



**Implementación de mapas de calor e ingreso de la información de contratos de señalización horizontal y vertical en la plataforma SIGMOV ejecutados en la ciudad de Medellín.**

Karen Lorena Galindo Gasca

Informe de práctica para optar al título de Ingeniero Civil

Asesor

Claudia Helena Muñoz Hoyos, PhD

Universidad de Antioquia  
Facultad de ingeniería, Escuela ambiental  
Ingeniería civil  
Medellín, Antioquia, Colombia  
2022

<b>Cita</b>	(Galindo Gasca, 2022)
<b>Referencia</b>	Galindo Gasca, K. L. (2022). <i>Implementación de mapas de calor e ingreso de la información de contratos de señalización horizontal y vertical en la plataforma SIGMOV ejecutados en la ciudad de Medellín</i> [Trabajo de grado profesional]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
<b>Estilo APA 7 (2020)</b>	



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

**Repositorio Institucional:** <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - [www.udea.edu.co](http://www.udea.edu.co)

**Rector:** John Jairo Arboleda Céspedes.

**Decano/Director:** Jesús Francisco Vargas Bonilla.

**Jefe departamento:** Diana Catalina Rodríguez Loaiza.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

## **DEDICATORIA**

*A mi madre y a mi hermana,  
por creer en mí, incluso cuando yo misma no lo hago.*

## **AGRADECIMIENTOS**

*A mi Alma Mater, la Universidad de Antioquia,  
por formarme como una profesional integral,  
infinitas gracias por ser tan humana.*

*A mis docentes y compañeros de carrera  
por convertirse en mi hogar y familia  
durante estos años.*

## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	6
ABSTRACT	7
INTRODUCCIÓN	8
1. OBJETIVOS	10
1.1 Objetivo general	10
1.2 Objetivos específicos	10
2. Marco teórico	11
2.1 Proyecto de señalización	11
2.2 Proceso de señalización vial	12
2.3 Señalización horizontal	13
2.4 Señalización vertical	16
2.5 Geoportales y sistema de información geográfico (SIG)	17
2.6 Mapas de calor	18
2.7 SIGMOV	19
3. METODOLOGÍA	21
4. RESULTADOS Y ANÁLISIS	26
5. CONCLUSIONES	38
6. REFERENCIAS	39

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Reporte señalización consolidado	26
Figura 2. Mapa de calor	27
Figura 3. Plano de Señalización de la calle 104 Sena Pedregal	28
Figura 4. Registro fotográfico de la calle 104 Sena Pedregal	29
Figura 5. Levantamiento en el barrio Los Colores	30
Figura 6. Diseño en la calle 104 Sena Pedregal	31
Figura 7. Convenciones	31
Figura 8. Diseño en el barrio Los Colores	32
Figura 9. Ingreso de la plataforma SIGMOV	33
Figura 10. Seguimiento contrato en la plataforma SIGMOV	34
Figura 11. Plan indicativo en la plataforma SIGMOV	35
Figura 12. Plantilla de Excel para señalización horizontal	36
Figura 13. Plantilla de Excel para señalización vertical	36
Figura 14. Carga masiva en la plataforma SIGMOV	37

---

## RESUMEN

Como autoridad de tránsito, la Secretaría de Movilidad del municipio de Medellín define las actividades y necesidades de señalización horizontal y vertical de las vías de la ciudad y sus corregimientos, de acuerdo con sus políticas y objetivos. Por ello, para optimizar el tiempo de búsqueda de información y organización de esta, la presente entidad mencionada realiza mapas de calor para determinar las priorizaciones para la inversión en el contrato de señalización; además, actualmente se está parametrizando la plataforma SIGMOV (Sistema de Georreferenciación de Movilidad de Medellín), en la cual se podrá visualizar el estado de señalización vial y las intervenciones realizadas en la ciudad de Medellín de forma más ordenada y gráfica, haciendo más fácil la clasificación y comprensión de los datos. La plataforma actualmente no es usada por los profesionales, ya que se continúa corrigiendo algunos errores importantes para su perfecto funcionamiento.

Este proyecto tiene como finalidad, determinar las priorizaciones y necesidades de señalización en la ciudad mediante un mapa de calor de la ciudad de Medellín, con información recopilada por la secretaría. Además, se cargó información reunida en las visitas de campo realizadas durante el periodo de prácticas y la de los contratos de obra para agilizar y mejorar el manejo de la información de señalización vial ya que esta quedará guardada en la plataforma, así como evaluar los indicadores de kilometro/carril para analizar el cumplimiento de la meta propuesta anual.

*Palabras clave:* SIGMOV, geoportales, mapa(s) de calor, señalización, secretaria de Movilidad del municipio de Medellín.

## ABSTRACT

As a traffic authority, the Ministry of Mobility of the municipality of Medellín defines the activities and needs of horizontal and vertical signaling of the roads of the city and its districts, in accordance with its policies and objectives. For this reason, in order to optimize the information search time and its organization, the present entity mentioned making heat maps to determine the priorities for the investment in the signaling contract; In addition, the SIGMOV (Medellín Mobility Georeferencing System) platform is currently being parameterized, in which the state of road signs and the interventions carried out in the city of Medellín can be displayed in a more organized and graphic way, making it easier to classification and understanding of the data. The platform is currently not used by professionals since it continues to correct some important errors for its perfect operation.

The purpose of this project is to determine the priorities and signaling needs in the city through a heat map of the city of Medellin, with information compiled by the secretariat. In addition, information gathered from the field visits carried out during the internship period and that of the construction contracts was uploaded to speed up and improve the management of road signage information, since it will be stored on the platform, as well as to evaluate the indicators km/lane to analyze compliance with the proposed annual goal.

*Keywords:* SIGMOV, geoportals, heat map, signaling, Secretary of Mobility of the municipality of Medellín.

## INTRODUCCIÓN

Debido a la expansión urbana y vehicular de Medellín, en la década del 70 se evidenció la necesidad de crear una entidad que se encargara de resolver los problemas del tráfico vehicular en las vías de la ciudad. Mediante el acuerdo 12 del 6 de septiembre de 1971 se crea como dependencia directa de la Alcaldía, la Secretaría de Movilidad de Medellín que es una dependencia del nivel central que tiene como responsabilidad: Definir las políticas de movilidad, así como la planeación, diseño, coordinación, ejecución y evaluación de estrategias de carácter informativo, corporativo, institucional y de movilización de la Administración Municipal (Secretaria de Movilidad de Medellín, 2020).

Esta secretaria tiene como objeto dirigir, establecer políticas, planes, programas y proyectos, así como planificar, regular y controlar los aspectos relacionados con la actividad transportadora terrestre, la circulación peatonal y vehicular, de acuerdo con el modelo de desarrollo social y económico de la ciudad, brindando servicios que cubran las necesidades del usuario y fomentando la cultura de la seguridad vial, la sostenibilidad y un medio ambiente sano (Secretaria de Movilidad de Medellín, 2020).

Como autoridad de tránsito, la Secretaría de Movilidad del municipio de Medellín define las actividades y necesidades de señalización horizontal y vertical de las vías de la ciudad y sus corregimientos, de acuerdo con sus políticas y objetivos. Para optimizar el tiempo de búsqueda de información y organización de esta, la presente entidad mencionada realiza mapas de calor para determinar las priorizaciones para la inversión en el contrato de señalización; además, actualmente se está parametrizando la plataforma SIGMOV (Sistema de Georreferenciación de Movilidad de Medellín), en la cual se podrán visualizar los siguientes aspectos respecto a la señalización: Indicadores de desarrollo y señalización horizontal y vertical para verificar el cumplimiento de los contratos, Plan de Manejo de Tráfico (PMT), sentidos viales y PQRS (Peticiónes, quejas, reclamos y sugerencias).

Actualmente con la elaboración de mapas de calor y la incorporación de SIGMOV mediante la recopilación y clasificación de la información se busca agilizar y estandarizar los diferentes procesos, realizando una mejora en el manejo de la información de señalización vial para así evitar retrasos en su búsqueda y el manejo inadecuado de esta.

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1 Objetivo general**

Implementar mapas de calor y apoyar el proceso de señalización vial en la ciudad de Medellín mediante la plataforma SIGMOV.

### **1.2 Objetivos específicos**

- Identificar las necesidades de señalización vial en la ciudad mediante la realización de un mapa de calor.
- Hacer un análisis preliminar y posteriormente realizar visitas técnicas para conocer el estado de señalización existente.
- Realizar diseños de señalización y sus respectivos presupuestos.
- Hacer una carga masiva a la plataforma SIGMOV tanto de señalización horizontal como de vertical, para actualizar la base de datos.
- Dar respuesta a los PQRS y a las solicitudes de otras áreas relacionados con la señalización, con la ayuda de la plataforma SIGMOV.

---

## 2. MARCO TEÓRICO

Es de vital importancia la señalización vial, ya que responde a la necesidad de organizar y proveer seguridad a peatones y vehículos que transitan por las vías. Además, permite conseguir un adecuado flujo de tráfico optimizando los tiempos de viaje y causa una adecuada convivencia en la vía pública.

Toda señal de tránsito debe cumplir con requisitos mínimos respecto a su diseño y su instalación, entre otros aspectos. De acuerdo con el Manual de Señalización Vial (2015), las señales deben ser necesarias, ya que su uso excesivo reduce su eficacia, deben ser visibles, legibles, creíbles y deben captar la atención de todos los actores de tránsito. También deben ser de fácil entendimiento y permitir un tiempo adecuado de reacción incluso con visibilidad limitada.

Para el diseño de estas se debe asegurar que tengan el tamaño, contraste, color, forma, composición, retrorreflexión e iluminación estipulado por la norma y además que todos estos aspectos se combinen para que capten la atención de todos los actores de tránsito de distintas capacidades visuales, cognitivas y psicomotoras. En cuanto a su conservación y mantenimiento, las autoridades responsables de la instalación de estas deben contar con un programa de mantenimiento e inspección que asegure su adecuada limpieza o su retiro y reemplazo, en caso de haber acabado con su vida útil. Además, se debe revisar periódicamente los niveles de retrorreflectividad de todas las señales en la vía y determinar si requieren limpieza o reemplazo por estar debajo de los niveles mínimos establecidos en este Manual (Ministerio de Transporte, 2015).

### 2.1 Proyecto de señalización

De acuerdo con el Manual de Señalización Vial actualizado en el año 2015, al realizarse una modificación en la señalización vial, esta se debe sustentar técnicamente por medio de un proyecto de señalización vial el cual debe ser elaborado y firmado por un ingeniero con matrícula profesional vigente y que dentro de sus actividades estén las correspondientes a señalización vial (Ministerio de Transporte, 2015).

---

Los resultados de estos proyectos de señalización se deben presentar a través de planos de señalización en planta o planta perfil, según el requerimiento de la entidad encargada de elaboración de este, adicional a esto, la información del proyecto de señalización vertical y horizontal de ser posible debe ser georreferenciada con la intención de facilitar el cruce de información y actualizar la base de datos (Ministerio de Transporte, 2015).

Para facilitar la identificación de la señalización presentada en los planos en planta o planta perfil, las señales verticales se deben representar con color naranja para inventario sin intervención, color negro para señales nuevas y color café para mantenimiento o retiro de la señal existente y para la demarcación plana o elevada se utilizan los siguientes colores: naranja para inventario sin intervención, negro para la demarcación nueva de color blanco; para la demarcación nueva distinta a la blanca, se debe representar en el plano con el color real de la demarcación, para representar la demarcación plana o elevada que se deba intervenir se utilizará el color café, complementando con notas que describan la acción como: repintar, borrar, retirar, reponer (Ministerio de Transporte, 2015).

En este proyecto, Las líneas de borde de pavimento se deben dibujar con una escala mayor en los detalles. El diseño de las líneas centrales se dibuja longitudinalmente, al lado del eje de la vía, especificándose así las zonas en donde se prohíbe y permite adelantar. En vías con tres carriles de circulación, el diseño estará plasmado en el plano mediante el dibujo de la línea que divide los flujos de tránsito en los dos sentidos, así ésta no esté en el eje geométrico de la calzada y también se deberá incluir un cuadro resumen de longitudes de línea a demarcar, de líneas centrales, incluyendo la abscisa o PR de inicio y final de cada tramo de prohibido y permitido adelantar (Ministerio de Transporte, 2015).

## **2.2 Proceso de señalización vial**

La unidad de Circulación de la Secretaría de Movilidad de la ciudad de Medellín se encarga del proceso de señalización vial, es decir, del planteamiento y mejoramiento de las señales en la ciudad y sus corregimientos en base al Manual de Señalización Vial 2015 y otras fuentes de

información. Este proceso se inicia con la identificación de necesidades de señalización en las vías, seguido de la ejecución de las actividades de señalización horizontal y vertical en zonas urbanas y rurales y finaliza con la actualización del inventario de señalización vial de la ciudad de Medellín. Lo antes descrito se realiza con el fin de garantizar la seguridad vial y comodidad de los habitantes, especialmente de los peatones y personas con discapacidad y para que las vías puedan ser compartidas en un ambiente más ordenado y seguro y sus desplazamientos sean ágiles y eficientes.

Existen dos tipos de señalización vial: Las señales verticales y las señales horizontales o demarcaciones.

### **2.3 Señalización horizontal**

Las señales horizontales también llamadas demarcaciones, corresponden a un conjunto de marcas viales formadas por líneas, flechas, símbolos y letras que se adhieren sobre el pavimento, bordillos o sardineles y estructuras de las vías de circulación, así como a los dispositivos que se colocan sobre la superficie de rodadura, con el fin de regular, canalizar el tránsito o indicar la presencia de obstáculos. Estas comunican instrucciones a los distintos actores del tránsito al momento de utilizar las vías públicas o privadas, pavimentadas urbanas o rurales y también pueden complementar las órdenes o advertencias de otros dispositivos, tales como las señales verticales y semáforos, lo que las hace indispensables para la seguridad vial y para tener una circulación ordenada, eficaz y eficiente (Ministerio de Transporte, 2015).

Considerando que estas señales se ubican en la calzada, las demarcaciones presentan ventaja frente a otros tipos de señales, ya que transmiten su mensaje al conductor sin que éste distraiga su atención del carril en que circula, Además es difícil robar o hacer objeto de vandalismo una demarcación; sin embargo, presentan como desventaja que son percibidas a menor distancia, su visibilidad se ve afectada por lluvia, neblina, polvo u otros vehículos que circulen en la vía (Ministerio de Transporte, 2015).

---

La ubicación de la demarcación debe ser tal que garantice al usuario que viaja a la velocidad máxima de circulación que permite la vía, ver y comprender su mensaje con suficiente tiempo para reaccionar y ejecutar la maniobra adecuada, de modo que satisfaga uno de los siguientes objetivos:

- A) Indicar el inicio, mantención o fin de una restricción o autorización, en cuyo caso la demarcación debe ubicarse en el lugar específico donde esto ocurre.
  
- B) Advertir o informar sobre maniobras o acciones que se deben o pueden realizar más adelante (Ministerio de Transporte, 2015).

Antes de dar servicio a una vía, está obligatoriamente deberá demarcarse de forma temporal o definitiva; Las marcas viales o demarcaciones deberán ser retrorreflectivas y los pasos peatonales tipo cebra deberán elaborarse con material retrorreflectante y antideslizante. Además, las demarcaciones obsoletas ya sea por modificaciones de las características operacionales y/o físicas de una vía, tales como cambios de sentido de tránsito o ensanchamientos deben ser removidas antes que las nuevas condiciones de operación y/o físicas se implementen. Se puede utilizar cualquier proceso que elimine la demarcación obsoleta por completo siempre que no impacte de forma negativa el medio ambiente y que no afecte la integridad del pavimento, tales como chorro de arena, cepillado, quemadura, aplicación de agentes químicos u otros; no se acepta el recubrimiento con pintura gris o negra, ya que con el tiempo esta se desgasta dejando visible la demarcación que se ha intentado eliminar (Ministerio de Transporte, 2015).

De acuerdo con el Manual de Señalización Vial (2015) Las demarcaciones se clasifican:

- Según su forma
  - Líneas longitudinales: se emplean para señalar los límites en los carriles y calzadas, para señalar zonas con y sin prohibición de adelantar o de cambio de carril, zonas con prohibición de estacionar, y para delimitar carriles de uso exclusivo de determinados tipos de vehículos.

- Líneas transversales: su uso fundamental es en intersecciones para indicar el lugar antes del cual los vehículos deben detenerse y para marcar senderos destinados al cruce de peatones o de bicicletas.

- Demarcaciones para cruces: se utilizan en las intersecciones de vías o cruces que necesitan de una señalización vertical y/o semaforización que establezca la prioridad entre ellos; las señales verticales y/o semáforos, en el caso de vías pavimentadas, deben ir acompañadas con demarcaciones que también precisen los lugares de cruce.

- Demarcación de líneas de estacionamiento.

- Demarcación de paraderos.

- Símbolos y leyendas: se emplean tanto para guiar y advertir al usuario de las vías como para regular la circulación de vehículos y peatones. Se incluyen en este tipo de demarcación las flechas, símbolos, triángulos CEDA EL PASO y leyendas tales como PARE y DESPACIO, SOLO BUS, entre otras.

- Otras demarcaciones: existen otras demarcaciones que no es posible clasificar dentro de las anteriores, ya que ninguno de sus componentes (longitudinales, transversales o simbólicos) predomina por sobre los otros.

- Según su altura

- Planas: Aquéllas con altura de hasta 6 mm.

- Elevadas: Aquéllas con altura de más de 6 mm y hasta 21 mm para las tachas y 150 mm para los otros delineadores de piso y que se usan para complementar a las primeras. El hecho de que esta demarcación sea elevada aumenta su visibilidad, especialmente al ser iluminada por la luz

proveniente de los faros de los vehículos, aún en condiciones climáticas de lluvia, situación en la que, por lo general, la demarcación plana no es eficaz.

## **2.4 Señalización vertical**

Las señales verticales son un conjunto de placas fijadas en postes o estructuras instaladas adyacente a las vías, que mediante pictogramas o leyendas determinadas proveen a los usuarios sobre la existencia de peligros y su naturaleza, reglamentan las prohibiciones o restricciones respecto del uso de las vías, así como brindar la información necesaria para guiar a los usuarios (Ministerio de Transporte, 2004). De acuerdo con la función que cumplen, las señales verticales se clasifican en:

- **Señales reglamentarias:** tienen por finalidad notificar a los usuarios de las vías, las prioridades, restricciones, prohibiciones, obligaciones y autorizaciones existentes, en el uso de las vías. Su vulneración conlleva infracción a las normal del tránsito (Ministerio de Transporte, 2015).
- **Señales preventivas:** su intención es advertir a los usuarios sobre la existencia y naturaleza de riesgos y/o situaciones inesperadas presentes en la vía o en sus zonas adyacentes, ya sea en forma permanente o temporal (Ministerio de Transporte, 2015).
- **Señales informativas:** su propósito es guiar a los usuarios y proporcionarles información necesaria para que puedan llegar de la manera más fácil y directa posible a sus destinos; también informan distancias a ciudades y localidades, kilometrajes de rutas, nombres de calles, lugares de interés turístico, servicios al usuario, entre otros (Ministerio de Transporte, 2015).
- **Señales transitorias:** modifican transitoriamente el régimen normal de utilización de la vía. Estás pueden ser estáticas o dinámicas y muestran mensajes reglamentarios, preventivos o informativos. Ambas entregan mensajes que tienen aplicación acotada en el tiempo, siendo las segundas denominadas señales de mensaje variable, capaces de entregarlo en tiempo real (Ministerio de Transporte, 2015).

---

El número de señales verticales instaladas no debe ser excesivo, ya que esto puede causar confusión y por ende la pérdida de efectividad de estas, es decir, toda señal debe transmitir un mensaje inequívoco al usuario del sistema vial. Los mensajes de las señales verticales se dan a través de símbolos y/o leyendas las cuales se conforman por palabras y/o números (Ministerio de Transporte, 2015).

## **2.5 Geoportales y sistema de información geográfico (SIG)**

Un geoportal es un tipo de espacio web que permite visualizar y acceder a información geográfica y a servicios asociados tales como despliegue, edición, análisis, filtros, entre otros, este permite asociar la información a distintos servicios geográficos basados en mapas con variados fines. Los portales geográficos son la esencia de las infraestructuras de datos espaciales que son un conjunto de tecnologías, estándares, políticas y recursos institucionales que operan en conjunto para adquirir, procesar, almacenar, distribuir información geográfica y promover su uso (Franco, 2016).

Los geoportales pueden clasificarse de acuerdo con los servicios que prestan que pueden ser visualizadores de mapas, suministro para descarga de cartografía básica o temática y aquellos que solo ofrecen servicios de consulta de datos geográficos vía Web. También se clasifican de acuerdo con su función, como, por ejemplo, divulgar y promocionar material cartográfico oficial básico y temático al sector público, es decir a los gobiernos regionales y nacionales (Cardona et al., 2019).

Estos están compuestos por el visor geográfico que es donde se despliega la información espacial, los geoservicios y los metadatos que son la descripción de la información espacial. En Colombia existen distintos geoportales que publican información espacial como lo son: el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) desde donde hay libertad de descarga de cartografía básica del país a diversas escalas y formatos, Sistema de Información Geográfica para la Planificación y Ordenamiento Territorial (SIGOT) donde se publican mapas nacionales, regionales y departamentales asociados a temáticas de espacio funcional, ambientales y biofísicos, de

---

productividad económica, y socio cultural, GEOMEDELLIN donde se encuentra la información de movilidad del municipio de Medellín, entre muchos otros (Cardona et al., 2019).

Para el uso eficaz de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), los geoportales son de gran importancia y componen un elemento clave de la Infraestructura de Datos espaciales, por ello tienen una importancia creciente en la elaboración y compartición de la información cartográfica en formato digital (Bautista, et al., 2015).

Los textos han pasado del papel al computador y, de forma análoga los mapas también han dado ese salto con la aparición de los SIG. Un Sistema de Información Geográfico (SIG) es una herramienta que permite relacionar cualquier tipo de dato con una localización geográfica, también permite analizar y representar los datos espaciales de múltiples maneras. Este es un conjunto que mezcla hardware, software y datos geográficos, y los muestra en una representación gráfica. Los SIG están diseñados para capturar, leer, guardar, manipular, analizar y extender la información de todas las formas posibles de manera lógica y coordinada (Ministerio de Educación Nacional, s.f.).

## **2.6 Mapas de calor**

Los datos georreferenciados son aquellos que cuentan con coordenadas específicas de la posición. Estos ayudan a asignar una ubicación geográfica representada del mundo real. Esta manera de localizar de forma precisa las entidades geográficas es fundamental en la representación cartográfica. Sin embargo, dependen de una herramienta que permita la interpretación de este tipo de información.

Los mapas de calor también conocidos como mapas de intensidad o densidad, son representaciones cartográficas que ayudan a interpretar la información geoespacial de manera visual y permiten representar de datos con referencia geográfica de una forma más legible, debido a que reúne los objetos de interés presentando una visualización de la intensidad concentrada de los mismos, en la que, cuanto mayor sea la cantidad de objetos en una zona, mayor será la acumulación, y su representación será visiblemente más notoria (Nuñez y Toledo, 2019).

De acuerdo con Yeap y uy (2014) los mapas de calor se pueden utilizar para visualizar cualquier grupo de datos que tenga un componente geoespacial además representan datos geoespaciales en un mapa usando diferentes colores para representar áreas con distintas concentraciones de puntos, mostrando así formas generales y tendencias de concentración. Dempsey (2012) los ve como un método para mostrar la agrupación geográfica de un fenómeno, es decir que estos mapas muestran las ubicaciones con mayor densidad o concentración de entidades geográficas. Una forma de crearlos es interpolar puntos discretos para crear una superficie continúa conocida como superficie de densidad.

Con lo anterior, estos se pueden definir como una ayuda para dar respuesta a preguntas sobre los datos, como, por ejemplo: ¿cuál es la distribución? Ya que son representaciones gráficas de áreas de concentración de un elemento en una zona determinada y se utilizan para graficar y analizar de forma rápida e intuitiva temáticas sociales o físico-naturales como por ejemplo accidentes automovilísticos, concentración de ciclovías y señalización vial, focos de contaminación, densidad de población, entre otros. Esto se realiza mediante sistemas de información geográficos también conocidos como SIG porque nos permite representar y estudiar información sobre la ubicación de sucesos; todo esto, por medio de la asociación de una o varias bases de datos a una cartografía digitalizada. Generalmente para realizar este tipo de mapas se usa el software ArcGIS (Esri, s.f.).

## **2.7 SIGMOV**

SIGMOV es un geoportal con el que cuenta la secretaría de movilidad de Medellín que está diseñado para ingresar información georreferenciada. El geoportal cuenta con varios módulos como lo son gestión de PMT (Plan de Manejo de Tránsito), gestión de PESV (Plan Estratégico de Seguridad Vial), gestión de SemafORIZACIÓN, gestión de Señalización y PQRS.

Es una extensión de la plataforma MapGIS®, que es un aplicativo web geográfico compatible con múltiples plataformas y además personalizable, desarrollado bajo las plataformas ArcGIS Server/Java es con front-End en lenguajes HTML5 y CSS3; incluye funciones básicas de

navegación y consultas interactivas sobre los mapas, también funciones avanzadas como medición de distancias y áreas, superposición de capas, edición interactiva, consultas geográficas, simbología, entre otros (H Y G consultores S.A.S, 2020).

MapGIS® soporta la administración y consulta de información geográfica y alfanumérica, por medio de una interfaz de usuario intuitiva y optimizada visualmente a partir de menús y controles animados con HTML5, ofreciendo facilidad de uso, alto desempeño, estabilidad, funcionalidad y alta seguridad. A continuación, se muestran algunas características que ofrece este (H Y G consultores S.A.S, 2020).

- Servicios de Mapas.
- Soporte múltiples servicios.
- Alto manejo de la seguridad.
- Integrable con otros sistemas.
- Bajo consumo de recursos en el servidor.
- Alto desempeño.
- Actualizaciones frecuentes.
- Simbología y reportes de mapas del negocio.
- Herramientas de medición y consulta.
- Reingeniería a la seguridad del aplicativo.
- Módulo de Administración (usuarios, servicios y reportes).
- Consulta entre Capas.

---

### 3. METODOLOGÍA

#### A. Identificación de las necesidades de señalización vial y realización de mapa de calor.

El proceso de señalización vial en la Unidad de Circulación de la secretaria de Movilidad tiene como objetivo definir las actividades de señalización vertical y horizontal de las vías de la ciudad de Medellín y sus Corregimientos. Este se lleva a cabo identificando las necesidades de señalización y seguridad vial y para esto se considera lo siguiente:

- El registro y diagnóstico de los proyectos de gran impacto como lo son los carriles preferenciales, zonas escolares, acopios de taxis, zonas de estacionamiento regulado (ZER), Metroplús, paraderos de buses y ciclorrutas.
- El Análisis técnico realizado por los profesionales, de las solicitudes y/o requerimientos por parte de la comunidad donde se evidencian problemáticas de circulación en las vías (PQRS) y también de las solicitudes de las demás dependencias de la Administración Municipal como lo son EDU, SIF, EPM, FONVALMED, entre otras.
- Los cambios o reordenamientos viales de acuerdo con los diferentes estudios realizados por los profesionales de la unidad de Planeación y Prospectiva.
- Las solicitudes de entidades particulares como empresas constructoras y las que realiza el consejo de Medellín en sus sesiones ordinarias.

Con la información anteriormente consolidada se procede a elaborar un mapa de calor de la ciudad con todas las necesidades de señalización que tiene esta, para así tomar decisiones respecto a las priorizaciones que se deben dar.

## **B. Visita técnica y registros de campo.**

Cuando se realiza el análisis de la información y se toman decisiones respecto a las zonas que se deben priorizar se procede a realizar la visita técnica. En esta se toma registro fotográfico y se lleva a cabo el levantamiento de información necesaria como el estado de las vías y de la señalización existente, la señalización a conservar, borrar y/o retirar, los sentidos de circulación, los aspectos geométricos y las condiciones de uso de las vías, las condiciones topográficas, el flujo peatonal y vehicular.

## **C. Aprobación y Asignación de consecutivos de señalizaciones aprobadas.**

Una vez realizada la visita técnica para la revisión del requerimiento de señalización, se da el concepto de aprobación o negación por parte del Profesional encargado y el Líder de Programa a través del Sistema de Gestión Documental –SGD Mercurio.

Por su parte, las solicitudes que han sido aprobadas se registran en la base de datos de consecutivos de acuerdo con la fecha de radicado y se le asigna un consecutivo que equivale a un código de identificación en espera de su ejecución. A partir de esta información se procede a programar las actividades de señalización.

Para el caso de las solicitudes de las demás dependencias de la Administración Municipal (Secretaría de Infraestructura Física, EDU, EPM, FONVALMED, entre otras) y las solicitudes de entidades particulares (empresas constructoras, urbanistas), se da respuesta a través de oficio a través del Sistema de Gestión Documental –SGD Mercurio con la respectiva aprobación de la señalización o las observaciones correspondientes.

Cuando la señalización vial, es realizada por parte de la respectiva dependencia solicitante, la Unidad de Circulación de la Secretaría de Movilidad, realiza el acompañamiento, verificación y recibo final de la señalización con el respectivo plano récord y acta de entrega.

#### **D. Diseño de la Señalización.**

Antes de realizar el diseño se consulta con entidades como EDU, Área Metropolitana, FONVALMED, la secretaria de Infraestructura, e incluso con las Unidades de Planeación y Prospectiva y de Transporte si existen estudios o proyectos en la zona a intervenir.

Una vez confirmada la información se procede a elaborar el diseño de la señalización vial bajo los siguientes aspectos:

- En el diseño de la señalización horizontal se deben definir las demarcaciones necesarias, el tamaño y por ende las unidades de medida y cantidades a realizar, el tipo de pintura, el color, la ubicación de acuerdo con la naturaleza de la vía y sus aspectos geométricos y las condiciones de uso y circulación en el sector.

- En el diseño de la señalización Vertical se debe definir el tipo, es decir, si son reglamentarias, Preventivas e Informativas, de señalización de obra y eventos especiales, señales elevadas y/o luminosas. También se define el tamaño de señales verticales a instalar, la cantidad y su ubicación de acuerdo con las especificaciones técnicas.

- Para los controles de diseño, la líder de la unidad de Circulación hace la revisión de este y evalúa si cumple con los requerimientos ante la necesidad o se deben realizar ajustes o cambios para obtener la aprobación.

Una diseñada la señalización, se determinan las cantidades y códigos de los elementos de señalización propuestos, a retirar y/o borrar.

#### **E. Exploración y reconocimiento de la plataforma SIGMOV.**

Para la exploración y reconocimiento del funcionamiento de la plataforma SIGMOV, se asistió a reuniones virtuales de capacitación organizadas por profesionales del área de circulación.

Las reuniones se realizaron a través de la herramienta Microsoft Teams y en ellas, con base en correcciones realizadas previamente se explicó el funcionamiento específicamente del módulo de señalización, en el cual se ingresará la información de las intervenciones de señalización realizadas en la ciudad.

En dichas reuniones se realizaron ejemplos que ilustraban el ingreso de la información recolectada y la visualización de esta y se discutía respecto a los cambios de mejora que se debían efectuar para no generar confusiones a la hora de ingresar los datos y para que la plataforma arrojará resultados certeros y claros. Actualmente la plataforma no se encuentra lista en su totalidad para ser utilizada.

#### **F. Verificación y clasificación de la información de los contratos de señalización vial, entregada por la secretaría de movilidad.**

Para la ejecución de las actividades de Señalización, La Secretaría de Suministros y Servicios del Municipio de Medellín, inicia los procesos de contratación y se seleccionan los contratistas de obra y de interventoría para los casos de licitación pública; para los demás tipos de contratación se realiza la supervisión de los contratos con el personal de planta de la Secretaría de Movilidad.

Se deben realizar las visitas con el contratista o con la interventoría delegada del proyecto, para verificar los sitios definidos en el plan de señalización. Luego la Subsecretaría Técnica realiza comités periódicos para el seguimiento de la ejecución de los contratos de señalización, en los cuales se verifica la ejecución física y presupuestal, se discuten los aspectos técnicos, administrativos, económicos, entre otros.

Durante la ejecución de las obras de señalización se realiza la respectiva revisión y verificación por parte de la supervisión y la interventoría del contrato de los objetivos pactados y al finalizar se reciben los planos record por parte del contratista y unos formatos de Excel en los que se clasifica la información según el tipo de señalización, es decir, horizontal y/o vertical y se

ingresan datos tales como el código del segmento vial, orden del elemento, posición en la calzada, número de carriles, sentido de flujo, el código de la señal, entre otros.

Los planos deben ser revisados para comprobar que las actividades de señalización se hayan realizado de acuerdo con la planeación y diseño y que satisfagan los requerimientos de la ciudadanía. Para las obras realizadas por la cuadrilla se hacen visitas a las zonas intervenidas para validar que sean acordes con lo requerido y dar cumplimiento a la solicitud realizada.

También se debe verificar que los formularios de Excel recibidos posean los formatos anteriormente dichos, observando que tengan exactamente los mismos campos y en el mismo orden para cada una de las casillas, además de hacer una revisión para eliminar datos repetidos o atípicos y así proceder a ingresar la información a la plataforma SIGMOV.

#### **G. Ingreso de toda la información verificada y clasificada a la plataforma SIGMOV.**

Una vez verificada la información y clasificada en señalización horizontal y/o vertical, se ingresa respectivamente a los paneles que tiene la plataforma por medio de dos métodos; uno es el ingreso manual de los datos de cada una de las señales ya sean horizontales o verticales, a través de un submódulo en el cual se ingresa la información llenando cada una de las casillas disponibles y el otro método es el ingreso por carga masiva en el cual se utiliza una plantilla de Excel que debe ser diligenciada previamente para su carga a la plataforma.

## 4. RESULTADOS Y ANÁLISIS

A continuación, se muestran los resultados obtenidos en el presente trabajo.

### A. Realización mapa de calor.

Con la información de las solicitudes y/o requerimientos por parte de la comunidad, se procede a elaborar un mapa de calor de la ciudad y para esto primero se organiza la información suministrada por parte de los profesionales del área de circulación mediante un archivo de Excel, ya que en él se encuentran las direcciones de las solicitudes y éstas no pueden estar repetidas y adicional a esto, deben ser organizadas en forma de coordenada. En la figura 1 se muestra el archivo de Excel suministrado.

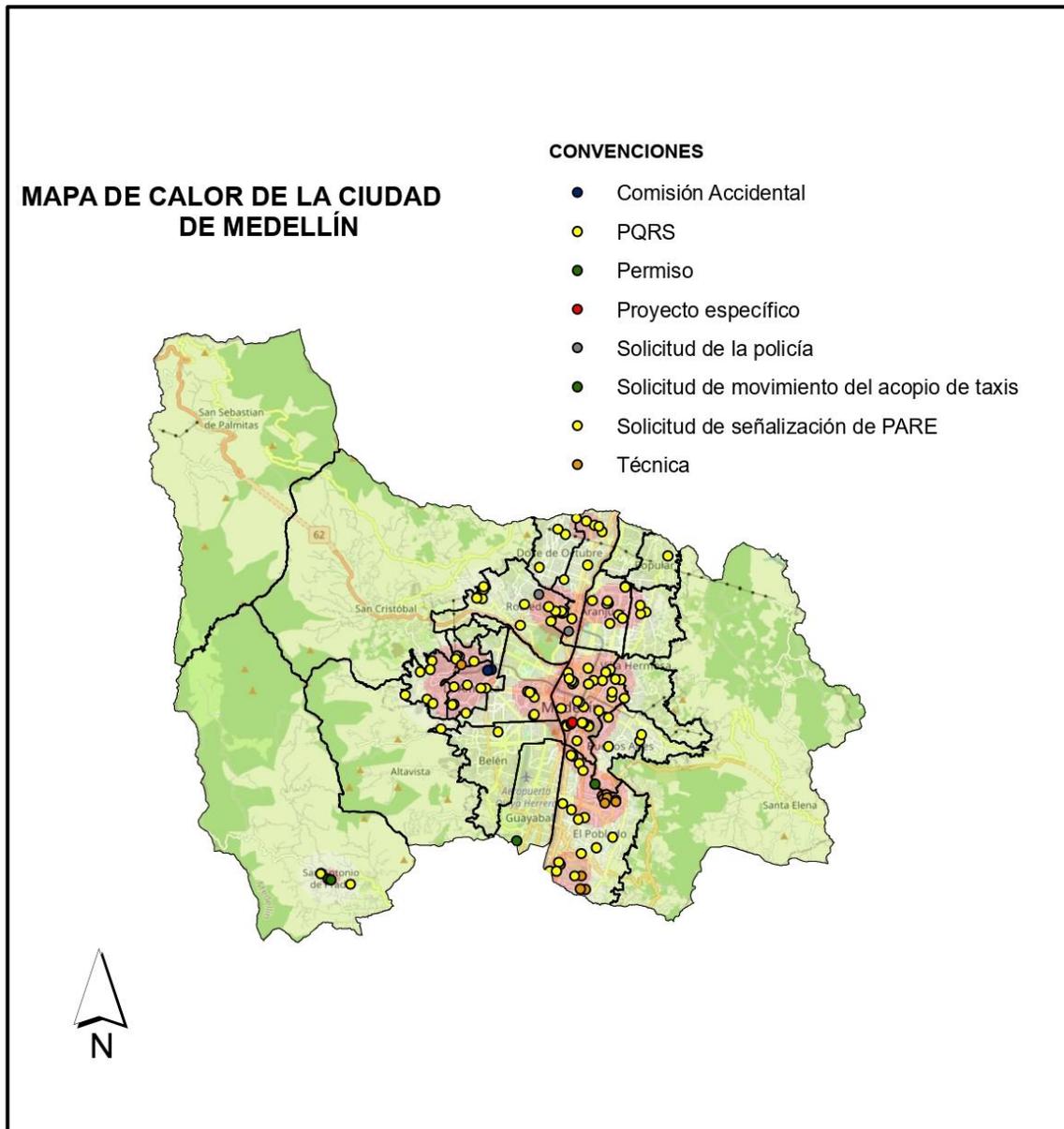
*Figura 1. Reporte señalización consolidado*

No.	Radicado de entrada	Medio de recepción petición	Solicitud	Fecha visita	DIRECCION VISITA							Petición Aprobada		
					CL	CR	Dg	Tv	Cq	Dirección	Barrio	Comuna	si	no
1	20211000026	PQRS	Solicitud de señalización de Prohibido Parquear	25/01/2021				39 A	71	Transversal 39 A # 70-84	Laureles	11		x
2	202110001495	PQRS	Solicitud señalización celda de discapacitado	25/01/2021	40	108				Carrera 108 # 40 73	El Salado	13		x
3	202110005089	PQRS	Solicitud de información	12/02/2021	97	51 B				carrera 51 B con calle 97	La Pradera	13	N/A	N/A
4	202110005352	PQRS	Solicitud señalización celda de discapacitado	25/01/2021	42	108 A				calle 42 # 108 A - 66	El Salado	13		x
5	202110006132	PQRS	Solicitud de señalización del cruce	2/02/2021	34 B	115 A				calle 34 B con carrera 115 A	Belencito Corazón	13	x	
6	202110020071	PQRS	Solicitud de señalización del cruce	25/01/2021	42	68				carrera 68 con calle 42	San Joaquin	11	x	
7	202010365665	PQRS	Solicitud de señalización de Prohibido Parquear	16/02/2021	38				76	Circular 76 con calle 38 32	Laureles	11		x
8	202110030055	PQRS	concepto sobre ingreso y salida de vehículos livianos	5/02/2021	44	69				Calle 44 # 69-13	Bolivariana	11	x	
9	202110008891	PQRS	Solicitud de señalización de Prohibido Parquear	5/02/2021	65 AA	43				Carrera 43 entre calles 65 AA y 63B	Villa Hermosa	8		x
10	202110028317	PQRS	Solicitud de señalización de Prohibido Parquear	5/02/2021	41	88				Carrera 88 # 41 61	Barrio Cristóbal	12		x
11	202110025089	PQRS	Solicitud de señalización de Prohibido Parquear	16/02/2021		73			2	Circular 2 # 73 - 32	Bolivariana	11		x
12	202110008891	PQRS	Solicitud de señalización de Prohibido Parquear	16/02/2021	63B	43				carrera 43 entre calles 63 B y 65 AA	Villa Hermosa	8		x
13	202110017305	PQRS	Solicitud de señalización de Prohibido Parquear	16/02/2021	39	44				calle 39 entre carrera 44 y 45	San Diego	10	x	

*Fuente Unidad de Circulación de la Secretaría de Movilidad*

Mediante Google Earth Pro se exportan todas las direcciones en forma de puntos al software ArcGIS y se realiza el mapa de calor, en él se pueden observar en color rojo las zonas con mayores necesidades de señalización en la ciudad de Medellín. En la figura 2 mostrada a continuación se pueden observar por ejemplo que la comuna 5 “Castilla”, la comuna 6 “Doce de Octubre” y la comuna 11 “Laureles - Estadio” carecen de señalización vial.

Figura 2. Mapa de calor



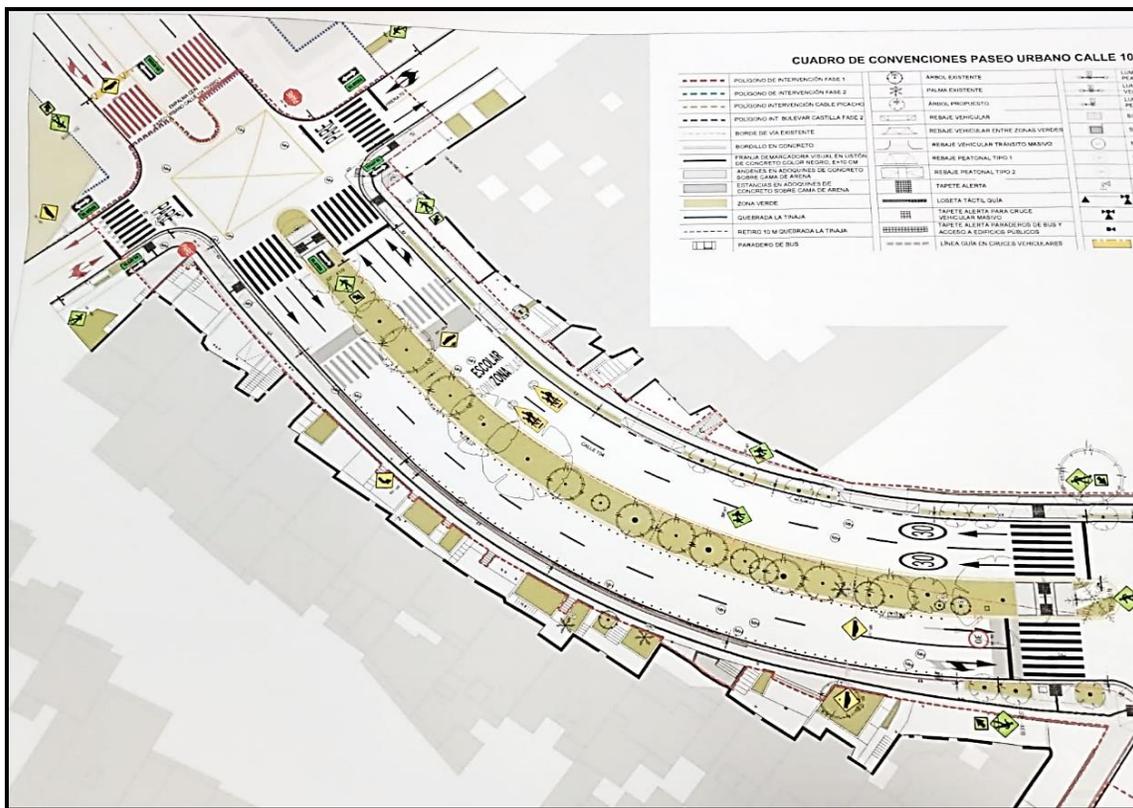
Fuente Elaboración propia

## B. Visita técnica y registros de campo.

Después de tomar decisiones respecto a las priorizaciones que se deben dar en la ciudad, se procede a programar la visita técnica y para esto se revisa si hay planos con señalización ya propuesta en caso de que se requiera revisar lo existente y faltante de esta. Estos planos se imprimen

en un tamaño que permita observar fácilmente la señalización propuesta y donde se pueda dibujar lo faltante y aprobar lo existente, además también se toma registro fotográfico del lugar visitado. En la figura 3 se muestra el plano de señalización revisado y aprobado para la Empresa de Desarrollo Urbano – EDU en la calle 104 Sena Pedregal y en la figura 4 uno de sus registros fotográficos.

*Figura 3. Plano de Señalización de la calle 104 Sena Pedregal*



Fuente Unidad de Circulación

**Figura 4.** Registro fotográfico de la calle 104 Sena Pedregal

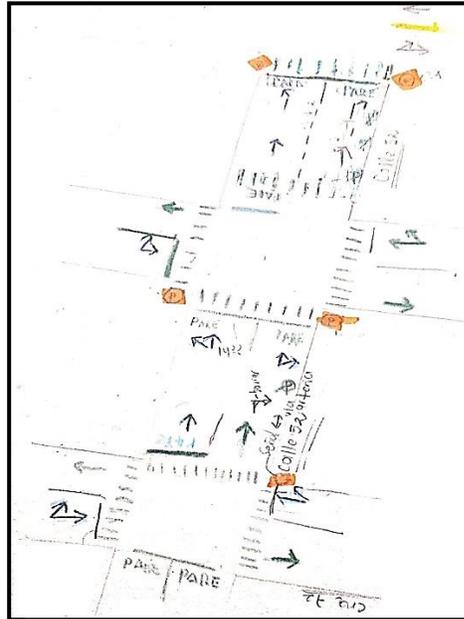


*Fuente Elaboración propia*

En caso de no haber planos de señalización porque se requiere hacer el levantamiento de esta, se imprime la cartografía de la vía en un tamaño en el que se permita dibujar y también se toma registro fotográfico. En los casos en los que la cartografía no se encuentra en la base de datos o se encuentra desactualizada se dibuja a mano alzada para luego dibujarla en AutoCAD.

En la figura 5 se muestra un ejemplo en el barrio Los Colores en el que se dibujó la señalización en hojas con la convención de colores que se usa en la unidad de circulación donde naranja significa la que se puede conservar porque está en buen estado, azul lo que se debe eliminar o retirar, verde la señalización a la que se le debe hacer mantenimiento y lo de color negro, la nueva señalización que se debe implementar.

**Figura 5.** Levantamiento en el barrio Los Colores

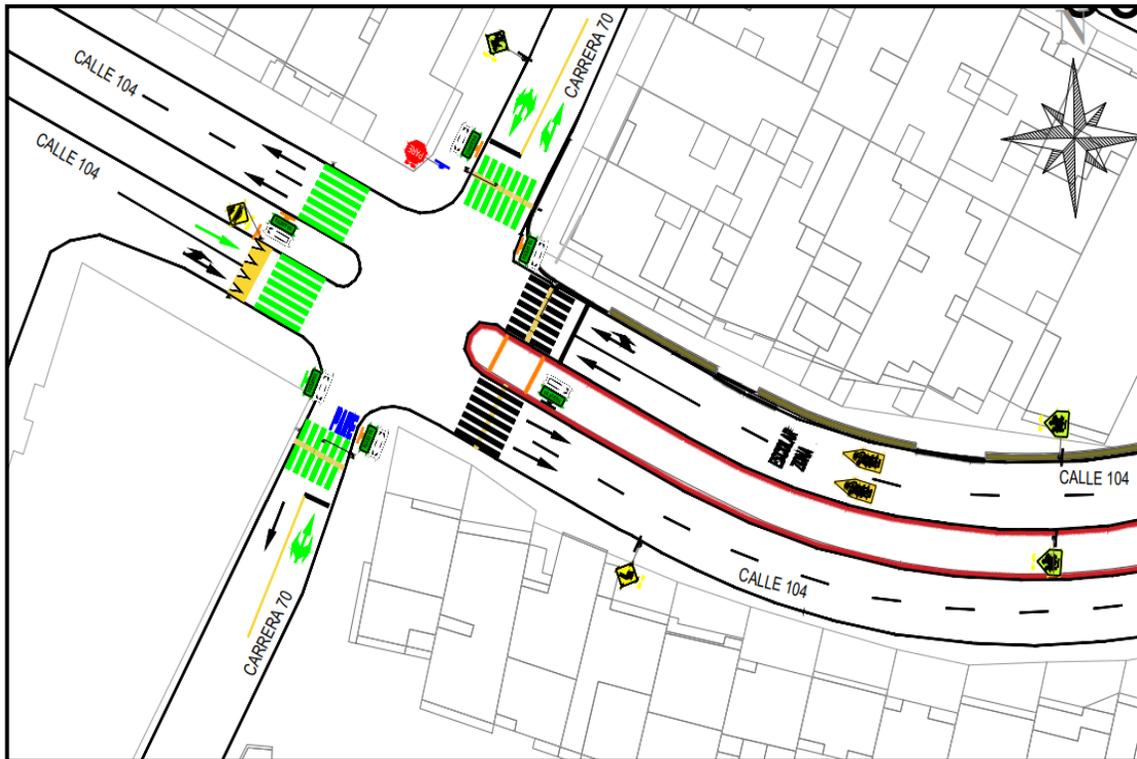


*Fuente Elaboración propia*

### **C. Diseño de la señalización.**

Después de haber realizado la visita de campo y haber obtenido toda la información necesaria, se realizan los planos de señalización vial con ayuda del software AutoCAD y con base al manual de señalización vial, en estos se reflejan todas las demarcaciones y señales verticales necesarias, es decir, las señales propuestas al igual que las señales verticales a retirar y horizontales a borrar, y las que se deben mantener ya que se encuentran en buen estado. En la figura 6 se puede observar uno de los planos que se realizó para la calle 104 Sena Pedregal, en la figura 7 las convenciones utilizadas en la unidad de circulación y en la figura 8 el diseño en el barrio Los Colores.

Figura 6. Diseño en la calle 104 Sena Pedregal



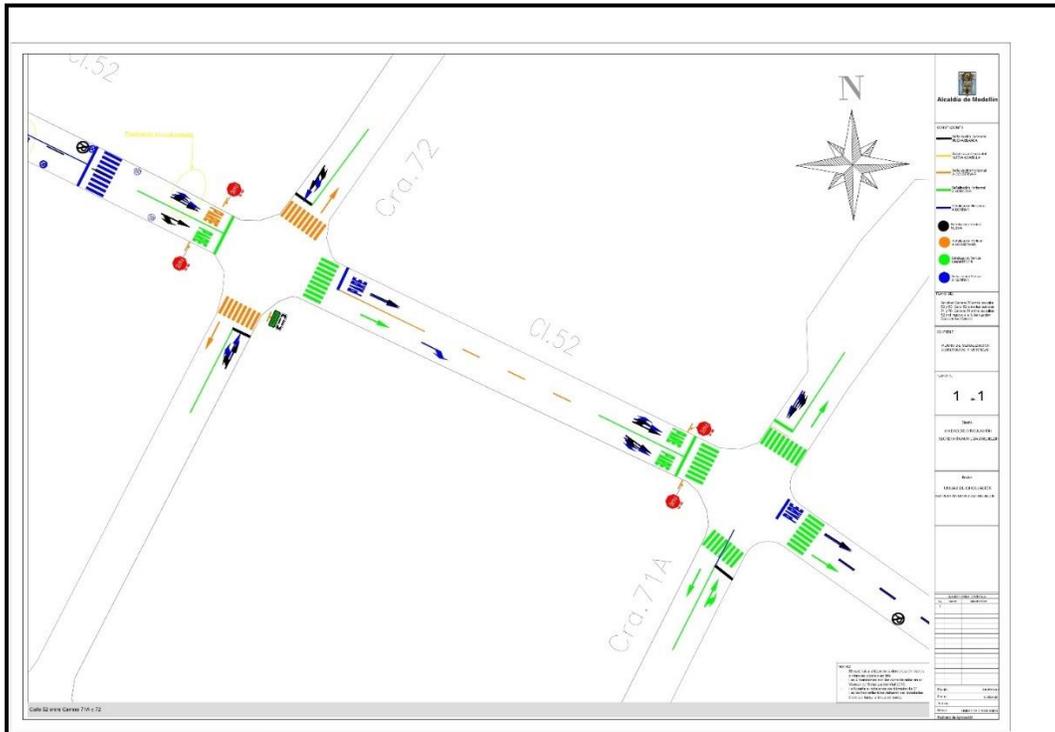
Fuente Elaboración propia

Figura 7. Convenciones

CONVENCIONES:	
	Señalización Horizontal NUEVA BLANCA
	Señalización Horizontal NUEVA AMARILLA
	Señalización Horizontal A CONSERVAR
	Señalización Horizontal A REPINTAR
	Señalización Horizontal A BORRAR
	Señalización Vertical NUEVA
	Señalización Vertical A CONSERVAR
	Señalización Vertical A MANTENER
	Señalización Vertical A RETIRAR

Fuente Unidad de Circulación de la Secretaria de Movilidad

Figura 8. Diseño en el barrio Los Colores

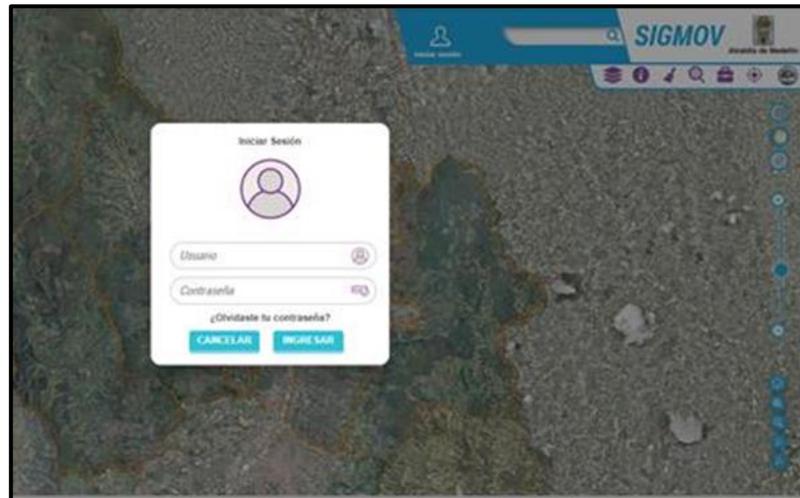


Fuente Elaboración propia

#### D. Exploración y reconocimiento de la plataforma SIGMOV.

A continuación, se muestra evidencia de las reuniones a las que se asistió para las correcciones respecto al modo de operación de la plataforma SIGMOV. En la figura 9 se muestra el ingreso a la plataforma.

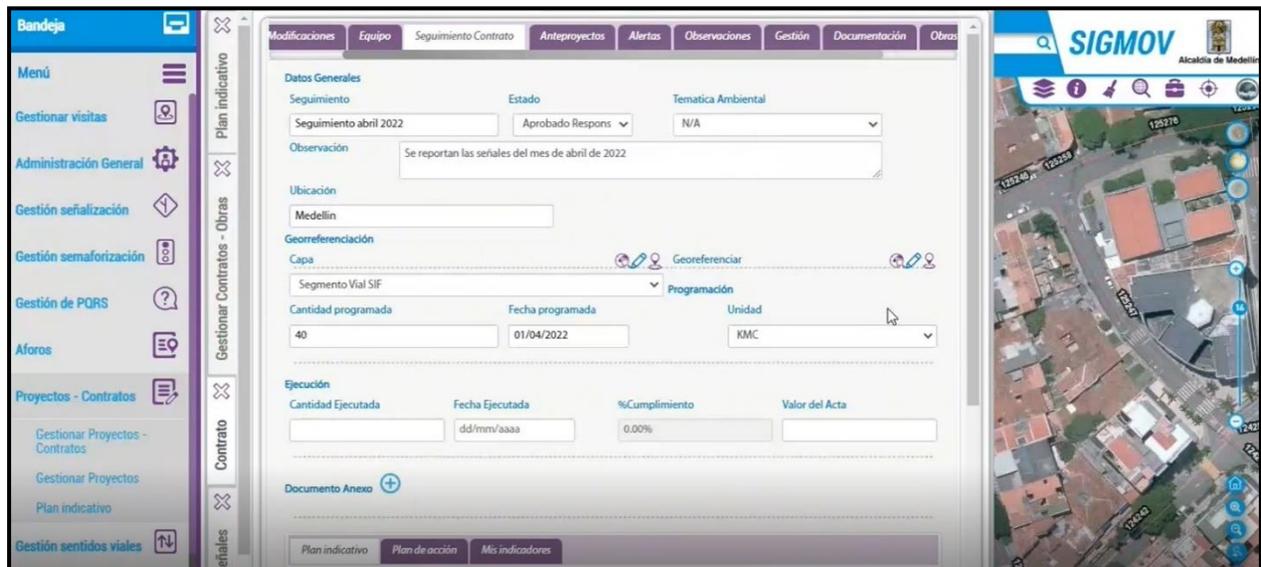
**Figura 9.** Ingreso de la plataforma SIGMOV



*Fuente Elaboración propia*

Una vez se ingresa a la plataforma se debe configurar y preparar el contrato antes de hacer la carga masiva. En la reunión se hizo aclaración de que se debía trabajar con la malla vial SIF y se realizó un ejemplo para el mes de abril del 2022 suponiendo una cantidad programada de 40 señalizaciones. Se mostró también que el campo de unidad es con lo que se va a medir el aporte, es decir el kilómetro carril (kmc) y que la cantidad ejecutada es un valor que se va a calcular automáticamente después de agregada la carga (ver figura 10).

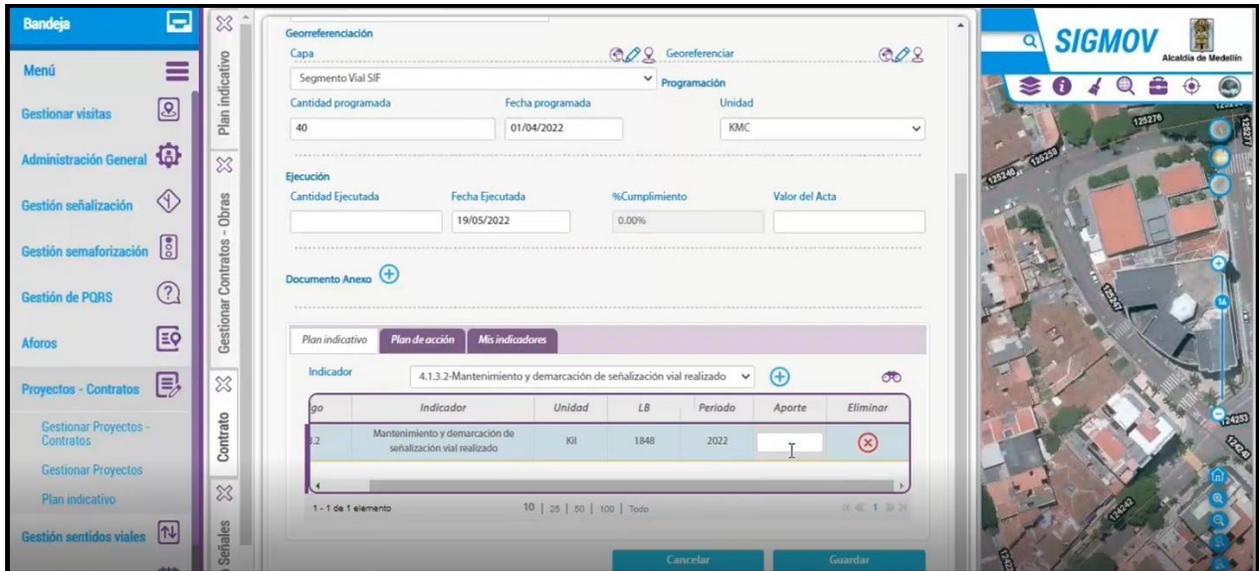
Figura 10. Seguimiento contrato en la plataforma SIGMOV



Fuente Elaboración propia

En el indicador se trabaja con mantenimiento y demarcaciones por defecto y el aporte se guarda en 0 para que cuando reciba los datos, este valor ya no sea nulo sino la cantidad que se ejecute cuando se haga el cálculo de las señalizaciones (ver figura 11). De forma similar se ingresa la información en el plan de acción y mis indicadores, con esto se prepara el contrato para que reciba los datos.

Figura 11. Plan indicativo en la plataforma SIGMOV



Fuente Elaboración propia

## E. Clasificación de la información.

La empresa contratista debe enviarle a la unidad de Circulación los informes con el registro de las intervenciones que se encuentra realizando; estos contienen los datos que permiten georreferenciar la señalización vial como por ejemplo el ID del segmento y la longitud que se va a intervenir, entre otra información y esto se puede observar en la tabla de la figura 12.

Una vez ingresada la información del contrato, se cargan las señalizaciones mediante un archivo de Excel realizando una carga masiva o ingresando una a una las señalizaciones; estas se pueden ver en el módulo indicadores y la carga se podrá hacer de forma mensual.

Para la reunión se tomó un ejemplo con la señalización de la calle 104 Sena Pedregal (ver figura 6), se llenó las plantilla de Excel para señalización horizontal (figura 12) y señalización vertical (figura 13) en base al documento de lineamientos, tomando una cebra, una línea continua y otra segmentada, el resalto y una flecha de frente en la señalización horizontal y en la señalización vertical las señales SP-03 y SP-47A, esto con la intención de ver como funcionaría la plataforma

SIGMOV y se observaron algunas falencias por parte de la plataforma las cuales se discutieron para ser corregidas y así tener un buen funcionamiento de esta.

**Figura 12.** Plantilla de Excel para señalización horizontal

ID_OP	ORD_ELEM	No_CARRILES	POSIC_CALZADA	SENTIDO_FLUJO	ABS_INICIAL	ABS_FINAL	OFFSET	CODIGO_SEÑAL_V	TIPO_LINEA	COLOR_LINEA	MATERIAL_PINTURA	ESPOSOR_LINEA	ANCHO_SENAL	LONGITUD_ACUM	FECHA	OBSERVACIONES	CONTRATO
2001589	2	2	21-22	-1	112,00	117,00	-5	P-CP		B	P	0,4	7,2	5,00	28/04/2022	Cebra	460009181
2001589	4	2	21-22	1	92,00	107,00	6	L-CC	C	B	P	0,12	0,12	15,00	28/04/2022	Línea continua	460009181
2001589	4	2	21-22	1	27,00	91,30	6	L-CS	D	B	P	0,12	0,12	60,00	28/04/2022	Línea segmentada	460009181
2001590	2	2	21-22	-1	17,00	18,20	-4,33	DE-R		A	P		1,2	6,00	28/04/2022	Resalto	460009181
2001589	2	2	21	-1	104,00	109,00	-5	F-F		B	P		0,75	5,00	28/04/2022	Flecha de frente	460009181

Fuente Elaboración propia

**Figura 13.** Plantilla de Excel para señalización vertical

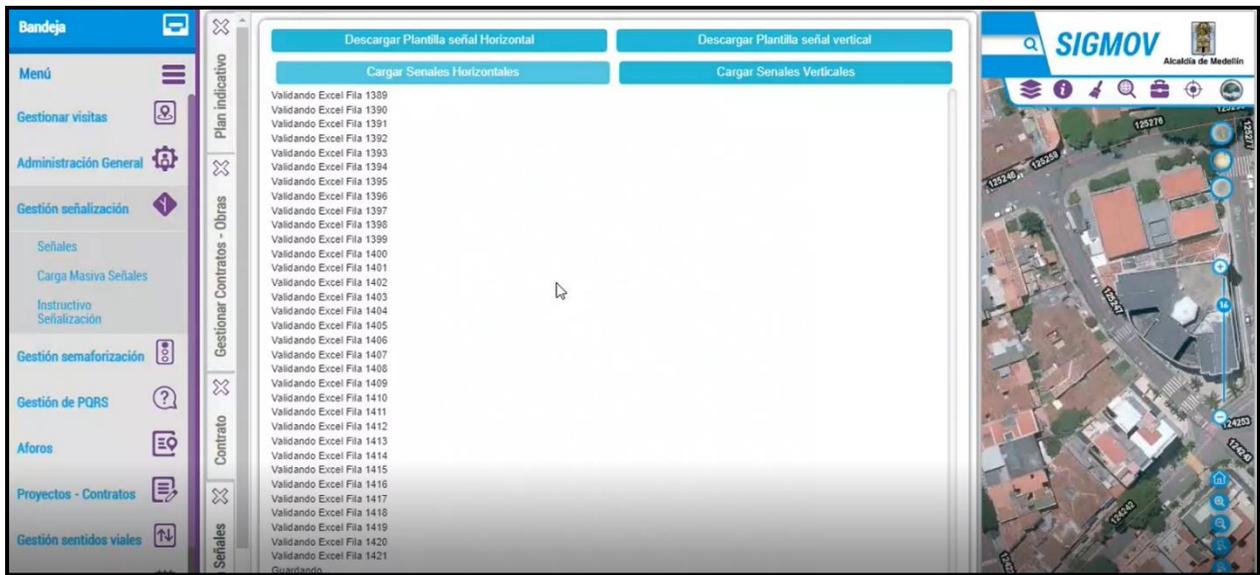
ID_OP	ORD_ELEM	ABSCISA	FECHA	OFFSET	SENTIDO_FLUJO	CODIGO_SEÑAL_V	ANCHO_CALZADA	TEXTO_DESCRIPCIÓN	DIRECCION	OBSERVACIONES	CONTRATO	ACTIVIDAD	LONGITUD
2001589	1.0	82,00	28/04/2022	-5,10	-1	7,00	Leyenda	Calle 104 #68A-57		Señal curva pronunciada a la izquierda SP-03	4600091810 de 2021	Señal de 60x60	
2001589	3.0	52,00	28/04/2022	0,62	1	7,00	Leyenda	Calle 104 #68A-24		Señal proximidad a cruce escolar SP-47 A.	4600091810 de 2021	Señal de 60x60	
2001589	5.0	52,00	28/04/2022	9,39	1	7,00	Leyenda	Calle 104 #68A-24		Señal proximidad a cruce escolar SP-47 A.	4600091810 de 2021	Señal de 60x60	

Fuente Elaboración propia

## F. Ingreso de la información a la plataforma SIGMOV.

Luego se procede a realizar la carga masiva por separado tanto de la plantilla de señalización horizontal como la plantilla de señalización vertical en el módulo de señalizaciones. Una vez realizada esta, el sistema tiene un tiempo de sincronización de los datos con el contrato que se ha configurado previamente. En la figura 14 se puede ver la carga realizada como ejemplo.

Figura 14. Carga masiva en la plataforma SIGMOV



Fuente Elaboración propia

Una vez los datos se han sincronizado, la información será mucho más fácil de entender ya que se podrá observar el porcentaje de intervención, la señal trazada, un mapa de zonas intervenidas en el que dependiendo del color se indicará el estado de intervención y también se podrán visualizar por medio de gráficos y tablas los segmentos intervenidos con sus respectivas direcciones, barrios y/o comunas según sea la necesidad.

---

## 5. CONCLUSIONES

La creación de los mapas de calor es una herramienta muy útil y de vital importancia, ya que permite a los profesionales de la unidad de Circulación interpretar la información geoespacial de manera visual y representar los datos con referencia geográfica de una forma más legible. Con estos se podrán conocer todas las necesidades de señalización que tiene la ciudad y en base a esto tomar decisiones respecto a las priorizaciones que se deben dar.

En el análisis realizado a la plataforma SIGMOV, se encontró que esta seguía presentando algunos errores en la interpretación de los datos y la visualización de la señalización y que por lo tanto necesitaba correcciones. Los errores fueron comunicados y discutidos con la empresa contratista ya que era necesario que se tuviera una retroalimentación y así la plataforma pueda ser utilizada cuanto antes por los profesionales de la unidad de circulación. Por otra parte, en cuanto a las plantillas de Excel todavía falta agregar algunas columnas discutidas con la empresa encargada de la programación de la plataforma, además de filtrar y organizar los datos que están en posesión de diferentes profesionales o se encuentran en diferentes bases de datos.

La implementación de la plataforma SIGMOV será un gran progreso en la unidad de circulación, puesto que, permitirá organizar y guardar la información. Por ende, esto generará un mejor flujo de los datos, para que cualquier profesional de la secretaria de movilidad pueda acceder a ella de forma clara y organizada sin ningún problema, dado que, al tener rotación del personal dentro de la Secretaría de Movilidad los datos pueden estar dispersos o incluso pueden extraviarse. En consecuencia, se espera que cuando la plataforma esté lista para ser utilizada se incentive su uso, ya que, aunque se empezó a desarrollar desde el 2018 a la fecha no se ha ingresado ningún contrato pues aún presenta fallas.

Por lo mencionado en el presente trabajo se puede concluir que el acompañamiento y asesoramiento por parte de los profesionales de la unidad de Circulación durante la práctica, aportaron indudablemente a mi formación académica e investigativa para el desarrollo de estos temas.

## 6. REFERENCIAS

- Bautista, E. M., Paulino, J. C., Moreno, J. O., & Pohls, M. Á. (2015). *Diseño, conformación y desarrollo del geoportal interno del Consejo de Información y Tecnología Geoespacial- IMT (CITGeo)*. Obtenido de Instituto Mexicano del transporte: <https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt431.pdf>
- Cardona, V., Julián Garzón & Jimenez-Cleves, G. (2019). ¿QUÉ ES UN GEOPORTAL Y CÓMO SE CREA? Retos en la información de ingenieros en la era digital, P.2-3
- Dempsey, C., (2012). *Heat Maps in GIS*. GIS Lounge. Obtenido de <https://www.gislounge.com/heat-maps-in-gis/>
- Esri. (s.f.). *Esri*. Obtenido de <https://doc.arcgis.com/es/insights/latest/create/heat-maps.htm>
- Franco, R., (2016). Geoportales y visores geográficos en Colombia. *Universidad Distrital Francisco José de Caldas*, P.10.
- HYG CONSULTORES S.A.S. (2020). *MANUAL DE USUARIO SIGMOV – Señalización Secretaria de Movilidad*. Medellín. Alcaldía de Medellín.
- Ministerio de Transporte. (2015). *MANUAL DE SEÑALIZACIÓN VIAL Dispositivos uniformes para la regulación de tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia*.
- Ministerio de Educación Nacional. (s.f.). *¿Qué es un SIG?* Obtenido de <https://www.mineducacion.gov.co/1621/article-190610.html>
- Secretaria de Movilidad de Medellín. (2020). *Secretaria de Movilidad de Medellín*. Obtenido de <https://www.medellin.gov.co/movilidad/secretaria-de-movilidad>.
- Yeap, E., & Uy, I. (2014, 12 febrero). *Marker Clustering and Heatmaps: New features in the Google Maps Android API Utility Library*. Google Maps Platform. <https://mapsplatform.googleblog.com/2014/02/marker-clustering-and-heatmaps-new.html>