

SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA ELABORACIÓN DE
PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL RURAL DEL MINISTERIO DE VÍAS Y
TRANSPORTE



Autor:

ERVIN EDUARDO AYALA HERNANDEZ

Ingeniería Civil

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA

FACULTAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA - FAEDIS

PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

BOGOTÁ D.C

2021

SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA ELABORACIÓN DE
PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL RURAL DEL MINISTERIO DE VÍAS Y
TRANSPORTE



Autor:

ERVIN EDUARDO AYALA HERNANDEZ

Ingeniería Civil

Director:

Ing. GIOVANNI ANTONIO ROYERO OROZCO

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA

FACULTAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA - FAEDIS

PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

**BOGOTÁ D.C
2021**

Contenido

Introducción.....	7
1. Planteamiento del problema	9
2. Justificación.....	11
3. Objetivos.....	12
3.1 Objetivo General	12
3.2 Objetivos Específicos.....	12
4. Marco Referencial.....	13
4.1 Marco antecedentes.....	13
4.2 Marco Teórico	15
5. Diseño Metodológico	19
5.1 Enfoque de estudio.	19
5.2 Fases metodológicas	19
6. Resultados	21
7. Planificación y documentación	26
8. Impacto.....	32
Bibliografía	33

Lista de figuras

Figura 1. Datos de recolección de información	21
Figura 2. Componentes del SIG	22
Figura 3. Proceso de manejo de información SIG	24
Figura 4. procesamiento de datos curvas de nivel, cascos urbanos y vías rurales	30
Figura 5. Software ArcGIS procesamiento de datos geodatabase inventario vial Municipio de San Pedro Valle del Cauca trabajo de diplomado SIG	31
Figura 6. software ArcGIS identificación de tramo de vía con mayor afectación	32
Figura 7. Secciones transversales y longitudinales del diseño de placa huella	33

Resumen

El trabajo de investigación tuvo como objetivo implementar un sistema de información geográfica para la elaboración de proyectos de infraestructura vial rural del ministerio de vías y transporte en los municipios del centro del Valle del Cauca, específicamente en el del San Pedro. Para el logro de este objetivo se aplicó el enfoque descriptivo que permitió mostrar de manera detallada cada uno de los hallazgos a que hubo lugar en la recolección de la información, que fue llevada a la base de datos, en donde se analizan las coordenadas geográficas y se ubican las partes de la malla vial en donde se debe llevar a cabo la ejecución del proyecto.

Por consiguiente, en el trabajo se muestra de manera detallada cada una de las etapas que se ejecutaron para la estructuración y ejecución del SIG en el municipio de San Pedro.

Abstract

This research work had a main objective of implementing a geographic information system for the elaboration of rural road infrastructure projects of the Ministry of Roads and Transportation in the municipalities of the center of Valle del Cauca, specifically in San Pedro. To achieve this objective a descriptive approach was applied that allowed to show in detail each one of the findings that took place in the collection of the information, which was taken to the database, where the geographical coordinates are analyzed and the parts of the road network are located where the execution of the project must be carried out.

Consequently, in the work it is shown in a detailed way each of the stages that were executed for the structuring and execution of the (SIG) in the municipality of San Pedro.

Introducción

En el momento actual uno de los propósitos fundamentales de la educación superior es formar profesionales integrales, es decir, que se ha venido buscando que los estudiantes no solo accedan a conceptos, sino que se adentren a un proceso de formación que les permita mejorar cada día en capacidades como la investigativa, analítica, crítica, propositiva y otras más que al estar en el campo de acción lo lleve a ser artífice de propuestas de mejoras que conlleven a la consecución de objetivos colectivos.

Fundamentado en estos preceptos, es que como trabajo final del diplomado de Sistema de información geográfica (SIG) se propone realizar una investigación acerca del impacto que tiene la aplicabilidad de este sistema en la elaboración de proyectos de infraestructura vial rural del ministerio de vías y transportes. Es decir, que en el mismo se busca a partir de una problemática detectada mostrar como éste contribuye a visualizar y consultar datos sobre falencias en las vías que se consolidan en un factor determinante para que haya una idónea conectividad respecto al transporte de personas y carga.

Por tanto, con la investigación se propone entregar una alternativa a los encargados del mantenimiento de la malla vial a nivel rural del departamento del Valle del Cauca para que se adentre en un proceso de planificación en donde se articule acciones que deben ser llevadas a cabo para que las carreteras queden en buen estado, además se consigue direccionar los recursos humanos, tecnológicos y financieros de tal manera que en un mediano plazo se logre restaurar esta malla, brindando bienestar a los integrantes de la comunidad.

Así que, con esta investigación se hace un aporte significativo a los gestores del departamento del Valle del Cauca en lo que respecta al tema de los proyectos de infraestructura, específicamente en la malla vial, reduciendo con estos las repercusiones que el mal estado de las

mismas tiene en el contexto económico, social, ambiental y otros más en donde participan las personas en su diario vivir.

Entonces el desarrollo del trabajo es clave porque adentra al profesional en una investigación que le permite plantear una idea de mejora como lo es la relacionada con la implementación de un sistema de información geográfica para la elaboración de proyectos de infraestructura vial rural del Ministerio de vías y transporte, que como se ha dicho trae consigo diversos beneficios, entre lo que se destaca una idónea aplicabilidad de los recursos financieros en obras que potencien el bienestar de la población que es uno de los deberes de la gestión pública.

1. Planteamiento del problema

En los departamentos y, por ende, en cada uno de los municipios, uno de los aspectos de relevancia es la malla vial, ya que es por medio de esta que se logra haya una conectividad entre el transporte de personas y carga, que se consolida en un referente para garantizar el bienestar de los integrantes de la comunidad, es decir, que los gestores públicos deben en todo momento estar en la búsqueda de dar cumplimiento en lo estipulado en la Carta Constitucional en el artículo 2 respecto a los deberes del Estado en gestionar proyectos de infraestructura que conlleven a una mejora permanente de cada una de las vías y, con esto, a la movilidad de las personas no solo a nivel urbano sino rural.

Conviene mencionar, que este compromiso se ha venido reflejando a nivel regional en las diferentes obras que la gobernación del departamento ha realizado en los últimos años, tal como es el caso del paquete de obras 5G para Palmira contempladas en el proyecto de la Malla Vial Valle del Cauca, entre las que se encuentran la ejecución del intercambiador a desnivel de Versailles, adecuaciones, iluminación y la ampliación de la vía que conduce a Candelaria, constituyen progreso vial y económico para la ‘Villa de las Palmas’ y la región. (Gobernación del Valle; 2021; p 2).

Sumado a estas, se han desarrollado otras más, no solo a nivel urbano sino rural, ya que se ha tenido en cuenta por los gestores la importancia de la malla vial para seguir promoviendo el bienestar de la comunidad en los diferentes ámbitos, es decir, que estos se han esforzado por dar cumplimiento a lo estipulado en el Plan Vial para el periodo 2011 – 2020 y que se ha venido reestructurando para lo corrido del presente año.

A pesar de esto, existen algunas brechas en lo que respecta al mantenimiento de las vías rurales de municipios del centro del departamento, tal como es el caso de San Pedro en

donde se ha podido evidenciar que existen algunas carreteras y caminos que se encuentran en mal estado, generándose inconvenientes a las personas no solo para su desplazamiento sino para el de su producido, que es la fuente de ingresos para satisfacer sus necesidades básicas.

Dicha situación se deriva de la falta de contar con sistemas de información geográfica que se apoyen en las herramientas tecnológicas, pues estos a diferencia de los tradicionales, permiten detectar con mayor prontitud el lugar en donde se hace necesario el desarrollo de los proyectos de infraestructura que es un punto clave para dar respuesta a la necesidad en un mediano plazo.

Por tanto, en el municipio si bien se ha venido trabajando en el cumplimiento del plan vial, hace falta que estos esfuerzos se complementen con sistemas de información que se caractericen por ser dinámicos y eficientes generándose velocidad en el procesamiento, capacidad de almacenamiento, versatilidad y confiabilidad.

Así que, se ha podido evidenciar que en este municipio al igual que otros del centro del Valle del Cauca, se han venido generando falencias en lo que respecta a la administración y planificación en el manejo de la información geográfica; reflejándose en un bajo nivel de mantenimiento en vías como las terciarias que son un referente para el bienestar de la población que habita en las cabeceras de estas unidades territoriales.

Fundamentados en esto, es que se formula el siguiente interrogante de investigación:

¿Qué impacto trae consigo la implementación de un sistema de información geográfica para la elaboración de proyectos de infraestructura vial rural del ministerio de vías y transporte en los municipios del centro del Valle del Cauca?

2. Justificación

De acuerdo a la necesidad de los mantenimientos viales rurales, varios de los municipios del centro del Valle del Cauca, necesitan de la implementación de nuevas tecnologías de eficiencia técnica para la priorización de la inversión de recursos públicos en la red vial, y se puede lograr con la aplicación de los sistemas de información geográfica, que ayudan a que los datos se encuentren en un solo lugar para el desarrollo de proyectos viales los cuales aportarán a la calidad de vida de las comunidades del territorio Colombiano.

Por lo anterior, es que resulta importante plantear la implementación de un Sistema de Información Geográfica (SIG), como una alternativa para dar respuesta a las falencias que se vienen evidenciando con respecto al cumplimiento de los planes viales que se han articulado para los años en vigencia, es decir, que se busca mostrar que por medio de este se logra obtener información de manera más rápida acerca de los lugares o vías para ser más puntuales que necesitan de mantenimiento y otros proyectos de infraestructura.

Entonces, con el desarrollo de la investigación se consigue mostrar una alternativa de mejorar los procesos de planificación, organización, gestión y evaluación de las redes carreteras, reflejándose esto en una mejora en la aplicabilidad de los recursos y, por consiguiente, en una pronta respuesta en las necesidades existente en lo que respecta a las mallas viales.

3. Objetivos

3.1 Objetivo General

Implementar un sistema de información geográfica para la elaboración de proyectos de infraestructura vial rural del ministerio de vías y transporte en los municipios del centro del Valle del Cauca.

3.2 Objetivos Específicos

- Generar una geodatabase para suministrar información de las vías rurales del centro del Valle del Cauca.
- Nutrir un sistema de información geográfica constantemente con información de las áreas de interés.

4. Marco Referencial

4.1 Marco antecedentes

Dando abordaje a este apartado, es relevante mencionar que se consolida en un eje transversal en la realización de proyectos de investigación, pues en esto se hace una contextualización de estudios que han sido elaborados sobre la temática que se aborda, lo cual es clave, puesto que se consigue reconocer metodologías que deben aplicarse al momento de decidir implementar un sistema de información geográfica (SIG).

De igual manera, analizar cada uno de estos estudios previos conlleva a que se reconozcan en este caso en particular software y hardware que han sido aplicados en torno a este sistema, consiguiendo que se cumpla con su objetivo general de maximizar la velocidad en lo que respecta a la recolección y análisis de la información de los centros en donde existe la prioridad de adelantar proyectos de infraestructura en la malla vial de las zonas rurales.

Adentrándose en el análisis, es clave iniciar referenciando aquel adelantando por Manso (2016), titulado “Utilización de un Sistema de Información Geográfica en la red carretera rural del distrito de Olavarría en México”. Este a pesar de que se ha llevado a cabo a nivel internacional se considera en un referente para reconocer la importancia que tiene implementar sistemas de información geográfica delimitados en la tecnología, es decir, que en el desarrollo del artículo se hace mención a que es por medio de este que se logra contar con información exacta de espacios geográficos en donde se necesitan implementar proyectos de mejora, en cuanto a la infraestructura.

De igual manera, en el abordaje se puede reconocer que para la implementación de estos sistemas es fundamental contar con herramientas como el Sistema de Posicionamiento Global (GPS), que hace posible llevar a cabo un proceso de georreferenciación eficiente.

Sumado a este artículo, está el elaborado por Zapata & Cardona (2012), titulado “aplicación de los sistemas de información geográfica para la gestión de la malla vial de la ciudad de Medellín”. Es importante mencionar que el abordaje de este artículo es de gran importancia porque permite reconocer que una de las herramientas que deben tenerse en cuenta al momento de aplicar un SIG es aquella denominada geodatabase, pues esta permite almacenar información que luego es visualizada por medio de la aplicación de softwares, permitiendo al usuario no solo consultar sino ubicar con exactitud las zonas en donde se deben emprender proyectos de mejoras.

Como puede observarse, en los dos estudios que se han formulado se deja claro que la implementación de estos sistemas apoyados en las herramientas tecnológicas les permite a los encargados de velar por el buen estado de la malla vial a nivel urbana y rural, proponer proyectos de infraestructura que den respuesta a las necesidades existentes, ya que como se ha referenciado, se consigue alimentar el sistema con datos no solo reales sino precisos, dando esto lugar a que se direccionen los recursos de tal manera que la puesta en marcha del proyecto sea eficiente.

Complementando la revisión documental de antecedentes, es fundamental referenciar el trabajo elaborado por Meneses & Cárdenas (2011), titulado “Diseño e implementación de un sistema de información geográfico (SIG) sobre software libre para la secretaria de planeación del municipio de Guadalajara de Buga”. En este trabajo de investigación se puede identificar un marco teórico que permite establecer una clara definición de este sistema, sus componentes, ventajas y otros elementos que conllevan a concluir que

implementación en el centro del Valle del Cauca va a generar una dinámica eficiente en lo que respecta la formación y puesta en marcha de proyecto de infraestructura en la zona rural de los municipios.

Por consiguiente, el abordaje de cada uno de estos estudios se consolida en un andamiaje para dar un debido cumplimiento a los objetivos que se proponen en la presente investigación, consiguiendo dar respuesta a la pregunta problematizadora.

4.2 Marco Teórico

Según (Hernandez, 2008) señala que un **Marco Teórico** es “un compendio escrito de artículos, libros y otros documentos que describen el estado pasado y actual del conocimiento sobre el problema de estudio. ... Nos ayuda a documentar cómo nuestra investigación agrega valor a la literatura existente”.

Fundamentado en esto, en adelante después de haber llevado a cabo una revisión documental se contextualiza acerca de conceptos que son base fundamental de la investigación propuesta, es decir, que la construcción de este marco teórico le permite al lector que aborde el trabajo en un determinado momento entender el por qué es clave implementar el Sistema de Información Geografía (SIG) para dar respuesta a las falencias existentes en los municipios con respecto a los programas de infraestructura en la vías rurales.

Las mallas viales. Estas son consideradas como un componente esencial en los entes territoriales, ya que se consolidan en un eslabón para que se dé lugar a un eficiente sistema de transporte que como es sabido se enfoca en satisfacer una necesidad básica de las personas, como lo es desplazarse de un lugar a otro. Por esto, es que Zapata (2012) estipula que:

El mantenimiento de la infraestructura vial es una prioridad para las autoridades encargadas de su administración, ya que representa un patrimonio muy valioso para la economía de la región en la que se encuentra. La adecuada administración de la malla vial conlleva a realizar la planeación y el mantenimiento de su infraestructura en óptimas condiciones, mediante la identificación de las necesidades, la priorización de las intervenciones y la optimización de los recursos. (p 4).

La contextualización propuesta por el investigador deja claro, que es una tarea fundamental de las entidades que hacen parte del ministerio de vías y transporte gestionar proyectos de infraestructura que no solo mejoren las condiciones de las carreteras primarias; entendiéndose por estas las que permiten el desplazamiento de personas y vehículos en las zonas urbanas sino en las terciarias que juegan un papel importante en la vida diaria de los pobladores de las zonas rurales.

Por tanto, llevar a cabo estos proyectos de infraestructura de manera eficiente en la zona que se detecta las falencias permite contrarrestar el impacto que su deterioro tiene en cuanto a repercusiones económicas, ambientales, sociales y políticas, dentro de las cuales se pueden mencionar, desde el punto de vista de los usuarios, el aumento en los costos de operación vehicular, en tiempos de desplazamiento, inconformidad, accidentalidad, congestión, consumo de combustible y otros aspectos más. (Zapata, 2012; p 4).

Entonces, la realización de proyectos de infraestructura asegura la calidad de la malla vial, que es un aporte significativo de las entidades que gestiona los recursos destinados para este campo, ya que se logra entregar a las personas vías en condiciones adecuadas para que no solo se desplacen sino para que puedan en el caso de aquellos que habitan en la zona rural ofertar sus productos en mercados de pueblos vecinos.

Sistema de Información Geográfica. Este con el pasar de los años se ha convertido en una herramienta de importancia en el campo de la Ingeniería Civil, puesto que esta se fundamenta principalmente:

En el empleo de conocimientos del cálculo, la mecánica, la hidráulica y la física con creatividad, competencia científica y profesional para concebir, planear, desarrollar, implementar, dirigir y controlar los procesos de construcción y mantenimiento de obras de infraestructura física, urbana y rural emplazadas en el entorno, como carreteras, ferrocarriles, puentes, canales, presas, puertos, aeropuertos, edificaciones y otras construcciones relacionadas. (Universidad Javeriana; 2016, P 2).

Es decir, que aplicarla en este campo le permite al profesional recolectar información de manera rápida y, además, analizar con veracidad; consiguiendo que cada proyecto que se articule satisfaga las necesidades de las comunidades que se sirven de la malla vial.

Dicho logro se alcanza debido a que este sistema se caracteriza según Meneses (2011): Permitir relacionar cualquier tipo de dato con una localización geográfica. Esto quiere decir que en un solo mapa el sistema muestra la distribución de recursos, edificios, poblaciones, entre otros datos de los municipios, departamentos, regiones o todo un país. Este es un conjunto que mezcla hardware, software y datos geográficos, y los muestra en una representación gráfica. Los SIG están diseñados para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar la información de todas las formas posibles de manera lógica y coordinada. (p 10).

Como puede reconocerse, la implementación de este sistema conlleva a:

- ✓ Hacer una delimitación concreta de los lugares en donde se debe adelantar el proyecto de infraestructura.
- ✓ Establecer el tiempo adecuado para que el proyecto sea llevado a cabo.

- ✓ Contar con información que permiten dar una adecuada aplicabilidad a la cartografía
- ✓ Realizar pruebas analíticas por medio de simulación, que hacen posible determinar los recursos a aplicar para dar respuesta a las necesidades existente en cuanto a las mallas viales.

Continuando con el abordaje teórico acerca del sistema, es relevante mencionar que este tiene como funciones específicas las siguientes., según lo referencia Meneses (2011):

- ✓ 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.

Cabe señalar, que para el cumplimiento de este sistema se debe tener en cuenta los siguientes elementos:

- ✓ Equipo de Hardware, es fundamental para la operación del sistema.
- ✓ Programas de software, que sirven de base para la recolección y análisis de la información.
- ✓ Datos
- ✓ Recursos humanos
- ✓ Procedimientos.

Concluyendo, es clave referenciar que la idónea sincronización de estos elementos permite que se cumpla con cada uno de las funciones del SIG, que se reflejan en eficacia en el proceso de planeación, administración y ejecución de proyectos de infraestructura.

5. Diseño Metodológico

5.1 Enfoque de estudio.

En la investigación se dio aplicabilidad a los lineamientos método descriptivo que según Chávez (2017), “se fundamenta en el registro, análisis e interpretación de la composición de una investigación, así como de la naturaleza del fenómeno”, por lo cual, da la posibilidad de mostrar de manera detallada cada uno de los hallazgos a los que hubo lugar cuando se llevó a cabo el proceso de análisis de las zonas rurales y sus mallas viales.

Por consiguiente, la aplicabilidad de este, permite mostrar las acciones y herramientas que se aplican en torno a la implementación de un SIG, dejando claro que el idóneo abordaje del mismo conlleva a un impacto positivo en la elaboración de proyectos de infraestructura.

5.2 Fases metodológicas

- **En un primer momento se lleva a cabo un diagnóstico de la situación actual de la malla vial de la zona rural de los municipios del centro del Valle del Cauca.** Para esto, se analiza de manera detallada el Plan Vial articulado para el periodo (20011 – 2020) y la relación de obras que se han ejecutado, ya que esto permite identificar las brechas que se han generado en torno a estos procedimientos, permitiendo concluir que es necesario implementar un SIG.
- **Hacer un levantamiento y análisis de los requerimientos.** Teniendo claro las necesidades se buscó priorizar en estas, para de esta manera ingresar la información al software correspondientes. Para esto se construyeron esquemas de recolección de información.

- **Se construye un esquema de recolección de información.** En esta se plantean los componentes del mismo:
 - ✓ Los objetivos
 - ✓ Los alcances del sistema
 - ✓ Las limitaciones
 - ✓ La definición del entorno en donde se aplica el sistema
 - ✓ Los requerimientos sobre los que se fundamenta el sistema.
- **Se da lugar a un diseño de modelos de datos.** En este según Rincón (2006) se debe tener en cuenta los siguientes componentes:
 - ✓ Modelo conceptual del sistema.
 - ✓ Modelo lógico del sistema.
 - ✓ Modelo cartográfico del sistema.
 - ✓ Modelo físico del sistema.
 - ✓ Propuesta estratégica para la implementación del sistema.

Cada una de estas etapas contribuyen a dar cumplimiento a los objetivos propuestos en la investigación

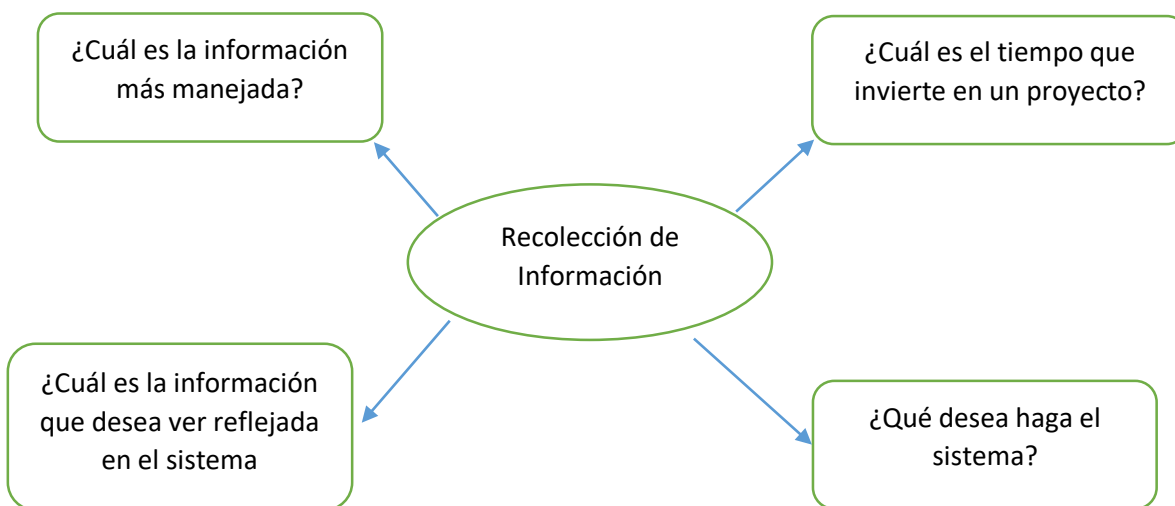
6. Resultados

Dando abordaje a este apartado, es relevante mencionar que teniendo claridad acerca de las brechas que existen en cuanto a los programas de infraestructura en las vías que se han venido adelantando en los municipios del centro del Valle del Cauca se realizó un levantamiento de la información, en el cual se tuvo como punto de referencia entrevistas con encargados de las áreas de planeación e integrantes de la comunidad rural.

Dicha interacción con estos sujetos permitió que se estructuran una serie de preguntas que sirvieron de base para obtener información que luego fue suministrada al SIG para así poder cumplir con los objetivos propuestos en torno al mismo.

Figura 1.

Datos de recolección de información



Nota. Se referencia los interrogantes que se llevan a cabo para estructura un SIG

(Fuente. Propia)

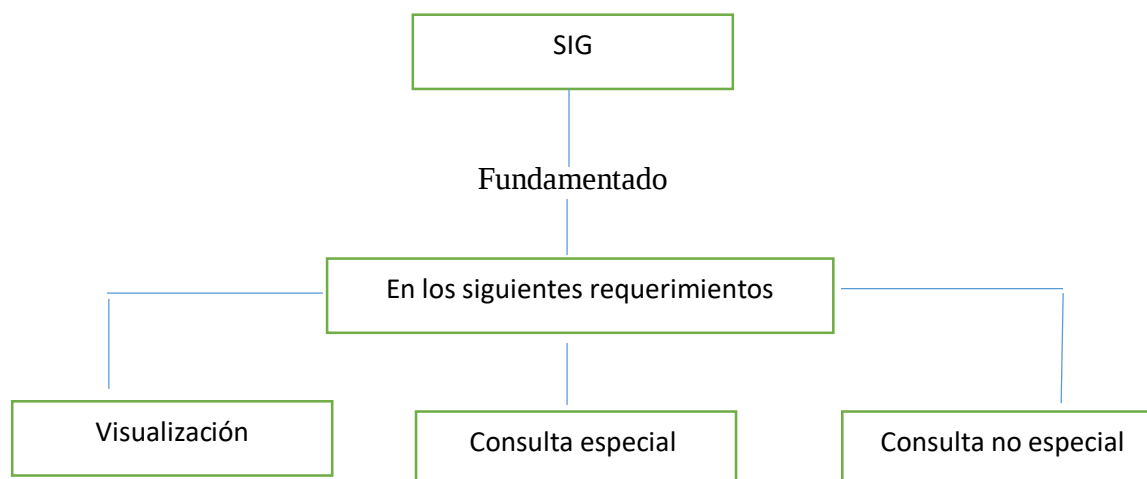
Teniendo claridad acerca de la información que es clave para el SIG muestre las áreas de la ruralidad en donde se debe llevar a cabo proyectos de infraestructura se establecen una serie de alcances que permitan:

- ✓ Contar con una localización geográfica avalada por mapas de cada una de las carreteras que estrechura la malla vial de la zona rural.
- ✓ Mostrar una información alfanumérica que le permita a los usuarios hacer una rápida identificación de cada una de estas áreas.

Para conseguir esta información se propone en torno al SIG lo siguiente:

Figura 2.

Componentes del SIG



Nota. Componentes del SIG según artículo Fabián Flores. (Fuente. <http://www.udla.edu.co/revistas/index.php/fagropec/article/view/708#:~:text=Un%20SIG%20es%20un%20sistema,fundamentalmente%20por%20su%20naturaleza%20integradora>).

Sumado a esto, se establecieron los siguientes elementos que al ser ejecutados de manera sincronizada lograron un cumplimiento de los objetivos del mismo, que para el caso en particular son:

- ✓ Permitir la elaboración de proyectos de infraestructura vial rural ante el ministerio de vías y transporte.
- ✓ Reducir el tiempo y costo de estudios previos y diseños.
- ✓ Nutrir un sistema de información geográfica constantemente con información de las áreas de interés-

Dichos elementos son:

- **Usuario.** Este hace referencia a la persona que se encargada de suministrar la información al sistema para que la procese.
- Pregunta de usuario. Se plantea el esquema Categoría específica / “búsqueda” Alfanumérica.
- Datos de la malla vial.
- Elementos pasivos que no hace parte de la solución operativa.

El hecho de tener en cuenta cada uno de los elementos permite que el SIG se consolide en una herramienta fundamental para que haya un mejoramiento en lo que respecta la planeación, ejecución y control de proyectos de infraestructura en el entorno vial.

Siendo más específicos en el proceso es permitiente relacionar la siguiente figura:

Figura 3.

Proceso de manejo de información SIG



Fuente. Meneses (2011).

De nuevo queda claro, revisando la figura que se anexa que el SIG deben consolidarse en una serie de elementos que al ser activados por el usuario conlleven a una información que se analiza y permite emprender proyectos de infraestructura.

De esta manera, este sistema arroja beneficios a la problemática que se aborda si se logra la siguiente sincronización:



Cada uno de estos pasos se pueden llevar a cabo luego de que se ha construido información teniendo en cuenta un geodatabase que es:

Un conjunto de datasets geográficos de distintas clases que están almacenados en una carpeta común del sistema de archivos o en un sistema de administración de bases de datos relacionales multiusuario, como IBM Db2, Microsoft SQL Server, Oracle, PostgreSQL o SAP HANA. Las geodatabases pueden tener muchos tamaños, poseer un número variado de usuarios y ser bases de datos pequeñas de un solo usuario creadas en archivos o bases de datos más grandes de grupos de trabajo, departamentos y geodatabases corporativas a las que acceden muchos usuarios.

Dicha base de datos se complementa con servidores Web, de datos y de información geográfica que funcionan bajo una arquitectura de capas, la cual permite que haya no solo información alfanumérica, sino que se reflejen mapas y gráficos de las zonas rurales, identificándose las vías que están en mal estado.

Entonces, la relación entre cada uno de los elementos permite que se consolide un SIG que contribuya a tener una información clara acerca de la malla vial a nivel rural, que se consolida en el punto de partida para direccionar de manera adecuada los recursos en la ejecución de proyectos de infraestructura que suplan las necesidades existentes en torno a este campo.

7. Planificación y documentación

En los apartados anteriores se ha descrito qué es el SIG y los diferentes aspectos que deben tenerse en cuenta para su implementación, basado en estos criterios en adelante se muestra los pasos como se llevó a cabo la implementación de este para los municipios del centro del Valle del Cauca, que es el contexto seleccionado como análisis.

Como primer paso se consolida una base cartográfica, que es considerada como el eje fundamental del sistema, ya que esta se encuentra conformada por un conjunto de datos geográficos y mapas representados por medio de escalas, los cuales se consolidan en el punto de partida para reconocer aquellos puntos en donde se debe aplicar los proyectos de infraestructura, consiguiendo en un mediano o largo plazo resultados positivos.

Dicha base cartográfica se puede abordar mediante la aplicación de los siguientes softwares:

- ✓ Servidores de mapa
- ✓ Servidores de datos cartográficos
- ✓ Gestores de base de datos Postgre SQL

La aplicación de estos sistemas y el uso de un lenguaje alfanumérico delimitado en los preceptos del algebra y el cálculo diferencial permite que se consulten datos geográficos y se obtenga una respuesta exacta.

Siendo más específicos en este punto se muestra dos imágenes de la base cartográfica.

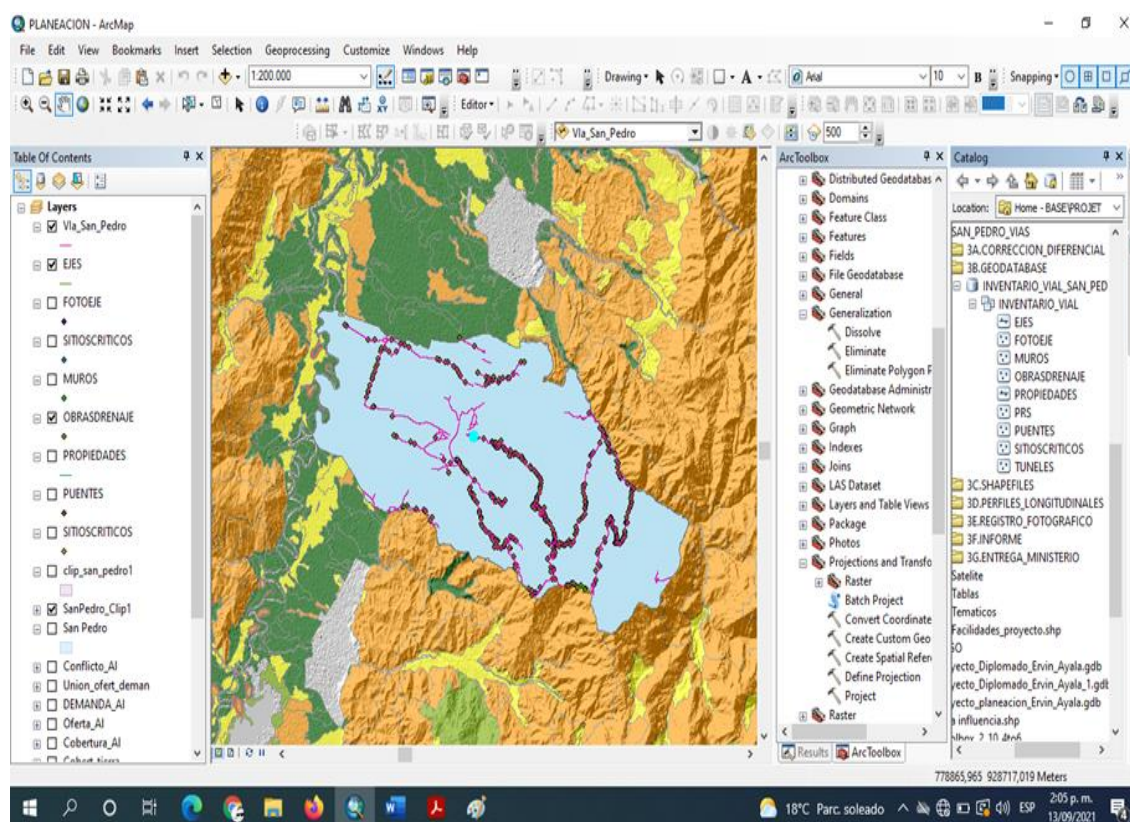
La segunda figura hace parte del procesamiento de la geodatabase donde se encuentra recolectada toda la información de la red vial rural. Como puede observarse a la derecha de la imagen están todos los archivos shepfile: vías, obras de drenaje muro, puentes y sitios críticos.

A partir de la información generada, se reconoce la necesidad del Municipio para la solución de un problema como es el mantenimiento o construcción de obras de drenaje puentes, placas huella o muros de contención en vías rurales.

Después de realizado un trabajo de campo y reconocimiento de cada una de las vías rurales del Municipio de San Pedro, se elabora una caracterización geométrica, topográfica y funcional, se considera que el inventario vial brinda la posibilidad de identificar los inconvenientes que afectan la movilidad de cada una de las comunidades que hacen uso de las vías rurales.

Figura 5.

Software ArcGIS procesamiento de datos geodatabase inventario vial Municipio de San Pedro Valle del Cauca trabajo de diplomado SIG

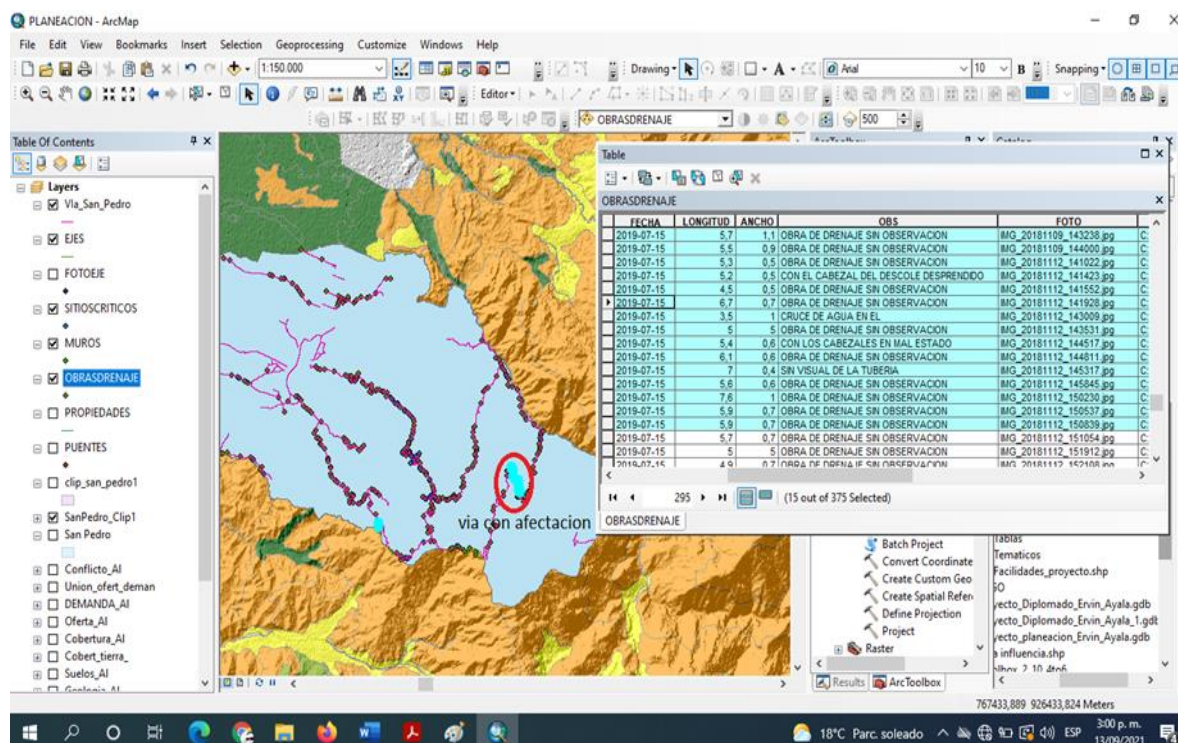


Nota. Datos cartográficos de la base de datos SIG. Fuente. Elaboración propia.

De acuerdo a las necesidades del Municipio y después de valorada la información se determina identificar una vía rural para el desarrollo del proyecto e iniciar el proceso de generación de la necesidad y proyección de inversión por el Ministerio de vías y transporte.

Figura 6.

Software ArcGIS identificación de tramo de vía con mayor afectación



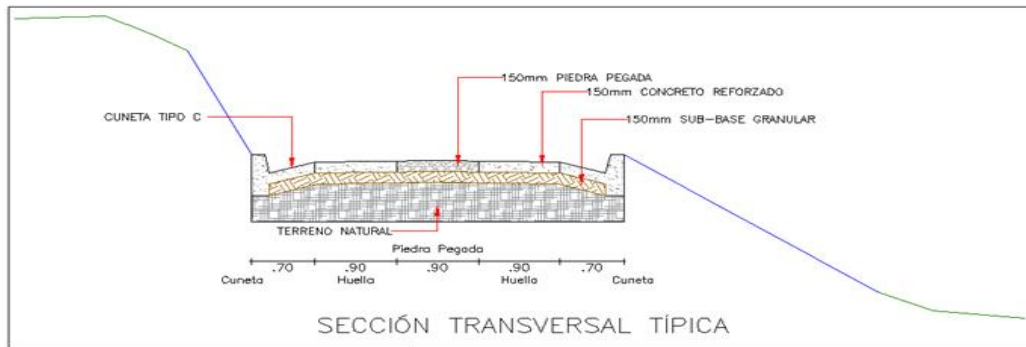
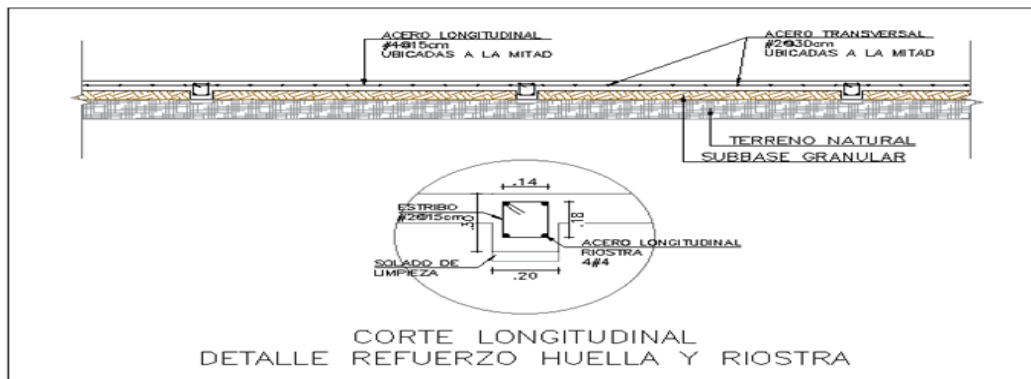
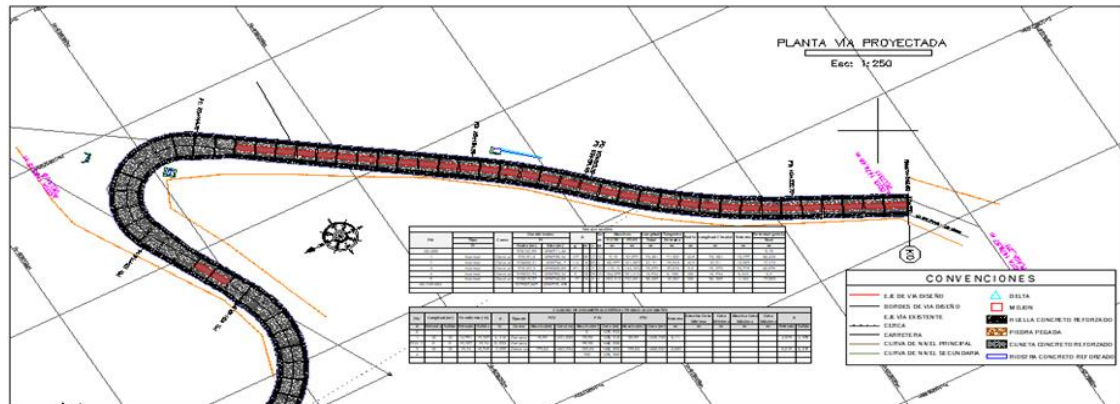
Nota. Datos cartográficos de la base de datos SIG. Fuente. Elaboración propia

Analizada la información de las tablas de atributo de los shapefile, donde se encuentran datos como: Distancia, Ancho de vía, Pendiente, Tipo de vía, Material, Se toma como la mejor alternativa la construcción de placa huella en un tramo de vía con longitud de 3.2 km entre los corregimientos de La Siria y La Esmeralda, con relación a la información y características de la vía.

La Modelación de diseño de placa huella tipo Invias en civil o AutoCAD, en transferencia de datos desde ArcMap se refleja tal como se muestra en la figura.

Figura 7.

Secciones transversales y longitudinales del diseño de placa huella



MEJORAMIENTO DE VÍAS TERCARIAS							
OBJETO:	"CONSTRUCCION DE PLACA HUELLA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA VIA QUE CONDUCE DEL CORREGIMIENTO DE LA SIRIA A LA ESMERALDA DEL MUNICIPIO DE SAN PEDRO-VALLE						
FECHA:	Septiembre 2021						
ANCHO PROMEDIO DE LA CALZADA:	5						
LONGITUD APROXIMADA CANTERA	20 - 30						
NÚMERO DE ORDEN	ITEM DE PAGO	ESPECIFICACIÓN PARTICULAR	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD TOTAL	PRECIO UNITARIO - COSTO DIRECTO	SUBTOTAL - COSTOS DIRECTOS
1	O.C - 1	N.A	Localización, trazado y replanteo del punto a intervenir. Se utilizará equipo de precisión y personal experto. Se programará con la frecuencia que la interventoría exija durante la ejecución de la obra. Incluye entrega de cartera topográfica, rasantes, diseño geométrico de vías, cálculo de peraltes, alineamiento vertical y horizontal, corte longitudinal, secciones transversales. Toda la información será compilada en planos en digital y físico y así mismo un informe detallado del diseño vial.	Día	16,00	\$ 773.075	\$ 12.369.200
2	O.C - 3	N.A	Vaciado y construcción de Placas Principales y Vigas Riostras en Concreto Reforzado. Dosificación 1:2:3 mezclado mecánicamente en obra con Resistencia 3000 P.S.I (210 Kg / cm ²). Incluye el suministro; el transporte de los materiales al sitio de los trabajos; el equipo y todo lo necesario para su correcta elaboración. Agregado 3/4 pulgada (19 mm) y con un asentamiento nominal de 10 - 40 mm y un asentamiento máximo permitido de 50 mm.	m ³	1240,00	\$ 739.467	\$ 916.939.080
3	O.C - 4	N.A	Vaciado y construcción de Placa Central, Sobreanchos y Reemplazos para suelo sustento (60 - 40%) mezclado en obra con Resistencia 2000 P.S.I (140 Kg / cm ²). Incluye el suministro; el transporte de los materiales al sitio de los trabajos; el equipo y todo lo necesario para su correcta elaboración. Piedra rajón o canto rodado de 3".	m ³	1120	\$ 497.848,00	\$ 557.589.760
4	O.C - 5	N.A	S.T.C.F.e.l de Acero de refuerzo Fy 4,2 Mpa para la construcción de elementos en concreto reforzado. Incluye transporte de materiales, equipo y todo lo necesario para su correcta instalación.	Kg	68338	\$ 5.055,00	\$ 345.448.590
5	O.C - 6	N.A	Vaciado y Construcción de Cuneta (Dimensiones: desarrollo = 0,90 m y e= 0,10m) en Concreto Reforzado con Resistencia 2500 P.S.I Fundida en Sitio. Incluye el transporte de los materiales; la formaleta; el llenado de soporte; el acero de refuerzo por retracción y temperatura y todo lo necesario para su correcta construcción y funcionamiento.	m3	720,00	\$ 704.205,00	\$ 507.027.600
6	O.C - 7	N.A	Excavaciones varias manuales en material heterogeneo sin clasificar bajo cualquier grado de humedad de 0 a 2 metros de profundidad. Incluye todo lo necesario para su correcta ejecución. No se pagaran sobre anchos.	m ³	960,00	\$ 25.215,00	\$ 24.206.400
7	O.C - 8	N.A	Excavaciones varias mecánicas en material heterogeneo sin clasificar bajo cualquier grado de humedad de 0 a 2 metros de profundidad. Incluye todo lo necesario para su correcta ejecución. No se pagaran sobre anchos.	m ³	269,80	\$ 16.311,00	\$ 4.400.708
8	O.C - 10		S.T.I.C de material de Base granular para reemplazos, con densidad del 95% del proctor modificado, incluye el suministro y transporte de los materiales hasta el sitio de las obras, además de la compactación requerida para su correcto funcionamiento.	m3	1500,00	\$ 145.214,00	\$ 217.821.000
9	O.C - 10	N.A	Cargue y botada de materiales provenientes de excavaciones, derrumbes, demoliciones y demás a sitios autorizados por la interventoría. Incluye todo lo necesario para su correcta disposición.	m3 - Km	1228,80	\$ 1.419,00	\$ 1.743.667
TOTAL COSTOS DIRECTOS							\$ 2.587.546.005
IVA						19%	\$ 491.633.741
INCREMENTO POR DISTANCIA						12%	\$ 310.505.521
IPC AÑO 2021						7%	\$ 181.128.220
COSTO TOTAL OBRA							\$ 2.768.674.225
COSTO INTERVENTORIA 7%							\$ 196.653.496
VALOR TOTAL DEL PROYECTO							\$ 2.965.327.722

Fuente: Elaboración propia

8. Impacto

La realización del trabajo de investigación tiene un impacto positivo, ya que permite formular una serie de acciones que conllevan a la consolidación de un SIG que permita caracterizar y analizar de manera minuciosa cada uno de los componentes de la malla vial a nivel rural de los municipios del centro del Valle del Cauca; identificando aquellos centros geográficos en donde se deben emprender proyectos de infraestructura para que haya una mejora en un eje transversal del desarrollo económico y social de los pobladores de estas zonas.

Bibliografía

- Bosque S. J. et al (2000) El uso de los sistemas de información geográfica en la planificación territorial, Anales de Geografía de la Universidad Complutense, pp 49-67 (formato PDF)
 Disponible en <http://revistas.ucm.es/ghi/02119803/articulos/AGUC0000110049A.PDF>.
- Gobernación del valle del Cauca. (2021) Las obras 5G proyectadas en la Malla Vial benefician a Palmira y la región con infraestructura y empleo. Recuperado en.
<https://www.valledelcauca.gov.co/publicaciones/71062/las-obras-5g-proyectadas-en-la-malla-vial-benefician--a-palmira-y-la-region-con-infraestructura-y-empleo/>
- Gobernación del valle del Cauca. (2021). Plan Vila (2011- 20290). Recuperado en.
https://infraestructura.org.co/memoriaseventos/valle13/GOBERNACIONDELVALLE_PlanVialDepartamental_CarlosNaviaParodi.pdf.
- Hernández, S. (2008): Metodología de la Investigación. Mac Graw Hill. Madrid.
- Maso, A. (2016). Recuperado en, Utilización de un Sistema de Información Geográfica en la red carretera rural del distrito de Olavarría.
- Meneses, J. (2011). diseño e implementación de un sistema de información geográfico (sig) sobre software libre para la secretaria de planeación del municipio de Guadalajara de Buga:
 recuperado en. <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/handle/10893/3223/CB-0449644.pdf;jsessionid=928A45250636641309EC01D9EF652F55?sequence=1>
- Universidad Javeriana. (2016). Ingeniería Civil. Recuperado en.
<https://www.javerianacali.edu.co/programas/carreras/ingenieria-civil#:~:text=La%20ingenier%C3%ADa%20civil%20emplea%20conocimientos,infraestructura%20f%C3%ADsica%2C%20urbana%20y%20rural>

Zapata & Cardona. (2012) Aplicación de los sistemas de información geográfica para la gestión de la malla vial de la ciudad de Medellín”. Recuperado en:

<https://revistas.usb.edu.co/index.php/IngUSBmed/article/view/277>

<https://pro.arcgis.com/es/pro-app/latest/help/data/geodatabases/overview/what-is-a-geodatabase-.htm>