

DIPLOMADO EN (SIG) SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

**METODOLOGIA PARA APLICAR UN SISTEMA DE INFORMACIÓN
GEOGRÁFICA EN EL DISEÑO DE ELEMENTOS DE SEGURIDAD VIAL DE
LA VIA CARTAGENITA – ZIPACON – PETALUMA, DEL MUNICIPIO DE
CUNDINAMARCA**



AUTOR: ANA MARIA ADAME AVILA

**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
SEPTIEMBRE 2021
BOGOTÁ D.C.**

DIPLOMADO EN (SIG) SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

**METODOLOGIA PARA APLICAR UN SISTEMA DE INFORMACIÓN
GEOGRÁFICA EN EL DISEÑO DE ELEMENTOS DE SEGURIDAD VIAL DE
LA VIA CARTAGENITA – ZIPACON – PETALUMA, DEL MUNICIPIO DE
CUNDINAMARCA**

ANA MARIA ADAME AVILA

CÓDIGO: D7304028

**Propuesta de grado presentada como requisito parcial para optar al Título de
Ingeniero Civil**

Director: Ing. Giovanni Royero O.

**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
SEPTIEMBRE 2021
BOGOTÁ D.C.**

CONTENIDO

1. Planteamiento del problema	4
2. Justificación.....	9
3. Objetivos	11
3.1 Objetivo General	11
3.2 Objetivos específicos.....	11
4. Marco referencial	12
5. Marco conceptual	15
5.1 Señalización vertical.....	16
5.1.1 Señales preventivas	17
5.1.2 Señales Reglamentarias.....	18
5.1.3 Señales informativas	18
5.1.4 Delineadores de curva.....	19
5.1.5 Ubicación de señales.....	20
5.1.6 Tamaño de las señales y reflectividad.....	20
5.2 Demarcación vial.....	21
5.2.1 Color	21
6. Diseño metodológico.....	23
6.1 General	23
6.2 Etapa 1: Recopilación de Documentación	23
6.3 Etapa 2: Elaboración del plan de señalización Vertical y Horizontal	25
6.4 Etapa 3: Exportar la cartografía a un archivo Shapefile.....	25
6.5 Etapa 4: Creación de Shapefile para señales verticales y horizontales	28
6.6 Etapa 5: Plan de señalización en el ArcGIS	31
7. Resultados	33
7.1 Señalización horizontal.....	35
7.1.1 Marcas Viales (M2)	35
7.1.2 Demarcación horizontal Longitudinal	36
8. Conclusiones	38
9. Referencias bibliográficas	40

Tabla de figuras

Figura 1. Tramo de Via - Cartagenita - Zipacon - Petaluma	12
Figura 2. Registro Fotografico Actual	14
Figura 3. Distanacias para ubicación de señales	17
Figura 4. Espaciamiento maximo de delineadores de curva.....	19
Figura 5. Cartografía vias secundarias.....	25
Figura 6. Georreferenciacion	27
Figura 7. Shapefile - Municipio de Zipacon	28
Figura 8. Shapefile de Señales Verticales y Horizontales	29
Figura 9. Adicion de Shapefile	29
Figura 10. Shapefile completo de señalizacion vertical y señalización horizontal.....	29
Figura 11. Shapefile para las señales reglamentarias.....	30
Figura 12. Shapefile para las señales preventivas.....	30
Figura 13. Shapefile para las señales informativas	31
Figura 14. Tabla de atributos - Señalización Horizontal	32
Figura 15. Tabla de atributos - Señalización Vertical	33
Figura 16. TPD tramo vial km 0+000 al km 23+130.....	33
Figura 17. Composicion Vehicular Movimiento NS	34
Figura 18. Tramo vial existente	36
Figura 19. Plano Perfil	37
Figura 20. Plano Planta.....	37

Tablas

Tabla 1. Resumen tipo de señales	20
Tabla 2. Normas Tecnicas.....	22
Tabla 3. Resultado Comprobacion GNSS	24
Tabla 4. Levantamiento Topografico.....	24
Tabla 5. Vinculacion de Puntos del Proyecto al Sistema Nacional - MAGNA-SIRGAS	26

Resumen

Según la Organización Mundial de la Salud (2013), en un día aproximadamente 3.000 personas fallecen en el mundo; el 22 % son peatones, 23 % motociclistas y 5 % ciclistas. Cada año mueren 1,24 millones de personas, y 50 millones padecen traumatismos a causa de accidentes de tránsito. Por lo anterior es necesario reconocer el creciente problema de accidentalidad y falta de señalización vial, el cual constituye una problemática que afecta la calidad de vida de los usuarios que transitan por las vías, y muchas veces son causadas por la falta de señalización vial (SV y SH), en especial en vías secundarias y/o terciarias del país. Por razones como las mencionadas anteriormente, este proyecto radica en una metodología para implementar un sistema de información geográfica en el diseño de señalización, de la vía Cartagenita – Zipacon – Petaluma, teniendo en cuenta las condiciones de señalización y demarcación necesarias que permitan orientar e informar a los usuarios (peatones, ciclistas y conductores). En esta ocasión se usó un sistema de información geográfica (S.I.G.) como herramienta de gestión y toma de decisiones, utilizándolo en el proceso de recopilación, procesamiento y análisis de la información, para por medio de este realizar el diseño de señalización vial -señalización vertical y horizontal. Lo anterior a través de la georreferenciación de todas las señales, inspecciones visuales de la vía y adquisición de información de referencia, para ser visualizado en un mapa y posteriormente analizarlo, dimensionando de esta manera con un mejor entendimiento y de esta forma plantear un diseño de señalización vial que cumpla con norma – Manual de Señalización Vial.

Palabras clave: elementos de seguridad vial, SIG, señalización horizontal y vertical.

1. Planteamiento del problema

En la actualidad, a nivel mundial existe la obligatoriedad de la señalización de las diferentes vías de comunicación, todo ello con el fin de orientar el tráfico de una manera dinámica y segura para todos los actores viales. Así mismo, mediante una señalización óptima se emiten mensajes preventivos a los conductores, como los diferentes límites de velocidad, reductores, entre otros.

Este tipo de aspectos resultan puntuales y de suma importancia, pues según la Organización Mundial de la Salud (OMS), “al año mueren 1,2 millones de personas a causa de accidentes de tránsito, siendo la segunda causa de muerte para personas de 5 a 29 años y la tercera para personas de 30 a 44 años de edad; estas estadísticas aun siendo de países en vías de desarrollo, causa preocupación, pues de seguir así la tendencia, para el año 2020 los accidentes de tránsito serían la tercera causa de muerte y discapacidad a nivel general” (Cepal, 2005).

De lo antes descrito, surge la finalidad del presente estudio, el cual radica una metodología para implementar un sistema de información geográfica en el diseño de señalización, de la vía Cartagenita – Zipacon – Petaluma, teniendo en cuenta las condiciones de señalización y demarcación necesarias que permitan orientar e informar a los usuarios (peatones, ciclistas y conductores), actualmente, dicha vía cuenta con algunas señales de tránsito, pero al realizar un análisis del municipio con respecto a la movilidad, se evidencia una serie de inconvenientes, especialmente por no contar con las señales correspondientes de acuerdo a la geometría de la vía.

A su vez, cabe destacar que la importancia de los Estudios Topográficos; levantamiento de detalles de los que depende la cantidad y calidad de la información que se empleará para los Diseños Viales, Estructurales, de señalización y Geotécnicos. Y con estos estudios ubicar cada

una de las señales faltantes que cumplan con el manual de señalización vial con ayuda del Software ArcGis, el cual es el encargado de georreferenciar todas las señales de tránsito ubicándolas en un (SIG) dentro de la cartografía de la vía Cartagenita – Zipacon - Petaluma.

Como consecuencia de lo expuesto previamente, este documento resume las diferentes actividades, desempeñadas tanto en campo como en oficina, y los resultados obtenidos en dichos estudios topográficos actualizados para el proyecto: “SEÑALIZACION TRAMO VIAL CARTAGENITA – PETALUMA”, provenientes de la empresa concesionada de la vía mencionada apoyándose en herramientas tecnológicas como los sistemas de información geográfico.

2. Justificación

Teniendo en cuenta el planteamiento del problema, se busca con este proyecto realizar una buena metodología para un diseño de señalización vial en la vía Cartagenita – Zipacon – Petaluma, debido a la falta de señalización en estas vías, siendo este el problema de mayor impacto en temas de movilidad. Esta solución está enfocada en diagnosticar, y ubicar cada una de las señales verticales, por medio del software Arcgis, en el cual se georeferenciaran cada una de las señales que se requieran en cumplimiento con la norma vigente (Manual de Señalización Vial 2004), que quedará integrado en un sistema (SIG) Sistema de Información Geográfica, dentro de la cartografía del tramo vial, el cual será de gran ayuda en temas de seguridad vial de la zona.

En este sentido, las obras de tipo lineal en el área de la ingeniería civil como son las vías, los ferrocarriles, los túneles, entre otros, son obras de ingeniería con sobrecostos, lo que conlleva a presupuestos muy altos para su ejecución, a su vez, el motivo no es solo el costo propio de la obra, sino todo lo que este tipo de proyectos puede llevar consigo adicionalmente, como son los estudios de planeamiento, viabilidad, señalización, seguridad vial, medioambientales entre otros.

Y aunado a lo expresado (Narvaez, 2017):

Las políticas del Gobierno Nacional están dirigidas a generar desarrollo en esas zonas rurales que no han tenido oportunidades de desarrollo. Para lograr esto, además de perdonar, fortalecer la justicia, atacar las desigualdades, la inequidad, la pobreza. la falta de oportunidades y la corrupción deben de generarse y fortalecerse las cadenas productivas. (p.81).

Siendo principalmente la población de la zona rural y los inversionistas del municipio se verán notoriamente beneficiados con vías en mejores condiciones impulsando la economía del

municipio y de sus pobladores, lo cual representa paralelamente un crecimiento y facilidad de acceder a servicios de salud, educación de mayor calidad.

3. Objetivos

3.1 Objetivo General

Estructurar una metodología para la planeación y control de un diseño de elementos de seguridad vial de la vía Cartagenita – Zipacon - Petaluma, municipios de Cundinamarca, mediante el uso de un software especializado como es el ArcGIS y bajo la normatividad colombiana.

3.2 Objetivos específicos

- Identificar el sector donde se va a realizar el estudio, localización y documentación del mismo.
- Estudiar los tipos de señales tanto verticales como horizontales para la vía Cartagenita-Zipacon-Petaluma, de acuerdo a norma, Manual de Señalización Vial – Ministerio de Transporte.
- Realizar la georreferenciación de las señales verticales, teniendo en cuenta la cartografía de la vía, analizando las curvas de la misma, utilizando el software Arcgis.
- Mencionar los beneficios de la herramienta de ArcGis con el fin de aplicarla en el tramo de vía Cartagenita-Zipacon-Petaluma del cual pueda encontrarse suficiente información en cuanto a seguridad vial.

4. Marco referencial

El presente proyecto se encuentra ubicado en el departamento de Cundinamarca, en los municipios de Facatativá, Zipacón y Cachipay, y el tramo vial en estudio parte en el Barrio Cartagenita en el casco urbano de Facatativá, dirigiéndose hacia el sur occidente pasando por el casco urbano de Zipacón hasta llegar al punto conocido como la intersección de Petaluma en la vía que lleva de Cachipay a La Florida. (ver figura 1).

Figura 1.

Tramo de vía Cartagenita-Zipacon-Petaluma



Fuente: Elaboración propia (2021).

Zipacon es uno de los 116 municipios del departamento de Cundinamarca, en Colombia. Se encuentra ubicado en la provincia de Sabana de Occidente, a 50 km de Bogotá.

Latitud: 4.75

Longitud: -74.383

Latitud: 4° 45' 0'' Norte

Longitud: 74° 22' 59'' Oeste

Por Ordenanza 36 del 31 de julio de 1945, se aprobaron los límites dados por el Instituto Agustín Codazzi, quedando de la siguiente manera:

- **Nororiente:** Con el Municipio de Facatativá.
- **Sur:** Con el Municipio de La Mesa.

- **Oriente:** Con el Municipio de Bojacá.
- **Occidente:** Con los Municipios de [Anolaima](#) y [Cachipay](#)".

(<https://mapcarta.com/es/19676766>, s.f.)

Actividad Económica: En el municipio de Zipacón su actividad económica principal es el sector agropecuario del que cerca del 60% de la población obtiene los ingresos de esta (Diagnostico PDM, 2016).

Agricultura: “El municipio de Zipacón cuenta con una diversidad de climas, las cuales hace posible que su productividad agrícola cuente con una variedad de productos para ofrecer a los diferentes mercados. Teniendo en cuenta la estadística realizada para Cundinamarca durante los años 2011-2013, se cuenta con datos de cultivos transitorios y permanentes. Entre los principales cultivos para la zona de Zipacón encontramos; Zanahoria, Calabaza, arveja, papa, papa criolla, Maíz, caducifolios, flores y follajes, fresa, mora y café”. (Alcalde, 2016).

Por otro lado, en la vía Cartagenita-Zipacon-Petaluma, la velocidad de diseño adoptada según parámetros geométricos que se acercan lo más posible al levantamiento topográfico de la vía existente, permitió determinar las velocidades óptimas para ciertos tramos. Según radios de curvatura se obtuvo que las velocidades de diseño oscilan entre los 30 y 60 km/h, la comprobación de radios propone que las velocidades no garantizan una distancia constante de aplicación para velocidades de diseño, por tal motivo la vía cuenta con una velocidad de diseño media de 40 km/h.

De esta manera, la vía es Cartagenita – Zipacon – Petaluma, tiene una longitud de 23.130 m, iniciando por el Km 0+000 al ingreso de Cartagenita y terminando en el km 23+130 en el

municipio de Petaluma, siendo la carretera clasificada de Segundo Orden con las siguientes características:

- Ancho total: 10 metros mínimo.
- Ancho y número de calzadas: 1 calzada de 7 metros.
- Andenes: 1.50 metros mínimo.
- Radio mínimo de empate: 5 metros.
- Estacionamientos: Se permiten en un solo costado.
- Uso: tránsito vehicular y ocasionalmente peatonal.

Figura 2.

Registro Fotográfico

	
<p>Foto 1. Panorámica Zipacon</p>	<p>Foto 2. Panorámica Vía Zipacón – Cartagenita</p>
	
<p>Foto 3 Señalización en la vía</p>	<p>Foto 4. Ingreso a Cartagenita</p>

Fuente: Elaboración propia (2021).

5. Marco conceptual

Diferentes autores han descrito que en Colombia los sistemas de información geográfica (SIG) han tomado un papel supremamente importante al pasar de los años teniendo en cuenta que el uso y la implementación de los mismos es relativamente nuevo en el país con lo que aparece cierto tipo de escepticismo en las nuevas herramientas tecnológicas las cuales buscan facilitar los diferentes tipos de procesos donde pueden ser utilizados los (SIG).

De acuerdo Manual de Señalización Vial (Transporte, 2004) indican:

La Señalización vertical: Contiene la clasificación y definiciones de las señales verticales, especificaciones a tener en cuenta para su diseño tales como tamaño, forma, color, ubicación, etc. Para el diseño de textos en señales informativas se indica el procedimiento a seguir y los tipos de alfabetos a utilizar; igualmente se indica la secuencia a tener en cuenta para la ubicación de las señales en las intersecciones.

(Manual de Señalización Vial, 2004)(p.3).

Señalización de calles y carreteras afectadas por obras: Se indican las señales verticales y los diferentes tipos de dispositivos luminosos, manuales y de canalización del tránsito utilizados para señalar las vías afectadas por obras civiles que modifiquen las condiciones normales del tránsito de vehículos y personas. Se considera también el proceso de regulación del tránsito en los diferentes tipos de vías y se dan las pautas para la proyección y aplicación de planes de manejo del tránsito, con el fin de reducir el impacto que generan estas obras en los usuarios de las vías y en la comunidad que habita en las zonas afectadas. (Manual de Señalización Vial, 2004)((p.4).

Visibilidad: Para garantizar la visibilidad de las señales y lograr la misma forma y color tanto en el día como en la noche, los dispositivos para la regulación del tránsito deben ser

elaborados preferiblemente con materiales reflectivos o estar convenientemente iluminados. La reflectividad se consigue fabricando los dispositivos con materiales adecuados que reflejen las luces de los vehículos, sin deslumbrar al conductor. (Manual de Señalización Vial, 2004)(p.7).

Uso: Con el fin de garantizar la efectividad de los dispositivos para el control del tránsito, es de relevante importancia elaborar siempre un estudio minucioso que permita establecer el mejor uso y ubicación de las señales evitando inconvenientes por su mala utilización, además de facilitar la comprensión de las señales y el acatamiento por parte de los usuarios.

Conservación: Todas las señales que regulen el tránsito, deben permanecer en su correcta posición, limpias y legibles durante el tiempo que estén en la vía. (Manual de Señalización Vial, 2004)(p.7).

5.1 Señalización vertical

En el (Manual de Señalización Vial, 2004) se expresa que:

Las señales verticales son placas fijadas en postes o estructuras instaladas sobre la vía o adyacentes a ella, que mediante símbolos o leyendas determinadas cumplen la función de prevenir a los usuarios sobre la existencia de peligros y su naturaleza, reglamentar las prohibiciones o restricciones respecto del uso de las vías, así como brindar la información necesaria para guiar a los usuarios de las mismas. De acuerdo con la función que cumplen, las señales verticales se clasifican en:

- Señales preventivas
- Señales reglamentarias
- Señales informativas

Uso: Debe tenerse cuidado de no instalar un número excesivo de señales preventivas y reglamentarias en un espacio corto, ya que esto puede ocasionar la contaminación visual y la pérdida de efectividad de las mismas. Por otra parte, es conveniente que se usen con frecuencia las señales informativas de identificación y de destino, con el fin de que los usuarios de la vía conozcan siempre su ubicación y rumbo”. (Manual de Señalización Vial, 2004)(p.11).

5.1.1 Señales preventivas

Llamadas también de prevención, tienen por objeto advertir al usuario de la vía la existencia de una condición peligrosa y la naturaleza de ésta. Se identifican con el código SP y además:

Deberán ser colocadas antes del riesgo a prevenir. En vías arterias urbanas, o de jerarquía inferior, se ubicarán a una distancia que podrá variar entre 60 y 80 m. Para el caso de vías rurales, o urbanas de jerarquía superior a las arterias, las señales preventivas se colocarán de acuerdo con la velocidad de operación del sector, así: (Manual de Señalización Vial, 2004)(p.21).

Figura 3.

Distancias para ubicación de señales

Velocidad de operación (Km/h)	Distancia (m)
40	50
60	90
80	120
100	150
Más de 100	No menos de 250

Fuente: Manual de Señalización Vial 2004. Ministerio de Transporte.

5.1.2 Señales Reglamentarias

Las señales reglamentarias o de reglamentación tienen por objeto indicar a los usuarios de la vía las limitaciones, prohibiciones o restricciones sobre su uso. Estas señales se identifican con el código SR. Su violación acarrea las sanciones previstas en el Código Nacional de Tránsito Terrestre”. (Manual de Señalización Vial, 2004)(p.43).

Los colores utilizados en estas señales son los siguientes: Fondo blanco; orlas y franjas diagonales de color rojo; símbolos, letras y números en negro. Las excepciones a esta regla son:

SR-01: Pare, cuyo fondo es rojo, orlas y letras en blanco,

SR-02: Ceda el paso, fondo blanco y orla roja

SR-04: No pase, cuyo fondo es rojo, franja y letras en blanco,.

SR-38 y SR-39: Sentido único de circulación y sentido de circulación doble, serán de fondo negro y flechas y orlas blancas.

Las señales reglamentarias se ubicarán en el sitio mismo a partir del cual empieza a aplicarse la reglamentación.

5.1.3 Señales informativas

Las señales informativas o de información, tienen por objeto guiar al usuario de la vía suministrándole la información necesaria sobre identificación de localidades, destinos, direcciones, sitios de interés turístico, geográficos, intersecciones, cruces, distancias por recorrer, prestación de servicios, etc. Estas señales se identifican con el código SI”. (Manual de Señalización Vial, 2004)(p.61).

Los colores deben ser utilizados conforme a la clasificación de las señales informativas y cumplir las especificaciones de la Norma Técnica Colombiana NTC-4739. (Manual de Señalización Vial, 2004).

En el caso que se requiera adosar placas que amplíen la información de las señales, éstas serán de forma rectangular y en ningún caso deberán tener un ancho superior al de la señal principal. (Manual de Señalización Vial, 2004)(p.61).

5.1.4 Delineadores de curva

Los delineadores de curva horizontal se utilizan para indicar el cambio brusco de dirección en el alineamiento horizontal de una vía. Son una importante guía para los conductores en los casos de presentarse simultáneamente variación en el alineamiento horizontal y vertical. Espaciamiento En curvas y en las tangentes de entrada y salida de éstas, el espaciamiento de los delineadores de curva horizontal deberá ser tal que sean visibles para el conductor, como mínimo, tres (3) delineadores a la vez. Para determinar el espaciamiento entre delineadores de curva horizontal, se tendrá en cuenta la tabla”: (Manual de Señalización Vial, 2004)(p187)

Figura 4.

Espaciamiento máximo de delineadores de curva.

Radio de curvatura (m)	Espaciamiento en curva (m)
15	8
50	10
75	12
100	15
150	20
200	22
250	24
300	27

Nota: la figura 4 muestra el espaciamiento en curva, en función del Radio de la misma.

Fuente: <https://www.mintransporte.gov.co/documentos/29/manuales-de-senalizacion-vial/>

5.1.5 Ubicación de señales

Todas las señales se ubicarán al lado derecho de la vía, teniendo en cuenta el sentido de circulación del tránsito, en forma tal que el plano frontal de la señal y el eje de la vía forme un ángulo comprendido entre 85° y 90° para que la visibilidad sea óptima para el usuario. En caso que la visibilidad al lado derecho no sea completa debe colocarse una señal adicional al lado izquierdo de la vía. (Transporte, 2004).

5.1.6 Tamaño de las señales y reflectividad

Las señales propuestas en el presente estudio corresponden a las señales preventivas, reglamentarias e informativas, las cuales de acuerdo con el tipo de vía y la velocidad de operación deben tener un tamaño específico. Serán en lámina reflectiva (alta reflectividad), tipo XI de acuerdo a lo especificado en la NTC 4739.

Tabla 1.

Resumen tipo de Señales

TIPO DE SEÑAL	CARRETERAS CON CUATRO O MAS CARRILES CON O SIN SEPARADOR
PREVENTIVAS	Cuadrado de 75 x 75 cm
Preventiva SP-40	Rectángulo de 120 x 40 cm
REGLAMENTARIA	Círculo de 75 cm de diámetro
Reglamentaria SR-01	Octágono con altura de 75 cm
Reglamentaria SR-02	Triángulo equilátero de 90 cm de lado
INFORMATIVAS	Rectángulo de 60 x 75 cm
Informativa De Identificación	Escudo de 75 cm de alto por 75 cm de ancho
Informativa De Destino Y De Información De Ruta	Rectángulo: ancho y altura dependen del texto
Informativas Turísticas	Cuadrado de 75 cm de lado

Fuente: <https://www.mintransporte.gov.co/documentos/29/manuales-de-senalizacion-vial/>

5.2 Demarcación vial

De acuerdo al Ministerio de Transporte (Manual de Señalización Vial, 2004) expresa:

La demarcación desempeña funciones definidas e importantes en un adecuado esquema de regulación del tránsito. En algunos casos, son usadas para complementar las órdenes o advertencias de otros dispositivos, tales como las señales verticales y semáforos; en otros, transmiten instrucciones que no pueden ser presentadas mediante el uso de ningún otro dispositivo, siendo un modo muy efectivo de hacerlas entendibles. Para que la señalización horizontal cumpla la función para la cual se usa, se requiere que se tenga una uniformidad respecto a las dimensiones, diseño, símbolos, caracteres, colores, frecuencia de uso, circunstancias en que se emplea y tipo de material usado. (Manual de Señalización Vial, 2004).

5.2.1 Color

Las líneas longitudinales y marcas deben ser blancas o amarillas. En las líneas longitudinales el color blanco se empleará para hacer separación entre tránsito en el mismo sentido y el amarillo entre tránsito de sentido contrario. Las flechas, símbolos y letras serán de color blanco, a excepción de las flechas de doble cabeza utilizadas para la demarcación de carriles de contraflujo. Cuando se requiera dar contraste a las líneas blancas o amarillas podrá emplearse líneas negras adyacentes a ellas y de ancho igual a $\frac{1}{2}$ del ancho de la línea, excepto para marcas viales en donde se implementarán líneas negras que sobresalgan 5 cm. (Manual de Señalización Vial, 2004)(p108).

Tabla 2*Normas Técnicas.*

Título	Objeto	NumeroNTC
“Accesibilidad de las personas al medio físico, cruces peatonales a nivel, señalización sonora para semáforos peatonales.	Identifica símbolos y sus significados, que pueden ser usados para transmitir información esencial para el usuario y otros, para un uso seguro y efectivo de los dispositivos médicos.	4902
Accesibilidad de las personas al medio físico, señalización para tránsito peatonal en el espacio público urbano.	Establece los requisitos mínimos que deben tener las señales de tránsito peatonal horizontales y verticales localizadas en áreas de uso público. La norma busca organizar y orientar al usuario en su desplazamiento al lugar que requiera, procurando garantizarle una movilidad segura y eficiente.	4695
Accesibilidad al medio físico, simbología, características generales.	Establece la imagen que contiene el símbolo, usado para informar al público, que lo señalado es accesible y utilizable por todas las personas.	4139
Defensas metálicas para carreteras, parales de acero para la instalación de defensas viales	Establece los requisitos que deben cumplir y los ensayos a los cuales deben someterse los parales (postes) de acero empleados en la instalación de las defensas viales.	3783
Defensas metálicas para carreteras, vigas en láminas de acero acanaladas para defensas viales	Establece los requisitos que deben cumplir las láminas de acero acanaladas, preparadas para ser usadas como vigas en las defensas viales.	3755
Diseño y aplicación de materiales para la demarcación de pavimentos.	Establece los requisitos para el diseño y la aplicación de materiales como pinturas, termoplásticos, plásticos en frío y cintas preformadas, empleado en la demarcación de pavimentos de calles y carretera.	4744
Especificaciones técnicas para la señalización de vías férreas pasos a nivel.	Establece los requisitos mínimos de señalización que deben tener los pasos a nivel de ferrocarriles y está dirigida principalmente a conductores de automotores; determina los parámetros a utilizar en la señalización horizontal (marcas viales) y vertical para los pasos a nivel, en sus características físicas.	4741
Ingeniería civil y arquitectura, barreras de seguridad de concreto para vías.	Contiene características de los materiales, requisitos de la barrera, requisitos del concreto y requisitos constructivos.	4083
Pinturas en frío para demarcación de pavimentos, parte 1- especificaciones.	Establece los requisitos que debe cumplir la pintura empleada para la demarcación sobre pavimentos.	1360-1
Láminas retroreflectivas para control de tránsito	Establece los requisitos para láminas flexibles, retro reflectivas, micro prismáticas, con micro esferas de vidrio reflectoras, no expuestas, diseñadas para uso en señales de control.	4739
Tachas retroreflectivas pegadas sobre pavimento	Esta norma cubre las tachas retroreflectivas, fijas, pegadas sobre la superficie del pavimento para marcar y delinear carriles con el fin de facilitar la visibilidad nocturna.” (Manual de Señalización Vial , 2004)	4745

Fuente: Instituto Colombiano de Normas Técnicas.

6. Diseño metodológico

6.1 General

La metodología para este proyecto, consistió en cinco etapas, las cuales son:

1. Documentación.
2. Elaboración plan de señalización Vertical y Horizontal.
3. Exportar la cartografía a un archivo Shapefile.
4. Creación de shapefile para señales horizontales y verticales.
5. Plan de señalización en (ArcGIS).

Todo lo anterior, de acuerdo a Manual de Señalización Vial del Ministerio de Transporte 2004.

6.2 Etapa 1: Recopilación de Documentación

Para iniciar esta primera etapa fue necesario realizar la compilación de la documentación sobre la localización del tramo a señalizar y la verificación en campo de la señalización actual. Para la confrontación de la información planimétrica del proyecto respecto a la red cartográfica Nacional adoptada por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi I.G.A.C. se determinaron las coordenadas de los puntos materializados. Para esta labor se realizó el posicionamiento con equipos GNSS de los puntos GPS-1, GPS-2, GPS-3 y GPS-4 materializados en campo, posteriormente se realizó la doble determinación de estos haciendo una trilateración con las estaciones permanentes BOGA y ABPW, además se usó la estación permanente ABCC como punto de comprobación de la sesión, todas estas estaciones permanentes pertenecientes al Instituto Geográfico Agustín Codazzi I.G.A.C, estas son importadas a la herramienta computacional en sistemas de información geográfica ArcGIS en la cual se va a estructurar la base de datos cartográfica. Ver tabla 3.

Tabla 3.*Resultado comprobación GNSS*

COMPRABACION PROCESO GNSS									
PUNTO	COORDENADAS SPIRAL			COORDENADAS SIRGAS			DIFERENCIAS		
	ESTE	NORTE	ALT. ELIPSOIDAL	ESTE	NORTE	ALT. ELIPSOIDAL	Dif X	Dif Y	Dif Z
ABCC	994517.305	1007191.761	2576.427	994517.305	1007191.769	2576.305	0.000	-0.008	0.122

Fuente: Elaboración propia (2021).

Posterior a la fase de georreferenciación se procedió a realizar polígonos de control con topografía convencional partiendo de los puntos GNSS posicionados en campo y llegando a estos mismo para establecer el error de llegada y generar un ajuste que cumpliera con los parámetros adecuados, para este caso se manejaron cierres de poligonales superiores a 1:10000, para poder así, continuar desde este polígono ajustado la siguiente poligonal y continuar el mismo proceso, en el trazado de estas poligonales se colocan deltas con ubicación estratégica para luego poder tomar los detalles de interés en la zona. Para este caso se realizaron 21 poligonales de las cuales se obtuvieron los cierres que se pueden ver en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.4.**

Tabla 4.*Levantamiento Topográfico.*

RESUMEN POLIGONALES AJUSTADAS						
POLIGONAL	Punto	Cerch	Dif X	Dif Y	Dif Z	Longitud
Pol 1	80031	81111	-0.005	3.08	0.003	34313
Pol 2	80036	80337	0.011	0.011	0.003	33312
Pol 3	80406	30427	0.018	0.001	0.018	10005
Pol 4	80013	80511	-0.042	0.033	0.008	29344
Pol 5	80606	80610	-0.072	4.015	-0.073	28303
Pol 6	80602	80704	0.02	0.018	0.034	40334
Pol 8	80812	80806	-0.079	0.017	0.180	13009
Pol 9	80844	80845	0.007	0.046	0.155	12011
Pol 10	80841	80848	0.003	0.037	0.164	14005
Pol 11	81008	81009	-0.013	0.01	0.071	31008
Pol 12	81107	81106	-0.01	-0.134	0.146	19009
Pol 13	81206	81207	0.0418	0.036	0.070	35008
Pol 14	81403	81411	-0.0084	0.0602	0.041	10014
Pol 15	81501	81507	0.012	0.079	0.080	30011
Pol 16	81508	81509	-0.0101	0.0342	0.044	26007
Pol 17	81608	81605	-0.0038	0.0644	0.106	30008
Pol 18	81708	81705	-0.0051	0.0207	0.021	12008
Pol 19	81801	81801	0.0008	0.009	0.029	14003
Pol 20	81906	81909	0.0023	0.02	0.064	42001
Pol 21	82011	82004	-0.0066	0.0355	0.057	31008
Pol 22	82108	82100	-0.0081	0.0257	-0.055	21008

Fuente: Elaboración propia (2021).

6.3 Etapa 2: Elaboración del plan de señalización Vertical y Horizontal

Con base en la información existente y obtenida en la etapa anterior, se realizó nuevamente una inspección por el tramo del km 0+000 al km 23+130 de la vía Cartagenita – Zipacon-Petaluma, con el propósito de corroborar las problemáticas anteriormente mencionadas. Este recorrido en campo se realizó junto con el ICCU, el alcalde y la concesión.

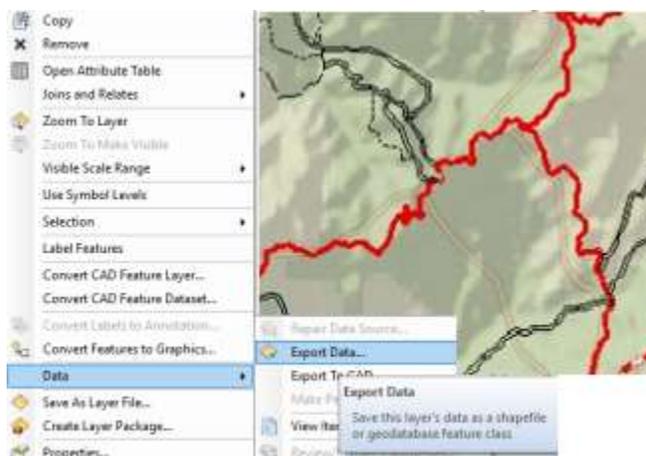
Luego de recopilar la información, se empezó con la conformación y estructuración del Plan de Señalización vial, bajo la normativa vigente en Colombia - Manual de Señalización Vial 2004 del Ministerio de Transporte. Se examinaron e identificaron las necesidades de señalización vertical y horizontal, la ubicación de estas, tipo de señal SP-SR-SI, dimensiones, y demás operaciones necesarias para garantizar una óptima movilidad peatonal y vehicular en el corredor vial, todo esto implementando el software ArcGIS.

6.4 Etapa 3: Exportar la cartografía a un archivo Shapefile

Para esta etapa se tomó una cartografía la cual fue editada en el programa AutoCAD, exportándose al programa ArcGIS. (Ver figura 5)

Figura 5.

Cartografía vías secundarias exportadas al programa ArcGIS.



Fuente: Elaboración propia (2021).

Luego se procedió con la adición de los valores de las coordenadas X y Y de los puntos obtenidos in situ mediante actividades topográficas de la materialización y referenciación con la placa metálica de puntos con coordenadas y cotas vinculadas al proyecto, las cuales fueron utilizadas durante la construcción para el replanteo de los diseños.

Para la materialización de las placas de aluminio se colocaron cuatro (04) puntos en la zona del proyecto. Estas placas se vincularon a las placas del IGAC ABPW y BOGA y se obtuvieron las siguientes coordenadas, (ver tabla 5).

Tabla 5.

Vinculación de los puntos del proyecto al sistema nacional MAGNA-SIRGAS.

RESUMEN DE PROCESO DE COORDENADAS						
CARTAGENITA ZIPACON PETALUMA						
COORDENADAS PLANAS ORIGEN BOGOTA-MAGNA						
PUNTO	GEOGRAFICAS			PLANAS GAUSS-KRUEGER		TIPO PUNTO
	LATITUD	LONGITUD	ALT. ELIPSOIDAL	NORTE	ESTE	
GPS1	4°47'03.85907"N	74°19'56.89224"W	2596.446	1020817.265	971715.887	NUEVO
GPS2	4°47'00.69093"N	74°20'08.70335"W	2599.054	1020720.083	971351.887	NUEVO
ABPW	4°41'22.45119"N	73°59'42.41264"W	2837.097	1010325.466	1009141.482	FIJO EXISTENTE (L,L,a)
BOGT	4°38'24.26724"N	74°04'51.38241"W	2576.332	1004851.632	999619.235	FIJO EXISTENTE (L,L,a)
BOGA	4°38'19.25564"N	74°04'47.81782"W	2609.908	1004697.69	999729.1	EXISTENTE COMPROBACION
GPS4	4°45'42.05490"N	74°22'49.07073"W	2567.372	1018306.588	966409.03	NUEVO

RESUMEN DE PROCESO DE COORDENADAS						
CARTAGENITA ZIPACON PETALUMA						
COORDENADAS PLANAS ORIGEN BOGOTA-MAGNA						
PUNTO	GEOGRAFICAS			PLANAS GAUSS-KRUEGER		TIPO PUNTO
	LATITUD	LONGITUD	ALT. ELIPSOIDAL	NORTE	ESTE	
GPS3	4°45'41.55969"N	74°22'46.29773"W	2565.096	1018291.339	966494.478	NUEVO

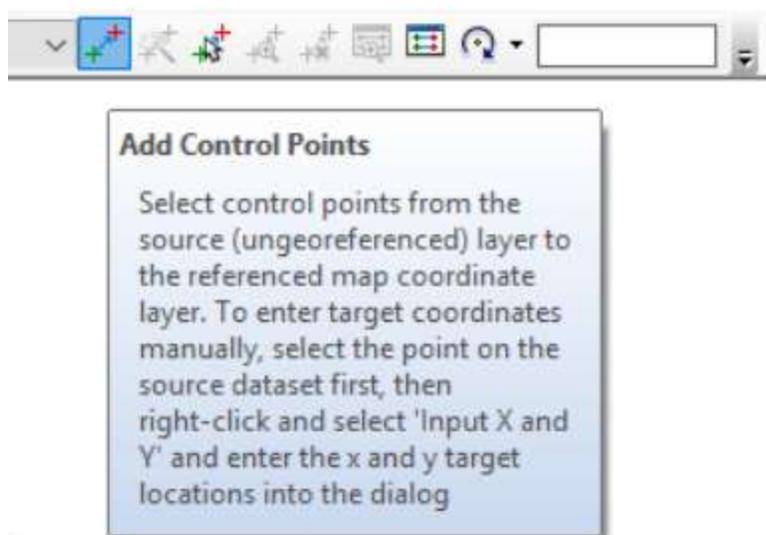
Fuente: Elaboración propia (2021).

Para el desarrollo del trabajo, la conversión se hizo directamente en el software ArcMap de ArcGIS. Para ello se procedió de la siguiente forma:

- Adicionar la hoja de Excel correspondiente los puntos de control localizados en el municipio.
- Una vez exportados los datos desde la hoja de Excel en donde se encuentran la tabla con los puntos de control se procedió a realizar la conversión de las coordenadas de estos puntos.
- Con esto se estableció la proyección al sistema de coordenadas cartesianas (X, Y). El formato de entrada de los datos es DDM_2 (grados, minutos y segundos separando coordenadas X y Y), y el de salida es UTM_ZONES. Para hacer referencia a cada punto de la cuadrícula UTM se usan dos valores llamados coordenadas. Existe una coordenada X que expresa un valor por unidad de medida sobre la horizontal, mientras que la coordenada Y hace lo propio sobre la vertical del plano.
- Luego de esto se eligió la opción del atributo de polyline, se hizo clic derecho en Data, Export data (ver ilustración 1) y se guarda el archivo como tipo Shapefile (ver ilustración 2). Posteriormente, se removió el archivo de AutoCAD, dwg y se continuó trabajando el archivo Shapefile creado. (ver figura 6 y 7).

Figura 6.

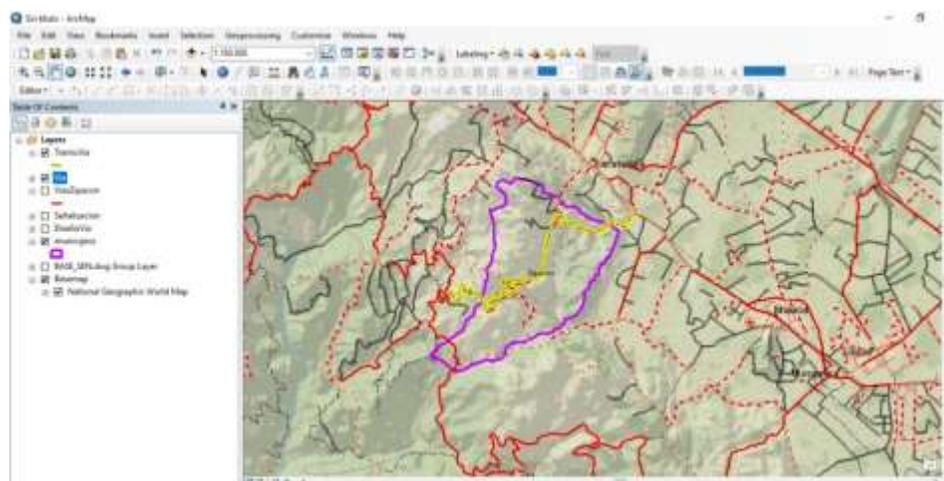
Georreferenciación



Fuente: Elaboración propia (2021).

Figura 7.

Shapefile – municipio de Zipacon-



Fuente: Elaboración propia (2021).

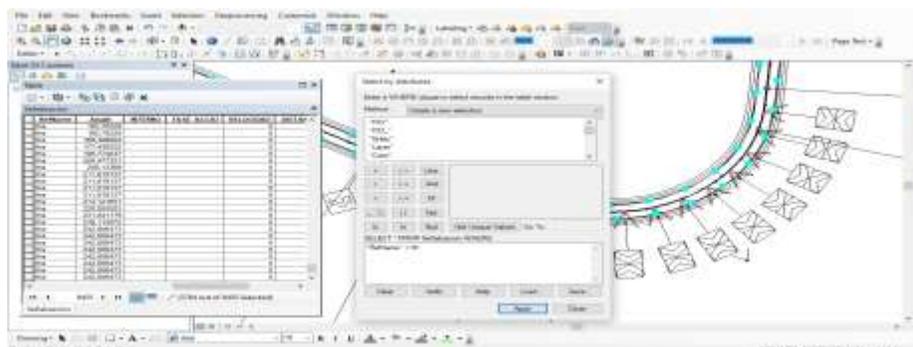
Cada una de estas capas o shapefiles tienen una serie de atributos los cuales fueron alimentados con información suministrada por el Departamento de Planeación y Documentos del municipio.

6.5 Etapa 4: Creación de Shapefile para señales verticales y horizontales

Por último, se crearon los diferente Shapefile de cada una de las señales tanto verticales como horizontales identificadas anteriormente. Para el caso de las señales verticales se generó un Shapefile de puntos y para las horizontales se creó un Shapefile de poligonal. Para la creación de cada uno de estos Shapefile, se eligió la opción Catalog y después la carpeta de señales verticales o horizontales, dando clic derecho seleccionando la opción New, luego seleccionó Shapefile en donde aparece la opción de dar el nombre de la señal que se deba utilizar (SP-SR-SI). Ver figuras 8, 9 y 10.

Figura 8.

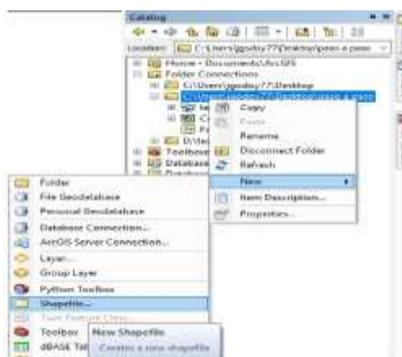
Shapefile de señales verticales y horizontales.



Fuente: Elaboración propia (2021).

Figura 9.

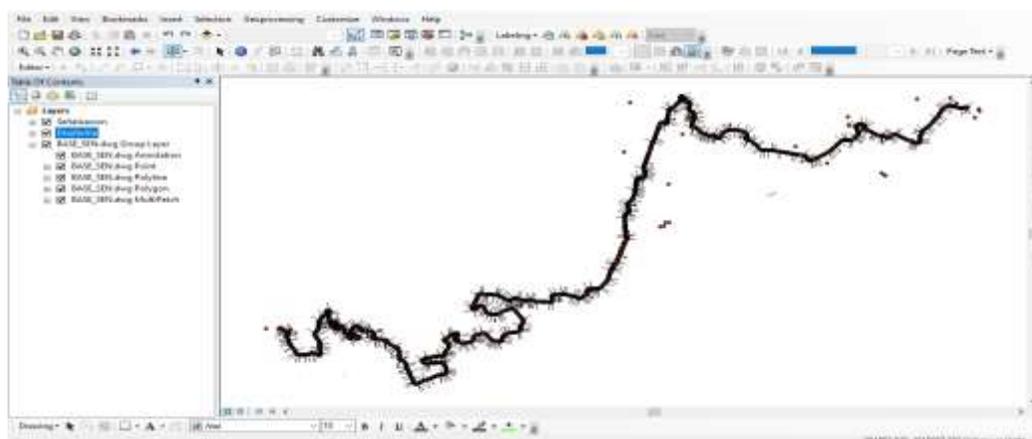
Adición de Shapefiles.



Fuente: Elaboración propia (2021).

Figura 10.

Shapefile completo de señales verticales y horizontales.



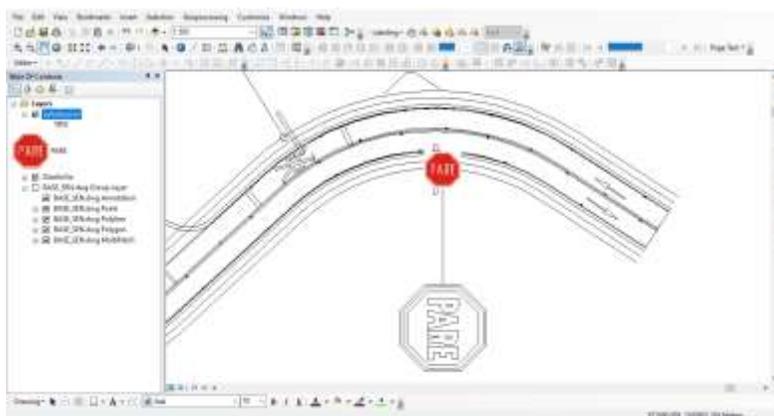
Fuente: Elaboración propia (2021).

6.6 Etapa 5: Plan de señalización en el ArcGIS

Una vez creados situados cada uno de los puntos correspondientes a cada tipo de señal ya sea vertical u horizontal, se hizo la personalización de cada una de ellas. Esta característica se dio mediante la ubicación de cada señal en el tramo comprendido del km 0+000 al km 23+130 y así se pudo identificar la función de cada señal de forma específica. En cuanto a las señales verticales fue necesario establecer por separado para poder identificar si eran reglamentarias, preventivas, informativas, para así realizar la ubicación correspondiente a cada tipo de señal. (figuras 11-13).

Figura 11.

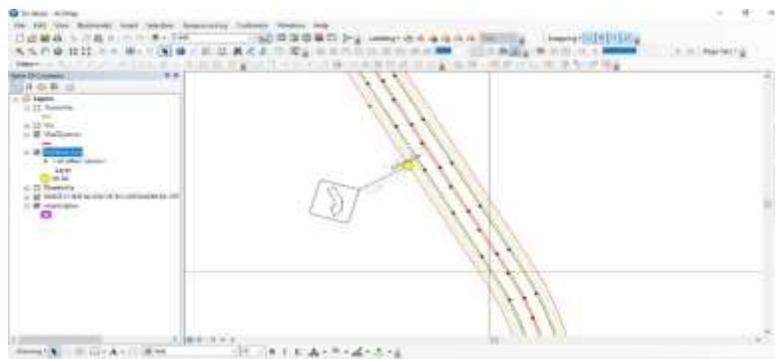
Señalización Vertical Reglamentaria



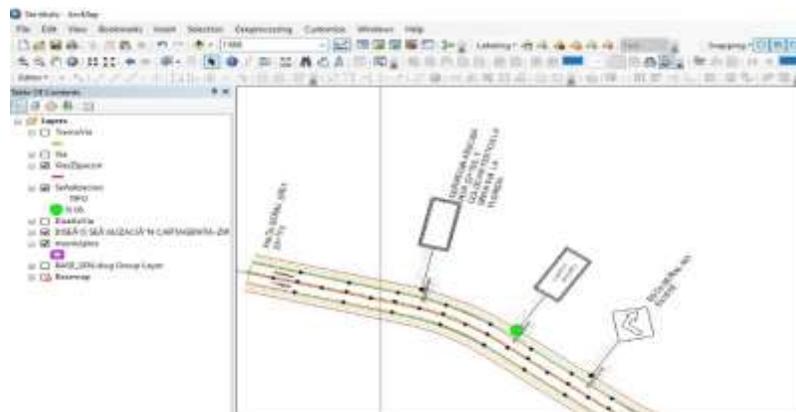
Fuente: Elaboración propia (2021).

Figura 12.

Señalización Vertical Preventiva.



Fuente: Elaboración propia (2021).

Figura 13.*Señalización Vertical Informativa.*

Fuente: Elaboración propia (2021).

7. Resultados

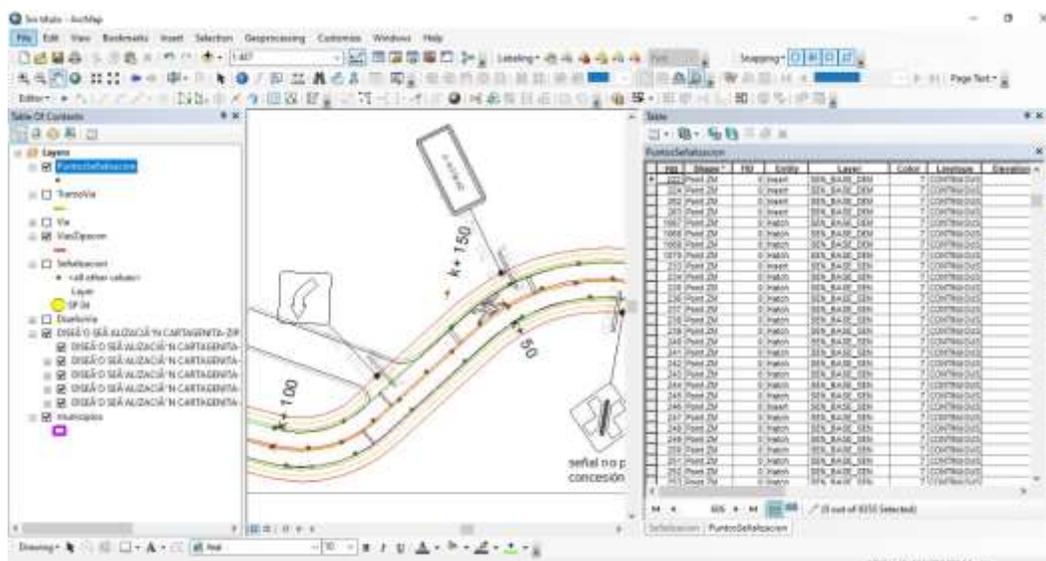
La metodología llevada a cabo fue planeada y ejecutada específicamente para la vía Cartagenita-Zipacon-Petaluma, la cual cumplía con los requisitos para el diseño de elementos de señalización vertical y horizontal. Para llevar a cabo dicha metodología, fue necesario entender la problemática de la vía en temas de seguridad vial, transporte, usuarios, peatones y la falta de señalización en todo el tramo vial.

Se realizó una toma de puntos de control en campo con el fin de georreferenciar la imagen proporcionada por el tramo a señalizar y editada en el formato dwg de AutoCAD.

Los puntos de captura fueron ubicados a lo largo y ancho del tramo vial del km 0+000 al km 23+130, para verificar una adecuada captura geográfica del tramo, teniendo en cuenta las curvas y las condiciones de la misma. (ver figuras 14, 15 y 16).

Figura 14.

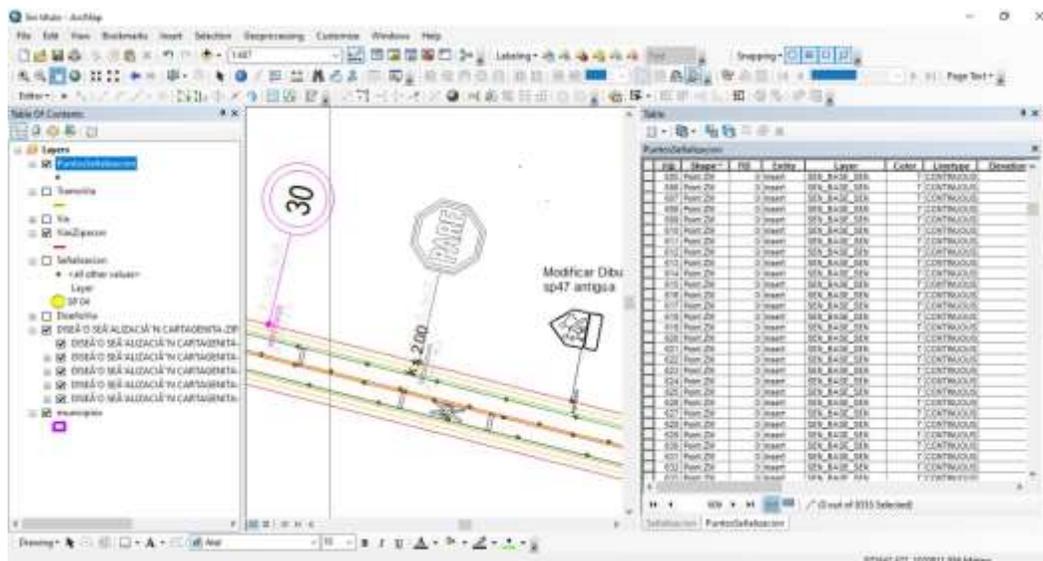
Tabla de atributos – señalización horizontal.



Fuente: Elaboración propia (2021).

Figura 15.

Tabla de atributos – señalización vertical.



Fuente: Elaboración propia (2021).

Figura 16.

TPD del tramo vial del Km 0+000 al Km 23+130.

Movimiento	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TPD	C2P	C2G	C3	C4	C5	>C5
Tránsito semanal, movimiento SN	4304	161	664	5129	259	405	0	0	0	0
Tránsito semanal, movimiento NS	4571	158	659	5388	257	394	4	4	0	0

Fuente: Elaboración propia (2021).

La información en vehículos mixtos por movimiento es similar, ya que el movimiento 2 (SN) presenta 5129 vehículos en la semana y el movimiento 1 (NS) presenta 5388 vehículos en la semana, siendo mayor el movimiento NS (Cartagenita – Zipacon), con el 51.2% respecto al movimiento SN. En la composición vehicular del movimiento NS predomina el vehículo liviano con el 85%, los camiones con el 12% y finalmente los buses con el 3%, como se observa en la figura 16 a continuación.

Figura 17.

Composición vehicular del movimiento NS.



Fuente: Elaboración propia (2021).

De manera general en el diseño de señalización vertical del tramo comprendido entre el km 0+000 y el Km 23+130 de la Vía Cartagenita-Zipacon-Petaluma se deberán instalar 819 señales verticales, definidas y aprobadas por la interventoría, entre Delineadores de Curva Horizontal DCH, señales preventivas y señales reglamentarias de 0.75 x 0.75 m, fabricadas en lámina galvanizada calibre 16, Fondo Reflectivo Grado Diamante GD3 marca 3M, mástil en ángulo de 2" x 2" x 1/4" y refuerzos en ángulo de 2" x 2" x 1/8" por 3.30 m de altura, con recubrimiento en pintura electrostática de color Blanco, entre el km 0+000 (Cartagenita) al km 23+130 (Petaluma).

7.1 Señalización horizontal

7.1.1 Marcas Viales (M2)

Para el diseño de señalización horizontal del mismo tramo se deberán demarcar 448 metros cuadrados de marcas viales entre colores blanco y amarillo; aplicados con pintura en dos componentes (Plástico en frío en spray) basadas en resinas metacrílicas puras (metil-metacrilato). Desarrollada especialmente para demarcación de pavimentos, en áreas de muy alto tráfico.

7.1.2 Demarcación horizontal Longitudinal

Para la demarcación horizontal longitudinal se deberán pintar 67.322 metros lineales 44.992 ml de borde de carril blanca y 22.330 ml de línea central amarilla entre el km 0+000 y el km 9+600, y del km 10+100 al km 23+130 correspondiente al 100% de la demarcación longitudinal.

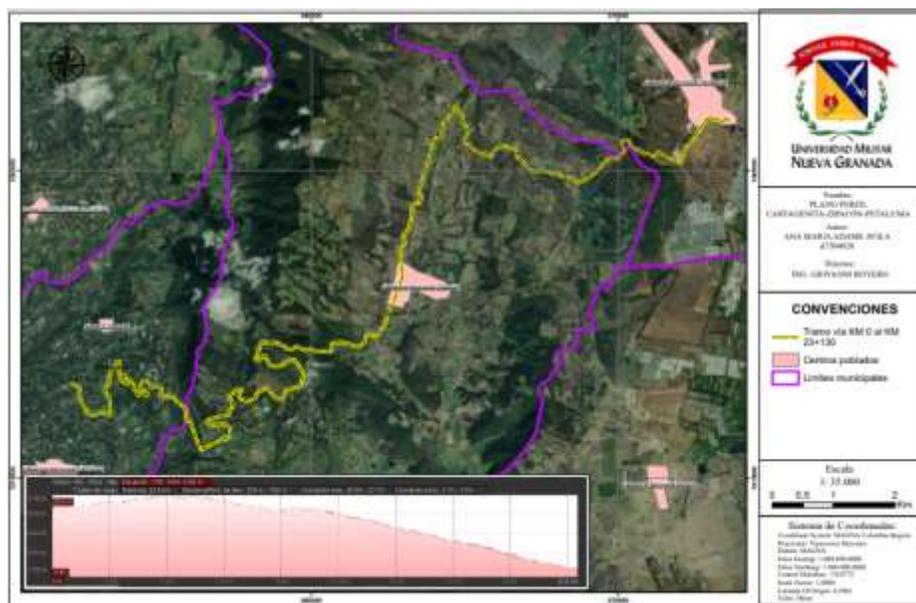
Figura 18.

Tramo de vía existente Cartagenita- Zipacon.

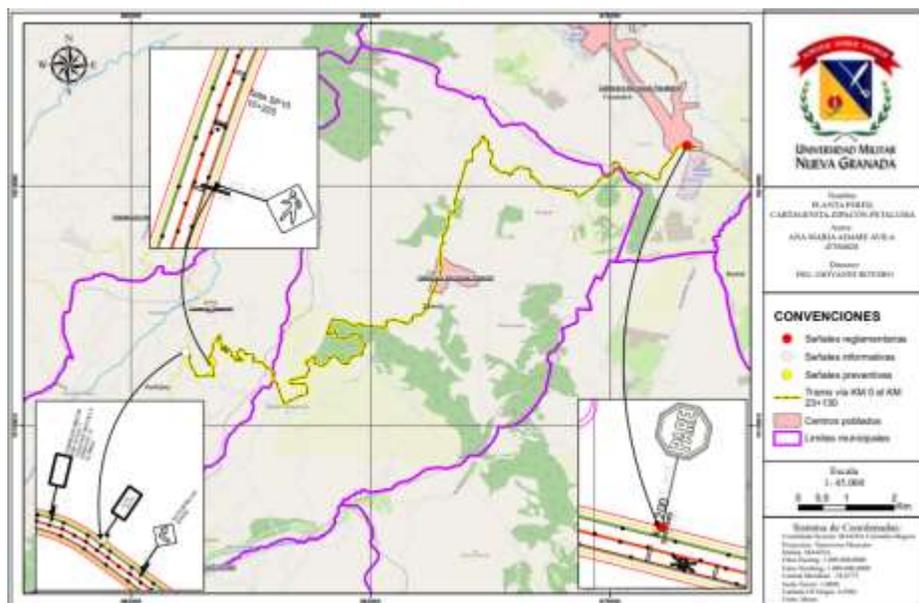


Fuente: Elaboración propia (2021).

La velocidad de diseño adoptada según parámetros será una velocidad de diseño media de 40 km/h. Como resultado se pueden visualizar las respectivas señales dentro de mapa de la vía Cartagenita – Zipacon – Petaluma comprendida entre el km 0+000 al km23+130. Ver figuras 18 y 19.

Figura 19.*Plano de perfil.*

Fuente: Elaboración propia (2021).

Figura 20.*Plano de planta.*

Fuente: Elaboración propia (2021).

8. Conclusiones

Para poder identificar la vía a tratar fue necesario realizar un recorrido, en donde se evidenciara la falta de señalización, para ello se realizó un registro fotográfico para constatar el estado de las vías, la señalización vial con la que cuenta, y la condición actual en cuanto a seguridad vial, ya sea por movilidad, peatonal o vehicular.

Fue necesario realizar la compilación de la documentación sobre la localización del tramo a señalizar y la verificación en campo de la señalización actual. Para la confrontación de la información planimétrica del proyecto respecto a la red cartográfica Nacional adoptada por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC, se determinaron las coordenadas de los puntos materializados. Para esta labor se realizó el posicionamiento con equipos GNSS de los puntos GPS-1, GPS-2, GPS-3 y GPS-4 materializados en campo, posteriormente se realizó la doble determinación de estos haciendo una trilateración con las estaciones permanentes BOGA y ABPW, además se usó la estación permanente ABCC como punto de comprobación de la sesión, todas estas estaciones permanentes pertenecientes al Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC.

Las señales de tránsito seleccionadas para el tramo comprendido entre el km 0+000 al km 23+130 de Cartagenita – Zipacon - Petaluma se realizaron con el fin de garantizar la seguridad vial de todos los actores viales, vehicular y peatonal. Para ello se seleccionaron señales verticales y horizontales las cuales deben cumplir con el manual de señalización vial 2004. Así mismo, previo recorrido se identifica el punto a instalar la señal adecuadamente para poder transitar con seguridad.

El levantamiento de señalización vertical realizado en la vía Cartagenita – Zipacon – Petaluma (K 0+000 a K 23+130), planteada en ArcGIS, identificó 216 señales verticales entre señales Preventivas, Reglamentarias e informativas, adicionalmente se identificó y clasificó la

señalización horizontal en el ArcGis, todas las señales se georreferenciaron de acuerdo a la abscisa del tramo vial y por sentido de circulación.

Por último, se puede concluir que se aplicó satisfactoriamente la herramienta de Sistemas de Información Geográfica – ArcGis para un diseño de elementos de seguridad vial en la vía comprendida entre Cartagenita – Zipacon-Petaluma siendo este el objetivo principal del trabajo.

9. Referencias bibliográficas

Alcaldía de Zipacon. (s.f.).

https://colombiaextraordinaria.com/somos_colombia/turismo/municipios/Zipacon.

Obtenido de

https://colombiaextraordinaria.com/somos_colombia/turismo/municipios/Zipacon:

https://colombiaextraordinaria.com/somos_colombia/turismo/municipios/Zipacon

Cepal. (Noviembre de 2005). <https://repositorio.cepal.org/>. Obtenido de

<https://repositorio.cepal.org/>:

https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/6296/1/S05804_es.pdf

Departamento Nacional de Planeación. (Febrero de 2018). *Mejoramiento de las vías terciarias - vías de tercer orden*. Obtenido de

<https://proyectostipo.dnp.gov.co/images/pdf/viasterciarias/ptviasterciarias.pdf>

Henao, A. U. (2004). *Manual de Señalización Vial*. Colombia.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC. (2021). *Datos Abiertos Cartografía y Geografía*.

Obtenido de <https://geoportal.igac.gov.co/contenido/datos-abiertos-cartografia-y-geografia>

Instituto Nacional de Vías- INVIAS. (29 de Agosto de 2016). *Clasificación de las Carreteras*.

Obtenido de <https://www.invias.gov.co/index.php/red-vial-nacional/2-uncategorised/2706-clasificacion-de-las-carreteras>

Manual de Señalización Vial. (2004). Ministerio de Transporte.

Ministerio de Transporte. (2016). *Manual de mantenimiento de carreteras*. Obtenido de

<https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/7713-manual-de-mantenimiento-de-carreteras-2016-v1/file>

- Molina, A., López, L. F., & Villegas, G. I. (Noviembre de 2005). *Los sistemas de información geográfica (SIG) en la planificación municipal*. Obtenido de <https://ezproxy.umng.edu.co/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=32957812&lang=es&site=eds-live>
- Movilidad Bogotá. (6 de Agosto de 2002). <https://www.movilidadbogota.gov.co/>. Obtenido de <https://www.movilidadbogota.gov.co/>: https://www.movilidadbogota.gov.co/web/sites/default/files/ley-769-de-2002-codigo-nacional-de-transito_3704_0.pdf
- Narvaez, L. (2017). *Vías terciarias: motor del desarrollo económico rural*. Obtenido de Revista de ingeniería: [https://ezproxy.umng.edu.co/login?url=https://search.ebscohost-com.ezproxy.umng.edu.co/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=124244650&lang=es&site=eds-live](https://ezproxy.umng.edu.co/login?url=https://search.ebscohost.com/ezproxy.umng.edu.co/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=124244650&lang=es&site=eds-live)
- Resolucion 1050 - INVIAS. (2004). https://www.itboy.gov.co/attachments/article/1319/1319_FICHA%20TECNICA%20VERTICALES.pdf. Obtenido de https://www.itboy.gov.co/attachments/article/1319/1319_FICHA%20TECNICA%20VERTICALES.pdf: https://www.itboy.gov.co/attachments/article/1319/1319_FICHA%20TECNICA%20VERTICALES.pdf
- Transporte, M. d. (2004). <https://www.mintransporte.gov.co/documentos/29/manuales-de-senalizacion-vial/genPagDocs=2>. Obtenido de <https://www.mintransporte.gov.co/documentos/29/manuales-de-senalizacion-vial/genPagDocs=2>