PROYECTO:  
ING. Adrian González

ESCALA NUMÉRICA:  
1:40,000



Universidad de Cundinamarca  
Tecnología en Cartografía  
Fusagasugá  
2017



Mapa 8 Distancia entre cabezales Fuente: Autores



Imagen 13 Convenciones mapa distancia entre cabezales

- La zona de trabajo fue dividida en 3 trayectos que presentan características distintas en cuanto a las condiciones de sus vías, debido a que se evidenció que hay una zona en la cual la vía está en deterioro y se debe a la falta de estructuras de drenaje (cabezales) para controlar la evacuación de agua de escorrentías y drenar las corrientes de agua.
- Según las convenciones del mapa en el trayecto de color verde entre Puente rojo y el Colegio de Agua Bonita el promedio de distancia entre cabezales es de 140.563 m siendo un promedio aceptable teniendo en cuenta la cantidad de estructuras de cabezales que posee ese sector, se evidencia en el trabajo de campo que la vía presenta condiciones aptas para el transporte público y de productos agropecuarios de la región debido al buen uso y la cantidad de los drenajes.
- El trayecto de color azul entre el Colegio de Agua Bonita y El vergel tiene un promedio de distancia entre cabezales de 312.668 metros siendo un promedio muy elevado en cuanto al manejo de drenajes que requiere una vía terciaria, a causa del factor promedio entre los cabezales o alcantarillados se evidencia que la zona presenta un deterioro



**IMPLEMENTACIÓN DE UN SIG PARA CARACTERIZAR OBRAS DE DRENAJE QUE HACEN PARTE DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL TERCIARIA DEL SECTOR ORIENTAL DEL MUNICIPIO DE SILVANIA.**

sobre la rasante de las vías terciarias por la falta de cabezales y manejo de cunetas naturales por parte de los propietarios en los distintos predios.



*Fotografía 7 Vías en mal estado sector Jalisco. Fuente: Autores*

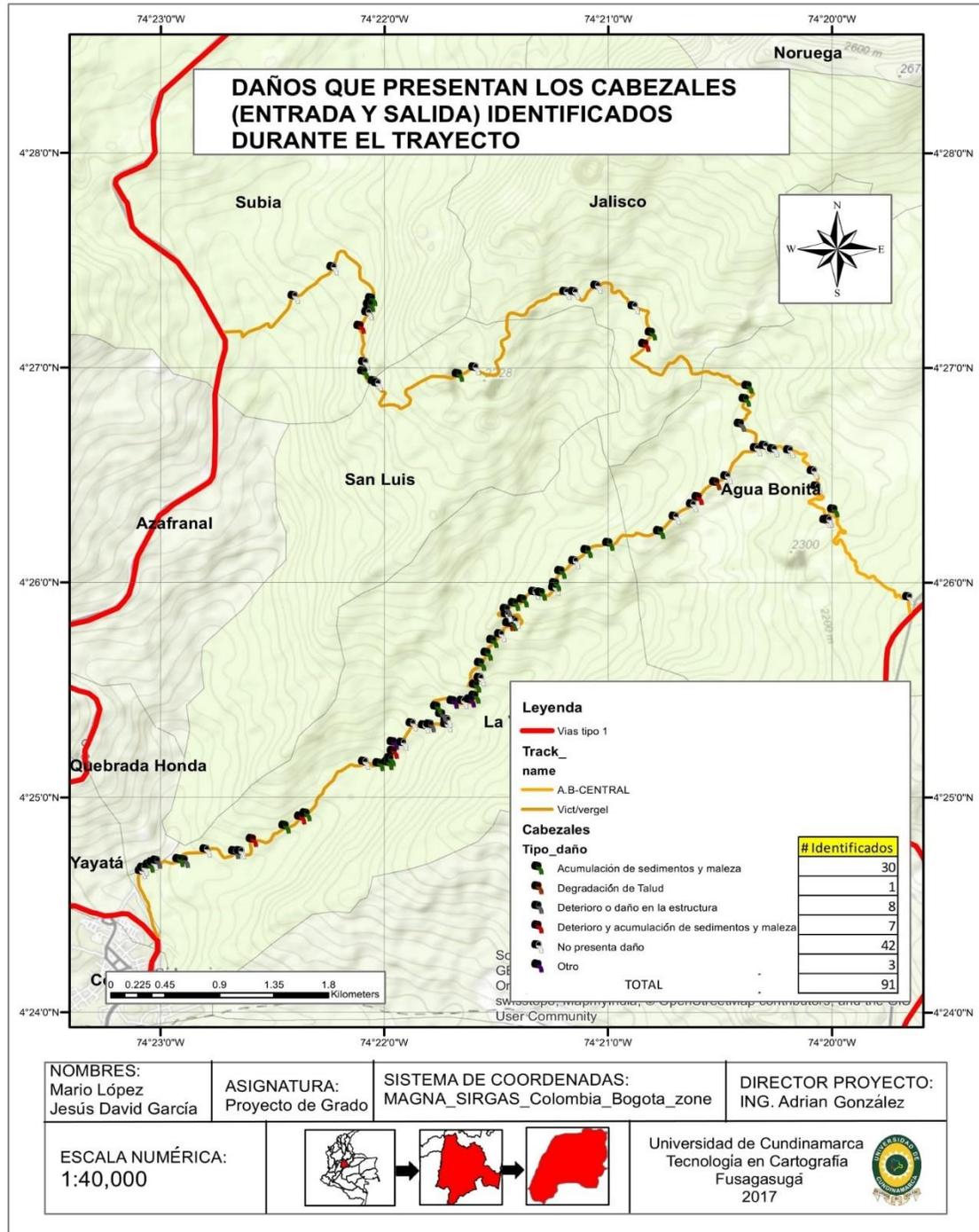
- Mientras que el trayecto de color rojo desde el Colegio de Agua Bonita hasta la central al tener un mayor promedio de distancia entre las estructuras de cabezales no presentan inconvenientes debido a que la vía está totalmente pavimentada y sus obras presentan óptimas condiciones en cuanto a estructura y funciones .

#### **8.4. Daños que presentan los cabezales**

- Las obras que predominan en las vías terciarias son los cabezales de entrada y salida, por lo tanto, se realiza un balance de los daños que poseen estas estructuras. Se representan igualmente por medio de una categorización correspondiente estableciendo posibles hipótesis negativas buscando identificar los componentes y evaluación para la toma de decisiones sobre los dichos daños presentes en la estructura de drenaje que hace parte de la infraestructura vial tipo tres en la zona oriental del municipio de Silvania.
- Para contar con una mayor visualización sobre la temática de daños que poseen estas estructuras se determinaron tres zonas con el fin de concebir un análisis estadístico detalladamente mediante 4 salidas gráficas .



**IMPLEMENTACIÓN DE UN SIG PARA CARACTERIZAR OBRAS DE DRENAJE QUE HACEN PARTE DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL TERCIARIA DEL SECTOR ORIENTAL DEL MUNICIPIO DE SILVANIA.**

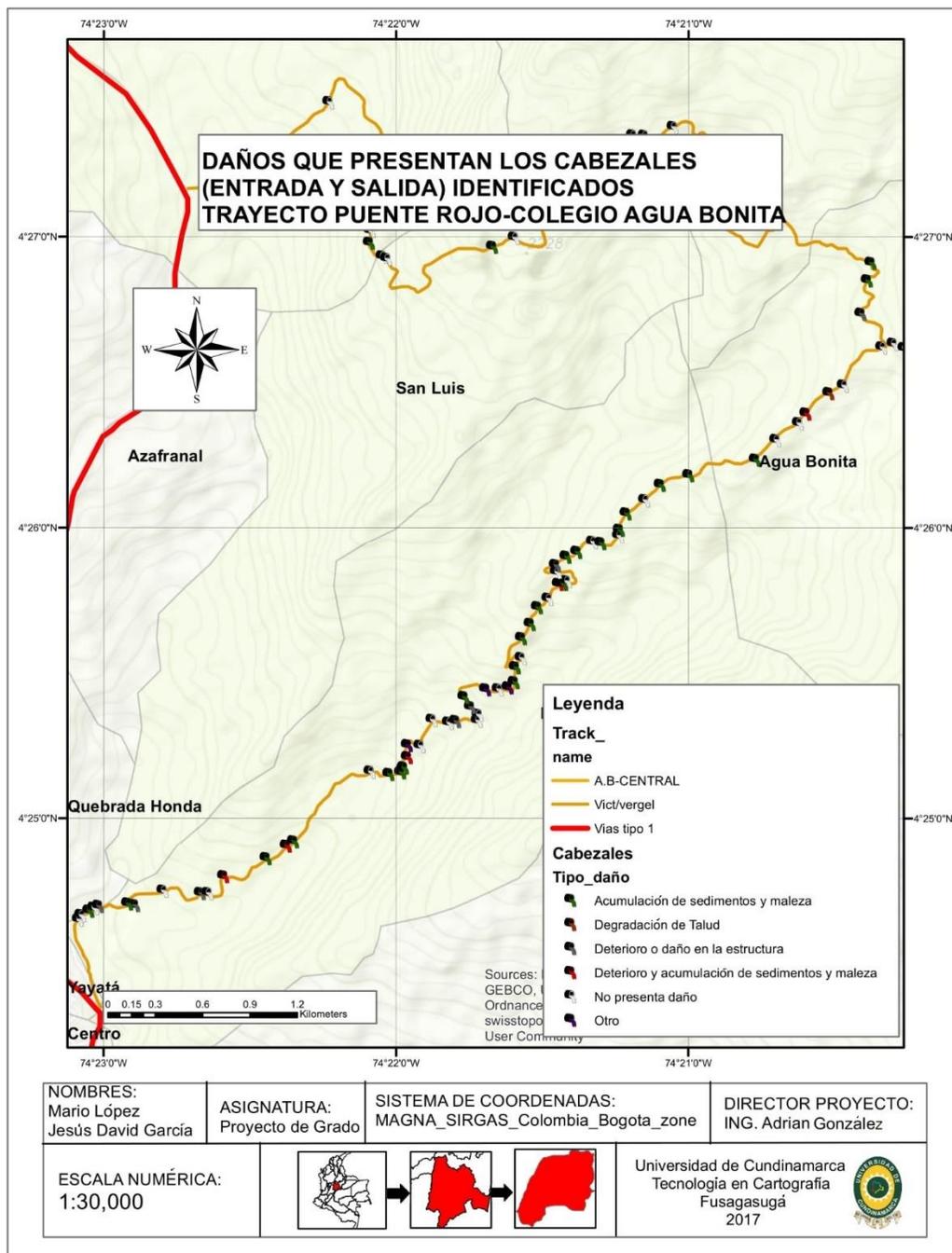


NOMBRES: Mario López Jesús David García	ASIGNATURA: Proyecto de Grado	SISTEMA DE COORDENADAS: MAGNA_SIRGAS_Colombia_Bogota_zone	DIRECTOR PROYECTO: ING. Adrian González
ESCALA NUMÉRICA: 1:40,000			Universidad de Cundinamarca Tecnología en Cartografía Fusagasugá 2017

Mapa 9 Daños cabezales de entrada y salida Fuente: Autores



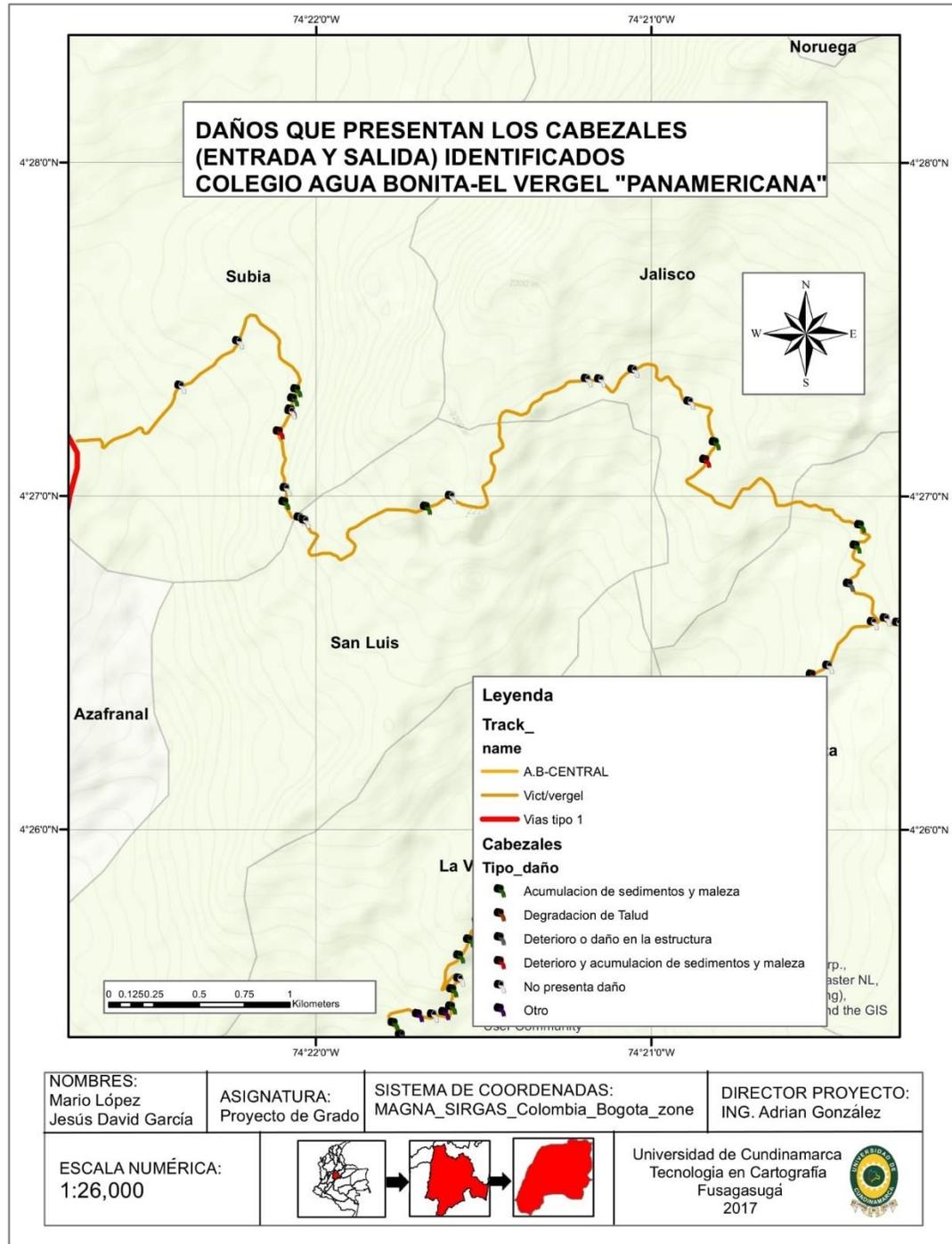
**IMPLEMENTACIÓN DE UN SIG PARA CARACTERIZAR OBRAS DE DRENAJE QUE HACEN PARTE DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL TERCIARIA DEL SECTOR ORIENTAL DEL MUNICIPIO DE SILVANIA.**



Mapa 10 Daños cabezales de entrada y salida (Puente rojo- Colegio Agua Bonita) Fuente: Autores

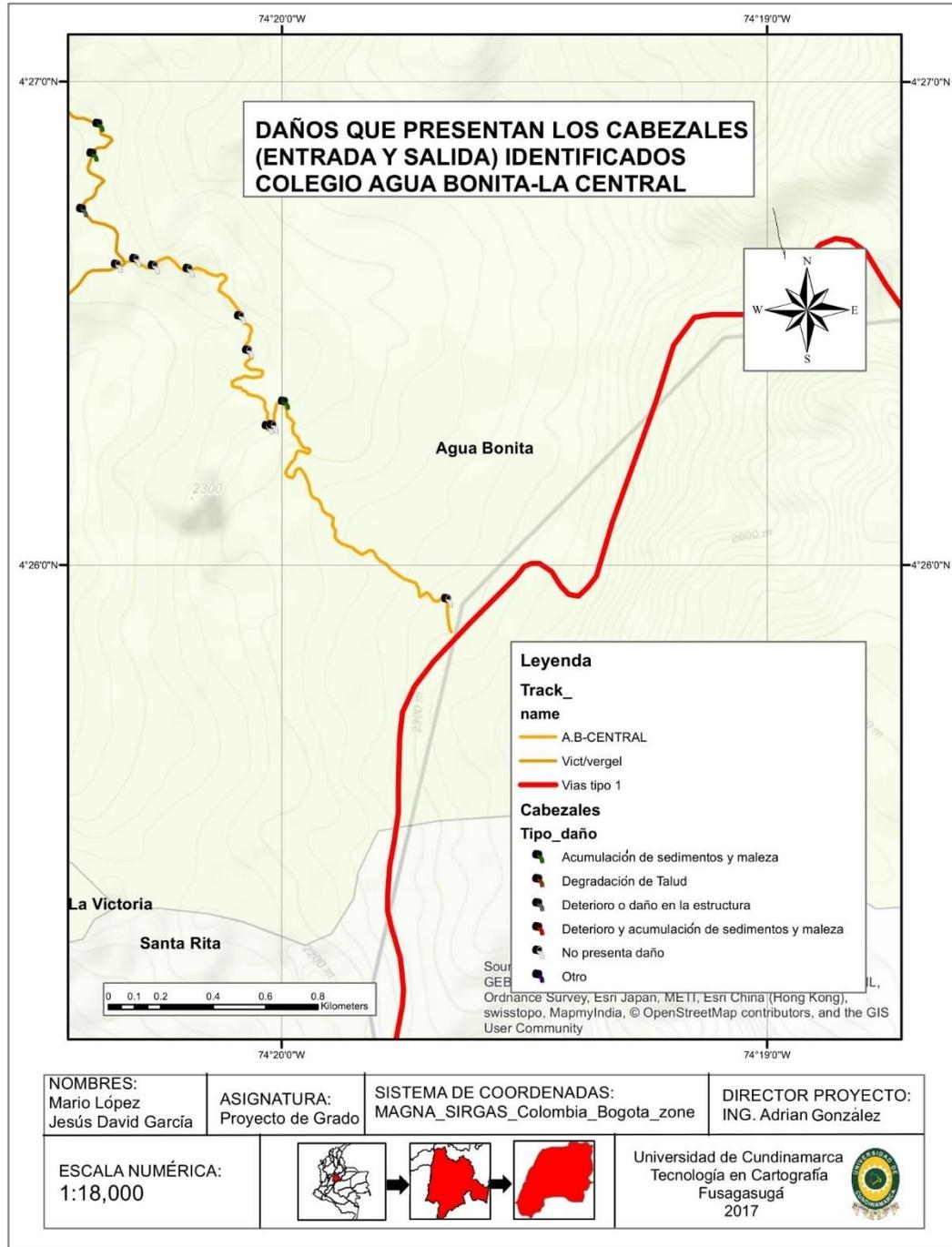


**IMPLEMENTACIÓN DE UN SIG PARA CARACTERIZAR OBRAS DE DRENAJE QUE HACEN PARTE DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL TERCIARIA DEL SECTOR ORIENTAL DEL MUNICIPIO DE SILVANIA.**





**IMPLEMENTACIÓN DE UN SIG PARA CARACTERIZAR OBRAS DE DRENAJE QUE HACEN PARTE DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL TERCIARIA DEL SECTOR ORIENTAL DEL MUNICIPIO DE SILVANIA.**



Mapa 12 Daños cabezales de entrada y salida (Colegio Agua Bonita-la Central) Fuente: Autores

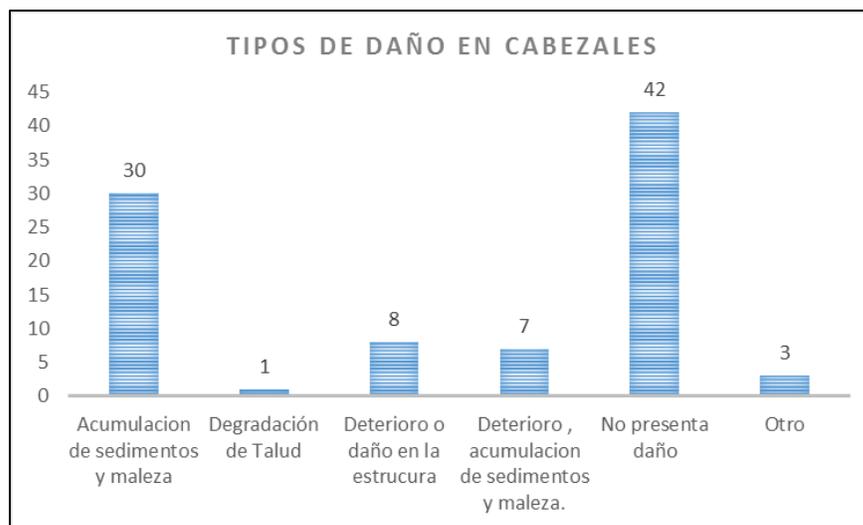
**IMPLEMENTACIÓN DE UN SIG PARA CARACTERIZAR OBRAS DE DRENAJE QUE HACEN PARTE DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL TERCIARIA DEL SECTOR ORIENTAL DEL MUNICIPIO DE SILVANIA.**

Leyenda		
	Vias tipo 1	
Track_ name		
	A.B-CENTRAL	
	Vict/vergel	
Cabezales		
Tipo_daño	# Identificados	
	Acumulacion de sedimentos y maleza	30
	Degradacion de Talud	1
	Deterioro o daño en la estrucura	8
	Deterioro y acumulacion de sedimentos y maleza	7
	No presenta daño	42
	Otro	3
TOTAL		91

*Imagen 14 Convenciones mapa daños en la estructura*

Tipo de daño	# Identificados
Acumulacion de sedimentos y maleza	30
Degradación de Talud	1
Deterioro o daño en la estrucura	8
Deterioro , acumulacion de sedimentos y maleza.	7
No presenta daño	42
Otro	3
TOTAL	91

*Tabla 7 Reporte tipos de daño en cabezales Fuente: Autores*



*Diagrama 5 Tipos de daño en cabezales Fuente : Autores*

### 8.5. Condiciones y porcentaje de placa huella

- La Placa huella es un elemento estructural utilizado en las vías terciarias, con el fin de mejorar la superficie de tránsito vehicular en terrenos que presentan mal estado de transpirabilidad y requiere un mejoramiento a mediano plazo (INVIAS, Sistema Constructivo de Placa Huella).
- Fueron identificadas un total de 16 placas huella durante el trayecto en sentido ( Puente Rojo, La Victoria, Agua Bonita, Jalisto, San Luis y Subia oriental) tomando puntos con el GPS (Waypoints) al inicio y final de cada construccion placa huella.

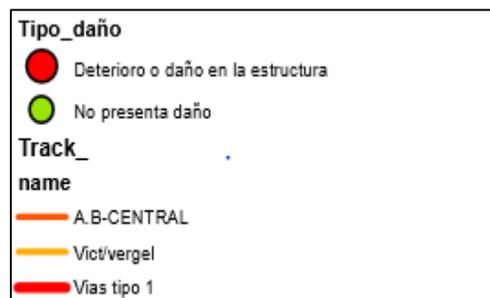


Imagen 15 Convenciones mapa placas huella

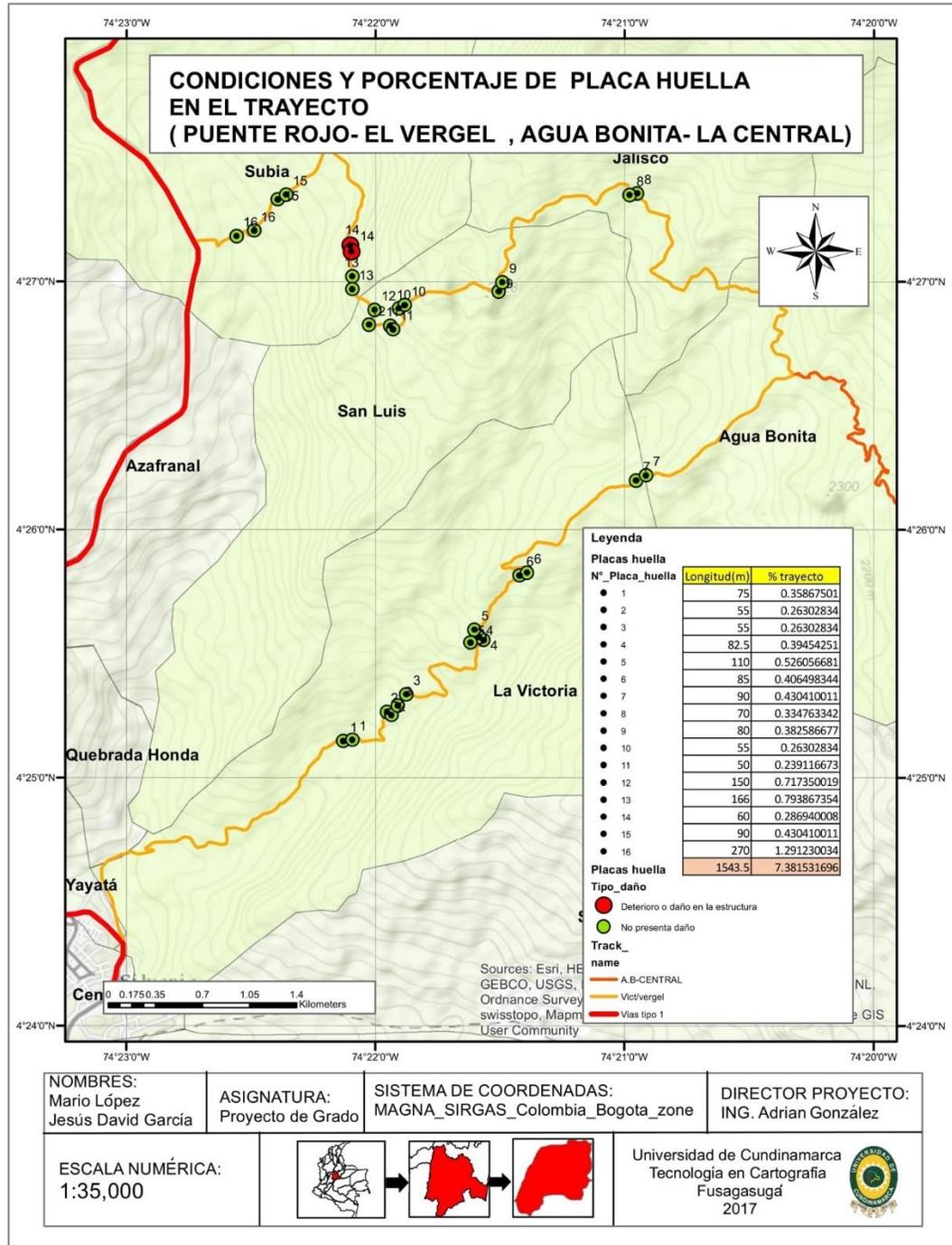
- Se realizo un analisis sobre estas construcciones de placa huella según el tipo de daño que presentan como se puede apreciar en las convenciones, se tiene un saldo positivo en cuanto al resultado de los daños ya que de las 16 placas huella identificadas solo 1 presenta un deterioro o daño en la estructura hacia el sector de Subia oriental.
- El trayecto o zona de estudio tiene una longitud de 20910.29428 m, haciendo el análisis de la longitud total que poseen las placa huella sobre el tramo se estima en un aproximado de 1543.5 m representando un 7.381531696 % del trayecto. El reporte se puede apreciar mas adelante.
- Se espera mediante este analisis estadístico hacer un inventario proporcionando la ubicación que presenta cada una de las construcciones placas huella al igual que su



**UDEC**  
UNIVERSIDAD DE  
CUNDINAMARCA

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SIG PARA CARACTERIZAR OBRAS DE DRENAJE QUE HACEN PARTE DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL TERCIARIA DEL SECTOR ORIENTAL DEL MUNICIPIO DE SILVANIA.**

longitud y porcentaje, para luego determinar zonas aptas que requieren la atención para posibles contrucciones de este tipo.



Mapa 13 Condiciones y porcentaje de placa huella Fuente: Autores



**IMPLEMENTACIÓN DE UN SIG PARA CARACTERIZAR OBRAS DE DRENAJE QUE HACEN PARTE DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL TERCIARIA DEL SECTOR ORIENTAL DEL MUNICIPIO DE SILVANIA.**



*Fotografía 8 Placa huella en buena estado (Vereda San Luis) Fuente: Autores*



*Fotografía 9 Placa huella con deterioro en la estructura (Vereda Subia) Fuente: Autores*



**IMPLEMENTACIÓN DE UN SIG PARA CARACTERIZAR OBRAS DE DRENAJE QUE HACEN PARTE DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL TERCIARIA DEL SECTOR ORIENTAL DEL MUNICIPIO DE SILVANIA.**

N° Placa huella	Longitud(m)	% trayecto
1	75	0.35867501
2	55	0.26302834
3	55	0.26302834
4	82.5	0.39454251
5	110	0.526056681
6	85	0.406498344
7	90	0.430410011
8	70	0.334763342
9	80	0.382586677
10	55	0.26302834
11	50	0.239116673
12	150	0.717350019
13	166	0.793867354
14	60	0.286940008
15	90	0.430410011
16	270	1.291230034
	1543.5	7.381531696

*Tabla 8 Reporte Placas huella Fuente: Autores*

### **8.6. Distancia y porcentaje de vías pavimentadas**

- El trayecto general o zona de estudio cuenta con una longitud de 20910.29428 m .  
Se evidenció durante el trabajo de campo que hay 2 tramos en condiciones pavimentadas: En el sector de subia hay un tramo de 325.919m de longitud desde la panamericana en sentido hacia Agua Bonita, y desde el Colegio de Agua Bonita hasta la central un tramo extenso con una longitud de 3109.11m.



**IMPLEMENTACIÓN DE UN SIG PARA CARACTERIZAR OBRAS DE DRENAJE QUE HACEN PARTE DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL TERCIARIA DEL SECTOR ORIENTAL DEL MUNICIPIO DE SILVANIA.**

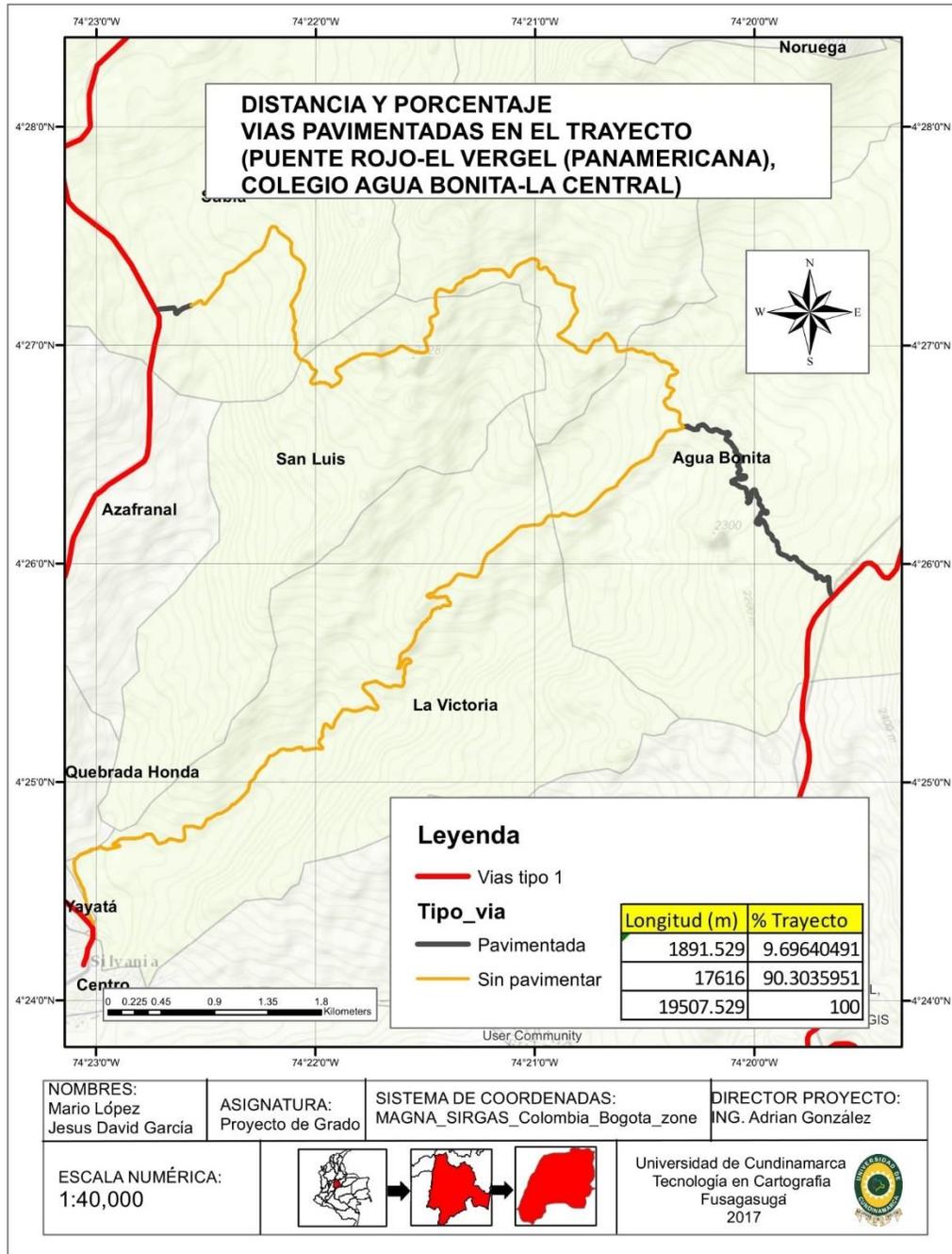
Del 100% total del tramo ( sin tener en cuenta la longitud de placas huella) se tienen 19507.529 m de longitud lo cual según la estadística del trayecto solo el 9.69640491 % se encuentra en condición de pavimentada.

Se evidencia según la siguiente tabla:

Vía	Longitud (m)	% Trayecto
Pavimentado	1891.529	9.69640491
Sin pavimentar	17616	90.3035951
Total	19507.529	100

*Tabla 9 Distancia y porcentaje de vías pavimentadas. Fuente: Autores*

Según el análisis se puede evidenciar que el porcentaje de vías pavimentadas es mínimo y hay zonas que requieren un manejo más adecuado debido a sus condiciones, se espera que los entes gubernamentales tomen medidas drásticas y mediante proyectos intervengan en lo que concierne a la infraestructura vial y las obras que la conforman.



Mapa 14 Distancia y porcentaje vías pavimentadas en el trayecto (Puente Rojo-El Vergel, Colegio Agua Bonita- La Central) Fuente : Autores



**IMPLEMENTACIÓN DE UN SIG PARA CARACTERIZAR OBRAS DE DRENAJE QUE HACEN PARTE DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL TERCIARIA DEL SECTOR ORIENTAL DEL MUNICIPIO DE SILVANIA.**



*Fotografía 10 Vía Pavimentada Sector Subia el Vergel Fuente: Autores*



*Fotografía 11 Vía sin pavimentar Sector Subia Oriental Fuente : Autores*



### 8.7. Implementación del sistema de información geográfica.

El producto final es una aplicación web teniendo como finalidad mostrar de una manera interactiva e interesante el estado de las obras que hacen parte de la infraestructura vial generado a partir de ArcGis *Online* y su herramienta *Web App Builder* sin desarrollo.

Se visualiza cada punto identificado con sus respectivos atributos y su adjunto (Fotografía), a parte la división política actualizada con un atributo principal que es el área de cada una de las veredas que hacen parte del municipio.

Cuenta con widgets los cuales son herramientas que ayudan a interactuar dentro de la aplicación, como escoger un mapa base según gustos o necesidades que tenga el usuario, herramientas de mediciones entre dos puntos, calcular área, y dar localización a un punto. Crear rutas para así determinar cuánto tiempo y distancia hay entre un trayecto ya sea en vehículo, caminando, etc.

Aparte tienen la opción de ocultar o mostrar las capas que se quieran tener en cuenta durante la navegación en la aplicación web.

- Según la alcaldía municipal en cabeza del señor Alcalde el doctor Jorge Sabogal Lara (2015-2019) quien tuvo la disponibilidad para conocer el proyecto realizado demostró interés sobre el uso de nuevas herramientas que enriquecen la información geográfica del municipio de Silvania, siendo de gran aporte tanto para las vías terciarias como para proyectos futuros en diferentes temáticas.



*Imagen 16 Leyenda Aplicación Web*

Como se puede observar en la imagen anterior los puntos georreferenciados tienen una simbología con distintos colores que representan cada una de las obras identificadas. Al igual que el track y las vías principales son de tipo línea y su simbología con el color correspondiente.

Para interactuar con la aplicación web se anexa el siguiente PDF con un manual de usuario con el fin de facilitar el acceso a personas con insuficiencia en manejo de tecnologías. Ingresar a la siguiente dirección:

<https://www.pdf.investintech.com/preview/844da0a6-4a4f-11e7-922a-002590d31986/index.html>

- Para interactuar en la aplicación web desarrollada pueden adquirir e ingresar al siguiente link:

<http://garcia-lopez.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=2bf4fe42d39440ad9c60694383028281>



## **9. Conclusiones**

- El estudio mediante los manuales de Inspección visual de estructuras de drenaje y el manual de drenaje para carreteras del Instituto Nacional de Vias-INVIAS fue determinante para dar a conocer variables y atributos para la estructuración de modelos de datos. De igual manera la información adquirida en formato digital (Shapefile) correspondiente a la cartografía base del municipio de Silvania ayudó a identificar la zona de estudio.
- La información se plasmó de una forma organizada mediante la estructuración de la GDB personal y sus respectivos dominios.
- Las salidas gráficas nos ayudan a aportar un diagnóstico válido mediante sus análisis estadísticos para que los entes gubernamentales tomen medidas acerca del estado de las vías terciarias teniendo en cuenta que las variables que se consideraron para la recolección de campo fueron las indicadas.
- El sistema de información geográfica causa gran impacto en el municipio de Silvania ya que el uso de nuevas herramientas y tecnologías ayuda a representar el espacio geográfico de una forma más dinámica.
- La aplicación web es una herramienta novedosa con respecto a la limitada cartografía que posee el municipio.
- La aplicación web toma un papel fundamental en cuanto a ideas para la elaboración de distintos proyectos a futuro con diferentes temáticas.



## 10. Bibliografía

- Bibliocad. (2010). *Cabezales entrada y salida para obras de arte carretero*. Obtenido de [http://www.bibliocad.com/biblioteca/cabezales-entrada-y-salida-para-obras-de-arte-carretero\\_31829](http://www.bibliocad.com/biblioteca/cabezales-entrada-y-salida-para-obras-de-arte-carretero_31829)
- CARTOGRAFIA DIGITAL - IMAGENES RASTER Y VECTORIALES (I) . (s.f.). Obtenido de [http://www.catalonia.org/cartografia/Clase\\_03/index\\_clase\\_03.html](http://www.catalonia.org/cartografia/Clase_03/index_clase_03.html)
- Figuroa, O. H. (2010). *FORMACIÓN COMPLEMENTARIA PREVENCIÓN, MANTENIMIENTO Y CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE ARTE PARA VIAS* . Obtenido de <http://docplayer.es/24989733-Sena-curso-complementario-prevencion-mantenimiento-y-construccion-de-obras-de-arte-para-vias-escalas.html>
- Instituto Geográfico Nacional. (20 de 09 de 2016). Obtenido de Centro Nacional de Informacion Geográfica: <http://www.ign.es/web/ign/portal>
- INVIAS. (2009). *Manual de drenaje para carreteras*. Obtenido de <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/especificaciones-tecnicas/984-manual-de-drenaje-para-carreteras>
- Vias, I. N. (Octubre de 2006). *MANUAL PARA LA INSPECCIÓN VISUAL DE ESTRUCTURAS DE DRENAJE*. Obtenido de <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/manuales-de-inspeccion-de-obras/973-manual-para-la-inspeccion-visual-de-estructuras-de-drenaje/file>
- Vias, I. N. (2008). *Manual de diseño geométrico de carreteras*. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/48745310/Manual-de-Diseno-Geometrico-de-Carreteras>
- Vias-INVIAS, I. N. (2008). *Manual de diseño geométrico de carreteras*. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/48745310/Manual-de-Diseno-Geometrico-de-Carreteras>