

Práctica empresarial como auxiliar de ingeniería civil en los procesos de mejoramiento del sistema de señalización vial y semaforización de la secretaria de tránsito de Bucaramanga

Sebastian Correa Vargas

Trabajo de grado para optar al título de ingeniería civil

Director

Jorge Rafael Montero Puyana

Ingeniero Civil

Especialista en vías terrestres

MSc. Project Management

MSc. Gestión y Valoración Urbana

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Ingeniería Civil

Ingeniería Civil

Bucaramanga

2024

Dedicatoria

Con esta enorme felicidad que siento por haber culminado mi carrera profesional, dedico este gran logro, primeramente, a Dios y a la Virgen María por haberme dado vida, salud, fortaleza y entendimiento para poder seguir siempre adelante con este propósito, por enviarme ángeles en forma de personas que me han apoyado en todo el camino. A mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que hoy soy, son mi gran orgullo y mi modelo a seguir. A mis hermanos, quienes han sido mi ejemplo y motivación por ser unos excelentes profesionales. A mi compañera de vida, por creer en mí y día a día motivarme a seguir adelante. A mi abuelita, por guiarme a través de sus consejos, tenerme presente en sus oraciones y enseñarme a luchar por ser alguien en la vida. A mis animalitos, Gerónimo y Aslam quienes hoy en día son angelitos, gracias por bendecirme con su amor fiel y nunca dejarme solo en los momentos más difíciles, también a mi hijo gatuno Salem por ese amor incondicional y ser mi razón para salir adelante.

Agradecimientos

A Dios por todas sus bendiciones, por escuchar mis oraciones, por guiar mi camino, y nunca soltar mi mano en los momentos difíciles.

A mi madre Jaqueline Vargas Celis, mi ejemplo a seguir, la mujer que me acompaña en cada paso desde el primer segundo de vida, ella el pilar fundamental que tengo para levantarme cuando caigo, la que esta y permanece siempre para mí, la que sacrifico muchas cosas para hacerme feliz. Gracias mamita de mi alma por no cortarme las alas, mi corazón te pertenece.

A mi padre Wilman Correa Rojas, mi ejemplo a seguir, por motivarme y salir adelante sin importar las circunstancias, el motor fundamental de mi vida. Gracias papito por ser esa luz que guía mi camino y apoyarme en mis objetivos de vida.

A mis hermanos Yulieth Paola y Wilman Rafael, por su apoyo incondicional, por darme ese ejemplo de que todo en la vida con esfuerzo y dedicación se puede, por ser mis cómplices en la formación personal que hoy en día tengo y sobre todo por enseñarme a nunca rendirme en la vida.

A mi compañera de vida Mayra Alejandra Mayor Jaramillo, con la que celebro cada triunfo, gracias por exigirme y por creer en mí más de lo que yo puedo creer, gracias por el apoyo incondicional en toda la carrera universitaria, gracias porque a su lado he pasado los momentos más felices, pero sobre todo por ser mi soporte en los momentos más difíciles.

A la Universidad Industria de Santander y a todos los docentes que me formaron como profesional, en especial al profesor Jorge Rafael Montero Puyana, director de mi trabajo de grado, por su orientación y aportes durante este proceso que fueron de gran ayuda para mi desarrollo formativo.

A la Dirección de Tránsito de Bucaramanga y a todos los profesionales que me brindaron su apoyo en la práctica empresarial, en especial al Ingeniero Yuber Castillo Diaz, tutor empresarial por el tiempo y la disposición que dedico para enseñarme lo necesario para desarrollar la práctica y afianzar conocimientos.

A todas las personas que conocí en estos años de aprendizaje gracias por compartir miles de risas, momentos y talentos, cada uno con su diferente personalidad, pero todos con un corazón gigante, les deseo lo mejor del mundo.

Tabla de contenido

Introducción	11
1.Objetivos	13
1.1 Objetivo general.....	13
1.2 Objetivos específicos	13
2. Descripción de la empresa	14
2.1 Misión	14
2.2 Visión.....	14
2.3 Valores corporativos	14
2.4 Principios corporativos	14
3. Marco teórico.....	15
3.1 Seguridad vial	15
3.2 Señal de tránsito.....	15
3.3 Sistema de información Geográfico (SIG)	15
3.4 Georreferenciación.....	16
3.5 Manual señalización vial.....	16
3.6 Software QGIS.....	17
3.7 Mapa de calor.....	17
3.8 Shapefile	17
3.9 Puntos críticos de accidentabilidad.....	18
4. Desarrollo de la Practica	18
4.1 Vinculación, inducción y descripción de las funciones	18
4.2 Asignación de actividades.....	19
4.3 Ejecución de actividades.....	19

4.3.1 Seguimiento, actualización y control del Sistema de Información Geográfico relacionado a los elementos de señalización.	19
4.3.1.1 Informe Diagnostico general sobre los SIG:.....	20
4.3.1.2 Recopilación de información	20
4.3.1.3 Filtrado de información.....	22
4.3.1.3 Software QGIS.....	23
4.3.2 Identificación de mejoras al Sistema de Información Geográfico.....	32
4.3.2.1 Recopilación de información	32
4.3.2.2 Verificación de la normativa.....	32
4.3.2.3 Recomendación.....	35
4.3.3 Identificación de puntos críticos de accidentabilidad vial con el fin de proyectar planes de mitigación o mejoramiento a esta problemática.	37
4.3.3.1 Recopilación de información	37
4.3.3.2 Software QGIS.....	42
4.3.3.3 Puntos críticos.....	46
4.3.3.4 Proyección plan de mejora.....	49
4.4 Reuniones de seguimiento	54
4.5 Cierre de práctica	54
5. Retroalimentación.....	54
5.1 Seguimiento, actualización y control del Sistema de Información Geográfico relacionado a los elementos de señalización.	55
5.2 Identificación de mejoras al Sistema de Información Geográfico.....	56
5.3 Identificación de puntos críticos de accidentabilidad vial con el fin de proyectar planes de mitigación o mejoramiento a esta problemática.	56
6. Conclusiones.....	57
Referencias Bibliográficas	59

Lista de figuras

Figura 1. Formato estándar relación de señalización atendida	21
Figura 2. Documento filtrado señalización	22
Figura 3. Capa base manzanas	24
Figura 4. Capa base barrio	24
Figura 5. Capa base Nomenclatura vial	25
Figura 6. Mostrar etiqueta (Barrio).....	26
Figura 7. Mostrar etiqueta (Nomenclatura vial)	26
Figura 8. Datos iniciales Shapefile	27
Figura 9. Atributos	28
Figura 10. Ubicación de puntos georreferenciados.....	28
Figura 11. Mapa señalización instalada 2023	30
Figura 12. Mapa accidentabilidad 2023 en Bucaramanga (Google Maps).....	41
Figura 13. Mapa calor de accidentabilidad 2023	43
Figura 14. Mapa relación de accidentabilidad e instalación señalización 2023	45
Figura 15. Punto crítico #1.....	47
Figura 16. Punto crítico #2.....	48
Figura 17. Punto crítico #3.....	49

Lista de tablas

Tabla 1. Cuadro verificación (Normas sobre calidad en información geográfica).....	33
Tabla 2. Cuadro verificación (Normas sobre metadatos)	34
Tabla 3. Cuadro verificación (Normas sobre calidad en información geográfica).....	35
Tabla 4. Cuadro verificación (Normas información geográfica metadatos).....	35
Tabla 5. Incidentes viales por hipótesis	38
Tabla 6. Incidentes viales por comunas	39
Tabla 7. Puntos críticos incidentes viales	40

Apéndices

Ver apéndices adjuntos en la carpeta titulada comprimida “Apéndices”

Apéndice A. Formatos señalización 2023

Apéndice B. Documento Filtrado señalización 2023

Apéndice C. Mapas software QGIS

Apéndice D. Mapas formato PDF

Resumen

Título: Práctica empresarial como auxiliar de ingeniería civil en los procesos de mejoramiento del sistema de señalización vial y semaforización de la secretaria de tránsito de Bucaramanga*

Autor: Sebastian Correa Vargas**

Palabras clave: Sistemas de información geográfico (SIG), software QGIS, georreferenciación, puntos críticos, señalización vial, normativa.

Descripción: Este documento evidencia las actividades realizadas en el desarrollo de la practica empresarial como auxiliar de ingeniería civil en la secretaria de tránsito de Bucaramanga, donde se brindó apoyo en los procesos relacionados al mejoramiento del sistema de señalización vial y semaforización de la red vial en el municipio de Bucaramanga. Las actividades principales se enfocaron en el seguimiento y actualización de la señalización vial, verificación de la normativa vigente relacionada a los SIG y la identificación de puntos críticos de accidentabilidad con el fin de proyectar planes de mejoramiento. En el marco de las actividades asociadas a procesos relacionados con los SIG, se tuvo la oportunidad de utilizar el software QGIS, la implementación de este software se ratifica la importancia del uso de la tecnología para optimizar los procesos relacionados a la actualización, control y seguimiento de los sistemas de señalización y semaforización mediante la georreferenciación de elementos, además, suministrado insumos gráficos sobre la accidentabilidad a través de mapa de calor, Finalmente se exponen los resultados obtenidos con su debida retroalimentación y las conclusiones formuladas a partir del cumplimiento de los objetivos planteados en este trabajo de grado.

*Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Jorge Rafael Montero Puyana. Ingeniero Civil, MSc.

Abstract

Title: Business practice as civil engineering assistant in the processes of improvement of the road signaling and traffic light system of the secretary of traffic of Bucaramanga*.

Author: Sebastian Correa Vargas**

Key words: Geographic information systems (GIS), QGIS software, georeferencing, critical points, road signs, regulations.

Description: This document evidences the activities carried out in the development of the business practice as a civil engineering assistant in the secretary of transit of Bucaramanga, where support was provided in the processes related to the improvement of the system of road signaling and traffic lights of the road network in the municipality of Bucaramanga. The main activities focused on the follow-up and updating of road signs, verification of current regulations related to the SIG and the identification of critical accident points in order to project improvement plans. The implementation of this software ratifies the importance of the use of technology to optimize the processes related to the updating, control and monitoring of signaling and traffic light systems through the georeferencing of elements, in addition, it provided graphic inputs on the accident rate through a heat map. Finally, the results obtained are presented with their due feedback and the conclusions formulated from the fulfillment of the objectives set out in this degree work.

*Degree Work

** Faculty of Physicomechanical Engineering. School of Civil Engineering. Director: Jorge Rafael Montero Puyana. Civil Engineer, MSc.

Introducción

Los entes gubernamentales tienen como objetivo social identificar las principales necesidades y problemáticas de la ciudadanía, a su vez proponer soluciones concretas y efectivas mediante una óptima administración de los recursos. La alcaldía de Bucaramanga hace parte de estos entes, razón por la cual ha venido desarrollando proyectos de inversión social y obras civiles; esta a su vez cuenta con la Dirección de Tránsito, la cual está encargada de organizar y controlar todo lo relacionado con el tránsito dentro del municipio y velar por el cumplimiento de las disposiciones legales sobre la materia.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG), como recurso tecnológico son una gran herramienta en el desarrollo de proyectos e investigaciones, no solamente en el campo de la ingeniería civil, sino también en la arquitectura, ingeniería ambiental, e ingeniería topográfica, entre otras (Solano & Montes, 2019). A pesar de que las aplicaciones de los SIG son multipropósito, el presente documento se enfocará exclusivamente en el campo de la ingeniería civil.

Los SIG nos brinda una herramienta de alto poder de análisis, interpretación y visualización, que emplea tecnología de avanzada mediante hardware y software especializados, permite integrar datos alfanuméricos con la información geográfica. Los SIG realizan dicha integración mediante el despliegue de diferentes capas temáticas de estudio, tales como la red vial, topografía, usos del suelo, red hídrica, catastro, equipamientos colectivos, espacios públicos, división administrativa, sistemas de transporte, obras de infraestructura, entre otras. De esta manera, es posible realizar procesos complejos de análisis multicriterio con el fin de tomar decisiones y optimizar los recursos en la solución de un problema en particular. (J. A. Zapata & G. J. Cardona, 2012).

La práctica empresarial, es un enlace que permite reducir la brecha entre el ámbito académico y el mundo laboral, debido a que su propósito va más allá de ser un requisito académico, esta modalidad de trabajo de grado le permite al estudiante aplicar los conceptos técnicos y teóricos adquiridos durante la formación universitaria en ámbitos prácticos, sumergiéndose en las complejidades y competencias relacionadas con el medio laboral. El sector público es un entorno enriquecedor para los practicantes debido a que brinda amplios conocimientos y experiencias que además de brindar apoyo en la comprensión del funcionamiento de la administración pública, contribuye a la formación integral del practicante.

Durante el desarrollo de la practica empresarial en la Dirección de Tránsito de Bucaramanga, se procuró aplicar los conocimientos obtenidos durante todo el proceso de formación académica, por lo tanto, se brindó apoyo en actividades relacionadas al cumplimiento de los objetivos estipulados, enfocándose en la utilización del Software QGIS en contexto al seguimiento y actualización del sistema de información geográfico con respecto a los elementos de señalización, además, en la identificación de puntos críticos de accidentabilidad a partir de aspectos claves como la señalización vial, además, se brindó apoyo en la proyección de planes de mitigación a la problemática de accidentabilidad en relación a los puntos críticos y finalmente se realizó el proceso de verificación del cumplimiento de la normativa existente respecto a los SIG utilizados en la entidad. Cabe resaltar que este documento recopila el proceso integral de desarrollo de la practica empresarial y las actividades ejecutadas durante esta.

1.Objetivos

1.1 Objetivo general

Apoyar como auxiliar de ingeniería civil en los procesos de mejoramiento del sistema de señalización vial y semaforización de la ciudad de Bucaramanga con el fin de mejorar la movilidad, prevención, seguridad, fluidez, orden y comodidad en los desplazamientos peatonales y vehiculares.

1.2 Objetivos específicos

Brindar apoyo en el seguimiento, actualización y control del Sistema de Información Geográfica de la Dirección de Tránsito de Bucaramanga con el fin de consolidar en un único sistema los elementos de gestión de tráfico, señalización y otros.

Identificar acciones de mejora en los procesos de construcción del Sistema de Información Geográfica SIG y uso posterior del mismo.

Identificar puntos críticos de accidentalidad vial y revisar su relación con deficiencias en la señalización o elementos de gestión de tráfico para planear planes de mitigación o mejoramiento.

2. Descripción de la empresa

La Dirección de Tránsito de Bucaramanga es una entidad pública descentralizada del orden municipal, la cual fue creada con el propósito de organizar y controlar todo lo relacionado con el tránsito dentro de Bucaramanga y velar por el cumplimiento de las disposiciones legales sobre la materia. (Dirección de Tránsito de Bucaramanga, s.f.)

2.1 Misión

La Dirección de Tránsito de Bucaramanga es un establecimiento público descentralizado del orden municipal con autonomía financiera y administrativa, enfocada en una movilidad sostenible, ágil y segura; garantizando planeación, regulación, control y educación vial; atendiendo los diferentes trámites de vehículos y conductores, en el marco de las disposiciones legales vigentes.

2.2 Visión

La Dirección de Tránsito de Bucaramanga para el año 2030 será competitiva a nivel nacional en movilidad inteligente y seguridad vial generando un impacto positivo en el desarrollo de la ciudad y la calidad de vida de los actores viales, prestando servicios de calidad apoyado en el uso de tecnologías modernas.

2.3 Valores corporativos

Ética, servicio, honestidad, respeto, compromiso, diligencia y justicia

2.4 Principios corporativos

Servicio integral con enfoque al cliente, cultura de la legalidad, transparencia en el desarrollo de las actividades, difusión de la educación vial y comunicación Institucional

3. Marco teórico

3.1 Seguridad vial

“Entiéndase por seguridad vial, el conjunto de acciones y políticas dirigidas a prevenir, controlar y disminuir el riesgo de muerte o de lesión de las personas en sus desplazamientos ya sea en medios motorizados o no motorizados. Se trata de un enfoque multidisciplinario sobre medidas que intervienen en todos los factores que contribuyen a los accidentes de tráfico en la vía, desde el diseño de la vía y equipamiento vial, el mantenimiento de las infraestructuras viales, la regulación del tráfico, el diseño de vehículos y los elementos de protección activa y pasiva, la inspección vehicular, la formación de conductores y los reglamentos de conductores, la educación e información de los usuarios de las vías, la supervisión policial y las sanciones, la gestión institucional hasta la atención a las víctimas” (Ley 1702, 2013)

3.2 Señal de tránsito.

Dispositivo físico o marca vial que indica la forma correcta como deben transitar los usuarios de las vías y se instala a nivel de la vía para transmitir órdenes o instrucciones mediante palabras o símbolos. Señal informativa ubicada sobre estructuras especiales que le permiten una visibilidad a mayores distancias, por contener mensajes de mayor tamaño y estar a una altura superior a las demás señales de tránsito. (Glosario Manual de señalización vial, 2013)

3.3 Sistema de información Geográfico (SIG)

Un Sistema de Información Geográfico (SIG) permite 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. (MEN, s.f.)

3.4 Georreferenciación

La georreferenciación es el uso de coordenadas de mapa para asignar una ubicación espacial a entidades cartográficas. Todos los elementos de una capa de mapa tienen una ubicación geográfica y una extensión específicas que permiten situarlos en la superficie de la Tierra o cerca de ella. La capacidad de localizar de manera precisa las entidades geográficas es fundamental tanto en la representación cartográfica como en SIG. (Georreferenciación y Sistemas de Coordenadas - ArcGIS Resource Center, s. f.)

3.5 Manual señalización vial

El Manual permite conocer los distintos tipos, el uso adecuado, clasificación, funcionalidad, color, tamaño, formas, especificaciones técnicas, etc., de los dispositivos utilizados en las vías nacionales, departamentales, municipales o distritales para la regulación del tránsito. El proyecto de señalización o diseño de señalización, debe guardar armonía estética y coherencia con el diseño geométrico de las vías para ofrecer a quien las utiliza un recorrido seguro, cómodo, fácil y agradable, exento de sorpresas y desorientaciones. Para asegurar mejor esta armonía en vías nuevas o en rehabilitación, se aconseja desarrollar los proyectos de señalización en conjunto o en paralelo con el desarrollo del proyecto de diseño geométrico.

El propósito fundamental de este documento técnico es lograr, mediante el fiel cumplimiento de las normas que contiene, una completa uniformidad de la señalización vial en todo el territorio nacional. Para ello, además de entregar las especificaciones de cada elemento de

señalización, ya sean señales verticales u horizontales, semáforos, balizas u otros, se consignan los criterios técnicos que permiten conocer cuáles, cuándo, dónde y cómo éstas deben ser instaladas. (Mintransporte, s.f.)

3.6 Software QGIS

QGIS es un Sistema de Información Geográfica profesional de fácil uso, gratis y de código abierto, que posibilita la creación, visualización, análisis, edición y publicación de información geoespacial. Al igual que los demás Sistemas de Información Geográfica existentes, QGIS permite la creación de mapas con numerosas capas que pueden ser ensambladas bajo diferentes formatos, dependiendo de la aplicación. (De Ceupe, 2022)

3.7 Mapa de calor

Los mapas de densidad nos permiten mostrar de un modo intuitivo y rápido los patrones de distribución de un fenómeno, esto es, en que zonas aparece un fenómeno y con qué intensidad se concentra. A las zonas con un mayor nivel de concentración las conocemos como “Puntos calientes”.

Los mapas de densidad se obtienen a partir de datos puntuales, estimando el número de puntos que se encuentran dentro del área focal o de búsqueda, cuanto mayor sea el número de puntos que se localizan dentro del radio de búsqueda “ancho de banda del Kernel” mayor será el valor de densidad para una celda dada del Raster de salida. (Noriega, 2017)

3.8 Shapefile

El programa QGIS nos ofrece una herramienta llamada Shapefile, la cual trata de un formato vectorial que guarda la localización de elementos geográficos y atributos a ellos asociados, pero no es capaz de almacenar relaciones topológicas. Estos elementos geográficos se

pueden representar a partir de una capa de tipo punto, línea o polígono que representan áreas. (¿Qué Es Un Shapefile? -ArcMap, s.f.)

3.9 Puntos críticos de accidentabilidad.

El análisis de puntos críticos, como accidentes o congestiones, es fundamental para mejorar la seguridad y la movilidad en nuestras ciudades. Los SIG permiten la identificación y el análisis de estos puntos calientes, al integrar datos de diferentes fuentes, como registros de accidentes, datos de tráfico o información sobre la infraestructura vial.

Esta información georreferenciada permite a los responsables de la señalización identificar patrones y correlaciones entre la señalización vial y los puntos calientes, lo que facilita la toma de decisiones basada en datos para mejorar la seguridad y la fluidez del tráfico. Por ejemplo, al analizar la relación entre la ubicación de las señales de pare y los accidentes, es posible identificar áreas donde la señalización podría ser insuficiente o inadecuada, y tomar medidas para corregir estos problemas. (Lozano, s.f.)

4. Desarrollo de la Practica

Durante el desarrollo de la práctica empresarial desempeñada en la Dirección de Tránsito de Bucaramanga, se efectuó la metodología descrita a continuación con el fin de cumplir satisfactoriamente los objetivos planteados y lograr una consolidación de los conocimientos adquiridos durante el pregrado gracias a su aplicación en un contexto real.

4.1 Vinculación, inducción y descripción de las funciones

Una vez formalizada la vinculación a la entidad, el personal de la Dirección de Tránsito de Bucaramanga se encarga de realizar una inducción y orientación; así como prestar las

herramientas e información necesaria para el desarrollo de la práctica, se dan a conocer las funciones a desempeñar en el cargo de practicante y metodología de la entidad.

4.2 Asignación de actividades

En la entidad, se asignaron y describieron funciones a desempeñar como practicante de apoyo en los procesos de mejoramiento de los sistemas de señalización y semaforización, a su vez se indicaron las actividades encaminadas al cumplimiento de los objetivos planteados, orientándose mediante reuniones la metodología que se debe aplicar en cada uno de los procesos, conceptos técnicos e información adicional para el óptimo cumplimiento de la practica empresarial.

4.3 Ejecución de actividades

A continuación, se presentan las actividades asignadas y desarrolladas, cumplimiento las labores como auxiliar de ingeniería civil en los procesos de mejoramiento de los sistemas de señalización y semaforización adelantados por la Dirección de Tránsito de Bucaramanga durante el desarrollo de la practica empresarial:

Nota: Estas actividades están sujetas a los objetivos estipulados en la práctica empresarial. Este ítem se dividió en los tres (3) objetivos principales y se subdividió en la cantidad de actividades realizadas para el óptimo cumplimiento.

4.3.1 Seguimiento, actualización y control del Sistema de Información Geográfico relacionado a los elementos de señalización.

El cumplimiento de este objetivo se vio reflejado en la adaptación a los Sistemas de información geográficos manejados en la Dirección de Tránsito, recopilación de información

necesaria, filtración de la base de datos obtenida y por último la utilización del software QGIS, a continuación, se describen al detalle cada uno de estas actividades desarrolladas.

4.3.1.1 Informe Diagnostico general sobre los SIG:

Se desglosa el termino SIG con el fin de conocer los conceptos básicos, técnicos y normativos referentes. Además, se contempla la importancia de estos en el área de movilidad y tránsito a su vez relacionando la información identificada con la existente dentro de la Dirección de Tránsito de Bucaramanga, logrando tener un comparativo que nos brinde una base de la forma en cómo se están aplicando los sistemas de información geográficos dentro de la empresa.

Identificar conceptos básicos y técnicos de los sistemas de información geográficos, así como los elementos fundamentales, normativa vigente nacional e internacional con el fin de aplicar todo el conocimiento adquirido en los sistemas de información geográficos manejados en la Dirección de Tránsito de Bucaramanga.

4.3.1.2 Recopilación de información

Dentro de las funciones que se llevan a cabo en el departamento de señalización se encuentra el seguimiento, control y actualización de la señalización vertical y horizontal del municipio de Bucaramanga, en esta primera fase se recopila la información obteniendo una base de datos sobre la señalización dentro de la cual se subdivide en categorías por tipo de actividad, estas son:

- Instalación
- Demarcación
- Reposición
- Retiro

- Reubicación
- Borrado
- Mantenimiento

Este departamento maneja un formato único estándar identificado con el código FT-PLV009 en su versión 06, donde se ve representado el tipo de actividad, el código de la señal, la comuna a la que perteneces este tipo de señal, la dirección en donde está ubicada, cantidad, unidad, sentido, barrio y la fecha en la cual se realizó la actividad. Esta información fue obtenida por medio de trabajo en campo y posteriormente recopilada en la base de datos por el departamento de señalización el cual fue el encargado de brindar esta información al practicante con el fin de brindar apoyo en el óptimo desarrollo de las actividades relacionadas al cumplimiento del objetivo.

Figura 1. Formato estándar relación de señalización atendida

PROCESO PLANEAMIENTO VIAL													Código: FT-PLV-009				
RELACIÓN DE SEÑALIZACIÓN ATENDIDA													Versión: 06				
													Página: 1 de 1				
TIPO DE ACTIVIDAD																	
ÍTEM	INSTALACIÓN	DESMARCAÇÃO	REPOSICIÓN	RETIRO	REUBICACIÓN	BORRADO	MANUTENIMIENTO	SEÑALIZACIÓN	COMUNA	DIRECCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	SENTID O	BARRIO	FECHA DE EJECUCIÓN	JORNADA	CONCEPTO TECNICO
1						X		SP-47B	6	CARRERA 23 ENTRE CALLES 17 Y 18	1	UNIDAD	S-N	SAN FRANCISCO	4-abr-23	NOCHE	
2						X		SR-30	6	CARRERA 23 ENTRE CALLES 17 Y 18	1	UNIDAD	S-N	SAN FRANCISCO			
3						X		SR-34	6	CARRERA 17C ENTRE CALLES 55 Y 56	1	UNIDAD	N-S	RICAUARTE			
4						X		SR-01	12	CARRERA 28 CON CALLE 50	1	UNIDAD	S-N	SOTOMAYOR	13-abr-23	DI A	
5						X		SR-01	12	CALLE 57 CON CARRERA 44	1	UNIDAD	S-N	TERRAZAS			
6	X							SP-47B	10	CARRERA 238 ENTRE CALLES 107 Y 108	1	UNIDAD	N-S	PROVENZA			
7							X	SR-01	10	CALLE 11 CON CARRERA 22	1	UNIDAD	OR-CC	PROVENZA	17-abr-23	DI A	
8	X							SP-46	11	CARRERA 15 CON CALLE 105	1	UNIDAD	N-S	TOLEDO PLATA			
9	X							SP-47B	10	CALLE 89 ENTRE CARRERAS 21 Y 22	1	UNIDAD	OCC-OR	DIAMANTE I			
10							X	SR-01	15	CALLE 41 CON CARRERA 19	1	UNIDAD	OCC-OR	CENTRO			
11							X	SR-01	15	CALLE 42 CON CARRERA 19	1	UNIDAD	OR-CC	CENTRO			
12							X	SR-01	15	CALLE 1 F 38 CON CARRERA 19	1	UNIDAD	OR-CC	CENTRO			

Nota: Dirección de Tránsito de Bucaramanga

4.3.1.3 Filtrado de información

Se crea un documento en formato Excel, en el cual se va a tener como referencia los documentos suministrados por el departamento de señalización, siguiendo los lineamientos estipulados en el formato FT-PLV-009 en su versión 06.

Se realiza los procesos relacionados con la filtración de información el cual comienza por la revisión mes a mes de la base de datos suministrada por el departamento de señalización, posteriormente se filtra los datos necesarios, estos son, señalización instalada y/o demarcada, finalmente se crea un documento donde se va a ver reflejado toda la señalización instalada y/o demarcada del año 2023 en el municipio de Bucaramanga , además se le añade una casilla de observaciones, con el fin de brindar apoyo por medio de material estadístico en el estudio de gestión 2023.

Figura 2. Documento filtrado señalización

TIPO DE SEÑALIZACIÓN	SEÑALIZACIÓN	COMUNA	DIRECCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	SENTIDO	BARRIO	FECHA DE EJECUCIÓN	JORNADA	OBSERVACIÓN	MES
X	SP-47A	2	CUCHILLA ALTA	2	UNIDAD	S-N	CUCHILLA ALTA	24-feb-23	DIA		FEBRERO
X	SP-35A	11	CALLE 104 ENTRE CARRERAS 16 Y 17	2	UNIDAD	DR-OC	PRADO	3-mar-23	DIA		
X	SPL-39	13	CALLE 37 CON CARRERA 35	1	UNIDAD	DR-OC	EL PRADO				
X	SPL-39	13	CALLE 37 CON CARRERA 36	1	UNIDAD	DR-OC	EL PRADO				
X	SPL-61	13	CALLE 37 CON CARRERA 37	1	UNIDAD	OC-GR	EL PRADO				
X	SPL-38	13	CALLE 37 CON CARRERA 38	1	UNIDAD	OC-GR	EL PRADO				
X	SPL-61	13	CARRERA 38 A CARRERA 39	1	UNIDAD	OC-GR	EL PRADO				
X	SPL-61	12	AV EL JARDIN CON AV 42	1	UNIDAD	N-S	EL JARDIN	17-mar-23	DIA		
X	SPL-38	12	CARRERA 27 CON CALLE 42	1	UNIDAD	N-S	SOTOMAYOR				MARZO
X	SPL-47	13	CARRERA 27 CON CALLE 35	1	UNIDAD	S-N	MEJORAS PUBLICAS				
X	SPL-47	13	CARRERA 27 CON CALLE 36	1	UNIDAD	N-S	MEJORAS PUBLICAS				
X	SPL-47	13	CALLE 36 CON CARRERA 33	1	UNIDAD	OC-GR	MEJORAS PUBLICAS				
X	SPL-47	12	CARRERA 27 CON CALLE 56	1	UNIDAD	N-S	BOLARGUI				
X	SPL-47	12	CARRERA 27 CON CALLE 54	1	UNIDAD	S-N	BOLARGUI				
X	SPL-47	12	CARRERA 27 CON AV GONZALES VALENCIA	1	UNIDAD	N-S	NUEVO SOTOMAYOR				
X	SPL-47	13	CARRERA 27 CON CALLE 34	1	UNIDAD	N-S	MEJORAS PUBLICAS	21-mar-23	DIA		

Nota: Practicante Sebastian Correa Vargas (Propia)

4.3.1.3 Software QGIS

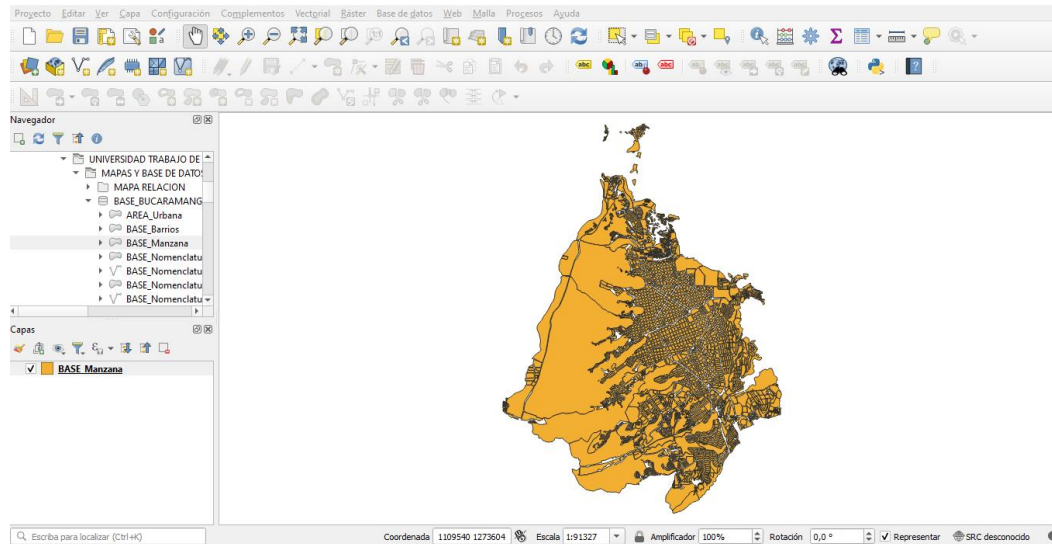
Para la implementación del sistema de información georreferenciado de la señalización vial del Municipio de Bucaramanga, se realizó un inventario con el fin de establecer cuál es el estado actual de las señales demarcadas o instaladas, posteriormente se procede a utilizar el software QGIS para localizar y ubicar los componentes en coordenadas planas correspondientes al sistema geográfico Magna SIRGA - Colombia Bogotá, de señales horizontales y verticales, y demás dispositivos destinados a la canalización, regulación y control del tránsito.

Este software nos ofrece gran variedad de herramientas y aplicaciones dentro de las cuales para este contexto se utilizaron las siguientes:

Base manzana: En el programa QGIS se hace uso de la información base que brinda la DTB, para este insumo grafico utilizamos Base Bucaramanga DTB, en el cual se utiliza la herramienta que nos brinda el programa capas la cual nos permite activar o desactivar el mapa que es necesario.

Primeramente, se utiliza la capa denominada Base manzanas en la cual nos delimita específicamente el área de Bucaramanga por manzanas, esta se evidencia de color amarillo opaco y nos permite obtener una mejor visualización de áreas dentro de la ciudad.

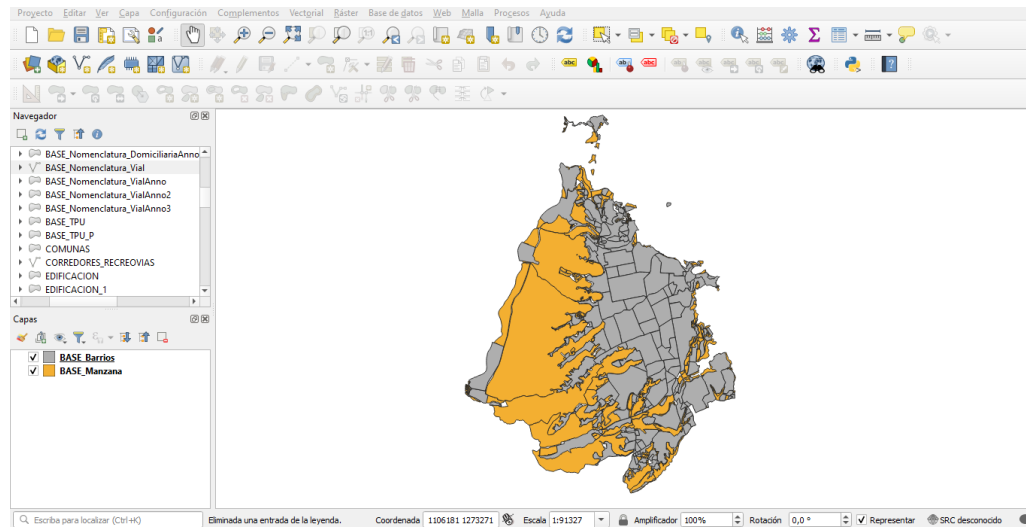
Figura 3. Capa base manzanas



Nota: Practicante Sebastian Correa Vargas (Propia)

Base barrio: Seguidamente, se utiliza la capa denominada “Base barrios” en la cual nos delimita específicamente el área de Bucaramanga por barrios, esta se evidencia de color gris y nos permite obtener una mejor visualización de áreas dentro de la ciudad.

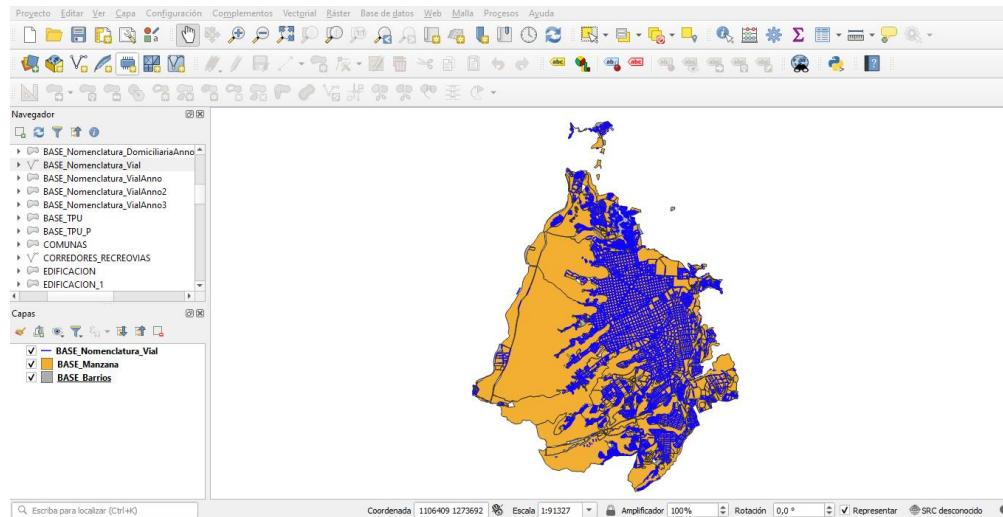
Figura 4. Capa base barrio



Nota: Practicante Sebastian Correa Vargas (Propia)

Nomenclatura vial: Posteriormente, se utiliza la capa denominada “Nomenclatura vial” en la cual nos especifica mediante líneas de color azul la malla vial dentro del área de Bucaramanga y nos permite obtener una mejor visualización de la segmentación vial con respecto a las manzanas y barrios.

Figura 5. Capa base Nomenclatura vial



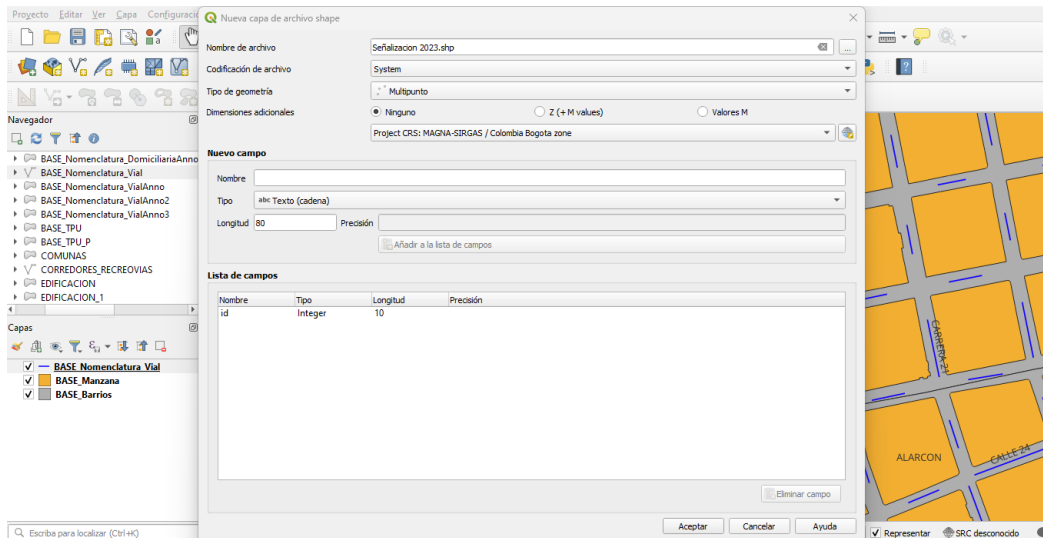
Nota: Practicante Sebastian Correa Vargas (Propia)

Etiquetas barrio: Por medio de la herramienta (Mostrar etiquetas) la cual nos permite obtener una visualización que nos brinda además de texto, la ubicación real de cada barrio. Esto con el fin de optimizar el proceso de búsqueda al momento de ubicarse geográficamente en el área de Bucaramanga.

Shapefile: Este formato se crea mediante la opción “capa” la cual está ubicada en la barra principal del programa, posteriormente se escoge la ventana llamada “crear capa” dentro de esta ventana escogemos la opción “nueva capa de archivo shape”, finalmente nos abre una ventana auxiliar la cual nos indica varias opciones estos campos se llenan de la siguiente manera:

- Nombre el archivo: Señalización 2023
- Tipo de geometría: Multipunto
- Adicionales dimensiones: Proyección “Magna Sirgas Bogotá-Colombia”

Figura 8. Datos iniciales Shapefile

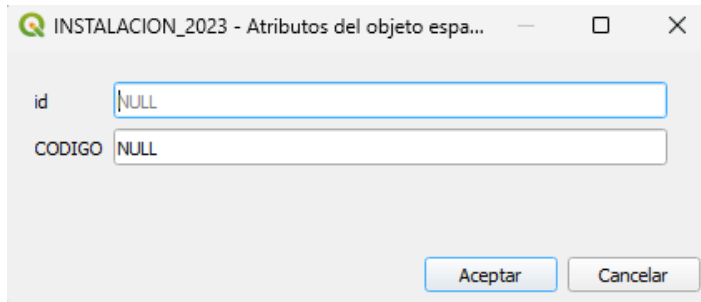


Nota: Practicante Sebastian Correa Vargas (Propia)

Después de añadir los campos de una manera adecuada, se acepta el formato Shapefile y queda listo para dar inicio a la ubicación de puntos

Instalación señalización: Se inicia la ubicación de puntos georreferenciados, por medio de la herramienta editar, posteriormente se le da en la opción añadir punto y nos despliega una ventana auxiliar la cual nos indica lo siguiente:

Figura 9. Atributos

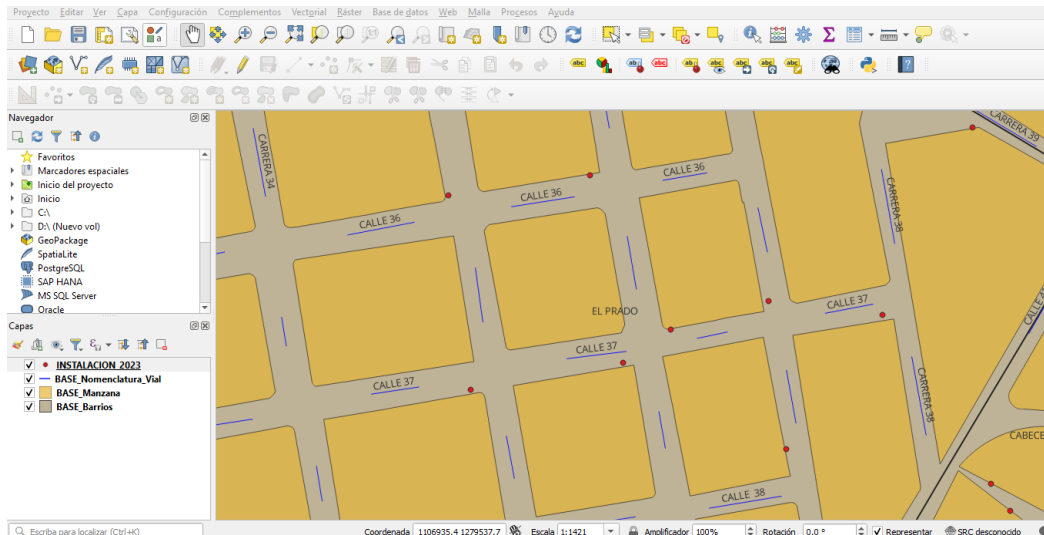


Nota: Practicante Sebastian Correa Vargas (Propia)

- **id:** Representa la casilla ítem del documento filtrado en formato Excel, tiene un valor número entre el rango (1 a 274)
- **CODIGO:** Representa el código estipulado por el Manual de señalización para cada señal en específico

Posteriormente, se inicia el proceso de ubicación de puntos el cual nos indicara la posición georreferenciada de las señales instaladas y demarcadas en el año 2023.

Figura 10. Ubicación de puntos georreferenciados



Nota: Practicante Sebastian Correa Vargas (Propia)

Mapa señalización instalada 2023: Se finalizo todas las actividades relacionadas al seguimiento y actualización de los elementos de señalización en el municipio de Bucaramanga, obteniendo datos importantes como la instalación de 273 señales verticales, en las cuales se encuentran de tipo SR, SP y SI mencionadas a continuación:

SR: Señales reglamentarias

- SR-01: Pare
- SR-06: Prohibido girar a la izquierda
- SR-10: Prohibido girar en U
- SR-28: Prohibido parquear
- SR-30: Velocidad máxima permitida
- SR-32: Altura máxima permitida
- SR-38: Sentido único de circulación
- SR-39: Sentido de circulación doble
- SR-47: No bloquear cruce

SP: Señales preventivas

- SP-23: Proximidad de semáforo
- SP-25: Proximidad resalto
- SP-25A: Ubicación de resalto
- SP-39: Dos sentidos de transito
- SP-46: Zona de peatones
- SP-46A: Proximidad de cruce peatonal
- SP-46B: Ubicación de cruce peatonal

- SP-47: Zona escolar
- SP-47A: Proximidad a cruce escolar
- SP-47B: Ubicación de cruce escolar
- SP-59: Ciclista en la vía
- SP-59A: Cruce de ciclistas
- SP-59B: Ubicación de cruce de ciclistas
- SP-75: Delineador de curva horizontal

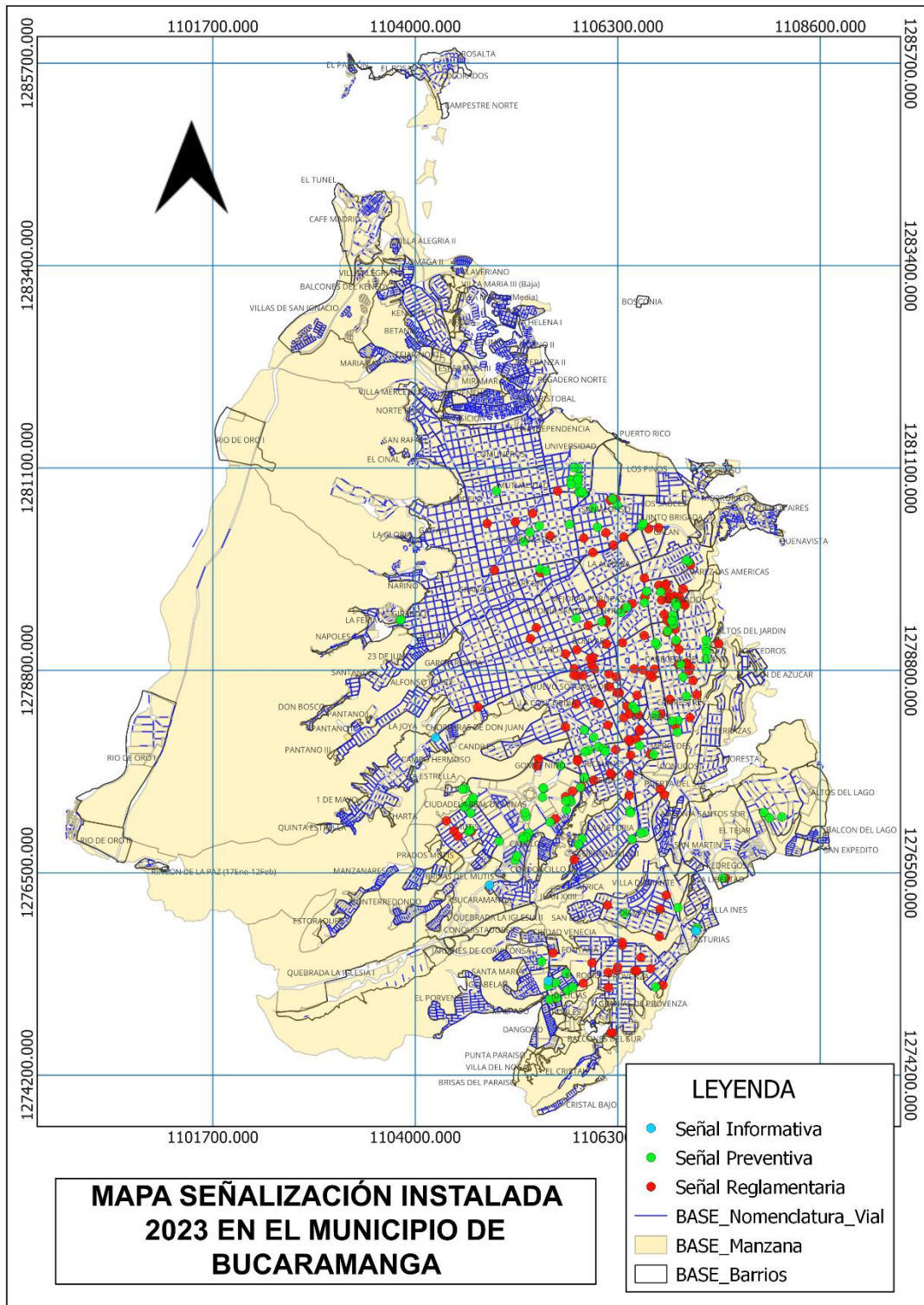
SI: Señales informativas

- SI-08: Paradero de buses
- SI-16: Primeros auxilios

Al analizar el insumo gráfico, se evidencia una mayor concentración de puntos en los barrios el prado y cabecera del llano, además, a nivel general se concluye con la instalación de 143 señales reglamentarias, 122 señales preventivas y 4 señales informativas en el municipio de Bucaramanga.

Finalmente se brindó un apoyo fundamental a la información manejada por la Dirección de Tránsito de Bucaramanga, además, se deja un precedente base para la posterior actualización del presente año 2024 con respecto a los procesos proyectados relacionados a los SIG utilizados en la DTB.

Figura 11. Mapa señalización instalada 2023



Nota: Practicante Sebastian Correa Vargas (Propia)

4.3.2 Identificación de mejoras al Sistema de Información Geográfico.

El cumplimiento de este objetivo se vio reflejado en la identificación de la normativa vigente relacionada con los SIG, posteriormente su verificación y finalmente en las recomendaciones pertinentes, a continuación, se describen al detalle cada uno de estas actividades desarrolladas.

4.3.2.1 Recopilación de información

Se realiza una investigación y posteriormente un análisis detallado de toda la información, base de datos y entre otras relacionadas a la normativa vigente sobre los Sistemas de información geográfica con el fin de consolidar una base en la cual se pueda verificar de manera confiable el cumplimiento de esta. A continuación, se evidencian las normativas relacionadas a los SIG en Colombia.

- ISO 19111: Referenciación espacial por coordenadas
- ISO 19112: Referencia espacial por identificadores geográficos
- ISO 6709: Referenciación normalizada de la localización geográfica de un punto mediante coordenadas
- ISO 19115: Metadatos
- ISO 19113: Principios de calidad
- NTC 4611: Información geográfica metadatos

4.3.2.2 Verificación de la normativa

Se tiene toma como bases normativas internacionales (ISO) y nacionales (NTC) que hacen referencia a los sistemas de información geográfico con el fin de realizar una validación en la implementación de los SIG utilizados en la Dirección de Tránsito de Bucaramanga. En el

siguiente cuadro podemos observar una clasificación resumida a nivel personal para cada normativa, si se está cumpliendo o no y las observaciones pertinentes.

Tabla 1. Cuadro verificación (Normas sobre calidad en información geográfica)

SISTEMAS DE REFERENCIA E IDENTIFICADORES GEOGRÁFICOS				
Norma	Descripción	SI	NO	Observaciones
ISO 19111: Referenciación espacial por coordenadas	Sistemas de referencia de coordenadas: <ul style="list-style-type: none"> • Simple • Compuesto 	x		Compuesto: <ul style="list-style-type: none"> • Proyectadas • Grilla nacional • Magna Sirgas Bogotá-Colombia
	Datum: <ul style="list-style-type: none"> • Geodésico • Vertical • Para la ingeniería 	x		Geodésico
	Sistema de coordenadas: <ol style="list-style-type: none"> 1. Nombre 2. Unidades 3. Dirección y secuencia de ejes 	x		1. Magna Sirgas Bogotá-Colombia 2. Meters
ISO 19112: Referencia espacial por identificadores geográficos	Requisitos para los sistemas de referenciación espacial basados en identificadores geográficos <ul style="list-style-type: none"> • Compuesto por uno o más tipos de localización • Cada instancia de localización debe estar identificada • Debe contener como mínimo, los siguientes atributos: nombre, tema, propietario del conjunto y territorio de aplicación 	x		<ul style="list-style-type: none"> • Localización de puntos por coordenadas planas, latitud y longitud, además de nomenclatura domiciliaria. • Caracterización de coordenadas por ejes planos “X y Y” y nomenclatura vial como “Dirección”. • Caracterización de atributos bajo una base grafica de territorio del municipio
	Requisitos para un nomenclátor: <ul style="list-style-type: none"> • Nombre (Name) • Territorio utilizado (Territory Of Use) • Custodia (Custodian) • Campo de aplicación (Scape) • Sistema de referencia de coordenadas (Coordinate System) 	x		<ul style="list-style-type: none"> • Ingreso de nube de puntos bajo formato shape diligenciado en base geográfica del municipio.

Norma	Descripción	SI	NO	Observaciones
ISO 6709: Referenciación normalizada de la localización geográfica de un punto mediante coordenadas	Requisitos para la expresión de la posición de un punto geográfico:	x		<ul style="list-style-type: none"> • Ingreso de nube de puntos bajo sistema de coordenadas determinada por shape • Visualización de coordenadas planas X y Y en decimales y latitud y longitud en grados minutos y segundos. • No se manejan alturas o profundidades. • Se maneja atributo de dirección con la ubicación por nomenclatura vial y domiciliaria.
	<ul style="list-style-type: none"> • La identificación del sistema de referencia de coordenadas • Una coordenada representando la posición horizontal “x”, tal como la latitud • Una coordenada representando la posición horizontal “x”, tal como la longitud • Un valor representado la posición vertical, altura o profundidad <p>Un metadato asociado con la posición geográfica de un punto.</p>			

Nota: Practicante Sebastian Correa Vargas (Propia)

Tabla 2. Cuadro verificación (Normas sobre metadatos)

NORMAS SOBRE METADATOS				
Norma	Descripción	SI	NO	Observaciones
ISO 19115: Metadatos	Identificación de los metadatos:	x		<ul style="list-style-type: none"> • Existe catalogación de objetos y caracterización de atributos • Hace falta la identificación de dominios
	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre (Name) • Nombre corto (Short name) • Definición (Definition) • Obligación/Condición (Obligation / Condition) • Ocurrencia máxima (Maximun Ocurrence) • Tipo de dato (Date Type) • Dominio (Domain) 			

Nota: Practicante Sebastian Correa Vargas (Propia)

Tabla 3. Cuadro verificación (normas sobre calidad en información geográfica)

NORMAS SOBRE CALIDAD EN INFORMACIÓN GEOGRAFICA				
Norma	Descripción	SI	NO	Observaciones
ISO 19113: Principios de calidad	Información no cuantitativa de la calidad <ul style="list-style-type: none"> • Elementos generales de calidad 		x	No se tiene un proceso calificativo de la calidad de la información
	Información cuantitativa de la calidad <ul style="list-style-type: none"> • Componentes de la calidad del dato geográfico 		x	No se tiene un proceso calificativo de la calidad de la información

Nota: Practicante Sebastian Correa Vargas (Propia)

Tabla 4. Cuadro verificación (normas información geográfica metadatos)

NORMAS INFORMACION GEOGRAFICA METADATOS				
Norma	Descripción	SI	NO	Observaciones
NTC – 4611: Información geográfica metadatos	Nivel de conformidad 1 (Métodos mínimos) <ul style="list-style-type: none"> • Identificación • Calidad de datos • Citas (Sección de soporte) • Contacto (Sección de soporte) 		x	No se tiene un proceso calificativo de la calidad de la información
	Nivel de conformidad 2 (Métodos detallados) <ul style="list-style-type: none"> • Identificación • Calidad de datos • Representación espacial de datos • Referencia espacial • Entidades y atributos • Distribución • Referencia • Citación (Sección de soporte) • Contacto (Sección de soporte) 		x	No se tiene un proceso calificativo de la calidad de la información

Nota: Practicante Sebastian Correa Vargas (Propia)

4.3.2.3 Recomendación

Los Sistemas de Información Geográfico utilizado en la entidad evidencian una solidez clave para el uso adecuado en los estudios vinculados a estas herramientas y/o softwares, su

correcta vinculación proporciona beneficios enriquecedores para el óptimo trabajo de la entidad, sin embargo, es sumamente importante encaminarse al funcionamiento integral de estos, debido a su gran impacto en la optimización de procesos.

El cumplimiento de las normas (ISO 19111, 19112, 6709, 19115) nos brinda un concepto favorable de las actividades que se realizan en la Dirección de Tránsito de Bucaramanga, el cual nos garantiza un adecuado funcionamiento de las herramientas SIG, esto nos soporta una base clara, eficiente y óptica de los SIG y su aplicación en las diferentes áreas de la DTB, por otro lado, observamos un incumplimiento en las normas (ISO 19113 y NTC 4611) estas normativas van enfocadas a la calidad de la información algo que es indispensable para brindar una excelente servicio.

Por consiguiente, se recomienda realizar un estudio enfocado en las normas que no se evidencia un cumplimiento, en la ISO 19113 (Principios de calidad) y la NTC 4611 (Información geográfica metadatos), teniendo como objetivos específicos, analizar el impacto de esta normativa y su viabilidad hacia el cumplimiento de esta, importancia dentro de los sistemas de información geográficos y sobre todo los beneficios que traería el cumplimiento de estas normas en los SIG que se manejan en la Dirección de Tránsito de Bucaramanga.

Por otra parte, se encontró un proceso de mejora en la base de datos de señalización y está relacionado con la georreferenciación. En la actualidad la ubicación de la señalización esta suministrada por nomenclatura alfabética y numero, es decir, por calle, carrera, diagonal, transversal, entre otras, esto genera un cierto sesgo en la precisión y análisis de los datos, por ende, se recomienda mejorar este proceso realizando una transición de la ubicación actual a una por coordenadas geográficas. Con el fin de disminuir el índice de error y generar información con óptima calidad y efectividad.

4.3.3 Identificación de puntos críticos de accidentabilidad vial con el fin de proyectar planes de mitigación o mejoramiento a esta problemática.

El cumplimiento de este objetivo se vio reflejado en la recopilación de información necesaria, utilización del software QGIS y en la proyección de planes de mitigación o mejoramiento a esta problemática, a continuación, se describen al detalle cada uno de estas actividades desarrolladas.

4.3.3.1 Recopilación de información

Se realiza una investigación y posteriormente un análisis detallado de toda la información, base de datos y entre otras relacionadas a la accidentabilidad en el año 2023, además, se hizo énfasis al momento de esta recopilación con la deficiencia en la señalización vial con el fin de consolidar una base en la cual se pueda proyectar planes de mitigación o mejoramiento a esta problemática.

Informe de Accidentabilidad 2023 (DTB)

En la base de datos de la Dirección de Tránsito de Bucaramanga encontramos información de gran relevancia para este estudio, un documento base que se utilizó para el desarrollo de este estudio fue el “informe de gestión” por parte del grupo vial. En este documento encontramos la información relacionada con la accidentabilidad desde el mes de enero a diciembre del año 2023. (Gonzales, s.f.)

De este documento se utilizaron varias tablas como base de referencia en relación con el estudio proyectado sobre la identificación de puntos críticos, estas tablas son las siguientes:

Incidentes viales por hipótesis años 2022-2023: Se tiene un registro estadístico de los incidentes viales por hipótesis, esta información base se utiliza para identificar las posibles

causas de accidentabilidad y posteriormente proyección de puntos críticos de manera general, además, Se toma como referencia la hipótesis con mayor accidentabilidad.

A continuación, se evidencia la siniestralidad vial por hipótesis en el año 2023:

Tabla 5. Incidentes viales por hipótesis

Hipótesis	Año 2022	Año 2023	Dif 22-23	% Dif 22-23	% acc en total 2023
Desobedecer señales	591	345	-246	-42%	28%
No mantener distancia de seguridad	344	110	-234	-68%	9%
Exceso de velocidad	111	67	-44	-40%	5%
Adelantar cerrando	106	23	-83	-78%	2%
Girar bruscamente	77	43	-34	-44%	3%
Semáforo en rojo	67	56	-11	-16%	4%
Embriaguez aparente	52	41	-11	-21%	3%
Falta de señales en vehículo varado	44	18	-26	-59%	1%
Adelantar por la derecha	45	13	-32	-71%	1%
Cruzar sin observar	42	37	-5	-12%	3%
Adelantar invadiendo vía	40	31	-9	-23%	2%
Otras hipótesis	734	470	-264	-36%	37%
Total	2253	1254	-999	-44%	100%

Nota: Dirección de Tránsito de Bucaramanga

El 28% de los incidentes viales corresponde en el año 2023 a desobedecer señales, por ende, es indispensable tomar medidas pedagógicas para el correcto uso de la señalización vial y fomentar una seguridad vial.

Incidentes viales por comunas año 2023: Se tiene un registro estadístico de los incidentes viales por comunas, esta información base se utiliza para identificar posibles puntos críticos de manera general debido a que esta manejado por comuna, cabe resaltar que las comunas están delimitas por una amplia área de acuerdo a ubicación.

Se toman como referencia las comunas con mayor tipo de accidentabilidad, sea con lesionados, víctimas fatales y solo daños, el enfoque va dirigido a estas zonas debido a su alto índice de accidentabilidad el cual nos indicia una proyección a ser puntos críticos.

A continuación, se evidencia la siniestralidad vial por comunas en el año 2023:

Tabla 6. Incidentes viales por comunas

Accidentes por comunas	Acc con lesionados años 2023	Acc víctimas fatales	Accidentes solo daños año 2023	Total	% en el total
Comuna 3 San Francisco	184	8	3	195	16%
Comuna 12 Cabera Del Llano	161	3	6	170	14%
Comuna 13 Oriental	110	5	4	119	9%
Comuna 6 Concordia	91	6	3	100	8%
Comuna 15 Centro	83	8	4	95	8%
Comuna 1 Norte	72	16	0	88	7%
Comuna 5 García Rovira	75	9	1	85	7%
Comuna 10 Provenza	72	5	5	82	7%
Comuna 4 Occidental	51	4	1	56	4%
Comuna 8 Suroccidente	48	3	2	53	4%
Comuna 17 Mutis	38	3	0	41	3%
Comuna 9 La Pedregosa	38	1	1	40	3%
Comuna 14 Morrorrico	28	5	0	33	3%
Comuna 2 Nororiental	26	5	0	31	2%
Comuna 11 Sur Occidente	19	4	2	25	2%
Comuna 7 Ciudadela	23	0	1	24	2%
Comuna 16 Lagos Del Cacique	14	3	0	17	1%
Total, general	1133	88	33	1254	100%

Nota: Dirección de Tránsito de Bucaramanga

- La comuna 3 representa el índice más alto en accidentalidad con lesiones, obteniendo un total de 184
- La comuna 1 representa el índice más alto en accidentalidad con víctimas fatales obteniendo un total de 16
- La comuna 2 representa el índice más alto en accidentalidad con solo daños obteniendo un total de 6

Puntos críticos incidentes viales año 2023: Se tiene un registro estadístico de los puntos críticos relacionados con los incidentes viales, es importante tener esta información de referencia debido a que se tiene un punto de comparación referente con respecto a la señalización instalada y/o demarcada.

Se toman como referencia los puntos críticos con mayor tipo de accidentabilidad, sea con heridos, muertos y solo daños, el enfoque va dirigido a estas zonas debido a su alto índice de accidentabilidad.

A continuación, se evidencia la siniestralidad vial por puntos críticos en el año 2023:

Tabla 7. Puntos críticos incidentes viales

Vías	Con heridos	Con muertos	Solo daños	Total
Anillo vial	43	10	0	53
Autopista norte	39	7	0	46
Autopista Florida Bucaramanga	39	2	1	42
Autopista girón	34	4	1	39
Avenida q seca	30	3	2	35
Diagonal 15	27	1	3	31
Transversal metropolitana	17	2	0	19
Autopista Cúcuta	13	4	0	17
Transversal oriental	15	2	0	17
Vía Matanza	9	4	0	13
Calle 45 vía chimita	6	3	0	9
Avenida la Rosita	6	1	0	7
Total	278	43	7	328

Nota: Dirección de Tránsito de Bucaramanga

- Los puntos críticos en siniestros viales en el año 2023 se representan en la tabla como Anillo vial con un total de 53 incidentes, seguido de la autopista a norte con 46 y Autopista a Florida con 42.
- El anillo vial representa el índice más alto en accidentalidad con muertos obteniendo un total de 10.

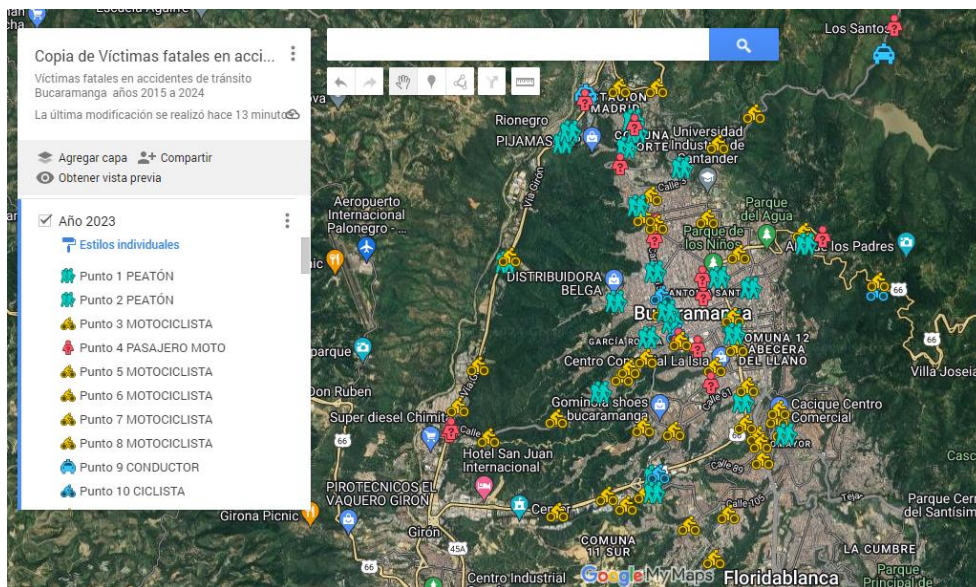
- El anillo vial representa el índice más alto en accidentalidad con lesionados obteniendo un total de 46.

Mapa Accidentabilidad 2023

La base de datos de la Dirección de Tránsito de Bucaramanga nos proporciona un insumo grafico enlazado a Google Maps o Google Earth, el cual nos muestra la accidentabilidad por rango de año, además, cataloga los tipos de accidentes. Usar este tipo de aplicaciones trae diversos beneficios al momento de suministrar información por motivos como la geolocalización por coordenadas, imágenes satelitales de la parte urbana y rural, entre otras. (Dirección de Tránsito Bucaramanga, s.f.)

Nota: Este insumo grafico georreferenciado nos permite descargarlo en formato KML o KMZ, el cual nos servirá como base fundamental para la creación del mapa de calor en el programa QGIS

Figura 12. Mapa accidentabilidad 2023 en Bucaramanga (Google Maps)



Nota: Dirección de Tránsito de Bucaramanga

4.3.3.2 Software QGIS

Los Sistemas de Información Geográficos utilizados en la DTB son un pilar fundamental en los diferentes procesos que se llevan a cabo en cada departamento relacionados a estos, obteniendo una optimización integral de las actividades.

Para este estudio se utilizó el software especializado QGIS el cual nos brinda una gran variedad de herramientas para el desarrollo de actividades, en este caso se utilizó específicamente las herramientas Densidad de Kernel para obtener el mapa de calor y Shapefile para ubicar de manera georreferenciada puntos que simbolizan los elementos de señalización de Bucaramanga obteniendo un mapa de señalización instalada y/o demarcada en el año 2023

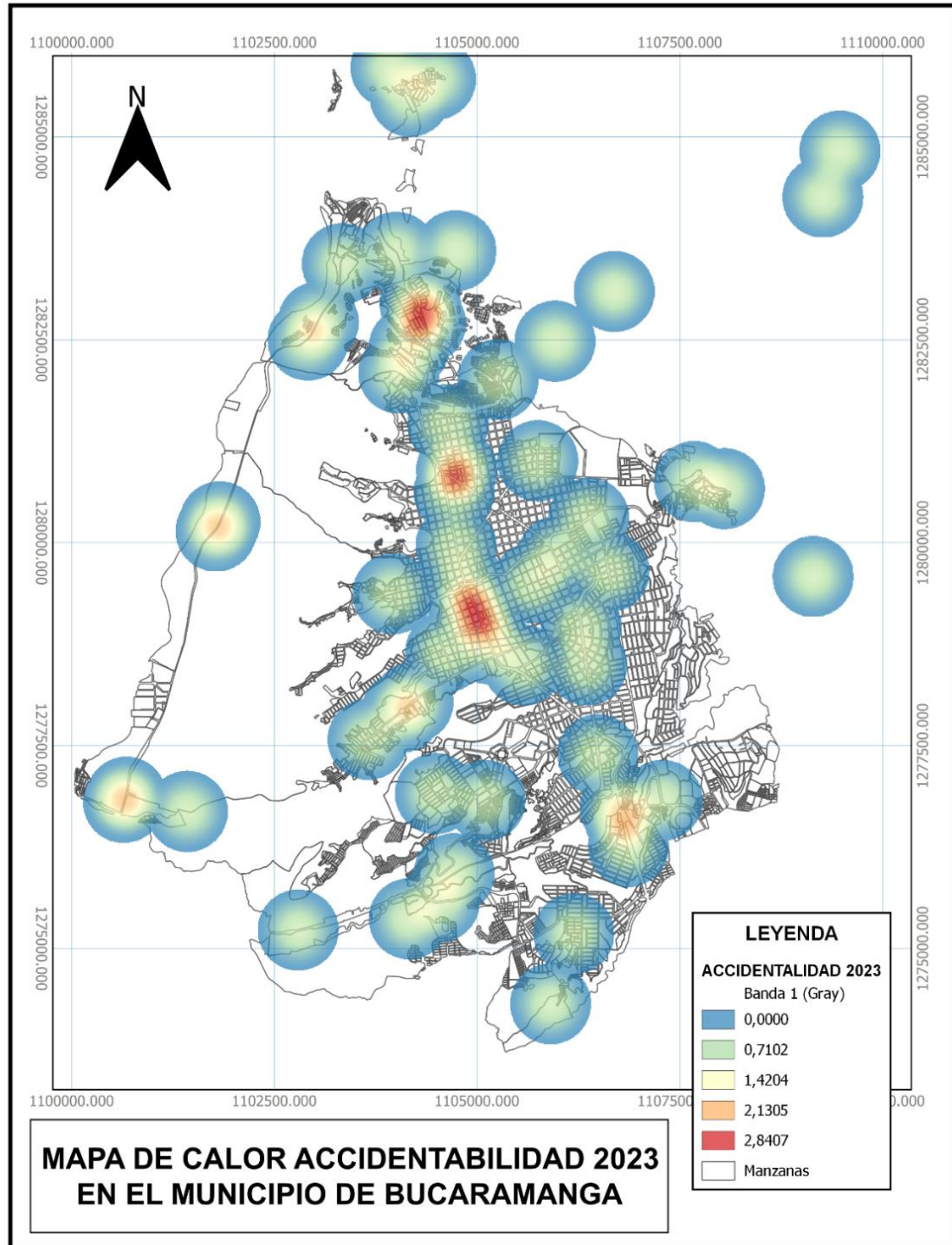
Mapa de calor: El mapa de calor es un insumo grafico a partir Debyna nube de puntos que contiene los accidentes fatales ocurridos durante el año 2023 en el municipio de Bucaramanga.

Se logra por medio de una herramienta llamada densidad de Kernel, la cual nos permite hacer una distribución espacial por concentración de muestra, representando gráficamente la incidencia de accidentabilidad en el municipio de Bucaramanga.

Nota: La densidad de Kernel al ser por concentración de puntos, analiza la ocurrencia de siniestros viales en una zona determinada, sin diferenciar el tipo de accidente, es decir, les da una generalidad a los tipos de accidentabilidad.

A continuación, se evidencia el mapa de calor que representa todo tipo de accidentabilidad.

Figura 13. Mapa calor de accidentabilidad 2023



Nota: Practicante Sebastian Correa Vargas (Propia)

Es importante resaltar que este insumo grafico se necesita para ilustrar el informe estadístico de accidentalidad del municipio, además, para alimentar la base de datos del histórico de accidentes y tener un modelo aproximado del comportamiento de siniestros viales en el municipio de Bucaramanga.

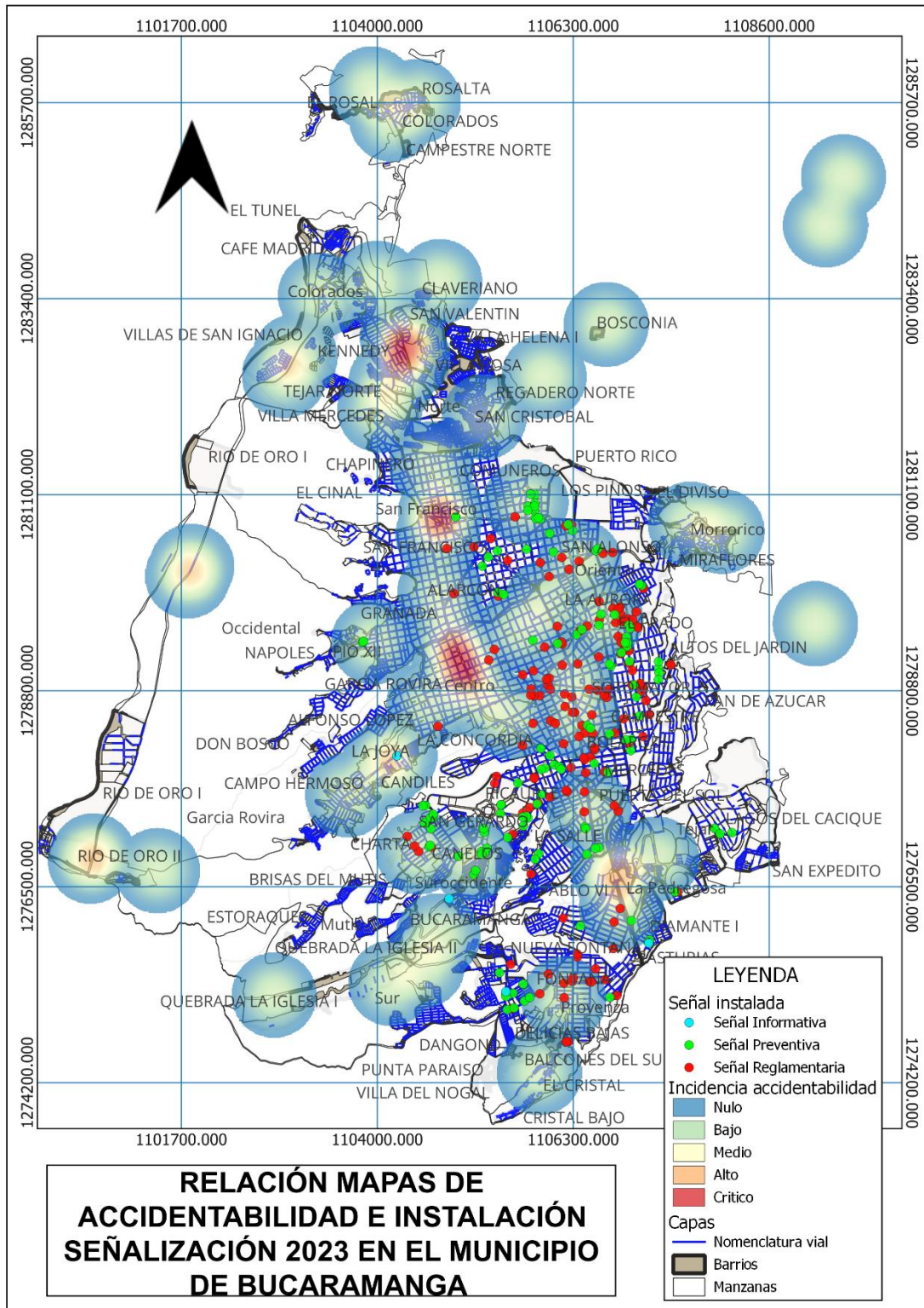
Mapa señalización instalada 2023: Esta información está debidamente soportada en el ítem 4.3.1.3, se nombra en este ítem para enfatizar la importancia del software especializado dentro del estudio realizado al momento de identificar puntos críticos.

Relación mapas: Con la debida información recopilada de la base de datos de la DTB y los insumos gráficos obtenidos por medio del software especializado QGIS, se procede a realizar un cruce de información específicamente entre el mapa de calor el cual nos indica por focos el índice de accidentabilidad y el mapa georreferenciado de los elementos de señalización representando la señalización instalada y/o demarcada en el año 2023 por parte de la DTB.

Con el fin de obtener un insumo grafico que permita dar un consenso puntual a la relación que se tiene con respecto a la falta de señalización y su repercusión en la accidentabilidad ocurrida desde el mes de enero hasta el mes de diciembre.

Nota: Es importante destacar que este estudio se realizo con los datos recopilados desde el mes de enero a diciembre del año 2023, no se tuvo en cuenta la señalización existente ni el histórico de accidentabilidad de la ciudad de Bucaramanga

Figura 14. Mapa relación de accidentabilidad e instalación señalización 2023



Nota: Practicante Sebastian Correa Vargas (Propia)

4.3.3.3 Puntos críticos

El análisis del mapa relacionado entre la accidentabilidad y la instalación de señales define las áreas de alta ocurrencia de los eventos de tránsito frente a áreas de baja ocurrencia, permitiendo realizar análisis puntuales y predicciones para la toma de decisiones a nivel de intersección, barrio, comuna o vía. A nivel general, los niveles de siniestralidad en las salidas gráficas se clasifican en: color azul es porque no reporta eventos, color verde es presencia de baja de eventos de tránsito, color amarillo es nivel medio de cantidad de eventos reportados, color naranja es niveles altos de siniestralidad y color rojo representa niveles críticos de siniestralidad vial.

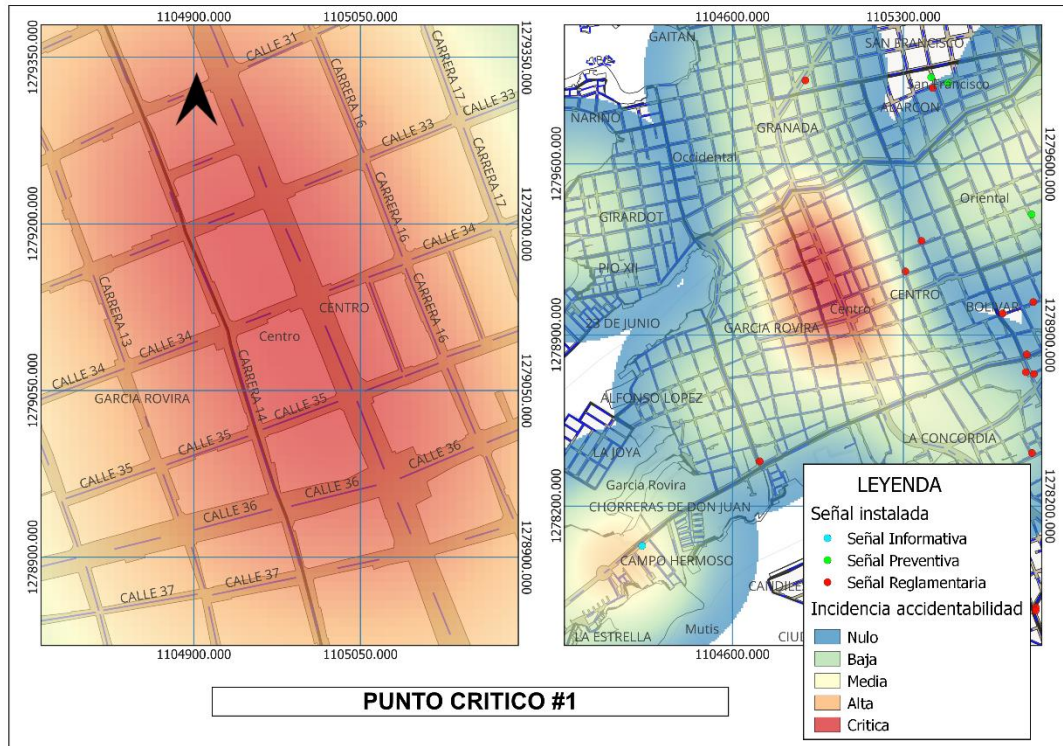
En este estudio se tuvieron 3 criterios fundamentales al momento de seleccionar un área potencial para señalarse como punto crítico, estos son: Información estadística recopilada, falta de señalización y alto nivel de accidentabilidad. A continuación, se evidencian los puntos críticos proyectados para el municipio de Bucaramanga en el año 2023.

Nota: Esta relación de mapas analiza todo tipo de accidentabilidad, desde accidente de solo daños a accidentes con muertos y/o lesionados.

Centro: La comuna 15 “centro” se proyecta como un punto crítico, esto lo vemos representado en el mapa donde relacionamos la accidentabilidad con la señalización instalada en el año 2023, además, observamos una deficiencia en la señalización instalada.

Cabe resaltar que no toda la comuna 15 es considerada punto crítico por lo tanto el área delimitada por la decoloración roja es el punto especificado para este estudio, encontramos desde la calle 36 hasta la calle 31 en sentido norte – sur y desde la carrera 16 hasta la 14 en sentido occidente – oriente.

Figura 15. Punto crítico #1



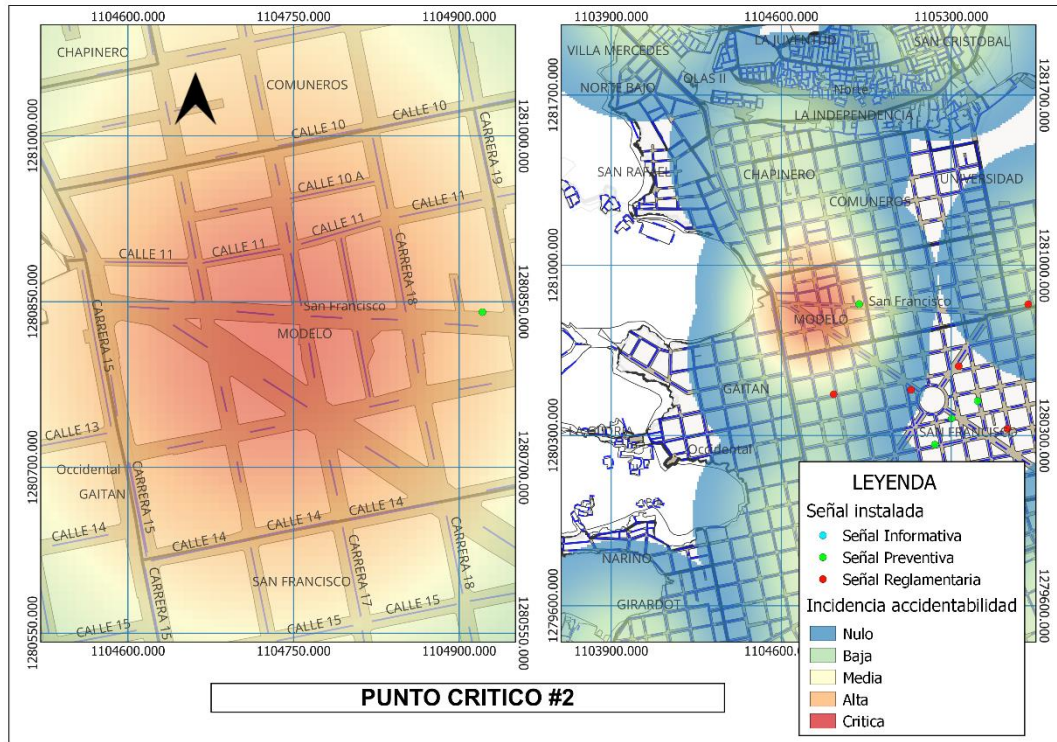
Nota: Practicante Sebastian Correa Vargas (Propia)

San francisco: La comuna 3 “San francisco” se proyecta como un punto crítico, esto lo vemos representado en el mapa donde relacionamos la accidentabilidad con la señalización instalada en el año 2023, además, observamos una deficiencia en la señalización instalada.

Cabe resaltar que no toda la comuna 3 es considerada punto crítico por lo tanto el área delimitada por la decoloración roja es el punto especificado para este estudio, encontramos desde la calle 13 hasta la calle 11 en sentido norte – sur y desde la carrera 18 hasta la 16 en sentido occidente – oriente.

Además, la comuna 3 representa el índice más alto en accidentalidad con lesiones, obteniendo un total de 184, por lo tanto, representa un área de mayor importancia al momento de proyectar planes de mitigación o mejoramiento.

Figura 16. Punto crítico #2



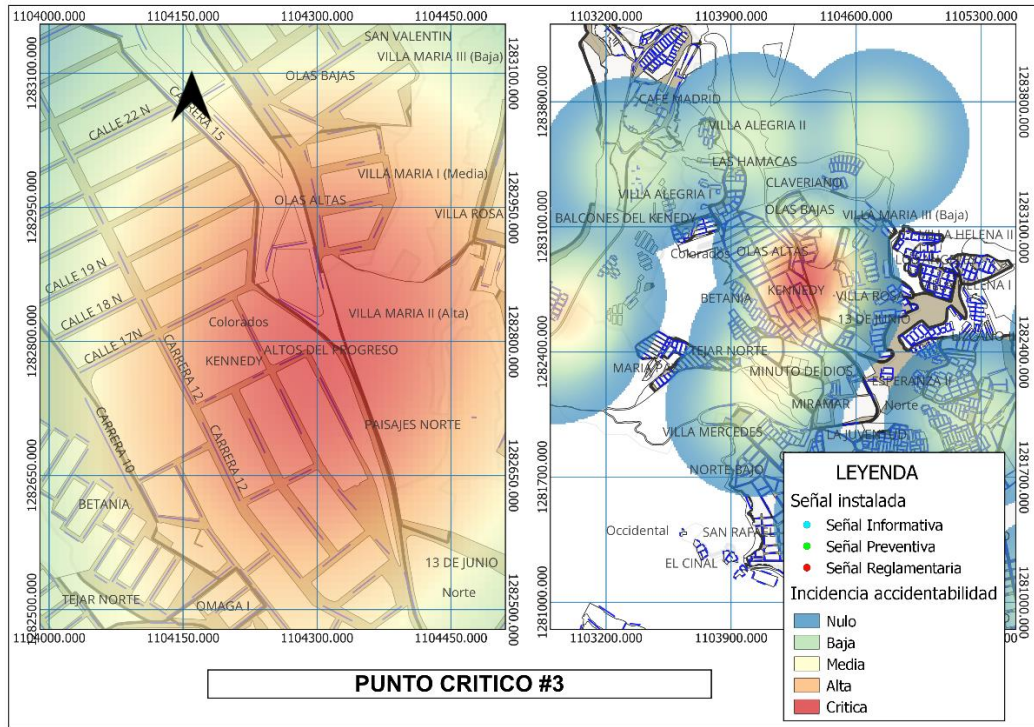
Nota: Practicante Sebastian Correa Vargas (Propia)

Colorados: La comuna 1 “Norte” se proyecta como un punto crítico, esto lo vemos representado en el mapa donde relacionamos la accidentabilidad con la señalización instalada en el año 2023, además, observamos una deficiencia en la señalización instalada.

Cabe resaltar que no toda la comuna 1 es considerada punto crítico por lo tanto el área delimitada por la decoloración roja es el punto especificado para este estudio, encontramos desde la calle 17N hasta la calle 15N en sentido norte – sur y desde la carrera 14 hasta la 16 en sentido occidente – oriente.

Además, la comuna 1 representa el índice más alto en accidentalidad con víctimas fatales obteniendo un total de 16, por lo tanto, representa un área de mayor importancia al momento de proyectar planes de mitigación o mejoramiento

Figura 17. Punto crítico #3



Nota: Practicante Sebastian Correa Vargas (Propia)

4.3.3.4 Proyección plan de mejora

Debido a la problemática evidenciada anteriormente, se tiene como objetivo proyectar y promover estrategias de prevención, control y mitigación de riesgos asociados a la accidentabilidad y seguridad vial, además, dando cumplimiento a la normatividad legal vigente. Por otra parte, se hace un énfasis en la importancia de aportar elementos que contribuyan a transformar la cultura vial, enfatizando en el cumplimiento voluntario de las normas de tránsito, el aumento de la percepción del riesgo al transitar y la corresponsabilidad al promover el uso del espacio público de manera solidaria y responsable, a través de la conciencia vial.

Es importante recalcar que estas proyecciones de alternativas primeramente se deben de analizar específicamente su relación costo/beneficio con el fin de obtener real viabilidad y que tan factibles son para la solución de esta problemática.

A continuación, se explican las alternativas que se proyectar para el beneficio de la seguridad vial:

Estudio de tráfico integral: Se recomienda como primera alternativa proyectada realizar un estudio de tráfico, el cual tiene como objetivo principal analizar la movilidad en una zona determinada, contemplando de manera coordinada los diferentes elementos que la componen y simulando la interacción de los nuevos proyectos viales con la red proyectada o existente, realizando un diagnóstico que proporcione soluciones ajustadas a cada proyecto con el fin de obtener una movilidad eficiente, segura y comprometida con el medio ambiente. (Nelson, 2016)

Los principales impactos que analiza este estudio son la congestión y la accidentalidad relacionada, por lo que los elementos que normalmente componen un estudio de tránsito son:

- Los desarrollos urbanísticos planificados.
- Los lugares de estudio, sobre todo las intersecciones.
- El tránsito existente, incluyendo peatones y bicicletas, y cobrando vital importancia los aforos existentes, así como los necesarios a realizar para tener datos suficientes para un buen análisis.
- El crecimiento esperado del tráfico.
- Accidentalidad histórica entre otros.
- Obteniendo como resultados principales:
- El tráfico previsto.

- La congestión existente, por lo general en términos de nivel de servicio, así como las longitudes de cola (número de vehículos detenidos por carril).
- Alternativas para hacer frente a los problemas de congestión y accidentes, tales como, carriles adicionales, señalización complementaria y nuevas infraestructuras complementarias.

Estudio de seguridad vial: Se recomienda como segunda alternativa proyectada realizar un estudio de seguridad vial, el cual tiene como objeto de estudio generar un documento con la de planificación, que contiene las acciones, mecanismos, estrategias y medidas que debe realizar una empresa, de forma que incida efectivamente en la accidentalidad vial. Es decir, que la obliga a pensar, planear y trazar el mapa de acciones (incluyendo tiempos, recursos y actores concretos) con el fin de reducir las tasas de accidentalidad de tránsito. (ARL SURA - Riesgos Laborales - ARL - ¿Cómo Se Debe Implementar el Plan Estratégico de Seguridad Vial?, s. f.)

Además de, promover la ejecución de actividades de prevención y control tendientes a mitigar los riesgos asociados con la ocurrencia de accidentes de tránsito, las cuales estarán integradas al Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo – SG - SST. (PESV-MEN, 2023.)

Beneficios:

- Reducir significativamente la ocurrencia de siniestros viales.
- Disminuir las tasas de mortalidad y discapacidad, generadas por estos eventos.
- Disminuir los costos para el estado y la sociedad por pensiones y discapacidades.
- Mejorar la eficiencia de los sistemas de transporte.
- Generar cultura del autocuidado en las vías.

- Cumplir con los requerimientos normativos legales aplicables en materia de seguridad vial.
- Garantizar la mejora continua en el Plan Estratégico de Seguridad Vial, como herramienta para la prevención de los accidentes e incidentes viales.

Actividades pedagógicas: Se recomienda como tercera alternativa proyectada realizar actividades pedagógicas, debido a su gran relevancia en la humanidad, por ende, la educación vial se inscribe en las competencias que forman parte de la formación ciudadana. Convivir en sociedad con otros y otras, requiere marcos de acuerdo, protección y seguridad que resguarden el bienestar de sus miembros: especialmente importante es que los adultos brinden protección, orientación y contención a los niños, niñas, adolescentes y jóvenes para que éstos logren desarrollar adecuadamente conductas de autocuidado y protección del entorno, como una persona integral que vive en comunidad y el diálogo permanente con la sociedad.

La Dirección de Tránsito de Bucaramanga en compañía con la Agencia Nacional de Seguridad Vial ha venido desarrollando programas con la ciudadanía del municipio de Bucaramanga obteniendo un mejoramiento en cultura y seguridad vial, esto se ve reflejado en la disminución de accidentabilidad, algunos de los programas más relevantes son los siguientes:

- **Juntos protegemos la vida en la vía:** Este programa tiene el propósito de promover la conducción segura de los transportadores de carga y pasajeros de esta zona del país , además, para su correcto funcionamiento la comunidad obtiene espacios simuladores y actividades prácticas para que los transportadores conozcan de la mano de expertos sobre la inspección operacional, el uso del cinturón de seguridad, velocidades seguras, cómo hacerse visible en la vía y reducir puntos ciegos, técnicas de conducción seguras y mitigación de riesgos,

reacción ante un siniestro vial y los comportamientos interdependientes. (ANSV, 2023.)

- **Parque Ciudad Vital:** Para despertar en los estudiantes el interés en las señales de tránsito y entender la función que estos símbolos cumplen en la movilidad, la DTB utilizó como recurso pedagógico el parque móvil Ciudad Vital, herramienta que se instaló en diferentes planteles educativos para que la comunidad educativa pudiera participar en los talleres pedagógicos. Estas actividades ofrecieron a los participantes la oportunidad de desempeñar roles como conductores, pasajeros y peatones, en una experiencia vivencial de las situaciones que se presentan diariamente en la vía y enseñan la importancia de atender la reglamentación para convivir de manera armónica en el espacio público. (ANSV-DTB, 2023.)
- **Promotores de cultura vial:** Con apoyo de nuestros guías de Educación Vial realizamos diariamente jornadas lúdicas y pedagógicas en calles, parques y espacio vial de las diferentes comunas de la ciudad, donde abordamos a los peatones, motociclistas y conductores de vehículos para invitarlos a adoptar prácticas y hábitos seguros en la movilidad.

Entre otros aspectos, esta actividad enfatiza en el buen uso de la vía pública evitando el estacionamiento de automotores en aceras y calzadas vehiculares, además del respeto a las zonas del peatón y el uso de los pasos seguros para cruzar la vía. (ANSV-DTB, 2023.)

- **DTB fortalece tu movilidad:** Realizar charlas de sensibilización orientadas a personas que en su momento fueron amonestadas con la imposición de comparendos, por la presunta comisión de infracciones a las normas de tránsito. Mediante el servicio de curso de educación vial para infractores interesados en

aplicar los descuentos que ofrece la ley en el pago de multas, La DTB incentivó en los participantes, la conciencia vial. Cabe destacar que para el desarrollo de este programa se tienen como derroteros los lineamientos sobre salud, educación y seguridad impartidos por el Gobierno Nacional, el departamento y el municipio. (ANSV-DTB, 2023.)

4.4 Reuniones de seguimiento

Mensualmente se realizaron reuniones presenciales con el equipo de ingenieros de la Dirección de Tránsito de Bucaramanga con el objetivo de brindar seguimiento y control al correcto desarrollo de las actividades asignadas y sus tiempos de entrega establecidos. En estas reuniones se presentaban los avances y dudas que surgían al adelantar las labores, permitiendo un acompañamiento al auxiliar durante su periodo de práctica empresarial.

4.5 Cierre de práctica

Se realizó con el apoyo del tutor y el director de la práctica, el compendio de la información recolectada a lo largo de cada actividad durante la práctica, para la digitación final del documento que se debía presentar al comité de trabajo de grados de la escuela, a los respectivos calificadores del proyecto y a la biblioteca de la universidad Industrial de Santander.

5. Retroalimentación

A continuación, se evidencia la retroalimentación de las actividades desarrolladas para el cumplimiento de los objetivos planteados.

Nota: Este ítem se dividió en los tres (3) objetivos principales.

5.1 Seguimiento, actualización y control del Sistema de Información Geográfico relacionado a los elementos de señalización.

Los Sistemas de Información Geográfico dentro de la Dirección de Tránsito de Bucaramanga representan una herramienta fundamental que permite consolidar, catalogar, analizar, representar y clasificar, entre otras, de una forma eficiente la información actual en relación a las señales de tránsito instaladas en los corredores viales pertenecientes a las redes primarias, secundaria y terciarias.

Es por esto que la georreferenciación por medio de los softwares especializados como ArcGIS y QGIS en temas relacionados con señalización y semaforización son un pilar base para lograr optimizar y obtener un sistema en sinergia con la red vial del municipio de Bucaramanga, beneficiando tanto a peatones como a vehículos que circulan por el área delimitada de Bucaramanga.

Una de estas aplicaciones es la georreferenciación de datos, se utilizó para la actualización de la señalización según el tipo de actividad (instalación y/o demarcación) obteniendo un mapa con diferentes capas agrupadas permitiendo delimitar el área de Bucaramanga por manzanas, barrios y nomenclatura vial con el objetivo de ubicar de manera adecuada los multipuntos que representan la instalación y/o demarcación de las señales de tránsito.

El seguimiento y actualización del sistema de información geográfico con respecto a los elementos de señalización son fundamentales para la red vial del municipio de Bucaramanga, por ende, se clasifica con un nivel de importancia alto a todas las actividades correspondientes con este contexto debido a la gran utilidad que se le da a este insumo estadístico y gráfico.

5.2 Identificación de mejoras al Sistema de Información Geográfico.

La validación de la normativa existente de los sistemas de información geográficos aplicados en la Dirección de Tránsito de Bucaramanga. En un ideal ambiente se espera el cumplimiento de toda la normativa investigada debido a que es un ente gubernamental, sin embargo, se evidencia falencias en cuanto a algunas normativas dejando en claro los puntos en donde se debe reforzar el cumplimiento de esta, con el fin de obtener un sistema integralmente óptimo. Además, se enfatizó en el mejoramiento de la base de datos de señalización en cuanto a la transición de la ubicación alfabética y numérica a coordenadas geográficas, con el fin de obtener una base óptima para los análisis relacionados con los SIG dentro de la entidad.

5.3 Identificación de puntos críticos de accidentabilidad vial con el fin de proyectar planes de mitigación o mejoramiento a esta problemática.

Se realizaron actividades de identificación, caracterización y análisis de áreas proyectadas como puntos críticos, posteriormente, se obtuvieron 3 puntos críticos, el primero en la comuna 1 “Norte”, el segundo en la comuna 3 “San francisco” y el tercero en la comuna 15 “Centro”, en esta área delimitada por calles y carreras se observó una deficiencia en la señalización instalada en el año 2023 esto se corrobora con el mapa de señalización instalada.

Es importante resaltar que en este estudio no se tuvo en cuenta la información y/o base de datos de los tipos de señalización existente en el municipio de Bucaramanga, el objetivo planteado es específicamente la relación que se tiene con respecto a la señalización instalada y la accidentalidad obtenida en todo el año 2023. Con el fin de determinar las causas de accidentalidad y proyectar alternativas de solución a la problemática estudiada, con el fin de mejorar la movilidad, prevención, seguridad, fluidez, orden y comodidad en los desplazamientos peatonales y vehiculares

6. Conclusiones

La aplicación de los Sistemas de Información Geográfica en las áreas correspondientes a la Dirección de Tránsito de Bucaramanga es de vital importancia por los beneficios que conlleva este para mejorar la movilidad, prevención, seguridad, fluidez, orden y comodidad en los desplazamientos peatonales y vehiculares. Además una de las grandes ventajas de los SIG es la optimización del tiempo logrando facilitar la gestión del mantenimiento, la resolución de incidencias, el análisis de puntos críticos, entre otros.

El análisis de la relación de mapa de calor sobre la accidentabilidad, la señalización instalada y la información estadística permitió identificar posibles problemáticas de seguridad vial en los puntos críticos más relevantes de la ciudad y, consecuentemente, proyectar alternativas de mejoramiento o mitigación a esta problemática con el objetivo de reducir los altos índices de accidentalidad. Igualmente, este proyecto tiene un carácter social, pues lleva a cabo campañas de concienciación ciudadana con el fin de fomentar la formación en seguridad vial, normas de tránsito, adecuación del entorno y control del tránsito, etc.

El uso del software QGIS brindó una gran optimización en los procesos de actualización de los elementos de señalización, logrando obtener un insumo gráfico que contribuye de manera positiva a los estudios relacionados a este tema, además, en la generación de mapa de calor sobre la accidentabilidad, permitiendo dar punto de partida al análisis de puntos críticos relacionados a la deficiente señalización y a su vez sirviendo de insumo gráfico en los estudios adelantados por la entidad. Es allí donde radica la gran importancia en la vinculación de la tecnología en las actividades desarrolladas por un ingeniero civil.

El adecuado uso de los SIG brinda una enorme gama de ventajas en el desarrollo de la humanidad y por tal importancia es crucial tener conocimiento sobre la normativa vigente en

relación a estos y el idóneo cumplimiento de la misma logrando generar una sinergia en todos los procesos vinculados a los SIG dentro de una entidad, empresa y profesión.

Durante el período de práctica empresarial en la Dirección de Tránsito de Bucaramanga se afianzaron y adquirieron habilidades como ingeniero civil que permitieron ejecutar con satisfacción los objetivos planteados inicialmente, además de reforzar los conocimientos teóricos impartidos durante la formación académica.

Finalmente, en este proceso estuve acompañado de un excelente equipo de trabajo, pero hago énfasis en dos ingenieros que fueron un pilar fundamental para la culminación exitosa de la practica empresarial, el Ingeniero Yuber Castillo Diaz el cual realizo un acompañamiento como tutor empresarial permitiendo obtener los mejores resultados y el Ingeniero Jorge Rafael Montero Puyana como director de la practica el cual me brindo una fundamental asesoría en todos los procesos relacionados a esta.

Referencias Bibliográficas

- Agencia de seguridad nacional vial, Seguridad vial (2023, agosto 26). Gov.co.
<https://ansv.gov.co/es/atencion-ciudadania/glosario/seguridad-vial>
- ANSV. (2023). En Bucaramanga, la Agencia Nacional de Seguridad Vial fortalece hábitos, conductas y comportamientos seguros en la vía. <https://ansv.gov.co/index.php/es/prensa-comunicados/9717>
- ANSV, DTB, Analytica MSE S.A.S BIC. (2023). Anuario Territorial de Siniestralidad Vial. <https://ansv.gov.co/sites/default/files/2023-12/ANUARIO%20BUCARAMANGA.pdf>
- ARL SURA - Riesgos Laborales - ARL - ¿Cómo se debe implementar el Plan estratégico de seguridad vial? (s.f.). Arlsura.com. <https://www.arlsura.com/index.php/173-noticias-riesgos-profesionales/noticias/2282-como-se-debe-implementar-el-plan-estrategico-de-seguridad-vial>
- Ávila Rodríguez, G. y Plazas, M (Eds.). (2015). Manual de Señalización Vial-Dispositivos uniformes para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia 2015. Ediciones. Diseñum tremens.
<https://www.mintransporte.gov.co/documentos/29/manuales-de-senalizacion-vial/>
- De Ceupe, B. (2022, 30 noviembre). QGIS: ¿Qué es y qué ventajas ofrece?. Ceupe.
<https://www.ceupe.com/blog/qgis.html>
- Dirección transito Bucaramanga (s.f.) Gov.co. <https://transitobucaramanga.gov.co/dtb/quienes-somos-dtb>
- Dirección de tránsito de Bucaramanga (s.f.) Mapa accidentabilidad.
<https://transitobucaramanga.gov.co/dtb/atencion-y-servicios-a-la-ciudadania/movilidad/accidentalidad>

Georreferenciación y sistemas de coordenadas. (s.f.). Arcgis.com,

<https://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n0000000s000000.htm>

Gonzales. (s.f.) Informe gestión accidentalidad enero a diciembre. DTB.

<https://transitobucaramanga.gov.co/dtb/wp-content/uploads/2024/01/INFORME-ACCIDENTALIDAD-VIAL-ANO-2023.pdf>

INVIAS, Glosario Manual de señalización vial. (2013, abril 8). Gov.co.

<https://www.invias.gov.co/index.php/servicios-al-ciudadano/glosario/131-glosario-manual-senalizacion-vial/1081-glosario-manual-de-senalizacion-vial>

Lozano. (s.f.). Consultoría IT y SIG. Avantgeo | SIG para la gestión integral de la señalización

vial. <https://avantgeo.com/sistemas-de-informacion-geografica-para-la-gestion-de-senalizacion-vial/>

Ministerio de Educación Nacional de Colombia, ¿Qué es un SIG? (s.f.). Gov.co.

<https://www.mineduccion.gov.co/1621/article-190610.html>

Ministerio de Educación Nacional. (2023). Plan Estratégico de Seguridad Vial.

https://www.mineduccion.gov.co/1780/articles-365690_recurso_36.pdf

Nelson, S. I. T. (2016, mayo 25). Estudio de tránsito: impactos, resultados y herramientas. Eadic.

<https://eadic.com/blog/entrada/estudio-de-transito-impactos-resultados-y-herramientas/>

Noriega, A. (2017, enero 18). Heatmap o mapas de calor con QGIS. Cursos GIS | TYC GIS

Formación; TYC GIS. <https://www.cursosgis.com/heatmap-o-mapas-de-calor-con-qgis/>

¿Qué es un shapefile? -ArcMap. (s.f.). Arcgis.com.

<https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/manage-data/shapefiles/what-is-a-shapefile.htm>