



**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INTELIGENTE DE SEÑALIZACIÓN
VIAL, CON IA PARA REDUCIR EL ÍNDICE DE MORTALIDAD EN LOS TRES
DEPARTAMENTOS CON MAYOR SINIESTRALIDAD VIAL EN COLOMBIA**

Maestría en Gobierno y Gestión Pública

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INTELIGENTE DE SEÑALIZACIÓN
VIAL, CON IA PARA REDUCIR EL ÍNDICE DE MORTALIDAD EN LOS TRES
DEPARTAMENTOS CON MAYOR SINIESTRALIDAD VIAL EN COLOMBIA**

**Aya Navarro Estefanía
Buitrago Barón Rosa María
Pava Riveros Angélica**

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:
Magister en Gobierno y Gestión Pública

Director (a):
Santiago A. Roa-Ortiz PhD (c)

Universidad EAN
Facultad de Administración, Finanzas y Ciencias Económicas
Maestría en Gobierno y Gestión Pública
Bogotá, Colombia
13 de noviembre de 2025

Contenido

Resumen ejecutivo	4
1. Introducción	5
2. Problema	6
3. Objetivos	7
4. Propuesta de intervención	8
5. Propuesta de innovación.....	9
6. Marco Conceptual	11
7. Diseño metodológico de la solución.....	17
8. Instrumentos para la recolección de información.....	18
9. Impacto social, ambiental, económico y poblacional	19
10. Alternativas tecnológicas a implementar	21
11. Viabilidad de la propuesta.....	27
12. Impactos sostenibles de la propuesta	29
13. Conclusiones.....	31
14. Referencias	32

Resumen ejecutivo

Los siniestros viales constituyen una de las principales causas de mortalidad en el país, con más de 8.000 muertes anuales, de acuerdo con las estadísticas de la Agencia Nacional de Seguridad Vial, siendo el exceso de velocidad la causa predominante (41,23%); motivo por el cual el presente proyecto tiene como propósito modernizar la infraestructura y promover conductas preventivas para reducir, al año 2027, un 12,5% los índices de siniestralidad vial, en Antioquia, Valle del Cauca y Cundinamarca. Con una metodología mixta, diseño cuasi experimental y una prueba piloto en puntos críticos mediante la implementación de doce soluciones que se llevará a cabo en tres fases. En la última, se espera lograr una reducción comprobable de la siniestralidad vial, optimización del control del tráfico y un fortalecimiento de la confianza institucional en la gestión pública respecto a la movilidad y seguridad vial. La implementación de este sistema contribuye al cumplimiento del Plan Nacional de Seguridad Vial, así como a los Objetivos de Desarrollo Sostenible 3, 9 y 11, fortaleciendo la cultura vial, promoviendo la seguridad ciudadana y posicionando a Colombia como referente regional en movilidad inteligente en Latinoamérica.

1. Introducción

De conformidad con lo establecido en la Ley 1702 de 2013¹ se entiende por Seguridad Vial

Al conjunto de acciones y políticas dirigidas a prevenir, controlar y disminuir el riesgo de muerte o de lesión de las personas en sus desplazamientos ya sea en medios motorizados o no motorizados, siendo un enfoque multidisciplinario sobre medidas que intervienen en todos los factores que contribuyen a los accidentes de tráfico en la vía, desde el diseño de la vía y equipamiento vial, el mantenimiento de las infraestructuras viales, la regulación del tráfico, el diseño de vehículos y los elementos de protección activa y pasiva, la inspección vehicular, la formación de conductores y los reglamentos de conductores, la educación e información de los usuarios de las vías, la supervisión policial y las sanciones, la gestión institucional hasta la atención a las víctimas (Ley 1702, 2013, p.2).

Según la Agencia Nacional de Seguridad Vial, en Colombia, los siniestros viales representan una de las principales causas de mortalidad, con más de 8.000 fallecimientos anuales. Para el caso de la vigencia 2024, los altos índices de siniestralidad vial se concentraron en los departamentos de Antioquia, Valle del Cauca y Cundinamarca que representan el 32% del total de 8,433 muertes por siniestros viales en el país.

El presente proyecto busca contribuir a la implementación de medidas para disminuir el riesgo de muerte por siniestros viales, específicamente en el factor de diseño de la vía y equipamiento vial, a través del diseño e implementación de un sistema de señalización basado en inteligencia artificial que incorpore diferentes mecanismos en la infraestructura en los departamentos de Antioquia, Valle del Cauca y Cundinamarca, con el fin de reducir un 12,5% los índices de muerte por siniestros viales generados por exceso de velocidad, para el año 2027, garantizando así mayor seguridad y eficiencia en la movilidad urbana y rural, en concordancia con el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS 3.6), que busca reducir a la mitad las muertes por accidentes de tránsito al año 2030. En este contexto, el 12.5% de disminución, constituye una meta razonable con base en las estadísticas emitidas por la Agencia Nacional de Seguridad Vial, como autoridad que regula la materia.

¹ Por la cual se crea la agencia nacional de seguridad vial y se dictan otras disposiciones

La estructura del proyecto, parte de la identificación del marco teórico, normativo y técnico sobre señalización vial inteligente y aplicaciones de inteligencia artificial en seguridad vial, continúa con el diseño del modelo de señalización vial inteligente que integra tecnologías de inteligencia artificial, ajustado a las condiciones geográficas y de tránsito en los tres departamentos priorizados, a partir del cual se realiza una prueba piloto del modelo diseñado, a fin de evaluar su funcionalidad, aceptación y efectividad, finalizando con la evaluación de los resultados obtenidos de la prueba, en comparación con los índices de siniestralidad vial, determinando la pertinencia e impacto del modelo en la reducción del 12,5% de muertes por siniestros viales por exceso de velocidad a 2027.

2. Problema

En Colombia, los siniestros viales representan una (1) de las principales causas de mortalidad, con más de ocho mil (8.000) muertes anuales, siendo los usuarios de moto las víctimas más afectadas, con 62% del total de fallecidos (Agencia Nacional de Seguridad Vial - ANSV, 2024). De acuerdo con la ANSV (2024), durante el 2024 se presentaron ocho mil cuatrocientos treinta y tres (8,433) decesos por siniestros viales, Antioquia fue el departamento que mayor número de fallecidos (1110) equivalente al 13.2% del total de muertes en el país, seguido de Valle del Cauca con ochocientos noventa y cuatro (894) que representan el 10.4% y Cundinamarca con seiscientos setenta y uno 671 correspondientes al 8.1% de la totalidad.

En armonía con lo anterior, los tres (3) departamentos tuvieron dos mil seiscientos setenta y cuatro (2674) muertes por siniestros viales que, para 2024 representaron el 32% del total de decesos por siniestros viales en Colombia; de estos, mil cuatrocientos noventa y nueve (1499) ocurrieron en áreas urbanas y mil noventa y ocho (1098) en zonas rurales, con ocasión a los setenta y siete (77) no se tuvo información del área de ocurrencia.

Con base en lo expuesto, según información recopilada por la ANSV durante la vigencia 2024 las causas probables de muertes por siniestros viales fueron:

- Exceso de velocidad con un 41,23%
- Desobediencia a las señales de tránsito que representa el 39.34%
- Embriaguez aparente con un 5.21%
- Malas condiciones de la vía que equivale al 3.32%

En consideración a que las muertes por exceso de velocidad son las que representan el mayor porcentaje, se observa la necesidad de implementar soluciones innovadoras de infraestructura inteligente que reduzcan a corto y mediano plazo las cifras de decesos por esta causa y que, a su vez, contribuyan a generar conductas preventivas y de cuidado por parte de los diferentes actores viales. En tal sentido y a partir con el problema identificado, se planteó la pregunta de interés de esta investigación: ¿Cómo se podrían implementar sistemas de señalización vial basados en inteligencia (IA) para reducir las muertes por exceso de velocidad en el marco de siniestros viales en los departamentos de Antioquia, Valle del Cauca y Cundinamarca?

3. Objetivos

Objetivo general: Implementar un sistema de señalización vial inteligente en los departamentos de Antioquia, Valle del Cauca y Cundinamarca, basado en inteligencia artificial, a partir de la incorporación de diferentes mecanismos que permitan reducir en un 12,5% para el año 2027, los índices de muerte por siniestros generados por exceso de velocidad, como la causa principal de siniestralidad vial, garantizando así mayor seguridad y eficiencia en la movilidad urbana y rural.

Objetivos específicos

- Diseñar un modelo de señalización vial basado en inteligencia artificial que integre sensores, cámaras de control automatizado y paneles de mensaje variable, entre otras alternativas tecnológicas, de acuerdo con las condiciones geográficas y de tránsito de los departamentos de Antioquia, Valle del Cauca y Cundinamarca, con el fin de optimizar la gestión del tráfico y reducir comportamientos de riesgo en el 2027.
- Formular una prueba piloto del sistema inteligente de señalización vial en tres corredores críticos (uno por departamento), para medir su eficacia en la reducción de accidentes causados por exceso de velocidad, para ser escalada en la vigencia 2026.

- Evaluar los resultados del sistema de señalización vial inteligente, comparando los índices de siniestralidad antes y después de su implementación, con el fin de demostrar su impacto positivo y proponer su escalabilidad a nivel nacional, durante la vigencia 2027.

4. Propuesta de intervención

Teniendo en cuenta que de acuerdo con las cifras consolidadas por la ANSV son cuatro (4) las principales causas de siniestralidad vial en Colombia, siendo la primera el exceso de velocidad y en consideración a que, dentro de las metas a mediano plazo del país, se encuentra contribuir al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2030, en especial los objetivos No. 3, 9 y 11, a saber:

- **ODS 3: Salud y Bienestar. Meta 3.6:** *De aquí a 2030, reducir a la mitad el número de muertes y lesiones causadas por accidentes de tráfico en el mundo.*
- **ODS 9: Industria, innovación e infraestructura. Meta 9.1:** *Desarrollar infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes y de calidad, incluidas infraestructuras regionales y transfronterizas, para apoyar el desarrollo económico y el bienestar humano, haciendo especial hincapié en el acceso asequible y equitativo para todos.*
- **ODS 11: Ciudades y comunidades sostenibles. Meta 11.2:** *De aquí a 2030, proporcionar acceso a sistemas de transporte seguros, asequibles, accesibles y sostenibles para todos, mejorando la seguridad vial, en particular mediante la ampliación del transporte público, prestando especial atención a las necesidades de las personas en situación vulnerable, mujeres, niños, personas con discapacidad y personas de edad.*

Se evidenció que se hace fundamental diseñar, implementar y evaluar un sistema de señalización vial basado en inteligencia artificial, que permita modernizar la actual infraestructura, incorporando mecanismos que, en conjunto garanticen la reducción de muertes por siniestros viales en Colombia, en especial por exceso de velocidad.

Dentro de las principales razones por las que se ubicó como prioritaria la adopción del mencionado sistema, se encuentra la urgencia de transformar la actual infraestructura vial tradicional, la cual, ante el desarrollo de las tecnologías de la información y las telecomunicaciones, no contribuye a solucionar problemas cotidianos de la movilidad a los que se les puede dar tratamiento a través de su uso.

La implementación de un sistema de señalización basado en inteligencia artificial tiene el potencial de continuar² posicionando a Colombia como pionero en Latinoamérica en innovación vial, contribuyendo a su vez al cumplimiento de las metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible relacionados con seguridad vial y movilidad sostenible y garantizando la reducción de decesos por siniestros viales.

5. Propuesta de innovación

En consideración a la problemática identificada y de acuerdo con el objetivo del proyecto, se escogieron las siguientes alternativas de tecnología vial basadas en inteligencia artificial, que tienen como propósito reducir las muertes por exceso de velocidad como causa principal de decesos por siniestros viales, al mismo tiempo que contribuyan a la generación de una cultura de prevención por parte de los diferentes actores que convergen en las vías de los departamentos de Antioquia, Valle del Cauca y Cundinamarca, territorios en los que se presentan la mayor cantidad de fallecidos:

Tabla 1. Alternativas de tecnología vial propuestas

No.	Tecnología	Descripción
1	Cámaras de control automatizado de velocidad fijas	Las cámaras de control de velocidad combinan un mecanismo para medir con precisión la velocidad, con una función para recopilar prueba del vehículo infractor.
2	Cámaras de detección de velocidad promedio o de tramo	Los sistemas de velocidad promedio detectan vehículos que exceden la velocidad en los diferentes corredores de una ciudad. La principal diferencia con las cámaras que leen la velocidad en un punto fijo es que los primeros no se limitan a puntos específicos en las vías sino en una amplia extensión del corredor a monitorear. La detección se logra a través de la identificación de los vehículos que exceden los límites de velocidad entre diferentes puntos de recorrido, principalmente en corredores críticos como son autopistas urbanas, zonas escolares u hospitalarias, y en general en avenidas con tramos largos sin semáforos. La detección y los informes de datos pueden exportarse como apoyo en las infracciones, e incluyen información como fecha, imagen de la placa, ubicación de la infracción y velocidad promedio.
3	Sistemas de sensores puestos a la altura del pavimento	Los sistemas de sensores se instalan en pares sobre ubicaciones puntuales, donde se disparan dos haces de luces para realizar la medición de la velocidad de los vehículos que atraviesan el sistema. Este funcionamiento tiene como base el cálculo del tiempo que se demora el vehículo en pasar desde el primer haz hasta el segundo, lo que permite calcular su velocidad.
4	Control de velocidad a través de geocercas	Las geocercas utilizan tecnología de GPS para delimitar ciertas áreas geográficas. Para su utilización en la seguridad vial, las geocercas se adaptan a zonas de una ciudad o población que tienen cierta velocidad límite.

² Colombia lideró la creación de la Ruta Eléctrica Andina, corredor vial con cargadores para vehículos eléctricos, conectando al país con Ecuador y Perú.

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INTELIGENTE DE SEÑALIZACIÓN VIAL, CON IA PARA REDUCIR EL ÍNDICE DE MORTALIDAD EN LOS TRES DEPARTAMENTOS CON MAYOR SINIESTRALIDAD VIAL EN COLOMBIA

No.	Tecnología	Descripción
5	Sistema de resalto electrónico	Un sistema de resalto electrónico es un sistema dinámico que se compone de un radar que monitorea la velocidad de los vehículos y una tapa retráctil integrada en la calzada, la cual se activa únicamente cuando el radar detecta que un vehículo determinado está excediendo el límite de velocidad.
6	Avisadores de velocidad	Proporcionan información en tiempo real a los conductores sobre su velocidad.
7	Tecnología de "Ojo de Dios"	Recopila datos para identificar riesgos de siniestros y generar alertas para las autoridades.
8	Señalización dinámica	Ayuda a reducir accidentes viales al proporcionar información de tráfico y condiciones de la vía en tiempo real, permitiendo a los conductores reaccionar ante situaciones como congestión, peligros o desvíos. Esto se logra mediante el uso de paneles de mensaje variable, luces intermitentes y otros sistemas activos que se adaptan a las necesidades cambiantes, aumentando la seguridad al advertir sobre peligros y guiar mejor la circulación.
9	Sensores (térmicos, visión artificial)	Es una tecnología que permite emitir alertas en tiempo real sobre peligros como animales en la vía o condiciones climáticas adversas.
10	Paneles de mensaje variable	Muestran mensajes cambiantes como "Peligro", "Accidente", "Desvío" o "Límite de velocidad" según la situación.
11	Luces intermitentes y delineadores	Utilizados en zonas de obra o peligro para delimitar carriles y guiar el tráfico de manera segura, especialmente por la noche. Pintura dinámica: Sensores que cambian el color de la señalización vial en respuesta a las condiciones de la vía, por ejemplo, para advertir sobre la presencia de hielo. Sistemas de iluminación adaptativa: Luces que se encienden solo cuando se detecta la presencia de vehículos o peatones, mejorando la seguridad y reduciendo costos. Señalización inteligente: Incorporada en sistemas de transporte inteligentes para mejorar la gestión del tráfico y la seguridad en zonas urbanas y rurales.
12	Pintura dinámica	Es una tecnología innovadora que emplea materiales inteligentes capaces de cambiar de color o luminosidad según las condiciones ambientales, como la temperatura o la luz. Aplicada sobre la vía, permite mejorar la visibilidad, advertir riesgos como pavimento resbaladizo y señalar zonas de peligro de forma automática, contribuyendo a una conducción más segura y preventiva.

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla anterior, la totalidad de las once tecnologías están dirigidas a intervenir las vías de los tres (3) departamentos mencionados, con el objetivo de que los diferentes actores viales interactúen con ellas tanto de forma directa, por ejemplo, con la observación de mensajes de alerta, como de manera indirecta a través de la ubicación de cámaras de control automatizado que, en todo caso buscan desde los enfoques correctivos y preventivos la reducción de decesos en siniestros viales por exceso de velocidad.

6. Marco Conceptual

Con el propósito de ahondar sobre el problema identificado y desarrollar soluciones que contribuyan a la reducción de muertes por siniestros viales causados por excesos de velocidad, en este apartado se identificó información desde los componentes teórico, normativo y técnico:

Componente teórico: el Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE, es la Entidad encargada de consolidar, validar, procesar y difundir información asociada con las defunciones que se presentan en Colombia, actividad que desarrolla con base en los certificados diligenciados en medio físico o digital. En dichos certificados, se reportan las principales características asociadas a un deceso, a saber: edad, sexo, causa de la muerte, lugar de residencia habitual del fallecido, entre otras que son registradas en el aplicativo RUAUF-ND del Ministerio de Salud y Protección Social.

De acuerdo con lo anterior y con base en la fuente de información identificada, se realizó análisis sobre el comportamiento de la mortalidad en el país para determinar el índice de accidentes viales, que se obtuvo al observar las siguientes cifras de las vigencias 2021 a 2024:

Tabla 2. Estadísticas de las Causas de Mortalidad en Colombia

Causa de muerte	2021	2022	2023	2024
Enfermedades (bacterianas, infecciosas, tumorales, endocrinas, nutricionales, etc)	329.639	252.716	234.096	240.042
Homicidios	14.457	14.491	14.321	14.043
Accidentes de tránsito	8.015	8.847	8.890	8.715
Suicidios	3.049	3.118	3.301	3.047
Eventos de intención no determinada	2.149	2.113	2.169	2.196
Otros accidentes	1.697	1.822	1.662	1.657
Ahogamiento y otros accidentes que obstruyen la respiración	1.211	1.376	1.203	1.103
Contratiempos de la atención médica quirúrgica	465	330	335	333
Envenenamiento accidental	347	347	303	274
Corriente eléctrica, radiación y temperatura y presión del aire ambientales extremas	256	290	269	236
Exposición al humo, fuego y llamas	109	123	132	126
Accidentes por disparo de arma de fuego	26	21	21	16
Intervención legal y operaciones de guerra y secuelas	24	39	7	9

Fuente: Elaboración propia

Como se pudo apreciar en la tabla anterior para el periodo comprendido entre las vigencias 2021 a 2024, los accidentes de tránsito se ubicaron como la tercera causa principal de

muerte en el país, con un total de treinta y cuatro mil cuatrocientos sesenta y siete (34,467) fallecimientos en el citado periodo. Con ocasión a lo expuesto, la tendencia mostró un incremento sostenido entre 2021 (8,015 muertes) a 2023 (8,890), seguido de una leve disminución en 2024 (8,715) aunque sin una reducción significativa frente a los años anteriores. Estas cifras evidencian que, pese a los avances en normatividad, campañas de prevención y controles viales, la siniestralidad vial continúa representando un problema crítico de salud pública del país, superando de manera amplia a otras causas accidentales como el ahogamiento, la exposición a fuego o descargas eléctricas.

La siniestralidad vial constituye uno de los principales desafíos en materia de salud pública y seguridad ciudadana, dado que los accidentes de tránsito generan un alto número de muertes, lesiones y afectaciones sociales y económicas cada año. Su análisis resulta fundamental para dimensionar la magnitud del problema, poder identificar tendencias y orientar políticas públicas dirigidas a la prevención y reducción de estos hechos.

En armonía con lo anterior, según Cepeda y Bohórquez (2019), en Colombia, a pesar de las mejoras técnicas y tecnológicas que se han venido presentando en los últimos años en materia de seguridad vial y movilidad aún se encuentran zonas urbanas en donde no se cuenta con una señalización apropiada y por lo tanto existe un alto riesgo de exponer la vida de las personas a posibles accidentes de tránsito. Además, se puede ver que los recursos destinados y las tecnologías aplicadas no han solucionado los problemas de tránsito con que actualmente cuentan la mayoría de las ciudades en el país (p 40).

Ahora bien, teniendo en cuenta que, de acuerdo con el balance de siniestralidad vial realizado por el Observatorio Nacional de Seguridad Vial de la ANSV, durante el periodo comprendido entre las vigencias 2021 a 2024 los departamentos con mayor número de decesos por siniestros viales fueron Antioquía, Cundinamarca³ y Valle del Cauca, según la clase de fallecidos como muestra a continuación:

³ Con excepción de la ciudad de Bogotá D.C, por ser distrito, presenta de manera individual su índice de siniestralidad.

Tabla 3. Estadísticas de fallecimientos por actores viales en los departamentos priorizados

Departamento	Total fallecidos	Motociclistas	Peatón	Usuarios vehículos	Ciclistas	otros
Antioquia	4288	2658	982	259	175	214
2021	993	585	224	64	58	62
2022	1069	670	242	58	41	58
2023	1116	708	257	73	41	37
2024	1110	695	259	64	35	57
Cundinamarca	2541	1270	591	251	273	156
2021	565	246	141	65	80	33
2022	618	309	152	66	51	40
2023	687	364	156	59	68	40
2024	671	351	142	61	74	43
Valle del Cauca	3552	2104	909	228	217	94
2021	854	499	223	47	57	28
2022	933	569	217	66	59	22
2023	872	521	214	57	56	24
2024	893	515	255	58	45	20
Total general	10381	6032	2482	738	665	464

Datos tomados de: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/salud/nacimientos-y-defunciones/defunciones>

Lo anterior muestra que los motociclistas son los actores viales que más perdieron la vida entre los años analizados y Antioquia el departamento con mayor cantidad de muertes.

En armonía con lo anterior, dentro de las hipótesis de causa probable de los siniestros más relevantes, se encuentran: exceso de velocidad (41,23%), desobediencia a las señales de tránsito (39.34%), embriaguez aparente (5.21%) y malas condiciones de la vía con 3.32% (ANSV,2025).

Componente normativo: en el marco de la “implementación de un sistema inteligente de señalización vial, con IA para reducir los índices de siniestralidad vial en los en los tres departamentos con mayor siniestralidad vial en colombia”, resulta fundamental considerar el marco normativo internacional que orienta el desarrollo responsable y ético de la inteligencia artificial, tal es el caso de la norma técnica ISO/IEC 42001 la cual establece los requisitos para un Sistema de Gestión de Inteligencia Artificial IA, promoviendo la ética, la transparencia, la equidad, la seguridad, la privacidad y la responsabilidad en su implementación, aspectos clave para garantizar la confianza en los sistemas inteligentes aplicados a la movilidad.

Complementariamente, la ISO/IEC 22989 proporciona un marco conceptual y terminológico común para describir los sistemas de IA, facilitando su comprensión y aplicación estandarizada en el ámbito del aprendizaje automático.

Otras normas relevantes, son la ISO/IEC 23894, enfocada en la gestión de riesgos en IA, la ISO/IEC 5338, que define los procesos del ciclo de vida de los sistemas de inteligencia artificial; y la ISO/IEC 42005, orientada a la evaluación de impacto, cuyas directrices técnicas y metodológicas fortalecen la implementación segura, transparente y sostenible de la IA en la infraestructura vial de un país.

Con base en las normas técnicas aplicables a nivel internacional, se observó que Colombia ha efectuado adelantos en materia legislativa para poder regular el uso de la Inteligencia Artificial en el país, a continuación, se presentan las principales regulaciones sobre el particular:

Tabla 4. Normatividad que regula la propuesta

Marco regulatorio	Tema	Objetivo
Documento CONPES 3975 de 2019	Política Nacional para la Transformación Digital e Inteligencia Artificial	Aumentar la generación de valor social y económico a través de la transformación digital del sector público y del sector privado, mediante la disminución de barreras, el fortalecimiento del capital humano y el desarrollo de condiciones habilitantes, para que Colombia pueda aprovechar las oportunidades y enfrentar los retos relacionados con la 4RI.
Ley 1955 de 2019	Por el cual se expide el plan nacional de desarrollo 2018-2022 pacto por Colombia, pacto por la equidad	El Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 "Pacto por Colombia, pacto por la equidad", que se expide por medio de la presente Ley, tiene como objetivo sentar las bases de legalidad, emprendimiento y equidad que permitan lograr la igualdad de oportunidades para todos los colombianos, en concordancia con un proyecto de largo plazo con el que Colombia alcance los Objetivos de Desarrollo Sostenible al 2030.
Ley 1843 de 2017	Por medio de la cual se regula la instalación y puesta en marcha de sistemas automáticos, semiautomáticos y otros medios tecnológicos para la detección de infracciones y se dictan otras disposiciones.	Estos sistemas comprenden todas las ayudas tecnológicas, como cámaras de video y equipos electrónicos de lectura, que permiten identificar con precisión al vehículo o al conductor, conforme a lo establecido en el Par. 2° del Art. 129 de la Ley 769 de 2002. Dispositivo automático: No necesita la intervención del operador en ninguna de las fases de funcionamiento para la detección de la presunta infracción. Dispositivo semiautomático: Necesita la intervención del operador en alguna de las fases de funcionamiento para la detección de la presunta infracción. Dispositivo de instalación fija: Instalado en una infraestructura fija de una vía, tales como señales de tránsito, postes y demás elementos de la vía.

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INTELIGENTE DE SEÑALIZACIÓN VIAL, CON IA PARA REDUCIR EL ÍNDICE DE MORTALIDAD EN LOS TRES DEPARTAMENTOS CON MAYOR SINIESTRALIDAD VIAL EN COLOMBIA

Marco regulatorio	Tema	Objetivo
		<p>Dispositivo de instalación móvil: Puede trasladarse de un lugar a otro, de manera constante, sin requerir soportes fijos y permanentes en la vía.</p> <p>Todos estos dispositivos deben cumplir con las normas técnicas de seguridad vial que defina el Ministerio de Transporte junto con la Agencia Nacional de Seguridad Vial (ANSV). Esta última es la encargada de autorizar su instalación, y esa autorización tiene una duración de 5 años contados desde la fecha en que se otorga. Art. 2° de la Ley 1843 de 2017 modificado por el Art. 109 del Decreto Ley 2106 de 2019.</p>
Decreto 1263 de 2022	<p>Por el cual se adiciona el Título 22 a la Parte 2 del Libro 2 del Decreto 1078 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, con el fin de definir lineamientos y estándares aplicables a la Transformación Digital Pública</p>	<p>El presente título tiene por objeto establecer lineamientos y estándares para la Transformación Digital de la Administración Pública en el marco de la Política de Gobierno Digital, de conformidad con el artículo 147 de la Ley 1955 de 2019, o la norma que la modifique, adicione o sustituya.</p>
Resolución 1885 de 2015- Ministerio de Trasporte.	<p>Manual de señalización vial, Dispositivos uniformes para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclo rutas de Colombia.</p>	<p>Adoptar el Manual de Señalización Vial - Dispositivos Uniformes para la Regulación del Tránsito en Calles, Carreteras y Ciclorutas de Colombia. Este manual establece las características, uso y ubicación obligatorios de las señales de tránsito para todo el territorio nacional con el fin de regular el flujo vehicular y garantizar la seguridad vial.</p>
Resolución 20203040011245 de 2020 -Ministerio de Trasporte	<p>Por la cual se establecen los criterios técnicos de seguridad vial para la instalación y operación de los sistemas automáticos, semiautomáticos y otros medios tecnológicos para la detección de presuntas infracciones al tránsito y se dictan otras disposiciones</p>	<p>Establecer los criterios técnicos de seguridad vial para la instalación y operación de los sistemas automáticos, semiautomáticos y otros medios tecnológicos para la detección de presuntas infracciones de tránsito.</p> <p>Los puntos clave de la resolución son: Regulación de las fotomultas, Autorización de la Agencia Nacional de Seguridad Vial (ANSV), Criterios de seguridad vial y Sistemas de detección.</p>
Proyecto de Ley 043 de 2025	<p>Por medio de la cual se regula la Inteligencia Artificial en Colombia para</p>	<p>La presente ley tiene por objeto promover la generación de conocimiento, el desarrollo de la infraestructura tecnológica y la implementación de la inteligencia Artificial (IA) en Colombia, el crecimiento económico y la competitividad, con un enfoque territorial, ético, inclusivo, responsable y sostenible, que fortalezca las</p>

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INTELIGENTE DE SEÑALIZACIÓN VIAL, CON IA PARA REDUCIR EL ÍNDICE DE MORTALIDAD EN LOS TRES DEPARTAMENTOS CON MAYOR SINIESTRALIDAD VIAL EN COLOMBIA

Marco regulatorio	Tema	Objetivo
	garantizar su desarrollo ético, responsable, competitivo e innovador, y se dictan otras disposiciones.	capacidades científicas, productivas, institucionales y de innovación, y contribuya a la prevalencia de los derechos fundamentales y de los derechos adquiridos en el ordenamiento jurídico vigente, incluido el bloque de constitucionalidad.
Documento CONPES 4144 de 2025	Política Nacional de Inteligencia Artificial	Fortalecer el talento humano, a fin de garantizar una adopción y uso de la IA de manera estructurada, segura y enriquecedora para la ciudadanía en general

Fuente: Elaboración propia con base en el marco normativo y regulatorio nacional

Es de mencionar que, de acuerdo con lo observado, la Línea de acción 6.3 del documento CONPES 4144 de 2025: Aprovechar el potencial del uso de la IA para desarrollar proyectos asociados a asuntos económicos, sociales y ambientales del plan de acción Impulsar el uso y adopción de los sistemas de IA en las entidades públicas, el tejido empresarial y los territorios para contribuir a la prosperidad económica, al bienestar social y la sostenibilidad ambiental del país, plantea:

El Ministerio de Transporte, con el apoyo del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, la Agencia Nacional de Infraestructura, y el Instituto Nacional de Vías, generará una estrategia para que el sector transporte, con apoyo en la inteligencia artificial, realice análisis predictivos y de afectación en la infraestructura de transporte por eventos asociados al cambio climático o de origen antrópico y demás insumos relevantes para la toma de decisiones; teniendo en cuenta lo anterior, generar planes de contingencia y protocolos de atención preventivos a las posibles afectaciones de la infraestructura de transporte.. Esta acción iniciará en 2025 y finalizará en 2030.

El Ministerio de Transporte, con el apoyo de la Agencia Nacional de Seguridad Vial, y el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, desarrollará una evaluación para diseñar una solución basada en IA en sistemas de vigilancia y monitoreo en tiempo real en el sector transporte, con el objetivo de mejorar la seguridad vial. Esta acción iniciará en 2025 y finalizará en 2027.

Con base en la revisión desarrollada, se pudo identificar que, si bien Colombia desde la vigencia 2019 ha propendido por contar con legislación para regular el uso de la Inteligencia Artificial, no se han establecido marcos normativos específicos para su aplicación en material seguridad vial.

Componente técnico: con el objetivo de enriquecer el soporte bibliográfico que respalda la propuesta, en seguida se presentan las principales definiciones de inteligencia artificial:

Inteligencia Artificial: Según Mucci (2024), el término "Inteligencia Artificial", data desde 1955, en el que por primera vez en una propuesta de taller titulada "Una propuesta para el proyecto de investigación de verano de Dartmouth sobre inteligencia artificial", presentada por John McCarthy del Dartmouth College, Marvin Minsky de la Universidad de Harvard, Nathaniel Rochester de IBM y Claude Shannon de Bell Telephone Laboratories, a partir del cual McCarthy desarrolla el lenguaje de programación o procesamiento de listas – Lisp, capaz de manejar información simbólica.

Por consiguiente, de acuerdo con Stryker (2024), la inteligencia artificial (IA) es una tecnología que permite a las computadoras y máquinas simular el aprendizaje humano, comprender, resolver problemas, tomar decisiones, ser creativos y autónomos; en este sentido, las aplicaciones y dispositivos equipados con IA pueden ver e identificar objetos, entender y responder al lenguaje humano, aprender de nueva información y experiencia, así como realizar recomendaciones detalladas a usuarios y expertos, de manera independiente.

7. Diseño metodológico de la solución

El diseño metodológico para la validación de la solución se basa en un enfoque mixto, que combina métodos cuantitativos y cualitativos para evaluar la eficacia, pertinencia y sostenibilidad del sistema inteligente de señalización vial con IA. La investigación es aplicada, con alcance descriptivo y validatorio, y se desarrollará mediante un diseño cuasi experimental a través de una prueba piloto en puntos críticos de siniestralidad identificados por la ANSV. Este enfoque permitirá integrar datos empíricos sobre accidentalidad y funcionamiento del sistema con percepciones de usuarios y autoridades, orientando la validación del modelo hacia la meta de

reducir en un 12,5% los índices de siniestralidad vial en los departamentos priorizados para 2027.

La población objeto de estudio está compuesta por: usuarios viales (conductores, peatones y motociclistas) que transitan por los tramos priorizados; autoridades locales de tránsito y seguridad vial; y funcionarios técnicos de la ANSV, el Instituto Nacional de Vías (INVIAS) y los gobiernos departamentales y locales. La muestra será estratificada y focalizada, seleccionando un punto crítico de mayor siniestralidad por departamento, los cuales serán objeto de implementación y validación del sistema inteligente de señalización vial con IA. Frente a las fases metodológicas, se tiene:

- **Diagnóstico técnico y contextual:** revisión de datos históricos de siniestralidad (2021–2024), identificación de puntos críticos y caracterización de condiciones viales y de movilidad.
- **Diseño y configuración del prototipo:** integración de sensores, cámaras, algoritmos de visión artificial y análisis predictivo, bajo los lineamientos de las normas ISO/IEC 42001, 22989, 23894, 5338 y 42005.
- **Implementación del piloto:** instalación y puesta en funcionamiento del sistema inteligente de señalización vial en tramos seleccionados de los tres departamentos priorizados, con un periodo de monitoreo de seis meses.
- **Evaluación y validación de resultados:** recolección y análisis de datos generados por el sistema y comparación con la línea base de siniestralidad. Aplicación de encuestas y entrevistas para medir la aceptación social. El proceso de validación se desarrollará conforme a las directrices de la ISO/IEC, para garantizar que el sistema cumpla con los principios de ética, transparencia, seguridad, privacidad, integridad y responsabilidad, asegurando su confiabilidad y sostenibilidad a largo plazo.
- **Retroalimentación y optimización del modelo:** análisis de resultados y ajustes al sistema con base en la información obtenida, priorizando la mejora continua y el cumplimiento de estándares éticos y de sostenibilidad.

8. Instrumentos para la recolección de información

Para el desarrollo de la propuesta principalmente se tuvo en cuenta la información que consolida y analiza la Agencia Nacional de Seguridad Vial, toda vez que es la Entidad encargada

de planificar, articular y gestionar la seguridad vial del país, con el fin de prevenir y reducir los accidentes de tránsito y sus consecuencias.

Si bien fue revisada información generada por el DANE, se identificó que esta difiere con las cifras que procesa la ANSV, no obstante, con base en la información del citado departamento se pudo determinar que dentro de las principales causas de muerte en el país se ubican las generadas por siniestros viales.

Aunado a lo anterior, con el objetivo de contar con información suficiente se establecieron métodos de búsqueda y captura de datos, que tuvieron como base la premisa de que la principal causa de muerte por siniestros viales es el exceso de velocidad, teniendo esta hipótesis clara, se efectuó la revisión y análisis de documentación asociada al tema, para determinar en el marco de un sistema de señalización vial basado en inteligencia artificial cuales eran las tecnologías más idóneas.

Para las etapas de ejecución y evaluación de la propuesta, se tuvieron a su vez en cuenta mecanismos de recolección de información como:

- Encuestas estructuradas dirigidas a usuarios viales.
- Entrevistas semiestructuradas a autoridades y expertos en movilidad.
- Registro automatizado de datos del sistema IA (alertas, tiempos de respuesta, incidencias).

En armonía con lo anterior, se puede observar que la propuesta se estructuró con base en el adecuado análisis de los componentes, teórico, normativo y técnico que la respaldan y permitieron de manera soportada definir el objetivo principal y específicos que tienen como fin reducir el problema identificado y mejorar la seguridad vial en Colombia, convirtiendo el país en un territorio seguro para movilizarse, que utiliza tecnologías de vanguardia que están en sintonía con los desarrollos a nivel global.

9. Impacto social, ambiental, económico y poblacional

La implementación del Sistema Inteligente de Señalización Vial con IA se fundamenta en una visión integral del desarrollo sostenible, que articula los ejes social, ambiental, económico y poblacional como pilares estratégicos de la intervención. Estos ejes garantizan que la solución tecnológica propuesta no solo contribuya a la reducción de los índices de siniestralidad vial, sino

que también promueva impactos positivos en la comunidad, el medio ambiente y la economía local y nacional.

Eje social: se orienta a fortalecer la seguridad vial como un bien público, promoviendo una cultura ciudadana de movilidad segura, responsable y solidaria. La implementación del sistema inteligente de señalización vial con IA permitirá reducir los índices de siniestralidad, proteger la vida de los usuarios más vulnerables (peatones, ciclistas y motociclistas) y fomentar la confianza en la gestión pública de la seguridad vial.

Además, la integración de tecnologías participativas y de monitoreo transparente favorecerá la corresponsabilidad entre autoridades y comunidad, estimulando la apropiación social de las soluciones tecnológicas. De esta forma, se contribuye a la cohesión social y al bienestar colectivo, en coherencia con las estrategias de movilidad segura y sostenible promovidas por la Agencia Nacional de Seguridad Vial (ANSV, 2024) y el Ministerio de Transporte (2023).

Eje ambiental: busca minimizar el impacto ecológico de la infraestructura vial mediante el uso de tecnologías limpias y energéticamente eficientes. Los dispositivos del sistema, como los sensores inteligentes, luces LED, cámaras y señalización dinámica, operarán con energía solar y materiales reciclables, reduciendo las emisiones de carbono y los costos de mantenimiento.

Asimismo, la aplicación de pinturas fotoluminiscentes y delineadores inteligentes mejora la visibilidad sin requerir energía constante, promoviendo una infraestructura sostenible y resiliente al cambio climático.

Eje económico: representa una inversión sostenible que optimiza el uso de los recursos públicos y privados. El sistema inteligente de señalización vial reduce los costos asociados a la atención de accidentes, el mantenimiento de la infraestructura y la pérdida de productividad derivada de los siniestros viales.

Al automatizar la detección de incidentes y la emisión de alertas, se mejoran la eficiencia operativa y la toma de decisiones, fortaleciendo la competitividad del sector transporte. Además, la adopción de tecnologías de IA fomenta la innovación y el desarrollo tecnológico local, generando empleo especializado y potenciando la economía digital en movilidad inteligente, en coherencia con las metas del Departamento Nacional de Planeación (DNP, 2023) sobre desarrollo sostenible e infraestructura eficiente.

Eje poblacional: se centra en los beneficiarios directos de la intervención: los habitantes y usuarios de las vías en los departamentos de Antioquia, Valle del Cauca y Cundinamarca, regiones que presentan los mayores índices de siniestralidad vial en el país.

El sistema prioriza la atención en zonas urbanas, rurales y corredores intermunicipales con alta densidad vehicular, garantizando una cobertura equitativa y una mejora en la calidad de vida de las comunidades. A largo plazo, la reducción sostenida de la mortalidad vial y la mejora en la infraestructura contribuirán a entornos más seguros, saludables y resilientes, reforzando la justicia territorial y social.

Este eje reafirma el compromiso del proyecto con el ODS 3: Salud y bienestar, al promover la protección de la vida y el derecho a la movilidad segura (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2015).

10. Alternativas tecnológicas a implementar

El desarrollo e implementación del sistema inteligente de señalización vial con inteligencia artificial se apoya en un conjunto de tecnologías orientadas a la detección temprana, control automatizado y gestión predictiva del tráfico, contribuyendo a la reducción de los índices de siniestralidad vial. A continuación, se describen las principales herramientas tecnológicas propuestas y su aporte dentro del modelo de gestión inteligente de la movilidad.

- Cámaras de control automatizado de velocidad fijas: Estas cámaras constituyen un componente esencial del sistema inteligente, ya que permiten detectar y registrar automáticamente los vehículos que exceden los límites de velocidad establecidos en zonas críticas. Se instalan de forma permanente en puntos estratégicos, como tramos con alta

accidentalidad, intersecciones y zonas urbanas, y están conectadas a una plataforma central de inteligencia artificial que procesa las imágenes en tiempo real.

La IA realiza reconocimiento de matrículas y análisis predictivo del comportamiento de los conductores, generando alertas inmediatas a las autoridades de tránsito. Además, permite el cruce de información con bases de datos oficiales como el Registro Único Nacional de Tránsito - RUNT y el Sistema Integrado de Información sobre Multas y Sanciones por Infracciones de Tránsito -SIMIT, identificando infractores reincidentes o vehículos con antecedentes. (Agencia Nacional de Seguridad Vial [ANSV], 2024).

Este tipo de control favorece la disuasión del exceso de velocidad y fortalece la gestión automatizada de infracciones, reduciendo la carga operativa de los agentes de tránsito y aumentando la transparencia en los procedimientos sancionatorios.

- Cámaras de detección de velocidad promedio o de tramo: Este sistema mide la velocidad media de un vehículo entre dos puntos consecutivos, identificando si el conductor ha superado el límite permitido a lo largo del recorrido. A diferencia de las cámaras fijas, permite monitorear el comportamiento sostenido de conducción, lo que incentiva la conducción responsable y reduce el riesgo de accidentes por exceso de velocidad.

La inteligencia artificial analiza en tiempo real los tiempos de tránsito, generando reportes automáticos sobre flujos vehiculares, congestiones o zonas de riesgo. Este enfoque se ha implementado exitosamente en Europa y se adapta a los corredores viales intermunicipales de Colombia, donde la velocidad sostenida es un factor crítico en la siniestralidad (Ministerio de Transporte, 2023).

Este tipo de tecnología resulta especialmente útil en corredores intermunicipales y carreteras nacionales, donde los conductores tienden a reducir la velocidad solo al pasar por cámaras fijas y luego acelerar nuevamente, por lo que su implementación contribuye a la reducción de accidentes por exceso de velocidad sostenida, una de las principales causas de mortalidad vial en Colombia según el Observatorio de la ANSV.

- Sistemas de sensores puestos a la altura del pavimento: los sensores embebidos en el pavimento constituyen una tecnología fundamental para la detección y análisis de las

condiciones del tráfico en tiempo real. Estos sensores, basados en tecnología piezoeléctrica, magnética o óptica, se instalan directamente en la superficie de la vía y permiten registrar variables como velocidad, peso, flujo vehicular, temperatura del asfalto, vibraciones y humedad.

Conectados a una red de Internet de las Cosas (IoT), estos dispositivos transmiten los datos al sistema central de inteligencia artificial, donde son procesados mediante modelos de aprendizaje automático. Los algoritmos pueden detectar patrones de riesgo, como exceso de velocidad, deterioro estructural o riesgo de pérdida de adherencia, y activar de manera automática alertas visuales o cambios en la señalización dinámica. Además, su implementación fortalece la gestión predictiva del mantenimiento vial y mejora la seguridad de los usuarios, al anticipar condiciones que podrían derivar en siniestros.

- **Control de velocidad a través de geocercas:** el control de velocidad mediante geocercas utiliza delimitaciones virtuales o perímetros geoespaciales configurados a través de sistemas de posicionamiento global (GPS) y comunicación satelital. Cuando un vehículo equipado con un sensor o aplicación conectada entra en una zona definida, el sistema de IA verifica su velocidad en tiempo real y puede emitir alertas automáticas. Las geocercas permiten una supervisión proactiva, ya que el sistema identifica exceso de velocidad antes de que ocurran los siniestros, en coherencia con el principio de prevención de la ISO/IEC 23894:2023, que regula la gestión de riesgos en sistemas de IA.

- **Sistema de resalto electrónico:** sistema dinámico que se compone de un radar que monitorea la velocidad de los vehículos y una tapa retráctil integrada en la calzada, la cual se activa únicamente cuando el radar detecta que un vehículo determinado está excediendo el límite de velocidad. Beneficia a la seguridad vial al disuadir a los conductores de exceder la velocidad, reduciendo la probabilidad de accidentes graves al obligar a los vehículos a disminuir la marcha cuando el sistema se activa, dentro de sus ventajas clave, se encuentran la mejora de la seguridad para todos los usuarios de la vía, la creación de un entorno de conducción más predecible y la promoción de la disciplina vial en áreas críticas como las zonas residenciales.

Así mismo, a diferencia de los resaltos físicos tradicionales, este sistema solo se activa cuando detectan un vehículo excediendo la velocidad permitida, por ende, no afectan el tráfico si se respeta el límite de velocidad; esta tecnología es utilizada en países como España y Alemania, en Colombia se encuentra en prueba de implementación (Smart Traffic Devices, 2025).

- **Avisadores de velocidad:** proporcionan información en tiempo real a los conductores sobre su velocidad. dispositivo que utiliza tecnología de radar para detectar la velocidad de los vehículos que pasan y mostrar la información en una pantalla digital. Además de alertar a los conductores sobre su velocidad actual, las señales de radar de velocidad también pueden utilizarse para recopilar datos sobre los patrones de velocidad de los vehículos en una zona determinada.

Estos datos pueden utilizarse para identificar zonas donde el exceso de velocidad es un problema, así como para evaluar la eficacia de la señal de radar de velocidad para reducirlo. Estas señales suelen encontrarse en zonas con alto riesgo de exceso de velocidad, como zonas escolares o barrios residenciales, y están diseñadas para ayudar a reducir la probabilidad de accidentes y lesiones causados por el exceso de velocidad. (Photon play systems, 2026).

- **Tecnología de “Ojo de Dios” (visión 360° y monitoreo inteligente):** la denominada tecnología de “Ojo de Dios” hace referencia a un sistema de visión panorámica e inteligencia colectiva de sensores, que utiliza imágenes aéreas, cámaras de alta resolución y algoritmos de IA avanzada para realizar monitoreo simultáneo en tiempo real de amplias áreas viales. Este tipo de sistema, inspirado en el concepto de “vigilancia inteligente”, combina imágenes provenientes de drones, satélites y cámaras terrestres, integradas mediante redes.

La principal ventaja radica en su capacidad para predecir patrones de riesgo y emitir alertas tempranas al sistema central de gestión, lo cual permite la intervención inmediata de las autoridades viales o la modificación automática de la señalización inteligente (por ejemplo, cambios en límites de velocidad, avisos de niebla o accidentes).

Asimismo, esta tecnología facilita la trazabilidad de los eventos viales y genera datos para la toma de decisiones basadas en evidencia, en línea con la gestión ética, transparente y responsable promovida por la ISO/IEC 42001.

- **Señalización dinámica:** la señalización dinámica representa una evolución de la infraestructura vial tradicional, al incorporar paneles electrónicos y dispositivos LED programables que modifican su contenido en función de las condiciones del entorno o del tráfico. A través de la conexión con el sistema de IA, estas señales pueden actualizar en tiempo real los límites de velocidad, advertir sobre accidentes, condiciones climáticas adversas o cierres temporales de vías.

Este tipo de señalización optimiza la respuesta de los conductores ante situaciones cambiantes, reduciendo la posibilidad de incidentes por desinformación. La integración con sistemas de sensores y cámaras permite que las señales se activen automáticamente, mejorando la eficiencia operativa y la comunicación vial.

- **Sensores (térmicos, visión artificial):** Dispositivos que emiten alertas en tiempo real sobre peligros como animales en la vía o condiciones climáticas adversas. Los sensores y cámaras térmicas permiten detectar la radiación infrarroja emitida por personas, animales o vehículos, sin necesidad de luz. Esto los convierte en una herramienta clave para la vigilancia nocturna o en condiciones adversas como niebla, humo o lluvia. Además, al no requerir iluminación artificial, su uso reduce el consumo energético y evita puntos ciegos, dentro de las principales ventajas de esta tecnología, se encuentra su capacidad para identificar intrusiones desde largas distancias y con gran precisión. Los sistemas térmicos modernos pueden diferenciar entre una persona, un animal o un vehículo, lo que disminuye significativamente las falsas alarmas y permite actuar antes de que ocurra un incidente (CYRASA, 2025).

- **Paneles de mensaje variable:** Dispositivos que muestran mensajes cambiantes como "Peligro", "Accidente", "Desvío" o "Límite de velocidad" según la situación. Dentro de las ventajas de los paneles de mensaje variable se encuentran la adaptación a las condiciones cambiantes, dado que pueden advertir sobre accidentes, congestión, obras viales y otras

situaciones inesperadas, lo que permite a los conductores tomar decisiones más informadas; así mismo, emiten alertas para incentivar el uso del cinturón de seguridad, evitar el uso del celular durante la conducción, alertar sobre la presencia de peatones o ciclistas cerca de la vía y proporcionan actualizaciones sobre condiciones meteorológicas adversas, como fuertes lluvias, lo que permite a los conductores prepararse adecuadamente para estas situaciones (Imply, 2023).

- **Luces intermitentes y delineadores inteligentes:** pueden integrarse con sensores IoT (Internet de las Cosas) y sistemas de IA que activan las señales de forma automática según las condiciones detectadas: niebla, exceso de velocidad, presencia de peatones o ciclistas, entre otros. Su instalación en curvas peligrosas, pasos escolares y accesos urbanos contribuye a reducir la velocidad y mejorar la atención del conductor. Estos elementos, además, pueden operar con energía solar, lo que los hace sostenibles y coherentes con los principios de eficiencia energética y baja huella ambiental.

- **Pintura dinámica:** la pintura dinámica es una tecnología emergente que utiliza materiales fotoluminiscentes, termocrómicos o electrocrómicos, capaces de cambiar de color o intensidad lumínica según las condiciones ambientales, como temperatura, humedad o luminosidad. Aplicada en la superficie de la vía, esta pintura puede resaltar los carriles en la oscuridad, advertir sobre pavimento resbaladizo o señalar zonas de peligro cuando se superan ciertos límites de velocidad detectados por sensores.

En combinación con el sistema inteligente de señalización, la pintura dinámica contribuye a una infraestructura vial reactiva y sostenible, que mejora la percepción visual y la seguridad nocturna, reduciendo el riesgo de siniestros por distracción o condiciones climáticas adversas.

A continuación, se presenta un esquema del sistema de señalización vial conformado por diferentes herramientas basadas en inteligencia artificial - IA que contribuyen a la reducción del índice de mortalidad en los tres departamentos con mayor siniestralidad vial en Colombia, aportando así a una movilidad más segura, eficiente y sostenible:

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INTELIGENTE DE SEÑALIZACIÓN VIAL, CON IA PARA REDUCIR EL ÍNDICE DE MORTALIDAD EN LOS TRES DEPARTAMENTOS CON MAYOR SINIESTRALIDAD VIAL EN COLOMBIA

Imagen 1. Esquema del Sistema de señalización vial con IA



Fuente: Elaboración propia con base en imágenes tomadas de la IA CAP CUT

11. Viabilidad de la propuesta

El costo del proyecto se formuló considerando la longitud vial total de los departamentos de Antioquia, Cundinamarca y Valle del Cauca, así las cosas, se dividió por metro la distancia para la instalación de las soluciones tecnológicas para cada departamento de acuerdo con sus necesidades y tamaño de la calzada vial, a continuación, se presentan los datos por departamento:

Tabla 5. Variables para la priorización

Departamento	Longitud vial	No. Intervenciones	distancia x intervención
Antioquia	6800	11,33	600 mts
Cundinamarca	21572	21,57	1000 mts
Valle del Cauca	1305	7,67	170mts
	29677	40,58	

Fuente: Elaboración propia equipo de trabajo proyecto

Tabla 6. Valores soluciones seleccionadas

No.	Soluciones	Precio unidad	Cantidad	Valor total por solución
1	Cámaras de control automatizado de velocidad fijas	\$ 2.836.733	40	\$ 113.469.320
2	Cámaras de detección de velocidad promedio o de tramo	\$ 217.884.618	9	\$ 1.960.961.562

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INTELIGENTE DE SEÑALIZACIÓN VIAL, CON IA PARA REDUCIR EL ÍNDICE DE MORTALIDAD EN LOS TRES DEPARTAMENTOS CON MAYOR SINIESTRALIDAD VIAL EN COLOMBIA

No.	Soluciones	Precio unidad	Cantidad	Valor total por solución
3	Sistemas de sensores puestos a la altura del pavimento	\$ 1.430.000	40	\$ 57.200.000
4	Control de velocidad a través de geocercas	\$ 10.500	40	\$ 16.800.000
5	Sistema de resalto electrónico	\$ 270.000	40	\$ 10.800.000
6	Avisadores de velocidad	\$ 1.250.000	40	\$ 50.000.000
7	Tecnología de “Ojo de Dios” (visión 360° y monitoreo inteligente):	\$ 189.000	40	\$ 7.560.000
8	Señalización dinámica		40	\$ -
9	Sensores (térmicos, visión artificial)	\$ 180.000	40	\$ 7.200.000
10	Paneles de mensaje variable	\$ 820.000,00	40	\$ 32.800.000
11	Luces intermitentes y delineadores inteligentes	\$ 120.000	40	\$ 4.800.000
12	Pintura dinámica	\$ 220.000	40	\$ 8.800.000
			449	\$ 2.270.390.882

Fuente: Elaboración propia equipo de trabajo proyecto

Tabla 7. Costo total del proyecto

No.	Rubro	Valor total
1	Costos de instalación	\$ 908.156.353
2	Costos de funcionamiento Mensual x 4 años	\$ 1.089.787.623
3	Costos de mantenimiento trimestral x 4	\$ 1.816.312.706
4	Precio total soluciones	\$ 2.270.390.882
	Total del proyecto	\$ 6.084.647.564

Fuente: Elaboración propia equipo de trabajo proyecto

De acuerdo con lo anterior, el costo total del proyecto es de seis mil ochenta y cuatro millones seiscientos cuarenta y siete mil quinientos sesenta y cuatro pesos \$ 6.084.647.564.

11.1. Análisis de Actores:

Para realizar la gestión de los stakeholders dentro del proyecto se procede a su identificación, definiendo el interés que tienen en el proyecto y la contribución pueden realizar, como se observa a continuación:

Tabla 8. Identificación y gestión de los Stakeholders

Actor / Entidad	Rol e intereses	Nivel de influencia	Tipo de relación	Aporte financiero
Ministerio de Transporte	Define políticas nacionales de movilidad y seguridad vial. Interesado en modernizar la infraestructura y cumplir los ODS.	Alto	Formulación de políticas, articulador nacional.	Financiación del 40% a través del Presupuesto General de la Nación (PGN) y programas del Plan Nacional de Desarrollo.

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INTELIGENTE DE SEÑALIZACIÓN VIAL, CON IA PARA REDUCIR EL ÍNDICE DE MORTALIDAD EN LOS TRES DEPARTAMENTOS CON MAYOR SINIESTRALIDAD VIAL EN COLOMBIA

Actor / Entidad	Rol e intereses	Nivel de influencia	Tipo de relación	Aporte financiero
Agencia Nacional de Seguridad Vial (ANSV)	Coordina la ejecución de estrategias de reducción de siniestralidad.	Alto	Coordinador técnico y supervisor.	Financiación del 40% con recursos del Fondo de Seguridad Vial.
Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC)	Promueve la adopción de IA y transformación digital.	Medio–Alto	Asesor en estándares tecnológicos y ética de IA.	Financiación del 10% para la infraestructura tecnológica mediante el Fondo Único de TIC.
Gobernaciones (Antioquia, Valle del Cauca, Cundinamarca)	Implementan y administran la infraestructura regional.	Alto	Responsables de la ejecución territorial.	Cofinanciación del 10% con recursos propios o de regalías departamentales.

Fuente: Elaboración propia equipo de trabajo proyecto

11.2.Indicadores: Respecto a las variables e indicadores de evaluación, se identifica los siguientes:

Tabla 9. Indicadores

Dimensión	Variable	Indicador	Fuente de información
Eficiencia tecnológica	Tiempo de respuesta del sistema	% de alertas emitidas en tiempo real	Base de datos del sistema IA
Seguridad vial	Reducción de accidentes por exceso de velocidad	% de disminución de siniestros (meta: 12,5%)	ANSV – Observatorio Nacional de Seguridad Vial
Aceptación social	Nivel de percepción de seguridad	% de usuarios que manifiestan confianza a usar o apoyar el sistema inteligente de señalización vial.	Encuestas a usuarios viales
Sostenibilidad organizacional	Cumplimiento de principios éticos ISO/IEC 42001	% de cumplimiento en auditoría de gestión IA	Auditoría técnica – ISO
Transparencia y gobernanza	Disponibilidad de datos y trazabilidad de decisiones	Nº de reportes públicos generados	Informes de gestión del sistema

Fuente: Elaboración propia

12. Impactos sostenibles de la propuesta

La implementación de un sistema inteligente de señalización vial basado en IA, tiene un alto potencial para generar impactos sostenibles a corto, mediano y largo plazo, para el sistema de movilidad y la sociedad en general. A continuación, se detallan los niveles de impacto según el horizonte temporal:

A corto plazo (1–2 años): mejora inmediata de la gestión y aumento de la confianza institucional.

- Eficiencia operativa: la automatización de la detección de incidentes y la gestión de alertas reduce costos y mejora los tiempos de respuesta.
- Reputación corporativa: la empresa fortalece su imagen como entidad innovadora y comprometida con la seguridad vial y la sostenibilidad.
- Datos para la toma de decisiones: el sistema genera información en tiempo real sobre comportamientos viales, que permite mejorar la planificación y priorizar intervenciones en puntos críticos.

A mediano plazo (3–5 años). consolidación de una infraestructura vial más segura, eficiente y sostenible.

- Sostenibilidad social: disminución comprobable de los índices de siniestralidad vial, con una meta de reducción del 15 % para 2027.
- Sostenibilidad ambiental: incorporación de sensores de bajo consumo, energía solar y materiales sostenibles en la infraestructura.
- Sostenibilidad económica: reducción de costos por mantenimiento, reparación y atención de emergencias; mayor eficiencia del sistema vial.
- Transferencia tecnológica: desarrollo de capacidades locales en IA y movilidad inteligente, generando innovación aplicada en el sector público y privado.

A largo plazo (más de 5 años). posicionamiento el proyecto como líder en innovación vial sostenible y referente regional latinoamericano en inteligencia artificial aplicada al desarrollo social.

- Transformación estructural: institucionalización de la innovación tecnológica y adopción de modelos de gestión inteligente permanentes.
- Impacto social duradero: cultura de movilidad segura y responsable, reducción sostenida de víctimas y fortalecimiento del bienestar ciudadano.
- Evolución hacia ciudades inteligentes: integración con sistemas de transporte y plataformas de gestión urbana, promoviendo el desarrollo de Smart Cities.
- Contribución a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS): especialmente a los ODS 3,6 (Salud y bienestar), 9 (Industria, innovación e infraestructura) y 11 (Ciudades y comunidades sostenibles).

13. Conclusiones

El conjunto de alternativas basadas en inteligencia artificial que componen el sistema inteligente de señalización vial propuesto, recoge las buenas prácticas y experiencias internacionales para reducir la velocidad, aplicables al contexto Colombiano, por lo cual, representa un modelo integral de seguridad vial basada en datos, orientado a la prevención y no solo a la reacción, que combina el control automatizado, análisis predictivo, monitoreo integral y señalización adaptativa, cuyo costo total asciende a la suma de seis mil ochenta y cuatro millones seiscientos cuarenta y siete mil quinientos sesenta y cuatro pesos \$ 6.084.647.564, incluidos los costos de instalación y funcionamiento, inversión que permitirá a los departamentos intervenidos y por ende a Colombia, avanzar hacia un sistema de movilidad seguro, ético y sostenible, alineado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 3.6 y 11.2) y con los principios de innovación responsable en inteligencia artificial, definidos en las normas ISO/IEC 42001, 22989, 23894 y 5338.

La propuesta combina innovación tecnológica, sostenibilidad ambiental y responsabilidad social, asegurando beneficios tangibles en el corto plazo, consolidación operativa en el mediano y transformación estructural en el largo plazo, mediante la puesta en marcha de una prueba piloto de la implementación del sistema inteligente de señalización vial con IA, la cual permitirá evaluar sus resultados e impacto directo en la reducción del 12,5% de las muertes por siniestros viales, cuya causa principal es el exceso de velocidad, en los departamentos de Antioquia, Valle del Cauca y Cundinamarca, siendo los territorios que concentran el 32% del total de los decesos por siniestros viales en Colombia.

El sistema inteligente de señalización vial propuesto, tiene el potencial de convertirse en un modelo replicable de movilidad inteligente y segura, tanto en Colombia, como en América Latina; sin embargo, se presentan desafíos en materia normativa, teniendo cuenta que, si bien Colombia desde la vigencia 2019 ha propendido por contar con legislación para regular el uso de la Inteligencia Artificial, no se han establecido marcos normativos específicos que regulen el uso de herramientas basadas en IA, específicamente asociadas a la seguridad vial, por lo que sería una oportunidad para que Colombia, a través del Ministerio de las Tecnologías y las Comunicaciones y la Agencia Nacional de Seguridad Vial, adopten normas técnicas

internacionales, que actualicen su regulación sobre el uso de la IA en seguridad vial y en este sentido se modernice la infraestructura vial, promoviendo conductas preventivas en los actores, que permita reducir el índice de muertes por siniestros viales.

14. Referencias

- Agencia Nacional de Seguridad Vial. (2023). Informe preliminar de siniestralidad vial 2023. ANSV. <https://www.ansv.gov.co>
- Agencia Nacional de Seguridad Vial. (2024). Reporte de siniestralidad vial junio 2024. ANSV. <https://www.ansv.gov.co>
- Agencia Nacional de Seguridad Vial. (2024). Boletín Estadístico Colombia. Fallecidos y lesionados por siniestros viales. ANSV. <https://www.ansv.gov.co>
- Agencia Nacional de Seguridad Vial. (enero de 2025). Observatorio. Estadísticas de víctimas por siniestros viales clasificados por tipo de vía. ANSV. <https://www.ansv.gov.co>
- Agencia Nacional de Seguridad Vial. (2024). Informe anual de siniestralidad vial 2024. ANSV. <https://www.ansv.gov.co/es/observatorio>
- Agencia Nacional de Seguridad Vial (2021 -2024). Observatorios – Estadísticas: Histórico víctimas. ANSV. [observatorio historico de victimas](https://www.ansv.gov.co/observatorio-historico-de-victimas)
- Cepeda y Bohórquez (2019) El Impacto de la Implementación de la Tecnología en la Seguridad Vial en Colombia <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/tia/article/view/14916/15928>
- CYRASA (2025). “La importancia de las cámaras y sensores térmicos en la seguridad” [la-importancia-las-camaras-y-sensores-termicos-en-seguridad](https://www.cyrasa.gov.co/la-importancia-las-camaras-y-sensores-termicos-en-seguridad).
- Departamento Nacional de Planeación. (2023). Documento conceptual 2023 [PDF]. MGA Ayuda. https://mgaayuda.dnp.gov.co/Recursos/Documento_conceptual_2023.pdf
- European Transport Safety Council. (2022). Road safety measures and smart infrastructure in Europe. ETSC. <https://etsc.eu>
- Imply. (2025). “Carreteras Seguras con Paneles de Mensajería Variable Móvil”. [carreteras-seguras-con-paneles-de-mensajeria-variable-movil](https://www.imply.com/carreteras-seguras-con-paneles-de-mensajeria-variable-movil)
- International Organization for Standardization. (2023a). ISO/IEC 42001:2023 – Information technology — Artificial intelligence — Management system. ISO. <https://www.iso.org/standard/81230.html>

- International Organization for Standardization. (2023a). *ISO/IEC 42001:2023 – Information technology — Artificial intelligence — Management system*. ISO. <https://www.iso.org/standard/81230.html>
- International Organization for Standardization. (2023b). *ISO/IEC 22989:2022 – Artificial intelligence — Concepts and terminology*. ISO. <https://www.iso.org/standard/74296.html>
- International Organization for Standardization. (2023c). *ISO/IEC 23894:2023 – Artificial intelligence — Risk management*. ISO. <https://www.iso.org/standard/81231.html>
- International Organization for Standardization. (2023d). *ISO/IEC 5338:2023 – Artificial intelligence — Lifecycle processes*. ISO. <https://www.iso.org/standard/82306.html>
- International Organization for Standardization. (2023e). *ISO/IEC 42005:2023 – Artificial intelligence — Assessment of the impact of AI systems*. ISO. <https://www.iso.org/standard/82940.html>
- Ministerio de Transporte. (2023). Estrategia nacional de seguridad vial 2022–2031. Gobierno de Colombia. [Estrategia nacional de seguridad vial-2022-2031](#)
- Mucci, Tim (2024). “*La historia de la Inteligencia Artificial*”. IBM. <https://www.ibm.com/es-es/think/topics/history-of-artificial-intelligence>
- Organización de las Naciones Unidas. (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Photon play System (2023). “¿Cómo funciona una señal de radar de velocidad? [Los beneficios de usar radar de velocidad para alertar la velocidad](#)”
- Rose, et al (2015). “*La Internet de las cosas – una breve reseña*”. Internet Society. [IoT](#)
- Smart Traffic Devices (2025). “*Resaltos Reductores de Velocidad para Tráfico Pesado en Colombia - Importancia, Tipos y Cambios*”. [Reductores de velocidad para trafico pesado](#)
- Stryker, Cole (2024). “*Qué es la inteligencia artificial o IA*”. Editorial Lead, AI Models. IBM. <https://www.ibm.com/mx-es/think/topics/artificial-intelligence>
- PGS. (s.f). Recuperado el 23 de octubre, 2025 [CÁMARA LPR - DS-TCG227-AIR -HIKVISION](#).
- Adaptive recognition. (s.f). Recuperado el 24 de octubre, 2025. [S1 Portable Speed Camera](#)
- Alibaba.com. (s.f). Recuperado el 25 de octubre, 2025. [Sensores del pavimento](#)
- Mercado Libre. (s.f). Recuperado el 25 de octubre, 2025. [Sistema de resalto electrónico](#)
- Mercado Libre. (s.f). Recuperado el 25 de octubre, 2025. [Avisadores de velocidad](#)
- Mercado Libre. (s.f). Recuperado el 25 de octubre, 2025. [Tecnología de “Ojo de Dios”](#)

Mercado Libre. (s.f). Recuperado el 25 de octubre, 2025. [Sensores \(térmicos, visión artificial\)](#)

Alibaba.com. (s.f). Recuperado el 25 de octubre, 2025. [Paneles de mensaje variable](#)

Mercado Libre. (s.f). Recuperado el 25 de octubre, 2025. [Luces intermitentes y delineadores inteligentes](#)

Mercado Libre. (s.f). Recuperado el 25 de octubre, 2025. Pintura dinámica [Pintura dinámica](#)