



**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS**  
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA  
T U N J A

**APLICACIÓN PARA ALERTAS TEMPRANAS EN SEUDOACCIDENTES PARA USO  
EN VEHÍCULOS.**

**PROPONENTE**

Diego Alejandro Vela Beltrán  
1056956709  
2251124

**DIRECTORES**

Luis Fernando Castellanos Guarín

**Tutor**

Iván Fernando Fonseca Barinas

Tunja  
09 Junio de 2020

## Tabla de Contenidos

<b>1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>5</b>
<b>2.</b>	<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>6</b>
<b>3.</b>	<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>7</b>
<b>4.</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>9</b>
<b>1.</b>	<b>OBJETIVO GENERAL</b> .....	<b>9</b>
<b>2.</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....	<b>9</b>
<b>5.</b>	<b>ANTECEDENTES</b> .....	<b>10</b>
<b>5.1</b>	<b>ANTECEDENTES A NIVEL MUNDIAL</b> .....	<b>10</b>
<b>5.2</b>	<b>ANTECEDENTES A NIVEL NACIONAL</b> .....	<b>12</b>
<b>5.3</b>	<b>ANTECEDENTES A NIVEL DEPARTAMENTAL</b> .....	<b>15</b>
<b>5.4</b>	<b>ANTECEDENTES A NIVEL LOCAL</b> .....	<b>15</b>
<b>6.</b>	<b>MARCO CONCEPTUAL</b> .....	<b>17</b>
6.1	FLUTTER.....	17
6.2	DART.....	17
6.3	FIREBASE.....	18
6.4	SQFLITE.....	19
6.5	RASPERRY.....	19
6.6	RASPBIAN.....	19
6.7	BLUETOOTH.....	20
6.8	JSON.....	21
6.9	RXDART.....	21
6.10	HTTP.....	21
6.11	SHARED PREFERENCES.....	22
6.12	GEOLOCATION.....	22
6.13	FLUTTER MAP.....	22
6.14	URL LAUNCHER.....	22
6.15	SHARE.....	23
6.16	FLUTTER BLUETOOTH SERIAL.....	23
6.17	FL CHART.....	23
6.18	PATH PROVIDER.....	23
6.19	ENCRYPT.....	24
<b>7.</b>	<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>24</b>
7.1	SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (GIS).....	24
7.2	ANÁLISIS DE FACTORES HUMANOS DE LOS CONDUCTORES EN LAS VÍAS.....	28
7.3	MINISTERIO DE TRANSPORTE.....	30
7.4	PILARES DE LA SEGURIDAD VIAL.....	32
7.5	INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA.....	33
7.6	SISTEMAS DE TRANSPORTE INTELIGENTE (ADVANCED DRIVER-ASSISTANCE SYSTEMS - ADAS).....	34
<b>8.</b>	<b>MARCO NORMATIVO</b> .....	<b>42</b>
<b>9.</b>	<b>ARQUITECTURA TECNOLÓGICA</b> .....	<b>47</b>
9.1	CONSTRUCCIÓN DE LA APLICACIÓN.....	47
9.2	SELECCIÓN DE HERRAMIENTAS.....	48
9.3	CONSTRUCCIÓN DEL APLICATIVO MÓVIL Y ARQUITECTURA.....	48
9.4	APLICATIVO MÓVIL.....	49
<b>10.</b>	<b>METODOLOGÍA</b> .....	<b>53</b>

10.1	ARQUITECTURA DE LA SOLUCIÓN.....	55
10.2	CONSTRUCCIÓN.....	55
10.3	RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	58
10.4	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	58
<b>11.</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>59</b>
<b>12.</b>	<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>60</b>

## Tabla de Ilustraciones

Ilustración 1. Firebase Services .....	18
Ilustración 2.Sistema de Coordenadas 2D .....	25
Ilustración 3.Sistema de Coordenadas 3D .....	25
Ilustración 4.Sistema de Coordenadas Esféricas.....	26
Ilustración 5.Eschema general de un Sistema de Información. ....	27
Ilustración 6.Modelo Conceptual de los Sistemas de Transporte Inteligentes.....	35
Ilustración 7.Ejemplo de un WSN basado en IoT que admite servicios ITS .....	41
Ilustración 8. Aplicativo Móvil - Login .....	49
Ilustración 9. Aplicativo Móvil - Calidad de conducción .....	50
Ilustración 10. Aplicativo Móvil - Seudoaccidentes .....	51
Ilustración 11. Aplicativo Móvil - Infracciones .....	51
Ilustración 12. Aplicativo Móvil - Riesgos.....	52
Ilustración 13. Aplicativo Móvil - Personal.....	52
Ilustración 14. Aplicativo Móvil - Telemetría .....	53
Ilustración 15. Aplicativo Móvil - Configuraciones .....	53
Ilustración 16. Modelo de Arquitectura Aplicativo Móvil .....	56
Ilustración 17. Firebase Auth - Manejo de Usuarios.....	56
Ilustración 18. Esquema Base de Datos - Firebase Database.....	57

## 1. INTRODUCCIÓN

Los accidentes de tránsito se han convertido en una constante conforme el hombre genera innovación y desarrollo en la infraestructura de una sociedad al crear nuevas carreteras, diseñar e implementar imágenes que permitan dar un significado al peatón y conductor, al establecer reglamentos y estatutos que ayuden a controlar a todo aquel que se encuentre dentro de una ciudad o al unir la mecánica, la electrónica y los sistemas de información en el diseño de automóviles que con el pasar del tiempo adquieren más autonomía.

Sin embargo, dichos accidentes deben tener un control que posibilite establecer las causas que provocaron la catástrofe y así, encontrar herramientas que permitan identificar los comportamientos que caracterizan a aquellas personas que son propensas a cometer alguna imprudencia, que concluye en accidentes viales. Es por ello, que con ayuda de las tecnologías de la información se ve la necesidad creciente de crear herramientas que, con el respaldo de la informática y la electrónica brinden una solución dinámica que solvete la problemática planteada anteriormente.

Dicho lo anterior, con el proyecto se plantea crear un aplicativo móvil que permita gestionar los datos recogidos del vehículo a través de una Raspberry para así poder realizar un análisis predictivo y preventivo de las variables que se ven inmersas en accidentes viales. El aplicativo móvil a realizar, es un complemento esencial para el desarrollo de un proyecto mayor, que consta de la elaboración de un prototipo electrónico que, con la ayuda de componentes electrónicos adicionales como sensores de proximidad, acelerómetro y otros, permitirán la recolección de las variables anteriormente mencionadas en los vehículos de la ciudad de Bucaramanga que implementen este dispositivo.

El análisis de estos resultados, por un lado, tendrán, el análisis preventivo que da la facultad al usuario final del aplicativo móvil de identificar posibles correcciones en cuanto acciones cometidas en siniestros anteriores garantizando, que los escenarios presentados en eventos previos tengan una reducción significativa, por otro lado, el análisis predictivo, permite estimar a un futuro qué acciones o posibles comportamientos se podrían llegar a cometer por parte del conductor para provocar un accidente vial ya que la información recolectada se mantendrá en la Dirección de Tránsito de Bucaramanga, alimentando la base de datos con los antecedentes recolectados.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

De acuerdo con el Ministerio de transporte en el Anuario Estadístico Transporte en Cifras - Estadísticas 2017 (Ministerio de transporte, 2017) se establece que el parque de vehicular en Colombia está formado en un 57% por motocicletas, el 38.3% (5.025.674) por automóviles, camperos y camionetas. Este informe también permite apreciar que el 28.1% (3.688.944) de los vehículos fueron adquiridos antes del 2013. Y que el 14.7% (1.931.594) fueron matriculados antes del 2002. De acuerdo con el reporte de la Asociación Colombiana de Vehículos Automotores 2016, los vehículos más vendidos en Colombia corresponden a vehículos de baja o mediana gama de las marcas Chevrolet y Renault.

Esto permite establecer que en el caso colombiano existe una buena parte del parque automotor que no dispone de ningún Sistema Avanzado de Asistencia al Conductor, lo cual se relaciona directamente con la tasa de accidentalidad. Como lo muestra el informe (EH Norza-Céspedes - 2014) Componentes descriptivos y explicativos de la accidentalidad vial en Colombia: incidencia del factor humano. En este informe se describe que, de las 3.688 muertes ocasionadas con accidentes de tráfico en el 2012, 1.314 ocurrieron por Exceso de velocidad, desobediencia a las señales de tránsito y no mantener la distancia de seguridad. En este mismo periodo se registraron 12.832 lesionados por estas mismas causas. Según la ANSV, para 2017 en Colombia fallecieron 6.479 personas en accidentes de tránsito, cifra similar a la del 2016. Con base en lo anterior, se evidencia la necesidad de crear herramientas tecnológicas que ayuden a reducir la accidentalidad por imprudencias de los conductores, adaptables a todo tipo de automóvil.

De acuerdo con lo observado en la literatura relacionada con los Sistemas Avanzados de Asistencia al Conductor (ADAS), muchos de estos sistemas se encuentran disponibles en vehículos de alta gama, y en versiones modernas; dado que algunos estos sistemas sólo pueden ser instalados durante el proceso de fabricación del automóvil. Como se pudo establecer de acuerdo con la información del Ministerio de transporte, el parque automotor colombiano en su mayoría entró en circulación antes del 2013 y la mayoría de los vehículos son de baja o media gama. También se observa una baja tasa de reposición de automóviles esto se relaciona con el estado de la economía del país. Estas situaciones permiten observar una brecha (problema) respecto a la utilización de las nuevas tecnologías que se refleja directamente en el número de muertos y heridos por accidentes por la imprudencia de los conductores.

Para aportar a la solución de este problema, se ha generado un dispositivo ADAS instalable en todo tipo de vehículo; considerando especialmente los vehículos producidos antes del 2013. Este dispositivo ADAS consiste en un sistema que permita generar una alerta a los conductores relacionada con la distancia de seguridad entre vehículos y a su vez recolectar información a través de redes IoT sobre el comportamiento de los conductores y el

estado real de la malla vial. Con este proyecto se busca crear una herramienta (aplicación móvil) vital para el desarrollo del dispositivo ADAS, con esto, se busca que el conductor tenga información (alerta) en tiempo real sobre los posibles riesgos de colisión o accidente por no respetar la distancia mínima de seguridad de frenado y de este modo reducir la tasa de muertes y lesiones por este tipo de comportamientos.

### 3. JUSTIFICACIÓN

Los accidentes de tránsito, según la Organización Mundial de la Salud, son una de las 10 principales causas de muertes en todo el mundo, estando muy a la par de enfermedades como el cáncer, enfermedades no transmisibles que afectan la tráquea, los bronquios o incluso con complicaciones de parto prematuro.

Los accidentes de tránsito han dejado a 1.4 millones de personas sin vida en solo el 2016, y según la Organización Mundial de la Salud, en un aproximado de un 74% de las personas fallecidas fueron hombres. (*Las 10 principales causas de defunción.2018*)

En Colombia, esta causa también es un factor importante puesto que de igual manera genera una alta cifra de mortalidad, las principales causas que se han evidenciado son el exceso de velocidad, la imprudencia por parte de los actores viales, el alcohol, la mala señalización, la poca distancia entre vehículos, factores climáticos y mala infraestructura vial. (*Accidentes de tránsito.2018*)

Estas causas generan varios problemas como una alta probabilidad de accidentes, una alta probabilidad de infracciones, una gran tasa de accidentalidad en donde se ven involucrados los peatones, los motociclistas, los ciclistas y demás personas que se vean relacionadas en las vías, una alta tasa de mortalidad, generación de tráfico vial y pérdidas económicas.

Es por esto que, este proyecto tiene como objetivo brindar información relevante a la Dirección de Tránsito de Bucaramanga, y para lograrlo se implementará un aplicativo móvil que reciba datos de la forma de conducción de las personas que lo utilicen, que permita que se generen alertas tempranas y que brinde ayuda a la Dirección de tránsito de Bucaramanga para que así ellos puedan realizar un plan de acción y de mejoramiento de la seguridad vial, ya que con dichas acciones es posible reducir las tasas de accidentalidad y mortalidad en la ciudad, identificando y ubicando las zonas con mayor nivel de accidentes.

Con las acciones anteriormente nombradas, se puede llegar a caracterizar los perfiles de los conductores viales a partir de los datos recogidos por el sistema, logrando con ello, generar un perfil de una persona que pueda

tener altas posibilidades de cometer infracciones o un accidente vial, permitiendo que se pueda realizar un plan de prevención.

Alineados con el Plan de Seguridad Vial de Bucaramanga el proyecto busca ayudar a reducir los accidentes viales en la ciudad, por lo que los resultados obtenidos serán de gran ayuda en el proceso de la creación de programas de promoción de la seguridad vial y prevención de la accidentalidad vial. (Dirección de Tránsito de Bucaramanga, )

## 4. OBJETIVOS

### 1. Objetivo General

Diseñar un aplicativo móvil para la recepción, envío y muestra de información de datos recolectados por medio de sensores (GPS, Inercial, Lidar/Vision por computadora) de la plataforma **Sistema de Alertas Tempranas en Seudoaccidentes para uso en vehículos.**

### 2. Objetivos Específicos

1. Diseñar aplicación móvil para la recepción de datos de la plataforma **Sistema de Alertas Tempranas en Seudoaccidentes para uso en vehículos.**
2. Asegurar que la información que se encuentre en flujo, cuente con protocolos de seguridad para proteger los datos sensibles de acuerdo a las normativas de seguridad del Habeas Data.
3. Implementar módulos que permitan visualizar los datos del usuario (rutas realizadas, dispositivo Bluetooth conectado, graficas de análisis).
4. Diseñar prototipo para visualizar las zonas con mayor nivel de seudoaccidentes con la normatividad local y nacional.

## **5. ANTECEDENTES**

### **5.1 ANTECEDENTES A NIVEL MUNDIAL**

#### **UTILIZACIÓN DE MODELOS DINÁMICOS EN LA INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES VIALES**

El proyecto tiene como enfoque brindar ecuaciones matemáticas que relacionen variables de velocidad, tiempo y rigidez de estructuras sólidas en choques entre dos vehículos. Además de ello, provee al lector de una serie de gráficas con las que se visualiza a través de líneas de tendencia el comportamiento de los vehículos durante el choque, de esta manera es posible realizar análisis estadísticos que sean capaces de predecir el comportamiento de variables como la velocidad, bajo distintas circunstancias durante accidentes viales.

Por consiguiente, con los modelos presentados en dicho trabajo, se pueden estimar valores de fuerza e impulso de los objetos implicados en el choque enfocándose en la deformación que se tiene y con ello, dar un estudio a los desplazamientos realizados como los volcamientos y roto traslación después de ocurrido el impacto. El estudio descrito anteriormente, adquiere importancia al momento de realizar análisis de colisiones severas como aquellas que ocurren entre cuerpos de masa desigual, un ejemplo de ello, son los choque o embestidas entre motociclistas y ciclistas o automóviles y motociclistas.

Para concluir, el proyecto además de realizar descripciones gráficas de las variables y explicar la relación de las mismas en cada una de las ecuaciones presentadas, da a conocer una serie de experimentos que fueron realizados permitiendo comparar así los resultados obtenidos en cada uno de ellos. Con los resultados, se dio la posibilidad de estimar y comparar los resultados de variables como la energía, velocidad durante la colisión, energía cinética, trabajo de deformación, entre otros, de manera gráfica y teórica. (Aníbal O. García & José Pablo Cebreiro, 2003)

#### **VISUALIZACIÓN CON MAPOBJECTS DE LA LOCALIZACIÓN DE MÓVILES EN UN SISTEMA DE INFORMACIÓN DISTRIBUIDO ORIENTADO A OBJETO**

Este proyecto tuvo como finalidad generar un sistema para el seguimiento y el control de vehículos, además de describir la arquitectura del software utilizado, adicionalmente a esto, se indicó que se trabajó con MapObjects para su visualización digital, este módulo, junto con las librerías que cuenta, muestra geográficamente la información sobre la ubicación de los móviles.

El módulo trabajado es especial para brindar información geográfica y además permite la integración con el código fuente de una manera muy

simple, se trabajó con el lenguaje de programación C++, que está orientado a objetos, Además de usar la arquitectura OODISMAL con la que montaron el sistema distribuido y orientado a objetos, brindando la posibilidad de comunicación entre dos o más piezas.

Para el óptimo desarrollo del sistema, se ha utilizado el estándar CORBA, este estándar tiene tres características principales de responsabilidad, las cuales son: La Infraestructura, Los Objetos Comunes y Objetos de Aplicación, el primero de estos brinda un entorno de desarrollo distribuido para la aplicación, el segundo forma las entidades funcionales a través de la aplicación y el último de ellos brinda funcionalidades de aplicaciones específicas. (Pedro R. Muro-Medrano et al., )

### **DISEÑO DE UN SISTEMA PARA LA COMUNICACIÓN ENTRE VEHÍCULOS QUE CONFORMAN EL SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO BASADO EN EL USO DE REDES AD-HOC VEHICULARES (VANETS).**

El Desarrollo de este Proyecto tiene como finalidad crear un prototipo de un sistema de comunicación que será utilizado entre el transporte público de la ciudad de Caracas Venezuela (Autobuses, minibuses y rústicos), teniendo en cuenta el estándar IEEE 802.11p y protocolos de enrutamiento propuestos luego de una caracterización del tráfico vehicular.

Para poder llevar a cabo el desarrollo correcto de este prototipo, se desarrollaron varias actividades, para empezar, se hizo un Estudio de las Tecnologías de Comunicación Inalámbricas, en donde se revisaban de manera minuciosa factores como la máxima tasa de transferencia, potencia de transmisión, costos y área máxima de cobertura, luego de esto se realizó una Revisión de los Protocolos de Enrutamiento, continuando con el proceso, se hizo la Caracterización del tráfico vehicular, en donde los autores del proyecto no encontraron información referente al tema, y para la obtención de esta caracterización, el desarrollo del mismo sobrepasaba tiempos y costos, luego de esto, se hicieron Estudios de Simulación, Determinación del prototipo de dispositivo móvil para las unidades de transporte, Desarrollo de una Aplicación para Controlar la Seguridad Vehicular y Mejorar la Eficiencia del Transporte, se realizaron Pruebas basadas en Testbed y finalmente se hizo el diseño de la Red.

Luego de haber realizado todo el análisis de las mejores herramientas, llegaron a la conclusión que para que se satisficiera las necesidades propuestas que fueron: costo, diseño, uso específico (para evitar hurtos), versatilidad al momento de instalar protocolos de comunicación y aplicaciones, decidieron construir el dispositivo móvil con las especificaciones a nivel de hardware y software que les permitiera la fácil comunicación entre sus módulos físicos y del sistema, considerando el tamaño de las interfaces usadas costos y demás aspectos.

Los elementos que consideraron básicos para el desarrollo de su dispositivo fueron: Una pantalla táctil, GPS, tarjeta de red inalámbrica, tarjeta madre (motherboard), memoria flash USB, Memoria RAM y finalmente la fuente de poder, y por parte del software se decidió instalar la versión Live 6.0 de Debian. (MARÍA E. VILLAPOL et al., 2018)

## **5.2 ANTECEDENTES A NIVEL NACIONAL**

### **CARACTERIZACIÓN DE LOS COMPORTAMIENTOS DE LOS USUARIOS VIALES POR MEDIO DEL EMPLEO DE VANT EN INTERSECCIONES CON MAYOR ACCIDENTALIDAD EN BOGOTÁ D.C.**

El desarrollo de este proyecto va enfocado al comportamiento de los usuarios viales (Conductores de automóviles, Peatones, Transporte público, Ciclo usuarios y demás implicados en la vía) en donde se determinaron zonas importantes de mayor congestión vial en la ciudad de Bogotá Colombia para el análisis del mismo, la observación se realizó con vehículos aéreos no tripulados (VANT) donde se recogieron datos probabilísticos que ayudan a caracterizar el comportamiento de los usuarios.

Este proyecto usó varias técnicas de análisis para determinar los posibles comportamientos de todos los actores viales en ciertos puntos de la ciudad de Bogotá entre los años de 2012 y 2015, a partir de las técnicas usadas, se pudo predecir el futuro comportamiento de los actores viales, indicando zonas de alta probabilidad de accidentes, zonas con mayor tráfico vial y dando una ayuda a la Secretaria Distrital de Movilidad de Bogotá para evitar próximos accidentes y mejorar la calidad vial.

El uso de VANTs permitió el registro de información valiosa como lo es la infraestructura y los actores viales, esta herramienta ayudó para la captación de malos comportamientos en la vía, que en su mayoría eran repetitivos y que por lo general podían ser solucionados con arreglos de infraestructuras.

El análisis de los datos arrojó que la mayoría de los accidentes viales se causan por el afán y por tratar de evitar las rutas más largas, tomando atajos sin preocuparse por las señales de tránsito o los oficiales de tránsito que allí se encuentren, en los cuales, por el uso de estas rutas, estarían cometiendo una infracción. (Angélica María Castro Roberto & Sergio Miguel González Palacios, 2019).

### **PROPUESTA PARA DETERMINAR CONDICIONES DE UBICACIÓN PARA LAS CÁMARAS DE VIDEO-VIGILANCIA EN TÚNELES PARA IDENTIFICAR CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DE VEHÍCULOS**

El fin de este proyecto es poder generar recomendaciones para la ubicación de cámaras de video-vigilancia en túneles que servirán de ayuda para poder rastrear los tipos de carros que estén involucrados en algún tipo de incidente vial y en futuros Sistemas Inteligentes de Transporte, además, se establecieron las características físicas mínimas que deben tener las cámaras para el reconocimiento óptimo de los vehículos involucrados y se usaron varios algoritmos de detección que ayudan en todo el proceso.

Para el reconocimiento de los vehículos se han implementado varios algoritmos que ayudaron para tener el resultado más real posible, se empezó con un algoritmo de detección de presencia de objetos en un video, con ese algoritmo se dio paso a usar otros tipos de algoritmos como: Detección del tamaño de la imagen del vehículo, Diferenciación de las fases en la imagen del vídeo, este algoritmo hace comparaciones de cuando el túnel está vacío y cuando hay un vehículo en camino, el algoritmo de Identificación de la discrepancia espacial, este algoritmo permite predecir en dónde estará ubicado un vehículo con respecto a la velocidad y el tiempo del mismo.

Continuando con la parte de algoritmos, se trabajaron con unos que van directamente enfocados a las características de los vehículos, como lo son: algoritmo de color, forma y tipo, algoritmo para la detección de color, características locales, y bordes, algoritmo para la detección de color, forma, tamaño y apariencia, este algoritmo se basa en el movimiento del vehículo, haciendo una comparación entre dos fotogramas y finalmente con un algoritmo de detección del tipo de vehículo, en el cual se toma la imagen base, se le quita el fondo, detecta los bordes del vehículo y hace un procesamiento de división de bloques.

Se tomaron varias referencias de diferentes tipos de vehículos como la carrocería según el volumen, la carrocería según forma y las características evaluadas fueron: color, utilización de vehículo, transporte de personas, forma, transporte de carga y tamaño, dando un porcentaje alto de asertividad ante un análisis para un vehículo. (Mosquera Seligmann, 2018)

### **DISEÑO Y PRUEBA DE CONTROL SEMIAUTÓNOMO PARA VEHÍCULO ELÉCTRICO A TRAVÉS DE VISIÓN ARTIFICIAL EMPLEANDO UN DISPOSITIVO MÓVIL.**

El desarrollo de este proyecto va enfocado a la creación de una aplicación móvil capaz de tener el control semiautónomo de un vehículo eléctrico, el alcance del proyecto no permite llegar a un control completamente autónomo del mismo porque se tienen que enfrentar a situaciones de decisiones como intersecciones, cruces, semáforos, sobrepasos o parqueos que sumados al completo desarrollo del proyecto tomarían más tiempo de lo establecido para este.

El proyecto inicia con una caracterización de los patrones de conducción en una carretera, los cuales brindan una base para empezar a formular estados de decisión, con los cuales el aplicativo móvil emulara la toma de decisiones como una inteligencia artificial dependiendo del estado en que se encuentre y de las variables de entrada, además de contar con un sistema de transmisión de datos inalámbricos para interpretar las órdenes y dar funcionalidad a los motores de manera que tengan en cuenta la dirección y velocidad que deben tomar.

Para el desarrollo del proyecto se usa el dispositivo móvil y sus principales características físicas como la cámara y los sensores para la visualización y recolección de los datos, además de esto, es necesario tener referencias externas que ayuden en la toma de decisiones, estas referencias son los tipos de carretera con los que se puede encontrar, los diferentes tipos de señalización que en estas se encuentren, si ¿hay o no? tráfico en la vía, si es de día o noche y demás variables.

Como tema principal al tratar este proyecto, sale a relucir la visión artificial, y adicional a este tema, se habla de autonomía, el autor concluye que, al tener un buen equipo para la obtención de la imagen y las variables de entradas correctas, se puede diseñar un sistema con una muy buena visión artificial permitiendo crear un sistema prácticamente autónomo, logrando que dispositivos como teléfonos móviles y tabletas ayuden al avance tecnológico en unos cuantos años. (LUIS MIGUEL TASCÓN VARGAS, 2012)

## **EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE Y ACTUALIDAD EN COLOMBIA**

Este proyecto se enfoca en dar una descripción detallada de los sistemas inteligentes de transporte (SIT) desde diferentes perspectivas, como primera medida da conocer la importancia y el impacto que estos tienen dentro de la dinámica de una sociedad, indicando que en el desarrollo del trabajo se realizará un acercamiento a los distintos componentes que utilizan dichos sistemas como GPS, mapas, sensores, comunicadores, control de transporte, entre otros.

Luego de esto, el autor contextualiza al lector al realizar una breve reseña de la historia de los sistemas de transporte, además de explicar el desarrollo que han tenido en distintos lugares como América, Europa y Asia, para así concluir con una narración de los sistemas de transporte en la actualidad, resaltando que el gran avance que han tenido en los últimos años, en cierto grado es producido gracias a la aplicación de sistemas inteligentes. Dichas tecnologías se enfocan en solucionar problemas de ingeniería de transporte que, en otras palabras, es ayudar a evitar la congestión en el tráfico y la tasa de accidentes.

Por lo tanto, el autor da a conocer una serie de tablas en las que clasifica los factores de influencia junto con los desarrollos tecnológicos de acuerdo al área de aplicación encontrando, por ejemplo, que en el área de servicios de navegación se tiene como factor el desarrollo tecnológico del Internet móvil complementándolo con herramientas como el GPS o que en el área de cooperación de SIT y coordinación se tiene como factor la infraestructura digital y física ayudada con el desarrollo de tecnologías como sistemas de navegación global por satélite. También hay que tener en cuenta, que el autor realiza un estudio del sistema de transporte inteligente en Colombia, resaltando los avances que este ha tenido con ayuda del ministerio de transporte, después de ello lista las aplicaciones significativas que se han venido realizando en el país para así dar una nueva lista de los sistemas inteligentes de transporte con los que cuenta Colombia.

Por último, es importante resaltar que el autor en el cuerpo del trabajo, enuncia los beneficios de los sistemas de transporte inteligente, las tecnologías y subsistemas que utilizan, los componentes para la recolección y análisis de la información como sensores haciendo énfasis en estos, ya que permiten el reconocimiento de otros vehículos, además de objetos que puedan estar a una cierta distancia, así mismo, tiene en cuenta los sistemas de ubicación, control de tráfico, entre otros. (Borja & Alberto, 2019)

### **5.3 ANTECEDENTES A NIVEL DEPARTAMENTAL**

### **5.4 ANTECEDENTES A NIVEL LOCAL**

#### **APLICATIVO MÓVIL PARA EL REGISTRO, ALMACENAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE IMÁGENES AÉREAS ASOCIADAS A ACCIDENTES DE TRÁNSITO, FACILITANDO LA DETERMINACIÓN DE DISTANCIAS Y UBICACIÓN DE INVOLUCRADOS.**

El aplicativo móvil desarrollado, busca generar medidas de distancia entre dos vehículos o vehículo y objetos implicados en un accidente de tránsito, con el fin de poder generar una ayuda a la persona encargada de realizar el croquis del Informe Policial de Antecedentes de tránsito (IPAT) en la dependencia de Dirección de Tránsito y Transporte en la ciudad de Bucaramanga Santander Colombia. (Camelo & Eduardo, 2017)

El aplicativo móvil está diseñado singularmente para dispositivos Android inferiores a versiones 7.0 y como requisito para su funcionamiento correcto, se ve directamente condicionado por dispositivos externos como Drones o similares que hagan la toma gráfica con vista superior de las partes implicadas en el accidente de tránsito, una vez la toma aérea se haya realizado, se debe ingresar la imagen captada como dato de entrada principal al aplicativo móvil para poder realizar las mediciones de estos, las

condiciones para el dato de entrada (imagen) son: la captación de esta se haya realizado a no más de 10 metros de altura, que la toma se realice en un día soleado, que no se carguen imágenes al aplicativo móvil que hayan sido tomadas en la noche o que las imágenes se vean oscuras, además, se recomienda usar dispositivos móviles que cuenten con una pantalla grande para mejorar la visualización de las medidas y hacer uso de lapiceros magnéticos para tener mayor precisión al momento de asignar los puntos de referencia clave para el muestreo del accidente.

### **Análisis de la accidentalidad en Bucaramanga para el período 2012-2018: una mirada desde las series de tiempo, hacia un pronóstico para el año 2019.**

El análisis realizado en el presente proyecto tuvo como finalidad conocer la mayor causa de accidentalidad producida en la ciudad de Bucaramanga, Santander, Colombia, entre el periodo de los años 2012 y 2018, luego de saber cual es este factor mas importante, decidieron implementar modelos ARIMA para la predicción de variables para el año 2019.

Para la realización del análisis, la fuente principal a la que acudieron fue la Organización Mundial de la Salud -OMS-, donde se indicaba que los accidentes de tránsito, son a nivel mundial, la octava causa de muerte principal; El análisis que la entidad realizó en Colombia arrojó que este mismo factor ocupa el cuarto lugar, siendo superado por enfermedades como isquémicas del corazón, las enfermedades cerebrovasculares y las agresiones como homicidios.

El mal hábito de conducción de los colombianos hace que ocurran estos accidentes, indica el grupo de investigación “En Bucaramanga, según las estadísticas oficiales de accidentalidad para los años 2017 y 2018, las principales causas de accidentalidad obedecieron principalmente al exceso de velocidad (16,41%), no mirar a lado y lado de la vía (13,43%) y desobedecer las señales de tránsito (8,20%), dejando un saldo de 110 víctimas fatales y 3984 no fatales.” (Bryan David Ortega Ávila & Zharic Mariam Ortega Ávila, ).

Ante las alarmantes cifras, el Comité Empresarial de Seguridad Vial, liderado por la Dirección de Tránsito de Bucaramanga, decidieron desarrollar varios métodos para mitigar este fenómeno, trabajando tanto con empresas del sector público como privado de la misma región, fomentando las buenas prácticas de conducción e indicando los riesgos de la seguridad vial.

Los resultados obtenidos por el grupo de investigación, arrojan que el mes con menor probabilidad de accidentes es enero, y entre los que hay una mayor probabilidad se encuentran: Mayo, septiembre, octubre y diciembre.

Hicieron la especificación de probabilidad de accidentes por comunas y se encontró que "... las comunas 12 Cabecera, 13 Oriental, 3 San Francisco, 15 Centro y 6 Concordia, son las que mayor número de accidentes presentarán. Se espera que las cinco comunas concentren en promedio el 63,5% del total de la siniestralidad en los doce meses del año 2019." (Bryan David Ortega Ávila & Zharic Mariam Ortega Ávila, ).

## 6. MARCO CONCEPTUAL

### 6.1 Flutter

Según el artículo escrito por Vijayan Jaikumar sobre la empresa GOOGLE inc., Flutter está diseñado para ser utilizado por desarrolladores de aplicaciones móviles nuevos y experimentados, según Google. Se integra con herramientas de desarrollo populares para que los desarrolladores puedan continuar usando el editor o el entorno de desarrollo integrado que siempre usan.

Una de las características clave de Flutter es su soporte para un rápido desarrollo. Por ejemplo, Flutter admite la denominada función de recarga en caliente (Hot reload) con estado que permite a los desarrolladores experimentar con su código, agregarle funciones o corregir errores y ver casi de inmediato el impacto de esos cambios en la aplicación.

También viene con un conjunto de widgets personalizables, un conjunto de herramientas integrado y bibliotecas de animación que los desarrolladores pueden usar para crear rápidamente aplicaciones móviles nativas de iOS y Android, dijo Google. Los widgets que vienen con Flutter tienen en cuenta todas las principales diferencias entre iOS y Android cuando se trata de capacidades como la navegación y el desplazamiento. Por lo tanto, una aplicación creada con Flutter proporcionará capacidades nativas completas en ambas plataformas.

Los desarrolladores pueden usar Flutter para acelerar el proceso de creación de aplicaciones móviles **nativas** para dispositivos **Android y iOS** porque las aplicaciones e interfaces creadas con Flutter se crean a partir de una base de código único. Compilan directamente al código de arquitectura del procesador nativo en dispositivos móviles y pueden acceder a todos los servicios y API de la plataforma iOS o Android según Google.

"Flutter apunta al punto óptimo del desarrollo móvil: integraciones de rendimiento y plataformas de dispositivos móviles nativos, con desarrollo de alta velocidad y alcance multiplataforma de kits de herramientas de interfaz de usuario portátiles" (Vijayan, 2018)

### 6.2 Dart

Dart es un lenguaje de programación de un solo subproceso. Si una operación bloquea el hilo Dart, la aplicación no avanza antes de que se complete esa operación. Por lo tanto, para la escalabilidad es crucial que no se bloqueen las operaciones de E / S. En lugar de bloquear las operaciones de E / S, dart:io utiliza un modelo de programación asíncrono inspirado en node.js, EventMachine y Twisted.

Además, con Dart se puede desarrollar con un lenguaje de programación especializado en torno a las necesidades de creación de interfaz de usuario y realizar cambios de forma iterativa usando la recarga en caliente para ver el resultado al instante en su aplicación en ejecución, se puede también compilar el código de máquina ARM y x64 para dispositivos móviles, computadoras de escritorio y backend, o compilar a JavaScript para la web. Cuenta asimismo con Async-await maduro y completo para interfaces de usuario que contienen código controlado por eventos, junto con concurrencia basada en aislamientos.

Un lenguaje de programación optimizado para construir interfaces de usuario con características como el operador extendido para expandir colecciones, y la colección si es para personalizar la interfaz de usuario para cada plataforma, un lenguaje de programación fácil de aprender, con una sintaxis familiar (Google inc., ).

### 6.3 Firebase

Firebase se basa en tres pilares: Desarrollar, Crecer y Ganar.



Ilustración 1. Firebase Services.

Cada una de estas tecnologías está vinculada mediante Analytics. Muchas de las tecnologías están disponibles sin costo. Estos incluyen análisis, indexación de aplicaciones, Autenticación (con la excepción de Phone Auth), mensajería en la nube, informes de fallas, Enlaces dinámicos, invitaciones, notificaciones y configuración remota.

Firestore cuenta con varias tecnologías, entre las más populares se encuentra Firebase Authentication, se ha creado para brindarle una API fácil que le permite utilizar el inicio de sesión de proveedores, un esquema simple de correo electrónico / contraseña o integrarse con cualquier backend de autenticación existente que posea. Se integra con Firebase servicios como la base de datos en tiempo real (Real time Database) para que pueda controlar quién accede a qué datos.

Mientras que la arquitectura Firebase está orientada principalmente hacia el código que se ejecuta en su dispositivo móvil aplicación o sitio web, a menudo hay circunstancias en las que necesita lógica para ejecutar en el backend (Moroney, 2017).

#### **6.4 SQFLite**

Es un complemento SQLite para Flutter y brinda soporte para iOS, Android y MacOS, este complemento permite el soporte de transacciones y lotes, la gestión automática de la versión durante la apertura, ayudantes para insertar / consultar / actualizar / eliminar consultas y para hacer operaciones de Database ejecutadas en un hilo de fondo en iOS y Android. (Tekartik, 2020)

#### **6.5 Raspberry**

La Raspberry Pi es una computadora de bajo costo del tamaño de una tarjeta de crédito que se conecta a un monitor de computadora o TV, y utiliza un teclado y mouse estándar. Es un pequeño dispositivo capaz que permite a las personas de todas las edades explorar la informática y aprender a programar en lenguajes como Scratch y Python. Es capaz de hacer todo lo que esperarías que hiciera una computadora de escritorio, desde navegar por Internet y reproducir videos de alta definición, hasta hacer hojas de cálculo, procesamiento de textos y juegos.

Además, la Raspberry Pi tiene la capacidad de interactuar con el mundo exterior, y se ha utilizado en una amplia gama de proyectos de fabricantes digitales, desde máquinas de música y detectores de padres hasta estaciones meteorológicas y tuiteando casas de pájaros con cámaras infrarrojas. (What is a raspberry pi? )

#### **6.6 Raspbian**

Raspbian es un sistema operativo gratuito basado en Debian optimizado para el hardware Raspberry Pi. Un sistema operativo es el conjunto de programas básicos y utilidades que hacen que la Raspberry Pi funcione. Sin embargo, Raspbian proporciona más que un sistema operativo puro:

viene con más de 35,000 paquetes, software pre compilado incluido en un formato agradable para una fácil instalación en su Raspberry Pi.

La compilación inicial de más de 35,000 paquetes Raspbian, optimizada para el mejor rendimiento en Raspberry Pi, se completó en junio de 2012. Sin embargo, Raspbian todavía está en desarrollo activo con énfasis en mejorar la estabilidad y el rendimiento de tantos paquetes Debian como sea posible.

Raspbian no está afiliado a la Fundación Raspberry Pi. Raspbian fue creado por un pequeño y dedicado equipo de desarrolladores que son fanáticos del hardware Raspberry Pi, los objetivos educativos de la Fundación Raspberry Pi y, por supuesto, el Proyecto Debian. (Debian Project, )

## **6.7 Bluetooth**

Bluetooth es un protocolo estandarizado para enviar y recibir datos a través de un enlace inalámbrico de 2.4GHz. Es un protocolo seguro, y es perfecto para corto alcance, bajo transmisión inalámbrica de bajo costo entre dispositivos electrónicos.

Bluetooth sirve como un excelente protocolo para transmitir de forma inalámbrica cantidades relativamente pequeñas de datos en un rango corto (<100 m).

Existe un conjunto estandarizado de reglas y especificaciones que lo diferencia de otros protocolos, a continuación, se mencionan las principales características del Bluetooth.

### **Direcciones y nombres de Bluetooth.**

Cada dispositivo Bluetooth tiene una dirección única de 48 bits, abreviado comúnmente BD\_ADDR. Esto generalmente se presentará en la forma de un valor hexadecimal de 12 dígitos. La mitad más significativa (24 bits) de la dirección es un identificador único de organización (OUI), que identifica al fabricante. Los 24 bits más bajos son la parte más única de la dirección. Esta dirección debe estar visible en la mayoría de los dispositivos Bluetooth. Por ejemplo, en este Bluetooth RN-42 Módulo, la dirección impresa junto a "MAC NO". es 000666422152: la parte "000666" de esa dirección es la OUI de Roving Networks, el fabricante del módulo. Cada módulo RN compartirá esos 24 bits superiores. La porción "422152" del módulo es la ID más única del dispositivo. Los dispositivos Bluetooth también pueden tener nombres amistosos dados a ellos. Estos son generalmente presentados al usuario, en lugar de la dirección, ayuda a identificar qué dispositivo es. Las reglas para los nombres de dispositivos son menos rigurosas. Pueden tener hasta 248 bytes de longitud y dos dispositivos pueden compartir el mismo nombre. A veces, los dígitos únicos de la dirección pueden ser incluido en el nombre para ayudar a diferenciar

### **Vinculación y emparejamiento.**

Cuando dos dispositivos Bluetooth comparten una afinidad especial entre sí, se pueden unir. Los dispositivos enlazados establecen automáticamente una conexión cuando están lo suficientemente cerca.

Cuando los dispositivos se emparejan, comparten sus direcciones, nombres y perfiles, y generalmente los almacenan en la memoria. También comparten una común clave secreta, que les permite unirse cuando estén juntos en el futuro. El emparejamiento generalmente requiere un proceso de autenticación donde un usuario debe validar la conexión entre dispositivos. El flujo del proceso de autenticación varía y generalmente depende de la interfaz y capacidades de un dispositivo u otro. En ocasiones, el emparejamiento es una operación simple "Just Works", donde el usuario basta con hacer clic en un botón para emparejar (esto es común para dispositivos sin interfaz de usuario, como auriculares). (JIMBO, 2017)

## **6.8 Json**

JSON es un formato de intercambio de datos abierto, basado en texto y legible por humanos derivado del JavaScript lenguaje de programación. Es extremadamente ligero y, a pesar de su estrecha conexión con JavaScript, es independiente del lenguaje, con analizadores disponibles para prácticamente todos los lenguajes de programación existentes.

JSON se usa más comúnmente en el desarrollo de aplicaciones web, particularmente aquellas aplicaciones que emplean las solicitudes de Ajax para obtener datos asincrónicamente del servidor. Esto no significa que esté restringido a aplicaciones web, sin embargo; se puede usar como formato de datos en cualquier situación donde la información necesite ir almacenado como texto (Lennon, 2009).

## **6.9 Rx Dart**

RxDart es una implementación de ReactiveX, que es usada para programación asíncrona, cuando ocurre un evento, se ejecuta una o varias acciones, esto también es posible debido a la implementación de los Observables; Esta es una librería que funciona en varios lenguajes de programación y se puede hacer la implementación tanto en la parte del backend como el frontend, el uso de esta librería permite hacer mucho más sencillo el manejo de errores, evitando usar los try-catch, puesto que se encarga de manejar la capa más baja de programación que es toda la parte de la sincronización, los hilos (Threads) y algunos posibles errores de concurrencia (FlutterCommunity.dev, 2020).

## **6.10 HTTP**

Este paquete contiene un conjunto de funciones y clases de alto nivel que facilitan el consumo de recursos HTTP. Es independiente de la plataforma y se puede usar tanto en la línea de comandos como en el navegador.

Maneja todo lo relacionado con las peticiones HTTP, como lo son: GET, POST, PUT y DELETE, y de igual forma que el paquete anterior, al ser un paquete que tiene peticiones http, se maneja de manera asíncrona. (Dart.dev, 2020).

### **6.11 Shared preferences**

Este paquete, proporciona un almacén persistente para datos simples en NSUserDefaults para iOS y SharedPreferences para Android.

Los datos se conservan en el disco de forma asíncrona. Ninguna de las plataformas puede garantizar que las escrituras se mantendrán en el disco después de regresar y este complemento no debe usarse para almacenar datos críticos, puesto que, al limpiar los datos de la aplicación, estos se perderán, este complemento es usado para almacenar preferencias del usuario sencillos, como la última vista en la que estuvo la aplicación, el tema de la aplicación y otros más. (Flutter.dev, 2020c).

### **6.12 Geolocation**

Este es un plugin de Flutter que está desarrollado para ser usado en dispositivos Android con un API superior a 16 y para dispositivos iOS mayores a 9. Este plugin permite la gestión manual y automática de los permisos de ubicación, permite la ubicación en un disparo (esto quiere decir que es en una sola petición muy rápida), permite generar un historial de las ubicaciones obtenidas entre otras. Este plugin será utilizado para obtener los valores de la Latitud y Longitud del usuario, permitiendo ser mostrados de manera dinámica en un mapa. (Loup.app, 2020).

### **6.13 Flutter Map**

Flutter Map es una implementación de Leaflet que es la biblioteca JavaScript de código abierto líder para mapas interactivos aptos para dispositivos móviles. Con un peso de aproximadamente 38 KB de JS, tiene todas las características de mapeo que la mayoría de los desarrolladores necesitan.

Leaflet está diseñado teniendo en cuenta la simplicidad, el rendimiento y la usabilidad. Funciona de manera eficiente en todas las principales plataformas de escritorio y móviles, se puede ampliar con muchos complementos, tiene una API hermosa, fácil de usar y bien documentada y un código fuente simple y legible al que es un placer contribuir. (Jpryan.me, 2020).

### **6.14 URL launcher**

Este es un plugin para Flutter que permite lanzar una URL en el teléfono móvil, tiene soporte para Android y iOS, soporta enlaces web, números de

teléfono por lo que inicia el servicio del teléfono en la opción de llamar a un número, permite lanzar el servicio de mensajes del móvil con un destinatario definido por el desarrollador y permite lanzar esquemas de correos electrónicos, esto quiere decir que, lanza el servicio de enviar un correo electrónico, con datos previamente definidos por el desarrollador, como lo puede ser el destinatario, el asunto y parte del contenido del correo (Flutter.dev, 2020d).

### **6.15 Share**

Este es un complemento de Flutter que permite ejecutar la acción ACTION\_SEND de Android y el UIActivityViewController de iOS para enviar información a través de la acción de Compartir del propio sistema operativo (Flutter.dev, 2020b).

### **6.16 Flutter Bluetooth Serial**

Este complemento permite hacer la comunicación Bluetooth entre varios dispositivos, estas son algunas de sus características: Monitoreo del estado del adaptador, Encendido y apagado del adaptador, Configuraciones de apertura, Descubriendo dispositivos (y solicitando capacidad de descubrimiento), Listado de dispositivos vinculados y emparejamiento de otros nuevos, Conectándose a múltiples dispositivos al mismo tiempo, Envío y recepción de datos (conexiones múltiples) (Edufolly, 2019).

### **6.17 FI Chart**

Este plugin permite generar varios tipos de gráficos, como lo puede ser de barras, tortas entre otros, a demás, permite la interacción dinámica de estos, mostrando el valor de cualquier elemento al tocarlo, o generar graficas en tiempo real. Este complemento funciona sin ningún problema en dispositivos Android y iOS, además de ser open source (lkhoshabi.com, 2020).

### **6.18 Path Provider**

Este plugin de Flutter es de gran utilidad, puesto que es el que permite obtener ubicaciones de uso común en los sistemas de archivos Android y iOS, como los directorios de datos temporales y de aplicaciones, estas rutas son necesarias para poder acceder al dispositivo de manera segura, ya sea para leer, escribir o eliminar archivos en el dispositivo (Flutter.dev, 2020a).

## 6.19 Encrypt

Este complemento brinda un Api con varios algoritmos de encriptación, estos algoritmos son bidireccionales, asegurando que la información encriptada sea segura desde el emisor hasta el receptor; Los algoritmos que se pueden usar son: AES with PKCS7 padding, RSA with PKCS1 and OAEP encoding, Salsa20, para la parte de Sign-in, permiten usar el algoritmo SHA256 with RSA (Leo Cavalcante, 2020).

## 7. MARCO TEÓRICO

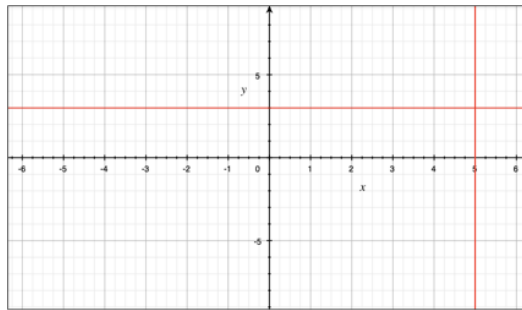
### 7.1 Sistemas de información geográfica (GIS)

Los Sistemas de Información Geográfica (GIS), son un software diseñado para que un dispositivo lo reconozca como un mapa, este nuevo orden de mapa es una entidad dinámica, diseñada para ayudar a las personas a tomar decisiones. Estas decisiones pueden ser tan simples como definir una ruta de un punto A hacia un punto B, o tan complejas como determinar las vías rápidas de una ciudad o indicando las rutas mas congestionadas, la diferencia entre un Sistema de Información Geográfica y un mapa, es que el GIS emula “inteligencia”, por lo que se puede hacer una pregunta y obtener una respuesta. Estos sistemas están transformando todas las actividades y disciplinas que anteriormente usaban mapas como la única forma de consultar información.

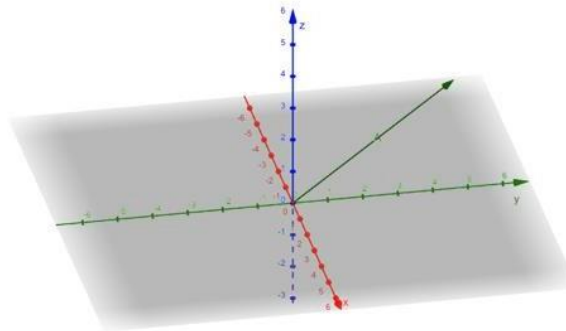
Si se consulta en un diccionario el significado de Sistemas de Información Geográficos (GIS), se obtiene: “Un sistema de información geográfico es una recopilación de hardware y software, personas, dinero, e infraestructura organizacional que hacen posibles la adquisición y almacenamiento de datos geográficos y datos relacionados a este, para propósitos de recuperación, análisis, síntesis, y para mostrar y promover el entendimiento y ayudar en las tomas de decisiones”; Para continuar hablando del tema, se deben tener en cuenta unos conceptos relacionados.

Cuando se habla de los Sistemas de Información Geográfica (GIS), se debe tener en cuenta los **Sistemas de Coordenadas**, estos, son la forma de determinar ¿Dónde los puntos se ubican en el espacio?, y cuando se tratan de ubicar, se pueden encontrar varias formas para hacerlo; Los Sistemas de Coordenadas Cartesianas, pueden ser pensados como un índice de ubicaciones en un punto del espacio. Estos pueden ser ubicados en un plano 2D, 3D o en un Sistema de Coordenadas esféricas.

Para hacer un **Sistema de Coordenadas Cartesiano 2D**, únicamente se necesitan dos ejes o líneas que se crucen en un ángulo recto en una hoja de papel, básicamente es hacer un plano con los ejes  $x$  y  $y$ , teniendo en cuenta que hay que marcar los ejes en unidades iguales, (ejemplo, centímetros), contar con un par de números que sirven de referencia en algún punto del plano, (ejemplo,  $x=5$  y  $y=3$ ) para finalmente ubicarlos en el mapa como se muestra en la *Ilustración 2*, para hacerlo en un **Sistema de Coordenadas 3D**, solo es cuestión de imaginar una tercer línea que pasa a través del origen que se llamará  $z$ , ahora contará con un tercer número,  $x=5$ ,  $y=3$  y  $z=4$ , ubicarlos en el mapa y quedará como se muestra en la *Ilustración 3*.

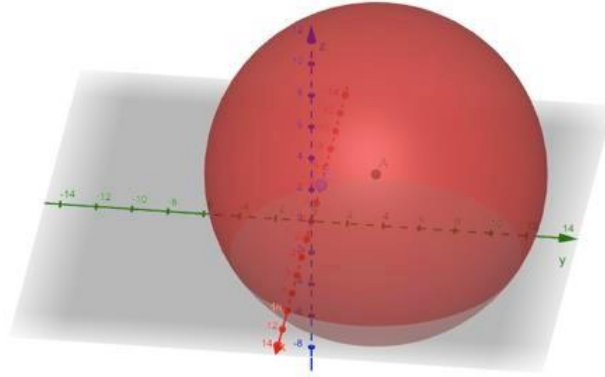


*Ilustración 2. Sistema de Coordenadas 2D*



*Ilustración 3. Sistema de Coordenadas 3D.*

Los **Sistemas de Coordenadas Esféricas**, son otra forma de referirse a un punto 3D, de igual manera se necesitan tres puntos, pero esta vez, dos son ángulos y el tercero es una distancia. Ver *Ilustración 4*.



*Ilustración 4. Sistema de Coordenadas Esféricas.*

Ahora bien, **La Latitud, Longitud y Altura** son tres números que pueden identificar la ubicación de un objeto, la mayoría de las cosas en la Tierra no se mueven (o muy poco) con respecto a otro objeto. Por lo cual, se puede hablar de un objeto que esta incrustado o atado al suelo y que su posición no cambiará (mucho). La Longitud mide el ángulo entre cualquier punto y el punto del ecuador, y se debe indicar si se encuentran en el norte o sur, por lo cual el Polo Norte tiene Latitud  $90^\circ$  Norte y el Polo Sur,  $90^\circ$  sur. Por otra parte, la Longitud mide el ángulo a lo largo del ecuador y se miden de  $0^\circ$  a  $180^\circ$ .

Continuando con los conceptos, el **Global Positioning Systems (GPS)** es un sistema satelital que provee a los usuarios información exacta y precisa sobre la ubicación y la hora a la cual ellos deseen acceder, se puede conseguir información de ubicaciones en la tierra fácilmente dentro de pocos metros o aun mas complicado, dentro en unos pocos centímetros, con consultas que no superarán los 40 nano segundos de demora.

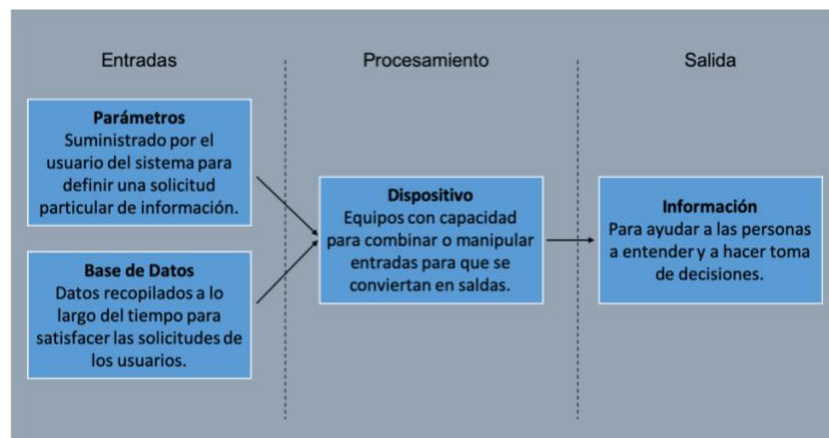
Al mismo tiempo, se habla de la **Detección a Distancia**, que es el escaneo de la Tierra por satélites o con objetos voladores como aviones, aeronaves, etc., en orden a obtener información sobre esta, enviando los datos recogidos de manera remota en tiempo real, para el análisis o tratamiento que se requiera hacer. La mayoría de estos son sensores para adquirir imágenes.

Los softwares también entran en la parte principal de los Sistemas de Información Geográfica, puesto que la función de estos son tres cosas fundamentales, la primera es Obtener las entradas, lo segundo es Manipular los datos y por último Procesar las salidas, que en palabras mas técnicas es leer bits, tratar los bits, y escribir bits. Este proceso se fue automatizando hasta llegar al punto de almacenar las instrucciones en hojas perforadas, luego en disquetes y así sucesivamente, permitiendo que se el mismo dispositivo ejecutara las ordenes de manera automática, sin

intervención alguna, dejando simular una especie de “razonamiento” y “toma de decisiones” por parte del dispositivo.

Continuando con el tema, cuando ya se tiene toda esa información almacenada en una base de datos, a las ubicaciones que se almacenan se le llama **datos espaciales**, que es cuando la posición es usada como una referencia primaria para los datos, por ejemplo, las elevaciones en pies o metros, los puntos de referencia de montañas especiales o monumentos destacados. A fin de cuentas, los datos espaciales, son símbolos discretos como números, letras, o caracteres especiales usados para describir una entidad y esos datos son organizados de acuerdo a la ubicación de la entidad en el espacio tridimensional.

Ahora bien, los **Sistemas de Información** en el contexto de este tema, es un conjunto de pasos o un conjunto de procesos que serán ejecutados por un dispositivo para producir información, donde este proceso cuenta con entradas, el procesamiento y finalmente las salidas, en la *Ilustración 5*, se evidencia un esquema del funcionamiento básico.



*Ilustración 5. Esquema general de un Sistema de Información.*

En resumen, un Sistema de Información Geográfica, es un Sistema de Información que tiene su fuente principal de entrada que es una base de datos, la cual contiene datos referenciados por datos espaciales (o terrestres o geográficas), el Sistema recibe los parámetros, consulta en la base de datos y luego brinda la información para la toma de decisiones y la gestión del recurso.

Los usos para un Sistema de Información Geográfica, van desde ámbitos naturales, como conocer los estados del clima, los lechos de roca, la geología superficial, la hidrología y mas ecosistemas, también se usa para la energía, como ejemplo, conocer la ubicación de fuentes potenciales de energía, sistemas de distribución de energía, patrones, etc. y además para el transporte, como por ejemplo, el movimiento de personas, materiales, y

muchas cosas más, a las cuales, se les puede aplicar un análisis en varios niveles, desde la escala más pequeña a nivel nacional o incluso global, donde se pueden almacenar datos relacionados como las vías rápidas, los caminos, las intersecciones, los aeropuertos, los puertos marítimos, las vías férreas, el origen y destino de viajeros y esta información puede facilitar alternativas de transportes, análisis de ubicaciones, congestión de vías y muchas otras cosas más.

## **7.2 Análisis de Factores humanos de los conductores en las vías.**

Los accidentes viales son situaciones que dependen de distintos factores, entre ellos los propiciados por el hombre como la falta de atención en la vía, el no cumplimiento de las normas de tránsito, los llamados “micro sueños”, conducir bajo efectos del alcohol, entre otros, que no sólo ponen en riesgo la vida de la persona que va al volante sino a todos aquellos que se encuentren cerca, ya que de no ser controlados los accidentes viales según la Organización Mundial de la Salud “en el 2030 serán la quinta causa de muerte.” (Durán Palacio & Moreno Carmona, 2016)

El perfil psicológico del conductor se considera un factor determinante a la hora de tomar acciones en distintas situaciones; por eso en el trabajo titulado: “Personalidad e infracciones frecuentes de normas de tránsito”, que establece un perfil psicológico de los infractores por medio de un cuestionario factorial 16PF-5 y que toma como muestra 295 adultos, permite la categorización de los tipos de conductores.

A pesar de la existencia de normas, leyes y sanciones que regulan el comportamiento en las vías por parte de los conductores, en Colombia la cifra es alarmante; tan sólo en 2014 se registraron 50.574 accidentes de tránsito, una cifra que a la fecha puede aumentar si no se tienen los controles necesarios. No obstante, se encuentra una relación entre el estilo de conducción y la personalidad del conductor, en la que aspectos como el riesgo, la ansiedad, la prudencia, el estrés, entre otros, juegan un papel esencial en la toma de decisiones y tienden a formar predisposiciones ante situaciones que, de no ser controladas pueden provocar accidentes viales dejando como víctimas a todo aquel que circule cerca.

En la obra citada se toma en cuenta al infractor como aquella persona que viola alguna norma de tránsito y realiza el pago de la multa respectiva. En esta categoría el autor diferencia un infractor frecuente y uno no frecuente basado en la cantidad de veces en la que ha violado alguna ley, por otro lado el cuestionario 16PF-5 proporciona 16 factores básicos de personalidad (Factor A, B, C, E, F, G, H, I, L, M, N, O), cada uno con una descripción de las características que puede tener una persona, encontrando entre ellas, si es alguien frío, con pensamiento concreto, inconformista, tímido, generoso, entre otras; además de 4 factores más que

ayudan a definir el perfil del infractor, estos son Q1, Q2, Q3, Q4 que hacen referencia a características como el apego familiar, tolerancia con el desorden, solidario, entre otros.

De acuerdo a los resultados del estudio citado, se concluyó que los hombres tienen una mayor tendencia a cometer infracciones; además de relacionar la edad con la frecuencia de la violación a las normas de tránsito, siendo ésta directamente proporcional. Así mismo, las personas mayores de 35 años son los infractores habituales ejemplificando así la relación entre la edad y la frecuencia con que se comete una imprudencia en la vía, también cabe resaltar que en el estudio la mayoría de participantes tenía un nivel de educación superior, papeles al día y aprendieron a conducir en escuelas.

También se encontró que existe una mayor probabilidad de cometer alguna infracción por parte de quienes aprendieron a conducir bajo la dirección de un familiar, un amigo o de manera autónoma; sin mencionar que según los resultados el hecho de aprender a conducir en una escuela o fuera de ella no genera gran diferencia en los datos obtenidos. Antes de dar a conocer la relación entre el perfil psicológico y los infractores es necesario mencionar que la conducta al manejar está más ligada a las creencias del conductor que en el conocimiento que se tenga de las normativas de tránsito.

Respecto a la relación que existe entre el perfil psicológico del conductor (factores básicos de personalidad) y la cantidad de infracciones cometidas se concluyó que:

- El 18.2% de infractores frecuentes tienen relación con el factor B (Pensamiento concreto – Pensamiento abstracto), lo que indica la capacidad para afrontar y resolver problemas.
- El 28% de infractores frecuentes se relacionan con el factor C (Reactivo, emocionalmente inestable – Emocionalmente estable, adaptable), mostrando una personalidad reactiva y emocionalmente inestable.
- El 19.5% de infractores frecuentes se relacionan con el factor E (Deferente y cooperativo – Dominante, fuerte) mostrando una fuerte tendencia a evitar los conflictos para no asumir los errores.
- El 19.5% de los infractores frecuentes se relacionan con el factor G (Inconformista – atento a las normas), mostrando una personalidad inconformista con las normas sociales, inclinación a disimular errores y justificar sus actos.
- El 24% de los infractores frecuentes se relacionan con el factor H (Asustadizo, tímido – atrevido, emprendedor).
- El 63% de infractores frecuentes con relación al factor M (Realista, práctico – abstracto, imaginativo), son personas orientadas hacia las ideas y con pensamientos fantasiosos.

- El 35.1% de infractores frecuentes están asociados al factor N (Abierto, espontáneo – receloso, discreto), muestran que son personas discretas y cerradas.

Referente a los factores para el perfil del infractor, se tiene que:

- El 67.7% de los infractores frecuentes se relacionan con el factor Q2 (integrado en el grupo - individualista), lo cual evidencia una mayor inclinación a la soledad.
- El 56.5% de los infractores recurrentes se relacionan con el factor Q4 (relajado, placido – tenso, presionado), lo cual indica una mayor tendencia a ser personas impacientes.

De acuerdo con los resultados anteriores, se observa cómo el perfil psicológico del conductor está relacionado directamente con los accidentes viales, ya que estos influyen en las decisiones que se toman al volante, reacciones que ocurren en cuestión de segundos; por lo que un conductor que, por ejemplo, se encuentre asociada con el factor H al estar en una situación de riesgo pueda que no tome las acciones adecuadas de manera rápida y eficaz al estar aterrado o, por el contrario, un conductor asociado al factor M en una situación que requiera extrema atención pueda que por estar divagando en ideas no reaccione de manera oportuna ante una situación fortuita. En conclusión, este estudio demuestra que las aptitudes humanas siempre serán una constante dentro de los accidentes viales; por lo cual, los factores que determinan la personalidad de los conductores son fundamentales para entender el porqué de las decisiones tomadas por ellos.

### **7.3 Ministerio de Transporte**

El Ministerio de Transporte es un ente encargado de “formular y adoptar las políticas, planes, programas, proyectos y regulación económica del transporte, el tránsito y la infraestructura” (Ministerio de transporte, 2019) en los distintos medios de transporte a nivel nacional. Es por ello, que el proyecto al tomarlo como referente normativo se enfoca en las políticas y reglamentaciones establecidas en el uso de vehículos particulares, con el fin de identificar las acciones que se consideran ilícitas al estar frente al volante, ya que con ello el aplicativo podrá realizar las estadísticas necesarias con respecto a las infracciones que el conductor cometa durante sus trayectos.

Dicho lo anterior y teniendo en cuenta el objetivo del proyecto, el Ministerio de Transporte facilita la información relacionada con la infraestructura vial a nivel nacional, para que acciones como la ubicación por GPS o el uso de visión artificial para el reconocimiento de objetos, se conviertan en tareas que ayuden de manera más eficiente a la detección de un posible Seudoaccidente por parte del aplicativo móvil dentro de Bucaramanga. Así

mismo, es necesario tener presente el Manual de referencia para conductores que se menciona a continuación, puesto que en él se describen las directrices que se deben seguir en distintas situaciones ya sea de prevención o mitigación de riesgos.

### **7.3.1 Manual de Referencia Para Conductores de Vehículos en General y Motocicletas.**

El Manual de Referencia para conductores consta de una introducción, algunas consideraciones sobre accidentes de tránsito, las autoridades competentes y cinco secciones en las que se tratan los temas de documentación, comportamiento en el tránsito, el funcionamiento del vehículo, los temas relacionados con la física y las normas o reglamentos relacionados en el tránsito de motociclistas.

En la introducción se da a conocer para quién va dirigido y cuál es su objetivo, dentro de las consideraciones se dan cifras del número de fallecimientos por accidentes de tránsito, además de una reflexión sobre la importancia del cuidado en las vías y sobre las autoridades de tránsito; se presenta un listado jerárquico de los organismos encargados de cuidar y vigilar el cumplimiento de las normas de tránsito establecidas.

En el primer capítulo referente a la documentación, se habla de la licencia de tránsito, algunos procesos como la cancelación de la misma, los elementos que la conforman, las categorías existentes; las placas, el SOAT o seguro obligatorio y el certificado que avala la revisión técnico-mecánica. En el segundo capítulo referente al comportamiento en las vías, se tocan temas como las posturas adecuadas para conducir, la actitud en la vía, el uso de los teléfonos celulares, las acciones al volante, las normas para pasajeros, entre otros.

En la tercera sección, como se mencionó en párrafos anteriores hace referencia a las partes y funcionamiento del vehículo tocando temas como el motor, el tablero, los sistemas que conforman el automóvil, el equipo de prevención, entre otros.

La cuarta sección habla de las fuerzas físicas como la gravedad, el peso y la fricción que se ven inmersas durante la conducción del vehículo, además de situaciones de emergencias y casos donde la colisión es inminente.

La quinta sección hace mención de la reglamentación que se deben tener para la circulación de motociclistas en la vía, abarcando temas

como las responsabilidades, las conductas que son peligrosas, conducción entre el tráfico, las partes de la motocicleta, entre otros.

En conclusión, el manual de referencia para conductores, permite conocer las bases teóricas y técnicas reglamentarias para el buen actuar en la carretera y así evitar Seudoaccidentes que, de no controlarse, pueden terminar en siniestros viales; situaciones que no sólo afectan al conductor que cometió la imprudencia, sino que afecta a todas las personas que se encuentren cerca de él.

#### **7.4 Pilares de la seguridad vial**

El plan estratégico de seguridad vial (PESV) es una estrategia que permite establecer las medidas, acciones y mecanismos que deben seguir las empresas públicas y privadas a nivel nacional, con el fin de disminuir los accidentes viales. Para ello, el PESV cuenta con cuatro etapas (Formulación, Implementación, Seguimiento y Evaluación) que permiten la vigilancia y la ejecución del PESV en los establecimientos.

Teniendo en cuenta lo anterior, las direcciones de tránsito que en este caso es la de Bucaramanga, tiene como obligación ejecutar una vigilancia y control sobre los PESV que se tengan, haciendo uso de una revisión documental y técnica mediante la realización de auditorías periódicas.

Así mismo, el PESV cuenta con cinco pilares:

- **Gestión Institucional:** En este pilar se busca que se fortalezca las tareas, procesos, comités, políticas y demás actores curriculares o reglamentarios que sean necesarios para que como institución se lleve un adecuado seguimiento al PESV.
- **Comportamiento Humano:** Este pilar se enfoca en los actores viales y sus capacitaciones, regulaciones, procedimientos de control, entre otros.
- **Atención de víctimas:** Este pilar busca el asesoramiento a las empresas por parte de la ARL, para que así los empleados puedan tener presente los protocolos que se deben seguir en caso de accidentes de tránsito producidos durante su horario laboral.
- **Infraestructura:** Este pilar cumple las tareas de mantener una constante regulación en las rutas internas y externas, las políticas de señalización, el apoyo tecnológico y las políticas de socialización y actualización de la información.
- **Vehículos Seguros:** Este pilar busca un control de los vehículos por medio de acciones como la verificación de documentación, el plan de mantenimiento preventivo y procedimientos de inspección diaria.

## 7.5 Infraestructura tecnológica

Para el proyecto se tiene en cuenta el uso de funcionalidades como la ubicación por GPS y visión artificial por computadora, para la primera es necesario tener presente el concepto de sistema de información geográfica que permite el almacenamiento de la ubicación espacial del elemento, además de rescatar la posición de aquellos que se encuentren alrededor como casas, ríos, bosques, parques, entre otros, esto permite que se cuente con una mayor precisión al momento de realizar estadísticas o procesos matemáticos con los que se calculen tendencias o posibles riesgos.

Cabe resaltar que el SIG (Sistema de información geográfica) es de gran importancia para el proyecto, ya que entre sus muchas aplicaciones se encuentra el análisis de patrones de movilidad de vehículos, debido a que facilita la aplicación de procesos matemáticos como regresiones que en aspectos de predicción son fundamentales. Dicho esto, el manejo de patrones y predicciones es relevante, ya que con los resultados que se almacenen conforme pasa el tiempo de conducción, se puede tener un seguimiento de los posibles actos que se deben cambiar para así evitar un pseudoaccidente.

También es necesario tener presente que para la utilización de ubicación de GPS con ayuda del SIG se deben tener en cuenta conceptos como el sistema de coordenadas, entendiendo que para poder dar una ubicación hay que hacerlo con base en un sistema de referenciación, en otras palabras, “puesto que la superficie de la tierra forma un elipsoide, es necesario recurrir a elementos de la geometría esférica, donde se deriva el sistema de coordenadas esféricas mediante el cual un punto se localiza con dos valores angulares latitud y longitud”. (IVÁN FERNANDO FONSECA BARINAS, )

Los datos geográficos son otro concepto que no debe pasar desapercibido, ya que ellos tienen componentes especiales, temáticos, de relación y de tiempo, cada uno haciendo referencia a un aspecto del espacio-temporal en el que se encuentra el objeto. Por otro lado, con la visión artificial, se facilita la adquisición y procesamiento de imágenes, que, en otras palabras, son los “ojos” de las computadoras, con ellos se puede realizar un análisis descriptivo que conlleve al reconocimiento de factores previos que puedan causar algún incidente, como, por ejemplo, el pasar por alto alguna señal de tránsito.

Por último, la utilización de un dispositivo móvil y una Raspberry permite que toda la información recolectada por sensores, visión artificial y ubicación GPS se almacene para que al procesarla se puedan ver estadísticas probabilísticas, que determinen factores que conlleven a la

creación de pseudoaccidentes; con ello se da la posibilidad de tomar acciones preventivas que motiven a la reducción de accidentes viales por medio de alertas tempranas.

## **7.6 Sistemas de Transporte Inteligente (Advanced Driver-Assistance Systems - ADAS)**

Los computadores, la electrónica, los satélites y los sensores están jugando un papel muy importante en los sistemas de transporte, como instrumentos usados para diferentes propósitos bajo circunstancias diferentes, Los Sistemas de transporte Inteligente (ITS por sus siglas en Ingles) aplican tecnologías de comunicación e información para cada medio de transporte como las carreteras, las vías férreas, aéreas y marítimas, los cuales proveen servicios para ambas partes del sistema, tanto para el usuario como para la mercancía. Actualmente, el reto radica en la integración de tecnologías existentes con el propósito de hacer que el transporte sea sostenible y qué se genere un compromiso entre la eficiencia, la seguridad y que sea amigable con el medio ambiente.

Como se mencionaba anteriormente, la principal función de los Sistemas de Transporte Inteligentes ITS, es mejorar la actuación de los sistemas de transporte, así como ayudar en la gestión de infraestructuras a través de sus sistemas de explotación y la toma de decisiones y, por otro lado, para los usuarios, que puedan obtener la satisfacción general con los sistemas de transporte.

En otras palabras, los Sistemas de Transporte Inteligentes, son los responsables de recopilar información sobre el estado de un lugar, esa información se pasa a otros sistemas encargados de procesar e integrar la información para que finalmente pasen a sistemas que son los encarados de entregar los resultados obtenidos a los usuarios finales tal como se muestra en la *Ilustración 6*. De allí pues, la información que es recolectada en tiempo real, se puede utilizar para determinar el estado de la red de comunicaciones, planificar un viaje, administrar el trafico en varias zonas, para mostrar datos en los Sistemas de Información Geográfica GIS y muchas mas cosas que permiten mejorar la calidad de vida, los sistemas de transporte, la infraestructura vial, etc.

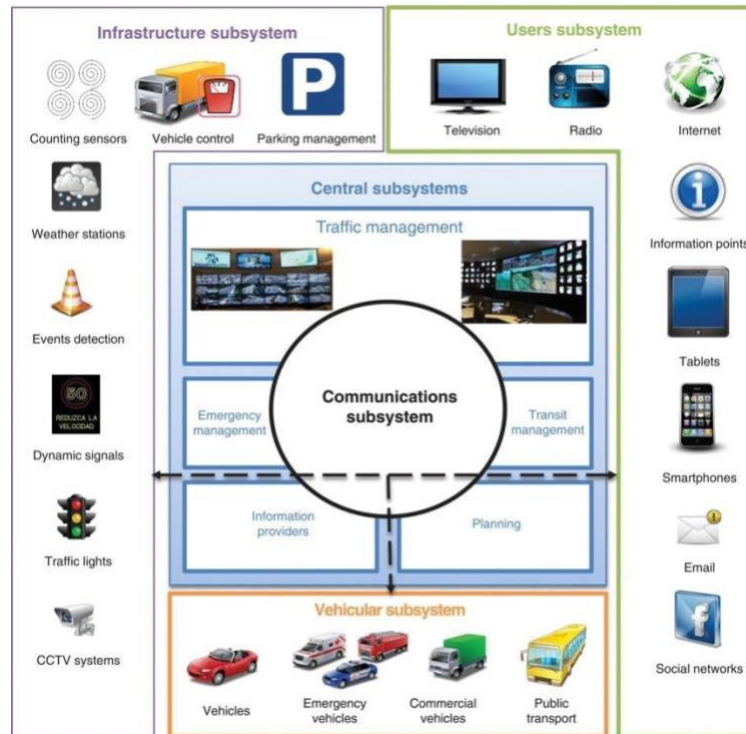


Ilustración 6. Modelo Conceptual de los Sistemas de Transporte Inteligentes.

Tenemos pues, que, los sistemas de Transporte Inteligentes, son un conjunto de soluciones basados en la combinación de telecomunicaciones y tecnologías que están diseñadas y desarrolladas para mejorar la gestión, mantenimiento, monitoreo, control y seguridad del transporte, optimizando procesos o recursos para obtener un producto deseado, proporcionando esa información en tiempo real, para el seguimiento y la evaluación, permitiendo cambios introducidos durante su ciclo de vida.

Los Sistemas de Transporte Inteligentes, cuentan ya con muchas herramientas y servicios que resultaron de aplicar conceptos telemáticos en el área del transporte, algunos de ellos son:

- Sistemas automáticos de gestión del tráfico.
- Servicios de información de transporte público.
- Sistemas de información para viajeros.
- Gestión de flotas y sistemas de localización.
- Gestión de emergencias.
- Sistemas de pago electrónico.
- Sistemas de vehículos cooperativos.

En años recientes, un gran numero de proyectos, investigaciones e innovaciones han sido enfocadas en los problemas ya mencionados, en la siguiente tabla se evidencian algunos de los proyectos más destacados a nivel internacional.

Tabla 1. Sistemas de Transporte Inteligentes - Proyectos Internacionales.

<b>Proyecto</b>	<b>Descripción</b>
<p><b>PREVENT.</b></p> <p>Las aplicaciones de seguridad preventiva y activa contribuyen a los objetivos de seguridad vial en las carreteras europeas.</p>	<p>Su objetivo es promover el desarrollo, despliegue y uso de Sistemas Inteligentes de Seguridad Integrada en Europa, ayudando a los conductores a evitar accidentes. Los conceptos clave son que, dependiendo de la importancia y el momento del peligro, los sistemas alertan a los conductores lo antes posible, les advierten y, si no reaccionan, ayudan activamente o finalmente intervienen. Aborda servicios tales como velocidad segura y seguimiento seguro, soporte lateral y monitoreo de conductores, seguridad de intersección y usuarios vulnerables de la carretera y mitigación de colisiones.</p>
<p><b>AIDE.</b></p> <p>Interfaz Adaptive Integrated Driver-Vehicle</p>	<p>El objetivo es generar el conocimiento y desarrollar metodologías y tecnologías de interfaz hombre-máquina necesarias para la integración segura y eficiente de los Sistemas avanzados de asistencia al conductor (ADAS), Sistemas de información en el vehículo (IVIS) y dispositivos nómadas en el entorno de conducción. Prueba conceptos y tecnologías innovadores para maximizar la eficiencia de ADAS, minimizar el nivel de carga de trabajo y distracción impuesta por IVIS y dispositivos nómadas y permitir los beneficios potenciales de las nuevas tecnologías y dispositivos nómadas en el vehículo en términos de movilidad y comodidad, sin comprometer la seguridad.</p>
<p><b>SAFESPOT.</b></p> <p>Sistemas cooperativos para la seguridad vial 'Vehículos inteligentes en carreteras inteligentes'</p>	<p>El proyecto tiene como objetivo prevenir accidentes de tráfico mediante el desarrollo de un "Asistente de margen de seguridad" que detecta de antemano situaciones potencialmente peligrosas y que se extiende en el espacio y el tiempo que los conductores conocen el entorno. Esto se hace utilizando tanto la infraestructura como los vehículos como fuentes (y destinos) de información relacionada con la seguridad, definiendo una arquitectura de</p>

	<p>comunicaciones abierta, flexible y modular, desarrollando las tecnologías habilitadoras clave y las técnicas de detección basadas en la infraestructura y probando aplicaciones basadas en escenarios para evaluar los impactos y la aceptabilidad del usuario final.</p>
<p><b>Coopers.</b></p> <p>Redes cooperativas para la seguridad vial inteligente</p>	<p>Este proyecto se centra en el desarrollo a largo plazo de aplicaciones innovadoras para la gestión del tráfico, mediante la coordinación entre el vehículo y la infraestructura. Proporciona a los vehículos y conductores información local en tiempo real basada en la situación e información de estado relacionada con la seguridad, distribuida a través de enlaces de comunicación dedicados de infraestructura a vehículo. Sigue un enfoque de tres pasos para la implementación de la comunicación I2V: mejora de la infraestructura de sensores de carretera y aplicaciones de control de tráfico para obtener información de tráfico más precisa basada en la situación y asesoramiento al conductor, desarrollo de un concepto de comunicación y aplicaciones capaces de cumplir con los requisitos de I2V (fiabilidad capacidad y robustez en tiempo real) y demostración de resultados en secciones importantes de autopistas europeas.</p>
<p><b>CVIS-Co.</b></p> <p>Sistemas de infraestructura de vehículos cooperativos de CVIS</p>	<p>Desarrolla e integra las tecnologías básicas y habilitadoras esenciales, como una plataforma de red y comunicaciones multicanal fácilmente adaptable tanto para vehículos como en carretera, un módulo de posicionamiento y mapa local de alta precisión y un entorno de software abierto para aplicaciones. Estos componentes permiten a un vehículo compartir información urgente con vehículos cercanos y dialogar tanto con la infraestructura inmediata de la carretera como con los operadores de infraestructura y proveedores de servicios.</p>
<p><b>SAFETRIP.</b></p>	<p>Este proyecto proporciona una plataforma de sistema integrada que permite a</p>

<p>Aplicación satelital SAFETRIP para manejo de emergencias, alertas de tránsito, seguridad vial y prevención de incidentes.</p>	<p>cualquier compañía externa desarrollar aplicaciones para el mercado vial, promueve tecnologías satelitales innovadoras y características de comunicación e integra en los vehículos un dispositivo llamado "Greenbox" que ofrece un sistema universal de comunicación bidireccional. En el proyecto se probaron las siguientes aplicaciones: provisión de información de tráfico en tiempo real y advertencias generadas por la recopilación de datos provenientes de otros vehículos, sistema de llamadas de emergencia y seguimiento en tiempo real de transportes de pasajeros vulnerables.</p>
<p><b>PRE-DRIVE.</b></p>	<p>Basado en la descripción general de una arquitectura europea común para un sistema de comunicación entre vehículos y de vehículo a infraestructura, este proyecto apunta a desarrollar una especificación detallada del sistema y un prototipo funcionalmente verificado para ser utilizado en futuras pruebas operacionales de campo. Además, desarrolla un modelo de simulación integrado para sistemas cooperativos para estimar los beneficios esperados de la comunicación Car-2-X en términos de seguridad, eficiencia y medio ambiente. Finalmente, se realizan todas las herramientas y métodos necesarios para la verificación funcional y las pruebas de sistemas cooperativos en condiciones reales de tráfico.</p>
<p><b>DRIVE C2X.</b></p> <p>Conducción e implementación y evaluación de la tecnología de comunicación C2X en Europa</p>	<p>Su objetivo es llevar a cabo una evaluación integral de los sistemas cooperativos a través de pruebas operativas de campo en varios lugares de Europa para verificar sus beneficios y allanar el camino para la implementación del mercado. Esta propuesta se basa en gran medida en el trabajo previo y en curso sobre sistemas cooperativos, que ahora se consideran lo suficientemente maduros para realizar pruebas operacionales de campo a gran escala. Las actividades esenciales en este proyecto son la metodología de prueba y la</p>

	<p>evaluación del impacto de las funciones de conducción cooperativa en los usuarios, el medio ambiente y la sociedad.</p>
<p><b>INTERACTIVE.</b></p> <p>Evitación interactiva de accidentes mediante intervención activa para vehículos inteligentes</p>	<p>El proyecto aborda el desarrollo y la evaluación de los sistemas de seguridad de próxima generación para vehículos inteligentes, basados en la intervención activa. Se basa en el concepto de que, al integrar componentes en el vehículo, se pueden proporcionar grandes cantidades de información sobre el conductor, el estado del vehículo y el medio ambiente a todas las aplicaciones interesadas. El proyecto desarrolla sistemas de seguridad de próxima generación basados en tres conceptos fundamentales: apoyo continuo al conductor, prevención de colisiones y mitigación de colisiones.</p>
<p><b>ADAPTIVE.</b></p> <p>Aplicaciones y tecnologías de conducción automatizada ADAPTATIVA para vehículos inteligentes</p>	<p>El proyecto desarrolla funciones de conducción automatizadas nuevas e integradas en automóviles y camiones para mejorar la seguridad del tráfico al minimizar los efectos de los errores humanos y mejorar la eficiencia del tráfico debido a los flujos más suaves y la congestión reducida. El enfoque se basa en un concepto de control compartido, asegurando una colaboración adecuada entre el controlador y el sistema de automatización. Esto se logra utilizando tecnologías de vehículos cooperativos, sensores de obstáculos avanzados y esquemas adaptativos donde el nivel de automatización responde dinámicamente a la situación y al estado del conductor.</p>
<p><b>ECOMOVE Cooperative Mobility Systems and Services for Energy Efficiency.</b></p>	<p>Este proyecto crea una solución integrada para la eficiencia energética del transporte por carretera mediante el desarrollo de sistemas y herramientas para ayudar a los conductores a eliminar el consumo innecesario de combustible (rutas y optimización del comportamiento del conductor), y los operadores de carreteras para administrar el tráfico en la mayoría de los casos. Eficiencia energética (optimización de gestión de red). Al aplicar</p>

	esta combinación de sistemas cooperativos que utilizan la comunicación entre la infraestructura del vehículo, el proyecto apunta a reducir el consumo de combustible en un 20% en general.
--	--

En relación con las implicaciones, los Sistemas de Transporte Inteligentes, abordan el tema de **Comunicaciones Inalámbricas Vehiculares**, que permiten la comunicación entre vehículos (Vehicle-to-vehicle, V2V) o con la Infraestructura (Vehicle-to-Infraestructura, V2I o Infraestructura-to-Vehicle, I2V) y la meta es mejorar la seguridad vial y/o administrar el tráfico. Actualmente se pueden ver ejemplos de esto en algunos autobuses públicos que cuentan con un dispositivo que les permite entablar una conexión con los semáforos para asignar prioridades en las intersecciones.

En virtud de seguir avanzando con los Sistemas de Transporte Inteligentes, se han implementado **redes de sensores y vigilancia**, por lo que ofrecen el potencial de mejorar significativamente la eficiencia de los sistemas de transporte existentes, mediante la recolección de datos con el propósito de planificar y gestionar las actuaciones en la carretera, así como proporcionar a los usuarios información vital.

El intercambio de esta información se puede realizar a través de la comunicación ad-hoc, o utilizando infraestructuras o híbridos. Los dos tipos de sensores que se encuentran, son los que se ubican en la carretera y los otros, los que van ubicados en el vehículo, las combinaciones que se pueden dar entre los sensores y los paradigmas de comunicación dan origen a varios tipos de arquitecturas para los Sistemas de Transporte Inteligentes.

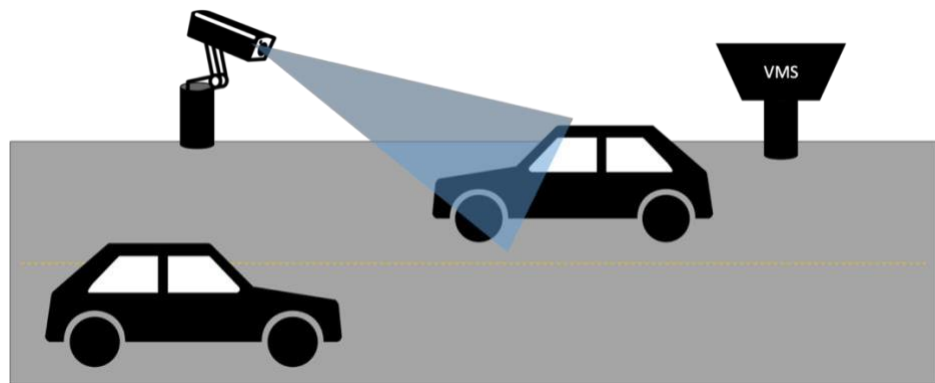
La mayor parte de comunicación exitosa se hace inalámbricamente, a continuación, se mencionan las dos más principales:

1. Solución de Middleware para admitir servicios de Sistemas de Transporte Inteligentes en redes de sensores visuales basadas en IoT:

Esta arquitectura tecnológica se basa en redes de sensores visuales (VNS) basadas en estándares de comunicación desarrollados para soportar el paradigma de Internet de las cosas IoT en dispositivos con recursos limitados utilizados en redes de sensores inalámbricos (WSN). Estas requieren del desarrollo de algoritmos avanzados de visión por computadora de baja complejidad, capaces de extraer datos relacionados con la movilidad (por ejemplo, tráfico flujo, niveles de ocupación de los estacionamientos), mientras que, por otro lado, reduce en gran medida los costos de instalación en el escenario ITS.

Los sensores visuales (VS) se pueden instalar en postes existentes, evitando así costosas obras de infraestructura como lo requieren las soluciones de vanguardia basadas en instalaciones invasoras (por ejemplo, bucles inductivos). Esto permite la omnipresencia del sistema, así como la posibilidad de crear sistemas ITS abiertos e interoperables que actúen como parte de una red IoT más grande.

La *Figura 6.* muestra un ejemplo simple de un **Wireless Sensor Network WSN** basado en IoT con capacidades de visión, capaces de actuar como una capa de colección ITS. En la imagen, la red está compuesta por dos nodos: uno es un sensor de visión capaz de contar vehículos y detectar la posible congestión del tráfico analizando la velocidad de los vehículos (a la izquierda), mientras que el otro es un actuador capaz de controlar los mensajes de un **signo de mensaje variable VMS**. De acuerdo con los principios de funcionamiento de REST, cada recurso se identifica mediante la dirección IPv6 del nodo y un nombre simbólico, y se gestiona mediante los métodos PUT, POST, GET y DELETE. De esta manera, es posible crear una aplicación que recopile notificaciones de congestión de tráfico (enviando solicitudes GET al recurso "cola") y las use para sugerir rutas alternativas a los conductores (enviando solicitudes PUT al recurso "mensaje").



*Ilustración 7. Ejemplo de un WSN basado en IoT que admite servicios ITS*

## 2. Cámaras Inteligentes para Sistemas de Transporte Inteligente ITS en entorno urbano.

Gracias al decremento de los costos en el hardware, y, por lo tanto, al despliegue de sistemas embebidos de cámaras, se ha abierto un gran campo de aplicación para el análisis de video, tanto como en zonas urbanas como en carreteras, brindando información de varias formas como la congestión vial, la violación de reglas de

tráfico y la interacción de vehículos que pueden ser monitorizados usando cámaras instaladas por operadores humanos.

## 8 Marco normativo

Tabla 2. Normativas y Leyes Colombianas.

Fuente	Ley / Artículo / Norma	Descripción
Código Nacional de Tránsito.	Artículo 2. Definiciones	<p><b>Accidente de tránsito:</b> Evento generalmente involuntario, generado al menos por un vehículo en movimiento, que causa daños a personas y bienes involucrados en él e igualmente afecta la normal circulación de los vehículos que se movilizan por la vía o vías comprendidas en el lugar o dentro de la zona de influencia del hecho.</p> <p><b>Adelantamiento:</b> Maniobra mediante la cual un vehículo se pone delante de otro vehículo que lo antecede en el mismo carril de una calzada.</p> <p><b>Carril:</b> Parte de la calzada destinada al tránsito de una sola fila de vehículos.</p> <p><b>Casco:</b> Pieza que cubre la cabeza, especialmente diseñada para proteger contra golpes, sin impedir la visión periférica adecuada que cumpla con las especificaciones de la norma Icontec 4533 “Cascos Protectores para Usuarios de Vehículos”, o la norma que la modifique o sustituya.</p> <p><b>Centro integral de atención:</b> Establecimiento donde se prestará el servicio de escuela y casa-cárcel para la rehabilitación de los infractores a las normas del Código de Tránsito. Podrá ser operado por el Estado o por entes privados que a través del cobro de las tarifas por los servicios allí prestados garantizarán su auto sostenibilidad.</p> <p><b>Choque o colisión:</b> Encuentro violento entre dos (2) o más vehículos, o entre un vehículo y un objeto fijo.</p> <p><b>Cinturón de seguridad:</b> Conjunto de tiras, provisto de hebilla de cierre, dispositivos de ajuste y de unión, cuyo fin es sujetar a los ocupantes al asiento del</p>

		<p>vehículo, para prevenir que se golpeen cuando suceda una aceleración, desaceleración súbita o volcamiento.</p> <p><b>Comparendo:</b> Orden formal de notificación para que el presunto contraventor o implicado se presente ante la autoridad de tránsito por la comisión de una infracción.</p> <p><b>Conductor:</b> Es la persona habilitada y capacitada técnica y teóricamente para operar un vehículo.</p> <p><b>Croquis:</b> Plano descriptivo de los pormenores de un accidente de tránsito donde resulten daños a personas, vehículos, inmuebles, muebles o animales, levantado en el sitio de los hechos por el agente, la policía de tránsito o por la autoridad competente.</p> <p><b>Embriaguez:</b> Estado de alteración transitoria de las condiciones físicas y mentales, causada por intoxicación aguda que no permite una adecuada realización de actividades de riesgo.</p> <p><b>Equipo de prevención y seguridad:</b> Conjunto de elementos necesarios para la atención inicial de emergencia que debe poseer un vehículo.</p> <p><b>Espaciamiento:</b> Distancia entre dos (2) vehículos consecutivos que se mide del extremo trasero de un vehículo al delantero del otro.</p> <p><b>Infracción:</b> Transgresión o violación de una norma de tránsito. Habrá dos tipos de infracciones: simple y compleja. Será simple cuando se trate de violación a la mera norma. Será compleja si se produce un daño material.</p> <p><b>Luces de emergencia:</b> Dispositivos de alumbrado que utilizan los vehículos en actos propios de su servicio, o vehículos para atención de emergencia.</p> <p><b>Marcas viales:</b> Señales escritas adheridas o grabadas en la vía o con elementos adyacentes a ella, para indicar, advertir o guiar el tránsito.</p> <p><b>Multa:</b> Sanción pecuniaria. Para efectos del presente código y salvo disposición en contrario, la multa debe</p>
--	--	--

		<p>entenderse en salarios mínimos diarios legales vigentes.</p> <p><b>Organismos de tránsito:</b> Son unidades administrativas municipales, distritales o departamentales que tienen por reglamento la función de organizar y dirigir lo relacionado con el tránsito y transporte en su respectiva jurisdicción.</p> <p><b>Peatón:</b> Persona que transita a pie o por una vía.</p> <p>Pequeño remolque: Vehículo no motorizado con capacidad hasta de una tonelada, halado por un automotor y dotado de un sistema de luces reflectoras y frenos.</p> <p><b>Señal de tránsito:</b> Dispositivo físico o marca especial. Preventiva, reglamentaria e informativa, que indica la forma correcta como deben transitar los usuarios de las vías.</p> <p><b>Tráfico:</b> Volumen de vehículos, peatones o productos que pasan por un punto específico durante un periodo determinado.</p> <p><b>Tránsito:</b> Es la movilización de personas, animales o vehículos por una vía pública o privada abierta al público.</p> <p><b>Vehículo:</b> Todo aparato montado sobre ruedas que permite el transporte de personas, animales o cosas de un punto a otro por vía terrestre pública o privada abierta al público.</p>
<p>Código Nacional de Tránsito.</p>	<p>Artículo 60. Obligatoriedad de transitar por los carriles demarcados.</p>	<p><b>Modificado por el artículo 17 de la Ley 1811 de 2016 (Publicada en el Diario Oficial 50033).</b></p> <p>Los vehículos; deben transitar, obligatoriamente, por sus respectivos carriles, dentro de las líneas de demarcación, y atravesarlos solamente para efectuar maniobras de adelantamiento o de cruce.</p> <p><b>Parágrafo 1º.</b> Los conductores no podrán transitar con vehículo automotor o de tracción animal por la zona de seguridad y protección de la vía férrea.</p> <p><b>Parágrafo 2º.</b> Todo conductor, antes de efectuar un adelantamiento o cruce de una calzada a otra o de un carril a otro, debe anunciar su intención por medio de</p>

		<p>las luces direccionales y señales ópticas o audibles y efectuar la maniobra de forma que no entorpezca el tránsito, ni ponga en peligro a los demás vehículos o peatones.</p> <p><b>Parágrafo 3°.</b> Todo conductor de vehículo automotor deberá realizar el adelantamiento de un ciclista a una distancia no menor de un metro con cincuenta centímetros (1.50 metros) del mismo. (Betancur Cuartas, 1991)</p>
Código Nacional de Tránsito.	Artículo 108. Separación entre vehículos.	<p>La separación entre dos (2) vehículos que circulen uno tras de otro en el mismo carril de una calzada, será de acuerdo con la velocidad.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Para velocidades de hasta treinta (30) kilómetros por hora, diez (10) metros.</li> <li>- Para velocidades entre treinta (30) y sesenta (60) kilómetros por hora, veinte (20) metros.</li> <li>- Para velocidades entre sesenta (60) y ochenta (80) kilómetros por hora, veinticinco (25) metros.</li> <li>- Para velocidades de ochenta (80) kilómetros en adelante, treinta (30) metros o la que la autoridad competente indique.</li> </ul> <p>En todos los casos, el conductor deberá atender al estado del suelo, humedad, visibilidad, peso del vehículo y otras condiciones que puedan alterar la capacidad de frenado de éste, manteniendo una distancia prudente con el vehículo que antecede.</p>
DECRETO 1377 DE 2013	Artículo 3° Definiciones	<p><b>1. Aviso de privacidad:</b> Comunicación verbal o escrita generada por el responsable, dirigida al Titular para el Tratamiento de sus datos personales, mediante la cual se le informa acerca de la existencia de las políticas de Tratamiento de información que le serán aplicables, la forma de acceder a las mismas y las finalidades del Tratamiento que se pretende dar a los datos personales.</p> <p><b>2. Dato público:</b> Es el dato que no sea semiprivado, privado o sensible. Son considerados datos públicos, entre otros, los datos relativos al estado civil de las personas, a su profesión u oficio y a su calidad de comerciante o de servidor público. Por su naturaleza, los datos públicos pueden estar contenidos, entre otros, en registros públicos, documentos públicos, gacetas y boletines oficiales y sentencias judiciales debidamente ejecutoriadas que no estén sometidas a reserva.</p>

		<p><b>3. Datos sensibles:</b> Se entiende por datos sensibles aquellos que afectan la intimidad del Titular o cuyo uso indebido puede generar su discriminación, tales como aquellos que revelen el origen racial o étnico, la orientación política, las convicciones religiosas o filosóficas, la pertenencia a sindicatos, organizaciones sociales, de derechos humanos o que promueva intereses de cualquier partido político o que garanticen los derechos y garantías de partidos políticos de oposición, así como los datos relativos a la salud, a la vida sexual, y los datos biométricos.</p> <p><b>4. Transferencia:</b> La transferencia de datos tiene lugar cuando el responsable y/o Encargado del Tratamiento de datos personales, ubicado en Colombia, envía la información o los datos personales a un receptor, que a su vez es Responsable del Tratamiento y se encuentra dentro o fuera del país.</p>
<p>DECRETO 1377 DE 2013</p>	<p>Artículo 13. Políticas de Tratamiento de la información</p>	<p>Las políticas de Tratamiento de la información deberán constar en medio físico o electrónico, en un lenguaje claro y sencillo y ser puestas en conocimiento de los Titulares. Dichas políticas deberán incluir, por lo menos, la siguiente información:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Nombre o razón social, domicilio, dirección, correo electrónico y teléfono del responsable.</li> <li>2. Tratamiento al cual serán sometidos los datos y finalidad del mismo cuando esta no se haya informado mediante el aviso de privacidad.</li> <li>3. Derechos que le asisten como Titular.</li> <li>4. Persona o área responsable de la atención de peticiones, consultas y reclamos ante la cual el titular de la información puede ejercer sus derechos a conocer, actualizar, rectificar y suprimir el dato y revocar la autorización.</li> <li>5. Procedimiento para que los titulares de la información puedan ejercer los derechos a conocer, actualizar, rectificar y suprimir información y revocar la autorización.</li> <li>6. Fecha de entrada en vigencia de la política de tratamiento de la información y período de vigencia de la base de datos.</li> </ol> <p>Cualquier cambio sustancial en las políticas de tratamiento, en los términos descritos en el artículo 5° del presente decreto, deberá ser comunicado oportunamente a los titulares de los datos personales de una manera eficiente, antes de implementar las</p>

## 9. Arquitectura tecnológica

En este punto se dan a conocer las etapas ejecutadas para el desarrollo del aplicativo móvil que permiten establecer aspectos como las herramientas tecnológicas a utilizar, las interfaces del usuario, entre otras, dando así cumplimiento al objetivo propuesto. Estas etapas son:

### 9.1 Construcción de la aplicación.

En esta etapa se identifican las funcionalidades o tareas que el aplicativo móvil debe realizar, además de tener en cuenta protocolos que ayuden a mantener la integridad y seguridad de los datos recolectados, para que así estos no sean alterados por el conductor. Dentro estas tareas se pueden resaltar las siguiente:

- El aplicativo móvil debe poder registrar usuarios por medio del ingreso de información, se incluyen opciones como cuentas de Google
- El aplicativo móvil debe permitir editar la información personal registrada por el usuario.
- El aplicativo móvil debe estar en capacidad de crear alertas tempranas a los conductores.
- El aplicativo móvil debe suministrar al conductor las vías con mayor y menor riesgo de accidentes por medio de mapas digitales.
- El aplicativo móvil debe permitir realizar comparativas entre los distintos usuarios que se encuentren registrados.
- El aplicativo móvil debe recolectar, analizar, tabular y graficar los resultados periódicamente de los siguientes datos:
  - Infracciones: Porcentajes y su tabulación de acuerdo a las normas de tránsito que no se cumplan por parte del conductor.
  - Seudoaccidentes: Porcentajes de acuerdo a las acciones imprudentes que pueden ocasionar un siniestro vial.
  - Calidad de conducción: Comparativa de acuerdo a los resultados obtenidos por otros conductores en aspectos como la aceleración, frenado y movimientos bruscos al volante.

## 9.2 Selección de herramientas.

Para el desarrollo del aplicativo móvil en aspectos como frameworks de trabajo, base de datos, conexión, lenguaje de programación, entre otros, se decidió hacer uso de los siguientes instrumentos:

- Flutter: Es un kit de desarrollo de software caracterizado por tener un soporte que agiliza el proceso de desarrollo, un conjunto de herramientas integradas, bibliotecas de animación y un conjunto de widgets personalizables. Este kit permite la creación de aplicaciones tanto para sistemas Android como para sistemas IOS.
- Dart: Es un lenguaje de programación que se especializa de acuerdo a las necesidades de la interfaz de usuario (Frontend), que se caracteriza por ser escalable y por permitir realizar cambios de forma iterativa mostrando así los resultados de manera instantánea.
- Firebase: Es una plataforma basada en tres pilares (Desarrollar, Crecer y Ganar), además de contar con tecnologías que apoyan el crecimiento sistemático de aplicaciones.
- SQFLite: Es un sistema de gestión de base de datos relacional que se utiliza como complemento para Flutter, y permite las operaciones CRUD con los datos que almacene el aplicativo, además de brindar el soporte de transacciones y lotes.
- Bluetooth: Es un protocolo estandarizado que permite la comunicación a corto alcance entre dispositivos, por lo que facilita los procesos de envío y recepción de información.
- JSON: Es un formato de intercambio de datos con analizadores para la mayoría de lenguajes de programación que permite emplear solicitudes AJAX.

## 9.3 Construcción del aplicativo móvil y arquitectura.

La elaboración del aplicativo móvil requiere un tiempo de seis meses al contar con un solo integrante para la ejecución de todo el proceso de documentación, desarrollo e implementación. El aplicativo móvil hará uso de las herramientas mencionadas en el numeral anterior, ya que se planea que después de realizar el inicio de sesión o en su defecto el registro si se utiliza por primera vez, se empiece con la recolección de datos consecutivos respecto a los parámetros establecidos, que están enfocados en las acciones que puedan ocasionar un accidente de tránsito.

Los datos recolectados servirán para dar respuestas a manera de porcentajes sobre el desempeño del conductor en los recorridos de manera periódica, al hacer un filtro de los resultados en lapsos de tiempos (Diario, Semanal, Mensual, Entre fechas). De acuerdo a lo anterior, la aplicación móvil funciona de la siguiente manera:

- Se reciben los datos desde los sensores, el GPS y el uso de visión artificial en la Raspberry.
- Los datos se almacenan en archivos JSON que luego serán leídos.
- Así mismo, se almacenan datos de respaldo con ayuda del gestor de base de datos que se encuentra instalado en la Raspberry, que tiene como sistema operativo Raspbian.
- Los datos almacenados son procesados y analizados.
- Se obtienen los resultados que son mostrados por medio de gráficas y porcentajes de acuerdo a los parámetros establecidos como movimientos bruscos, violación de distancia mínima, entre otros.
- Se muestra información adicional como las vías con mayores y menores riesgo de accidentes.

Como se puede observar el aplicativo hace uso de herramientas que satisfagan los pasos explicados anteriormente, y que también ayuden a cumplir con los objetivos y metas propuestas para el proyecto.

#### 9.4 Aplicativo móvil.

A continuación, se da a conocer la interfaz de usuario que tendrá el aplicativo móvil, además de una descripción de cada una de ellas.

- Inicio de sesión: En la siguiente pantalla se muestra el inicio de sesión por parte del conductor, indicando la recepción de los datos asociados al usuario (correo y contraseña), al iniciar sesión en Firebase Auth, este genera un token temporal para el usuario, permitiendo que las consultas que se realicen, vayan autenticadas por el verdadero usuario y no terceros.

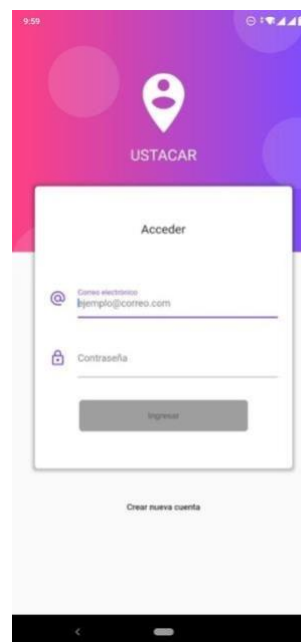
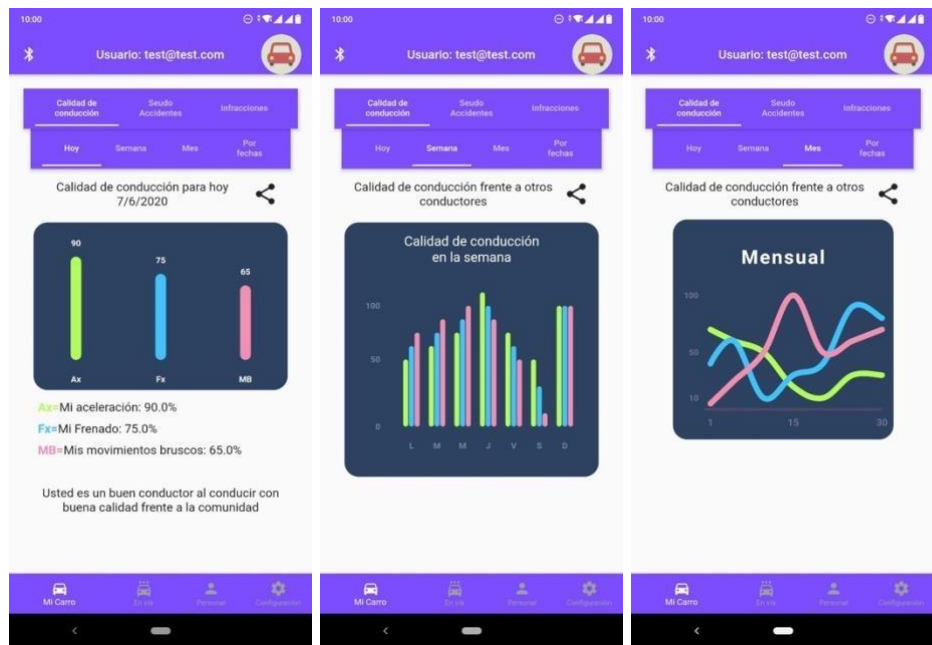


Ilustración 8. Aplicativo Móvil - Login

- Pantalla de Calidad de conducción: Esta pantalla muestra las estadísticas del conductor frente a otros conductores, de acuerdo a factores que están inmersos dentro de un posible accidente de tránsito como la aceleración, el frenado, movimientos bruscos, entres otros, de manera periódica. Cuando se hace la recepción de los datos, que son consultados desde Firebase Database, el aplicativo móvil, aparte de mostrarlos en pantalla, genera una cadena de texto con la información obtenida, esta información se encripta con el **algoritmo AES** que cuenta con una clave única de 32 bytes de longitud, generada por el desarrollador, para que posteriormente se cree un archivo local con esta información encriptada, el usuario es capaz de acceder a la ruta local de este archivo y poder visualizarlo, pero al contar con una encriptación, le es imposible poder leerlo, esto mismo pasa con las siguientes vistas, Seudoaccidentes e Infracciones.



*Ilustración 9. Aplicativo Móvil - Calidad de conducción*

- Pantalla de Seudoaccidentes: Esta pantalla muestra los porcentajes de las acciones cometidas por el conductor de manera periódica, que pueden ocasionar un accidente de tránsito.



Ilustración 10. Aplicativo Móvil - Seudoaccidentes

- Pantalla de Control de infracciones: Esta pantalla muestra los porcentajes de las infracciones de tránsito que se han cometido por parte del conductor, de manera periódica y una estadística.



Ilustración 11. Aplicativo Móvil - Infracciones

- Pantalla de Riesgo: Esta pantalla muestra un mapa en el que se indican las vías con mayor o menor riesgo de accidentes de tránsito de manera periódica.



Ilustración 12. Aplicativo Móvil - Riesgos

- Pantalla de Personal: Esta pantalla muestra la información personal del usuario, la información que puede compartir, un enlace a sobre la ley de transito en Bucaramanga y un acerca De.



Ilustración 13. Aplicativo Móvil - Personal

- Pantalla de configuración: Esta pantalla muestra las opciones adicionales que el aplicativo móvil provee al conductor como, por ejemplo, activar la localización del dispositivo, activar la

telemetría del dispositivo, leer la información almacenada en el dispositivo entre otros.



Ilustración 14. Aplicativo Móvil - Telemetría

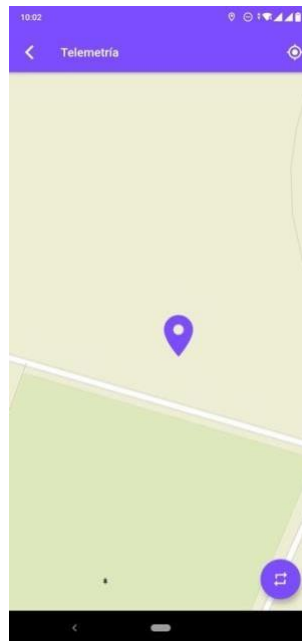


Ilustración 15. Aplicativo Móvil - Configuraciones

## 10. Metodología

En esta etapa, se define el diseño de la investigación y los métodos que se ajustan en la recolección de datos de movilidad urbana con datos de teléfonos inteligentes teniendo como referencia a Asier Perallos y otros.

**Nivel de investigación.**

El estudio es aplicado, debido a que se plantea resolver problemas relacionados con la captura de datos de movilidad y es de tipo innovación técnica.

### **Planificación de la toma de datos.**

Es de tipo prospectivo debido a que los datos necesarios para el estudio son recogidos a propósito de la investigación (datos primarios). Por lo que, posee control del sesgo de medición.

### **Perspectiva del investigador.**

Como el investigador no interviene en los resultados del estudio, la perspectiva es observacional.

### **Tipos de la investigación.**

De acuerdo a los datos analizados, esta investigación es de tipo cuantitativa.

### **Participantes.**

Debido a que el presente estudio tiene como objetivo capturar e identificar variables de movilidad urbana mediante el uso de tecnología móvil, el objeto de estudio es el instrumento y no la población, es por esta razón que no se hace el cálculo de la muestra para encontrar el número de participantes de la prueba. Por tanto, se deja la decisión a expertos en la línea de investigación de sistemas inteligentes y modelación del transporte, integrantes del grupo de Dirección de Tránsito de Bucaramanga (DTB) e integrantes del Grupo de Investigación y Desarrollo de Ingeniería en Nuevas Tecnologías (GIDINT), la selección de los participantes para la recolección de datos.

### **Contexto GEOGRÁFICO del estudio**

La recolección de información, de la forma de conducción y demás variables de viajes con el uso de la aplicación móvil, se realizará en la ciudad de Bucaramanga, capital del departamento de Santander, Colombia. La ciudad cuenta con un aproximado de 528.855 habitantes para el año 2019 según el último censo realizado por el DANE, esta es la séptima ciudad con más habitantes del país.

## 10.1 Arquitectura de la solución

Las herramientas que se utilizaron para el desarrollo del proyecto fueron las siguientes:

- Equipos
  - Un teléfono inteligente (Smartphone).
  - Una computadora para desarrollo del aplicativo móvil.
  - Raspberry como una computadora de tamaño reducido que será acoplada al vehículo y se encargará de permitir el almacenamiento y procesamiento de información por medio de distintas aplicaciones.
- Software de la aplicación
  - Flutter como entorno de desarrollo.
  - Dart como lenguaje de programación.
  - Raspbian como SO del equipo Raspberry.
- Dispositivos y Software para la recolección de datos
  - Sensores.
  - JSON como archivos para almacenamiento y lectura.
  - SQLite como gestor de base de datos (Respaldo de información capturada).
  - Visión artificial para la adquisición y procesamiento de imágenes.

## 10.2 Construcción

Para la realización de la aplicación móvil, se implementó el modelo de arquitectura Modelo, Vista, Controlador (MVC) y el patrón BLoC, pues, estas arquitecturas permiten un funcionamiento óptimo para el desarrollo del aplicativo móvil, por lo que facilitan el manejo de los servicios, la reutilización de código entre otras cosas, el modelo de arquitectura que la aplicación tiene, se puede apreciar en la *Ilustración 16*, este modelo resulta ser híbrido al implementar las dos arquitecturas anteriormente mencionadas, que sin importar que sean distintas, logran un correcto funcionamiento, permitiendo que el usuario tenga una buena experiencia al usar la aplicación, estos modelos al ser altamente codificados, permiten la rapidez en el envío y recepción de datos.

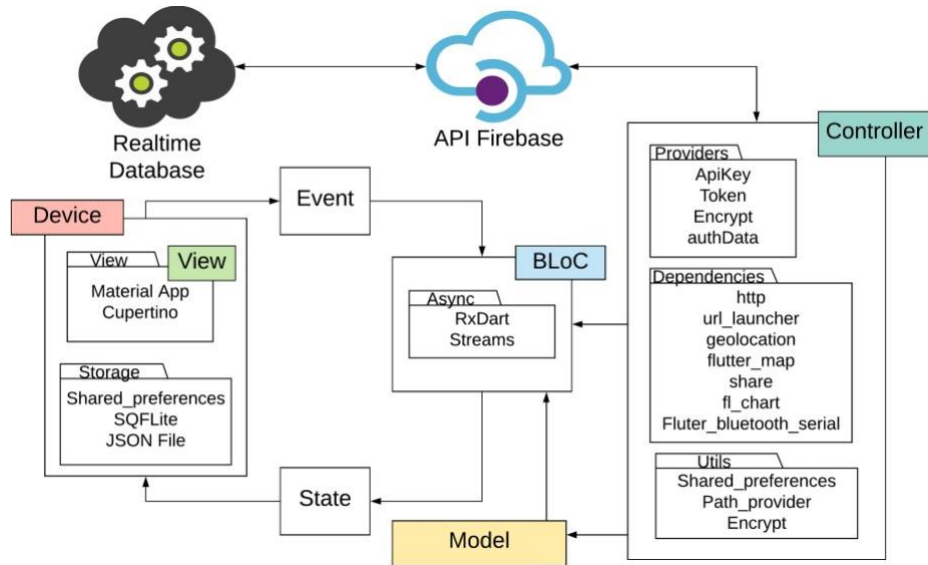


Ilustración 16. Modelo de Arquitectura Aplicativo Móvil

A nivel de base de datos, se maneja un Api en Firebase, que permite almacenar la información del usuario, este Api va dirigido a Firebase Auth, este servicio, permite hacer el Login del usuario de manera sencilla, recibe el correo y una contraseña como datos principales para poder iniciar sesión, una vez el usuario haya iniciado sesión, se genera un UID único para él, en la *Ilustración 17* se muestra como se almacena el usuario, al ser un Api de Google, este no muestra la contraseña del usuario, pero se sabe que cuando la recibe, se encripta la contraseña para que la información del usuario se mantenga segura y no pueda ser vista por terceros. (Google Developers, 2020a)

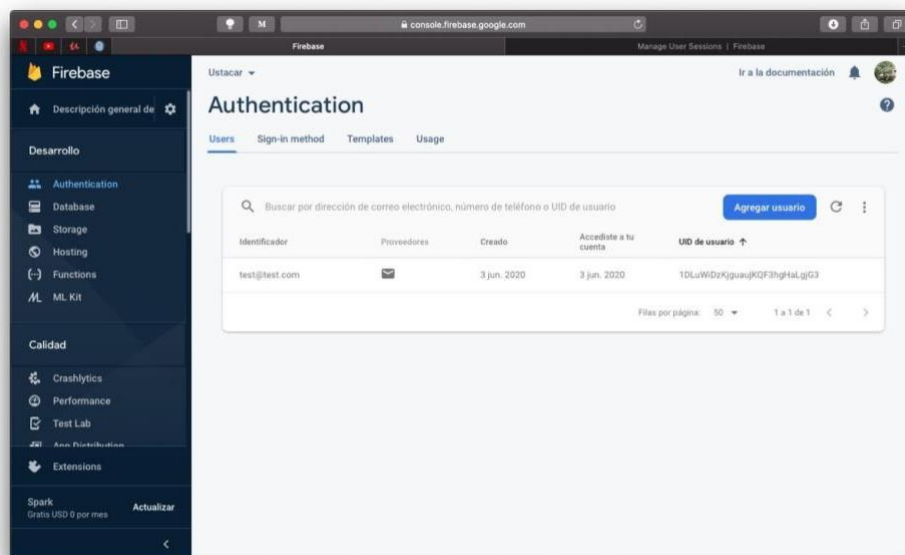
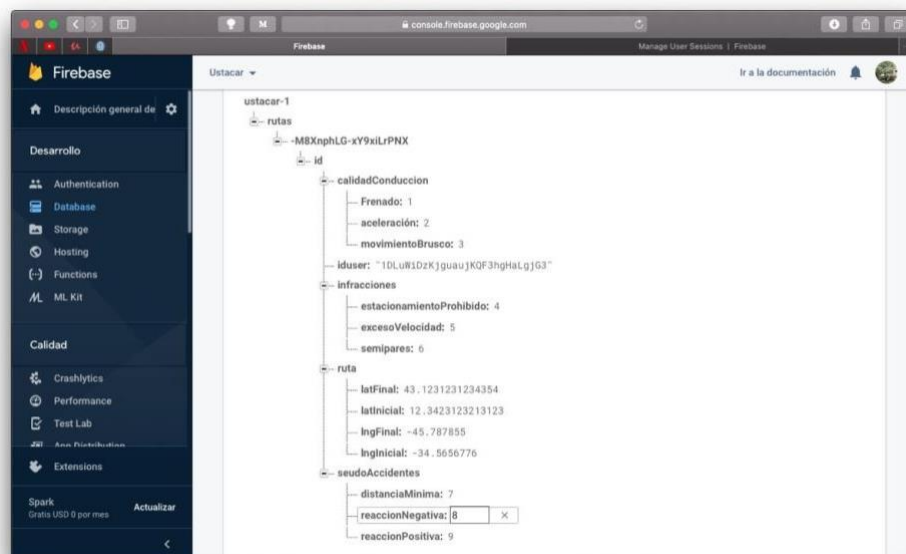


Ilustración 17. Firebase Auth - Manejo de Usuarios.

Para el esquema de la base de datos, se maneja el que se puede apreciar en la *Ilustración 18*, y se almacenan los siguientes datos:

1. Id Registro: **Id**
2. Calidad de conducción:
  - a. Frenado: **double**.
  - b. Aceleración: **double**.
  - c. Movimiento Brusco: **double**.
3. UID del usuario: **String**.
4. Infracciones:
  - a. Estacionamiento prohibido: **int**.
  - b. Exceso de velocidad: **double**.
  - c. Semipares: **int**.
5. Ruta:
  - a. Latitud inicial: **double**.
  - b. Latitud final: **double**.
  - c. Longitud inicial: **double**.
  - d. Longitud final: **double**.
6. Seudoaccidentes:
  - a. Distancia mínima: **double**.
  - b. Reacción Negativa: **double**.
  - c. Reacción Positiva: **double**.

Estos datos son recolectados desde la plataforma **Sistema de Alertas Tempranas en Seudoaccidentes para uso en vehículos**, cuando se reciben en el aplicativo móvil, se envían a Firebase Database con la autenticación de Firebase Auth y el Token temporal para el usuario específico. (Google Developers, 2020b)



*Ilustración 18. Esquema Base de Datos - Firebase Database*

### 10.3 Recolección de información

Para esta etapa se hizo uso de un prototipo con el que se realizaron recorridos dentro de la ciudad de Tunja con el fin de reunir información, los viajes fueron dirigidos y supervisados por el tutor del proyecto. Estos viajes permitieron recolectar información como la velocidad del conductor, tiempos de frenado, movimientos, entre otros, que sirven de base para realizar análisis con los cuales identificar, por ejemplo, las situaciones que ocasionen un posible accidente de tránsito.

### 10.4 Análisis de la información

Los datos recolectados por los sensores durante el trayecto recorrido por el conductor son almacenados en archivos JSON, y enviados al dispositivo móvil por medio de la tecnología de Bluetooth; una vez leídos los archivos JSON por el aplicativo y almacenados con encriptación AES en el dispositivo móvil, reciben un tratamiento con la ayuda de una API en Firebase. Este tratamiento, clasifica los datos recolectados de acuerdo a los formatos que se manejan en base de datos, y los lineamientos a evaluar posteriormente serán mostrados al usuario con ayuda de gráficos.

Algunos lineamientos se pueden observar ejemplificados en la *Ilustración 18*; teniendo en cuenta que cada factor de los lineamientos recibe un formato específico. Por ejemplo, dentro de la sección de calidad de conducción los factores de frenado, aceleración y movimiento brusco reciben un dato de tipo double, mientras que dentro de la sección de infracciones el estacionamiento prohibido recibe un int (entero).

Cabe resaltar que ese envío y clasificación de datos, se hace por cada uno de los usuarios registrados por medio de una autenticación que maneja como dato de entrada tipo String (UID) y que se genera al registrarse con ayuda de un correo y una contraseña. Así mismo, las gráficas permiten mostrar de manera dinámica y en forma de porcentaje los datos recolectados, más específicamente de los lineamientos de calidad de conducción, infracciones y pseudoaccidentes periódicamente.

Dentro de los tipos de diagramas se pueden encontrar el diagrama de barras, diagrama de pastel o de dispersión; cada uno de ellos muestra información específica de acuerdo a los datos recolectados de cada lineamiento. Para la utilización de GPS que permite hacer un registro y seguimiento de la posición en tiempo real, se pide el permiso al usuario, ya que dicha información servirá para mostrar de manera gráfica los recorridos que se estén realizando con ayuda de la herramienta Map Box. Por último,

el usuario podrá realizar un tratamiento de sus datos en cuanto a información personal y la información que desee compartir.

## **11. Resultados.**

Se obtuvo un aplicativo móvil capaz de realizar seguimiento, control y tabulación de la información relacionada con las posibles conductas que conllevan a la creación de pseudoaccidentes. Dichas conductas, están relacionadas tanto con las habilidades de los conductores como con el irrespeto existente ante las normas de tránsito.

Este aplicativo móvil, cuenta con estándares que garantizan la seguridad y respaldo de la información por medio de protocolos de seguridad y encriptación de datos. Además, cumple con funciones que ayudan a un mejor control de los recorridos realizados por los conductores como, por ejemplo, la utilización de GPS rescatando así la ubicación en tiempo real.

También cuenta con módulos descentralizados que permiten independencia, mostrando así sólo la información específica de cada sección, entre ellas está la información personal del usuario, información legal referente a la normativa de tránsito, información de la misma aplicación, información relacionada a los parámetros o lineamientos de evaluación, información de ubicación, entre otros.

Por último, el aplicativo móvil cumple con un procesamiento íntegro de la información, ya que cuenta con una serie de pasos jerarquizados en cuanto a la adquisición, procesamiento y muestra de la misma; iniciando con la lectura de archivos JSON que luego son almacenados en el dispositivo móvil como backups o copias de seguridad, luego autenticándose en un API de Firebase para la categorización y estandarización de datos y finalizando con una diagramación de los resultados.

## 12 Referencias

### References

*Las 10 principales causas de defunción.* (2018). Retrieved Sep 17, 2019, from <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>

*Accidentes de tránsito.* (2018). Retrieved Sep 23, 2019, from <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries>

Angélica María Castro Roberto, & Sergio Miguel González Palacios. (2019). *Caracterización de los comportamientos de los usuarios viales por medio del empleo de VANT en intersecciones con mayor accidentalidad en bogotá D.C.* Universidad Santo Tomás. Retrieved from <http://repository.usta.edu.co/handle/11634/16537>

Aníbal O. García, & José Pablo Cebreiro. (2003). *Utilizacion de modelos dinamicos en la investigación de accidentes viales*

Betancur Cuartas, J. (1991). *Código nacional de tránsito.* Medellín: Biblioteca Jurídica Diké.

Borja, O., & Alberto, C. (2019). Evolución de los sistemas inteligentes de transporte y actualidad en colombia. *Biblioteca Medellín (San Benito) CD-5210t*, Retrieved from <http://bibliotecadigital.usb.edu.co/handle/10819/7364>

Bryan David Ortega Ávila, & Zharic Mariam Ortega Ávila. Análisis de la accidentalidad en bucaramanga para el período 2012-2018: Una mirada desde las series de

tiempo, hacia un pronóstico para el año 2019.

[Abstract].

Camelo, V., & Eduardo, S. (2017). Aplicativo móvil para el registro, almacenamiento y procesamiento de imágenes aéreas asociadas a accidentes de tránsito, facilitando la determinación de distancias y ubicación de involucrados. *Instname:Universidad Santo Tomás*, Retrieved from <http://repository.usta.edu.co/handle/11634/4701>

Dart.dev. (2020). *Http*.<https://pub.dev/packages/http>

Debian Project. *Raspbian*

[.https://www.raspbian.org/RaspbianAbout](https://www.raspbian.org/RaspbianAbout)

Departamento Administrativo de la Función Pública. (2013). *Decreto de protección de datos*. Bogotá: Grupo de Diarios América. Retrieved from ABI/INFORM Global (Corporate) database. Retrieved from <https://search.proquest.com/docview/1418663203>

Dirección de Tránsito de Bucaramanga. *PLAN DE SEGURIDAD VIAL DE BUCARAMANGA ESTADO DE SANTANDER república DE COLOMBIA*

Durán Palacio, N. M., & Moreno Carmona, N. D. (2016). Personalidad e infracciones frecuentes de normas de tránsito. *Diversitas: Perspectivas En Psicología*, 12(1), 123-136. doi:10.15332/s1794-9998.2016.0001.09

Edufolly. (2019). *Flutter bluetooth serial*

[.https://pub.dev/packages/flutter\\_bluetooth\\_serial](https://pub.dev/packages/flutter_bluetooth_serial)

Flutter.dev. (2020a). *Path provider*.[https://pub.dev/packages/path\\_provider](https://pub.dev/packages/path_provider)

Flutter.dev. (2020b). *Share*.<https://pub.dev/packages/share>

Flutter.dev. (2020c). *Shared preferences*.[https://pub.dev/packages/shared\\_preferences](https://pub.dev/packages/shared_preferences)

Flutter.dev. (2020d). *Url launcher*.[https://pub.dev/packages/url\\_launcher](https://pub.dev/packages/url_launcher)

FlutterCommunity.dev. (2020). *RxDart*.<https://pub.dev/packages/rxdart>

Google Developers. (2020a). *Firebase authentication*. Retrieved Jun 8, 2020, from  
<https://firebase.google.com/docs/auth>

Google Developers. (2020b). *Firebase realtime database*. Retrieved Jun 8, 2020, from  
<https://firebase.google.com/docs/database>

Google inc. *An introduction to the dart:io library*. Retrieved May 8, 2020, from  
<https://dart.dev/articles/libraries/dart-io>

Ikhoshabi.com. (2020). *FL chart*.[https://pub.dev/packages/fl\\_chart](https://pub.dev/packages/fl_chart)

IVÁN FERNANDO FONSECA BARINAS. *Identificación de variables de movilidad urbana con datos de teléfonos inteligentes*

JIMBO. (2017). *Bluetooth basics*.

Jpryan.me. (2020). *Flutter map*.[https://pub.dev/packages/flutter\\_map](https://pub.dev/packages/flutter_map)

Lennon, J. (2009). Introduction to JSON. *Beginning CouchDB*, , 87-105.

doi:10.1007/978-1-4302-7236-6\_6

Leo Cavalcante. (2020). *Encrypt*

[.https://pub.dev/packages/encrypt](https://pub.dev/packages/encrypt)

Loup.app. (2020). *Geolocation*.<https://pub.dev/packages/geolocation#-readme-tab->

LUIS MIGUEL TASCÓN VARGAS. (2012). *Diseño y prueba de control semiautonomo para vehículo eléctrico a traves de visión artificial empleando un dispositivo móvil*

Universidad Autónoma de Occidente. Retrieved from

<http://red.uao.edu.co//handle/10614/5371>

MARÍA E. VILLAPOL, DAVID PEREZ ABREU, ADRIÁN BOTTINI, ALECIA ELEONORA ACOSTA, CHRISTIAN PUELLO, JACKSON MORENO, et al. (2018). *Diseño de un sistema para la comunicación entre vehículos que conforman el sistema de transporte público basado en el uso de redes ad-hoc vehiculares (vanets)*

Retrieved from [http://190.169.30.98/ojs/index.php/rev\\_fiucv/article/view/15447](http://190.169.30.98/ojs/index.php/rev_fiucv/article/view/15447)

Ministerio de transporte. (2019). *¿Quiénes*

*somos?*[https://www.mintransporte.gov.co/publicaciones/33/quienes\\_somos/](https://www.mintransporte.gov.co/publicaciones/33/quienes_somos/)

Moroney, L. (2017). An introduction to firebase. *The Definitive Guide to Firebase*, , 1-24.

doi:10.1007/978-1-4842-2943-9\_1

Mosquera Seligmann, N. A. (2018). Propuesta para determinar condiciones de ubicación para las cámaras de video-vigilancia en túneles para identificar

características particulares de vehículos. *Instname: Universidad Santo Tomás*,  
Retrieved from <http://repository.usta.edu.co/handle/11634/14608>

Pedro R. Muro-Medrano, F. Javier Zarazaga Soria, J.A. Bañares Bañares, J. Guillo  
Pitarque, D. Infante Pérez, R.J. López Alejaldre, et al. *Visualización con  
MapObjects de la localización de móviles en un sistema de información distribuido  
orientado a objeto*

Tekartik. (2020). *SQFLite*.<https://pub.dev/packages/sqlite>

Vijayan, J. (2018). Google releases beta version of flutter mobile app development tool.  
*eWeek*, , 1-1. Retrieved from  
[https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=128256457&lan  
g=es&site=ehost-live](https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=128256457&lang=es&site=ehost-live)

What is a raspberry pi? (). Message posted to [https://www.raspberrypi.org/help/what-is-  
a-raspberry-pi/](https://www.raspberrypi.org/help/what-is-a-raspberry-pi/)